T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK SİGORTALARININ KONUMUNUN SIM800 GSM MODÜLÜ İLE UZAKTAN İZLENMESİ

ÖMER ECİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
PROF. DR. ALİ ÖZTÜRK

DÜZCE, 2022

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK SİGORTALARININ KONUMUNUN SIM800 GSM MODÜLÜ İLE UZAKTAN İZLENMESİ

Ömer ECİR tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK
Düzce Üniversitesi _____

Doç. Dr. Faruk YALÇIN
Sakarya Uyg. Bil. Üniversitesi _____

Dr. Öğr. Üyesi Emre AVCI
Düzce Üniversitesi _____

Tez Savunma Tarihi: 18/02/2022

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

18 Şubat 2022

Ömer ECİR

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK'e en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

18 Şubat 2022 **Ömer ECİR**

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ ..... **ix**

ÇİZELGE LİSTESİ ..... **x**

KISALTMALAR ..... **xi**

SİMGELER ..... **xiv**

ÖZET ..... **xv**

ABSTRACT ..... **xvi**

1. GİRİŞ **1**

2. MATERYAL VE YÖNTEM **12**

2.1. ELEKTRİK ENERJİSİ **12**

2.1.1. Ülkemizde Elektrik Kısa Tarihi **12**

2.1.2. Elektrik Üretimi **13**

2.1.2.1. Türbinler *14*

2.1.2.1.1 Kömür *14*

2.1.2.1.2 Doğalgaz *14*

2.1.2.1.3 Nükleer *15*

2.1.2.1.4 Hidroelektrik *15*

2.1.2.1.5 Rüzgâr *16*

2.1.2.1.6 Jeotermal *17*

2.1.2.1.7 Biyokütle *17*

2.1.2.2 Güneş *18*

2.1.3. Elektrik İletimi **20**

2.1.3.1 Enerji İletim Hattı *20*

2.1.3.1.1 Havai Hatlar *21*

2.1.4. Elektrik Dağıtımı **21**

2.1.4.1 Dallı (Dalbudak) Şebekeler *22*

2.1.4.2 Ring (Halka) Şebekeler *23*

2.1.4.3 Ağ Gözlü Şebekeler *23*

2.1.4.4 Enterkonnekte Şebekeler *24*

2.1.4.5 Elektrik Dağıtım Şirketleri *25*

2.1.5. Elektrik Tüketimi **27**

2.1.5.1 Tüketici Kimdir? *27*

2.1.5.2 Elektrik Dağıtım Şirketi ile Perakende Şirketi (tedarik) Arasındaki Fark Nedir? *27*

2.1.5.3 Elektrik Sayaç Okuma *27*

2.1.5.3.1 Otomatik Sayaç Okuma Sistemi *27*

2.1.6. Elektrik Kesintileri **28**

2.1.6.1 Elektrik Sözleşmesinin Sona Ermesi *29*

2.1.6.2 Kaçak veya Usulsüz Elektrik Kullanımı *29*

2.1.6.3 Elektrik Faturasının Düzenli Ödenmemesi *30*

2.1.7. Elektrik Enerjisi ve Güvenlik **31**

2.1.8. Enerji İzleme **33**

2.1.9. Akıllı Evler ve Otomasyon 34
2.2. ELEKTRİK SİGORTALARI 34
2.2.1. Bıçaklı (NH) Sigorta 35
2.2.1.1 NH Sigortaların Avantajları 37
2.2.1.2 NH Sigortaların Dezavantajları 37
2.2.1.3 Bıçaklı Sigorta Altlığı 37
2.2.2. Otomatik Sigorta 37
2.2.2.1 Otomatik Sigorta Çeşitleri 39
2.2.2.1.1 L (B) Tipi Otomatik Sigorta 39
2.2.2.1.2 G (C) Tipi Otomatik Sigorta 39
2.2.2.1.3 B Tipi ve C Tipi Otomatik Sigorta Farkları 39
2.2.3. Cam Sigorta 39
2.2.4. Buşon Sigorta 40
2.2.4.1 Gövde 40
2.2.4.2 Viskontak 40
2.2.4.3 Buşon 41
2.2.4.4 Buşon Kapağı 41
2.2.5. Yüksek Gerilim Sigortaları 41
2.2.5.1 Optik Göstergeli Sigortalar 42
2.2.5.2 Çarpma Pimli Sigortalar 42
2.3. HABERLEŞME YÖNTEMLERİ 42
2.3.1. Kablolu Haberleşme 43
2.3.1.1 Fieldbus 43
2.3.1.2 Modbus 43
2.3.1.3 Uart 44
2.3.1.4 Profibus 44
2.3.1.5 Asi 44
2.3.1.6 Canbus 44
2.3.1.7 Rs 45
2.3.1.8 Devicenet 45
2.3.1.9 Controlnet 45
2.3.1.10 Hart 45
2.3.1.11 Ethernet 46
2.3.1.12 Plc 46
2.3.1.12.1 N: N Network Yöntemi 46
2.3.1.12.2 Paralel Link 46
2.3.2. Kablosuz Haberleşme 46
2.3.2.1 Sinyal 47
2.3.2.1.1 Analog Sinyal 47
2.3.2.1.2 Dijital Sinyal 47
2.3.2.1.3 Analog-Dijital Sinyal Farkları 47
2.3.2.2 Modülasyon 48
2.3.2.3 Kişisel Alan Ağları-PAN 48
2.3.2.3.1 Bluetooth 48
2.3.2.3.1.1 Bluetooth 5 48
2.3.2.3.2 IrDA 48
2.3.2.3.3 ZigBee 48
2.3.2.3.4 Z-Wave 49
2.3.2.4 Kablosuz Lokal alan Ağları-WLAN 49
2.3.2.4.1 Kablosuz Modem 49

2.3.2.4.2 Access Point-Erişim Cihazı *49*
2.3.2.4.3 Antenler *49*
2.3.2.5 Yerleşke Ağ Bağlantısı- MAN *50*
2.3.2.5.1 WİMAX *50*
2.3.2.6 Geniş Ağ Bağlantısı- WAN *50*
2.3.2.6.1 Hücresel İletişim Sistemleri-Mobil Ağlar (GSM) *50*
2.3.2.6.1.1 2G-GPRS *51*
2.3.2.6.1.2 3G-UMTS *51*
2.3.2.6.1.3 4G-LTE *51*
2.3.2.6.1.4 5G *51*
2.3.2.6.2 Uydu İletişim Sistemleri *51*
2.3.2.6.2.1 GPS *52*
2.3.2.6.2.2 Eutelsat *52*
2.3.2.6.2.3 Inmarsat *53*
2.3.2.7 Uzaktan Haberleşme Örnek Uygulamalar ve Makaleler *54*
2.3.2.7.1 Uzaktan Algılama Tekniklerinden Yararlanarak Tarımsak Faaliyetlerin İzlenmesi *54*
2.3.2.7.2 GSM Kontrollü Akıllı Ev Uygulaması *54*
2.3.2.7.3 Kablosuz Vücut Alan Ağları ile Mobil Sağlık İzleme Uygulaması *55*
2.3.2.7.4 Elektrik Sayaçlarının Uzaktan Okunması ve Enerji Analizi *55*
2.4. ELEKTRONİK KART MODÜLLERİ **56**
2.4.1. Arduino **56**
2.4.1.1 Arduino Uno R3 ..... *56*
2.4.1.2 Arduino Nano *58*
2.4.1.3 Arduino Mega *58*
2.4.1.4 Arduino Pro Mini *59*
2.4.1.5 Arduino LilyPad *59*
2.4.1.6 Arduino Due *60*
2.4.1.7 Arduino Leonardo *61*
2.4.1.8 Arduino Esplora *61*
2.4.1.9 Arduino Yun *62*
2.4.2. Wifi Modülleri **63**
2.4.2.1 ESP8266 ..... *63*
2.4.2.2 Nodemcu *64*
2.4.2.2.1 Nodemcu Uygulamaları *64*
2.4.3. Gsm Modülleri **64**
2.4.3.1 Arduino GSM Shield *65*
2.4.3.2 SIM800 GSM Modülü *65*
2.4.3.3 SIM900 GSM Modülü *66*
2.4.4. Hareket Algılayıcı Elemanlar **67**
2.4.4.1 Algılayıcı Nedir? *67*
2.4.4.1.1 Elektriksel Algılayıcılar *68*
2.4.4.1.2 Mekanik Algılayıcılar *68*
2.4.4.1.2.1 Mikro Switch *68*
3. SİSTEM TASARIMI VE UYGULAMASI **70**
3.1. SİSTEM KODLAMASI **73**
3.2. SİSTEM SMS BİLGİLENDİRMESİ **74**
3.3. DEVRE ŞEMASI VE AKIŞ ŞEMASI **74**
4. SONUÇ VE TARTIŞMA **76**

5. KAYNAKLAR 81
6. EKLER 91
6.1. EK-1 91
6.2. EK-2 95
ÖZGEÇMİŞ 96

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Türkiye'de Elektrik Üretimi -30 Kasım 2021 1
Şekil 1.2. Arıza ve dokunma gerilimlerinin gösterilişi 3
Şekil 1.3. Otomatik Elektrik Sigortası İç Yapısı. 4
Şekil 2.1. Dallı Şebeke Ana Hatlar ve Branşmanlar. 22
Şekil 2.2. Ring Şebeke Prensibi. 23
Şekil 2.3. Ağ Gözlü Şebeke Sistemi. 24
Şekil 2.4. Enterkonnekte Şebeke Sistemi. 25
Şekil 2.5. NH Bıçaklı Sigorta. 36
Şekil 2.6. Otomatik Sigorta Açma Eğrileri. 38
Şekil 2.7. Buşonlu Sigorta Yapısı. 40
Şekil 2.8. Analog ve Sayısal Gösterim. 47
Şekil 2.9. Arduino Uno. 57
Şekil 2.10. Arduino Nano. 58
Şekil 2.11. Arduino Mega. 59
Şekil 2.12. Arduino Pro Mini 59
Şekil 2.13. Arduino LilyPad. 60
Şekil 2.14. Arduino Due. 61
Şekil 2.15. Arduino Leonardo 61
Şekil 2.16. Arduino Esplora. 62
Şekil 2.17. Arduino Yun. 63
Şekil 2.18. ESP8266 Modülü. 63
Şekil 2.19. Nodemcu Modülü. 64
Şekil 2.20. Arduino GSM Shield. 65
Şekil 2.21. Mikro Switch. 69
Şekil 3.1. Sistem a) Sistem Açık Gösterim b) Switch Kullanımı c) Sistem Tasarımı. 73
Şekil 3.2. Sistem SMS Bildirimi. 74
Şekil 3.3. Arduino Devre Şeması. 75
Şekil 3.4. Arduino Uno ve GSM Modül Devre Bağlantıları. 75

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Trafo ve Şalt Binalarının Patlayıcı Tesislerden Uzaklıkları. 5
Çizelge 1.2. Elektrik Kesinti Kronolojisi..... 6
Çizelge 2.1. Rüzgâr Enerjisine Dayalı Elektrik Kurulu Gücü. 17
Çizelge 2.2. Biyokütle Enerjisine Dayalı Elektrik Kurulu Gücü..... 18
Çizelge 2.3. Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Kurulu Gücü. 19
Çizelge 2.4. Yüksek Gerilim Hatlarına Azami Yaklaşma Mesafeleri. 20
Çizelge 2.5. Türkiye İletim Hat Uzunluklarının Gelişimi (2010-2020). 21
Çizelge 2.6. Türkiye Elektrik Dağıtım Şirketleri..... 26
Çizelge 2.7. Uydu Haberleşmesinde Kullanılan Frekanslar (1994-2020). 52

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AES	Advanced Encryption Standard
AF	Audio Signal
AIR	Active Infrared
AMR	Automated Meter Reading
AP	Access Point
AREF	Analog Reference
AS-i	Aktüatör Sensör
AVR	Automatic Voltage Regulator
BLE	Bluetooth Low Energy
CANBus	Controller Area Network Bus
CDMA	Code Division Multiple Access
CEPT	The Conference of European Postal and Telecommunications Administration
CO	Karbon monoksit
CO2	Karbon dioksit
CPU	Central Process Unit
CSMA	Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection
CSP	Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi
DAC	Digital Analog Converter
DC	Doğru Akım
DCS	Distributed Control System
DSL	Digital Subscriber Line
EC	Elektriksel Kondüktivite
EDAŞ	Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution
EDR	Enhanced Data Rate
EMI	Elektromanyetik Girişim
ENH	Enerji Nakil Hattı
ENTSO	Avrupa Elektrik İletim sistemi İşletmecileri Ağı
EPDK	Enerji Piyasaları Düzenleme Kurumu
EPİAŞ	Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi
EÜAŞ	Elektrik Üretim Anonim Şirketi
FM	Frekans Modülasyonu
FMS	Fieldbus Message Specification
FWA	Fixed Wireless Access
GEPA	Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası
GM(AM)	Genlik Modülasyonu
GND	Ground
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile
H2	Hidrojen
HART	Adreslenebilir Uzaktan Dönüştürücü
HD	High Definition
HES	Hidroelektrik Santrali

HMI	Human Machine Interface
HS	High Speed
HSPA	High Speed Packet Access
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
HVAC	Heating Ventilating and Air Conditioning
ICSP	In Circuit Serial Programming
IDE	Arduino Yazılım Geliştirme Ortamı
IEC	The International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IoMT	Medikal Nesnelerin İnterneti
IoT	İnternet of Things-Nesnelerin İnterneti
IP	İnternet Protokolü
IPTV	Internet Protocol Television
ISE	Instrument Society of America
ISM	Industrial Scientific Medical Band
ISO	International Organization for Standardization
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
LAN	Local Area Network
LCD	Liquid Crystal Diode
LED	Light Emitting Diode
LPG	Likit Petrol Gazı
LTE	Long Term Evolution
M2M	Machine to Machine
MAC	Medium Access Control
MAN	Metropolitan Area Networks
MIMO	Multiple Input/Multiple Output
MMS	Multimedya Messaging Service
NFC	Near Field Communication
NH	Niederspannungs-Hochleistungssicherung
NO	Azot Oksit
NO2	Azot dioksit
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplex
OG	Orta Gerilim
OSOS	Otomatik Sayaç Okuma Sistemi
PAN	Personal Area Network
PARC	Palo Alto Research Center
PC	Personel Computer
PDA	Personal Data Assistant
PIR	Passive Infrared
PLC	Programmable Logic Controller
PM	Faz Modülasyonu
PV	Fotovoltaik
PWM	Pulse Width Modulation
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
RES	Rüzgâr Elektrik Santrali
RFID	Radio Frequency Identification
RF	Radyo Frekansı
RS	Recommended Standard
RX	Receive
SCADA	Supervisort Control and Data Acquisition

SCL	Serial Clock
SDA	Serial Data
SIG	Special Interest Group
SIM	Subscriber Identity Module
Sm3	Standart Metreküp
SMS	Short Message Service
SO2	Kükürt Dioksit
SoC	System on Chip
SSCB	Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
SUH	Sabit Uydu Hizmetleri
TCK	Türk Ceza Kanunu
TCP	Transmission Control Protocol
TEAŞ	Türkiye Elektrik Üretim Anonim Şirketi
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim ve Taahhüt Anonim Şirketim
TEK	Türkiye Elektrik Kurumu
TETAŞ	Türkiye Elektrik ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketi
TFT	Thin Film Transistor
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TX	Transmit
UART	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
URT	Seri Donanım
USART	Universal Synchronous Receiver Transmitter
USB	Universal Serial Bus
UTP	Unshielded Twisted Pair
VSAT	Very Small Aperture Terminal
WAN	Wide Area Network
WİFİ	Wireless Fidelity
WİMAX	Worlwide Interoperability for Microwave Access
WMAN	Wireless Personal Area Network
YG	Yüksek Gerilim
ZON	Alan

SİMGELER

A	Amper
AC	Alternating Current
A/D	Analog/Digital
ADC	Analog Digital Converter
C	Celsius
DC	Direct Current
F	Fahrenhayt
g	Gram
GHz	Gigahertz
GWh	Giga Watt Hours
I	Akım
Imin	Asgari Açma Akımı
In	Anma Akımı
I/O	Input/Output
Kbit	Kilobit
Km	Kilometre
kV	Kilovolt
kVA	Kilovoltamper (Görünür Güç)
kW	KiloWatt
kWh	KiloWatt Saat
m	Metre
mA	Mili Amper
Mbit	Megabyte- Mega Bits Per Second
MHz	Mega Hertz
mm	Mili Metre
m/sn	Metre/saniye
MVA	Mega Volt Amper
MW	Mega Watt
MWh	Mega Watt Saat
P	Güç
R(Resistance)	Direnç
T	Sıcaklık
TWh	Tera Watt Saat
Uc	Dokunma Gerilimi
Up	Arıza Gerilimi
V	Volt
W	Watt

ÖZET

ELEKTRİK SİGORTALARININ KONUMUNUN SIM800 GSM MODÜLÜ İLE UZAKTAN İZLENMESİ

Ömer ECİR
Düzce Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK
Ocak 2022, 95 sayfa

Otomatik elektrik sigortaları, evsel ve özellikle endüstriyel uygulamalarda kullanılan koruma elektrik aparatlarından biridir. Otomatik elektrik sigortası atması sonucu oluşacak elektrik kesintisine çeşitli nedenlerden dolayı müdahale edilmemesi durumunda; buzdolabı içerisinde bulunan malzemelerin eriyip bozulması, belirli sıcaklık aralığında klimalar sayesinde çalışmasını devam ettiren elektronik cihazların arızalanması, yine belirli ortam sıcaklığı istenilen seralar, tavuk kümesleri gibi alanlarda yaşanacak olumsuzluklar, meskenlerinde veya hastanelerde makineye bağlı yaşayan hastaların yaşayacağı olumsuz durumlar, otomatik üretim yapılan tesislerde üretimin kesintiye uğraması gibi çok farklı sorunlar yaşanabilir. Bu tez çalışmasında sigortanın atması neticesinde oluşan enerji kesintisi bilgisinin cep telefonuna iletilmesi ile yaşanan problemden ilgililerin haberdar edilmesine yönelik bir uygulama gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Otomatik elektrik sigortalarının ön yüzüne hareket algılayacak şekilde switch yerleştirilmektedir. Olası otomatik sigorta atması durumunda içerisinde yazılım bulunan elektronik karta switch üzerinden sinyal iletilmekte ve sistem içerisinde ki cep telefonuna SMS mesaj yöntemi ile bilgilendirme yapılmaktadır. Bu sayede kullanıcılara bilgilendirme ve erken müdahale imkânı sağlanmaktadır. Gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda kullanıcılar tatilde, evlerinden uzakta, işyerlerinden uzakta olsalar dahi otomatik sigorta atması durumundan bilgi sahibi olacak ve erken müdahale imkanına sahip olacaklardır. Kullanıcılar olası maddi/manevi zararları en aza indirerek sistem sürekliliğini de sağlamış olacaklardır. Bu yazıda, otomatik elektrik sigortalarının açık/kapalı konumlarının SIM800 Gsm modülü haberleşme yöntemi ve sağlayacağı faydalar anlatılmaktadır.

Anahtar sözcükler: Elektrik kontağı, Elektrik sigortası, Gsm/wifi haberleşme yöntemleri, Sistem sürekliliği.

ABSTRACT

REMOTE MONITORING of THE LOCATION of ELEKTRIC FUSES WITH SIM800 GSM MODULE

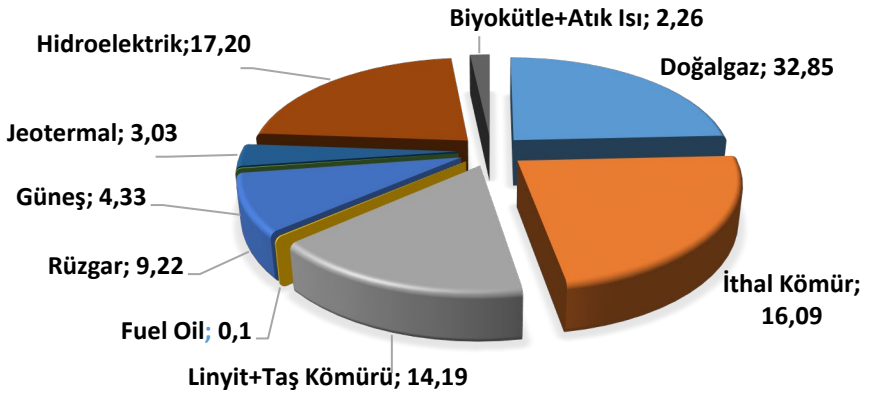
Omer ECIR
Duzce University
Graduate Education Institute, Department of Electrical and Electronic Engineering
Master's Thesis
Supervisor: Prof. Dr. Ali OZTURK
January 2022, 95 pages

Automatic electrical fuses are electrical protection elements used in homes and especially industrial applications. If the power outage that will occur as a result of the automatic electric fuse blown is not intervened for various reasons; The melting and deterioration of the materials in the refrigerator, the failure of electronic devices that continue to work thanks to air conditioners in a certain temperature range, the negative situations to be experienced in areas such as greenhouses, chicken coops, where a certain ambient temperature is required, negative situations that will be experienced by patients living in houses or hospitals connected to the machine, interruption of production in automatic production facilities. There may be many different problems, such as. In this thesis, it is aimed to carry out an application to inform the relevant people about the problem experienced by transmitting the energy cut information that occurs as a result of the fuse blown to the mobile phone. A switch is placed on the front of the automatic electrical fuses to detect motion. In the event of a possible automatic fuse blown, a signal is transmitted to the electronic card containing the software via the switch, and the mobile phone within the system is informed via SMS message method. In this way, users are provided with information and early intervention opportunities. As a result of this study, users will be informed about the auto fuse blown even if they are on vacation, away from their homes, away from their workplaces and will have the opportunity to intervene early. Users will also ensure system continuity by minimizing possible material/moral damages. In this article, the SIM800 GSM module communication method of the on/off positions of automatic electrical fuses and the benefits it will provide are explained.

Keywords: Electrical contact, Electrical fuse, Gsm / wifi communication methods, System continuity.

1. GİRİŞ

Birçok alanda olmazsa olmaz olarak nitelendirilen elektrik farklı yöntemlerle üretilerek evlere, işyerlerine kısaca hayatımızın her yerine ulaşmaktadır. Ülkemizde üretimdeki paylarına göre elektrik; doğalgaz, hidroelektrik, taş kömürü ve linyit, ithal kömür, rüzgâr, motorin ve fueloil gibi sıvı yakıtlar, jeotermal, biyogaz ve güneş enerjisi ile yapılmaktadır [1]. Teknolojinin ve sanayileşmenin gelişimine bağlı olarak enerjiye gereksinim oldukça fazlalaşmaktadır. Bu durumda elektrik önemli bir ihtiyaç olmaktadır. Şekil 1.1'de Türkiye elektrik üretimine dair güncel bilgiler verilmektedir.



Şekil 1.1. Türkiye'de Elektrik Üretimi -30 Kasım 2021 [1].

Elektrik ilk defa 1878'de kullanılmaya başlanmıştır ve ilk elektrik santrali 1882'de Londra'da hizmete açılmıştır. Türkiye'de üretilen ilk elektrik ise 1902'de Mersin/Tarsus'ta kurulan 2 kW gücünde bir su türbini ile yapılmıştır [2].

Güncel değerler; Kasım 2021 yılı itibariyle 99.374,3 MW kurulu güç, 72.147 KM enerji iletim hattı uzunluğu, 302,5 TWh elektrik enerjisi üretimi, 300,6 TWh elektrik enerjisi tüketimi, 3,9 TWh ihracat, 2,0 TWh ithalat olarak yer almaktadır [3].

Günümüz dünyasında hızla gelişen ve değişen teknolojiler, yeni problemleri ve yeni ihtiyaçları da beraberinde getirmiştir. Elektrik enerjisi ihtiyacı her geçen gün daha da artmakta ve kurumlar problemleri çözmek adına sürekli yeni metodlar üretmektedirler. Elektrik kurumlarının temel amacı; kullanıcı gruplarına elektrik enerjisinin iletilmesinden dağıtımına kadarki zincirin her aşamasında kaliteli ve sürekli enerjiyi sağlamak ve

ülkemizin kalkınmasına altyapı oluşturmaktır. EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) tarafından elektrik enerjisinin satış fiyatları belirlenmekte ve nasıl ucuzlayacağına dair araştırmacılar tarafından çalışmalar yapılmaktadır. Kayıp ve kaçakları önlemek adına yapılan çalışmalar bu konuda önem arz ettiğinden sürekli yeni metotlar geliştirilmektedir. Elektrik kaçak kullanımı T.C.K (Türk Ceza Kanunu)' muzda suç olarak belirtilmiş ve T.C.K.'nun 492/2 maddesinde ''elektrik hırsızlığı'' suçu olarak yer almıştır. 2-5 yıla kadar hapis cezası bulunan bu tür suçların yüz kızartıcı ve adli sicil kaydından silinemeyen suç tipi olduğunu bu nedenle üzerinde özenle durulması gerektiği her zaman vurgulanmaktadır. Elektriğe olan ihtiyacın artmasıyla birlikte bazı güvenlik elemanları ile kullanıcıları tehlikelerden koruma ve olası maddi/manevi zararları önleme konusu da önem arz etmektedir.

Elektrik bulunan tesislerde insan ve elektriksel aygıtların güvenliği temel ilkedir. Elektrik bulunan tesislerin çalışması esnasında canlılar üzerinde tehlike yaratmaması gerekmektedir [4].

Güvenlik kavramı; İnsan Hayatı koruma, Yangın Koruma, Elektronik/Elektriksel Cihaz korumayı içermektedir. Koruma ise genellikle trafo, generatör benzeri elektriksel ürünlerin yüksek akım/gerilimlerden korunmasını inceler. Korumadan Beklenen Özellikler;

a.) Güvenilirlik (reliability)

b.) Seçicilik (selectivity)

c.) Hız

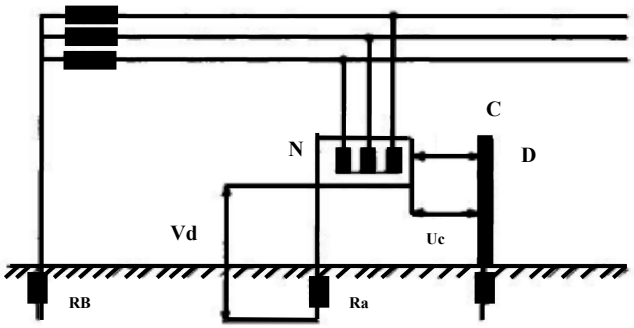
d.) Basitlik ve sadelik

e.) Ekonomi [5].

Korunma dolaylı ve doğrudan temas başlıkları altında incelenebilmektedir. Doğrudan temas aygıtların işletme gerilimi ile olan temasa, dolaylı temas ise normal işletme gerilimi ile olan teması belirtmektedir. Bu temaslara karşı koruma doğrudan temas için elektrik içeren bölmelerin yalıtımlı, tehlikesiz olarak yapılması ile sağlanır. Buna en iyi örnek ise elektrikle çalışan ev aygıtları verilebilir. Bu ürünlerde gerilim içeren bölümler çok iyi yalıtılmıştır. Gerilim bölmelerinde olası yalıtım yapılamama durumunda bu bölmeler ulaşılamayacak yüksekliğe çıkartılabilir veya bu birimler kapatılabilir. Bu duruma örnek olarak havai hatlar ve dağıtım kabini verilebilir. Doğrudan temas koruması 30 mA fark

akımına sahip elektriksel koruma elemanlarıyla gerçekleşebilir. Dolaylı korumada temel; insanların aynı anda dokunabileceği iletkenler içerisinde güvenlik geriliminden büyük bir dokunma geriliminin oluşmamasıdır. Arızalarda Up gövde-toprak elektrot arası, Uc ise diğer dokunulabilir iletkenler arasındaki gerilimlerdir. Şekil 1.2'de fark aktarılmıştır. Uc dokunma gerilimi arıza sırasında gövdeye temas edilmese dahi vardır. Uygulamalarda arıza gerilimi varsayılandır çünkü dokunma voltajı arıza geriliminden düşüktür.

Elektrik üretim tesislerinde, üretilen voltajın yükseltilmesi veya farklı kullanım alanlarında azaltılması görevini üstlenen trafolarda, elektik kullanımı sağlanan ev ve işyerlerinde birçok elektrik koruma elemanları bulunmaktadır. Elektrik iletimini keserek koruma sağlayan elemanlara; kesiciler, ayrıştırıcılar, sigortalar örnek olarak verilebilir.



D: Ulaşılabilir Uzaklık
C: Toprağa Bağlı İletken

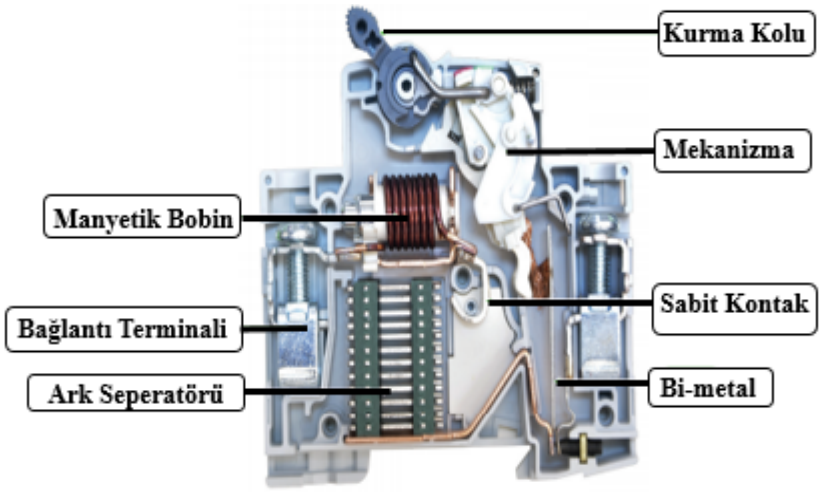
Şekil 1.2. Arıza ve Dokunma Gerilimlerinin Gösterilişi [4].

Kesiciler güç şebekelerinde kapalı devrenin oluşmasını sağlayan devreyi boşta, yükte, özellikle kısa devre halinde açabilen ve bu işi el kumandası/otomatik kumanda ile yapabilen denetleme elemanıdır. Kesici kapalı iken enerji akışını sağlayan açık iken kesen bir elemandır. Güç akışını iyi bir temas sağlayarak, güç kesintisini ise iyi bir elektriksel yalıtım ile sağlamaktadır [6].

Ayırıcılar, sistemin gerilimden korunması ve izole edilmesi için kullanılır. Akımın bulunduğu sırada açılmazlar ve kapatılamazlar. Ayırıcılar kesicilerin öncesinde ve sonrasında yer almaktadırlar. Bakım esnasında önce kesici sonra ayırıcı açılmaktadır. Sistem enerjilendirilirken ise önce ayırıcı ardından kesici kapatılmaktadır. Sistemde akım var iken olası ark oluşumu sebebiyle ayırıcı açılmamalıdır [7].

Elektrik sigortası, alternatif ve doğru akım devrelerinde kullanılan cihazları ve bu cihazlara mahsus iletkenleri, aşırı akımlardan koruyarak devreleri ve cihazı hasardan

kurtaran açma elemanlarına denir. Sigorta evlerde, işyerlerinde, endüstride, panolarda, santrallerde, kısaca elektrikle çalışan her şeyde kullanılmaktadır. Sigorta metal şerit veya tel sigorta elemanından oluşur. Sigortalar devreye seri bağlı olacak şekilde kullanılmaktadır. Elemanın direnci, akım geçişi nedeniyle elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşür. Sigorta üzerinden yüksek akım geçişi olursa sigorta erir ve devreyi açarak güvenlik sağlar. Sigorta yapısal olarak bakır, çinko, alüminyum, gümüş veya diğer çeşitli metaller arasındaki alaşımlardan üretilmektedir [8]. Şekil 1.3'de otomatik sigorta iç yapısı gösterilmektedir.



Şekil 1.3. Otomatik Elektrik Sigortası İç Yapısı.

Özellikle yanıcı madde satışı yapılan petroller, kimya fabrikaları, sağlık kuruluşları ve üretim sektörü için elektrik ve güvenlik kavramları önem arz etmektedir. Patlayıcı bulunan tesislerde, petrollerde, kimya tesislerinde ex korumalı aygıt kullanımı ekonomik olmayabilir. Bu durumda alınacak olan önlemler önem arz etmektedir. Patlayıcı ortam elektrikli aletlerin koruması; d-e-p-q-o-m-i tipi korumalardır. Avrupa standartlarına göre ZON 1-2 sahalarında ısı ve ark çıkartan cihazların yetkili servisler tarafından test edilerek sertifika çıkarılması gerekmektedir. ZON 1-2'de sertifikası olmayan cihaz kullanımı yapılamaz [9]. Trafo ve şalt binaların patlayıcı tesislerden belirlenen emniyet mesafelerince uzaklıkta olmaları gerekmektedir. Belirtilen bu uzaklıkların listesi Çizelge 1.1'de gösterilmiştir.

Basit bir elektrik kullanım alanından elektriğin üretildiği tesise kadar elektriğin var olduğu yerlerde elektrik sigortaları da bulunmaktadır. Elektrik tesisatında aşırı akım veya kısa devre oluşması durumunda, olası elektriksel sorunlarda, voltaj dalgalanmalarında, doğal olaylarda elektrik sigortaları durumu tespit ederek elektrik akımını keser. Bu

durumlarda hızlı aksiyon alarak sistem sürekliliğinin sağlanması ve sorun belirlenmesi için açık/kapalı konumu değişen elektrik sigortalarının uzaktan izlenmesi/incelenmesi gerekmektedir.

Çizelge 1.1. Trafo ve Şalt Binalarının Patlayıcı Tesislerden Uzaklıkları.

Elektrik Tesisleri	**Patlayıcı Ortam**	**Emniyet Mesafeleri**
Şalt Binalar/Kapalı trafo	Duvarla ayrılmış patlayıcı ortam duvarı ile patlayıcı açık hava tesisleri	10 m
Trafo/Açık hava şalt Binalar	Her çeşit patlayıcı ortam	15 m
Şalt Binalar/Kapalı trafo	Sıvılaştırılmış gaz komprosörü, yanıcı gaz, parlayıcı	40 m
Şalt Binalar/Açık trafo	Patlayıcı parlayıcı ve yanıcı gaz ve sıvılaştırılmış gaz kompresörlerden	60 m
Şalt Binalar/Kapalı trafo	Sıvı depoları (kolay alevlenebilen)	40 m
Şalt Binalar/Açık trafo	Sıvı depoları (kolay alevlenebilen)	60 m

Elektrik enerjisinin güvenilirliği ve sürekliliği önemli bir konudur. Bu sebeple sistem tasarımları kesinti riskleri en düşük olacak şekilde yapılmaktadır. Her ne kadar sistem tasarımları yapılsa ve önlemler alınsa da farklı sebepler büyük çaplı kesintilere neden olabilmektedir. Kesintilerin ekonomi, sosyal hayat ve sistem üzerinde olumsuz etkiler yaratmasını engellemek/en aza indirmek için gerçekleşen kesintilerin analiz edilmesi gerekmektedir [10]. Elektrik kesintileri teknik arıza, mevsim değişiklikleri, saldırılar gibi farklı nedenlerden dolayı olabilmektedir. Bu nedenleri 3 farklı grupta inceleyebiliriz [11].

1) Dış ortam: Kesintiler genellikle heyelan, deprem, tsunami, kasırga vb. doğal olaylardan, yağmur, yıldırım, aşırı sıcak, şiddetli rüzgâr, fırtına gibi hava şartlarından çıkabilmektedir.

2) Teknik yapı: Kesintilerinin bazıları, şebeke içerisinde ki cihaz/elemanların eskimiş/yetersiz olması kaynaklıdır.

3) Yönetimsel aksaklıklar: Arz-talep dengesizliğiyle fazla üretim yapılması, bakım eksikliği, hatalı tahminler, iletişim sorunları, verimsiz planlar, bilgisiz çalışan varlığı da

kesintilere sebep olmaktadır.

Dünya genelinden yaşanılan elektrik kesintiler incelendiğinde kesintilerin, diğerlerine kıyasla daha çok dış ortamdan kaynaklı nedenlerden dolayı meydana geldiği gözlemlenmektedir. Mevsimler içerisinde elektriğin en sık kullanıldığı dönemlerde(yazı-kış) aşırı soğuma/ısınma talebi arttırmaktadır. Bu durumda kesintileri tetikleyen nedenler arasında gösterilebilmektedir. Kesinti nedeninin sistem üzerinde ki etkisi;

- Tüketim ve üretimde dengesizlik,
- Dinamik kararlılık kaybı [12],
- İletken sarkmaları nedeniyle meydana gelen arıza sonucu çoklu hat açması [13].

Yapılan araştırmalar büyük elektrik kesintilerinin sanayinin/nüfusun fazla olduğu K. Amerika kıtasında yaşandığını göstermektedir. Sonrasında Asya ve Avrupa gelmektedir [14]. Kesinti sıklığı olarak bakıldığında Güney Asya ilk sırayı almaktadır. Kuzey Amerika içerisinde yaşanan büyük kesintilerin nedeni ise rüzgâr fırtınası ve kasırgadır. Kesintilerinin ciddiyetini belirleyen kriterler ise; kayıp yük, süre ve etkilenen insanlardır. Araştırmacıların yaptığı elektrik kesintisi çalışması Çizelge 1.2'de verilmiştir [15,16,17,18]. Bu çalışmaya göre kayıp yük, süre, etkilenen insan sayısı açısından en büyük kesintinin Hindistan'da yaşandığı görülmektedir.

Elektrik kesintileri sosyal düzeni de etkilemektedir. Örnek olarak;

- Sinyalizasyon sağlanamaması sonucu trafik oluşması;
- Planlanan uçak seferlerinin iptali,
- Tramvay, metro ve hızlı tren seyahatlerinin aksaması/yolcuların mağdur olması,
- Telefon hatlarında yaşanacak sorunlar sebebiyle iletişim sağlanamaması,
- Kesinti sırasında maden içerisinde insan kalması veya ölmesi,
- Fabrika veya rafinerilerde kaza olması.

Kesintilerinin ortaya çıkartacağı büyük sorunların başını ise hastane ve tıbbi tesislerde oluşabilecek sorunlar almaktadır. Bu yerlerde oluşacak kesintiler insan hayatını doğrudan etkilemektedir.

Kayıtlara bakıldığında karşımıza çıkan ilk kitlesel kesinti 1965 yılında ABD (Amerika Birleşik Devletleri)'de yaşanmıştır. Sir Adam Beck Hidroelektrik santralinde kesici

açması ile başlayan kesinti diğer hatların aşırı yüklenmesiyle diğer kesicilerinde açmasına neden olmuştur. Zincirleme şekilde olan açmalar 30 milyon insana enerji sağlanamamasına neden olmuştur. Kesinti sırasında uçak ve tren seferleri durmuş, 855 hastaneye enerji verilememiştir. Tahminlere göre toplam zararın 100 milyon dolardır [19].

Çizelge 1.2. Elektrik Kesinti Kronolojisi.

Tarih	Elektrik Kesintisi	Etkilenen İnsan Sayısı	Kaybedilen Yük
31 Mart 2015	Türkiye	70.000.000	32.200
30-31 Temmuz 2012	Hindistan	670.000.000	48.000
8 Eylül 2011	Arizaona ve Kalifornia	8.100.000	7.835
4 Şubat 2011	Brezilya	40.000.000	8.884
26 Şubat 2008	Florida	3.000.000	3.650
26 Nisan 2007	Kolombiya	41.160.000	6.644
24 Eylül 2006	Pakistan	160.000.000	11.160
28 Eylül 2003	İtalya	57.000.000	24.000
28 Ağustos 2003	Londra	410.000	724
14 Ağustos 2003	Kuzey Amerika	50.000.000	61.800

Ülkemizde kayda geçen ilk büyük elektrik kesintisi ise 17 Ağustos 1999 depremi yaşanılan zamanda meydana gelmiştir. 62 milyon insan deprem sebebiyle iletim hatlarında oluşan kopmalar/zararlar sonucu enerjisiz kalmıştır. Tüm bu olumsuzluklara rağmen 18 Ağustos akşamına sistem düzeltilmiştir [20].

Otomasyon alanında teknoloji gelişimiyle birlikte birçok önemli uygulama yapılmaktadır. Akıllı evler ve akıllı şehirler başlıkları altında buralarda kullanılan cihazların uzaktan kontrolü yapılarak akıllı ev/şehir otomasyon sistemleri tasarlanmıştır [21]. Otomasyon, operatör olmadan sistemin oluşturulan senaryoda yer alan işlemlerin gerçekleştirmesidir [22]. Ev içerisinde ki teknolojik cihazların kişiye özel olarak

tasarlanması ve çalıştırılması ise “ev otomasyonu” olarak tabir edilmektedir. Özetle akıllı ev sistemleri insanlara daha kaliteli, güvenli, rahat bir yaşam sunan sistemler olarak tanımlanabilir [23]. Her ne kadar uzaktan lamba, priz, elektrikli cihaz açma/kapama olarak anılsa da akıllı ev sistemleri uzmanlara göre akıllı ev; öğrenme algoritmasına sahip, kişilere duyarlı ve kontrolü kendisi sağlayan sistemler olarak nitelendirilmektedir [24]. Bir akıllı evin, bu şekilde çözümler sunabilmesi için yapay zekâ yöntemlerinden;

• Bulanık mantık,

• Yapay sinir ağları,

• Destek yöney makineleri

• Çok ajanlı sistemler,

• Veri sıkıştırma,

• İstatistiksel yöntemler gibi teknikler kullanılmaktadır [25].

Akıllı ev, kullanıcıların sürekli etkileşim sağladığı ve komutlar vererek görevini yerine getiren cihazların bulunduğu evdir. Bu kavramdaki önemli kısım, sistemin kişilerin talepleri/istekleri üzerine gerçekleştirilmesidir. Ev içerisinde ki priz, lamba, kamera, perde, elektronik cihazların açma kapaması gibi işlemler kumanda, panel, telefon, internet üzerinden çalıştırılabilir veya çalışıyorsa kapatılabilir.

Akıllı evler, akıllı şehirler kavramlarında en sık kullanılan haberleşme yöntemleri; IoT (Nesnelerin interneti) ve GSM (Global System for Mobile Communications) ‘dir. Nesnelerin İnternet'i tabirinde bulunan “nesne” çok geniş anlam içermektedir. Elektronik sensörler, izleme cihazları, bioçipler nesne kavramı içerisindedir [26].

IoT teriminin temelini, (M2M: Machine to Machine) kavramından geldiği düşünülmektedir. Makineler arası iletişim sağlayan bu teknolojide insan faktörü olmadan makinelerin haberleşmesi esastır. Nesnelerin interneti teknolojisinde her nesne RFID (Radyo Frekansı ile Kimlik Tanıma), NFC (Near Field Communication), sensörler gibi algılama yöntemleri aracılığı ve Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access), Wifi (Wireless Fidelity), Bluetooth, kızıl ötesi, Zigbee vb. yöntemler ile kullanılan sensör vb. nesnelerden sisteme bilgi akışı sağlanabilir. Bilgi akışı sayesinde sistem algılama, bilgi aktarma, öğrenme ve karar verme gibi komutları yerine getirebilmektedir [27].

Nesnelerin interneti sağlık teknolojilerinde de kullanılmaktadır. Bu yöntem ile hastalar

ve hastalıkların uzaktan bilgi aktarımı yapılarak takibi, gerekli tüm bilgilerin doktora ulaşması ve yapay zekâ öğrenmesi ile uyarı sistemine dönüşümü de sağlanabilmektedir [28].

Uzaktan izlemenin temelinde sosyal düzeni sağlama, koruma ve alınan verilerin insan yararına işlenerek kullanılması yer almaktadır [29]. Uzaktan sağlık izleme sistemleri Nesnelerin İnterneti kavramının önemli bileşenlerinden biridir. Sağlık sektöründe yer alan IoT teknolojilerine Medikal Nesnelerin İnterneti (IoMT) denilmektedir. IoMT, ağ teknolojilerini ile tıbbi cihazların ve uygulamaların bir birleşimi olarak tanımlanabilir. IoMT'nin amacı sağlık giderlerini düşürmek ve sağlık takibi gerekli insanların hayat kalitelerini arttırmaktır. IoMT kavramı; Wi-Fi, 5G (5th Generation), 4G (4rd Generation) gibi ağ teknolojileri ile kalp ritmi, oksijen/solunum oranı gibi veriler için tasarlanmış algılayıcı/eyleyici gibi tıbbi cihaz ve devrelerin farklı yazılım platformları ile beraber çalışabilirliğine dayanmaktadır [30].

Günümüz teknolojileri incelendiğinde, GSM ve GPS entegrasyonlu çalışmaların yaygın ve kullanışlılığı gözlemlenmektedir. GSM ve GPS sistemleri, gerçek zamanlı takip sistemlerinin temelidir. Bu temel sistemlerin çalışması:

i) Koordinat verileri, GSM ile iletilir.

ii) GPS taşınabilir hale getirilir ve gezen nesne tüm konum bilgilerini iletir,

iii) İstemci (veri aktarılan cihaz)'den gelen veriler haritada konumlandırılarak cihaza aktarılır. Örnek uygulama olarak araç takip, çocuk takip, hasta takip sistemleri ve akıllı ev sistemleri verilebilir [31].

GSM/GPRS (General Packet Radio Service) sistemlerinin en sık kullanıldığı alana "araç takip sistemleri" örnek olarak verilebilir. Bu alanda yapılan ilk çalışmalar 1960 yıllarında başlamıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda sistemlerin çok pahalıya mal olduğunu göstermesi çalışmaların yavaş ilerlemesine neden olmuştur. 1980 yılı ve sonrasında yaşanan teknolojik gelişmeler maliyetleri de düşürerek çalışmaların artmasını sağlamıştır [32].

Araç takip sistemlerinde, veri aktarımı SMS (short message services) ve GSM teknolojisi kullanılarak yapılmaktadır. SMS kullanımının düşük maliyet içermesi ve kullanıcıya konum bilgisi iletmesi en büyük avantajıdır. Kullanılan takip sistemleri ile araç çalınması, olası trafik kazaları, doğal afete uğrama gibi olumsuz durumlardan kullanıcı/yetkili birimler bilgilendirilerek olası maddi manevi zararlar en aza indirilmektedir [33].

Yapılan tüm bilgilendirme ve haberleşme yöntemleri ışığında tekniğin bilinen durumunda sigortaların açık/kapalı konumlarının belirlenmesi sigortaların açık/kapalı konumunun değişimi sonrası kullanıcıların sorunu bulmaları ve manuel müdahale etmeleri ile gerçekleşmektedir. Bir başka bilinen çözüm ise uzaktan izleme sistemleri kurularak elektriksel sorunlar kullanıcılara bildirilebilmektedir.

Enerji ortamı, enerji üretiminin karbondan arındırılması, yerinden yönetim ve dijitalleşme gibi mega trendlerin etkisiyle bir geçiş aşamasında bulunuyor. Elektrik, en duyarlı ve sürdürülebilir çözüm olduğu için dünya daha elektrikli hale geliyor. Elektrik Şirketleri için EcoStruxure, daha yeşil enerji üretimi sağlayarak, daha iyi şebekeler oluşturarak ve müşterilere ekonomik yeni enerji sunmak yoluyla karlılıklarını artırarak elektrik şirketlerinin sürdürülebilir bir gelecek inşa etmelerine yardımcı oluyor [34].

Enerji uzaktan izleme sistemleri elektrik, doğal gaz, su vs. izlenmesi, kaydedilmesi ve raporlandırılması olarak tanımlanabilir. Elektrik uzaktan izleme içerisinde yer alan enerji analizörleri üç farklı kategoride incelemek mümkündür.

– Rs485 üzerinden Modbus rtu haberleşmeli çeşitler,

– Ethernet üzerinden Web server/Modbus TCP (Transmission Control Protocol) /IP (İnternet Protokolü) protokolü verilerin anlık iletildiği çeşitler,

– Kendi kendine kayıt yapan çeşitler [35].

Uzaktan izleme sistemlerine örnek olarak “HT G11/G12 GSM” haberleşme terminali verilebilir. Terminal elektronik elektrik sayaçlarının ve MODBUS kompanzasyon rölelerinin uzaktan izlenmesini gerçekleştirir. Elektrik sayaçları ile optik, RS (Recommended Standard)-232 portu üzerinden veya RS-485 portu üzerinden, MODBUS protokolü içeren cihazlarla RS-485 portu üzerinden iletişim sağlar.

Web ara yüzünde raporlamalar:

*Aktif tüketim

*Reaktif oran

*Akım, gerilim

*Kademeler (kompanzasyon) olarak gerçekleşebilmektedir. Raporlamalar sonucunda alarm senaryoları oluşturularak kurulan sistem tarafından kullanıcı sms, e-posta vb yöntemlerle bilgilendirilebilmektedir [36].

Elektrik sigortalarının açık/kapalı konumlarının bilgilendirmesini yapan sıfırdan üretilmiş, sigorta içerisine motorlu ve wifi modüllü mekanizma yerleştirilmiş ürünler bulunmaktadır. Bu ürünler Çin menşeli olup sigortaların açık/kapalı konum bilgilendirmesini var olan/kullanılan sigortaların motorlu ve wifi modüllü sigortalar ile değiştirilmesiyle gerçekleştirmektedir. Bir başka yöntem ise Alman menşeli var olan sigorta ve sigorta kutularının kapladığı alanın kat ve kat büyüklükte yer kaplayan otomasyon sistemleri kurulması ile mümkün olmaktadır.

Gelişmekte olan ülkeler, ülke talebinin aksine elektrik enerjisi üretiminde yetersiz kalmaktadırlar. Karşılaştıkları en büyük sorun ise güç kaybıdır. Bazı ülkelerde kayıp o kadar şiddetlidir ki, kamu hizmetlerinin için hükümet kredi veya sübvansiyon tahsis etmek zorundadır. Kaybın en belirgin nedeni ödenmeyen fatura ve enerji hırsızlığıdır. Sistemde yapılan güç hırsızlığı tespiti için iki özelliği vardır: sayaç uyarı sistemi ve terminal kapağı kilitli. Buna ek olarak, her cihazdan alınan günlük veri mevcudiyeti olduğundan, uyarı sistemi yazılım platformuna uyarı SMS'i gönderir, böylece kişi belirli bir süre için günlük tüketimi tahmin edebilir ve ardından ilgili cihazı kontrol edebilir [37].

Bu tez çalışması sonucunda elektrik sigortalarının gsm haberleşme yöntemi kullanılarak uzaktan izlenmesi açıklanacaktır. Açıklanacak olan ve doldurulacak olan boşluk sigorta kutularının/panolarının içerisinde sensörler/switchler ve gsm haberleşme yöntemleri kullanılarak bilgilendirme gerçekleşmesidir. Kullanıcıların elektrik sigortalarının açık/kapalı konum değişiminde sisteme müdahale zamanını erkene alarak, sigorta kaynaklı oluşabilecek maddi/manevi zararları en aza indirmesi beklenmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, SIM (Subscriber Identity Module)800 GSM haberleşme modülü ve hareket algılayıcı elemanlar ile elektrik sigortalarının uzaktan izlenmesi ve sistem modellemesi gerçekleştirilecektir. Uzaktan izleme yöntemleri ve tasarlanan sistem faydaları da aktarılacaktır. Çalışmada ayrıca; elektrik enerjisi, elektrik sigortaları, haberleşme ve uzaktan izleme yöntemleri, elektronik yazılım kartları, mekanik/elektronik sensörler, algılayıcı elemanlar ve özellikleri de aktarılacaktır.

2.1. ELEKTRİK ENERJİSİ

Enerji ülkelerin kalkınması ve büyümesinde ki önemli faktörlerdendir. Elektrik enerjisi ise birçok alanda fayda sağlayan ve en çok tüketilen enerji türüdür. Üretimi, taşınması ve farklı enerjilere dönüşümü gibi avantajları bulunmaktadır. Elektrik; atomun çevresini saran yüklü (pozitif) ve yüksüz (negatif) elektronların iletken tel üzerinde birbirlerine karşı uyguladıkları çekme ve itme kuvveti ile ortaya çıkmaktadır. En kısa tabirle proton, pozitron, elektron ve parçacıkların etkileşimiyle oluşan bir enerji çeşididir. Ülkemizde enerji planlaması yapılırken dışa bağımlılığı azaltmak için gerçekleştirilen çalışmalar ön plandadır. Türkiye'nin dışa bağlılığının çeşitliliğe giderek ve üretimde yerli kaynaklar kullanılarak azaltılması amaçlanmaktadır [38].

2.1.1. Ülkemizde Elektrik Kısa Tarihi

Artan üretim, tüketim ve dağıtım miktarları ve hizmetin yaygınlaşması, kurumsal bir yapıyı zorunlu kılmış ve 1970 yılında 1312 Sayılı Yasa ile TEK (Türkiye Elektrik Kurumu) kurulmuştur. Bilgilere göre TEK kurulduğu tarihlerde 2234,9 MW kurulu güç, 8,6 milyar kWh üretim gerçekleştirilmiştir.

Türkiye Elektrik Kurumu, 1993 yılında Enerji Bakanlığına bağlı olacak şekilde özelleştirme kapsamına alınmıştır. Aynı zamanda Bakanlar kurulu 93/4789 kararı ile TEK kurumu TEAŞ (Türkiye Elektrik Üretim İletim Anonim Şirketi) ve TEDAŞ (Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi) olarak iki farklı İktisadi Devlet Teşekkülüne dönüştürülmüştür.

2001 yılından Resmî Gazetede yayınlanan 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile sektörün yeniden yapılanması ve elektriğin kaliteli, çevreye uyumlu, yeterli, düşük

maliyetli, sürekli olması ve kullanıma sunulması için istikrarlı ve şeffaf bir elektrik enerjisi piyasasının oluşturulması ve oluşturulan piyasanın bağımsız bir düzenleme ve bağımsız bir denetim sağlanması amaçlanmıştır. Bu kanunla birlikte elektrik üretimi, dağıtımı, iletimi, perakende satışı ve toptan satışı hizmetleri, ihracat ve ithalatı ile bu faaliyetlerle alakadar tüm tüzel ve gerçek kişilerin hak ve yükümlülüklerini kapsamaktadır. Şubat 2001 yılında yayınlanan Resmî Gazete 2001/2026 kararı ile TEAŞ; Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ), Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ) ve Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketi (TETAŞ) olarak üç farklı İktisadi Devlet Teşekkülü olmuştur [39]. Temmuz 2018 yılında yayınlanan KHK ile Elektrik Piyasası Kanunu'na eklenen geçici madde ile TETAŞ ve EÜAŞ, EÜAŞ bünyesinde birleştirilmiştir [40].

2.1.2. Elektrik Üretimi

Elektrik üretimi, elektrik ve diğer kaynaklardan birincil enerji üretme sürecidir. Evlerimizde, endüstride, işyerlerimizde ihtiyaç duyduğumuz elektrik enerjisi elektrik jeneratörlerini döndürülmesiyle elde edilir. Jeneratörü döndürmek için santrallerde ısı üretimi yapılmaktadır. Santrallerde ısı üretimi için kömür, doğal gaz ve petrol yakılmakla birlikte nükleer santrallar de ise uranyum parçalanarak ısı üretilir. Üretilen bu ısı suyu buhar haline getirmek içindir. Buhar elektriği üretecek olan jeneratöre bağlı türbine verilmektedir. Bu sayede buhar türbinde bulunan kanatlara çarparak ısıdan aldığı enerjiyi de kullanarak türbini döndürür. Bu dönme sayesinde elektrik üretilmesi için jeneratörün yapması gereken mekanik hareket sağlanmış olur.

Türbinden çıkan buhar yoğunlaştırıcı bölüm içeresinde soğutularak su haline dönüştürülmektedir. Dönüştürülen su tekrar kullanılması için ısı üretilen kısma gönderilerek süreklilik sağlanmaktadır. Soğutma işlemi için deniz veya göl suları kullanılır. Bu kaynaklardan uzak yerlerde ise dev bacalı soğutma kuleleri kullanılmaktadır. Su buharı ise bu kulelerin üstünde gözle görülür.

Elektrik, su, rüzgâr ve güneş ışınları gibi kaynaklardan üretilir. Ancak bunlar dolaylı kaynaklardır. Enerjiyi elektriğe dönüştürmenin doğrudan kaynakları statik enerji, elektromanyetik indüksiyon ve kimyasal enerjidir. Aynı zamanda fotoelektrik süreci (ışığı elektrik enerjisine dönüştürme), sıcaklık farklılıklarının doğrudan dönüştürülmesini, nükleer enerjiyi, vb. içerir.

2.1.2.1. *Türbinler*

Bu cihazlar çoğunlukla enerji taşıyıcısı görevi gören bir sıvı veya gazla hareket ettirilir. Türbinler rüzgâr veya akan su ile hareket ettirilebilir. Buhar, türbinlere enerji sağlayan kaynaklardan biridir ve bu ortam için su, nükleer fisyon, kömür yakma, doğalgaz veya petrol gibi yöntemlerden elde edilen ısı yardımı ile kaynatılır. Elektrik üretmenin ana yöntemleri bu bölümde gösterilmektedir [41].

2.1.2.1.1. *Kömür*

Taş kömürü, asfaltit, ithal kömür yakılarak ısı enerjisine dönüştürülür. Oluşan enerji ile su ısıtılır ve ortaya çıkan buhar türbinine aktarılarak türbin dönmesi sağlanır ve elektrik üretilir. Ülkemizde 50'ye yakın kömüre yakıtı kullanılan santral vardır. Santrallerde elektrik üretimi için katı yakıtlar içinden en fazla kullanılan taş kömürü ve linyittir. Avantajları:

- Düşük maliyet,
- Arz güvenliği,

Dezavantajları:

- Azot oksit (NO) ve kükürt dioksit (SO_2) gazlarının etkisi,
- İnsanlar ve hayvanlar üzerinde ki olumsuz etkiler,
- NO ve SO_2 kaynaklı asit yağmurları [42].

2.1.2.1.2. *Doğalgaz*

Yakıtı doğalgaz olan santraller kombine çevrim, kapalı çevrim elektrik santralleri olarak da adlandırılırlar. Doğalgaz santrallerinde türbinler yanmanın etkisiyle oluşan ısı ve buhar sayesinde dönmekte ve elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de 320 adet doğal gaz santrali yer almaktadır. Santrallerin yıllık üretimi yaklaşık 147.357 GWh'dır. Enerji üretiminin yaklaşık 3/1'i doğal gaz ile gerçekleşmektedir. Bu veriler Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verileridir. Doğalgaz santrallerinde hammadde tedariği yönünden dışa bağımlılığımız bulunmaktadır. Avantajları:

- Düşük yatırım/bakım maliyeti,
- Hem ısı hem buhar ile üretim sağlanması,
- 15-20dk'da tam yüke ulaşma,

Dezavantajları:

- Patlama ve sızıntı anlaşılamaması riski,
- Bacadan çıkan gazlar kirliliğe neden olur,
- CO2 oluşumu ile sera etkisi.

2.1.2.1.3. *Nükleer*

Nükleer Enerji, santralde reaktörler içerisinde Uranyum-235 Uranyum-236 haline dönüşür ve bölünür. Bu sayede nükleer enerji açığa çıkar. Bu enerji ile su yüksek enerji ile buhara dönüştürülür ve türbin içindeki kantlara çarparak türbini döndürür elektrik üretimi gerçekleştirilir. Türkiye'de nükleer enerji santrali bulunmamaktadır fakat çalışmalar Sinop ve Akkuyu da sürmektedir.

Avantajları:

- Operasyonel giderler açısında düşük yakıt maliyeti,
- Karbonsuz elektrik üretimi [43].

Dezavantajları:

- Tehlikeli atıklar, [44].
- Olası kazaların çevre ve insanlara olan etkisi, örneğin; 800.000'den fazla insanın yaşamını yitirdiği Çernobil ve binlerce insanı mağdur eden Fukuşima kazaları [45,46].

2.1.2.1.4. *Hidroelektrik*

Hidroelektrik, suyun sahip olduğu potansiyel enerjinin kinetik enerjiye çevrilmesi ile oluşan enerjidir. Suyun yüksekten alçağa olan seviye düşüşü türbinleri döndürmekte ve dönen türbin ile elektrik üretimi gerçekleşmektedir. Yağış rejimi hidrolik potansiyeli etkilemektedir. Bu sebeple hidroelektrik enerji türü iklim şartlarından etkilenmektedir. En düşük ve en uzun işletme maliyetlerine sahiptir.

Avantajları:

- Kırsal bölgelere enerji aktarımı,
- Ucuz mekanik ekipman,

Dezavantajları:

- Etüt harcamaları fazladır,

- 1kW güç yatırım maliyeti diğer santrallerden yüksektir,
- Yetişmiş teknik eleman sorunu [47].

2.1.2.1.5. *Rüzgâr*

Rüzgâr türbini, rüzgârdaki kinetik enerjiyi önce mekanik enerjiye daha sonra da elektrik enerjisine dönüştüren sistemdir. Kule, rotor, kanat, dişli, generatör elektronik elemanlardan oluşmaktadır. Rotor içerisinde kinetik enerji mekanik enerjiye dönüşür. Rotor mili hareketi gövdede bulunan generatöre aktarılır. Generatörden elektrik üretimi gerçekleştirilir [48]. Rüzgâr enerjisine bağlı elektrik kurulu gücü Çizelge 2.1'de gösterilmiştir. Rüzgârdaki Güç Miktarı;

$$W = 0.5\ r\ A\ v3 \tag{2.1}$$

r: hava yoğunluğu W: güç v: rüzgar hızı A: kanat alanı

Hava yoğunluğu sıcaklıkla, hava cepheleri ile ve yükseklikle değişir. Rüzgâr gücü hesaplarında cephe etkisi küçüktür ve önemsenmez.

$$P = 1.325\ P/T \tag{2.2}$$

T: Fahrenheit + 459,69 P: Mercury basıncı (inch)

Ortalama hava sıcaklığı (59 °F (Fahrenhayt)) deniz seviyesine indirgenerek hava yoğunluğu için standart değer kullanılabilir. Bu sayede W Denklem 2.3'de gösterildiği gibi olmaktadır:

$$W = 0.625\ A\ v^3 \tag{2.3}$$

V: Rüzgâr hızı (m/s) W: Güç (Watt) r: Rotor yarıçapı (m) A: Kanat süpürme alanı (m2)

$$A = \Pi\ r2 \tag{2.4}$$

[49]

Avantajları;

• Bedava yakıt,

• Temiz enerji,

• Özel konum ihtiyacı yoktur, her yere kurulabilir,

• Çok fazla yer kaplamaz

Dezavantajları;

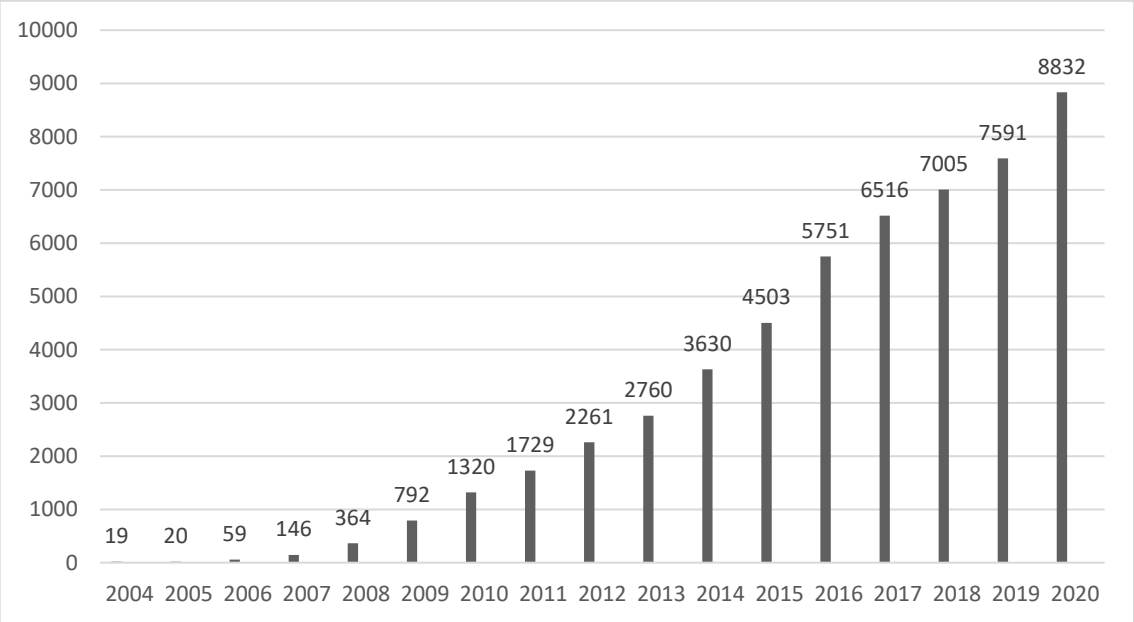
• Az/çok rüzgâr esmesi durumunda türbinler çalışmaz,

• Kurulum öncesi ölçüm gerektirir,

• Yatırım maliyeti yüksektir,

• Gürültü [50].

Çizelge 2.1. Rüzgâr Enerjisine Dayalı Elektrik Kurulu Gücü.



2.1.2.1.6. *Jeotermal*

Yerküre ve ısı anlamlarına gelen jeotermal yerkabuğunun derinliklerinde biriken ısıdır. İçinde farklı elementler bulunduran sıcak su, gaz, buhar ise jeotermal akışkandır. Bu akışkanların sahip olduğu ısının oluşturduğu enerji jeotermal enerjidir. Jeotermal enerji tükenmez, sürdürülebilir, yeni, güvenilir, yenilenebilir, çevre dostu enerji kaynağıdır [51]. Jeotermal enerjinin Aralık 2020 toplam üretim içinde ki payı %3,25'dir [52].

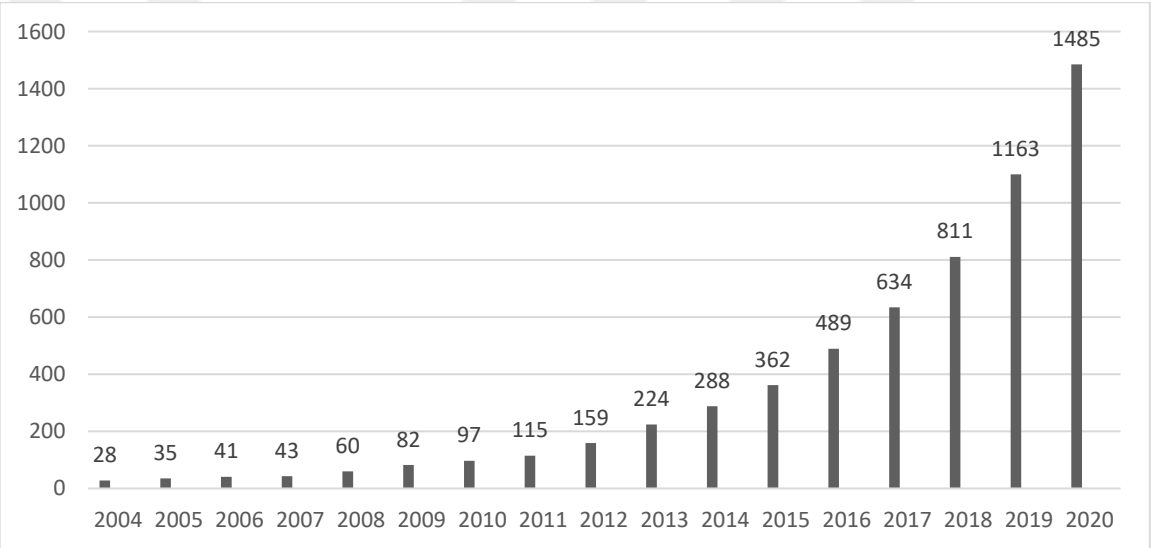
2.1.2.1.7. *Biyokütle*

Biyokütle farklı proseslerden geçerek önce enerjiye ardından elektrik enerjisine dönüşmektedir. Doğrudan yakma prosesinde oksijenle yakma, birlikte yakma prosesinde

fosil yakıt kullanılmaktadır. Yanma sonucunda gaz ve buhar ortaya çıkmaktadır. Oksijensiz ortamda yakılan organik maddeler pirolizi oluşturur ve bu sırada karbon, yanmayan-yanan gaz ortaya çıkar. İki kat sıcaklıkla yapılması durumu ise Gazifikasyondur. Bu işlemler sonucunda CO ve H2 karışımı gaz çıkmakta bu gaz temizlenerek türbine iletilmekte bu sayede dönme enerjisi ile elektrik üretimi gerçekleşmektedir [53, 54].

Biyokütle enerjisi ile elektrik üretimi Aralık 2020 itibariyle üretimde ki payı %1,80'dir. Yıllar içerisinde ki kurulu güç değerleri Elektrik üretiminde de yaygın bir şekilde kullanılan biyokütle enerjisine dayalı kurulu güç Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Biyokütle Enerjisine Dayalı Elektrik Kurulu Gücü.



2.1.2.2. *Güneş*

Güneş enerjisinin elektrik enerjisine çevrilmesi için termal ve fotovoltaik olarak iki farklı yöntem kullanılır. Fotovoltaik (PV), yarı iletkenler kullanılarak güneş ışığının elektrik enerjisine çevrilmesidir. Foto-ışık, volta ise elektromotif güç ölçüsü olan volt anlamına gelmektedir. Fotovoltaik bu kelimelerden türetilmiştir. Fotovoltaik sistemlerde güneş panellerine çarpan ışık yarı iletken hammadde sayesinde emilir. Bu emilme ile hareket enerjisi oluşur. Hareket atomdan ayrılan elektronların hücre etrafında dönerek oluşur ve bu hareket elektrik oluşturur. Direkt akım şeklinde oluşan elektrik inverter ile dönüştürülerek alternatif akımı çevrilir ve kullanılır.

CSP-yoğunlaştırılmış güneş enerjisi olarak adlandırılan sistemde güneş ışınlarının oluşturduğu ısı ile elektrik üretimi gerçekleştirilir. Bu sistem genellikle motor, yoğunlaştırıcı, alıcı olmak üzere üç bölümden oluşur. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi panelleri sayesinde güneş ışınları bir noktaya yansır ve böylelikle ısı elde edilir oluşan bu ısı ile elektrik elde edilir [55]. Güneş ışınları yoğunlaştırıcı aynalar tarafından toplanır ve alıcıya iletilir, içinde bulunan madde sayesinde ısınan alıcı türbine doğru hareket sağlayarak türbin dönmesini sağlar. Türbin dönmesi sonucunda bir motoru döndürerek elektrik üretilmesini sağlar. Ülkemizde güneş enerjisine dayalı kurulu güç Çizelge 2.3'de verilmiştir. Türkiye konumu sayesinde yıllık 2741 saat güneşlenme süresiyle güneş enerjisinde yüksek potansiyele sahiptir [56].

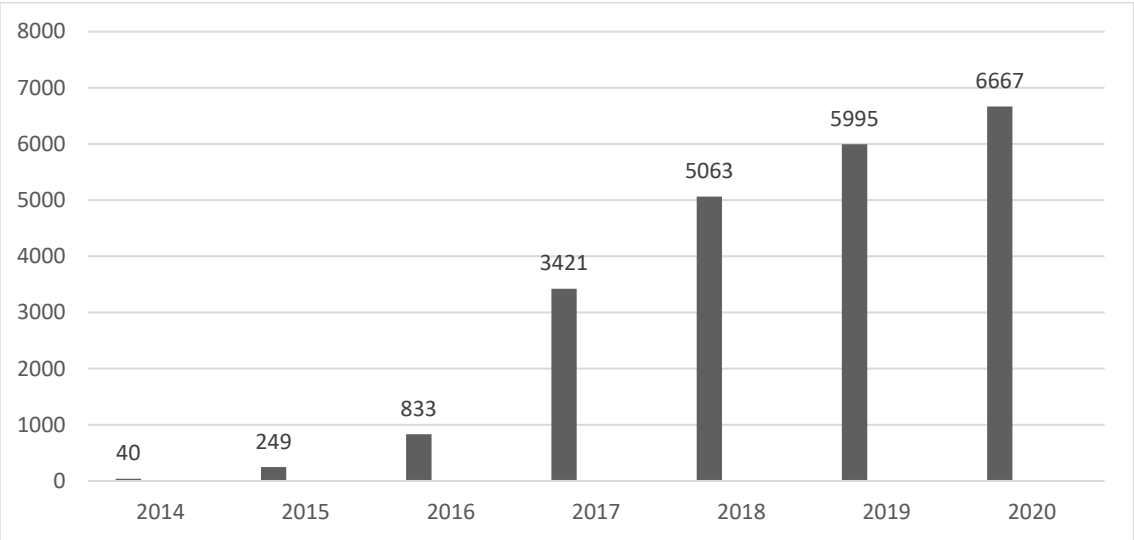
Avantajları;

- Yakıt kullanımı gerektirmez,
- 5-6 yıl amortisman süresi,
- Düşük bakım ve işletme maliyeti,
- Temiz enerji,

Dezavantajları;

- Yatırım maliyeti,
- Dayanıksız akü maliyetleri,
- Kış aylarında enerji ihtiyacı fazla güneş ışınımı az [57].

Çizelge 2.3. Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Kurulu Gücü [58].



2.1.3. Elektrik İletimi

Aydınlatma amacıyla 19.yy. sonlarında kullanımına başlanan elektriğe süre gelen yıllar içerisinde teknolojininde gelişimiyle birlikte talep çok fazla artmıştır. Bu durum enerjinin taşınmasını zorunlu hale getirmiştir. Çeşitli yöntemlerle üretilen elektrik, iletim hatları ile taşınarak kullanıma sunulmuştur. Artan enerji talebi üretim ve iletimde de çalışmalar yapılmasını zorunlu kılmıştır. Böylece elektrik enerjisi üretimi, dağıtımı, iletimi birer mühendislik dalı olmuştur. Elektrik üretim tesisleri genellikle tüketim alanları yakınında kurulamamaktadır. Bu nedenle üretilen elektriğin, kilometrelerce uzaklara taşınması gerekmektedir. Bu noktada enerji iletim hatlarının ne denli önemli olduğu anlaşılmaktadır.

2.1.3.1. *Enerji İletim Hattı*

Elektrik iletim hattı; elektrik santralinde üretilmiş elektrik enerjisinin dağıtım hatlarına iletilmesini sağlayan hatlardır. Üretim tesisi ile tüketim bölgesi yakınlarında transformatör istasyonları bulunmaktadır. Bu istasyonlar ile son kullanıcıya elektrik enerjisi iletimini sağlanır. İletim hatlarının döşenmesinde güzergâh, maliyet, güvenlik, arazi durumu incelenir. Çizelge 2.4'de yüksek gerilim hatlarına azami yaklaşma süreleri gösterilmiştir. İletim hatları alçak ve yüksek gerilim olacak şekilde ayrılır. Alçak gerilim şehir içi, yüksek gerilim santral-yerleşim yeri arasına döşenir. Şehir içi yeraltı hatları kullanılır. Havai hatlar ise uzun enerji hatlarında kullanılır. TEİAŞ 2021 Aralık sonu verilerine göre Türkiye'de 72.378 km Enerji İletim Hattı Uzunluğu bulunmaktadır [59]. Çizelge 2.4'de yüksek gerilim hatlarına azami yaklaşma mesafeleri gösterilmektedir.

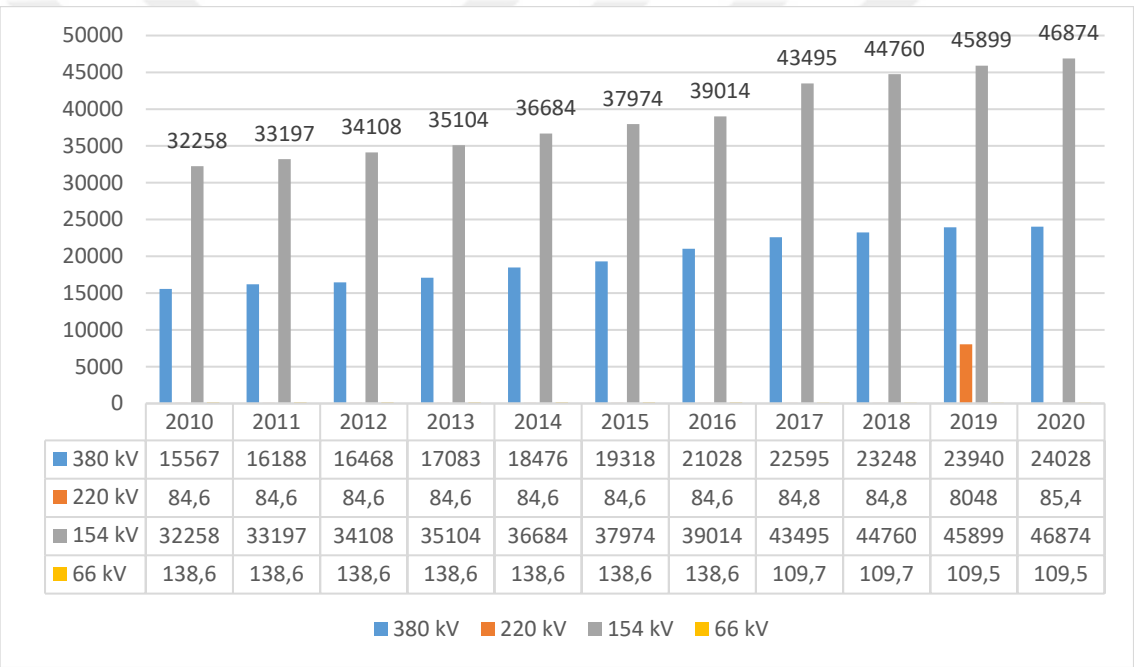
Çizelge 2.4. Yüksek Gerilim Hatlarına Azami Yaklaşma Mesafeleri [60].

Gerilim (V)	**Azami Yaklaşma Mesafesi (m)**
50-3.500 V	0.3 m
3.5-10 kV	0.6 m
10-50 kV	0.9 m
50-100 kV	1.5 m
100-250 kV	3 m
250-450 kV	4.5 m

2.1.3.1.1. Havai *Hatlar*

Türkiye'de enerji nakil hatları genel olarak; üretilen elektrik enerjisinin uzak noktalara taşınmasını sağlayan, farklı yapılarına sahip direkler, topraklama ekipmanları, iletkenler, izolatör ekipmanları hırdavat takımları gibi malzemelerden oluşan enerji taşıma hatlarıdır. Enerji nakil hattı sistemleri TEİAŞ tarafından tesis edilip çalıştırılmaktadır [61]. Türkiye enerji iletim hatları uzunlukları yıllara göre değişimi bilgisi Çizelge 2.5'de gösterilmektedir. Hatlar üzerinde taşıdığı gerilime göre isimlendirilir. Genel olarak, elektrik üretim tesisleri ile, transformatör istasyonları arasındaki hatlar yüksek gerilim; diğer hatlar ise Enerji Nakil hattı ve/veya Elektrik Dağıtım Hattı olarak adlandırılır [62].

Çizelge 2.5. Türkiye İletim Hat Uzunluklarının Gelişimi (2010-2020).



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
380 kV	15567	16188	16468	17083	18476	19318	21028	22595	23248	23940	24028
220 kV	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6	84,8	84,8	8048	85,4
154 kV	32258	33197	34108	35104	36684	37974	39014	43495	44760	45899	46874
66 kV	138,6	138,6	138,6	138,6	138,6	138,6	138,6	109,7	109,7	109,5	109,5

2.1.4. Elektrik Dağıtımı

Enerji, santrallerde üretildikten sonra yükseltici transformatörler ile 380-154 kV seviyelerine yükseltilirler. Elektrik iletim hatları yük tevzi merkezlerinden yerleşim yerlerine enerji sağlarlar. Ülkemizde 66 kV, 154 kV ve 380 kV yüksek gerilim seviyeleri ile 6,3 kV, 15 kV ve 33 kV orta gerilim seviyeleri kullanılmaktadır. Fakat 66 kV-6,3 kV-15 kV seviyeleri artık kaldırılmaktadır. Enerji nakil hatları şehir içlerinde yer alan indirici merkez olarak adlandırılan trafo merkezlerine gelirler. Tüketicilere elektriğin ulaşması için 33 kV trafoda 0,4/0,231 kV alçak gerilime indirilir. Trafolar direk-köşk tipi veya yer

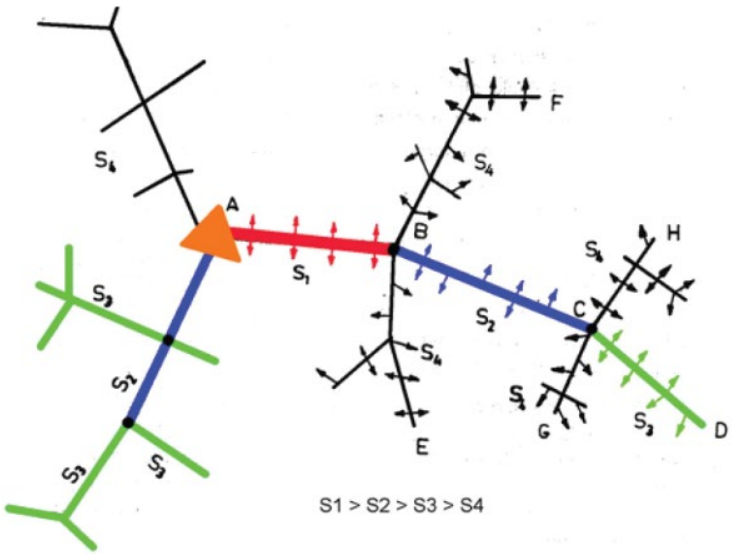
altında olabilir. Alçak gerilim şebekesi tek faz veya 3 faz olabilir. Genellikle kırsal kesimlerde tek faz şehir içlerinde 3 faz sistemler kullanılır. Trafolardan çıkan alçak gerilim dağıtım kutuları ile tüketicilere ait sayaç panolarına bağlanır. Genelde konutlarda alçak gerilim sanayi kuruluşlarında ise orta-yüksek gerilim kullanılmaktadır [63, 64, 65].

Dağıtım şekillerine göre şebeke sistemleri:

- Enterkonnekte şebekeler
- Dallı şebekeler
- Ağ şebekeler
- Ring şebekeler.

2.1.4.1. *Dallı (Dalbudak) Şebekeler*

Şehir, köy, kasaba, sanayi gibi alanlarda tek kaynaktan beslenen ve ağaç şeklinde olan şebeke türüdür. Bu şebeke türünde dağıtım trafoları, elektrik dağıtılacak yerin yük bakımından ağırlık merkezlerine konumlandırılır. Trafodaki elektrik, ağaç dalları gibi önce kalın sonra ince kollara ve dallara ayrılarak son aboneye kadar ulaşır [66]. Dallı şebeke Şekil 2.1'de gösterilmektedir.



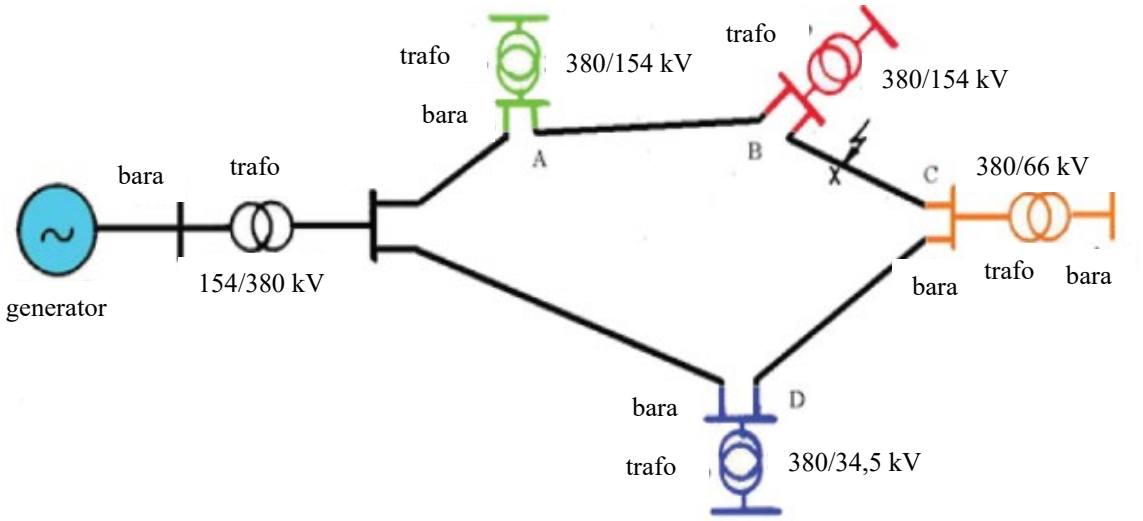
Şekil 2.1. Dallı Şebeke Ana Hatlar ve Branşmanlar.

Dallı şebekede ana hat trafoya yakın kısımlarda olan kesiti kalın hatlara denir. Trafodan uzaklaştıkça incelen hatlara ise branşman hat denilmektedir. A-B-C kalın kesitleri, E-F-G-H ince kesitleri branşman hatları Şekil 2.1 'deki gibi gösterilmektedir. Kolay bakım, ucuz maliyet ve arıza tespitinde ki kolaylıklar sebebiyle dallı şebekeler tercih

edilmektedir. Tüm bu avantajların yanı sıra emniyet az olması, arıza durumunda çok fazla abonenin mağduriyeti dezavantaj yaratmaktadır. Gerilim düşümü de oluşmaktadır.

2.1.4.2. *Ring (Halka) Şebekeler*

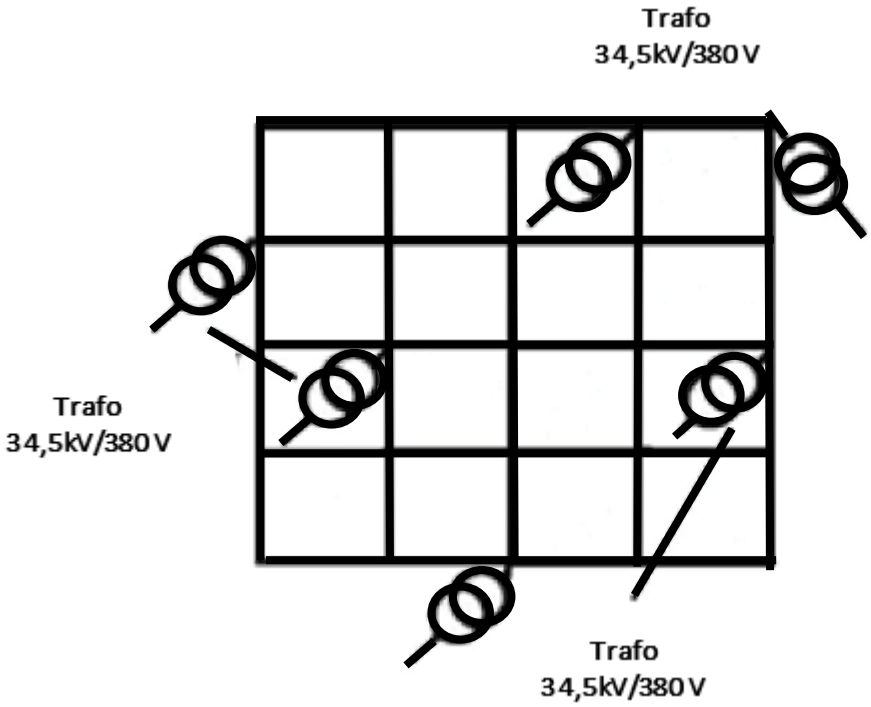
Dallı şebekelerden farklı olarak beslemenin birden fazla trafo ile gerçekleştirildiği ve tüm trafoların birbirine paralel bağlandığı şebeke tipidir. Ring Şebeke Şekil 2.2'de gösterilmektedir. Besleme birden çok trafo ile yapıldığı için olası bir arıza durumunda; arıza olan kısım devre dışı kalır ve tüm aboneler arızadan etkilenmez. Ring şebeke de bulunan hatların kesitleri her yerde aynıdır. Bu nedenle tesis maliyeti yüksek olmaktadır. Ring şebekeler dallı şebekelere göre daha güvenlidir. Alıcı artması ve eklenti yapılması durumunda sistemin yenilenmesi yüksek maliyet çıkartmaktadır. Aynı durumda dallı şebekeler de ise akımı fazla olan hattın değiştirilmesi ile çözüm sağlanmış olacaktır.



Şekil 2.2. Ring Şebeke Prensibi.

2.1.4.3. *Ağ Gözlü Şebekeler*

Şehir, köy, sanayi, kasabalarda uygulanan beslemenin birden fazla trafo ile yapıldığı ve alıcıları besleyen hatların bir ağ gibi örülerek gözlerin oluşturulduğu şebeke tipine ağ şebeke (Şekil 2.3) denir. Bu şebeke türü de ring şebeke gibi arıza anında sadece arıza olan bölümün arızadan etkilendiği tüm abonelerin arızadan etkilenmediği şebeke türüdür. Olası arıza durumlarında diğer kısımların enerjisi kesilmeden arızalı bölüm devre dışı bırakılarak arıza onarılır. Bazı ağ şebekelerinde bir yerden besleme yapılmaktadır. Olası trafo arızalarında tüm şebeke enerjisiz kalmaktadır [66].

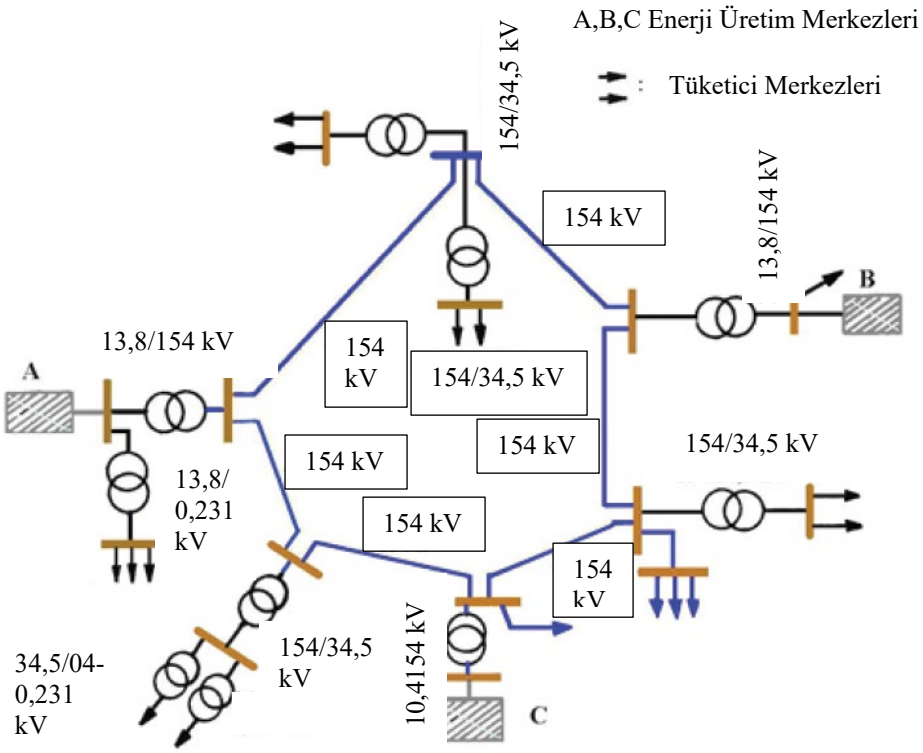


Şekil 2.3. Ağ Gözlü Şebeke Sistemi.

2.1.4.4. *Enterkonnekte Şebekeler*

Belirli bölgelerin veya bir ülkenin tamamının elektrik enerji gereksinimlerini karşılayabilecek bir biçimde tüketim ile üretim merkezleri arasındaki enerji alışverişini sağlayan enerji taşıma sistemine enterkonnekte sistemi denir. Bu tip şebekelerde, o bölgedeki bütün elektrik tüketim ve üretim araçları küçük büyük ayrılmaksızın sisteme eklenmektedir. Genellikle yakın olmayan elektrik üretim santralleriyle tüketim merkezleri arasındaki bağlantı enterkonnekte sistemler ve iletim şebekeleri (Şekil 2.4) ile sağlanmaktadır.

Türkiye de bir adet enterkonnekte şebeke sistemi bulunmaktadır. Bu sistem içinde şirketlere, otoprodüktörlere, TEDAŞ'a ve üretim şirketlerine ait tam kapasite 350'ye yakın elektrik santrali vardır. Bahsi geçen santrallerin tümü enterkonnekte şebeke sisteminde birbirine paralel olarak bağlıdırlar. Yerleşim birimleri, enerji nakil hatları (40428,5 km) ve bu santraller arasında ağ şeklinde sistem tesis edilmiştir [67].



Şekil 2.4. Enterkonnekte Şebeke Sistemi.

2.1.4.5. *Elektrik Dağıtım Şirketleri*

Türkiye'de yer alan elektrik dağıtım firmaları ve bölgeler Çizelge 2.6'da yer almaktadır.

Çizelge 2.6. Türkiye Elektrik Dağıtım Şirketleri.

Dağıtım Şirketleri	Bölgeler
TRAKYA EDAŞ (Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi)	Edirne, Tekirdağ, Kırklareli
BOĞAZİÇİ EDAŞ	İstanbul Avrupa
AY EDAŞ	İstanbul Anadolu
AYDEM EDAŞ	Muğla, Denizli, Aydın
SAKARYA EDAŞ	Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu
ULUDAĞ EDAŞ	Yalova, Bursa, Çanakkale, Balıkesir
GEDİZ EDAŞ	Manisa, İzmir

Çizelge 2.6. (devam) Türkiye Elektrik Dağıtım Şirketleri.

Dağıtım Şirketleri	Bölgeler
OSMANGAZİ EDAŞ	Uşak, Eskişehir, Afyon, Bilecik, Kütahya
AKDENİZ EDAŞ	Burdur, Isparta, Antalya
BAŞKENT EDAŞ	Ankara, Karabük, Bartın, Zonguldak, Çankırı, Kırıkkale, Kastamonu
MERAM EDAŞ	Nevşehir, Konya, Kırşehir, Karaman, Aksaray, Niğde
YEŞİLIRMAK EDAŞ	Çorum, Samsun, Amasya, Sinop, Ordu
ÇAMLIBEL EDAŞ	Yozgat, Tokat, Sivas
KCETAŞ EDAŞ	Kayseri
AK EDAŞ	Kahramanmaraş, Adıyaman
TOROSLAR EDAŞ	Gaziantep, Adana, Hatay, Mersin, Osmaniye, Kilis
ÇORUH EDAŞ	Rize, Trabzon, Artvin, Giresun, Gümüşhane
ARAS EDAŞ	Erzincan, Erzurum, Iğdır, Kars, Ağrı, Ardahan, Bayburt
FIRAT EDAŞ	Tunceli, Elâzığ, Bingöl, Malatya
DİCLE EDAŞ	Siirt, Şırnak, Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa, Batman
VANGÖLÜ EDAŞ	Muş, Van, Hakkâri, Bitlis. [68].

2.1.5. Elektrik Tüketimi

2.1.5.1. *Tüketici Kimdir?*

Tüketici, Elektrik Piyasası Tüketici Hizmetleri Yönetmeliği'ne göre kendi kullanımı için elektrik alan kişi olarak tanımlanmıştır. 100.000 kWh 'den düşük yıllık tüketimi olan tüketiciye düşük serbest tüketici denir. 2021 yılı için EPDK kararı ile yıllık 1.200 kWh ve üzeri elektrik tüketen kullanıcılar, serbest tüketicilerdir ve kendi tedarikçilerini seçme hakları bulunmaktadır.

2.1.5.2. *Elektrik Dağıtım Şirketi ile Perakende Şirketi (tedarik) Arasındaki Fark Nedir?*

Elektrik dağıtım şirketleri, son kullanıcının elektrik kullanabilmesi için tüketim noktasında gerekli altyapı hizmetleri olan; altyapının kurulması, bakımı, işletilmesi, sayaçların temini, arızaların giderilmesinden sorumlu olan şirketlerdir. Elektrik tedariği için abonelik işlemleri, faturalandırma işlemleri gerçekleştiren şirketlere "elektrik perakende şirketleri" denir [69].

2.1.5.3. *Elektrik Sayaç Okuma*

Elektrik sayaçları üzerinde yer alan ifadeler, sayacın tipini ve sayım yöntemini gösterir. Mekanik elektrik sayaçları genellikle tek zamanlı tarife ile çalışırken, akıllı elektrik sayaçları genellikle çok zamanlı tarife ile çalışır. Elektrik sayaçları üzerinde yer alan ifadelerin bazıları şunlardır:

- T: Tek zamanlı tarifeli
- T1: Çok zamanlı tarifeli gündüz (06:00 – 17:00)
- T2: Çok zamanlı tarifeli akşam (17:00 – 22:00)
- T3: Çok zamanlı tarifeli gece (22:00 – 06:00) [70].

2.1.5.3.1. *Otomatik Sayaç Okuma Sistemi*

Otomatik Sayaç Okuma Sistemi: "Sayaç kullanım verilerinin uzaktan otomatik okunması, sistem içerisine verilerin kaydedilmesi, geçmiş veriler ile karşılaştırılarak doğrulanması, saklanması ve kullanıcı ve perakendeciye sunulması amacıyla, TEİAŞ ve dağıtım lisansı sahibi tüzel kişilerin gerekli donanım, iletim, yazılım altyapısını kapsayan sistem" olarak nitelendirilmektedir. OSOS; Otomatik Sayaç Okuma Sistemi kısaltmasıdır [71].

Klasik sayaç okuma yönteminde firma tarafından görevlendirilen bir çalışan her ay görevlendirildiği bölgede evleri tek tek dolaşarak mobil cihazına girmiş olduğu son endeks bilgisi ile faturalandırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Cihaz bulunmayan yerlerde veriler toplanarak merkezde fatura kesilmekte ardından abonelere gönderilmektedir. Bu yöntemlerde insan faktörü nedeniyle hata durumu yüksektir. Zaman kaybı, operasyon maliyeti vb. nedenler sebebiyle de verimli bir yöntem değildir. Bu sistemde olası arıza tespiti kullanıcıların çağrı merkezini aramaları ile belirlenmektedir.

Otomatik sayaç okuma sistemi klasik sayaç okuma yönteminden farklı olarak endeks verilerine ek olarak kapasitif ve reaktif tüketimin ve kompanzasyonun verilerini de kullanıcıya iletmektedir. Otomatik sayaç okuma sistemlerinde kolaylıkla kayıplar ve kaçak kullanımlar belirlenmektedir. Sistemin arıza tespiti, uzaktan kesme vb. birçok kolaylık sağladığı alanda bulunmaktadır [72, 73, 74, 75, 76].

2.1.6. Elektrik Kesintileri

Elektrik arızaları günümüzde gelişen teknoloji ve elektriğin evlere ya da işyerlerine ulaştırılmasından sorumlu dağıtım şirketlerinin özelleşmeleri sonucunda hizmet kalitelerinin gün geçtikçe yükselmesinden dolayı oldukça azalmıştır. Yaşanan arızalarla ilgili bu şirketlerde 24 saat çalışarak hızlıca gerekli müdahaleleri yaparlar ve tüketicilerin bu arızalardan en az şekilde etkilenmelerini sağlarlar. Tüketiciler yaşadıkları bölgede görevli dağıtım şirketinin internet sitesi ya da 186 numaralı telefondan arızalarla ilgili bilgilendirmelere kolayca ulaşabilir. Elektrik kesintilerinin ise birçok sebebi olabilir, bunlar:

- Dağıtım sisteminde yaşanan kablo kopması, trafo arızası gibi anlık arızalar,
- Planlı bakım onarım çalışmaları,
- Tüketim yerlerinde bulunan ve elektrik kaçağı durumlarında enerjiyi kesen sigorta kutusu kaynaklı bir sıkıntı,
- Tüketicinin ödenmemiş faturası olması gibi durumlardır.

Teknik olmayan elektrik kesintisi sebepleri sıralanmıştır:

- Perakende satış sözleşmesinin sona ermesi (aboneliğin iptal olması)
- Kullanım yerinde kaçak veya usulsüz elektrik tüketimi yapıldığının tespiti
- Elektrik faturasının ödenmemesi

Teknik elektrik kesintisi nedenleri ise şunlardır:

- Enerji yetersizliği
- Bakım çalışmaları
- Arızalar ve onarım çalışmaları

2.1.6.1. Elektrik Sözleşmesinin Sona Ermesi

Düşük tüketimli elektrik tüketicilerinin elektrik tedariği iki farklı çeşit sözleşme ile gerçekleşebilir. Tüm tüketiciler sayaçlarını aktif ettiklerinde bölgelerindeki görevli elektrik tedarik şirketi ile perakende satış sözleşmesi yapar. Bu sözleşme son kaynak elektrik tedariği kapsamında kurulan sözleşmedir ve elektrik tedariği ulusal elektrik tarife fiyatlarından sağlanır. Serbest tüketiciler ise daha sonra serbest elektrik tedarikçileri ile sözleşme kurarak serbest piyasadan enerji alabilir. Bu sözleşmelere ise elektrik tedarik sözleşmesi adı verilir.

Görevli elektrik tedarik şirketleri ile kurulan elektrik sözleşmesi belirsiz sürelidir ve kendiliğinden sona ermeyen bu elektrik sözleşmesinin sona ermesi ile elektrik kesintisi yaşanma durumu söz konusu olmaz. Elektrik tüketicisinin bir talebi kendiliğinden sona ermez. Ancak tüketici talebi ile sona erebilecek bu sözleşmenin sona ermesi için internet üzerinden ya da yazılı olarak görevli elektrik tedarik şirketine başvuru yapılabilir. Başvurular şirket tarafından, belirtilen tarihin en az 2 gün öncesinden elektriğin kesilmesi için dağıtım şirketine bildirilir. Elektriğin kesildiği tarihte sözleşme sona ermektedir [77, 78].

2.1.6.2. *Kaçak veya Usulsüz Elektrik Kullanımı*

Kaçak elektrik kullanımı ile usulsüz elektrik tüketimi birbirinden ayrı durumlardır ve her iki duruma ilişkin esaslar Elektrik Piyasası Tüketici Hizmetleri Yönetmeliği'nin yedinci bölümünde belirtilmiştir. Kaçak elektrik enerjisi kullanımı elektrik şebekesine direkt olarak fiziki müdahalede bulunarak herhangi bir ölçüm noktası olmaksızın elektrik enerjisi kullanımını ifade ederken, usulsüz elektrik tüketimi sözleşme ve benzeri fiziki olmayan, kâğıt üzerinde usule ilişkin yanlış kullanımları ifade eder.

Kaçak elektrik kullanımının tespit edilmesi ile birlikte Elektrik Piyasası Tüketici Hizmetleri Yönetmeliği'nin 43. maddesi uyarınca işlem tahsis edilerek elektrik kesilir ve bölgenin elektrik dağıtım şirketi, kaçak elektrik kullanımı gerçekleştiren kişiler ile ilgili Cumhuriyet Savcılığı'na suç duyurusunda bulunur. Usulsüz elektrik kullanımı ise Elektrik Piyasası Tüketici Hizmetleri Yönetmeliği'nin 48. maddesi uyarınca aşağıdaki hallerde gerçekleşir:

- Tüketicinin gerçek abone grubunun dışında bir abone grubundan enerji tüketimi gerçekleştirmesi
- Tüketicinin bir başka kişi adına düzenlenmiş sözleşme ile elektrik tüketmesi
- Tüketicinin kendi tesisatından başka tüketicilere elektrik satması
- Güç trafosundaki değişikliklerin zamanında ibraz edilmemesi
- Kapasite artışının usulüne uygun yapılmaması

Usulsüz elektrik kullanımının tespiti durumunda tüketiciye usulsüzlüklerin giderilmesini ve 15 gün süresi olduğunu bildiren kesme için ihbar bırakılır. Tüketicinin bu ihbarın tebliğ edilmesinden sonraki 15 gün içinde usulsüzlükleri gidereememesi durumunda ise elektrik kesilir [79].

2.1.6.3. *Elektrik Faturasının Düzenli Ödenmemesi*

Elektrik Piyasası Tüketici Hizmetleri Yönetmeliği'nin 35. maddesine göre elektrik faturasının düzenli ödenmemesi durumunda serbest olmayan tüketici ve son kaynak tedariki kapsamındaki tüketicilerin faturada belirtilen son ödeme tarihine kadar elektrik faturasını ödememesi durumunda elektrik tedarik şirketi borcun ödenmesi için minimum 5 iş günü daha süre veren ikinci bir yazılı bildirim daha yapar. Bu bildirimde verilen süre içerisinde borcun ödenmemesi durumunda elektriğin kesileceğini de belirtir. İkinci bildirimde verilen süre içerisinde ödemenin yapılmaması durumunda, tedarik şirketi uyarı bildirisi tarihinden itibaren en fazla 5 iş gününde dağıtım şirketi kesme bildirimi ile elektriği keser ve bildirimin bir kopyası kesinti yapılan yere bırakılır. Bu bildirimin yapılmasının ardından 15 gün içinde tüketici yükümlülüklerini yerine getirmemiş olursa elektrik kesilir.

Serbest tüketici olarak elektrik tedarikçisi değiştirildiğinde yeni tedarikçi elektrik faturasının düzenli ödenmemesi ya da hiç ödenmemesinden dolayı tüketicinin elektriğinin kesilmesi ise söz konusu değildir. Sözleşme kapsamında gecikme bedeli tahakkuk ettirerek borcun ödenmesi talebinde bulunur fakat elektrik enerjisini kesme yetkileri bulunmadığından elektrik faturasının düzenli ödenmemesi durumunda serbest tüketicilerin elektrikleri kesilmez [80].

2.1.7. Elektrik Enerjisi ve Güvenlik

Elektriğin insanın hayatındaki yeri fazlasıyla önemlidir. Elektrik enerjisinden sürekli bir şekilde en gerekli ihtiyaç olarak yararlanmaktayız. Hayatımızın devamında kolaylık sağlayan tüm cihazların hemen hemen hepsi elektrik ile çalışmaktadır. Bütün işlerimizi elektrik ve elektronik eşyaların desteğiyle ile yapmaktayız. Yaşamımızda elektriğin yeri o derece ehemmiyetli noktaya sahiptir ki bir gün dahi elektriğin kullanılmaması yaşamı bitirme durumuna getirebilmektedir. Elektrik insanlar bakımından su, yemek gibi en tabii bir ihtiyaç halini almıştır. Bu denli çok gereksinim duyulan elektrik enerjisinin insanlara yararlarının olmasıyla beraber düzgün kullanılmadığında birçok zararlı etkileri de bulunmaktadır. Yaşamımızın tüm safhalarında kullandığımız elektriğin sebebiyet verdiği kazalar sonucunda maddi ve manevi birçok zarar yaşanılmaktadır.

Günlük yaşamdan ziyade elektrik, sanayi çalışmalarının da vazgeçilemeyecek bir elemanıdır. Çalışmalarının ve üretiminin tamamına yakınını elektrik enerjisi ile gerçekleştirebilen sanayi faaliyetleri, işçilerin üstünde de olumsuz tesirler oluşturmaktadır. Sanayi çalışmaları içinde bir yıllık süre zarfında gerçekleşmiş kazaların çoğunluktaki bölümünü elektrikle ilgili tehlikeler oluşturmuştur. Buradan hareketle elektriğin faydalarının yaşamımızda çok mühim yeri olduğu gibi zarar veren tesirlerinden kaçınmamız icap ettiği de göz önünde tutulmalıdır. Elektrik enerjisinin verdiği zararlar içerisinde en önemli olanı elektriğe kapılmadır. Elektrik çarpması insan üzerinde olumsuz olan pek çok etki gösterebilmekte, hatta ölümle bile sonuçlanabilmektedir. Genellikle eski aletlerin elektriği gövdelerine ileterek kaçak akım yoluyla elektriğe kapılmaya sebep olmaları en önemli çarpılma nedenidir [81].

Elektriğin hasarları içerisinde başka bir önemli husus ise elektrikli cihazlardan oluşabilecek kaçaklar sebebiyle yangının çıkma tehlikesidir. Elektriğin kaçak nedeniyse iletkenlerden geçebilecek çok fazla akım kaçak akımın iletkenin sıcaklığını artırmasıyla ısınabilen iletkenin yanındaki maddeleri tutuşturulabilmesi veya yanabilme sıcaklığına kadar ısıtması neticesinde yangın hadisesine sebep olmasıdır. 300 mA düzeyindeki kaçak olan akımın maddeyi ısıtması yeterli olmaktadır. Elektriğin kontağından çıkan yangın hadiselerinde genel olarak sebep yapılarda ki tesisatların eskimiş olmasıdır. Uygun olmayan çalışma alanlarında fazla sıcak, fazla soğuk durumlarda çokça kullanılmış kabloların izolasyon kılıflarının özelliğini kaybetmesi sonucunda sızan akım neticesinde yangınlar çıkabilmektedir. Kontaktör, şalter gibi devreyi kesen parçaların ya da ayıran parçaların kontaklarının iyi temas etmemesi, kirlenmiş olması veya oksitlenmesi

neticesinde kontakta ısınmalar ile yangınların çıkması ihtimal dahilindedir. Yangına neden olan elektrik teması, esas olarak kabloların aşırı ısınması ve kabloları çevreleyen plastik yalıtım malzemelerinin yanması nedeniyle oluşur. Bakır ve alüminyum iletkenler, teknik olarak akkorlaşana kadar akım iletebilirler, ancak izolasyonları belirli sıcaklıklara dayanabilir ve bu sıcaklıklar aşıldığında, yalıtım malzemesi erir ve özelliklerini yitirir. Bu durum etkili bir yangının başlamasına sebebiyet verebilir. Kablolar duvarların içine döşenmesine rağmen, bağlantı kutuları dahil olmak üzere kablo hatlarında genellikle plastik malzemeler kullanılır ve plastik ısıtıldığında kolayca yanabilen bir üründür. Buna benzer yangın hadiselerinin önüne geçilmesi için; devreye 300 mili amperlik yangın kaçak akım röleleri takılmalıdır. Bunun yanında çok sıcak yerlerde silikon izoleli kablolar tercih edilmelidir.

Elektrik teması, faz ve nötr adı verilen farklı potansiyel hatlarının kontrolsüz temasının bir kısa devresi olarak ortaya çıkar. Elektriksel temas oluşumu esnasında kablolarda çok yüksek akımlar meydana gelir ve kablolar yalıtım malzemeleriyle birlikte ısınmaya başlar. İki kablonun kaza sonucu temas etmesinin pek çok nedeni olabilmektedir. Bu durumun ana nedenleri, fare, köstebek ve yarasalar gibi kemirgenler tarafından kablo yalıtım katmanlarına verilen hasar ve kazı faaliyetleri esnasında kabloların fiziksel hasar almasıdır. Kablolara verilen hasarların yanı sıra, elektrikli el aletlerinde bazen kısa devreler, yani kontaklar oluşabilmektedir. Özellikle ısıtıcılar, klimalar, buzdolapları, elektrik motorları gibi daha fazla akım çeken cihazlarda meydana gelebilecek iç arızaların bir sonucu olarak ortaya çıkabilecek bu kontaklar da ayrı bir risk faktörüdür [82].

Elektrik kazaları sonucunda; vücut kaslarında sinirsel bozulma, kramp, kalp durması, solunum felci, ölüm ve yanık gerçekleşebilmektedir. Müdahale sırasında öncelikle kazazedenin sert bir zemine sırt üstü yatırılması gerekmektedir. İlk olarak bilinci, solunumu ve dolaşımı kontrol edilmelidir. Dolaşım için nabzı kontrol edilmeli atmıyorsa derhal kalp masajı uygulanmalıdır. Solunumunu engelleyecek bir cisim var ise çıkartılarak solunum sağlanmalıdır ve solunum belirtisi yoksa suni solunum ile nefes alması sağlanmalıdır. Eğer kazazedenin vücudunda yanıklar mevcut ise kesinlikle su ile müdahale edilmemelidir. Bölge temiz bez kapatılarak yardım çağırılmalıdır [83].

Elektrik çarpmalarının çoğunluğu konutlarda olabileceği gibi iş yerlerinde oluşması da kuvvetle muhtemeldir. Ülkemizde iş yerlerinde elektrik kazaları ile ilgili çok ciddi çalışmalar yapılmaktadır. İSG (İş Sağlığı ve Güvenliği) alanında işçilere elektriğin zararları sürekli etkili bir şekilde anlatılmaktadır ve gerekli olan eğitimler sağlanmaktadır.

Elektrikli El Aletleriyle Çalışmalarda Bazı Güvenlik Kuralları;

- Yıpranmış kordonlu el aletlerini kullanılmamalıdır,
- Elektrikli aletlerle çalışanlara şaka yapmayın,
- Mutlaka çalışma öncesi kontrol yapılmalıdır [84].

2.1.8. Enerji İzleme

Enerji izleme sistemi; kullanıcıların enerji tüketiminin anlık olarak izlenmesi, analizi ve yönetimi yapılan sistemdir. Tüketicilere, enerji tüketim bilgi aktarımını ve kullanılan enerjiye dair verilerin toplanmasını/saklanmasını amaçlamaktadır. Düzgün bir şekilde kurulmuş ve yapılandırılmış bir enerji izleme sistemi, neredeyse her tür enerji tüketicisi için değerli bir varlıktır. Çok büyük işletmeler ya da atölyeler fark etmeksizin, enerji kullanımı söz konusu olduğunda değerlendirilmesi gereken pek çok parametre vardır. Bunlar, büyük ölçüde yük türlerinin ve gereksinimlerinin çeşitliliğinden, enerji tüketim programlarından ve tesisin idealin altında bir enerji kaynağı için tolerans seviyesinden kaynaklanmaktadır [85, 86, 87, 88, 89].

Genel olarak, dört temel enerji tüketici kategorisi vardır: endüstriyel, ticari, hükümet ve konut. Her birinin enerji tüketimi için farklı bir amacı ve enerji sağlayıcısından farklı beklentileri olsa da birçok ortak özellik mevcuttur. Enerji kullanımı/maliyeti ve sistemin güvenilirliği, çoğu enerji tüketicisi için en önemli konulardır. Endüstriyel ve ticari tüketiciler gibi kullanıcılar daha karmaşık enerji sistemlerine sahip olduğundan dolayı, enerji izleme sistemine daha çok ihtiyaç duymaktadırlar [90, 91, 92, 93].

Enerji izleme sistemi, gıda veya ilaç endüstrisi gibi enerji kesintilerine karşı düşük toleransa sahip tüketiciler için de çok kullanışlıdır. Bu durumlarda, tüketicinin güvenilir bir güç kaynağına olan ihtiyacı, ekipmanın çalışmama süresi ile ilgili masraflar (örneğin, ürün, ekipman kaybı, vb.) nedeniyle enerji maliyeti değerlendirmelerinden daha ağır basabilir.

Enerji izleme sistemi, 7/24 çalışır. Enerji ile ilgili verilerin sürekli olarak kaydedilmesi, bir enerji sisteminin çalışma özellikleri hakkında bilgi sağlar. Enerji izleme sistemi; enerjinin nerede daha fazla tüketildiğini, ne zaman ve nasıl tüketildiğini ya da hangi yüklerin enerjiyi daha fazla tükettiğini içerir. Bu veriler, enerji sisteminize iletilen ve tüketilen enerjiyi azaltmanıza yardımcı olur. Kullanılan enerjinin kalitesi, işletmenin çalışmasını olumsuz yönde etkileyerek; ürün, gelir ve itibar kaybına veya ekipmanların

bozulmasına yol açabileceğinden dolayı, işletme yöneticileri bir enerji izleme sistemi kullanmanın avantajlarını değerlendirmelidir [94, 95, 96, 97, 98].

2.1.9. Akıllı Evler ve Otomasyon

Elektrikli cihazları birbirleriyle entegre etmeye çalışan iletişim, donanım ve elektronik ara yüzlerden oluşan sistem akıllı otomasyon sistemleridir.

Otomasyona sahip olan evlerde çoğu zaman tüm otomatik cihazlara tek bir cihazdan erişebilir ve bu sayede tek bir düğmeye dokunarak evdeki cihazlar kontrol edebilir. Ev otomasyon sistemleri ile kendi konforlarını sağlayan kullanıcılar aynı zamanda hırsızlığa, olası maddi-manevi zarar oluşturabilecek elektriksel problemlere, yangınlara karşı güvenliklerini/korunmalarını sağlarlar.

Zaman, ısı, su ve elektrik enerjisinden tasarruf sağlaması ev otomasyon sistemlerinin avantajlarındandır. Farklı sıcaklıklarda programlanabilen termostatlar ile ısınma/soğutmada optimum seviyede enerji kullanımı ile fayda sağlamaktadır. Uzaktan priz ve lamba kontrolü ile elektriksel tasarruf sağlamak da bu sistemlerde mümkündür. Sisteme günlük yaşantınıza ve alışkanlıklarınıza göre senaryolar yükleyebilirsiniz. Böylelikle hem evinizin hem kendinizin daha verimli olmasını sağlamış olursunuz.

2.2. ELEKTRİK SİGORTALARI

Elektrik sigortası, doğru ve alternatif devrelerinde kullanılan cihazları ve bu cihazlara mahsus iletkenleri, aşırı akımlardan koruyarak devreleri ve cihazı hasardan kurtaran açma elemanlarına denir. Sigortalar evlerde, işyerlerinde, santrallerde, endüstri tesislerinde, panolarda, elektrikle çalışan bütün cihazlarda kullanılmaktadır.

Sigorta, bir çift elektrik terminali arasına monte edilmiş ve (genellikle) yanıcı olmayan bir mahfaza ile çevrelenmiş, devre iletkenlerine kıyasla küçük bir kesite sahip metal bir şerit veya tel sigorta elemanından oluşur. Sigorta, korunan devreden geçen tüm akımı taşımak için seri şeklinde düzenlenmiştir. Elemanın direnci, akım geçişi nedeniyle elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşür. Elemanın boyutu ve yapısı (amper olarak) belirlenir, böylece normal bir akım için oluşan ısı, elemanın yüksek bir sıcaklığa ulaşmasına neden olmaz. Çok yüksek bir akım geçerse, eleman daha yüksek bir sıcaklığa çıkar veya doğrudan erir ya da sigorta içindeki lehimli bir bağlantıyı eriterek devreyi açar [99].

Sigorta atması; Ülkemizde sigorta atması olarak bilinen durum, otomatik sigortaların hareketli kısmının aşağı yönlü hareket etmesi durumudur. Sigorta üzerinden geçen akım ısı oluşmasına neden olur ve oluşan ısı, sigortayı açar. Sigorta, sıcaklık ve akım değişiminden dolayı etkilenmektedir. Üzerinde maksimum akım değeri yazan sigortalar atması durumunda açık devre olmaktadırlar. Sigortalar üzerinde yazan maksimum değerin üzerine çıkılması durumunda sigorta devreyi koruyarak açık devre olur. Sigorta üzerinde belirtilen maksimum değer genellikle oda sıcaklığı olan 25 derece için geçerli olan verilerdir. Farklı sıcaklık değerlerinde çalışacak sigortaların seçimi yapılırken bu konuda dikkate alınmalıdır. Sigorta seçimi hesabı için;

Sigorta değeri = (Güç Değeri/Gerilim Değeri) X 1.25 (2.5)

Güç: W, Gerilim: V

Güç değeri W olarak gerilim değeri ise V olarak yazılarak Denklem 2.6'da ki hesaplama sonucunda sigorta değerini hesaplayabilirsiniz. Hesaplama sonucunda çıkan değerin bir üstü olan sigorta seçilmelidir. Hesaplama sonucu 8.2 A ise 9 A seçilmelidir [100].

Kullanım alanlarına göre sigortalar;

- Otomatik
- Cam
- Bıçaklı
- Yüksek Gerilim
- Buşon

2.2.1. Bıçaklı (NH) Sigorta

NH (Niederspannungs-Hochleistungssicherung) Sigorta içerisindeki telin erimesi ile devreyi açmaktadır. Olası aşırı akımlara karşı koruma sağlar. Şekil 2.5'de gösterilen NH sigorta eriyen telli sigortalar ürün grubundadır ve çok hızlı reaksiyon verme kabiliyetindedir. Adını Niederspannungs-Hochleistungssicherung kelimelerinin baş harflerinden almaktadır. Tesisatlarda bir altlık veya ayırıcı içinde kullanılmaktadır. NH sigorta uç kısımlarında bıçak adını almasını sağlayan çıkıntılar bulunmaktadır. Bu çıkıntı baraları altlığa tam oturmasını sağlar.

Boyutları farklı marka üretimlerinde değişse de 1600 A'e kadar üretimi yapılmaktadır. Isınma ile devreyi açma sağladığından üretim yapılırken dayanıklı malzeme kullanılarak üretilmelidir. Gövdesi yüksek ısıya ve kuvvete dayanıklılık göstermesi nedeniyle steatit malzemesinden üretilir. İçerisinde oluşabilecek arkı sönümlendirmek için kuvarz kum yer almaktadır. NH sigortalarda atma durumunu görmek için bir bölüm yer alır.



Şekil 2.5. NH Bıçaklı Sigorta.

NH sigortaların farklı açma hızları vardır;

- aR, gR: Yarı iletken koruma da çok hızlı karakterli NH sigortalardır
- gL, gG: hızlı karakterli NH sigortalardır
- aM: Motor korumasında, yavaş karakterli NH sigortalardır
- gPV: Fotovoltaik dizilerinde kullanılan NH sigortalardır
- gS: Batarya korumasında kullanılan NH sigortalardır [101].

Bir NH sigortası seçerken şu parametreler dikkate alınmalıdır:

- Uygulamanın türü (kablo koruması/motor koruması)
- Sistem gerilimi
- Tam yük akımı
- Başlangıç akımları
- Olası arıza koşulları ve maksimum kısa devre akımı
- Zaman-akım eğrileri
- Kesme eğrileri

2.2.1.1. *NH Sigortaların Avantajları*

- Uygun fiyat
- Yüksek kesme kapasitesi
- Dayanıklılık
- Hızlı karakter
- Düşük güç kayıpları sayesinde enerji tasarrufu sağlar

2.2.1.2. *NH Sigortaların Dezavantajları*

- Yedek sigorta bulundurulması gerekmektedir
- Eski panolarda altlıksız kullanımı ve tehlikesi
- 3 faz kullanılan sistemlerde NH sigorta atması sonucu sistemin 2 faza düşmesi

2.2.1.3. *Bıçaklı Sigorta Altlığı*

İzole kısım porselen, bıçak kısımları sert elektrolitik bakır olan gümüşle kaplı mekanizmaya NH sigorta altlığı denir. Farklı ölçülerde altlık üretimi yapılmaktadır. Genellikle 5 farklı ölçüde 160-630 A'e kadar dayanıklı olacak şekilde üretilmektedir. Tek ve aralarında separatör olacak şekilde üç kutuplu üretilebilmektedir.

2.2.2. Otomatik Sigorta

Otomatik sigorta evlerde, işyerlerinde elektriğin var olduğu her yerde güvenlik elemanı olarak kullanılan sigorta çeşitidir. Otomatik sigorta, devreye seri olarak bağlanır ve devreyi aşırı akım ve kısa devrelerden korur. Otomatik sigortaların açması şalterin inmesi, sigortaların hareketli kısımlarının aşağı yönlü olması ile anlaşılmaktadır. Aşağı yönlü olan hareketli kısım, şalter kaldırılınca enerji tekrar sağlanır ve akım geçişi olur. Otomatik sigortanın bağlı olduğu devre kolaylıkla açılıp kapanır. Arıza oluştuğunda arızayı oluşturan elektrikli cihaz devre tekrar açıldığında tekrar devreye gire. Cihaz içerisinde sorun devam ediyorsa sigorta tekrar atabilir. Cihazın prizden çekilerek sigortanın kaldırılması ve o devreye bağlı diğer cihazların çalışabilmesi için devrenin enerjilendirmesi gerekmektedir. Buşon veya tel değiştirme sorunu olmaması sebebiyle kullanıcılara kolaylık sağlamaktadır. Otomatik sigortalarda iki farklı şekilde devre açar;

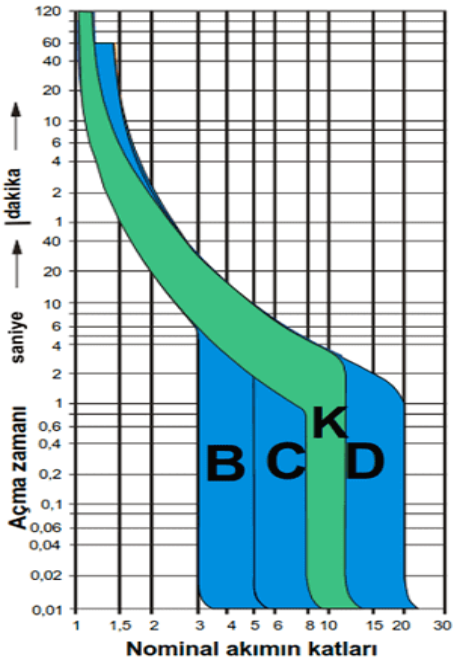
1- Manyetik mekanizma var ise ani yüksek akım geçişinde, üzerinde yazan akımdan fazlası geçerse mıknatıslık etkisi artar. Elektromıknatıs yardımıyla devreyi kapayan iki ucu açar ve devreyi keser.

2- Termik açıcı bir mekanizma bulunuyorsa üzerinde yazan akım değerinden fazla akım geçince sigortada ısınma artar, sigorta bi-metal uçları açar, devreyi keser. Bu tür açmada uçlar soğumadıkça kontaklar tekrar tutmaz soğumaları beklenmesi gerekir.

Otomatik sigortalar piyasada 6 A, 10 A, 15 A, 20 A, 25 A, 40 A, 63 A olarak bulunmaktadır.

Anahtarlı Otomatik Sigortalar;

Anahtarlı otomatik sigortalar (w otomatlar) yapısal olarak dar yapıya sahiptir ve az yer kaplarlar. Bu sebeple elektrik devrelerinde en sık kullanılan otomatik sigorta anahtarlı otomatik sigortalardır. Elektrik devresini üstünde yazan değerin üzerinde akım çekmesi durumunda açarak korumaya alan ve manuel açma kapama yapılan elektromekanik cihazdır. Arıza durumunda yukarı kaldırarak devreye enerji verilebilir [102].



Şekil 2.6. Otomatik Sigorta Açma Eğrileri.

Şekil 2.6'da sigortaların tiplerine göre açma zaman eğrileri bulunmaktadır. Örneğin 10A'lik sigorta üzerinden 1,5 katı akım geçtiği senaryo da B, C, D eğrisine sahip bir otomatik sigorta 4 dk. sonra açacaktır. K tipi otomatik sigorta ise sadece 1 dk. sonrasında açacaktır. (Termik açma) Aynı sigortadan 30A geçtiği durumda B tipi sigorta 0,01sn. de, C, K, D tipleri ısınmayı bekleyecekleri için 6sn. sonra açacaklardır. B tipi otomatik sigortanın hızlı sigorta olarak tabir edilmesinin nedeni budur. Şekil 2.6'da ve verilen

örnekte görüldüğü gibi sigorta tipleri arasında farklar vardır bu sebeple farklı tiplerde otomatik sigortalar üretilmektedir.

2.2.2.1. *Otomatik Sigorta Çeşitleri*

Otomatik sigortaların G(C) ve L (B) tipleri bulunmaktadır.

2.2.2.1.1. *L (B) Tipi Otomatik Sigorta*

Ani devre açarak hat koruma sağlar. Aydınlatma devreleri, kumanda devreleri ve priz devrelerinde kullanılır. 6-10-16-20-25-32-40 Amper değerlerinde üretilmektedirler.

2.2.2.1.2. *G (C) Tipi Otomatik Sigorta*

Gecikmeli devre açarak cihaz koruması sağlarlar. Anma akımı üstü akım çeken cihaz korumasında kullanılmaktadır. 0,5-1-1,6-2,4-6-10-16-20-25-32-40-45-50 Amper değerlerinde üretilmektedir. Sık kullanım alanı evler olan ve cihaz koruma sağlayan kaçak akım sigortaları devreye seri bağlanır ve koruma sağlar [103].

2.2.2.1.3. *B Tipi ve C Tipi Otomatik Sigorta Farkları*

C tipi B tipine göre gecikmeli otomatik sigortadır. Priz ve aydınlatma devrelerinde B tipi, motor devrelerinde ise C tipi sigorta kullanılır. Ülkemiz de yapılan sistemlerde elektrik motoruna sahip olan makinelerin (çamaşır makinesi) bağlanacak olması sebebiyle prizlere C tipi aydınlatma içinse B tipi sigorta kullanımı yapılmaktadır [104].

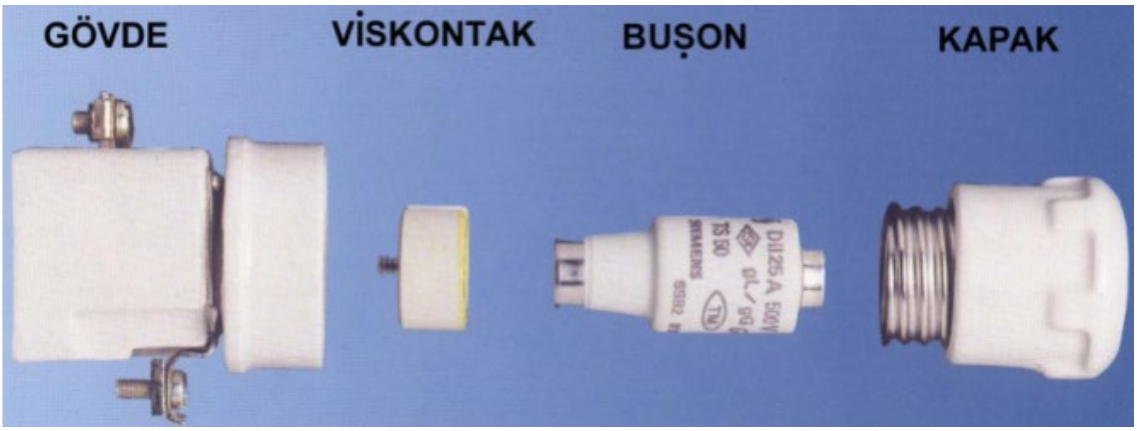
2.2.3. Cam Sigorta

Düşük güç sigortası olarak nitelendirilen cam sigorta genellikle elektronik devrelerde karşımıza çıkmaktadır. Görevi ise diğer sigortalar gibi devreyi aşırı gerilim, akımdan korumaktır. İçerisinde gücüne göre yerleştirilmiş iletken tel bulunan cam sigorta silindirik bir yapıya sahiptir.

Cam sigorta üzerinden fazla akım aktığında içinde bulunan iletken tel erir. Erime sonrası cam sigorta enerjiyi keser ve koruma sağlar. İçerisinde ki hava sayesinde olası arkı da önler. Sigortalar devrelerden kolaylıkla takılıp, sökülebilirler. Cam sigorta içerisinde bulunan iletkenin eriyip erimediği gözle görülebilmektedir. Ayrıca sağlamlığı ölçü aleti yardımıyla yapılacak kısa devre testi ile de kontrol edilebilir. Fiyat olarak uygun olan cam sigortaların değişimi yapılırken devrenin enerjisinin kesildiğinden emin olunmalıdır [105].

2.2.4. Buşon Sigorta

Buşon sigortalarda diğer sigorta çeşitleri ile benzer olarak kısa devre, aşırı akım sırasında açmaktadır. Buşon içerisinde bulunan telin/bandın erimesiyle açma işlemi gerçekleşmektedir. Olası açma durumlarında içinde bulunan saf kuarts kurumu sayesinde oluşan arkı söndürür. Günümüzde buşonlu sigortaların kullanımı pek görülmemektedir. Fakat benzer şekilde hızlı olmaları sebebiyle silindirik buşonlu sigortalar kullanılmaktadır. Kapak, gövde, viskontak, buşon bölümlerinden oluşan buşon sigorta Şekil 2.7'de gösterilmektedir [106].



Şekil 2.7. Buşonlu Sigorta Yapısı.

2.2.4.1. *Gövde*

Gövde porselenden üretilmiştir ve kullanılacak bölüme sabitlenmektedir. Diğer parçaları yalıtır ve üzerinde barındırır. Üst kısmında üst kontak ve dip kontak vardır. Sıva üstü kullanımlarda kapak yer almaktadır.

Dip kontak: Bakır ve pirinçten yapılan dip kontak gövdenin alt kısmında bulunur. Üstünde yer alan vidaya şebeke faz ucu bağlantısı yapılır.

Üst kontak: Üzerinde dişler açılmış olan üst kontak buşon kapağı bu sayede uyumlu olmaktadır. Dip kontak ile aynı metalden üretilmektedir ve üstünde bulunan vidaya tesisata giden faz bağlantısı yapılır.

2.2.4.2. *Viskontak*

Vis kontak: İçerisine buşonun uç kısmı girecek kadar büyüklükte olan dip kontak üzerine takılan malzemedir. Bakır ve pirinçten üretilmiş kenarları porselen olan viskontak daha büyük buşon kullanımını önler.

2.2.4.3. *Buşon*

Devrenin tekrar çalışması için değiştirilmesi gereken ve olası kısa devre, aşırı akım sırasında açma yapan buşonlu sigorta elamanıdır. Her ne kadar bu şekilde kullanımı devam etse de iç tesisat yönetmeliğine göre buşona tel sarılıp tekrar kullanılması yasaktır. Sigorta buşonu porselenden imal edilen Silindir biçiminde ve içi kum ile doldurulmuş olan sigorta buşonu porselenden imal edilmektedir. Silindirik kısmın alt ve üst malzemesi pirinç başlıklar kaplıdır. Kum ortasında erime teli yer almaktadır. Telin bir ucu alt başlığa, diğer ucu dibi delinmiş yay ile bağlı, gözetleme camından görülen, gözetleme puluna bağlıdır. Kısa devre anından tel erir ve kum içerisinde ark önlenir. Tel kopması ile yay boşalır, pul düşer devre açma yapar. Buşon gövdesinde kaç amper olduğu yazmaktadır. Buşonların 3 çeşidi vardır;

Gecikmeli Buşonlar: ASM kalkış anında devreyi korur

Normal Buşonlar: Omik devrelerde kullanılır

Çabuk Buşonlar: Kısa devre sırasında çok hızlı bir şekilde korumada kullanılır [107].

2.2.4.4. *Buşon Kapağı*

Yalıtkan bölümü porselenden, iletken kısmı pirinçten yapılan parçadır. Buşon kapağının üstünde yuvarlak bir cam bulunur. Bu cam, sigortanın atması anında sinyal pulcuğunun fırlayarak yakında bulunan kişilere zarar vermemesi için konmuştur.

2.2.5. Yüksek Gerilim Sigortaları

İletim hatlarında aşırı gerilim, iletken kopması, yıldırım düşmesi, yalıtkan bozulması gibi sebeplerle kısa devreler oluşmaktadır. Ayrıca fazların toprağa yaptığı kaçak arızası sonucu da toprak arızası çıkar. Bütün bu olaylar yüksek gerilim tesislerinde aşırı akımlara neden olur.

Devreye seri bağlanan ve belirli bir akım değerini aştığında eriyerek devreyi açan koruyucu bir elemandır. YG (Yüksek Gerilim) sigortalarının farklı çeşitleri bulunmaktadır. Diğer çeşitlere nazaran daha ekonomik, sessiz çalışma, alev taşması olmaz, filtre vb. ek malzeme gerektirmez ve güvenli olduklarından akım sınırlayıcı çeşidi tercih edilmektedir. YG şalt tesislerinin kısa devre, aşırı akım korumaları için yüksek kesme kapasiteli sigortalar kullanılır. YG sigortalar; çarpma pimli ve optik göstergeli sigortalar olarak imal edilir.

2.2.5.1. *Optik Göstergeli Sigortalar*

Optik göstergeli YG sigortalarında, sigorta atması durumunda kırmızı bir yüksük gözükecek şekilde gösterge kısmına itilir bu şekilde atan sigorta belirlenebilir.

2.2.5.2. *Çarpma Pimli Sigortalar*

Sigorta attığında sigorta içinde ki pim kuvvetle dışarı itilir ve sigorta atması durumu kolaylıkla belirlenir [108].

2.3. HABERLEŞME YÖNTEMLERİ

Anlamlı bir bilginin karşılıklı alışverişine haberleşme denir ve elektronik ortamda gerçekleşen haberleşmeye telekomünikasyon denilmektedir. Teknolojinin hızla ilerlemesi, internet, elektronik cihazların haberleşmesi, elektronik medya iletişim kavramına küresel bir anlam katmıştır [109].

Haberleşme terimi bilginin elektriksel olarak alınması, gönderilmesi, işlenmesi demektir. Haberleşmenin amacı, verici ve alıcıyı birleştirmektir. Bilginin zaman ve uzay içinde kaynak olarak adlandırılan bir noktadan (verici), kullanıcı denilen başka bir noktaya (alıcı) aktarılmasıdır. Haberleşme üç ana kanal üzerinden gerçekleşir. Verici, alıcı ve iletim ortamı.

Verici: Bilgiyi iletilecek biçime getiren, kuvvetlendirme ve kodlamaları içeren devre

Alıcı: Vericiden kodlanarak iletilen sinyali çözerek bilgi sinyalini orijinal şekline getiren devredir

İletim Ortamı: Vericiden kodlanarak gönderilen sinyalin gönderildiği ortamdır. Kablolu-kablosuz olacak şekilde ayrılır.

Günümüzde haberleşmede kullanılan elektronik cihazlar geliştirilmekte olup sayıları da her geçen gün artmaktadır [110].

İletişim protokolleri cihazların birbirleri ile iletişim kurabilmesini sağlar. Örnek olarak; Thread, WİFİ, Bluetooth, Zigbee, 6LoWPAN (WPAN- Wireless Personal Area Network), Z-Wave verilebilir. Birlikte çalışma yazılımların ve veri formatının aynı olmaması durumunda sorun yaratabilmektedir. Örnek olarak verilen her çalışma farklı çözümler getirmektedir ve birisine en iyi protokol demek uygun değildir [111].

Kablolu izleme sistemleri, pahalı iletişim kablolarının kurulmasını ve düzenli olarak

korunmasını gerektirir ve bu nedenle yüksek maliyetlerinden ötürü bugün yaygın bir şekilde uygulanmazlar [112]. Bu durum özellikle uzak mesafe haberleşme gerektiren sistemlerde geçerlidir. Kablosuz haberleşme teknolojisi kapsama alanı ve veri iletim hızı açısından gelişme gösterdikçe kullanımı daha da yaygınlaşacaktır.

2.3.1. Kablolu Haberleşme

Kablolu haberleşme; bakır, koaksiyel, bükümlü (twisted pair), fiber optik kablolarla veri iletimi gerçekleştirilmesidir. Veri iletimi kabloların bağlı olduğu cihazlar arasında gerçekleşir. Kullandığımız ev telefonları, kablolu internetler ve en basit örneği olan bilgisayarımıza cep telefonumuzdan video, fotoğraf ve ses gibi verileri iletmek için kullandığımız USB (Universal Serial Bus) kablolar benzer birçok örnek verilebilir.

Endüstride Kablolu Haberleşme;

Geleneksel iletişim ağları; bilgisayarlar, çevre birimleri ve diğer cihazlar arasında veri aktarımı için kullanılmaktadır. Büyük kurulumlar ile gerçekleştirilen endüstriyel haberleşme protokolleri veri bütünlüğü ve gerçek zamanlı kontrol sağlaması için tasarlanan özel bir ağdır. Örnek olarak; Uart, Fieldbus, As-i, Modbus, Rs, Ethernet, Devicenet, Profibus, Canbus, Controlnet, Hart, PLC (Programmable Logic Controller) verilebilir.

2.3.1.1. *Fieldbus*

Karmaşık otomatik endüstriyel sistemlerde gerçek zamanlı dağıtılmış sistemler için kullanılan yerel kontrol alanı ağıdır. Fieldbus sistemlerinde aynı segmente ait birden fazla cihaz için iki kablo yeterlidir. [113].

2.3.1.2. *Modbus*

Tamamen açık kaynaklı ve ücretsiz olarak kullanılan Modbus farklı türdeki cihazların haberleşmesini sağlamaktadır. Sürücü, PLC, sensör, invertör, otomasyon, scada, sistemlerinin uzaktan kontrolünde kullanılmaktadır. 0 ve 1 verileri voltaj değerine sahiptir. Bu sistemde 1 ana 247 yardımcı cihaz olabilmektedir. Ana cihaz master, yardımcı cihaz slave olarak adlandırılmaktadır. Yardımcı cihazlara birim numarası belirlenir. Ana cihaz yardımcı cihazdan gelen verilere başka bir yardımcı cihaz kontrolü sağlayabilir. RS232 seri haberleşme ile kullanılmaktadır. 232 kısa mesafeler, RS485 uzun mesafelerde kullanılır. İnternet ve seri port protokolleri ile haberleşme sağlanmaktadır.

2.3.1.3. *Uart*

UART, evrensel asenkron alıcı / verici anlamına gelir ve iki cihaz arasında seri veri alışverişi için bir protokol veya kurallar kümesi tanımlar. İki kablo kullanımı yapılır ve her iki tarafta da toprak bulunur. İletişim çift yönlü, yarı çift yönlü ve tek yönlü olabilmektedir. Asenkron olması en büyük avantajıdır. Bunun yanı sıra aynı bit zamanı olması için iki uç da önceden ayarlanmış hızda iletmelidir. Örnek olarak seri portlar, harici modemler, RS232 ara yüzleri verilebilir [114].

2.3.1.4. *Profibus*

Profibus (Process Field Bus) geniş kapsamlı proses otomasyonu ve üretim için tasarlanmış açık saha bus standardıdır. Siemens'inde içinde yer aldığı PLC üreten şirketler tarafından her geçen gün geliştirilen ve standart olarak kabul edilen bir ağ sistemidir. PROFIBUS DP (dezentrale peripherie): (merkezi olmayan çevresel birimler) otomasyon cihazı ile merkezi olmayan cihazlar arasında hızlı veri alışverişini sağlayan haberleşme sistemidir. RS485, fiber optik altyapısı kullanılmaktadır.

Profibus-PA (PA-Process Automation): Genellikle proses otomasyonunda kullanılan ve mevcutta yer alan haberleşme kablosu ile cihaz beslemesi de yapılan haberleşme çeşitidir. Aynı master içerisinde DP ile çalışabilir. Çalışma sırasında sensörler, motorlar tak-çıkar yapılabilir, iki damarlı kablo kullanılır, 23,8 km optik kablo ile 12 km elektrik kablo ile veri iletilebilir, yüksek hızlı sistemlerde kullanılır, farklı markaların cihazları arasında haberleşme sağlanabilmektedir [115].

2.3.1.5. *Asi*

AS-i (Aktüatör Sensör-Arayüzü), PC, DCS (DCS- Distributed Control System) ve PLC otomasyon sistemlerinde yer alan endüstriyel iletişim protokolüdür. Paralel kablolamaya alternatif olarak en basit yöntemdir. Ucuz basit ve güvenilir bir sistemdir [116].

2.3.1.6. *Canbus*

CANBus (Controller Area Network Bus/Kontrol Alan Ağı Veriyolu) protokolü tek bir kablo ile veri aktarımı yapmaktadır. Yaygın olarak otomotiv sektöründe kullanımı söz konusudur. 100 yılda 1 hatalı mesaj ilettiği tespiti yapılmıştır. Yüksek güvenilirlik sağlar. En yüksek 1Mbit/sn iletişim hıza sahiptir. Otomobil elektroniği, akıllı binalar, sensörler, motor ve laboratuvar ortamları uygulamalarında kullanılır [117].

2.3.1.7. *Rs*

RS-232 kısa mesafeli iletişim uygulamalarında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bilgiler referans seviyesi GND'ye göre belirlenerek RX (Receive) ve TX (Transmit) üzerinden iletilir. RS-232 ile kısa mesafeli ve 115.2 Kbit/sn gibi hızlara, RS485 ile uzun mesafeli yüksek hız gerektiren, fazla alıcı-verici olması gereken uygulamalarda kullanılmaktadır. RS232 dengelenmemiş, RS485 ise dengelenmiş iletim olarak adlandırılır. Dengelenmiş hatlarda vericilerde fark kuvvetlendiriciler, alıcılarda fark alıcılar vardır. Rs-485'de 10 Mbitsn hızında ve 1200 m mesafesinde kullanım sağlanmaktadır. 32 adet alıcı sisteme bağlanabilmektedir.

2.3.1.8. *Devicenet*

DeviceNet PLC/PC gibi daha üst seviyeli aygıtlarla haberleşme yapabildiği gibi düşük seviye aygıtlara da bağlanabilir ve maliyeti düşük, güvenilir, performanslı, kararlı yapıya sahip bir iletişim sistemidir. Çok yönlü iletişim yapısına sahip üretici-tüketici protokoldür. Endüstriyel kontrolörlerle I/O cihazlarını birbirine bağlar ve bu cihazlar arasında iletişim sağlar [118].

2.3.1.9. *Controlnet*

ControlNet ağlarımız, gerçek zamanlı, yüksek verimli uygulamaların taleplerini karşılayan açık kontrol ağlarıdır. ControlNet, kontrolörden kontrolöre kilitlemeyi ve I/O, sürücüler ve valflerin gerçek zamanlı kontrolünü destekler. Ayrıca, yüksek kullanılabilirlikli uygulamalar dahil olmak üzere ayrık ve proses uygulamalarında kontrol ağı sağlar.

2.3.1.10. *Hart*

Hart protokolü analog kablolar vasıtasıyla akıllı cihazlar ve iletişim cihazları arasında dijital veri aktarımı için geliştirilmiştir. Hart kelimesinin Türkçe karşılığı veriyolu adreslenebilir uzaktan dönüştürücü anlamına gelmektedir. Dünya çapında kurulan akıllı cihazların çoğunda Hart özellikleri kullanılmaktadır.

Hart protokolü karşımıza önceleri evlerimizde şimdilerde ise şirketlerde kullanılan sabit hat telefonların ekranında gördüğümüz arayan kimliğini bizlere göstermektedir. Arayan kimliğini analog olarak telefona getiren teknolojiye dayalı olarak 1980 sonlarına doğru ortaya çıktı. Yerleşik kablosuz Hart iletişimi ile gönderilen otomasyonlara kadar ve dahil olmak üzere sürekli ürünleri geliştirmeye tabi tutulmuştur [119].

2.3.1.11. *Ethernet*

Ethernet LAN (Local Area Network) ortamındaki teknolojiyi ifade etmektedir. Ağ bağdaştırıcı kartlar Ethernet kartı olarak adlandırılır ve birimleri, hızları ve diğer standartları belirler. Verilerin kablo ile iletimi sağlanan ethernet haberleşme yönteminde CSMA/CD (Çarpışma Algılayıcısla Taşıyıcı Dinleyen Çoklu Erişim) tekniği kullanılmaktadır. Hızlı ve çok hızlı ethernet çeşitleri bulunmaktadır. Hızlı ethernet; 100Mbit hız ile çalışan ethernet sistemleridir. 100BaseT ve 100BaseFX yaygın olarak kullanılmaktadır. Çok hızlı ethernet ise 1000Mbit/saniye veri aktarımı yapabilmektedir. Birçok gigabit ethernet türü bulunmaktadır ve uygun anahtarlayıcılarla çalışmaktadırlar [120].

2.3.1.12. *Plc*

PLC (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici) fabrikalardaki imalat hatları veya makinelerin kontrolü gibi işleçlerin denetiminde kullanılan özel bilgisayardır. PLC birçok giriş ve çıkışa sahiptir. Sıcaklık farklarına, elektriksel gürültülere, mekanik darbelere dayanıklı olarak üretilmektedirler. PLC programları, milisaniye içerisinde giriş okuyarak yazılıma uygun çıkış verirler [121]. PLC ile PLC'lerin haberleşmesinde en sık kullanılan yöntem RS485'dir. CC-Link yöntemi ile de diğer ekipmanların farklı bağlantıları gerçekleştirilebilmektedir. Haberleşme yöntemlerine örnek olarak; protokolsüz haberleşme, N: N network, paralel link, computer link, port üzerinden haberleşme verilebilir.

2.3.1.12.1. *N: N Network Yöntemi*

N: N Network ile en fazla 50 m mesafe içerisinde 8 PLC birbirine bağlanabilir. Her PLC en fazla 64 bit ve 8 kelime kullanabilir.

2.3.1.12.2. *Paralel Link*

Paralel link, karşılıklı olarak bağlanan iki PLC'nin RS485 kartı ile haberleştirildiği yöntemdir. Aynı zamanda 1:1 bağlantı da denilmektedir. Bu yöntemde yardımcı röle ve veri kaydedicisi bulunmaktadır. Normal ve yüksek hız olacak şekilde 2 farklı bağlantı yapılmaktadır [122].

2.3.2. Kablosuz Haberleşme

İki veya daha fazla nokta arası bilgi iletimi sağlayan haberleşme sistemlerine Kablosuz haberleşme sistemleri denilmektedir. Radyo dalgaları, kumanda ile TV kontrolünden

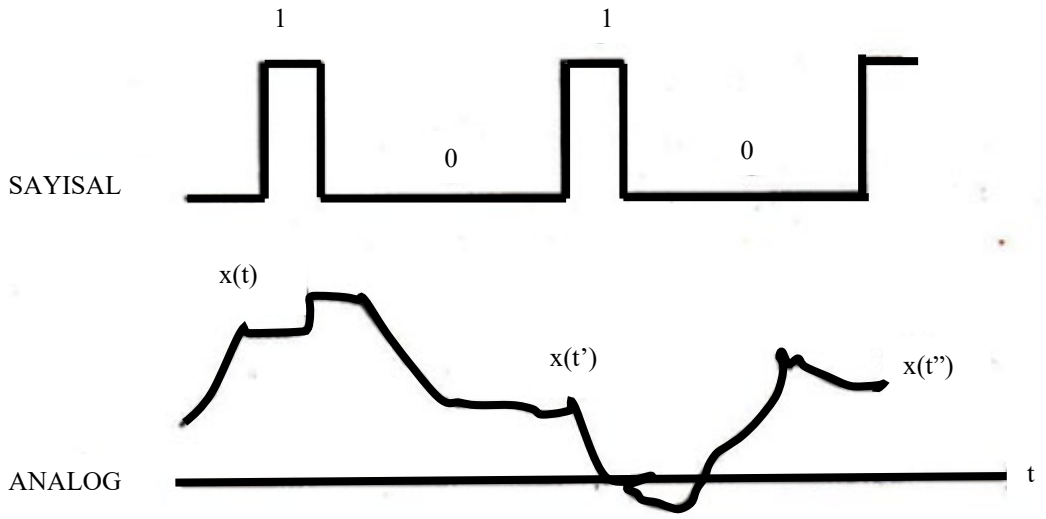
binlerce km uzaklıkta bir kontrole kadar imkân sağlamaktadır. Cep telefonları, sabit telefonlar, kablosuz ağlar, telsizler, bilgisayar Mouseları, GPS vb. örnek olarak verilebilmektedir [123,124].

2.3.2.1. *Sinyal*

Ses sinyali çıkarılan seslerin iletilmesi veya saklanması için elektromanyetik enerjiye çevrilmiş şeklidir ve AF (Audio signal) olarak gösterilir.

2.3.2.1.1. *Analog Sinyal*

Analog sinyal, zaman içinde değişen bir tür sabit dalga şeklidir. Analog bir sinyal, frekans/periyot, genlik ve faz ile tanımlanmaktadır.



Şekil 2.8. Analog ve Sayısal Gösterim.

2.3.2.1.2. *Dijital Sinyal*

Dijital sinyal sürekli olmayan, ayrık zamanlı bir sinyaldir. Tek bir bit oluşturmak için gereken zaman süresini bit aralığıdır. Bit hızı aralıkların çokluğu ile belirlenebilir. Dijital sinyal 0 ile 1 arasındadır. Analog/dijital sinyal Şekil 2.8'de gösterilmiştir.

2.3.2.1.3. Analog-*Dijital Sinyal Farkları*

- Analog sinyaller sinüs dalgası, elektronik bir sinyal kare dalgasıdır,
- Dijital sinyal 0-1 arasındadır, analog sinyalin sabit değildir,
- Dijital sinyal bit olarak analog sinyal dalga olarak iletilir,

- Dijital sinyale bilgi iletimi, analog sinyale ses örnek olarak verilebilir [125].

2.3.2.2. *Modülasyon*

Modülasyon düşük frekans sinyallerinin, yüksek frekanslı taşıyıcı sinyaller üzerine bindirilip uzak mesafelere gönderilmesidir. Faz (PM), Genlik (GM), Frekans (FM) modülasyonları bulunmaktadır.

2.3.2.3. *Kişisel Alan Ağları-PAN*

Personal Area Network endüstri de kullanılan bir standarttır. Birkaç metre mesafede kullanımı olan PAN ağa bağlantı veya diğer aygıtların bağlantısı için kullanılır. Kablosuz olarak; Wave, ZigBee, IrDA, Bluetooth, UWB, kablolu olarak ise FireWire, USB kurulabilir [126].

2.3.2.3.1. *Bluetooth*

Kısa mesafelerde kişisel alan ağları yaratarak sabit ve mobil cihazlar arasında veri alışverişi Bluetooth ile yapılmaktadır. Radyo frekansı (RF) teknolojisi esasına göre çalışmaktadır. 10-100 metre mesafe içerisinde kullanılabilen bu yöntem 2.402-2.480 ghz ISM (Endüstriyel Bilimsel Tıbbi band) frekans bandında çalışmakta olup, ses ve 721 kbps boyutunda veri aktarımı gerçekleştirebilmektedir [127,128].

2.3.2.3.1.1. *Bluetooth 5*

Bluetooth 5.0, kablosuz iletişim araçlarının son sürümüdür. 60 metre içerisinde 1 Mbps hızında veri aktarımını gerçekleştirmektedir. Geçmişte olduğu gibi sıklıkla kullanılmasa da kablosuz olarak cihazlar arası veri aktarımında popülerliğini korumaktadır. Örnek olarak kablosuz mouse, klavye, kulaklık verilebilir [129].

2.3.2.3.2. IrDA

IrDA, kısa mesafede kızıl ötesi ışınlar ile iletişim sağlamaktadır. Bilgi iletir fakat almazlar. Tek yönlü bilgi aktarımı olarak kullanılır. Oldukça ucuz ve karmaşık bir yapıya sahiptir. IrDA cep telefonlarını, yazıcıları, aygıtları, akıllı banka kartlarını, kameraları içerir. Max hız 100 Mbps, bant genişliği ise16 Mbps kadar ulaşabilir [130].

2.3.2.3.3. *ZigBee*

ZigBee; standart sarmal ağlar ile uygulama profilleri kullanılarak kurulan kısa mesafe kablosuz ağ standardı olarak tanımlanır. Düşük maliyet, uyku modu çalışması, güvenilirlik, enerji tasarrufu gibi avantajları bulunmaktadır. ZigBee, otomatik kablosuz

iletişim kanallarının aranmasına ve birçok kablosuz ağın bir arada olmasını sağlamaktadır. 10-75 m mesafede çalışmaktadır. Şifreleme tekniklerinden olan AES128 kullanmaktadır. HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning) sistemleri, aydınlatma sistemleri, sağlık hizmetleri, online ödeme sistemleri vb. sistemlerde kullanılmaktadır. [131].

2.3.2.3.4. *Z-Wave*

Prizler, klimalar, sensörler, ampuller, ısıtma kontrolleri gibi akıllı cihazlar aralarında haberleşmek için Z-Wave protokolünü kullanmaktadır. Düşük enerjili RF kullanımı ile cihazlar arasından haberleşme sağlanmaktadır. 800 – 900MHz RF aralığında çalışırlar. Bu sayede parazit olmamaktadır. Her ülkede aynı frekans olmadığından farklı ülkelerden alınan ürünler ülkenizde diğer cihazlar ile beraber çalışmama ihtimali bulunmaktadır. Çalışma aralıkları araştırılıp cihaz alımı yapılmalıdır [132].

2.3.2.4. *Kablosuz Lokal alan Ağları-WLAN*

Sinyal yarıçapı 100 metre kadar alanlarda kullanılan bilgisayar ağı türüdür. Genellikle haberleşme ve iletişim için kablolu sistemler kullanılan alanlarda erişim, iletişim ağını ve mesafesini genişletmek amacıyla kablosuz ağlar kullanılmaktadır.25-100 metre içerisinde çalışmaktadır. Bir kablosuz yerel alan ağı; Erişim noktası (Access Point), erişim noktalarını bağlamak için kullanılan bir anahtar(switch) ya da yönlendirici (router) ve erişim noktasına bağlanan uç noktalar olarak üç bloktur [133, 134].

2.3.2.4.1. *Kablosuz Modem*

İnternetten gelen verileri alıp RF dönüştürerek içerisinde ki anten ile ortama yayan cihaz kablosuz modemdir. Kablosuz modemler erişim noktası ve kablosuz yönlendirici işlevlerini yapabilirler. Genelde 3'ü 1 arada elemanlardır. Aynı anda tekrarlayıcı, köprü, erişim noktası olarak kullanılabilirler.

2.3.2.4.2. *Access Point-Erişim Cihazı*

Erişim noktaları köprüleme mantığı ile çalışmaktadır. Access Pointlerin kullanım mesafesi olarak 10-500 m ve yine 10-250 kullanıcı yer alabilmektedir.

2.3.2.4.3. *Antenler*

Elektromanyetik dalgalar yaymak/yakalamak için kullanılan elektronik elemana anten denilmektedir. Antenler enerjilerini vericilere bağlı olduklarında güç osilatöründen alırlar. Enerjinin küçük bir kısmı ısıya dönüşür ve arda kalanı anten ile boşluğa yayılır.

Alıcılarda olan antenler ise boşluktaki yayılan elektromanyetik enerjiyi yakalayıp transmisyon hattı aracılığıyla alıcı devreye iletmektir.

2.3.2.5. *Yerleşke Ağ Bağlantısı- MAN*

MAN (Metropolitan Area Networks); içerisinde birçok LAN sistemi barındıran, coğrafi ölçekte LAN ve WAN arasında büyüklükte olan ağ sistemidir. Kamuya açık bir hizmet veya tek bir kuruma bağlı hizmet şeklinde olabilir. Gigabit, kablosuz teknolojiler, 10 Gigabit kullanabilir. Bir şehri olduğu gibi kapsayacak büyüklükte olabilir.

2.3.2.5.1. *WİMAX*

WiMAX noktadan noktaya kablosuz geniş bant erişim için geliştirilmiştir. Pencereye veya çatıya anten kurularak kablosuz geniş bant internet erişimini sağlanmaktadır. Günümüzde kullanımda olan T1 ve ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) alternatif olacağı düşünülmektedir [135].

2.3.2.6. *Geniş Ağ Bağlantısı- WAN*

Dünya üzerinde en geniş kapsama alanına sahip yayılmış ağ yapısı çeşididir. WAN sistemi LAN sistemine nazaran daha yavaştır. DSL (Digital Subscriber Line- Sayısal Abone Hattı) ve Cable (Kablo) teknolojileri kullanılarak 100 Mb'e hız elde edilebilmektedir. Uzak şubeleri birbirine bağlamak için kurumlar bu sistemi kullanırlar. Kablosuz Geniş Alan Ağları genel hatlarıyla iki kategoriye ayırabilmek mümkündür.

- Hücresel İletişim Sistemleri
- Uydu İletişim Sistemleri

2.3.2.6.1. *Hücresel İletişim Sistemleri-Mobil Ağlar (GSM)*

GSM, 212 ülkede milyonlarca insanın kullandığı cep telefonu iletişim protokolüdür. Kullanıcıların aynı hat kullanarak farklı ülkelerle görüşme sağlayabilmeleri en kullanışlı özelliğidir. Tüm GSM standartları, hücresel ağ kullanır ve dolaşım sırasında bile hücreler arası geçiş yapma kabiliyetine sahiptir. Bu sayede kapsama alanı içerisinde olunan süre boyunca iletişim sağlanabilmektedir. Doğu Avrupa ve Avustralya'da 1900 yılları başında başlayan kullanım ardından ABD ve G. Amerika'da da kullanmaya başlandı [136]. 1G sadece ses iletimi için geliştirilmiştir. SMS 'in ilk çalıştığı yenilikte olan 64kbps hızına sahip 2G ise sayısal haberleşmenin ve GSM'in temeli konumundadır. 2G teknolojisine MMS, EDGE, GPRS girmesiyle 2,5 G ve 2,75 G olarak da adlandırılmıştır.

2.3.2.6.1.1. *2G-GPRS*

Mevcut 2G cep telefonu şebekesi üzerinden paket anahtarlamalı olarak veri iletimi sağlayan teknolojidir. Veri alışverişi yapılmaktadır. Saniyede veri aktarım hızı 30-50 Kbps'tir [137]. 2G de kullanılan sinyaller 1G de kullanılan RF değil dijital sinyallerdir. Güvenli bir iletişim kurmak temel amaçtır. SMS ve MMS gibi sistemler 2G sistemleri içerisinde kullanılmaya başlanmıştır [138].

2.3.2.6.1.2. *3G-UMTS*

GSM standardına dayalı ağlar için üçüncü nesil (3G) bir mobil hücresel sistemdir. UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) mobil ağ operatörlerine daha fazla spektral verimlilik ve bant genişliği sunmak için geniş bant kod bölmeli çoklu erişim (W-CDMA) ve radyo erişim teknolojisini kullanır [139,140].

3G'den 4G gelişim sürecinde 3.5G ve 3.75G olarak farklı geliştirmeler olmuştur. 3G ile çalışan bir telefonu 4G ile çalışmaz fakat 4G ile çalışan bir telefon geriye dönük olarak 3G ve 2G ile çalışabilmektedir [141].

2.3.2.6.1.3. *4G-LTE*

Wimax teknolojisinin devamı olan 4G teknolojisi hareketli ve sabit alıcıların yüksek hızda data alışverişi yapabildiği bir teknolojidir. LTE (Long-Term Evolution) teknolojisi MİMO teknolojisine izin vermekte ve LTE+ teknolojinin kullanılmasıyla 4.5 G adıyla anılmaktadır. 1Gbps data hızı sabit, 100 Mbps hız ise hareketli alıcı içindir. 4 G az enerji tüketimi ile geniş kapsama alanında yüksek kaliteli bağlantı, mobil multimedya gibi farklı özellikleri bulunmaktadır. Bu sayede HD (High Definition) konuşma, oyun, video transferi, dosya transferi gerçekleştirilebilmektedir.

2.3.2.6.1.4. *5G*

Artan veri boyutlarından dolayı farklı sistemlere ihtiyaç duyulması sonucunda gigabit seviyesinde hıza sahip 5G teknolojileri geliştirildi. Yapılan çalışmalar 2020 yılına yönelik olmakla birlikte Güney Kore, Japonya, Çin ve AB ülkeleri ortak çalışması ile geliştirme sağlanmaktadır. Yapılan çalışmalar hakkında farklı görüşler olsa da önümüzde ki yıllarda 5G teknolojisinin artan ihtiyaçlar gibi başlıca nedenlerden dolayı kullanımda olacağı tahmin edilmektedir [142].

2.3.2.6.2. *Uydu İletişim Sistemleri*

Yörünge sabit uydular, karasal hatların gidemediği yerlerde, kıtalar arası kablo

sistemlerin devamı olarak ve radyo / televizyon yayıncılığı gibi sivil alanlarda kullanılırken askeri alanlarda da farklı uygulamalarda kullanılmaktadır.

Çizelge 2.7. Uydu Haberleşmesinde Kullanılan Frekanslar (1994-2020).

Frekans	BAND	Uplink Frekansı (GHz)	Down-link Frekansı (GHz)
2500-2700 MHz	S	2,7	2,5
3400-6425 MHz	C	6	4
7250-8400 MHz	X	8,4	7,25
10,95-14,5 GHz	Ku	14	11
17,7-21,2 GHz	Ke	21	18
27,5-31 GHz	K	31	27,5

Uydu haberleşmesi sektörün her alanında kullanılmaktadır. Çizelge 2.7'de uydu haberleşmesinde kullanılan frekanslar gösterilmektedir.

2.3.2.6.2.1. *GPS*

GPS sistemi askeri olarak kullanılmıştır. İlerleyen yıllarda askeri olmayan alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır. Farklı alanlarda kullanılan GPS hayat kurtarıcı sistem olarak da tabir edilmektedir. GPS, tamamen ücretsizdir ve 7/24 değişik hava şartlarında dünyanın herhangi bir yerinde size konumunuzu tam olarak aktarabilmektedir. Araç takip sistemi, dağcılık, askeri projeler, uzaktan takip sistemleri, navigasyon vb. sistemlerde kullanılmaktadır.

Dünya etrafında günde 2 kez dönüş hareketi sağlayan, üçgen yer tespit yöntemi ile konumunuzu belirleyen sistem 24 uydu ile çalışmaktadır. Farklı hata hassasiyetlerinde GPS cihazları bulunmaktadır. Oluşan bu farklılıklar 1 metre olabileceği gibi 50 metre hassasiyetli de olabilmektedir. Sebebi ise uydulardan kaynaklı değil üretimi yapılmış GPS cihazları kaynaklıdır.

2.3.2.6.2.2. *Eutelsat*

Eutelsat, televizyonda bulunan kanalları Avrupa özelinde evlere getiren ilk uydu operatörüdür. 1990 yılında Hot Bird uydusunu Kullanıcılara daha fazla kanal sunabilmek

için konumlandırmıştır. Avrupa içerisinde lider konumda olan Eutelsat Communications şirketi sabit uydu hizmetleri alanında öncü şirketlerdendir. İçerisinde 28 adet uydu bulunan bir filoyu kontrol etmekte; sunduğu farklı olanaklar ile farklı operatör kullanan müşterilere profesyonel çözümler ve genişbant internet erişimi, radyo ve televizyon yayınlarında hizmet sağlamaktadır. Barındırdığı uydular Afrika, Asya, Amerika, Avrupa, Orta Doğu da hizmet sağlamaktadır.

2.3.2.6.2.3. *Inmarsat*

Gemicilik üzerine kurulan sistem olan Inmarsat İngiltere merkezli olarak 1979'da kurulmuştur. Mobil uydu haberleşmesi amacıyla kurulan firma, 2021 yılı itibariyle yörüngede bulunmaya devam eden 4 asıl/4 yedek uyduya sahiptir. Dünya üzerinde%98 kapsama alanına sahiptir. Dünyanın farklı ülkelerinde yer istasyonu bulunan bu sistem 85 ülkeyi üyeliğinde barındırmaktadır ve Türkiye bu ülkeler arasında yer almaktadır. Güncel olarak 300.000 aktif terminali bulunmaktadır. Uluslararası sularda 1999 itibariyle dolaşan tüm gemilerde hizmet vermektedir. Halen faks, ses, teleks, data, mesajlaşma ve yüksek hızlı data amaçlı olarak hava, deniz, kara kullanıcılarına; Inmarsat A, B, C, E, M, D uydu servisleriyle farklı seçeneklerde hizmet verilmektedir.

Türkiye'de bu ürünlerin ticaretini yapan firmalardan gemi sahipleri inmarsat cihazlarını satın almaktadırlar. Satın alınan cihaz Türk Telekom Uydu Haberleşme Dairesi Başkanlığı tarafından verilecek olan inmarsat numarası ile cihazını kullanmaya başlayabilmektedirler. İnmarsat A ve M için yapılan başvurularda TTUHDB cihaz verilerini merkeze yollayarak numara tahsis edilmesi işlemini gerçekleştirir diğer işlemler ülkemizde yapılabilmektedir ve uydu haberleşme başkanlığı numara vermektedir [143].

2.3.2.6.2.4. Iridium

Dünya çevresinde yerleşik 66 adet alçak uyduyla hizmet sağlayan küresel haberleşme sistemlerinden biri olan telefon şebekesidir. Kullanıcılarına yeterince hafif ve ufak ürünlerle iletişim yapabilmelerini sağlar. Sistemin kolaylıkla kullanılabilmesi engelsiz şekilde gökyüzünün Iridium servisi tarafından görülmesiyle gerçekleşir.

Servis özellikleri; SMS, küresel ses, veri, uygun fiyatlı tarifler, 2,4 kbps hız, farklı simkart olanakları, dünyanın her yerinde geçerli olan tek numara olarak sıralanmaktadır. Geliştirilen sistemlerin spesifik olarak kullanıldığı alanların başında inşaat, denizcilik, madencilik, kamu yer almaktadır.

2.3.2.7. *Uzaktan Haberleşme Örnek Uygulamalar ve Makaleler*

2.3.2.7.1. *Uzaktan Algılama Tekniklerinden Yararlanarak Tarımsak Faaliyetlerin İzlenmesi*

İçinde bulunduğumuz bilgi çağında, bilgiye doğrudan ulaşmanın yanı sıra bilgiyi hızlı, güvenilir ve daha az maliyetle temin etmek hedeflenmektedir. Gelişmiş uzay teknolojileri sayesinde uydular aracılığıyla yeryüzü belirli aralıklarla gözlemlenerek geçmişe dönük veri elde etmek ve yeryüzüne ilişkin değişimleri izlemek mümkün hale gelmiştir. Uydu verileri çeşitli analiz süreçlerine dahil edilmekte ve birçok alanda kullanılmaktadır. Yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinin analizi ile bitki örtüsündeki periyodik değişimlerin takibi hızlı, güvenilir ve daha az maliyetle yapılabilmektedir. Bu analizler tarım arazilerinin izlenmesi, ürün deseni belirleme çalışmaları, zamana bağlı ürün veya bitki örtüsü değişiminin saptanması, rekolte tahminleri ve bitki sağlığının izlenmesi gibi çalışmalarda aktif şekilde kullanılmaktadır. Gelişmiş ülkeler ürün tahmini çalışmalarında ileri düzey teknolojiler kullanarak, uydu verileri sayesinde rekolte tahmini yapabilmektedir.

Tarım ürünlerinin rekoltesinin önceden çıkarılması, tarımsal üretim planlaması, ürün taban fiyatı ve spekülasyonların azaltılması bakımından oldukça önemlidir. Ayrıca geniş alanlar üzerinde bu yöntemlerle yapılan analizler kısa sürede yüksek doğruluklu sonuçlara ulaşmamızı sağlamaktadır. Söz konusu çalışmalar, kamunun yanı sıra üreticiyi ve özel sektörü de yakından ilgilendirmektedir. Uzaktan Algılama (UA) teknolojileri ile uygulanabilir hale gelen rekolte tahmini ve bitki sağlığının izlenmesi çalışmaları, son 30 yıldır yoğun olarak araştırılan, yayın üretilen ve hala güncelliğini koruyan bir alandır. Bu çalışmada, ülkemizde ve dünyada UA teknolojileriyle tarım alanında bitki sağlığının izlenmesi ve ürün rekolte tahmini konusunda yapılmış çalışmalar yöntem açısından değerlendirilmiştir [144,145].

2.3.2.7.2. *GSM Kontrollü Akıllı Ev Uygulaması*

Gerçekleştirilen bu çalışma da akıllı ev sisteminin GSM kullanılarak yapılması amaçlanmıştır. Farklı haberleşme yöntemleri kullanılarak oluşturulan sistemde evde bulunan sensörlerden gelen veriler işlenerek anlamlı hale getirilmiş ve sistem içerisinde bulunan yazılım ile mesaj, uyarı vb. çıktılara dönüşmüştür. Örnek olarak sıcaklık, yangın, hareket sensörleri kullanılmıştır. Sensör ve anahtarlardan alınan veriler SMS, wifi, uyarı ışıkları vb. yöntemlerle çıktıya dönüşeceği gibi yazılımsal olarak farklı şekilde tasarlanan

sistemlerde akıllı cep telefonlarına veri aktarımı da yapılmaktadır. Bu çalışmada veriler Android akıllı cep telefonuna iletilmiştir. Ayrıca çalışma da akıllı cep telefonu üzerinden sisteme veri girişi yapılabilindiği de belirtilmiştir. Akıllı ev sistemleri sadece sensör vb. elektronik cihazlardan veriler toplayarak çalışmazlar aynı zamanda kullanıcıların manuel veri girişi ve hatta kullanıcıların yaşantılarını, kullanım benzerliklerini yorumlayarak uygun çalışma koşullarını yerine getirebilirler. Bu sayede kullanıcı manuel veri girişi yapma ve sensörlerden gelen verilere cevap verme zorunluluğunda olmamaktadır. Tasarlanan akıllı ev sistemleri içerisinde bulunan yazılım sayesinde makine öğrenim yöntemi ile her şeyi otomatik olarak gerçekleştirebilmektedir. [146].

2.3.2.7.3. *Kablosuz Vücut Alan Ağları ile Mobil Sağlık İzleme Uygulaması*

Bu çalışma hastaların uzman bir doktor tarafından uzaktan takip edilmesi üzerine gerçekleştirilmiştir. Pandemi dönemi hepimize gösterdi ki sağlık alanında yapılacak olan tüm çalışmalar diğer alanların önünde olmak zorundadır. Neredeyse tüm dünya olarak evlerimizden bile çıkamadığımız dönemlerde birçok alanda uzaktan ve online terimlerini daha sık görmeye başladık. Örnek olarak uzaktan eğitim, online alışveriş vb. verilebilir. Fakat sağlık alanında daha önceleri yapmış olduğumuz gibi fiziksel olarak hastanelere giderek tedavi olmaya devam ettik. Geliştirilen ve geliştirilmeye devam eden sağlık alanında ki projeler içerisinde online doktor, online tedavi vb terimler pandemi sonrası daha sık yer almaya başladı. Bu çalışmalar arasında hastaların uzaktan kontrolü sistemleri de yer almaktadır. Yapılan bu çalışma da hastanın algılayıcılar sayesinde gerekli verileri alınarak işlenip yazılım içerisinde karşılığı doktor bilgisine iletilmektedir. Bu sayede uzaktan kontrol ile hastaların takibi gözlemlenebilmektedir [147].

2.3.2.7.4. *Elektrik Sayaçlarının Uzaktan Okunması ve Enerji Analizi*

Elektrik enerjisi takibinde akıllı teknolojiler, sadece enerji firmalarının kullanabileceği bir sistem olmayıp, aynı zamanda tüketicilerin de faydalanabileceği sistemlerdir. Ev veya iş yeri müşterileri elektrik tüketim değerlerini anlık olarak izleyerek bütçe planlamasını gerçekleştirebilmektedir. Aynı zamanda elektrik dağıtım firmasının faturalandırdığı miktarı da kontrol edebilmektedir. Bu çalışmada, dijital elektrik sayaçlarının tüketim miktarlarının okunması, web ortamına aktarılması ve tüketim değerlerinden çıkarımlar elde edilmesi amaçlanmıştır. Dijital sayaçlardan değerlerin okuması için Arduino Mega geliştirme kartı kullanılmıştır. Alınan verilerin web ortamına aktarılması için Arduino üzerine GSM modül yerleştirilmiştir. Sayaç üzerinden 1 saniyelik periyodlarda gelen

veriler, 15 dakika aralıkla web ortamında bulunan MySQL veri tabanına kaydedilmektedir. Arayüz yazılımı ile veri tabanında bulunan veriler zamansal periyodlarda kullanıcıya gösterilmektedir. Sonuç olarak çalışma ile faturalandırmada oluşabilecek yanlışlıkların önüne geçecektir. Ayrıca tüketim bütçesinin kontrolü ile enerji tasarrufu sağlanması hedeflenmektedir [148, 149, 150].

2.4. ELEKTRONİK KART MODÜLLERİ

2.4.1. Arduino

Arduino İtalyan elektronik mühendisleri tarafından açık kaynak kodlu olarak geliştirilen, herkesin baskı devreleri indirerek kendi devrelerini basabilecekleri dilerlerse şık bir görüntüye sahip hazır basılmış ve bileşenleri yerleştirilmiş şekilde alabilecekleri, esnek, kolay kullanımlı yazılım ve donanım tabanlı bir elektronik prototip platformudur. Açık kaynak; yerleşim planları, varsa üzerindeki programlanabilir elemanların kodları, pcb baskı devreleri, devre şemaları bütün detaylarıyla herkesin kullanımına açılmış ve ticari bir kaygı olmadan tamamen ücretsiz olarak paylaşıma açık bir platformdur.

Arduino geliştirme kartı üzerindeki mikroişlemci (AtmegaXX) Arduino programlama dili (wiring tabanlı) ile programlanır ve bu program Processing tabanlı Arduino Yazılım Geliştirme Ortamı (IDE) yardımı ile Arduino karta yüklenir. Arduino'nun kullandığı dilden bahsedecek olursak, kullandığı dil oldukça basittir, temelde usb üzerinden direkt olarak mikrodenetleyici programlanabilmektedir ve gerçek zamanlı uygulamalar çalıştırılabilir. Programlama yaparken Java üzerine yazılmış güzel, sade bir o kadarda akıllı bir editör tasarlanmıştır bu editörün içerisinde birçok kütüphane mevcuttur ve bu editör geliştiricileri tarafından sürekli güncel tutulması nedeniyle her geçen gün daha kullanışlı ve fonksiyonel hale getirilmiştir.

Bütün bunları göz önünde bulundurduğumuzda çok ileri bir yazılımcı olmadan birçok uygulama Arduino kullanılarak yapabilir. Arduino yazılımının diğer bir güzel yanı ise geliştiricileri tarafından hazırlanan zengin içerikli kütüphanelerdir. Bu kütüphane dosyaları sayesinde, birçok kod yükünden kurtularak, sadece yapmak istediğiniz projenin kodlarına yönelebiliyorsunuz [151].

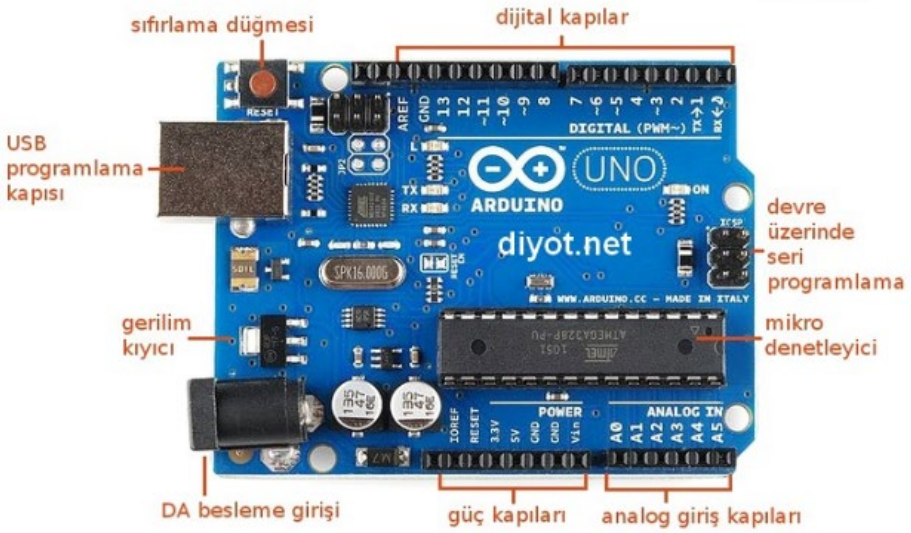
2.4.1.1. *Arduino Uno R3*

Arduino UNO R3, Arduino Uno'un en son çıkan modelidir. Bundan önceki modellerde

(Uno, Duemilanove) bulunan tüm özellikleri desteklemektedir. UNO R3 modeliyle birlikte önceki versiyonlardaki 8U2 modeli yerine 16U2 modeli kullanılmıştır. Bu şekilde daha hızlı veri aktarımı daha az hafıza kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Linux ve Mac bilgisayarlarda Arduino'yu bilgisayara bağlamak için herhangi bir driver'a ihtiyaç yoktur. Windows bilgisayarlarda Arduino IDE yazılımı içinde gelen inf dosyasını bilgisayarınıza tanıtmanız yeterlidir. Bu şekilde Arduino'nuzu bilgisayarınıza klavye, mouse, joystik ve benzeri aksesuarlar gibi takıp kullanılabilir hale getirebilirsiniz.

UNO R3 ekstradan SDA (Serial Data) ve SCL (Serial Clock) pinlerine sahiptir bu pinler kart yerleşiminde AREF (Analog Reference) pininin yanında yer almaktadır. Bununla birlikte kart üzerinde önceki versiyonlardan farklı olarak reset pininin yanına iki yeni pin eklenmiştir. Biri shieldlere kart üzerinden besleme sağlamak için IOREF pini diğeri ise ileride kullanılmak için ayrılmış boş pindir. UNO R3 piyasada bulunan tüm shieldler ile uyumlu olup yeni pinleri ile de bundan sonra üretilecek olan yeni shieldlere de uyumlu haldedir [152].

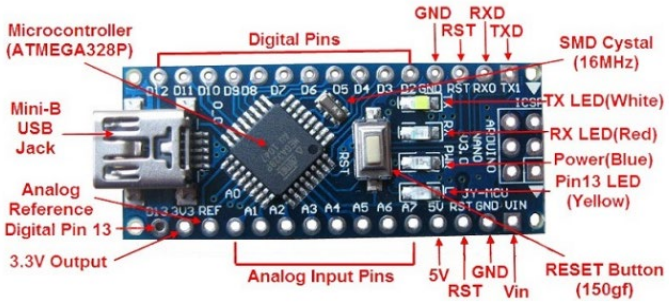
Arduino Uno 'nun 14 tane dijital giriş / çıkış pini vardır. Bu pinlerin 6 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir. Ayrıca 6 adet analog girişi, bir adet 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, power jakı (2.1mm), reset butonu ve ICSP (in-circuit serial programming) başlığı bulunmaktadır. Bir mikrodenetleyici destekleyici tüm bileşenler Arduino Uno'da yer almaktadır. Arduino Uno adaptör, pil veya bir bilgisayara bağlayarak çalışmaktadır. Şekil 2.9'da Arduino Uno R3 'ün bölümleri gösterilmektedir.



Şekil 2.9. Arduino Uno.

2.4.1.2. *Arduino Nano*

Arduino Nano (Şekil 2.10), ATmega328 temelli, küçük, breadboard ve farklı platformlar ile birlikte kullanılabilir. Arduino IDE"si üzerinden rahatlıkla programlanabilmektedir. DC güç beslemesi bulunmamaktadır. Buna rağmen USB kullanılarak besleme sağlanabilir. Aynı zamanda Vin pini üzerinden de 7-12V arası giriş voltajı uygulanabilir. Arduino ile bağımsız olarak interaktif uygulamalar gerçekleştirilebilirsiniz. Aynı zamanda Arduino'yu bilgisayar ile MaxMSP, Flash, C Sharp, Processing gibi birçok yazılım üzerinden ya da kendi yazılımlarınızla haberleştirerek de kullanım sağlayabilirsiniz. Açık kaynaklı arayüz yazılımını internet sitesinden Mac, Windows, ve Linux platformları için indirebilirsiniz [153].



Şekil 2.10. Arduino Nano.

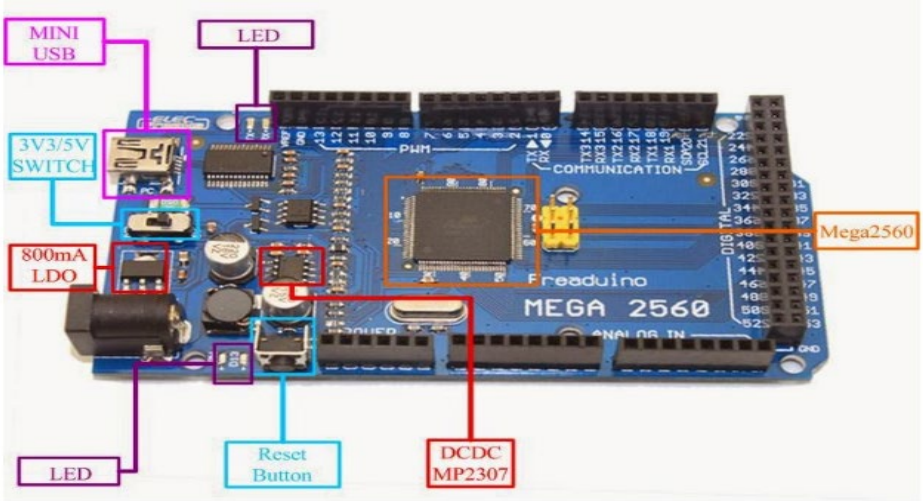
2.4.1.3. *Arduino Mega*

Arduino, Processing/Wiring dilini kullanarak çevre elemanları ile temel çıkış ve giriş uygulamalarını gerçekleştiren açık kaynaklı fiziksel programlama platformudur. Arduino ile bağımsız olarak interaktif uygulamalar yapabilirsiniz. Aynı zamanda Arduinoyu bilgisayar ile Flash, Processing, MaxMSP, C Sharp gibi birçok yazılım üzerinden ya da kendi yazılımlarınızla haberleştirerek de kullanabilirsiniz.

Arduino Mega (Şekil 2.11) 2560 R3, Arduino Mega 2560'ın en son çıkan modelidir. R3 modeliyle birlikte önceki versiyonlardaki 8U2 modeli yerine 16U2 modeli kullanılmıştır. Bu sayede daha hızlı veri aktarımı daha az hafıza kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Mega R3 ekstradan SDA ve SCL pinlerine sahiptir bu pinler kart yerleşiminde AREF pininin yanında yer almaktadır. Aynı zamanda kart üzerinde önceki versiyonlardan farklı olarak reset pininin yanına iki yeni pin eklenmiştir. Biri shieldlere kart üzerinden gerilim sağlamak amacıyla IOREF pini diğeri ise ileride kullanılmak için ayrılmış boş bağlantısız

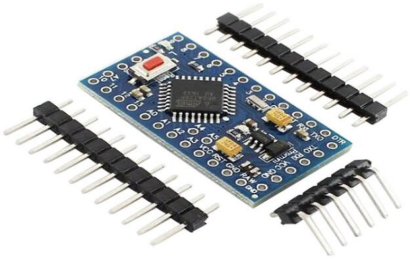
pindir. Arduino Mega tüm shieldler ve Arduino modelleri ile birlikte kullanılan tüm kartlar ile uyumlu olup yeni pinleri ile de bundan sonra üretilecek olan yeni shieldlere de uyumlu haldedir [154].



Şekil 2.11. Arduino Mega.

2.4.1.4. *Arduino Pro Mini*

Arduino Pro Mini; Atmega328 temelli bir mikrodenetleyici kartıdır. Şekil 2.12'de Arduino pro mini gösterilmektedir. Üzerinde 14 adet dijital giriş/çıkış pini (6 tanesi PWM olabilir) 8 analog giriş, 8Mhz kristal ve reset tuşu yer almaktadır. Breadboard üzerinde ve boyutun önemli olduğu yerlerde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Pro Mini üzerinde usb soketi ve programlayıcı yer almamaktadır. Kartı programlamak için USB-Serial Dönüştürücü veya başka usb-seri dönüştürücüler kullanılabilir [155].



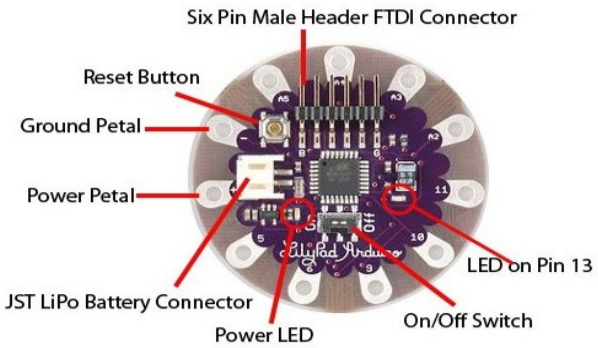
Şekil 2.12. Arduino Pro Mini.

2.4.1.5. *Arduino LilyPad*

LilyPad kumaşa dikilebilen küçük bir Arduino geliştirme kartıdır. Diğer elektronik modüllere veya komponentlere iletken iplikler ile bağlanabilir. Kartın kendisi sert bir

yapıda değildir; belli oranda esneyebilir. Kartı çevreleyen 22 adet gümüşi yaprak benzeri yapı kartın pinleridir ve daha önceki Arduino Lilypad'in 2 misli olacak şekilde çoğaltılmıştır. Bu pinlerin her biri (+ ve- pinleri haricinde) karta bağlanan LED, motor, switch gibi komponentleri kontrol eder. Mikrodenetleyici kartın ortasına yerleştirilmiş kare şekilli Atmega328v entegresi yer almaktadır. Arduino LilyPad diğer Arduino kartlarda olduğu gibi Arduino IDE kullanılarak programlanabilir. 14 Dijital IO (6'sı PWM olabilir), 6 analog giriş kart üzerinde yer almaktadır ve her bir IO için 40 mA sink/source akımı kart tarafından sağlanabilir.

Şekil 2.13'de gösterilen Arduino LilyPad'in kendi gibi ilginç olan bir de icat edilme hikayesine sahiptir. Leah Buechley adında bir doktora öğrencisinin 2005 yılında University of Colorado 'da iletken kumaş ve ipliği bulmasıyla başlamaktadır. Elektrik-elektronik konularının bir sanat tarzına nasıl dönüştürülebileceğini inceleyen Buechley, bahsedilen icattan sonra maskülen elektronik işleriyle feminen kumaş ve dikim işlerinin nasıl bir araya getirilip ilginç tasarımlar oluşturulabileceğinin örneklerini herkese gösteriyor. Bilgisayar bilimindeki doktora çalışmasını bir kenara bırakan Buechley LED matrix display ile çalışmalar yapıyor. 2006 yılında ilk Lilypad prototipi ortaya çıkıyor. O sırada Sparkfun'dan ayrılma arifesindeki Arduino kurucuları, Buechley'in dikilebilir elektronik modül fikrinden etkileniyor ve 2007'de Arduino ilk Lilypad sürümünü çıkarıyor. İşlemcinin SMD paket olarak kullanılması, modülün çiçek şeklinde tasarlanması ve Arduino'nun bazı eklemeleriyle modül bügünkü şeklini almıştır [156].

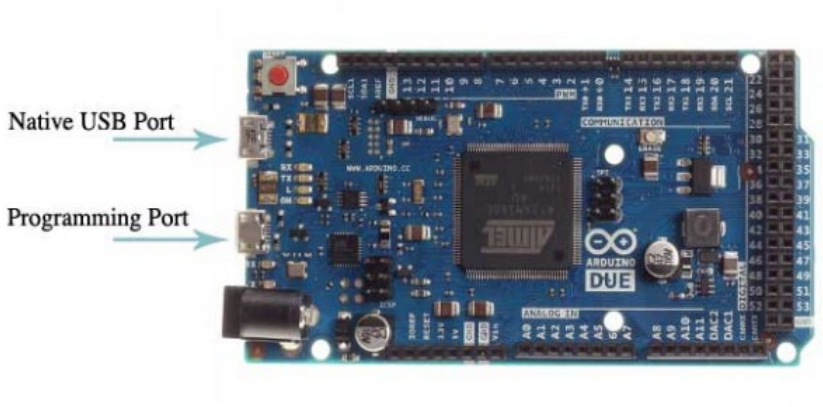


Şekil 2.13. Arduino LilyPad.

2.4.1.6. *Arduino Due*

Arduino Due (Şekil 2.14), 54 dijital giriş/çıkış pinine (12'si PWM), 12 analog girişe, 4 URT (seri donanım), 84 Mhz'lik saate, USB-OTG uyumlu bağlantıya, 2 DAC (Digital

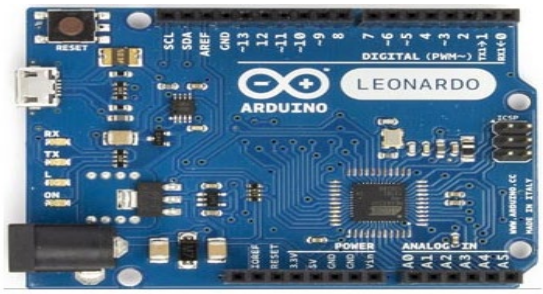
Analog Converter), 2 TWI, güç fişine, SPI başlığına, JTAG başlığına, reset ve silme butonuna sahiptir. Diğer Arduino kartlarından farklı olarak, Arduino Due 3.3 V ile çalışır. 5V gibi yüksek voltajlarda giriş/çıkış pinleriniz zarar görebilir. 3.3V sinyal seviyesinde çalışan her Arduino Shield'i Due ile uyumludur [157].



Şekil 2.14. Arduino Due.

2.4.1.7. *Arduino Leonardo*

Arduino Leonardo (Şekil 2.15)'yu diğer birçok arduino modelinden ayıran en büyük özellik; Atmega32u4 üzerinde dahili usb haberleşme özelliğinin yer almasıdır. Bu şekilde 16u2 gibi ikinci bir usb-seri dönüştürücü işlemcisine ihtiyaç olmamaktadır. Bu sayede sanal com portun (CDC) dışında leonardo bilgisayara mouse, klavye gibi bağlanarak kullanılabilir [158].



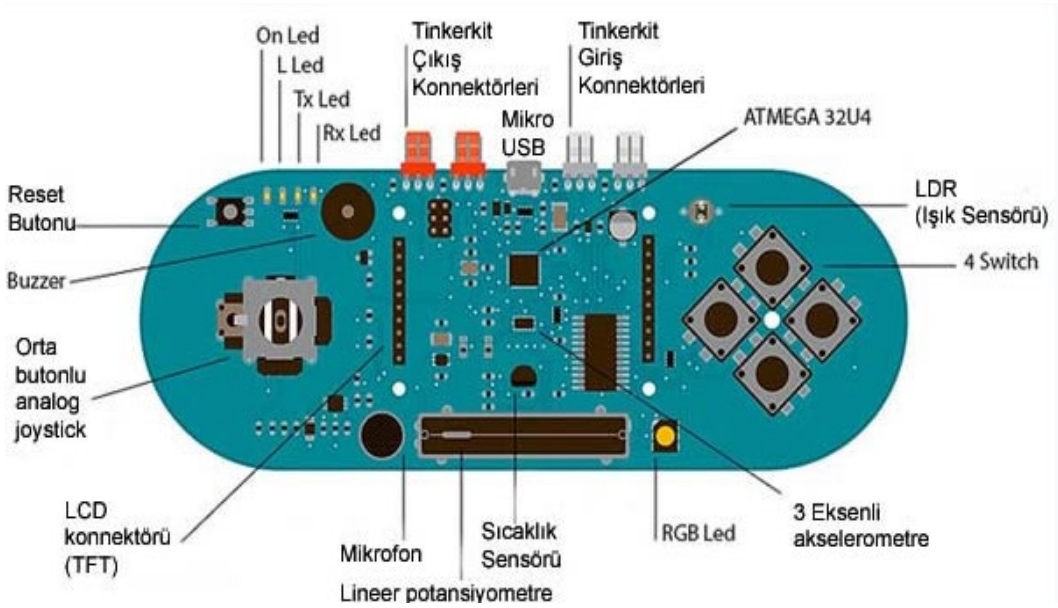
Şekil 2.15. Arduino Leonardo.

2.4.1.8. *Arduino Esplora*

Arduino Esplora, Arduino Leonardo 'dan türetilen bir mikrodenetleyici kartıdır. Arduino Esplora 'nın diğer tüm kartlardan farkı olarak üzerinde kullanıma hazır sensörler yer almasıdır. Arduino Esplora bu yapısıyla özellikle ilk başta elektronik öğrenmeye gerek duymadan, direkt ve hızlıca Arduino üzerinde çalışmak isteyenlere hitap etmektedir.

Arduino Esplora Şekil 2.16'da gösterilmektedir, üzerinde MMA7361L ivme sensörü, 4 buton, bir adet basma butonlu ve iki eksenli joystick, ışık sensörü, TMP36 sıcaklık sensörü, RGB led, buzer, lineer potansiyometre ve mikrofon yer almaktadır. Ayrıca Esplora üzerindeki TinkerKit giriş- çıkış soketleri ve renkli TFT (Thin Film Transistor) LCD (Liquid Crystal Display) ekran konnektörü ile kartın özellikleri arttırılabilir.

Esplora da 16 Mhz'lik kristal osilatör ile ATmega32u4 AVR (automatic voltage regulator) mikrodenetleyici yer almaktadır. Ayrıca kart üzerinde bulunan mikro USB konnektörü ile aynı Leonardo 'da ki gibi klavye veya mouse gibi bir USB aygıtı olarak kullanılabilir. Esplora 'nın sol üst köşesinde bulunan Reset butonu kartın resetlenip yeniden başlatılması sağlanılmaktadır. Kart üzerinde 4 adet LED yer almaktadır [159].



Şekil 2.16. Arduino Esplora.

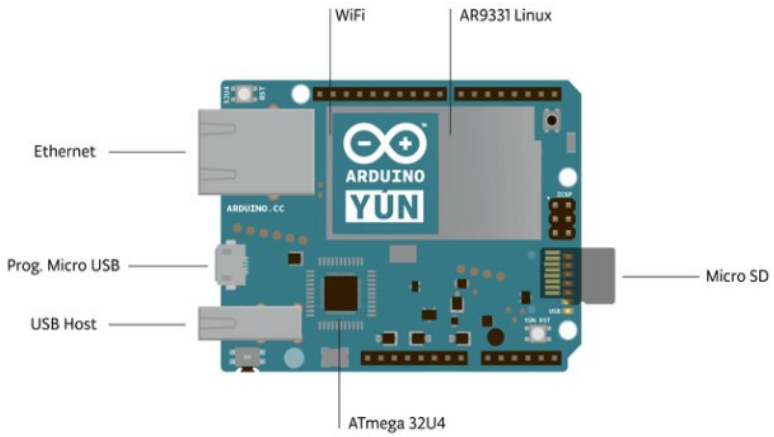
2.4.1.9. *Arduino Yun*

Arduino ailesinin üstün özellikli üyesi; Arduino YUN (Şekil 2.17). Arduino'nun kullanım kolaylığı ile Linux'un gücünün birleştiği Arduino YUN, dahili wifi modülü ve ethernet bağlantısı ile on kaplan gücüne ulaşıyor.

Arduino YUN, Arduino Leonardo kartı üzerine Atheros AT9331 işlemcisi eklenerek ortaya çıkarılmış bir karttır. AT9331 üzerinde Wifi bağlantısını destekleyen ve Wifi'nin Arduino ile kontrolünü sağlayan OpenWRT tabanlı Linino sistemi çalışmaktadır.

Kart üzerinde ethernet, wifi ve USB girişi için USB-A bağlantısı, microSD kart yuvası yer almaktadır. Bununla beraber 20 dijital giriş çıkış pini (7'si PWM ve 12 tanesi ise

analog giriş olarak), 16 MHz kristal osilatör, ICSP pinleri ve 3 adet reset pini yer almaktadır [160].



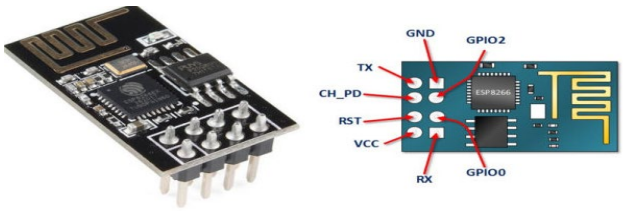
Şekil 2.17. Arduino Yun.

2.4.2. Wifi Modülleri

2.4.2.1. *ESP8266*

Bu modül vasıtası ile hem kablosuz ağlara bağlanmak hem de kablosuz erişim noktası kurmak mümkündür. Şekil 2.18'de gösterilen ESP8266 modülü internete bağlanıp projelerinizi internet üzerinden kontrol edebilmenize imkân tanıyan ufak boyutlara sahip, veri yükleme ve veri çekmeye, Espressif System tarafından SoC (System on Chip) olarak geliştirilen çipi üzerinde barındıran modüldür.

ESP8266 modülü 3.3V gerilim ile çalışmaktadır. Bu sebeple Arduino ile bağlandığı zaman 3.3V çıkış pininden beslenmesi gerekmektedir. Arduino olmadan kullanılabilir ve internete bağlantı sağlanabilir. Bu modülü dilerseniz WIFI bağlantı noktasına bağlanmak için (Client) olarak, dilerseniz bir WIFI noktası olarak (AccessPoint) olarak veya hem Client hem de AccessPoint olarak kullanabilirsiniz. İlk defa 2014 yılında AI-Thinker şirketi tarafından IoT modül haline getirilen çipin ESP8266-01'den ESP8266-14'e kadar çeşitli modelleri bulunmaktadır [161].



Şekil 2.18. ESP8266 Modülü.

2.4.2.2. *Nodemcu*

NodeMCU (Şekil 2.19) üzerinde ESP8266 modülü bulunduran açık kaynak kodlu, ufak boyutlu elektronik geliştirme kartıdır. Üzerinde bulunan ESP8266 Wifi modülü sayesinde internete kolay bir şekilde bağlantı sağlanabilir, bu özelliği sayesinde IoT projeleri ve uzaktan kontrol uygulamalarında sıkça kullanılmaktadır. Düşük güç tüketimi özelliğine sahip olması nedeniyle düşük güç tüketimi ile çalışması gereken projelerde tercih edilmektedir.



Şekil 2.19. Nodemcu Modülü.

2.4.2.2.1. *Nodemcu Uygulamaları*

- Tarayıcı Üzerinden Led Kontrolü
- Bitki, Çiçek Sulama
- Nem ve Sıcaklık değerlerinin Dht11 ile Ölçümü
- Uzaktan Röle Kontrol
- Blynk Rgb Led Kontrolü
- Gaz-Duman Dedektörü
- Servo Motor Kontrolü

2.4.3. GSM Modülleri

GSM şebekesini kullanarak iki ya da daha fazla noktadaki cihazların arasında veri iletimini gerçekleştiren endüstriyel cihazlar GSM & GPRS Data Modem olarak adlandırılmaktadır. GSM şebekesinin kapsama alanının genişliği ve bu teknolojinin artık düşük fiyatlarla kullanılabilir hale gelmesi GPRS Data Modemlerin endüstride yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır. GPRS GSM Modemler aracılığıyla bir SMS ile dünyanın herhangi bir yerinden dünyanın farklı bir yerindeki cihaz açılıp kapatılabilmekte, acil bir durum olduğunda bu durum ilgili kişilere anında e-posta, SMS,

uyarı vb. yöntemlerle aktarabilmektedir. GSM GPRS Modem Kartı, 4 Band GSM GPRS Modem Arduino Kartları ile uyumludur.

2.4.3.1. *Arduino GSM Shield*

Arduino GSM Shield (Şekil 2.20), bir Arduino kartının GPRS kablosuz ağını kullanarak sesli aramalar yapabilmesini ya da alabilmesini (harici mikrofon ve hoparlör gerektirir), internete bağlanabilmesini ve SMS mesajlarını alabilmesini ya da gönderebilmesini sağlar. Arduino GSM Shield de diğer Arduino ürünlerine benzer şekilde açık kaynaklıdır. Arduino GSM Shield, Quectel M10 radyo modem kullanır. Arduino GSM Shield içeren uygulamalar için GSM kütüphanesinden faydalanabilirsiniz. Kart, M10 ile seri haberleşme için dijital pin 2 ve 3 ü kullanır. Pin 2 M10 'un TX pinine, pin 3 ise RX pinine bağlıdır. Modemin PWRKEY pini ise Arduino 'nun pin 7 sine bağlıdır. M10 dört-bantlı bir GSM / GPRS modemidir ve GSM850MHz, GSM900MHz, GSM1800MHz ve PCS1900MHz frekansları ile çalışır. Bir GPRS bağlantısı üzerinden TCP/UDP ve HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) protokollerini destekler. GPRS veri indirme bağlantısı ve yükleme bağlantısı maksimum hızı 85.6 kbps dir [162].



Şekil 2.20. Arduino GSM Shield.

2.4.3.2. *SIM800 GSM Modülü*

SIM800, küresel pazar için tasarlanmış dört bantlı bir GSM/GPRS modülüdür, ancak esas olarak arama/SMS/İnternet bağlantısının GSM işlevselliğini eklemek için mikro denetleyicilerle birlikte kullanılır. Dört frekansta çalışır- GSM 850MHz, EGSM 900MHz, DCS (Distrubuted Control System) 1800MHz ve PCS 1900MHz. SIM800, GPRS çoklu yuva sınıf 12/ sınıf 10'a (isteğe bağlı) sahiptir ve CS-1, CS-2, CS-3 ve CS-4 GPRS kodlama şemalarını destekler.

SIM800, veri aktarımı uygulamaları için çok yararlı olan TCP/IP protokolünü ve genişletilmiş TCP/IP AT komutlarını entegre eder. SIM800, basit AT komutları kullanılarak kontrol edilebilir/konfigüre edilebilir. Bir ana bilgisayar mikro denetleyicisi, UART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) arayüzü üzerinden AT komutları gönderebilir ve SIM800'ü kontrol edebilir.

SIM800, 3.4 ila 4.4V aralığında bir beslemeyle çalışır. Mesaj gönderme/alma, arama yapma, internet üzerinden veri gönderme/alma vb. için kullanılabilir. Bu, ev otomasyonu, tarım otomasyonu vb. uygulamalar için kullanışlı olmasını sağlar.

Çeşitleri ve farkları;

- SIM800C'de bluetooth var,
- SIM800L'de FM var.

Genel özellikler;

• 4 bantlı 850/900/1800/1900 MHz
• GPRS çok yuvalı sınıf 12/10
• GPRS mobil istasyon sınıfı B
• GSM fazına uyumlu 2/2 +
-Sınıf 4 (2 W @ 850/900 MHz)
-Sınıf 1 (1 W @ 1800/1900 MHz)
• FM: 50 KHz ayar adımı ile 76 ~ 109 MHz dünya çapında bantlar
• Boyutlar: 17.6*15.7*2.3mm
•Ağırlık:1.3g
• AT komutları ile kontrol (komutlarda 3GPP TS 27.007, 27.005 ve SIMCOM
•Besleme voltajı aralığı 3.4 ~ 4.4 V
•Düşük güç tüketimi
• Çalışma sıcaklığı: -40 ° c ~ 85 ° c

2.4.3.3. *SIM900 GSM Modülü*

GSM/GPRS Modülü- SIM900 GSM cep telefonu ağını kullanarak iletişim kurmanın pratik bir yoludur. Shield, AT komutları (GSM 07.05, 07.07 ve SIMCOM AT komutları) göndererek UART üzerinden SMS, MMS, GPRS ve ses elde etmenizi sağlar. Kart ayrıca 12 GPIO, 2 PWM, SIM900 modülü ve bir ADC (2V8 logic)'ye sahiptir.

SIM900 GSM/GPRS kalkanı, çok sayıda IoT projesine entegre edilebilen bir GSM modemdir. Normal bir cep telefonunun yapabileceği hemen hemen her şeyi gerçekleştirmek için bu modülü kullanabilirsiniz; SMS metin mesajları, Telefon görüşmeleri yapın veya alın, GPRS, TCP/IP üzerinden internete bağlanın ve daha fazlası. Modül dört bantlı GSM/GPRS ağını destekler, yani dünyanın hemen hemen her yerinde çalışır.

SIM900 modülü, küçük çerçevesine şaşırtıcı miktarda özellik sığdırır. Bunlardan bazıları listelenmiştir:

- Dört bant desteği: GSM850, EGSM900, DCS1800 ve PCS1900
- Herhangi bir 2G SIM ile herhangi bir küresel GSM ağına bağlanın
- Harici bir kulaklık ve elektret mikrofon kullanarak sesli arama yapın ve alın
- SMS mesajları gönderin ve alın
- GPRS verilerini (TCP/IP, HTTP, vb.) gönderin ve alın
- Tam Boy SIM Kartı Kabul Eder [163].

2.4.4. Hareket Algılayıcı Elemanlar

2.4.4.1. *Algılayıcı Nedir?*

Algılayıcılar (“duyarga” da denmektedir) fiziksel ortam ile endüstriyel amaçlı elektrik/elektronik cihazları birbirine bağlayan bir köprü görevi görürler. Bu cihazlar endüstriyel proses sürecinde koruma, görüntüleme ve kontrol gibi çok geniş bir kullanım alanına sahiptirler.

Günümüzde üretilmiş binlerce tip algılayıcıdan bahsedilebilir. Mikro elektronik teknolojisindeki inanılmaz hızlı gelişmeler bu konuda her gün yeni bir uygulama ya da buluş geliştirilmesine olanak sunmaktadır.

Teknik terminolojide Sensor ve Transducer terimleri birbirlerinin yerine sık sık kullanılan terimlerdir. Transducer genel olarak enerji dönüştürücü olarak açıklanır. Sensor ise çeşitli enerji biçimlerini elektriksel enerjiye çeviren cihazlardır. Ancak 1969 yılında ISA (Instrument Society of America) bu iki terimi eş anlamlı olarak kabul etmiş ve “ölçülen fiziksel özellik, miktar ve koşulların kullanılabilir elektriksel miktara dönüştüren bir araç” olarak tanımlamıştır.

1. Mekanik: Ses dalgaboyu ve yoğunluğu, ivme, hız, alan, uzunluk, miktar,

kuvvet, tork (moment), kütlesel akış, Pozisyon, basınç

2. Elektriksel: Akım, endüktans, direnç, voltaj, elektrik alanı ve frekans kapasitans, dielektrik katsayısı, polarizasyon [164].

2.4.4.1.1. *Elektriksel Algılayıcılar*

Nesnelerin veya canlıların hareketlerinin kızılötesi, ultrasonik, mikrodalga, titreşim yönt emleriyle algılanmasını algılanan nesne ve bu algılama sonucunda ilgili mekanizmaların tetiklenmesini sağlayan aktif veya pasif özellikteki sensörlere hareket sensörü denir.

Genellikle kullanılmakta olan hareket sensörleri temel olarak sıcaklık farkını algılayan kızılötesi ve gönderilen farklı dalga boylarındaki sinyallerin ortamdaki nesneden yansıtılarak algılaması olmak üzere 2 çeşittir. Bunun yanı sıra farklı kullanım alanlarına yönelik olarak insanların hareketlerini ve varlıklarını algılamak için kullanılan sensörlerde bulunmaktadır.

Örnek olarak; ses, basınç, ışık, ağırlık, statik yük değişimi algılayıcı triboelektrik yöntemi, kamera ile video analiz, kapasitif değişim analizi gibi farklı algılama yöntemleri de kullanılmaktadır. Pasif kızılötesi sensör (PIR-Passive Infrared veya Pyroelectric) ortamdaki sıcaklık değeri değişimini algılayan ve izleyen bir kızılötesi alıcı sensör ile ortam ve nesne arasında hızlı bir sıcaklık değişimi olduğunda hareketi algılar. En çok kullanılan hareket algılayıcı olan PIR, fresnel lens, kızılötesi algılayışı pieroelektrik sensör, sinyal yükseltisi, zamanlayıcı, sinyali karşılaştırıp tetikleme yapan bir elektronik devre ve çıkış rölesinden oluşur.

2.4.4.1.2 *Mekanik Algılayıcılar*

Sensörler kategorisindeki en basit sensördür. Çalışma prensibi açma-kapama anahtarlarıyla aynıdır. Genellikle yaylı bir sistem engele çarpınca kontakt kapanır ve elektrik iletimi sağlanır. Çıkışı ya elektrik var ya da elektrik yok şeklinde olduğu için dijital bir sensör olarak düşünebiliriz. Swtichler, butonlar bu tür bir mekanik sensör için kullanılabilir. Ataş teli, yay ve biraz uğraşla siz de basit bir mekanik algılayıcı yapabilirsiniz [165].

2.4.4.1.2.1. *Mikro Switch*

Her çeşit cihaz, makina, tezgâh ve aletlerin elektrik devrelerini istenilen anda açmak ve kapamak suretiyle, onların çalışma ve hareketlerini uzaktan veya yakından kumanda ve kontrol imkanını sağlayan “devre kesicileri” ne denir.

Mikro anahtar, çoğunlukla geçici “yay geri dönüşlü” kontaklıdır. İticiye uygulanan kuvvet kaldırılınca kontaklar eski durumuna gelir. Daimî kontaklı olanlarda ise, kontakların eski durumlarına gelmesi için, çalışma kuvvetinin iticiye tekrar uygulanması gerekir.

Mikro anahtarının üzerinde elektrik değerleri yazılıdır. Bu değerler, genellikle 5-25 amperle 125, 250, 380, 500, 600 volt alternatif akım, ayrıca 0,5-0,25 amper ve 125, 250 volt doğru akım arasında değişir. Mikro anahtarların normal olarak üç bağlantı ucu yer almaktadır. Çok devreli olanlarda uç sayısı daha fazladır. İki bağlantı ucu olan mikro anahtar tipi pek azdır. Mikro anahtarların kontak dirençleri çok azdır. Bağlandıkları devrelerin fonksiyonlarına zarar vermezler.

Mikro anahtarlar (Şekil 2.21), çeşitli makina ve cihazların iş emniyetini sağlamak, muhtemel bir kazayı önlemek gayesiyle de kullanılır. Mesela bir buhar kazanının kapağı açık bırakılmışsa brülör devreye girmez. Mikro anahtar, arıza sinyalini verir. Brülörün çalışmasına mâni olur. Çamaşır makinalarında santrifüj kapağı açıldığı taktirde kurutma silindiri durur. Kapak kapanırsa, düğme açıksa silindir döner. Bunu kumanda eden bir mikro anahtar, emniyet tedbiri olarak, olası bir iş kazasını önlemek için kullanılmıştır [166].



Şekil 2.21. Mikro Switch.

3. SİSTEM TASARIMI VE UYGULAMASI

Giriş ve materyal bölümlerinde bahsedilen tüm tanımlar, bilgiler ve çalışmalar doğrultusunda "otomatik elektrik sigortalarının uzaktan izlenmesi" konulu bir tasarım ve uygulama gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen/tasarlanan bu sistem içerisinde genellikle evlerde, işyerlerinde kullanılan ve elektriğin var olduğu her yerde güvenlik amaçlı kullanılması gereken B tipi otomatik elektrik sigortası kullanılmıştır. Otomatik elektrik sigortalarının konumu ön yüzlerinde bulunan hareketli kısmın aşağı-yukarı hareketleri ile belirlenebilmektedir. Aşağı-yukarı konumunu değiştiren otomatik elektrik sigortası açık-kapalı olarak adlandırılmakta ve genellikle konumunun yukarı yönlü olanı açık, aşağı yönlü olanı ise kapalı konumu ifade etmektedir.

Halk arasında kullanılan sigorta atması tabiri otomatik elektrik sigortasının aşağı yönlü/kapalı oluşunu içermektedir. Evlerde, işyerlerinde kullanılan mevcut sistemlerde otomatik elektrik sigorta atması durumu, kullanıcıların sigorta atmasını fark etmesi sonrası otomatik elektrik sigortalarının bulunduğu sigorta kutusunu kontrol etmesi ile gerçekleşmektedir. Aynı durum birden çok daireye sahip binalarda daire içerisinde ki sigorta kutusu değil bina girişinde ki ana panodan sigorta atması tespiti ve endüstri tesislerinde adet olarak fazlaca sigorta içeren elektrik panoları içinde geçerlidir.

Kullanıcılar olası sigorta kutusu/elektrik panosu içerisinde açık/kapalı konumu değiştiren/hareketli kısmı aşağı yönlü olan otomatik elektrik sigortalarını manuel olarak yukarı kaldırarak sistemi tekrar enerjilendirmekte/çalışır konuma getirmektedirler.

Tasarlanan sistemde; açık/kapalı konumu değişen, hareketli kısmı aşağı yönlü olan ve halk dilinde ki tabiri ile atan otomatik elektrik sigortalarının ön yüzüne hareketi algılayacak şekilde mekanik switch yerleştirilmiştir. Otomatik elektrik sigortalarının değişen açık/kapalı konumu algılayıcı elektronik sensörler kullanılarak da yapılabilmektedir. Burada amaç açık/kapalı konumu değişen/hareketli kısmı aşağı yönlü olan/halk dilinde atan otomatik elektrik sigortalarının konum değişiminin içerisinde yazılım barındıran ana devreye iletilmesidir. Otomatik elektrik sigortaları Şekil 1.3'de gösterildiği gibi dikdörtgen yapıya sahiptir. Şekilde kurma kolu olarak tarif edilen kısım ise otomatik elektrik sigortalarının tekrar kurulmasını/enerjilendirilmesini sağlayan hareketli bölümdür. Otomatik elektrik sigortasının sigorta kutusuna montajı sonrası hareketli kısmı ön yüzünde bulunmaktadır. Hareketli kısmın montajlı şekliyle aşağı

yönlü/kapalı/atmış olduğu konuma algılayıcı eleman vazifesi gören mekanik switch montajlanmış/sabitlenmiştir. Bu çalışmada sabitlenme işlemi mekanik switch ‘in otomatik sigorta ön yüzünde bulunan hareketli kısmın alt tarafına gelecek şekilde sıcak silikon ile sabitlenmesi şeklinde yapılmıştır. Sabitleme işlemi Şekil 3.1.b’de gösterilmiştir. Bu sayede otomatik elektrik sigortası atması/aşağı yönlü konum değiştirmesi/kapanması halinde switch algılayıcı eleman vazifesi görmekte ve kablolar ile ana devre kartında bağlı olduğu giriş pinine sinyal iletmektedir. Mekanik switche iki adet kablo bağlantısı yapılmıştır. Kablolardan biri ile mekanik switche 5V enerji gelmektedir. İkinci kablonun bağlantısı ise arduino üzerinde bulunan giriş pinlerinden birine bağlanmıştır. Mekanik switch üzerine gelen voltajı otomatik elektrik sigortası atması/kapanması/aşağı yönlü hareket etmesi durumunda bir nevi anahtar görevi görerek arduino giriş pinine iletmektedir. Sabitleme işlemi farklı şekilde ölçülendirme/tasarım yapılarak da gerçekleştirilebilmektedir. Farklı boyut ve adetlerde sigorta barındırma özelliğine sahip sigorta kutuları/elektrik panolarının ön kapak tasarımları yapılarak algılayıcı mekanik switch yerleşimi yapılabilmekte bu sayede birden fazla otomatik elektrik sigortasının açık/kapalı konumu/atması durumu/aşağı yönlü olması durumu uzaktan izlenebilmektedir. Yapılan tasarımlar 3D (Üç boyutlu) yazıcı veya kalıplama ile fiziksel olarak kullanılacak hale getirilebilmektedir. Yapılacak olan tasarımda otomatik elektrik sigortalarının her birine ayrı ayrı switch konulacağı unutulmamalıdır. Ayrıca tasarım otomatik elektrik sigortaları ön-alt kısmına/aşağı yönlü hareket ettiğinde switche temas edecek kısma yapılmalı ve fiziksel çıktı alındıktan sonra switch basma durumu kontrol edilmelidir.

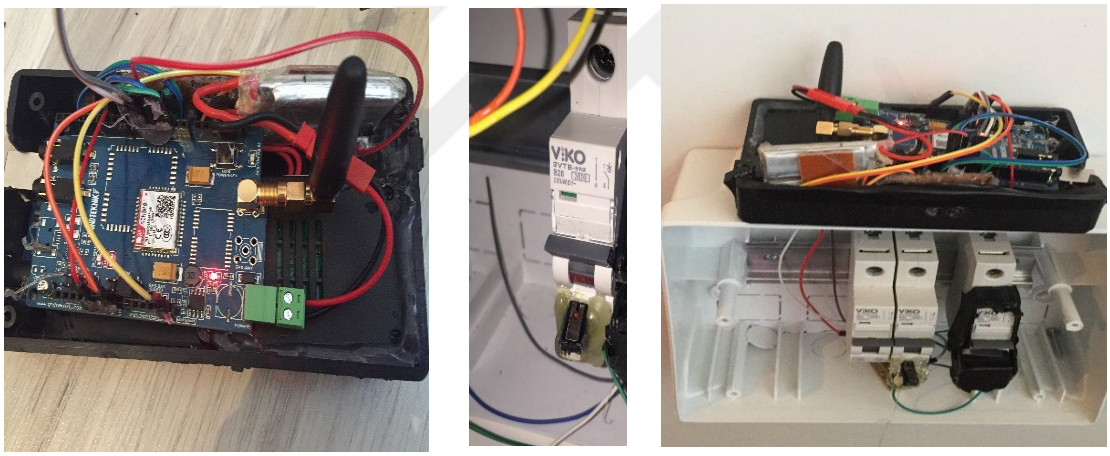
Açık/kapalı konumu değişen/aşağı yönlü hareket eden/halk dilinde atan otomatik elektrik sigortaları mekanik switch algılayıcısından gelen sinyali içerisinde bulunan yazılım sayesinde algılamakta ve yazılım içerisine daha önceden kaydedilen cep telefonu numarasına SMS mesajı olarak Şekil 3.3’de olduğu gibi iletmektedir. Mekanik switchden gelen sinyal arduinonun giriş pinlerine iletilmektedir. Giriş pinlerine gelen sinyali algılayan arduino daha önceden sisteme tanıtılan pin ve sigorta numaralandırmasına göre SMS iletimi yapmaktadır. Elektronik kart terimi Arduino Uno ve SIM800 GSM modülünü içermektedir. Modüler yapıları sayesinde bu iki elektronik kart birleştirilebilmekte ve bu sayede içerisine yazılım yüklenebilmektedir. Yazılım yükleme bilgisayar ve arduino arası veri aktarımını sağlayan arduino programlama kablosu ile yapılmaktadır Yazılım yükleme işlemi bir ucu Type A diğer ucu Type B olan USB kablo

ile yapılmaktadır. Kablonun Type A kısmı yazılımın yazıldığı bilgisayara diğer ucu ise arduinoya bağlanmaktadır. Kablo bağlantıları sayesinde arduino içerisine daha önceden bilgisayar ortamında arduino ara yüzünde yazılmış olan yazılım yüklenebilmektedir. Şekil 3.1.a 'da GSM modülü gösterilmektedir. GSM modülü içerisine haberleşme sağlaması için kullanıma açık SIM kart yerleştirilmiştir. SIM kart yerleştirmek için GSM modülü üzerinde bir yuva bulunmaktadır. Bu çalışmada şahıs adına kayıt edilmiş SIM kart kullanılmıştır fakat geliştirilen ve akıllı ev sistemlerinde de kullanılan telefon operatörlerinin özellikle şirketlere satışını yapmış olduğu genellikle veri aktarımı görevini gerçekleştiren M2M hatlar bulunmaktadır. Toplu olarak satışı yapılan bu hatlar genellikle akıllı ev sistemlerinde, güvenlik alarm sistemlerinde, uzaktan izleme araç takip sistemlerinde kullanılmaktadır. Arduino uno ile pinleri sayesinde modüler olarak birleştirilen GSM modülü; mekanik switchden gelen sinyalin algılanmasıyla yazılım içerisine kaydedilen cep telefonu numarasına içerisinde ki SIM kart sayesinde SMS iletimi gerçekleştirmektedir. İstenildiği taktirde yazılım içerisinden SMS gönderilecek cep telefonu numarası değiştirme işlemi de yapılabilmektedir. GSM modülü içerisinde bir adet antende bulunmaktadır. Bu çalışma bir adet switch kullanılarak yapılmıştır fakat modül üzerinde ki giriş pinleri kadar ekleme yapılabilir. Modüler yapısı sayesinde eklenebilen modüller ile giriş pinleri de çoğaltılabilmektedir. Gerçekleştirilen sistem de tüm bu sistemin çalışması için bir adet batarya da kullanılmıştır.

Otomatik elektrik sigortalarının açık/kapalı konumunun değişiminin/hareketli kısmının aşağı yönlü olmasının uzaktan izlenmesini sağlayan ve bu çalışmada tasarlanan sistem elektrik sigorta kutuları/elektrik panolarının içerisinde yer var ise içerisine yer bulunmuyorsa kablo ile bağlantı yapılacak kadar yakınına Şekil 3.1.c'de ki gibi montajlanmalıdır. Bu çalışma içerisinde montajlamada sıva üstü sigorta kutusu kullanıldığı için sigorta kutusu üzerinde 3D yazıcı ile fiziksel çıktı alınan içerisinde elektronik kartları barından plastik devre kutusu kullanılmıştır. Kutu içerisinde arduino uno, GSM modülü, batarya, kablolar bulunmaktadır. Arduino içerisinde ki yazılımın değiştirilmesi veya yeni yazılım yükleme sırasında kolaylık olması açısından kutu kenarına Type B USB kablo girecek kadar açıklık da bırakılmıştır. Kutunun üst kapağında anten çıkışı için ayrıca bir delik bırakılmıştır.

Gerçekleştirilen bu uygulamada özetle otomatik elektrik sigortaları hareketli kısımlarına sigortanın aşağı yönlü hareketini algılayacak mekanik switch yerleştirilerek otomatik elektrik sigortası atması durumunda yazılım içerisinde kayıtlı cep telefonu numarasına

sigorta atması bilgisi SMS ile gönderilmiştir. Çalışmaya ait örnek resimler Şekil 3.1 [a, b, c]'de verilmiştir. Şekil 3.1.a arduino uno ve GSM modülü, batarya ve switch kablolarının üstten görünümünü kısaca sistemi göstermektedir. Şekil 3.1.b ise yukarıda bahsedilen mekanik switchin sıcak silikon ile otomatik elektrik sigortası ön yüzünde bulunan hareketli kısmın alt bölümüne yerleştirilmesini göstermektedir. Şekil 3.1.c'de sigorta kutusu ve elektronik kartların bulunduğu kutu kapakları açık olacak şekilde sistemin açık şekli gösterilmektedir. Sistem içerisine aktarılan kodlamalar Şekil 3.2'de ve sms gönderimi Şekil 3.3'de gösterilmektedir. Sistemde bulunan kodlama ve sms şekillerinde gözüken SMS gönderimi; sistem açıldı, sistem kapandı, x'nci sigortanız atmıştır lütfen kontrol ediniz şeklinde olmaktadır. Burada "x" sisteme tanıtılan otomatik elektrik sigortalarının hangisinin konumunu değiştiği/attığı/aşağı yönlü hareket ettiği durumunu ifade etmektedir. Tasarlanan sistem; yazılım içerisine tanıtılan x adet otomatik sigortanın açık/kapalı konumunun değişmesi durumlarının SIM800 GSM modülü ile uzaktan izlenmesini ve kullanıcı bilgilendirmesi yapmasını kapsamaktadır.



a) b) c)

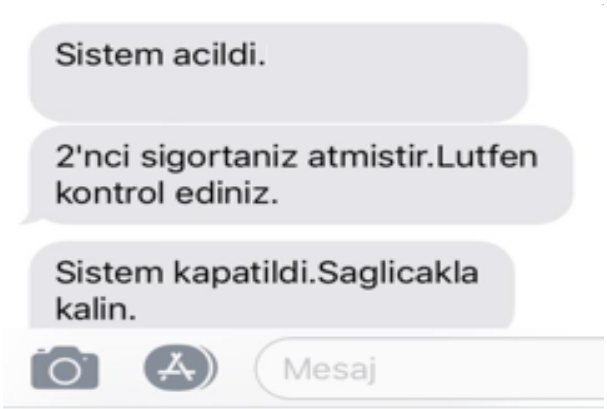
Şekil 3.1. Sistem a) Sistem Açık Gösterim b) Switch Kullanımı c) Sistem Tasarımı.

3.1. SİSTEM KODLAMASI

Sistem kodlaması Arduino Uno elektronik kartı içerisine EK-1'de olduğu gibi USB kablo yardımı ile aktarılmıştır. Yazılım içerisinde sistem açıldı, sistem kapatıldı, x'nci sigortanız atmıştır kontrol ediniz SMS atma kodlamaları bulunmaktadır. Elektronik kartların 5. pini kullanılmıştır. Sistemin çalışması için kullanılan bataryanın doluluk oranının %20 altına düşmesi halinde uyarı kodu da bulunmaktadır. Sistem çalıştığını

gösteren kırmızı ve yeşil ledler de bulunmaktadır. Kodlama düşük güç modu ile çalışma sağlanması için uyku modunda çalışmakta bu sayede sürekli enerji tüketimi yapmamaktadır.

3.2. SİSTEM SMS BİLGİLENDİRMESİ



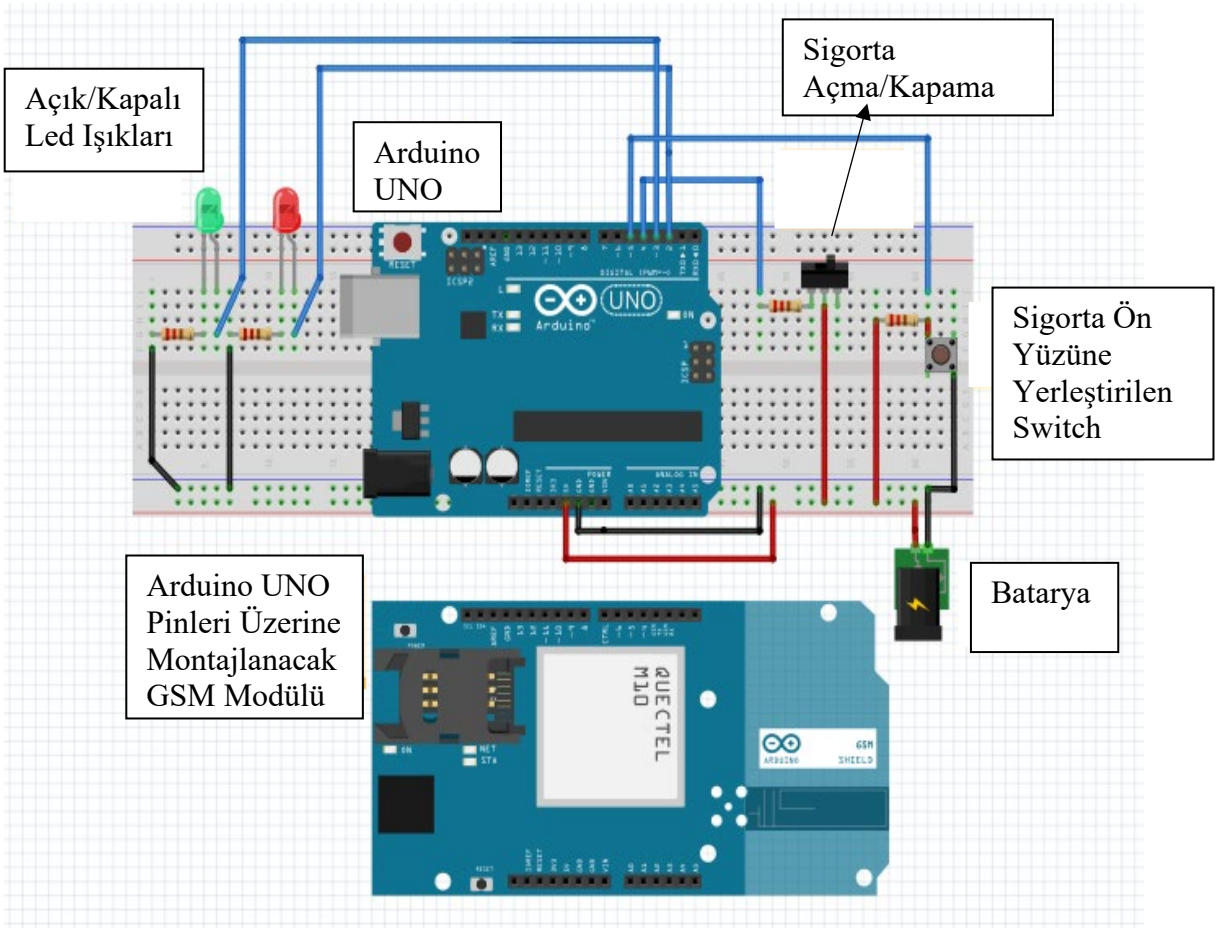
Şekil 3.2. Sistem SMS Bildirimi.

Şekil 3.3'de sistemin açılması, kapatılması ve x'nci otomatik sigorta atması durumunda sistem içerisinde bulunan cep telefonu numarasına gönderilen kısa mesaj gösterilmektedir.

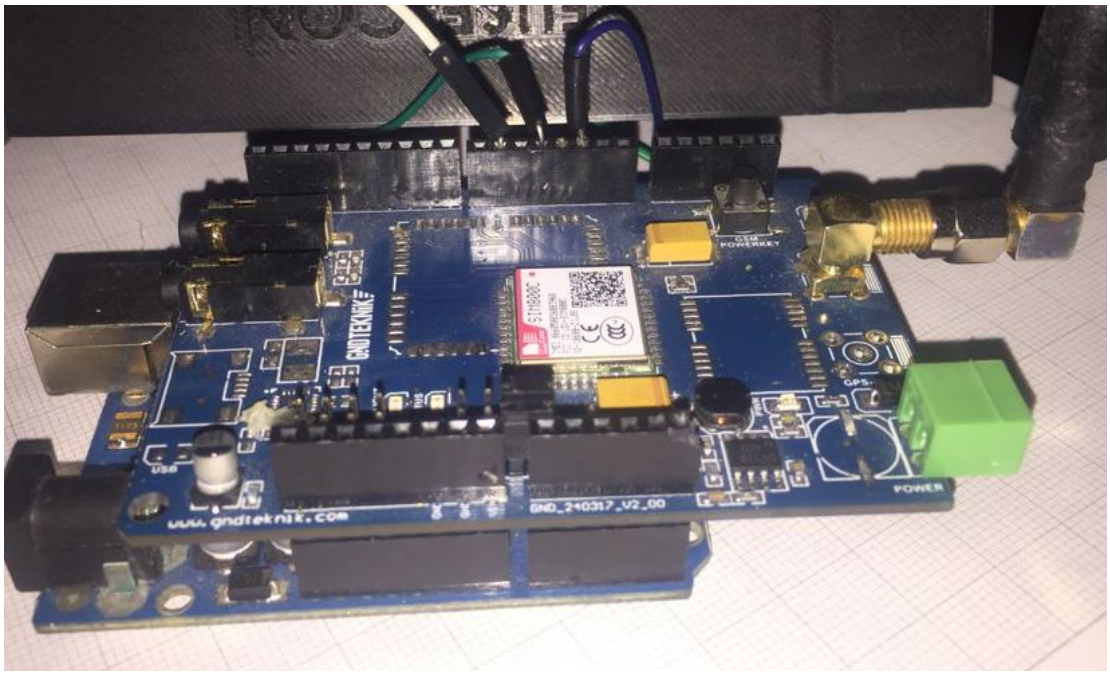
3.3. DEVRE ŞEMASI VE AKIŞ ŞEMASI

Devre şeması Şekil 3.4'de gösterilmektedir. Çalışmada kullanılan ve şekilde de belirtilen arduino uno ve gsm modülü elektronik kartları modüler yapıları sayesinde birleştirilebilmektedirler. Bu çalışma da yazılım arduino uno üzerinden yüklenmiştir fakat giriş pinleri gsm modülü üzerindedir. Çalışmada kullanılan gsm modülü giriş pinleri 5, 6, 9, 10, 12, 13, A0, A1, A2, A3, A4 olarak yer almaktadır. Şekil 3.4'de temsili olarak gösterilen gsm modülü çalışmada kullanılan gsm modülü ile aynı olmaması sebebiyle Şekil 3.5'de bu çalışmada kullanılan GSM modülü gösterilmektedir. Çalışmada kullanılan kırmızı ve yeşil led ışıklar sistemin açık/kapalı durumunu göstermektedir.

Gerçekleştirilen çalışmanın çalışma akış şeması EK-2 de aktarılmıştır. Sırasıyla sistem kurulumu, enerji kontrolü, kırmızı ve yeşil ışık yanması kontrolü, sigorta atması kontrolü ve x'nci sigortanız atmıştır lütfen kontrol ediniz sms gönderilmesi olarak yer almaktadır.



Şekil 3.4. Arduino Devre Şeması.



Şekil 3.5. Arduino Uno ve GSM Modül Devre Bağlantıları.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Hızla gelişen ve değişen teknolojiler bazı yeni problemleri ve ihtiyaçları doğurmuştur. Gelişen günümüz dünyasında "akıllı" kavramı ise daha sık yer almaya başlamıştır. Akıllı evler, akıllı şehirler, akıllı araçlar en sık duyulan ve hayata geçirilen örneklerdir. Tüm bu sistemler, projeler insan hayatını kolaylaştırmak adına geliştirilmektedir.

Geliştirilen sistemlerin birçoğunun elektrik enerjisi ile çalışması elektriğe olan ihtiyacın her geçen gün artmasına neden olmuştur. İhtiyacın artmasıyla birlikte bazı elektrik güvenlik elemanları ile kullanıcıları tehlikelerden koruma ve olası maddi/manevi zararları önleme konusu da önem arz etmektedir. Elektrik kullanılan yerlerde insanların ve aygıtların güvenliğinin sağlanması da gerekmektedir. Elektrik kullanılan tesisler, normal çalışması ya da bir öğesinin arızalanması sırasında insan ve aygıtlar üzerinde tehlike yaratmamalıdır.

Elektrik de güvenlik terimi; insan hayatı koruma, yangına karşı koruma, elektrik aygıtı koruma olarak incelense de genel itibari ile tüm terimler canlı hayatı korumaya yönelik olmaktadır. Çünkü canlı kavramı en değerli varlıktır. Koruma tabiri ise genellikle elektrik cihazlarının sistemsel (aşırı akım, aşırı gerilim) inceleme ve önlemler alınmasını içermektedir.

Elektrik, günlük hayatta kullanıma farklı evrelerden geçerek gelmektedir. Üretilen elektrik; iletim ve dağıtım hatları vasıtasıyla evlerimize, işyerlerimize kadar ulaşmaktadır. Kullandığımız elektrik sistemleri içerisinde en önemli elektrik koruma aygıtı ise otomatik elektrik sigortasıdır. Sigortalar alternatif ve doğru akım devrelerinde kullanılan cihazları ve bu cihazlara bağlı iletkenleri koruyarak olası güvenlik açıklarından ve maddi/manevi zararlardan kullanıcıları korumaktadır. Otomatik elektrik sigortaları bir güvenlik elemanı olmakla birlikte anlık voltaj dalgalanmaları, kısa devreler, elektrik git-gel yapması, yıldırım şimşek gibi doğal olayların olması durumlarında da açık/kapalı konumunu değiştirmekte/atabilmekte ve elektrik enerjisini kesebilmektedir. Voltaj dalgalanmaların iletim hatlarında oluşabilecek arızalar veya git-gel ile, kısa devreler elektronik cihazların yıpranması, eskimesi, kabloların kopması, kullanıcıların kısa devreye yol açması ile oluşmaktadır. Elektrik enerjisinin kesilmesi durumları birçok alanı etkilemekle birlikte sosyal düzen üzerinde de kısa-orta-uzun süreli olumsuz etkileri bulunmaktadır.

Örnek olarak;

- Makineye bağlı yaşamını sürdüren hastalar,
- Üretim yapılan tesisler,
- Trafik sinyalizasyonu,
- Telefon ve İnternet haberleşmesi,
- Evlerde bulunan elektrikli cihazlar verilebilmektedir.

Gerçekleştirilen bu çalışma da otomatik elektrik sigortalarının açık/kapalı konumunun SIM800 GSM modülü ile uzaktan izlenmesi sağlanarak olası elektrik sigortası kaynaklı maddi/manevi zararların önlenmesi, kullanıcı bilgi aktarımı yapılması gerçekleştirilmiştir. Günlük yaşamda olmazsa olmaz olarak nitelendirilen elektriğin sebebini bilmediğimiz bir nedenle enerjiyi kesmesi ve bu sorunu bulma süremizin uzun olması maddi/manevi birçok etki yaratmaktadır. Otomatik elektrik sigortalarının açık/kapalı konumunun değişmesi durumunun saniyeler içerisinde bilgilendirmesi yapılarak olası zararlar en aza indirilebilmektedir. Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde ki temel amaç elektrik kullanıcılarının otomatik sigorta kaynaklı zararlarının en aza indirilmesidir.

Tekniğin bilinen durumunda otomatik elektrik sigortalarının açık/kapalı konumunun değişimi;

* Büyük endüstri tesislerinde kurulan genellikle kablolu uzaktan izleme sistemleri,
* Akıllı ev sistemlerinde enerjisi kesilen elektrikli cihaz uyarısı,
* Akıllı tabiri içerisinde olmayan evlerde veya işyerlerinde ise elektrik kesintisinin kullanılan elektrikli cihazların çalışmamasının kullanıcılar tarafından fark edilmesi ile belirlenmektedir.

Örneğin mevcut durumu göz önünde bulundurarak otomatik sigorta kullanılan bir evde hane sakinlerinin akşam oturduğu ve televizyon izlediği bir zaman diliminde birden ışıkların ve televizyonun kapanması durumu düşünülsün. Öncelikle sorunu bulmak için aile fertlerinden biri farklı bir ışık yakacak eğer o ışıkta yanmıyorsa sorunun otomatik sigortalardan birinin atmış olmasını düşünerek evin içerisinde bulunan sigorta kutusunu kontrol edecektir. Eğer sigorta kutusu içerisinde herhangi bir otomatik sigorta atmamışsa elektriğin gittiğini öğrenecek eğer atmış ise manuel kaldırma işlemi ile sistemi tekrar enerjilendirecektir. Kullanıcı eğer bir binada oturuyorsa elektriğin gittiğini düşünmeden

önce bina ana panosuna gidecek orada herhangi bir otomatik sigortanın atıp/atmadığını kontrol edecektir. Farklı bir seçenek olarak ana panoya gitmeden önce komşusunun kapısını çalarak veya camdan dışarıyı kontrol ederek diğer apartmanlarda elektrik olup olmadığına bakacaktır. Tüm bu işlemler olası maddi/manevi zararlara neden olabilecek elektrik enerjisinin kesilme sebebinin bulunması için vakit harcanmasına sebep olmaktadır. Aynı zamanda kullanıcıların evlerinden, işyerlerinden uzak olduğu zaman içerisinde sigorta atması yaşanması durumunda buzdolaplarında bulunan gıda malzemelerinin erimesi, makineye bağlı yaşayan hastaları varsa sağlıksal sıkıntıların yaşanması, üretimi süren 3D yazıcı çalışması esnasında sigorta atması kaynaklı üretimin durması, üretim yapılan yerlerde enerji kesintisinin sigorta kaynaklı oluşunu bulmak için harcanan süre zarfında yaşanan maddi kayıp örnek olarak gösterilebilmektedir. Özetle bu mevcut durumda otomatik sigorta atması sorunu ve çözümü kullanıcılar tarafından tespit edilip müdahalesi gerçekleşmektedir. Bu durumda en büyük sorun kullanıcıların otomatik sigorta atması anında işyeri, tatil vb. sebeplerden dolayı uzakta olmaları ve sigorta atması durumundan haberdar olmamalarıdır.

Belirtilen tekniğin bilinen durumu/mevcut durum sonucunda otomatik sigortanın atması durumunu kullanıcılar; enerji kesintisini fark etmeleri, sorunu aramaya geçmeleri ve otomatik sigortanın atmış olduğunu belirlemeleri ile gerçekleştirmektedir. Bu çalışma da önerilen çözüm ise otomatik sigortaların ön yüzüne yerleştirilecek olan algılayıcılar ile otomatik sigortanın atıp/atmadığını, hangi otomatik sigortanın attığını sms olarak kullanıcıya saniyeler içerisinde iletilmesidir. Önerilen yöntem sonucunda kullanıcılar evlerinde olmadığı süre zarflarında da sistem tarafından bilgilendirme yapıldığından herhangi bir otomatik sigorta kaynaklı sorun olup olmadığını öğrenebilmektedirler. Bu sayede evlerinde elektrikle çalışan bir makineye bağlı hastası olan kullanıcılar, buzdolabı/derin dondurucu/soğutucu dolabı olan kullanıcılar, trafik ışıklarının bağlı olduğu otomatik sigorta atması sonucunda bozulan trafik sinyalizasyonu ve sigorta atması sebepli sağlanamayan haberleşme konularında da sorun belirlenerek kullanıcılar en az mağduriyet yaşayacaklardır.

Bir başka bilinen/mevcut durum ise; sıfırdan üretilmiş ve bir adedinin fiyatı mevcut sistemde bir daire için kullanılan toplam otomatik sigortalardan fazla olan motorlu otomatik sigorta kullanımıdır. Bu sistemin kullanılabilmesi için tüm otomatik sigortaların motorlu otomatik sigortalar ile değiştirilmesi ve haberleşme modülünün sigorta kutusu/elektrik panosu içerisine yerleştirilmesi gerekmektedir. Sistem internet

haberleşmesi ile çalışmakta olup mobil uygulama üzerinden kontrol edilmektedir. Sistem kullanımı ile motorlu otomatik sigortaların kullanıcı tarafından uzaktan açma/kapama işlemleri gerçekleştirmektedir.

Yapılan bu çalışmada önerilen çözüm bir diğer mevcut durum olan motorlu otomatik sigortalardan; sigorta değişimi yapılmadan var olan sigortalarla kullanımı, SMS haberleşme yöntemi ile çalışması, düşük maliyetli olması, açısından farklılıklar göstermektedir. Motorlu otomatik sigortalar içerisinde bulunan motor sayesinde mobil uygulama ve internet haberleşmesi ile kullanıcılar uzaktan otomatik sigortaları açma/kapama işlemi yapabilmektedir. Bu çalışma da önerilen sistemde ise otomatik sigortaların uzaktan açma/kapama işlemleri gerçekleştirilmemiştir. Otomatik sigortaların olası arıza durumlarında atması durumunun analiz edilerek tekrar uzaktan sigorta kaldırma şeklinde müdahale edilmesi (kullanıcıların atan sigortayı neden attığını bilmeden uzaktan kaldırması) işlemi yapılması olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir.

Uzaktan otomatik sigorta açma/kapama işlemlerinin yeni araştırmalara konu olması beklenmektedir. Nedeni ise kullanıcıların uzaktan müdahale ile kaldırdıkları sigortanın sistemde oluşan arıza nedeniyle tekrar atması gerekirken atmaması/yapışması sigorta kutusunda başlayan olası elektrik yangınlarına, elektronik cihazların tahribatına yol açabilmesidir.

Tekniğin bilinen her iki durumundan farklı olarak bu çalışmada önerilen yöntem herhangi bir sigorta değişimi gerektirmemektedir. Sigortaların hareketli kısımlarına algılayıcı switch yerleştirilmesi ile açık/kapalı konum bilgisini sisteme girilen kullanıcı numarasına iletilmektedir. Tasarlanan sistem sadece tek bir otomatik sigorta özelinde değil sigorta kutularının ön kapaklarının; iç kısmında sensör/switch bulunan bir yenisi ile değiştirilmesi, tüm sigortanın hareketli kısmına bu algılayıcıların yerleştirilmesi ve bir elektronik devre ile gerçekleştirilmesini içermektedir.

Dikkat çekici bir diğer husus ise gerçekleştirilen çalışmanın otomatik sigortaların çalışmasına engel olmayacak şekilde ve modüler olarak tak-çalıştır bir çalışma yapısı olmasıdır. Bu sayede önerilen çalışma sonucunda herhangi bir otomatik sigorta değişimi yapmadan otomatik sigortaların açık/kapalı konum değişiminin kullanıcı bilgilendirmesi saniyeler içerisinde gerçekleşmektedir.

Çalışma da gelişmekte olan kablosuz haberleşme yöntemlerinden GSM haberleşme yöntemi kullanılmıştır. Bir diğer haberleşme yöntemi olan wifi haberleşme yöntemidir.

Bu yöntem modemin çalışması için gerekli olan enerjiyi açık/kapalı konumu değişen otomatik sigorta üzerinden aldığı ve sigorta enerjiyi kesmesi ile haberleşme sağlayamadığı durum senaryosu düşünülerek tercih edilmemiştir. Bu durumu açıklamak gerekirse; internetle çalışan bir sistemin bağlı olduğu bir modem olması gerekmektedir. Bu modemin enerjisini veren otomatik sigortanın atması durumunda modemin enerjisiz kalacağı dolayısıyla internet sağlayamayacağı ve haberleşmeyi koparacağı bilinmektedir. Bu sebeple internet haberleşme yöntemi kullanılmamıştır. Önerilen sistem içerisinde bulunan ve mevcut durumda yer almayan batarya kullanımı ile olası elektrik kesintileri esnasında da bilgilendirme yapılma imkânı da sağlamaktadır.

Otomatik elektrik sigortalarının açık/kapalı konumunun uzaktan bilgilendirmesi ile kullanıcıların elektrik sigortası kaynaklı maddi/manevi sorun yaşamamaları amaçlanmaktadır ve bu yöntem ile olası sorunların ortadan kalkması hedeflenmektedir.

Otomatik sigorta açık/kapalı konum bilgisinin uzaktan izlenmesi yöntemi ile üretim ve sistem sürekliliğinde devamlılık sağlanması öngörülmektedir. Elektriğin olduğu her yerde var olan otomatik sigortaların kullanıcılara uzaktan açık/kapalı konum bilgisi iletme yöntemi ile sigorta atması, atmaması, yangın çıkartması, maddi/manevi zararlara yol açması gibi sorunların ortadan kalkması öngörülmektedir.

Otomatik elektrik sigortalarının açık/kapalı konum bilgisini kullanıcılara ileten bu çalışma içerisinde bulundurduğu haberleşme sistemi tek bir sistem için geliştirilmemiş olup akıllı ev/akıllı şehir projeleri eklentileri ile geliştirilebilmektedir. Otomatik elektrik sigortaları kontrolü; “Elektrikle çalışan tüm cihazlar akıllandırılırken neden otomatik elektrik sigortaları akıllandırılmıyor veya açık/kapalı konumlarının uzaktan izlenmesi gerçekleştirilerek olası maddi/manevi zararlar engellenmiyor?” sorusu üzerine gerçekleşen bir çalışmadır. Otomatik elektrik sigortası kaynaklı birçok yangın, elektrikli cihazların tahribatı/arızası, üretimde aksamalar vb. maddi/manevi zarar yaşanmaktadır. Bu çalışma tüm bu durumların gerçekleşmemesi adına otomatik elektrik sigortalarının uzaktan izleme ve bilgilendirmesi sistemlerine yeni bir çözüm/çalışma olarak gerçekleştirilmiştir.

Gerçekleştirilen bu çalışmanın sonrasında belirlenen bölgelerde veya ülke geneli otomatik elektrik sigortaları kaynaklı elektrik kullanıcısı ve satıcılarının uğradığı/uğrayacağı maddi zararlar, maliyetler, manevi zararlar, yapılan örnek çalışmalar vb. yeni araştırmalara konu olması beklenmektedir.

5. KAYNAKLAR

[1] E. Kurban.(2021, 1 Aralık). *Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim İstatistikleri: Kasım 2021*. [Online]. Erişim: https://www.enerjiportali.com/turkiye-elektrik-enerjisi-uretim-istatistikleri-kasim 2021/#:~:text=Do%C4%9Fal%20gaz%20(32%2C85), pay%C4%B1%20%254%2C33%20oldu.

[2] H. Kemal. (2022, 12 Ocak). *Türkiye'de Elektrik Enerjisi Gelişiminin Kısa Tarihçesi ve Genel Üretim Bilgileri.* [Online]. Erişim: https://www.emo.org.tr/ekler/0082ac261d74f5a_ek.pdf.

[3] Teiaş. (2022, 10 Ocak). *Türkiye'de Elektrik İletimi Sayılarla İstatistikler*. [Online]. Erişim: https://www.teias.gov.tr/sayilarla-elektrik-iletimi.

[4] Emo. (2022, 10 Ocak). *Elektrik Tesislerinde Güvenlik.* [Online]. Erişim: https://www.emo.org.tr/ekler/fa5301358b9fcbe_ek.pdf?dergi=119.

[5] O. Kiraz. (2017, 18 Temmuz). *Elektrik Tesislerinde Koruma.* [Online]. Erişim: https://silo.tips/download/elektrk-tesslernde-koruma.

[6] Y. Özkan, " Yüksek Gerilim Güç Kesicileri Teori, Tasarım ve Deney", *İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası Gümüşsuyu*, ss.1-20, 1994.

[7] Wikipedia. (2022, 8 Ocak). *Ayırıcılar.* [Online]. Erişim: https://tr.wikipedia. org/wiki/Ay%C4%B1r%C4%B1c%C4%B1lar.

[8] Wikipedia. (2022, 8 Ocak). *Elektrik Sigortası*. [Online]. Erişim: https://wikipedia. org/wiki/Sigorta_(elektrik).

[9] K. Sarı. (2022, 8 Ocak). *Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Elektrik Aygıtları ve Patlayıcı Ortamlar Hakkında Genel Bilgi.* Erişim:https://www. emo.org.tr/ekler/d6646aad9bcc0be_ek.pdf?tipi=2&turu=X &sube=6.

[10] Y.K. Wu, Chang S.M. ve Hu Y.L. "Literature Review of Power System Blackouts". *Energy Procedia*, c. 141, ss. 428-431, 2017.

[11] N.C. Chakraborty, A. Banerji, ve S.K. Biswas, "Survey on Major Blackouts Analysis and Prevention Methodologies" *Michael Faraday IET International Summit 2015*, ss: 297-302, 2015.

[12] Ö. Tuttokmağı, A. Kaygusuz, "Büyük Ölçekli Elektrik Kesintilerinin İncelenmesi ", *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi* c.8, s. 2, ss. 664-676, 2019.

[13] D. Zalostiba, J. Barkans, "Blackout of A Power System: How to Avert It Without Staff Participation", *International Conference on Advanced Power System Automation and Protection*, ss: 42-48, 2011.

[14] K.M.J. Rahman, M.M. Munnee, ve S. Khan, "Largest Blackouts Around The World: Trends and Data Analyses". *IEEE International Wie Conference on Electrical and Computer Engineering (Wiecon-Ecce)*, ss: 155-159, 2016.

[15] Z. Bo, O. Shaojie, Z. Jianhua, S. Hui, W. Geng, ve Z. Ming, "An Analysis of Previous Blackouts in The World: Lessons For China′s Power Industry",

Renewable and Sustainable Energy Reviews, c. 42, ss. 1151-1163, 2015.

[16] O.P. Veloza, F. Santamaria, "Analysis of Major Blackouts From 2003 to 2015:Classification of İncidents and Review of Main Causes", *The Electricity Journal*, c. 29, sayı. 7, ss. 42-49, 2016.

[17] Rae. (2018, 21 Mayıs). *Elektrik Kesinti Günlüğü.* [Online]. Erişim: http:// www.rae.gr/old/cases/C13/italy/UCTE_rept.pdf.

[18] Teiaş. (2015, 21 Eylül). *Türkiye'de Elektrik Kesintisi Raporu*. [Online]. Erişim: https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/SOC%20documents /Regional_Groups_Continental_Europe/20150921_Black_Out_Report_v10_ w.pdf

[19] H. Park, "The Social Structure of Large Scale Blackouts Changing Environment ", *Institutional Imbalance and Unresponsive Organizations, the State University of New Jersey*, 2010.

[20] B. Oral, F. Dönmez, "Analysis of Disturbances in Large Power Systems: Case Study of the 1999 Marmara Earthquak" *Power Quality and Supply Reliability Conference*, Estoina, ss: 163-167, 2008.

[21] K. İnal, M. A. Akcayol, "GSM Tabanlı Akıllı Ev Uygulaması", *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, c. 2, s. 2, ss. 39-45, 2009.

[22] H. Richard, "Inside the Smart Home", *The Appliance Studio, University Gate East, Park Row, Bristol BS1 5UB,* United Kingdom*,* 2003.

[23] H. Mersinoğlu, "İletişim teknolojisi, Mimarlık Etkileşimi ve Akıllı Evler", Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2002.

[24] S. Mennicken, J. Vermeulen ve E. Huang, "From Today's Augmented Houses to Tomorrow's Smart Homes: New Directions For Home Automation Research" , *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing,* Sea*ttle, United States of Amerika,* ss.105-115, 2014.

[25] M.R. Alam, M.B.I. Reaz, ve M.A.M Ali, "A Review of Smart Homes-Past, Present, and Future", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part-C: Applications and Reviews*, c. 42, sayı. 6, ss. 1190-1203, 2012.

[26] Wikipedia. (2021, 29 Aralık). *Nesnelerin İnterneti*. [Online]. Erişim: https://tr. wikipedia.org/wiki/nesnelerin_interneti.

[27] Z. Bozdoğan, "Nesnelerin İnterneti İçin Tasarım Mimarisi", Yüksek Lisans Tezi, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim, Dalı Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2015.

[28] F. Aktaş, C. Çeken, ve Y.E. Erdemli, "Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Biyomedikal Alanındaki Uygulamaları", *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi ,*c. 4, ss. 37-54, 2016.

[29] E. Koçak, "Arazi Bilgi Sistemi, Genel Yapısı ve Özellikleri", *III. Harita Kurultayı*, ss. 99-110, Ankara, Türkiye, 1991.

[30] M. Cicioğlu, A. Çalhan, "Bulut Destekli Medikal Nesnelerin İnterneti Tabanlı Uzaktan Sağlık İzleme Sistemi", *Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik*

Fakültesi Dergisi, c. 26, s. 3, ss. 1083-1096, 2021.

[31] M.S. Özerdem, R. Cengiz, "Gsm Tabanlı Çoklu Takip Sistem Uygulaması", *DÜMF Mühendislik Dergisi*, c. 9, s. 1, ss. 153-160, 2018.

[32] B.W. Parkinson, J. Spilker, P. Enge, ve P. Axelrod, "Global Positioning System: Theory and Applications", American Institute of Aeronautics and Astronautics, Washington, United States of Amerika, 1996.

[33] E. Tercan, E. Beşdok, "Trafik Kazalarına Etki Eden Faktörler Arasındaki İlişkilerin TBA Biplot Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi", *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, c. 8, s. 2, ss. 103-111, 2018.

[34] Schneider Electric. (2022, 2 Ocak). *Elektrik Şirketleri İçin Ecostruxre.* [Online]. Erişim: https://www.se.com/tr/tr/work/solutions/for-business/electric-utilities/.

[35] Fultek. (2022, 03 Ocak). *Enerji Otomasyonu.* [Online] Erişim: https:// www.fultek.com.tr/enerji-otomasyonu/.

[36] Grup Arge. (2022, 4 Ocak). *Grup Arge GSM Terminal Kullanımı Kılavuzu*. [On line]. Erişim: https://www.gruparge.com/gruparge/docs/calismalar/kullanma_ kilavuzları_19_2/5_Haberleşme_Terminalleri/GSM_Otomasyon_Terminal_K ullanma_Kilavuzu_Web_Vs_19.2.pdf

[37] Matismart. (2021, 27 Aralık). *Smart Energy Management System*. [Online]. Erişim: https://www matismart.com/UploadFile/Download/2019120611134 23711.pdf.

[38] E. Tanas. (2017, 15 Ocak). *Türkiye'de Elektrik Enerjisi*. [Online]. Erişim: https://setav.org/assets/uploads/2017/11/R96Elektrik-1.pdf.

[39] H. Kemal. (2022, 22 Ocak) *Türkiye'de Elektrik Enerjisi*. [Online]. Erişim: https://www.emo.org.tr/ekler/0082ac261d74f5a_ek.pdf,

[40] Eüaş. (2022, 15 Ocak). *Yıllık Raporlar*. [Online]. Erişim: https://www.euas. gov.tr/tr-TR/yillik-raporlar.

[41] Elektrik Portal. (2021, 14 Nisan). *Elektrik Üretim Yöntemleri.* [Online]. Erişim: https://elektrikportal.com/elektrik-uretim-yontemleri/.

[42] B. Küçükosman, "Elektrik Üretme Yöntemlerinin Göreceli Karşılaştırması: No Free Lunch". *Enerji Notları BEN*, Ankara, 2019.

[43] A. Uçkun, "Arz Güvenliği ve İklim Değişikliği Açısından Nükleer Enerji Bir Zorunluluk Mudur? ", *Enerji ve Diplomasi Dergisi,* s. 4, ss. 46-72, 2015.

[44] M. Yıldırım, İ. Örnek, "Enerjide Son Seçim: Nükleer Enerji", *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, c. 6, s. 1, ss. 32-44, 2007.

[45] Greenpeace. (2014, 16 Nisan). *Fukişima*. [Online]. Erişim:http://www.green peace.org/turkey/tr/campaigns/nukleersiz-gelecek/fukusima/.

[46] Greenpeace. (2014, 16 Nisan). *Çernobilde Ne Oldu*. [Online]. Erişim:http://w ww.greenpeace.org/turkey/tr/campaigns/nukleersizgelecek/chernobyl/cernobil dene-oldu/.

[47] İMO. (2021, 18 Aralık). *Enerji*. [Online]. Erişim:https://www.imo.org.tr/ resimler/dosya_ekler/d8c5e9986a1c41b_ek.pdf?dergi=260.

[48] Energygov. (2021, 15 Kasım). *Rüzgar Türbini Nasıl Çalışır.* [Online]. Erişim:

http://energy.gov/eere/wind/inside-wind-turbine-0.

[49] Wikipedia. (2021, 15 Kasım). *Rüzgar Türbini*. [Online]. Erişim:https://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzg%C3%A2r_t%C3%BCrbini.

[50] F. Uyar. (2016, 19 Şubat). *Rüzgar Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları*. [Online].Erişim:https://www.enerjibes.com/ruzgar-enerjisinin-avantajlari-ve-dezavantajlari/.

[51] Wikipedia. (2021, 15 Aralık). *Jeotermal Enerji.* [Online]. Erişim: https://tr.wikipedia.org/wiki/Jeotermal_enerji.

[52] Enerji Bakanlığı. (2022, 10 Ocak). *Jeotermal.* [Online]. Erişim: https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-jeotermal.

[53] Pales. (2021, 14 Aralık). *Biyokütle Enerjisinden elektrik Üretimi Nasıl Olur ?*. [Online]. Erişim: http://www.pales.com.tr/biyokutle-enerjisinden-elektrik-retimi-nasil-olur/.

[54] Enerji Bakanlığı. (2021, 14 Aralık). *Biyokütle.* [Online]. Erişim:https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-biyokutle .

[55] En Cazip Ekibi. (2022, 15 Şubat). *Güneş Enerjisi Elektrik Üretimi*. [Online]. Erişim: https://www.encazip.com/gunes-enerjisi-elektrik-uretimi#gunes-enerjisi-ile-elektrik-uretimi.

[56] Enerji Bakanlığı. (2022, 10 Ocak). *Güneş*. [Online]. Erişim:https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes.

[57] Oğuzhan. (2022, 11 Ocak). *Güneş Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları*. [Online]. Erişim: https://www.enerjisistemlerimuhendisligi.com/gunes-enerjisinin-avantajlari-dezavantajlari.html.

[58] Eüaş. (2021, 25 Aralık). *Yıllık Raporlar*. [Online]. Erişim: https://www.euas.gov.tr/tr-TR/yillik-raporlar.

[59] Teiaş. (2022, 18 Ocak). *Türkiye'de Elektrik İletimi*. [Online]. Erişim: https://www.teias.gov.tr/tr-TR/sayilarla-elektrik-iletimi.

[60] N.G. İncekara, "Yüksek Ve Orta Gerilim İletiminde İş Sağlığı Ve Güvenliği Sorunları Ve Çözüm Önerileri," Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Tezi, Ankara, Türkiye,2008.

[61] 2M Kablo. (2021, 2 Aralık). *Enerji İletim Hatları*. [Online]. Erişim:https://kabloder.org/enerji-iletim-hatlari/.

[62] Wikipedia. (2021, 28 Aralık). *Elektrik İletim Hattı*. [Online]. Erişim: https://tr.wikipedia.org/wiki/Elektrik_iletim_hatt%C4%B1.

[63] Wikipedia. (2022, 20 Ocak). *Türkiye Elektrik İletim A.Ş*. [Online]. Erişim: https://wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye_Elektrik_%C4%B0letim_A.%C5%9E.

[64] Teiaş. (2022, 20 Ocak). *Teiaş Hakkında*. [Online]. Erişim: https://www.teias.gov.tr/tr-TR/hakkimizda.

[65] Wikipedia. (2022, 20 Ocak). *Türkiye'de Elektrik Dağıtımı.* [Online]. Erişim:https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%27de_elektrik_da%C4%9F%c4%B1t%C4%B1m%C4%B1.

[66] Megep. (2011, 15 Ocak). *Enerji Üretimi.* [Online]. Erişim: http://www.megep .meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Enerji%20%C3%9Cretimi.pdf.

[67] Elektrikport. (2013, 31 Temmuz). *Elektrik Dağıtım Şebekeleri.* [Online]. Erişim: https://www.elektrikport.com/makale-detay/elektrik-dagitim-sebekeleri/8703# ad-image-0.

[68] En Cazip Ekibi. (2022, 15 Ocak). *Elektrik Dağıtım Şirketleri*. [Online]. Erişim: https://www.encazip.com/elektrik-dagitim.

[69] Boğaziçi Elektrik. (2022, 11 Ocak). *Elektrik Tüketicisi.* [Online]. Erişim: https://www.ckbogazici.com.tr/tr/45-soruda-elektrik-tuketicisi-olmak,

[70] En Cazip Ekibi. (2022, 15 Ocak). *Elektrik Sayaç Okuma.* [Online]. Erişim: https://www.encazip.com/elektrik-sayaci-okuma.

[71] S. Şamioğlı. (2022, 15 Ocak). *Osos Nedir?*. [Online]. Erişim: https://www. akillisebekeler.com/osos-nedir/.

[72] Bimetri Bilgi. (2022, 18 Ocak). *Otomatik Sayaç Okuma*. [Online]. Erişim: https://www.bimetri.com/cozumler/osos/.

[73] CK Enerji. (2022, 10 Ocak). Tüketici. [Online]. Erişim: https://www.ckbogazici .com.tr/tr/45-soruda-elektrik-tuketicisi-olmak.

[74] B. Bahçeci, "Elektrik Kaçaklarını GPRS Tabanlı Belirleme ve Merkezi Kontrol Sisteminin Gerçekleştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2010.

[75] B. Çakmak, R.I Sokullu, "Elektrik-su-gaz vb. Cihazların Uzaktan Bilgi Aktarımı", *Elektrik Elektronik Bilgisayar Mühendisliği 11. Ulusal Kongresi ve Fuarı*, İstanbul,2005.

[76] O. Güngör, "Kaçak Elektrik Kullanımının GSM Aracılığıyla Takibi", *EMO Bilimsel Dergi*, c. 4, s. 8, ss. 29-33, 2014.

[77] Epdk. (2021, 22 Aralık). *Elektrik Piyasası Resmi İstatistikleri.* [Online]. Erişim: https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-167/resmi-istatistikleri.

[78] En Cazip Ekibi. (2022, 3 Ocak). *Elektrik Kesinti Nedenleri,* [Online]. Erişim: https://www.encazip.com/elektrik-kesintisi-nedenleri.

[79] Selanka Enerji. (2022, 3 Ocak). *Elektrik Arıza Nedenleri*. [Online]. Erişim: https://selenkaenerji.com/blog/elektrik-arizasi-sebepleri-nelerdir-13.html.

[80] Emlak Kulisi. (2014, 1 Ekim). *Elektrik Kesintisi Neden Olur?*. [Online]. Erişim: https://www.encazip.com/elektrik-kesintisi-nedenleri.

[81] M. Bayram, İ. İlisu, "Elektrik Akımının İnsan Üzerindeki Etkisi, Elektrik Tesis lerinde Güvenlik ve Topraklama", *EMO Yayınları*, ss:45, 2007.

[82] S. Tosun, "Elektrikle Çalışmalarda İş Sağlığı ve Güvenliği Üzerine Risk Analizi ve Değerlendirme", Yüksek Lisans Tezi, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye, 2020.

[83] M. Taşyürek. (2022, 8 Ocak). *Elektriğin Güvenli Kullanım*. [Online]. Erişim: https://www.isguvenligi.net/elektrigin-guvenli-kullanimi/.

[84] F.M. Ateş, A. Teber, ve O. Güngör, "Elektrik Kazalarına Karşı Temel Önlemler ve İlk Yardım Üzerine Bir Çalışma", Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi

c. 2, s. 2 , ss. 337-347, 2019.

[85] R. Bayındır, Ş. Demirbaş, S. Bektaş, ve İ. Çolak, "Bir Endüstriyel İşletmede Elektrik Enerjisiniz İzlenmesi", *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, c. 1, s. 2, ss. 154- 164, 2008.

[86] Retmon. (2022, 5 Ocak). *Enerji İzleme Sistemi.* [Online]. Erişim: https://www .retmon.com/blog/enerji-izleme-sistemi.

[87] Cihan Karamık. (2013, 5 Şubat). Uzaktan Enerji İzleme Sistemleri. [Online]. Erişim: https://www.emo.org.tr/ekler/6e680dd5976ff0d_ek.pdf.

[88] Elektrikinfo. (2020, 15 Şubat). *Akıllı Ev Sistemleri*. [Online]. Erişim: https://elektrikinfo.com/akilli-ev-sistemleri-nelerdir/.

[89] H. Şirin, S. Özkan, "COVID-19 Epidemiology: In the World and Turkey," Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Derg., c. 28, say. 2, ss. 6–13, 2020.

[90] E. A. Cinel, "Covid-19'un Küresel Makroekonomik Etkileri ve Beklentiler" Polit Ekon. Kuram, c. 4, say. 1, ss. 124–140, 2020.

[91] M. Bulut, "Effects of New Normal Life on Electricity Consumption in Covid-19 Process," *J. Sci. Technol. Eng. Res.*, c. 1, sayı. 1, ss. 4–6, 2020.

[92] A. Leach, N. Rivers, ve B. Shaffer, "Canadian Electricity Markets during the COVID-19 Pandemic: An Initial Assessment," *Can. Public Policy*, vol. 46, ss. 145-159, 2020.

[93] N. Edomah, G. Ndulue, "Energy transition in a lockdown: An analysis of the impact of COVID19 on changes in electricity demand in Lagos Nigeria," *Glob. Transitions*, c. 2, ss. 127–137, 2020.

[94] E. Ghiani, M. Galici, M. Mureddu, ve F. Pilo, "Impact on Electricity Consumption and Market Pricing of Energy and Ancillary Services During Pandemic of Covid-19 in Italy," *Energies*, c. 13, sayı. 13, 2020.

[95] D. Kaushik, "Impact of COVID 19 Pandemic Into Solar Energy Generation Sector," *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, c. 7, sayı. 11, 2020.

[96] A. Jannat, "Effects of COVID-19 on Indian Energy Consumption," Say. April, ss.1–16, 2020.

[97] Tepav. (2022, 10 Şubat). *Covid-19'un Ekonomiye Etkisinin Elektrik Tüketimi ile Takibi*. [Online]. Erişim: https://www.tepav.org.tr/tr/calismalarimiz/s/407.

[98] Uzmanpara Milliyet. (2020, 2 Haziran). *Türkiye'nin Elektrik Tüketimi Azaldı*. [Online]. Erişim: https://uzmanpara.milliyet.com.tr/haber-detay/gundem2/ turkiyenin-elektrik-tuketimi-mayista-azaldi/101000/101541/.

[99] Wikipedia. (2022, 5 Ocak). *Elektrik Sigortası.* [Online]. Erişim: https ://tr.wikipedia.org/wiki/Sigorta_(elektrik)].

[100] A. Erdem. (2019, 23 Eylül). *Sigorta Nedir Nasıl Çalışır?*. [Online]. Erişim: https://www.elektrikport.com/makale-detay/sigorta-nedir-ve-nasil- calisir/223 69#ad-image-0.

[101] Elektrikinfo. (2020, 15 Şubat). *NH Sigorta Nedir?*. [Online]. Erişim: https://elektrikinfo.com/nh-sigorta-nedir/.

[102] Elektrikinfo. (2020, 15 Şubat). *Sigorta Nedir ?*. [Online]. Erişim: https://diyot.net/sigorta-nedir/.

[103] Diyotnet. (2022, 10 Ocak). *Sigorta Nedir ?*. [Online]. Erişim: https://diyot.net/sigorta-nedir/.

[104] Teknoloji Projeleri. (2022, 20 Ocak). *Elektrik Sigortası Nedir ?*. [Online]. Erişim: https://teknolojiprojeleri.com/elektronik/elektrik-sigortasi.

[105] Uslusmart. (2022, 20 Ocak). *Cam Sigorta Nedir ?*. [Online]. Erişim: https://uslusmart.com/cam-sigorta-nedir/.

[106] Elektrikport. (2017, 24 Ocak). *Buşonlu Sigortalar*. [Online]. Erişim: https://www.elektrikport.com/makale-detay/busonlu-ve-silindirik-sigortalar-elektrik-motorlarinin-korunmasi--1-bolum/18854#ad-image-0.

[107] Elektrik Rehberiniz. (2022, 4 Ocak). *Buşonlu Sigortalar*. [Online]. Erişim: https://www.elektrikrehberiniz.com/elektriksigortasi/busonlu-sigortalar-125263/#:~:text=Bu%C5%9Fonlu%20sigortalar%3A%20Bu%20sigortalara%20vidal%C4%B1,Bu%C5%9Fonlu%20sigortalar%20%C3%BC%C3%A7%20b%C3%B6l%C3%BCmden%20olu%C5%9Fur.

[108] Megep. (2011, 15 Ocak). *Parafudur ve Sigortalar.* [Online]. Erişim: http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Parafudur%20Ve%20Sigortalar.pdf.

[109] Megep. (2011, 15 Ocak). *Analog ve Sayısal Haberleşme*. [Online]. Erişim: http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Analog%20Ve%20Say%C4%B1sal%20Haberle%C5%9Fme.pdf.

[110] C. Ceylan. (2020, 30 Nisan). *Haberleşme Nedir ?*. [Online]. Erişim: https://cennttceylnn.medium.com/haberle%C5%9Fme-nedi%CC%87r-d4928fbd36ed.

[111] Emo. (2021, 15 Aralık). *Örnek IoT Haberleşme.* [Online]. Erişim: https://www.emo.org.tr/ekler/fc8aa36b235962e_ek.pdf.

[112] V.C. Gungor, G.P. Hancke, "Industrial Wireless Sensor Networks: Challenges, Design Principles, and Technical Approaches," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, c. 56, sayı. 10, ss. 4258-4265, 2009.

[113] Proente Otomasyon. (2022, 15 Ocak). *Endüstriyel Haberleşme Protokolleri*. [Online]. Erişim: https://proente.com/endustriyel-haberlesme-protokolleri/.

[114] Ahmet Şenocak. (2022, 20 Ocak). *Seri Haberleşme Nedir ?* [Online]. Erişim: https://akademi.robolinkmarket.com/seri-haberlesme-uart-nedir/.

[115] Proente Otomasyon. (2022, 5 Ocak). *Profibus Nedir ?*. [Online]. Erişim: https://proente.com/profibus-nedir/.

[116] Elektrikport. (2015, 14 Haziran). *İnternet: As-i Protokolü*, [Online]. Erişim :https://www.elektrikport.com/makale-detay/endustriyel-haberlesme protokolleri/16448#ad-image-0.

[117] Elektrikport. (2015, 14 Haziran). *Endüstriyel Haberleşme Protokolleri*. [Online] .Erişim: https://www.elektrikport.com/makale-detay/endustriyel-haberlesme-protokolleri/16448#ad-image-0.

[118] Fırat Edu. (2022, 20 Ocak). *Endüstriyel Haberleşme Sistemleri*. [Online].

Erişim:http://eem.tf.firat.edu.tr/subdomain_files/eem.tf.firat.edu.tr/files /36/11-End%C3%BCstriyel%20Haberle%C5%9Fme%20Protokolleri.pdf.

[119] Elektrikdecom. (2020, 12 Ağustos). *Hart Protoko Nedir?*. [Online]. Erişim:https://www.elektrikde.com/hart-protokolu-nedir-nasil-calisir/.

[120] İtübidb. (2013, 7 Eylül). *Ethetnet Teknolojisi*. [Online]. Erişim: https://bidb.itu .edu.tr/seyir-defteri/blog/2013/09/07/ethernet-teknolojisi.

[121] Wikipedia. (2022, 11 Ocak). *PLC.* [Online]. Erişim: https://tr.wikipedia. org/wiki/PLC.

[122] Megep. (2007, 15 Ocak). *Plc'de Haberleşme.* [Online]. Erişim: http://www. cahilim.com/pdf/otomasyon/plc-ile-haberlesme.pdf.

[123] Wikipedia. (2022, 10 Ocak). *Kablosuz İletim.* [Online]. Erişim: https://tr.wiki pedia.org/wiki/Kablosuz_ileti%C5%9Fim.

[124] Emre Emanet. (2019, 17 Kasım). *Kablosuz Haberleşme Teknolojileri*. [Online]. Erişim:https://emanetemre.medium.com/kablosuz-haberle%C5%9Fme-

teknolojileri-19d08a899d02.

[125] Fundoperlaterra. (2022, 5 Ocak). *Analog ve Dijital Sinyal.* [Online]. Erişim: https://tr.fondoperlaterra.org/analog-signal-vs-digital-signal-28.

[126] Wikipedia. (2022, 5 Ocak). *Kişisel Alan Ağları*. [Online]. Erişim:: https://tr.wi kipedia.org/wiki/Ki%C5%9Fisel_alan_a%C4%9F-%C4%B1.

[127] İtübidb. (2013, 7 Eylül). *Wpan- Kablosuz Kişisel Alan Ağı*. [Online]. Erişim: https://bidb.itu.edu.tr/seyir-defteri/blog/2013/09/07/wpan-(wireless-personal-area-network-kablosuz-ki%C5%9Fisel-alan-a%C4%9F%C4%B1-).

[128] Emre Supçin. (2014, 22 Ekim). *Wpan- pan Nedir?*. [Online]. Erişim: https://emresupcin.com/2014/10/22/pan-personal-area-network-nedir/

[129] Biriçerikcom. (2022, 25 Ocak). *Bluetooth Nedir?*. [Online]. Erişim:https:// biricerik.com/bluetooth-5-0-nedir-bluetooth-5-0-yukleme-rehberi/.

[130] Netinbagcom. (2022, 15 Ocak). *Irda Nedir?*. [Online]. Erişim: https://www. netinbag.com/tr/technology/what-is-irda.html.

[131] İtübidb. (2022, 12 Ocak). *Zigbee Nedir?*. [Online]. Erişim:https://bidb.itu. edu.tr/seyir-defteri/blog/2013/09/07/zigbee.

[132] Murat Dönmez. (2020, 13 Nisan). *Akıllı Ev Sistemlerinde Kullanılan Kablosuz Haberleşme Türleri.* [Online]. Erişim: https://www.muratdonmez.com.tr/akilli -ev-sistemlerinde-kullanilan-kablosuz-haberlesme-turleri/.

[133] Şeyma Keskin. (2017, 9 Ekim). *Elektronik Haberleşme Teknolojisi Nedir?*. [Online]. Erişim: https://www.muhendisbeyinler.net/elektronik-haberlesme-teknolojisi-nedir/.

[134] L.Ma, D. Jia, "The Competition and Cooperation of Wimax, Wlan and 3G", *2nd International Conference on Mobile Technology, Aplications and Systems*, c. 3, ss. 2055- 2061, 2005.

[135] N. Johnston, H. Aghvami, "Comparing Wimax and Hspa — a guide to the technology ", *BT Technology Journal* , c. 25, ss. 191-199, 2007.

[136] Wikipedia. (2021, 25 Aralık). *Gsm Nedir ?*. [Online]. Erişim: https://tr.

wikipedia.org/wiki/GSM,.

[137] Wikipedia. (2022, 5 Ocak). *Gprs Nedir ?*. [Online]. Erişim: https://tr.wikipedia.org/wiki/GPRS#:~:text=GPRS%20(%C4%B0ng%3A%20General%20Packet%20Radio,veri%20paketlerinin%20al%C4%B1%C5%9Fveri%C5%9Fi%20amac%C4%B1yla%20kullan%C4%B1l%C4%B1r.&text=Pratikte%20saniyede%2030%2D50%20Kbit'e%20kadar%20veri%20ak%C4%B1.%C5%9F%C4%B1%20sa%C4%9Flayabilir.

[138] Loranedircom. (2022,10 Ocak). *Lora Nedir?* [Online]. Erişim: https://loranedir.com/5g/1g2g3g4g5g/.

[139] Wikipedia. (2022,18 Ocak). *Umts Nedir?* [Online]. Erişim: https://tr.wikipedia.org/wiki/UMTS.

[140] Btkgovtr. (2022,5 Ocak). *3. Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri*. [Online]. Erişim:https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/slug/3-nesil-mobil haberlesme-sistemleri.pdf.

[141] Nedircom. (2022, 15 Ocak). *Umts Nedir?*. [Online]. Erişim: https://www.nedir.com/umts.

[142] Elektrikport. (2015, 27 Ağustos). *4G ve 5G Nedir?*. [Online]. Erişim: https://www.elektrikport.com/makale-detay/4g-ve-5g-nedir telekomunikasyon-teknolojileri/10243#ad-image-0.

[143] Megep. (2013, 15 Ocak). *Uydu Haberleşmesi.* [Online]. Erişim: http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Uydu%20Haberle%C5%9Fmesi.pdf .

[144] Necmi Özdemir. (2022, 13 Ocak). *IoT Haberleşme Teknolojileri.* [Online]. Erişim:https://www.emo.org.tr/ekler/fc8aa36b235962e_ek.pdf.

[145] Ş. Balambar, Z. K. Karimi, F. Öztürk, Ş. B. Acet, ve Ö. I. Pekkan, "Uzaktan Algılama Tekniklerinden Yararlanarak Tarımsal Faaliyetlerin İzlenmesi", *GSI Journals Serie C:Advancements in Information Sciences and Technologies,* c. 4, sayı. 2, ss. 58-79, 2021.

[146] Y.Y. Kardaş, M.S Özerdem, "GSM Kontrollü Akıllı Ev Uygulaması", *Mühendislik Dergisi* c. 6 s. 1, ss. 9-18, 2015.

[147] E. Gündoğdu, K. Gündoğdu, ve A. Çalhan, "Kablosuz Vücut Alan Ağları ile Mobil Sağlık İzleme Uygulaması", *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi,* s. 4, ss. 640-645, 2016.

[148] A. Bobrek, M. Ilkucar, "Home Electricity Automation Via IoT: Smart Mobile Phone and Beacon Supported Program Mable Home Type Fuse", *The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics (EPSTEM)* c. 1, ss. 90-95 , 2017.

[149] B. Karaman, "Akıllı Şebekeler ve Akıllı Bina Uygulamaları İçin Wifi Tabanlı Yeni Nesil Elektrik Sayacı Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, Türkiye, 2020.

[150] B. Güçlü, H. C. Bayrakçı ve A. A. Süzen, "Elektrik Sayaçlarının Uzaktan Okunması ve Enerji Analizi", *SDU International Journal of Technological Sciences*, c. 10, s. 3, ss. 27-39, 2018.

[151] Diyotnet. (2022, 10 Ocak). *Arduino Nedir?*. [Online]. Erişim: https://diyot .net/arduino/.

[152] Robotistancom. (2022,5 Ocak). *Arduino Uno*. [Online]. Erişim: https://www. robotistan.com/arduino-uno-r3-klon-usb-kablo-hediyeli-usb-chip-ch340 .

[153] Diyotnet. (2022, 10 Ocak). *Arduino Nano*. [Online]. Erişim: https://diyot.net/ arduino-nano-v3/.

[154] Diyotnet. (2022, 10 Ocak). *Arduino Mega*. [Online]. Erişim: https://diyot.net/ arduino-mega-2560-r3/.

[155] Robotistancom. (2022, 5 Ocak). *Arduino Pro Mini*. [Online]. Erişim:https:// www.robotistan.com/arduino-pro-mini-328-3v8mhz-headerli.

[156] Robotsepeti. (2022, 10 Ocak). *Arduino Lilypad*. [Online]. Erişim:https://www. robotsepeti.com/arduino-lilypad.

[157] Diyotnet. (2022, 12 Ocak). *Arduino Due*. [Online]. Erişim: https://diyot.net/ arduino-due/.

[158] Diyotnet. (2022, 12 Ocak). *Arduino Leonardo*. [Online]. Erişim:https://diyot. net/arduino-leonardo/.

[159] Robotiksistemcom. (2022, 12 Ocak). *Arduino Esplora.* [Online]. Erişim: http://www.robotiksistem.com/arduino_esplora_ozellikleri.html.

[160] Diyotnet. (2022, 12 Ocak). *Arduino Yun*. [Online]. Erişim: https://diyot. net/arduino-yun/.

[161] Diyotnet. (2022, 12 Ocak). *Esp 8266*. [Online]. Erişim:https://diyot.net/esp 8266/.

[162] Robotiksistem com. (2022, 15 Ocak). *Arduino Gsm Shield*. [Online]. Erişim:http://www.robotiksistem.com/arduino_gsm_shield_ozellikleri.html

[163] Lastminuteengineerscom. (2022, 3 Şubat). *Gsm Shield.* [Online]. Erişim: https://lastminuteengineers.com/sim900-gsm-shield-arduino-tutorial/.

[164] Bilgiustamcom. (2022, 3 Şubat). *Algılayıcı Sensörler*. [Online]. Erişim:https:// www.bilgiustam.com/algilayicisensor-nedir-cesitleri-nelerdir/

[165] Diyotnet. (2022, 3 Şubat). *Sensör Çeşitleri*. [Online]. Erişim: https://diyot.net/ sensor-cesitleri-nelerdir/.

[166] Atskablo. (2022, 3 Şubat). *Micro Switch.* [Online]. Erişim: http://www . atskablo.com/urun-detay_4_27_82/micro-switch.

6. EKLER

6.1. EK-1

EK-1 içerisinde sistem kodlaması yer almaktadır.

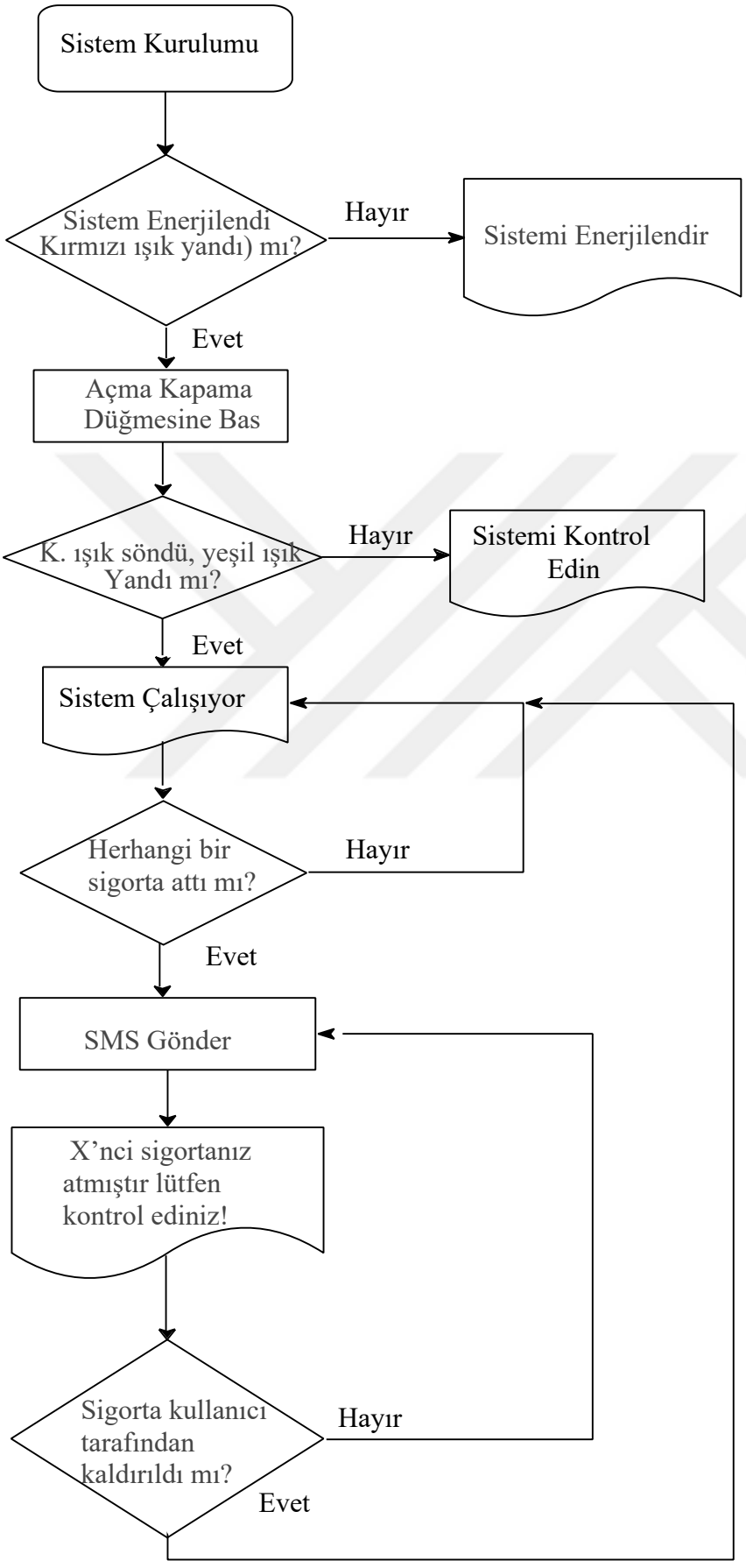
```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial gsm(8, 7);
#define butonSayisi 2 // uno için maksimum 11 //mega için 61 tane
String mesajMetni = "";
#define kLED 2
#define yLED 3
#define anahtar 4
#define pilPini A5
bool sistemAcikMi = true;
bool pilSMSatildiMi = false;
uint8_t butonPinleri[] = {
  5, 6, 9, 10, 12, 13, A0, A1, A2, A3, A4
};
void setup() {
  gsm.begin(19200);
  delay(500);
  Serial.begin(9600);
  delay(500);
  for (uint8_t i ; i < butonSayisi; i++) {
    pinMode(butonPinleri[i], INPUT_PULLUP);
  }
  pinMode(kLED, OUTPUT);
  pinMode(yLED, OUTPUT);
  pinMode(pilPini, INPUT);
  pinMode(anahtar, INPUT_PULLUP);
  delay(7000);
  gsm.println("AT+CFUN=1");
  delay(1000);
```

```
  gsm.println("AT+CSCLK=0");
  delay(1000);
  mesajGonder("Sistem acildi.");
  delay(5000);
  Serial.println("Sistem Hazir");
}
void loop() {
  if (!digitalRead(anahtar) && !sistemAcikMi) {
    sistemAc(true);  }
  else if (digitalRead(anahtar) && sistemAcikMi) {
    sistemAc(false);  }
  for (uint8_t i; i < butonSayisi ; i++) {
    mesajMetni = "";
    if (!digitalRead(butonPinleri[i])) {
      dusukGuc(false);
      delay(200);
      mesajMetni = String(i + 1) + "'nci sigortanız atmıştır.Lütfen kontrol ediniz.";
      mesajGonder(mesajMetni);
      delay(3000);
      dusukGuc(true);    }  }
  int pilDeger = analogRead(A5);
  int pilYuzde = map(pilDeger, 400, 500, 0, 100);
  if (pilYuzde < 0) {
    pilYuzde = 0;
  }
  else if (pilYuzde > 100) {
    pilYuzde = 100;
  }
  Serial.println("Pil:%" + String(pilYuzde));
  if (pilYuzde <= 20) {
    digitalWrite(kLED, HIGH);
    digitalWrite(yLED, LOW);
    if (!pilSMSatildiMi) {
      mesajGonder("Pil zayif.");
```

```
      pilSMSatildiMi = true;    }  }
  else if (pilYuzde >= 80) {
    digitalWrite(kLED, LOW);
    digitalWrite(yLED, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(kLED, LOW);
    digitalWrite(yLED, LOW);
    pilSMSatildiMi = false;
  }
  while (gsm.available()) {
    Serial.write(gsm.read());
  }
  while (Serial.available()) {
    gsm.write(Serial.read());  } }
void mesajGonder(String msj) {
  Serial.print("Mesaj gonderiliyor...");
  gsm.print("AT+CMGF=1\r");
  delay(100);
  gsm.println("AT+CMGS=\"+90555xxxxxxx\"");
  delay(100);
  gsm.println(msj);
  Serial.print(msj);
  delay(100);
  gsm.print((char)26);
  delay(100);
  gsm.println();
  Serial.println("...Mesaj gonderildi");
  Serial.println();
  delay(2000);
}
void dusukGuc(bool durum) {
  if (durum) {
    gsm.println("AT+CSCLK=2"); // düşük güç açık
```

```
  }
  else {
    gsm.println("AT");
    gsm.println("AT+CSCLK=0"); // düşük güç kapalı
  }
  delay(200);
}
void sistem Ac(bool durum) {
  if (durum) {
    Serial.println(F("1cfnilk"));
    gsm.println("AT+CFUN=1");
    delay(1000);
    Serial.println(F("1cfnikinci"));
    gsm.println("AT+CFUN=1"); // gsm i aç
    delay(10000);
    sistemAcikMi = true;
    mesajGonder("Sistem acildi.");
  }
  else {
    mesajGonder("Sistem kapatildi.");
    delay(3000);
    //Serial.println(F("0cfnilk"));
    gsm.println("AT+CFUN=4");
    delay(1000);
    //Serial.println(F("0cfnikinci"));
    gsm.println("AT+CFUN=4");// gsm i kapat
    sistemAcikMi = false;
  }
  delay(200);
}
```

6.2. EK-2


Sistem Kurulumu
Sistem Enerjilendi Kırmızı ışık yandı) mı?
Hayır
Sistemi Enerjilendir
Evet
Açma Kapama Düğmesine Bas
K. ışık söndü, yeşil ışık Yandı mı?
Hayır
Sistemi Kontrol Edin
Evet
Sistem Çalışıyor
Herhangi bir sigorta attı mı?
Hayır
Evet
SMS Gönder
X'nci sigortanız atmıştır lütfen kontrol ediniz!
Sigorta kullanıcı tarafından kaldırıldı mı?
Hayır
Evet

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ömer ECİR

Yabancı Dili : İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Elektrik Elektronik Müh.	Düzce Üniversitesi	2022
Lisans	Elektrik Elektronik Müh.	Düzce Üniversitesi	2019
Lise	Otomasyon Teknolojileri	Özel ENKA Teknik Lisesi	2013

YAYINLAR

* Ö. Ecir, “Elektrik Sigortalarının Konumunun SIM800 GSM Modülü ile Uzaktan İzlenmesi”, International Marmara Sciences Congress (Spring 2021), ss. 427-434, 21 – 22 May 2021 KOCAELI