

Arif TUNUZ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

MAYIS 2019



**İSKENDERUN TEKNİK**  
ÜNİVERSİTESİ

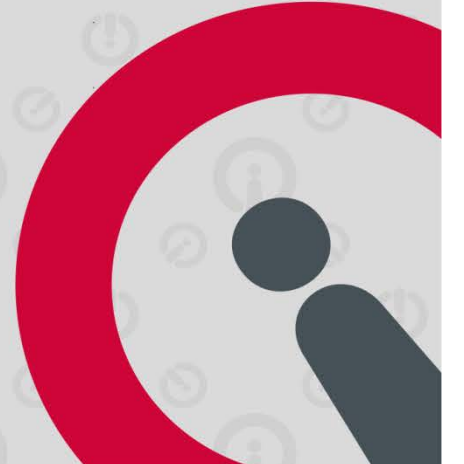
**YÜKSEK  
LİSANS  
TEZİ**

**Demir Çelik Endüstrisi'nde IoT  
Uygulamalarındaki Sorunlar,  
Çözümler ve Kazanımlar**

**Arif TUNUZ**

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ  
ANA BİLİM DALI

MAYIS 2019





**DEMİR ÇELİK ENDÜSTRİSİ'NDE İoT UYGULAMALARINDAKİ SORUNLAR,  
ÇÖZÜMLER VE KAZANIMLAR**

**Arif TUNUZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAYIS 2019**

Arif TUNUZ tarafından hazırlanan 'DEMİR ÇELİK ENDÜSTRİSİ'NDE IoT UYGULAMALARINDAKİ SORUNLAR, ÇÖZÜMLER VE KAZANIMLAR' adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile İskenderun Teknik Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Murat FURAT

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum.~~



**Başkan:** Prof. Dr. Yakup HAMEŞ

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum.~~



**Üye:** Doç. Dr. Ahmet TEKE

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Çukurova Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum.~~



Tez Savunma Tarihi: 24/05/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Tolga DEPCI  
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
  - Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
  - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Arif TUNUZ

24/05/2019

DEMİR ÇELİK ENDÜSTRİSİ'NDE İoT UYGULAMALARINDAKİ SORUNLAR,  
ÇÖZÜMLER VE KAZANIMLAR

(Yüksek Lisans Tezi)

Arif TUNUZ

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2019

ÖZET

Küresel olarak internette bir ağ üzerinden sisteme, makinalara ve kullanıcılara ulaşmak için kullanılacak cihazların bağlanması, demir çelik endüstrisi için yeni bir konsepttir. Demir Çelik Endüstrisi (DÇE), entegre tesislerden oluşan ve kendini her an yenileyen ve yenilemek zorunda olan ağır sanayi fabrikalarından oluşmaktadır. Otomotiv sektöründen inşaata kadar birçok sektörün tedarikçisi olan DÇE, teknoloji ile içiçe olmak zorundadır. Günümüz teknolojisi, interneti daha fazla kullanmaya ihtiyaç duyan bir dönem içerisinde. Nesnelerin İnterneti (IoT, Internet of Things) internet kullanımının geldiği son nokta olup, DÇE'de de yeni kazanımlar için de önemli rol oynayacaktır. Bu çalışmada IoT'nin DÇE'de uygulandığında karşılaşılan mesafe, siber güvenlik ve manyetik alan sorunu incelenerek bunlara karşılık gelen çözüm önerileri sunulmuştur. Ayrıca, sorunların yaşanmadığı bölgelerde yapılan IoT ile kütük kesim sistemi ve bu sistemin kazanımları ve kazanımlardan yola çıkarak üretime katkısı ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler : IoT, DÇE, Nesnelerin İnterneti, SDM, Kütük Kesim, PLC, GSM

Sayfa Adedi : 56

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Murat FURAT

PROBLEMS, SOLUTIONS AND GAINS OF IoT APPLICATIONS IN IRON STEEL  
INDUSTRY

(M. Sc. Thesis)

Arif TUNUZ

İSKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY  
INSTITUTE OF ENGINEERING AND SCIENCE

May 2019

ABSTRACT

Connecting devices that can be used to reach the system, machines and users globally through a network on the Internet is a new concept for the iron and steel industry. The Iron and Steel Industry (ISI) consists of heavy industrial factories consisting of integrated facilities, which have to be renewed and renewed at any time. From the automotive sector to the construction sector, the supplier of the sector is obliged to engage with technology. Today's technology is in a period that needs to use the Internet more. IoT (Internet of Things) is the ultimate point of use of the Internet and will play an important role in the new achievements. In this study, distance, cyber security and magnetic field problems encountered in the implementation of IoT in ISI were investigated and the corresponding solution suggestions were presented. In addition, with the IoT in the regions where there are no problems, the billet cutting system and its contribution to the production based on the gains and acquisitions have been revealed.

Keywords : IoT, ISI, Internet of Things, CCM, Billet Cutting, PLC, GSM

Number of Pages : 56

Advisor : Assist. Prof. Dr. Murat FURAT

## TEŞEKKÜR

Bu tezin oluŐturulmasında ve hazırlanmasında desteklerini esirgemeyen saygıdeğer danıŐmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Murat FURAT'a teŐekkürü bir borç bilirim. Tezimin her aŐamasında daima yanımda bulunan çok kıymetli sevgili eŐime ve beni yetiŐtirip bugünlere getiren, maddi manevi destekleriyle koŐsulsuz her zaman arkamda olan biricik aileme sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.



# İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. DEMİR-ÇELİK ENDÜSTRİSİ VE IoT .....	5
2.1. IoT (Internet of Things-Nesnelerin İnterneti) .....	5
2.2. Günlük Yaşamda IoT .....	6
2.3. Endüstriyel IoT.....	8
2.4. DÇE’de IoT .....	9
2.5. IoT’nin DÇE’de Uygulanmasında Yaşanan Sorunlar.....	11
2.5.1. Mesafe Sorunu .....	12
2.5.2. IP Adres Yetersizliği Siber Güvenlik Sorunu .....	12
2.5.3. Manyetik Alan Sorunu .....	13
2.6. IoT’nin DÇE’de Uygulanmasında Yaşanan Sorunlara Çözüm Önerileri .....	15
2.6.1. Mesafe Sorununa Çözüm Önerileri .....	15
2.6.2. IP Adres Yetersizliği Siber Güvenlik Sorununa Çözüm Önerileri .....	15
2.6.3. Manyetik Alan Sorununa Çözüm Önerileri .....	16
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal .....	17
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. PLC’de Haberleşme .....	23



3.2.2.	SCADA.....	23
3.2.3.	PLC ve IoT İlişkisi.....	25
3.3.	IoT ile Sensörsüz Kütük Kesme Metodu (Yol Hızıyla Kesim Metodu).....	32
3.3.1.	Sürekli Döküm Makinası .....	33
3.3.2.	Yol Hızıyla Kütük Kesimi .....	34
3.3.3.	Matematiksel Fonksiyonların PLC’de Uygulanışı.....	36
3.3.4.	Yol Hızıyla Kesim Metodunun PLC’de Programlanması .....	39
3.4.	IoT ile Motor Takibi ve Kazanımları .....	42
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

**Çizelge**

**Sayfa**

Çizelge 2.1. 28 Ton indüksiyon fırını çevresindeki manyetik alan yoğunluğu ..... 14



## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1 Demir çelik fabrikasından bir görüntü.....	2
Şekil 1.2 Ark fırını .....	3
Şekil 1.3. İndüksiyon fırını .....	4
Şekil 2.1. IoT yapısı .....	6
Şekil 2.2. Sanayi devrimi zaman çizelgesi .....	9
Şekil 2.3. Endüstri 4.0 genel yapı .....	10
Şekil 2.4. Otomasyon sistemlerinde örnek bağlantı.....	11
Şekil 2.5. Siber güvenlik .....	13
Şekil 2.6. 28 Ton indüksiyon fırını .....	14
Şekil 2.7. Ethernet Switch.....	15
Şekil 2.8. GSM ile Veri Transferi.....	16
Şekil 3.1. CPU.....	18
Şekil 3.2. Bellek Kartı (Memory Card) .....	18
Şekil 3.3. Analog Giriş Modülü.....	19
Şekil 3.4. Dijital Giriş Modülü .....	20
Şekil 3.5. Dijital Çıkış Modülü.....	20
Şekil 3.6. Analog Çıkış Modülü .....	21
Şekil 3.7. Siemens CP 1242-7.....	21
Şekil 3.8. CP 1242-7 Bağlantısı.....	22
Şekil 3.9 Telefon Numarası eklenmiş GPRS Modem .....	22
Şekil 3.10. Örnek bir SCADA ekranı .....	24
Şekil 3.11. Donanım Sayfasındaki Bağlantılar .....	25
Şekil 3.12. PLC'nin Bir Ağa Bağlanması.....	26
Şekil 3.13. Sistem Bloğu.....	27
Şekil 3.14. IP Adres Tanımlama.....	27
Şekil 3.15. Kısa Mesaj İşlemine Gerçekleştiren Fonksiyon Bloğu .....	28
Şekil 3.16. Kısa Mesaj İşleyiş Algoritması.....	29
Şekil 3.17. Güç Bilgileri Algoritması .....	30
Şekil 3.18. Analog İnpıt Kablo Bağlantı Şeması .....	30
Şekil 3.19. Toprak Kaçağı Alarm Algoritması .....	31

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.20. Dijital İnpıt Modül Bağlantı Şeması.....	31
Şekil 3.21. Aşırı Akım Alarm Algoritması.....	32
Şekil 3.22. Sürekli Döküm Makinası yapısı .....	33
Şekil 3.23. Toplama fonksiyonu .....	36
Şekil 3.24. Çıkarma Fonksiyonu.....	37
Şekil 3.25. Çarpma Fonksiyonu.....	37
Şekil 3.26. Bölme Fonksiyonu.....	38
Şekil 3.27. PLC İçerisinde Fonksiyonlar Listesi .....	38
Şekil 3.28.Yol hızıyla kesim metodu için Blok Diyagram .....	39
Şekil 3.29. Bölme İşleminin Ladder Diyagram Görünümü.....	40
Şekil 3.30. Ladder Diyagramda Toplama ve Sıfırlama İşlemi .....	40
Şekil 3.31. Ladder Diyagramda Karşılaştırma ve Taşıma Komutu .....	41
Şekil 3.32. Yol Hızıyla Kesim SCADA Ekranı.....	41
Şekil 3.33. Motor Bilgi Ekranı.....	42

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

 $V_{r,100}$ 

### Açıklamalar

100mm genişliğindeki kütüğün döküm hızı

 $V_{r,50Hz}$ 

50Hz ile ölçülen kütüğün döküm hızı

 $f_m$ 

Frekans

 $T_{3m,50Hz}$ 

50Hz ile hız ölçülen kütüğün 3m yol alması için gereken süre

 $\sigma_{100}$ 

100mm genişliğindeki kütüğün frekans ile yol hızı arasındaki sabit

### Kısaltmalar

### Açıklamalar

IoT

Internet of Things

DÇE

Demir Çelik Endüstrisi

SDM

Sürekli Döküm Makinası

IP

Internet Protocol

PLC

Programmable Logic Controller

CPU

Central Processing Unit

SCADA

Supervisory Control And Data Acquisition

RFID

Radio Frequency Identification

NAT

Network Address Translation

GPRS

General Packet Radio Service


GSM

Global System for Mobile Communications

RAM

Random Access Memory

ROM	Read Only Memory
PROM	Programmable Read Only Memory
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory
EEPROM	Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory
MPI	Message Passing Interface
PROFIBUS	Process Field Bus
SMS	Short Message Service



## 1. GİRİŞ

IoT, günlük yaşam ve şehirleşme alanlarında kullanımı yaygınlaşan ve araştırmalar ile çalışmaların artarak devam ettiği yeni bir kavram olarak hayatımıza girmiştir. Uygulama sahası genişledikçe IoT'ye olan ihtiyacın daha çok olduğu öngörülebilir bir durumdur. Günlük yaşamdaki uygulamalarla sorunlarla karşılaşılmadan çeşitli sistemleri devreye almak mümkün olabilir. Ancak IoT'nin ihtiyaç duyulduğu ve uygulamalardaki sorunlar ortadan kalktığına kazanım ve verimliliğin daha yüksek seviyede görüleceği sektör Demir Çelik Endüstrisi (DÇE)'dir. IoT'nin DÇE'de uygulanabilirliği arttıkça kazanımları buna paralel olarak artacaktır. IoT ile bu alandaki endüstriyel sistemlerdeki arızaların erken tespiti sağlanarak, üretim bandında yer alan makinelerin ömrü uzaması, üretim kayıplarının azalması ve dolayısıyla maliyetlerde ciddi oranda düşme görülebilir.

### Demir Çelik Endüstrisi (DÇE) Tarihçesi

Demir ve çelik endüstrisi, dünyanın en önemli ve geleneksel açıdan da en eski üretim sektörlerinden biridir. 3.000 yıl kadar önce demir insanların kültür ve uygarlığının bir temeliydi ve o zamanlarda bile cevherden demir elde etmeye çalışılıyordu. O zamanlardan günümüze kadar taşınan demir cevherinden ekonomik bir şekilde kullanılabilir demiri elde etmek, bu konudaki çeşitli tekniklerin geliştirilmesinde önemli bir neden olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü bu metal, ilk zamanlarda işlenerek silah ve aletlere dönüştürülmüş, günümüzde ise hayatın vazgeçilmez araçlarının hammaddesi olmuştur [1].

### Dünya'da ve Türkiye'de DÇE

Dünya çelik üretimi sürekli bir büyüme içindedir. Bugün çeliğin olmadığı bir yaşamı hayal etmek bile mümkün değildir. 1900'lü yılların başında dünya yıllık çelik üretimi yaklaşık 28 milyon ton iken, bu yüzyılda bu rakam 780 milyon tona ulaşmıştır. Bu artış, yıllık çelik üretiminin 100 yıl boyunca her yıl %3,4 büyüdüğü anlamına gelmektedir. 1900 yılında ABD dünya çelik üretiminin %37'sini tek başına üreten, en büyük çelik üreticisi ülke konumundayken, ikinci dünya savaşı sonrasında hızla sanayileşen Asya kıtası bugün dünya üretiminin %40'ını gerçekleştirerek en büyük çelik üreticisi kıta konumuna gelmiştir. Kuzey Amerika %14,5 ve eski Sovyetler Birliği ve Doğu Bloğu da dahil olmak üzere Avrupa kıtası da %36'lık paylarıyla Asya'yı takip eden çelik üreticisi bloklar konumuna gelmişlerdir [2].

Türkiye demir çelik sektörü, dünyada en hızlı büyüyen sektörlerden biridir. Türkiye, dünyadaki 66 çelik üreten ülke arasında 10. sırada, Avrupa'daki çelik üreticileri arasında ise Almanya'dan sonra 2. sırada yer almaktadır. Ekonomisi açısından stratejik bir öneme sahip olan Türkiye demir çelik sektörü, ürettiği ham çelik miktarı ile dünyada önde gelen sektörlerdendir. Türkiye, 2016 yılında dünyanın 8. büyük demir çelik üreticisi konumuna gelmiştir. Ayrıca bölgemiz demir-çelik üretimi açısından Türkiye'de yüksek oranda üretim yapan firmaların bulunduğu bir bölgedir. Şekil 1.1'de bölgemiz fabrikalarından bir görüntü bulunmaktadır. Rakamlara baktığımızda, 2000 yılında 20 milyon ton civarında olan ham çelik üretim kapasitesi yassı ve yapısal çeliğe dönük yatırımların ivme kazanmasıyla birlikte 2015 sonunda 50 milyon ton seviyesini aşmıştır [3].



Şekil 1.1. Demir çelik fabrikasından bir görüntü

### DÇE İşletme Çeşitleri

Çelik üretimi, imalat başlangıcında kullanılan hammaddeye göre sınıflandırılabilir. Cevher demiri ve hurda bazlı hammaddeler çelik üretimi için temel malzemelerdir. Hurdadan elde edilen çelik üretimi ülkemizde yaygın olarak kullanılan bir sistemdir.

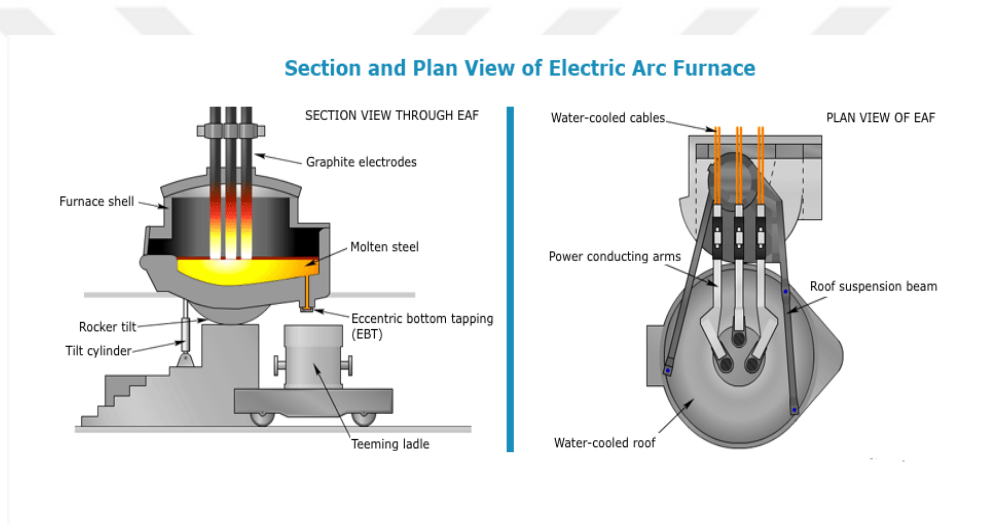


Çelik üretim süreci, demir ve çelik hurdalarının hammadde olarak kullanıldığı iki ayrı işletme çeşidinden oluşmaktadır:

- Ark Fırını
- İndüksiyon Fırını

### Ark Fırını

Çok yüksek güç kullanımı gerektiren elektrik ark ocağı (EAF, Electrical Arc Furnace) temel olarak; Su soğutmalı duvar ve kapak panelleri, süpersonik kordonlar, oksijen-karbon enjeksiyon klapeleleri, elektrot soğutma, otomatik malzeme besleme sistemleri ile donatılmıştır. Tipik bir elektrikli ark ocağı, Şekil 1.2'de gösterilmektedir.



Şekil 1.2 Ark fırını [4]

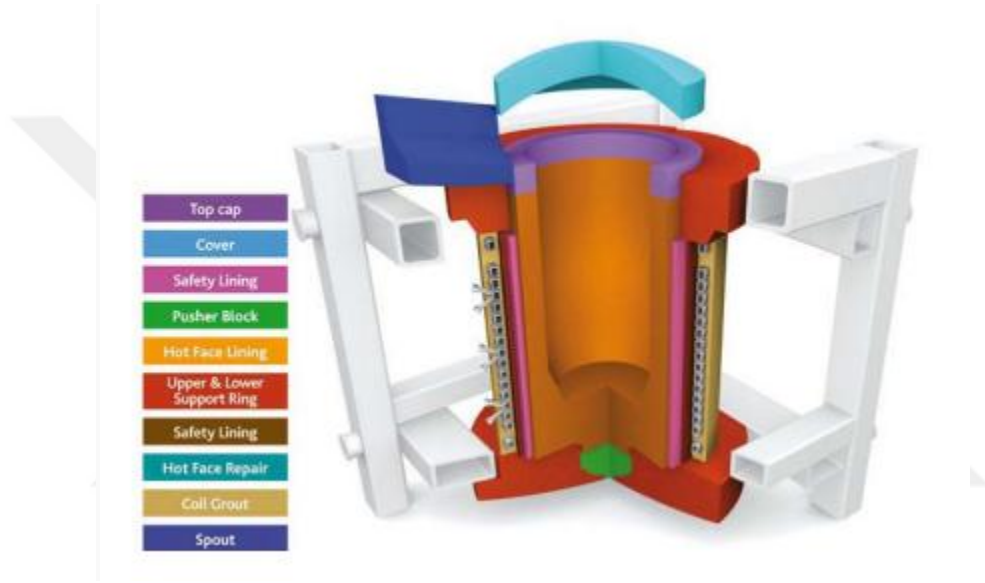
Elektrik ark ocağının verimliliğini arttırmada en önemli nokta; fırının cinsine ve kalitesine bağlı olarak fırına şarj edilen belirli bir miktar hurda ve hurdanın eritildiği hızdır. Bu durum; süpersonik mızrak sistemi, oksijen enjeksiyonu, karbon enjeksiyonu gibi ekipmanların yanı sıra çok yüksek güç kullanımı gerektirir.

### İndüksiyon Fırını

İndüksiyon fırını, demir ve demir dışı metallerin eritilmesi için kullanılır. Fırın bobinine alternatif bir akım uygulandığında, fırın içinde eritilecek yük ile devreyi tamamlar. Eritilecek olan yük ayrıca daha büyük bir akım tarafından indüklenir ve metalin erimesine

karşı direnç gösterir. Erimeye başlayan metal direncini kaybeder. Erime için gerekli olan ısıya yükselir.

Yüksek güçlerde çalışan sistemlerin bulunduğu çelik sektörünün bir çeşidi olan indüksiyon fırınlarının bulunduğu çelikhaneler, yüksek frekans ve kullanılan güce bağlı olarak manyetik alan oluştururlar. Tipik bir indüksiyon fırını, Şekil 1.3'de gösterilmiştir.



Şekil 1.3. İndüksiyon fırını [5]

## 2. DEMİR-ÇELİK ENDÜSTRİSİ VE IoT

### 2.1. IoT (Internet of Things-Nesnelerin İnterneti)

Internet of Things, çeşitli iletişim protokolleri aracılığıyla birbirleriyle iletişim kuran ve bilgi paylaşarak akıllı bir ağ oluşturmak için birbirlerine bağlanan aygıtlarla temsil edilen bir kavramdır. “Nesnelerin İnterneti” olarak çevrilen bu iletişim yapısındaki nesne kavramı, birbirine bağlı olan makineleri, bilgisayarları ve ayrıca insanları da temsil eder. Kısacası, birbirleriyle konuşan tüm fiziksel öğeleri ifade eder [6].

Aslında, “Nesnelerin İnterneti” anlamsal olarak, standart iletişime dayalı, benzersiz bir şekilde adreslenebilir, dünya çapında birbirine bağlı nesnelere ağı anlamına gelir.

IoT teriminin tarihi 1999 yılına dayanmaktadır. MIT'nin Auto-ID Merkezi'nin kurucularından olan Kevin Ashton, birçok kaynağa göre “Internet of Things” sözünün mucidi olarak kabul edilmektedir [7].

Ashton'un IoT fikri, cihazlar arası bağlantı kurmak için radyo frekansı tanıma teknolojisini (RFID) kullanma üzerine odaklanmıştı. Günümüzün IoT'si buna benzemekle birlikte aslında önemli bir farkı vardır. Bu fark iletişim yapısında olup cihazlar arasında bilgi alış-verişini IP ağı üzerinden sağlar.

1999 yılında bugün kullandığımız kablosuz internet emekleme dönemindeydi ve mobil ağlar henüz tam IP tabanlı konfigürasyona geçmemişti. Bu şartlar altında tüm cihazların kendine ait IP adresine sahip olduğu bir IoT düşünmek o dönem için imkansızdı. Her cihaz için IP adresi ve doğrudan internet bağlantısı gerektirmeyen RFID bu yüzden daha ucuz ve mantıklı bir çözüm gibi görünmüştür [8].

Ancak son yıllarda IoT geniş ölçekte geçerlilik kazandı. Gelişen teknoloji ile birlikte günlük yaşamda internet üzerinden iletişim sıkça tercih edilmektedir. Bu seçim, özellikle internete, yani dizüstü bilgisayarlara, cep telefonlarına ve tabletlere farklı nedenlerle bağlanmayı hızlandırmıştır [9]. IoT teknolojisinin kullanım alanları bugün giderek artmaktadır. Buzdolapları, arabalar, çamaşır makineleri, ısıtıcılar, garaj kapıları internete bağlanabilir [10]. IoT, tarımsal uygulamalarda [11], akıllı ev ve ofis uygulamalarında [12,

13], biyomedikal uygulamalarda [14], sağlık uygulamalarında [15], lojistik ve araç takip sistemlerinde [16], enerji yönetim sistemlerinde kullanılmaktadır [17] ve daha birçok alanda uygulanabilmektedir (Şekil 2.1) [18].



Şekil 2.1. IoT yapısı [18]

IoT konseptinin yalnızca insanların günlük yaşamlarında değil aynı zamanda imalat sanayinde de önemli bir yeri bulunmaktadır. IoT ile cihazlar, makineler, sensörler ve bilgisayarlar kendileri ve personel ile bilgi paylaşabilecek durumdadırlar. Bu anlamda, IoT'nin faydaları göz önüne alındığında, endüstriyel uygulamalar için ne kadar önemli olduğu ortadadır. IoT, imalat, nakliye, kamu hizmetleri, sağlık hizmetleri vb. alanlarda da aktif olarak kullanılmaktadır [19].

## 2.2. Günlük Yaşamda IoT

Enerjiyi verimli kullanma çabaları insan popülasyonunun artmasıyla daha çok enerjiye ihtiyaç duyulmasıyla ortaya çıkmıştır. Bu hayatın her alanında uygulanması gereken bir durum olması nedeniyle tüm sektörlerde önemli rol oynamaktadır. Günlük yaşamdan, çalışma ofislerine, endüstri sektörüne kadar uygulanması zaruri hale gelmiştir. IoT ile hayatın her alanında enerji verimliliği mümkün hale gelmiş ve daha gelişerek devam etmektedir.

Günümüzde akıllı ev aletleri, IoT iletişim protokollerini kullanarak ağa bağlanabilir. Cihazlar yerel anahtarlar ve mobil telefonlar üzerinden uzaktan erişim kullanılarak

izlenebilir ve kontrol edilebilir. Literatürde metin, ses veya hareket komutlarını kullanan tekli izleme ve kontrol modunu temel alan birçok sistem rapor edilmiştir [20].

Bir çalışma ofisine veya bir eve IoT uygulanması ile aydınlatma, ısıtma/soğutma vb. mekanizmaları, içerideki kişi sayısı, dış ortama bağlı olarak otomatik ayarlanmakta ve böylece daha verimli enerji kullanımı sağlanmaktadır [21]. IoT'nin uygulandığı ev ve ofisler, akıllı ev ve akıllı ofisler olarak adlandırılmaktadır. Şekil 2.2'de akıllı ev olarak adlandırılan IoT uygulamasıyla enerji verimliliği sağlanan bir şema gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Akıllı Ev Şeması [21].

Ev ve ofislerde kullanılan IoT uygulamaları daha da geliştirilerek akıllı şehirler haline gelebilir. Daha çok enerji verimliliği sağlayacak olan akıllı şehirler, hayatı buna paralel olarak kolaylaştıracaktır. IoT teknolojilerinin avantajlarını kullanabilecek olan akıllı şehirler, birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir [22-26]. IoT platformlarına dayalı akıllı ulaşım ve mobilite, bu alanda en çok çalışılan konulardır. Bazı örnekler akıllı park yeri [27], yol haritası çerçevesi[28] ve yol boyunca dağılmış sensörlere sahip IoT özellikli

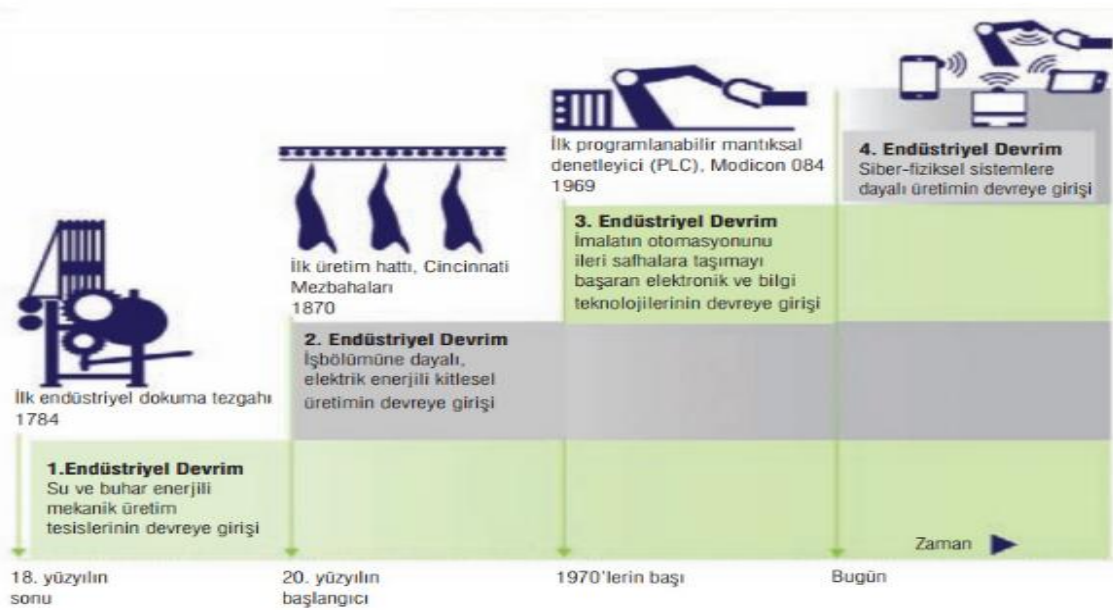
çoklu sensör sistemleridir [29]. Ayrıca, algılama teknolojisi [30,31] ve güvenlik zorlukları [32-34], IoT'nin akıllı şehirlerdeki uygulamaları için önemlidir.

### 2.3. Endüstriyel IoT

Evlerde ve şehirlerde uygulanan IoT ile enerji verimliliği yapılması gereken bir durum olsa da, aslında daha büyük oranda enerji verimliliği endüstri sektöründe yapılabilir. Örneğin, DÇE Alt-orta düzey bir DÇE fabrikasının harcadığı enerji yaklaşık olarak 3000 evin harcadığı enerjiye eşit olduğu düşünülürse, DÇE'de yapılacak enerji verimliliği, çevreye ve ülke ekonomisine çok büyük oranda katkı sağlar. Akıllı fabrikalar olarak adlandırabileceğimiz IoT uygulaması yapılan işletmeler hem kullanım hem de verimlilik açısından kazanımları da beraberinde getirecektir.

IoT'nin günlük hayattaki uygulamalarında yer alan nesnelere, evler için ısıtıcı, klima buzdolabı v.b, hastanelerde hastaya bağlı cihazlar, hasta takip ve uyarı sistemleri iken endüstri de ise özellikle üretim yapan tesislerde motor, sensörler, kesiciler v.b. cihazlardır.

Demir Çelik Endüstrisi'nde zaman içerisinde çok fazla değişiklik ve değişim gerçekleşmiştir. Dört ayrı sanayi devrimine neden olan bu gelişmeler, teknolojinin DÇE'de daha çok uygulanmasına neden olmuştur.



Şekil 2.3. Sanayi devrimi zaman çizelgesi [35].

IoT'nin uygulanmasının en çok ihtiyaç duyulduğu sektörlerden bir tanesi Demir Çelik Endüstrisi'dir. Ağır sanayi ortamlarında, üretimin daha hızlı ve daha ekonomik bir şekilde yapılabilmesi için IoT önemli bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte sağlanacak iş güvenliğinin daha kapsamlı ve daha doğru yapılmasını da sağlayacaktır.

## 2.4. DÇE'de IoT

Demir çelik fabrikaları entegre tesislerden oluşmaktadır. Bu tesisler 1980'lere kadar tamamen insan gücüyle çalışmaktadır. İnsan gücüne dayalı sistemde, işgücü ihtiyaçları, iş kazaları ve arızaları yüksek oranda görülmüştür. Halen DÇE, düşük verimlilik, projelerde zorluklar, çelik kayıpları ve iş verimliliğini ciddi şekilde etkileyen diğer konularla karşı karşıyadır [36]. Teknolojinin gelişmesiyle beraber gelen otomasyon sistemleri, bu zorlukları yenmede önemli yol alınmasını sağlamıştır.

Endüstri 4.0 ile modüler yapıllı akıllı fabrikalar kapsamında, fiziksel işlemleri siber-fiziksel sistemlerle izlemek, fiziksel dünyanın sanal bir kopyasını oluşturmak ve merkezi olmayan kararların verilmesi hedeflenmektedir. Nesnelerin interneti ile siber-fiziksel sistemler birbirleriyle ve insanlarla gerçek zamanlı olarak iletişime geçip işbirliği içinde çalışabilecektir [37].



Şekil 2.4. Endüstri 4.0 genel yapı [38].

Endüstri 4.0'ın avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Sistemin izlenmesinin ve arıza teşhisinin kolaylaştırılması
- Sistemlerin ve bileşenlerinin öz farkındalık kazanması
- Sistemin çevre dostu ve kaynak tasarrufu davranışlarıyla sürdürülebilir olması
- Daha yüksek verimliliğin sağlanması
- Üretimde esnekliğin artırılması
- Maliyetin azaltılması
- Yeni hizmet ve iş modellerinin geliştirilmesi

Endüstri 4.0'ın DÇE'de uygulanması otomasyonun yaygınlaşması ile gerçekleşmiş ve bu devrimin gelişmesinde de otomasyon sistemleri öncü rol oynamıştır.

DÇE'de IoT denilince ilk akla gelen otomasyon sistemleridir. Otomasyon, yapılan bir işin, insan ile makine arasında uygun şekilde paylaşılması durumudur. Sanayi devrimiyle



birlikte varlığını ortaya çıkan otomasyon, insanla makinelerin işbirliğinin bir sonucudur. Çeşitli işletmelerin veya firmaların işleyişinde iş paylaşımı insan ve makine arasında, otomasyon sistemleriyle paylaşılmaya başlanmıştır. Özellikle endüstri alanında yönetimsel faaliyetlerde ve bilimsel işlerde insan aracılığı olmadan işlemlerin otomatik olarak gerçekleştirilmesi sağlanır. İnsanların müdahalesine gerek kalmaksızın işlemleri gerçekleştiren ve kontrolünü sağlayan imalat sistemleri olarak da tanımlanabilir.



Şekil 2.5. Otomasyon sistemlerinde örnek bağlantı

## 2.5. IoT'nin DÇE'de Uygulanmasında Yaşanan Sorunlar

Gelişen teknoloji ile gelecekte nasıl bir endüstri devrimi olacağı az da olsa tahmin edilebilir ancak günümüzde IoT, DÇE'de PLC ile uygulanabilmekte ve önemli teknolojik gelişmeler bu sayede oluşmaktadır. Bununla birlikte, IoT'yi bir endüstriyel alana uyarlarken bazı kritik sorunlarla karşılaşmıştır. Her ne kadar çoğu sorun diğer endüstriyel uygulamalarla ortak olsa da, DÇE'nin üretim özelliklerine bağlı olarak da sektöre özel problemlerin olduğu açıktır. Bu ortak problemler ve özel problemler çözüme kavuşturulduğunda DÇE, daha hızlı büyüme, daha az maliyetli üretimler ve hata oranının en aza indiği çalışmalara sahip olacaktır.

Bu sorunlardan en önemlileri olarak aşağıdakiler sayılabilir:

- Fabrikaların geniş alanlara kurulmasından dolayı uzak mesafelerde bağlantılarda kesintiler
- IP adres yetersizliği ve siber güvenlik sorunu
- Manyetik alandan kaynaklanan ağ bozulmaları ve kesintileri

### **2.5.1. Mesafe Sorunu**

Çelikhaneler, kuruluş niteliklerinden ve entegre tesisler olmasından dolayı büyük alanlar üzerine kurulmaktadır. Veri taşımada mesafe sorunu da bu nedenden dolayı ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında üretim sırasında oluşan manyetik alanlardan veri kablolarını uzaklaştırmak, mesafe sorununu daha da büyüten bir diğer faktördür.

Mesafe sorununa çözüm olarak, sistemden verileri almak için cat6 kablosunun kullanılması gerekir. Fakat 150 metreye kadar olan mesafeler için uygundur. Daha uzun cat6 kablosu, veri aktarımı sırasında veri kaybına neden olabilir.

### **2.5.2. IP Adres Yetersizliği Siber Güvenlik Sorunu**

Nesnelerin İnterneti pazarının hızlı büyümesiyle birlikte, düşük güçlü geniş alan ağları (LPWAN) popüler bir düşük hızlı, uzun menzilli telsiz iletişim teknolojisi haline gelmiştir [39]. 2008 yılında, internete bağlı cihazların sayısı 8 milyar civarındaydı ve 2020 yılına kadar bu rakamın 50 milyar olacağı tahmin edilmektedir [40]. Bu, yeterli IP adresi olmayacağı anlamına gelir. Uzun vadede, IP adresinin eksikliği büyük ölçekli sistemlerde ciddi bir sorun yaratır [41].

Endüstriyel alanlarda, çevrimiçi sunucular, çeşitli yazılımların desteklediği bilgisayar sistemleri ve İnternet üzerinden birbirine bağlanan donanım sistemleri IP adresleri ile bilinir. Mevcut iletişim yapısı IPv4 ile sağlanmaktadır. IP yetersizliği ile karşılaşmamak için IPv6 teknolojisine geçiş süreci hızlandırılmalıdır. Gelişen IoT teknolojisi ile birlikte, IPv4 kullanılamaz hale gelmeden önce önlemler alınmalıdır [42]. Ayrıca, donanımınız ve yazılımınız IPv6 teknolojisiyle uyumlu olmalıdır.

Son yıllarda, siber saldırılar önemli ölçüde artmıştır. Büyük güvenlik problemlerinden korunmak, endüstriyel sistemin sürdürülebilirliğinin sağlanması hayati öneme sahiptir [43]. Çevrimiçi iletimi hedef alan siber saldırılar daha büyük hasarlara neden olabilir. Demir çelik endüstrisinde bazı kritik hizmetlerin sürekliliği zorunludur. Bu nedenle, iletişim cihazlarından bilgisayarlara, tüm sensörlere kadar cihazların hepsi güvenli ağ içinde olması önemlidir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Siber güvenlik [44]

### 2.5.3. Manyetik Alan Sorunu

DÇE'deki eritme fırınları yüksek güçte ve yüksek frekansta çalışır. Ortaya çıkan manyetik alan, tesiste kullanılan kablolu ve kablosuz iletişim sistemlerinde ciddi sorunlar yaratan büyük bir genliğe sahiptir. Böyle bir manyetik alan genliğinden dolayı, sistem iyi çalışmayabilir veya asla çalışmayabilir.

Manyetik alan sorunu, IoT'nin bu sektörde uygulanması açısından çözüm bulunması gereken bir sorundur. Üretim tesisleri içinde internet sinyali üzerinden aktarılan bilgide kesintilere yol açmaktadır. Literatürde yer alan çalışmalar arasında demir-çelik sektöründe IoT uygulaması üzerine çok az çalışma yer almaktadır.

Yüksek güçlerde çalışan sistemlerin bulunduğu DÇE'nin bir çeşidi olan indüksiyon fırınları, manyetik alan seviyesi yüksek olan ve fırın etrafında kablolu veya kablosuz

iletişimin mümkün olmadığı manyetik alan sorununun maksimum düzeyde yaşandığı işletmelerdir.



Şekil 2.7. 28 Ton indüksiyon fırını

İndüksiyon fırınları sistemin yapısına göre çeşitli güçlere sahiptirler. 10 Mw güç ve 28 ton kapasiteli bir fırında yapılan manyetik alan ölçümü Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. 28 Ton indüksiyon fırını çevresindeki manyetik alan yoğunluğu

Mesafe (metre)	Manyetik Alan Yoğunluğu (miliTesla)
0-1	9.3
1-2	6.2
2-3	2.9
3-4	1.8
4+	0.2

Manyetik alanın bu kadar yüksek olduğu bir alanda veri akışı imkansız denecek kadar zor hale geldiği için ağ kurulumu gerektiren PLC'nin kontrol edeceği tüm sistemler çalışamaz hale gelmektedir.

## 2.6. IoT'nin DÇE'de Uygulanmasında Yaşanan Sorunlara Çözüm Önerileri

### 2.6.1. Mesafe Sorununa Çözüm Önerileri

Sisteme verilen IP adresinden bilgi almak için kablosuz bağlantıların sağlanamadığı yerlerde kablolu bağlantı yapılabilir. Ancak kullanılacak olan cat6 kablosu 150 metreye kadar mesafeler için uygundur. Daha uzun cat6 kablosu iletim yaparken veri kaybına neden olabilir. DÇE'deki fabrikalar geniş alanlara kurulduğu için bu sorunla sık sık karşılaşılabilir. Verileri kayıpsız olarak iletmek için, her 150m mesafede anahtar (Şekil 2.8) ve güçlendiriciler gerekir.



Şekil 2.8. Ethernet Switch

### 2.6.2. IP Adres Yetersizliği Siber Güvenlik Sorununa Çözüm Önerileri

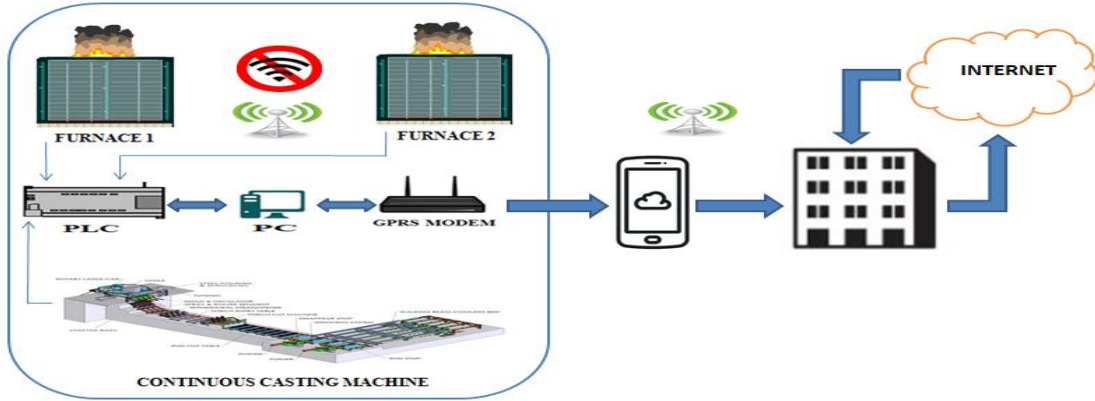
IPv6 sistemine geçerek internet ağının daha fazla IP adresine sahip olması amaçlanmaktadır. Bu gelişmeyle birlikte, IoT teknolojisinin günlük hayata ve sanayiye uygulanması önemli engellerden biri olan IP adres yetersizliği uzun bir süre için ortadan kalkacaktır. Bu bağlamda, yapılan bir çalışmadaki NAT (Ağ Adres Çevirisi) [46] cihazı ideal bir çözüm olabilir. Bir yönlendirici veya başka bir cihaz, İnternet ve İntranet arasında NAT gerçekleştirerek bu sorunu çözebilir. IPv6'ya geçiş sırasında sunulan çözüm, gelişmiş bir NAT cihazı ile sağlanır. Son kullanıcı, yönlendirici, modem veya ağ anahtarı gibi bir

cihaz kullanarak IPv6'ya bağlanır. Sonuç olarak, gelişmiş NAT, IPv6 istemcilerinin IPv4 sunucularına erişmesini sağlar. NAT aynı zamanda güvenlik ve yönetim de sağlar. Yerel ağdaki bir bilgisayar, bir bağlantı kurmadan veya ağınıza yönlendirmeden, ağınızdaki bir bilgisayarın IP adresine erişemez. NAT cihazıyla ağ yönetilebilir ve dış tehditler engellenebilir.

### 2.6.3. Manyetik Alan Sorununa Çözüm Önerileri

DÇE ile ilgili sorunların en önemlisi manyetik alandır. Fırınlardan yüksek frekansta çalıştırılması, bağlantılarda büyük problemler yaratır. Bu sorun ilk önce IoT uygulamalarında önlenmelidir.

Çözüm olarak kullanılabilir bir yöntem GSM kullanarak veri aktarımı sağlamaktır. GSM, demir çelik endüstrisindeki manyetik alanın neden olduğu veri iletim hatalarına karşı kullanılabilir bir çözümdür. Bu uygulama bir GPRS modem kullanımını gerektirir. GPRS modemler uzak bir PLC ile iletişim kurmak için kullanılır. Şekil 2.9'da, bu sistemin kullanış biçimi bulunmaktadır.



Şekil 2.9. GSM ile Veri Transferi [45].

GSM ile veri transferi manyetik alan yoğunluğu olan bölgelerde, veri akışının kesildiği sistemlerde önemli bir çözüm olacaktır. GSM ile veri transferini gerçekleştirmek için hem donanım hem de yazılım olarak gerekli bağlantıların yapılması gerekmektedir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada, indüksiyon fırını bilgilerinin ve alarmlarının GSM ile veri transferi sistemiyle operatöre veya kullanıcıya aktarılması işleminin yapılabilmesi için IoT'nin DÇE'de kullanım şekli olan PLC devreye girmektedir. IoT'nin DÇE'de uygulanma şekli otomasyondur. Otomasyon ise DÇE'de PLC (Programmable Logic Controller) ile hayat bulur. GSM ile veri transferinin gerçekleşebilmesi için gerekli olan PLC materyalleri aşağıda verilmektedir.

PLC uygulamaları, DÇE'de yaygın olarak kullanılmaktadır. IoT'nin tam uygulanabilmesi için PLC'yi iyi kavrayabilmek önemlidir. Çünkü günümüz şartlarında IoT, ağır sanayi de çoğunlukla PLC ile hayata geçirilebilmektedir.

PLC, fabrikalardaki üretim bölümlerinde veya makinelerin kontrolü gibi işlemlerin denetiminde kullanılan otomasyon cihazıdır. PLC'nin birçok giriş ve çıkışı (I/O) vardır. En büyük artıları ise elektriksel gürültülere, sıcaklık farklarına ve mekanik darbelere karşı dayanıklı tasarlanırlar. Farklı markaların PLC'leri kendilerine göre bir işletim sistemine sahiptirler. Bu denetleyici sistem, giriş bilgilerini gözle görülmeyecek hızlarla tarayarak buna uygun çıkış bilgilerini gerçek zamana yakın, cevap verecek şekilde çalışır. PLC, kısa sürede daha çok ve kaliteli ürün üretme, çok düşük hata oranlarına sahip üretim yapma gibi unsurların ön plana çıkmasında büyük rol oynar.

PLC 4 ana bölümden oluşmaktadır:

- Merkezi İşlem Birimi (CPU)
- Bellek Birimi (RAM, ROM, PROM)
- Giriş Birimi (IN)
- Çıkış Birimi (OUT)

**Merkezi İşlem Birimi (CPU):** CPU, PLC'nin işleyişini yapan, tüm aritmetik ve mantıksal işlemleri, zamanlama, sayma gibi görevleri gerçekleştiren en önemli birimdir. PLC'ye bilgi gönderen kısım CPU ve bellektir. İki farklı PLC aynı mikroişlemciyi kullanabilir, ancak

farklı işletim sistemlerinden dolayı, PLC'lerin işlevleri farklı olabilir. Şekil 3.1'de CPU 412-1 gösterilmektedir.



Şekil 3.1. CPU

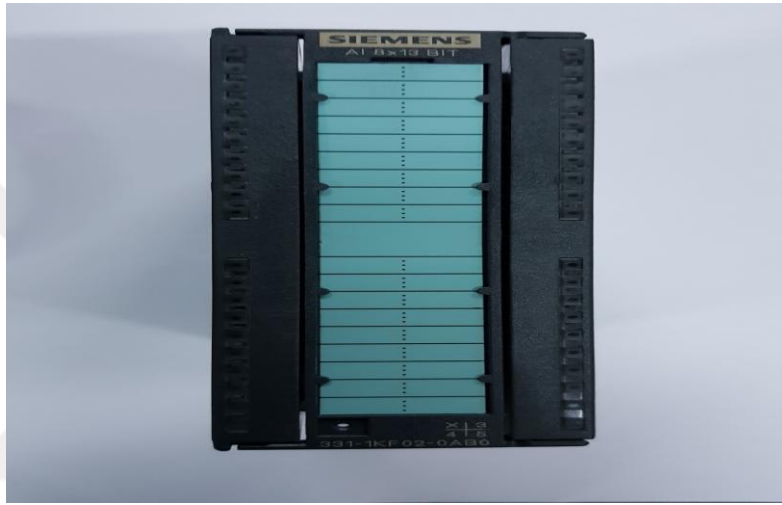
**Bellek (Memory) Birimi (RAM, ROM, PROM):** Hafıza birimi; giriş, görüntü, veri, program hafızası gibi bölümlere ayrılmıştır. Her hafıza alanı farklı fonksiyonlara sahiptir. PLC'lerde, bir bellek elemanı olarak EPROM (Programlanabilir Salt Okunur Bellek) kullanılır. Bu bellek alanı, adından da anlaşılacağı gibi, okunabilir, yeniden yazılabilir, programlanabilir, salt okunur bir bellek anlamına gelir. Her PLC'nin kendi programı vardır ve bu programlar PLC'nin hafızasına kaydedilir. Hafızadan merkezi işlem ünitesine gönderilir. Ayrıca hafıza elemanları ise; RAM, ROM, PROM, EPROM veya EEPROM'dur.



Şekil 3.2. Bellek Kartı (Memory Card)

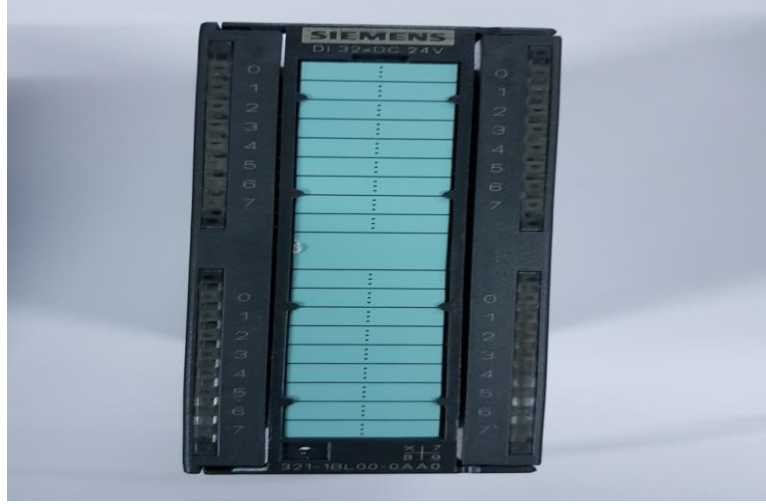


**Giriş Birimi (IN):** Giriş birimi, analog veya dijital sinyalleri, kontrol edilen sistemle ilgili algılama elemanlarından PLC'nin işleyeceği voltaj seviyelerine dönüştüren birimdir. Kontrol sistemindeki sensör tipine bağlı olarak, giriş birimi üzerinden basınç, seviye, sıcaklık, kontrol, yakınlık gibi elemanlardan gelen değerler alınır. Bu değerler analog giriş biriminden (0-10 V, 4-20 mA) PLC'ye gönderilir.



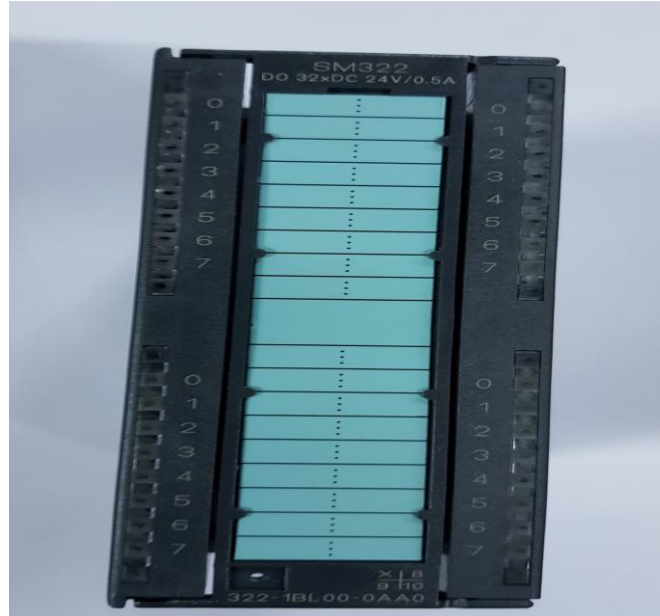
Şekil 3.3. Analog Giriş Modülü

Dijital girişler sahadan gelen bilgileri 24 V değerinde 0 veya 1 olarak PLC'ye bildirir. Giriş voltajı 24V, 48V, 100V-120V, 200V ve 240V veya alternatif akım olabilir. Limit anahtarları, seviye anahtarları, motor kontaktörü veya röle kontakları, seçici anahtarlar, fotoelektrik gözler vb. giriş birimine sahadan bilgi sağlayan devre elemanlarıdır.



Şekil 3.4. Dijital Giriş Modülü

**Çıkış Birimi (OUT):** Çıkış birimi, PLC'de hesaplanan çıkış noktalarının gerilimini, kontrol edilen sistemdeki kontaktör, röle, solenoid gibi kontrol cihazlarını, çalıştırmak için uygun elektrik sinyallerine dönüştüren ünedir. Çıkış birimi röle, triyak veya transistör devrelerinden oluşur. Çıkış birimi, dijital bilgileri 24 V olarak PLC'den alarak sahaya bildirir. Çıkış Birimi analog bilgileri PLC'den alarak 0-10 V ve 4-20 mA gibi değerlerle sahaya gönderir.



Şekil 3.5. Dijital Çıkış Birimi



Şekil 3.6. Analog Çıkış Birimi

PLC'ler ayrıca röle çıkış ünitelerinde kullanılır. Bununla birlikte, transistör veya triyak çıkış üniteleri, yüksek hızlı açma ve kapama gerektiren durumlarda kullanılır. Ayrıca giriş ve çıkış modülleri, alarmlar, kontrol röleleri, solenoidler, motor yol vericiler, fanlar vb. için de kullanılır.

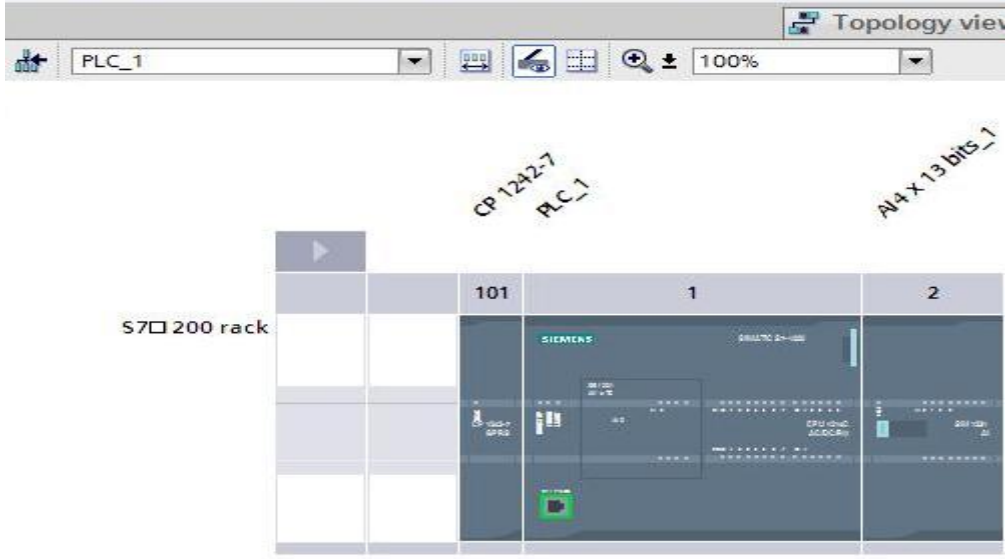
PLC'nin fiziksel ekipmanları kadar program kısmı da oldukça önemlidir. Sistemin nasıl işlemediği, fiziksel ekipmanların hangi özelliklerde çalışması ve sistemde kullanıcının isteğine hitap edecek tüm işlemler programlama kısmında gerçekleştirilir.

Donanım kısmında kurulumu tamamlanmış bir PLC sistemine GPRS modem eklemek gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılacak olan GPRS modemi Siemens CP 1242-7, Şekil 3.7'de gösterilmektedir.



Şekil 3.7. Siemens CP 1242-7

GPRS modemin PLC içerisinde bağlantı şeması Şekil 3.8'de gösterilmektedir.



Şekil 3.8. CP 1242-7 Bağlantısı

GPRS modemi donanım kısmına ekledikten sonra PLC programı içerisinde özelliklerini kullanıcıya göre belirlemesi gerekmektedir. Bir GSM firmasının SIM kartının da bulunması gerek cihazı kişiselleştirerek veri akışının sağlanacağı cep telefonu numarasının Şekil 3.9’da görüldüğü gibi cihaza girilmesi gerekmektedir.

AuthorizedPhone1	+905362738021
AuthorizedPhone2	
AuthorizedPhone3	
AuthorizedPhone4	
AuthorizedPhone5	
AuthorizedPhone6	
AuthorizedPhone7	
AuthorizedPhone8	
AuthorizedPhone9	
AuthorizedPhone10	

Şekil 3.9 Telefon Numarası eklenmiş GPRS Modem

## 3.2. Yöntem

Kullanılan materyaller PLC ile network ağında bağlandıktan ve haberleşme sağlandıktan sonra hardware kısmında bu materyaller tanılmaktadır. Bu işlemlerden sonra PLC içerisinde yazılım kısmına başlanabilir.

### 3.2.1. PLC’de Haberleşme

PLC haberleşme sistemi, haberleşme ağlarına bağlanmanıza izin verir. Bu iletişim sistemleri, birçok PLC üreticisi tarafından geliştirilen ve standart olarak kabul edilen ağ sistemleridir. PLC otomasyon cihazı ile merkezi olmayan cihazlar arasında hızlı veri değişimi sağlayan sistemlerdir. Özellikle PLC'nin merkezinde, çalışma alanındaki iletim hatları şeklinde çevre birimleri iletim hatları oluşturmak çok kolaydır. Merkezdeki CPU giriş bilgisini çevre biriminden okur, işler ve çıkış bilgisini yazar. Her veri yolu bölümüne 32, maksimum 126 veriyle teknik özellikler bağlanabilir. Çalışma sırasında çevre birimleri (saha elemanları (sensör, motor)) kurulabilir ve çıkarılabilir. Bu dağıtım, ana PLC'nin yönetimine göre yapılır. PLC tarafından kullanılabilen haberleşme ağları aşağıdaki gibidir:

- Profibus (Bkz. EK 1)
- MPI (Bkz. EK 2)
- Endüstriyel Ethernet (Bkz. EK 3)

Haberleşme ağları kullanılarak PLC'nin tüm network bağlantıları yapılabilir. Bunlar içerisinde takip ve kontrol uygulaması olan SCADA'da yer almaktadır.

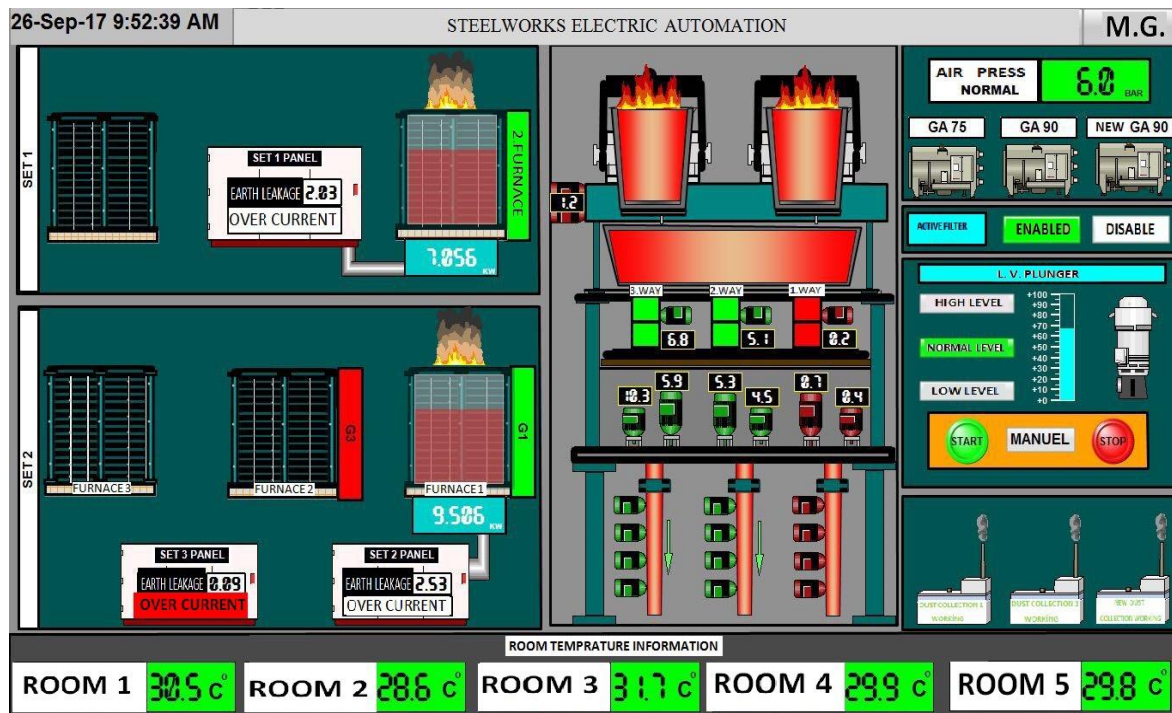
### 3.2.2. SCADA

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition-Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama) sistemleri, bilgisayarlar, cep telefonları ya da tabletler gibi cihazlarla tek merkezden geniş çapta tesislerin izlenebildiği ve temel olarak yazılımsal olan bir sistemdir. Tek bir cihazdan kullanılabilir ve ağ bağlantısı üzerinden birden fazla bilgisayar ve taşınabilir cihaz ile kontrol edilebilir ve izlenebilir.

SCADA sistemlerinin başlıca özellikleri şunlardır:

- Grafik arayüzü
- İzleme sistemi
- Alarm sistemi
- Veri toplama, analiz ve raporlama sistemleri

Tüm bilgiler SCADA ekranı ile izlenebilir. SCADA, bir tesisteki sistem takibi için önemlidir. Yetkili kişiler üretim akışını, motorların arıza koşullarını ve tesisin çalışmasını SCADA ile kontrol edebilirler. Özellikle motorların durumu bir tesis için çok önemlidir. Örnek bir SCADA ekranı Şekil 3.10'da gösterilmektedir.



Şekil 3.10. Örnek bir SCADA ekranı

SCADA tüm sistemlerin haberleşmesi sağlandıktan sonra sistemin takibini sağlamak amaçlı bir programdır. SCADA ekranlarının uzaktan ve yerel izlenebilmesi için IoT dolayısıyla PLC'nin ağ bağlantısının yapılması gerekmektedir. Bu da ancak IoT'nin temeli olan IP adresleme ile olmaktadır.

### 3.2.3. PLC ve IoT İlişkisi

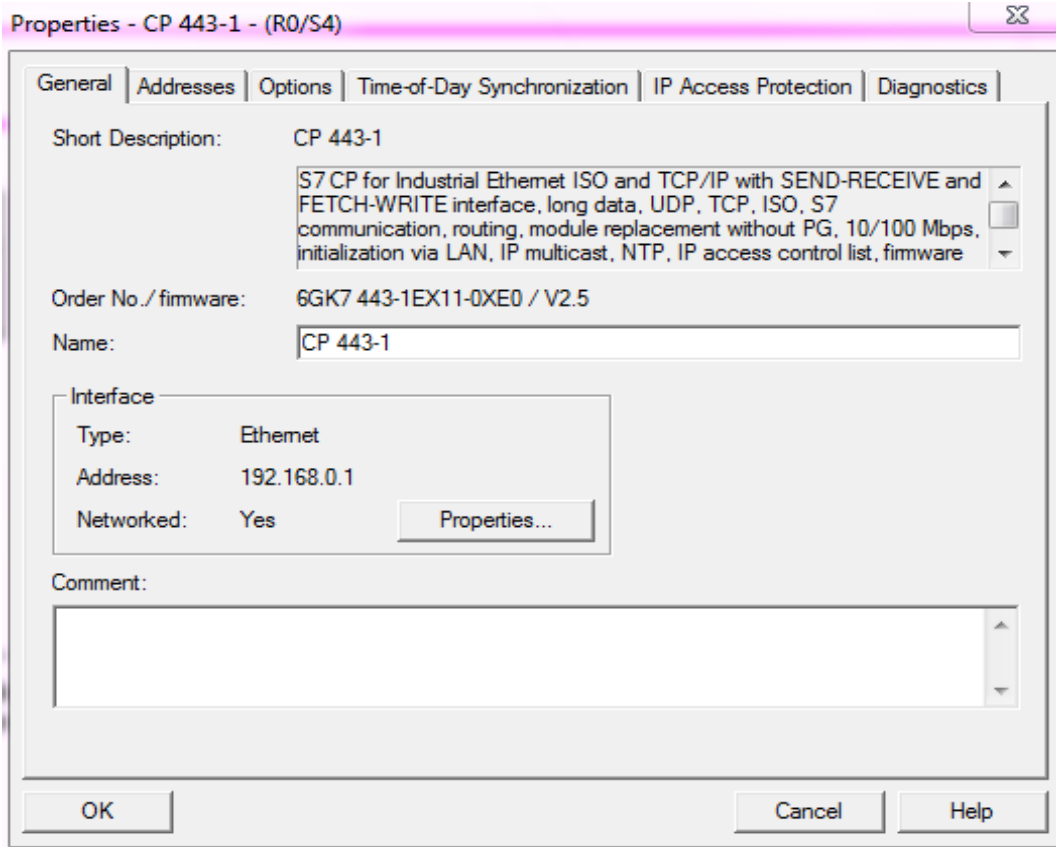
Haberleşme için arayüzler sağlandıktan sonra PLC içerisinde hardware (donanım) kısmını oluşturmak gerekmektedir. Programlama (yazılım) kısmını hayata geçirebilmesi için donanım kısmında bağlantıların oluşturulması önemlidir.

Tüm cihazların, sahadaki ekipmanların yönetilebilmesi internet ağı sayesinde meydana gelmektedir. IoT burada devreye girerek tüm sistemin bir ağ üzerinden yönetilmesini ve uygulanmasını sağlamaktadır.

Belirlenen bir ağ ve IP adres sayesinde PLC'nin tüm haberleşmesi yapılabilmektedir. Bu IP üzerinden diğer cihazlarla veri akışı sağlanabilmektedir. Cihazların ağ içerisinde IP üzerinden birbirlerini tanımaları sağlanarak tüm sistem çalıştırılabilmektedir. PLC'ye tanımlanan IP adresi Şekil 23'de gösterilmektedir.

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q address	Comment
1	PS 407 4A	6ES7 407-0D02-0AA0					
2	CPU 412-1	6ES7 412-1XJ05-0AB0	V5.3				
X1	MPI/DP				4085*		
3	AI&16Bit	6ES7 431-7K-F00-0AB0			512..527		
4	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 422-1BL00-0AA0				0...3	
5	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 422-1BL00-0AA0				4..7	
6							
7							
8							
9	CP 443-1	6GK7 443-1EX20-0XE0	V2.1		4094*		
X1	PN/IO				4083*		
X1 P1 R	Port 1				4082*		
X1 P2 R	Port 2				4081*		

Şekil 3.11. Donanım sayfasındaki bağlantılar

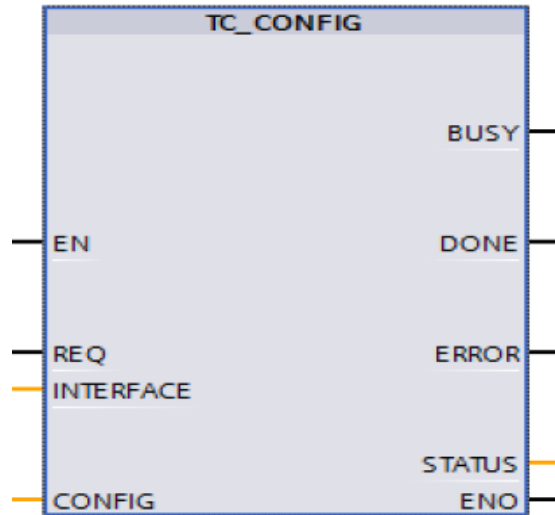


Şekil 3.12. PLC'nin bir ağa bağlanması

Oluşturulan IP adresi ile DÇE'deki tüm sistemlere uzaktan ve yerel olarak bağlanılabilir ve tüm kontroller yapılabilir. IoT'nin tüm avantajları DÇE'de uygulanabilir. Kullanıcı ile sistem arasındaki bağlantıyı oluşturan ağ sisteminin devre dışı kalmaması halinde tüm veri akışı sağlıklı bir şekilde yapılabilir. Ağ sisteminin, dolayısıyla IoT'nin uygulanmasının zarar görmesi durumları DÇE'de aşılması gereken önemli sorunlardandır. Çünkü bu sektörde bağlantıların aksaması durumu, çok çeşitli nedenlerle sık sık gerçekleşmektedir.

Yazılım kısmında PLC programının içerisinde Sistem Blok oluşturularak GPRS modeme yaptırılacak tüm komutlar bu blok içerisine yazılması gerekmektedir.





Şekil 3.13. Sistem Bloğu

Sistem bloğuna gerekli bilgiler girildikten sonra PLC içerisinde IP adres tanımlaması yapılması gerekmektedir. Bu adımda PLC'ye IP adresi girilerek sistemin çalışmasını PLC ekipmanların birbirini tanıması amaçlanmaktadır.

The screenshot shows the 'Internet Protokolü sürüm 4 (TCP/IPv4) Özellikleri' dialog box. The 'Genel' tab is selected. The text reads: 'Ağınız destekliyorsa, IP ayarlarının otomatik olarak atanmasını sağlayabilirsiniz. Aksi halde, IP ayarlarınız için ağ yöneticinize başvurmanız gerekir.'

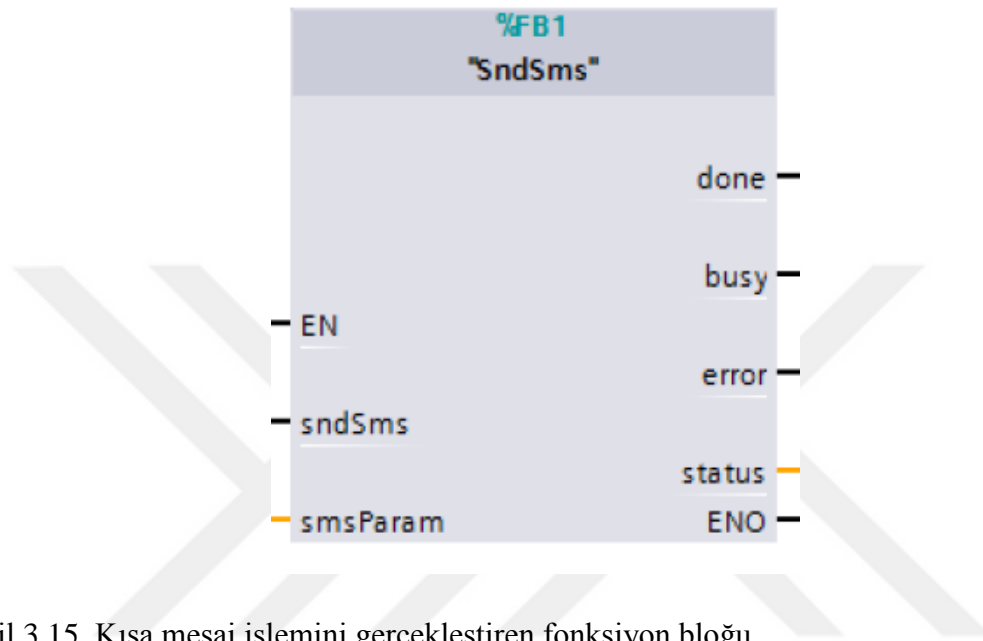
There are two radio buttons: 'Otomatik olarak bir IP adresi al' (unselected) and 'Aşağıdaki IP adresini kullan:' (selected). Below the selected option, there are three input fields: 'IP adresi:' with the value '192 . 168 . 1 . 152', 'Alt ağ maskesi:' with the value '255 . 255 . 255 . 0', and 'Varsayılan ağ geçidi:' with the value '.' . '.' . '.'.

There are two more radio buttons: 'DNS sunucu adresini otomatik olarak al' (unselected) and 'Aşağıdaki DNS sunucu adreslerini kullan:' (selected). Below the selected option, there are two input fields: 'Tercih edilen DNS sunucusu:' with the value '.' . '.' . '.' and 'Diğer DNS Sunucusu:' with the value '.' . '.' . '.'.

At the bottom, there is a checkbox 'Çıkarken ayarları doğru' (unchecked) and a 'Gelişmiş...' button. At the very bottom, there are 'Tamam' and 'İptal' buttons.

Şekil 3.14. IP Adres Tanımlama

IP adresi PLC’de tanıtıldıktan sonra kısa mesaj (SMS) gerçekleştirecek ve istenilen veriyi kullanıcıya aktaracak olan fonksiyon bloğu oluşturulması gerekmektedir. Bu blok içerisinde sahadan gelen bilginin işlenmesi, kullanıcıya gönderilecek olan parametre ve kısa mesaj işlemi gerçekleşmektedir. Bu fonksiyon bloğu Şekil 3.15’te gösterildiği gibi oluşturulmaktadır.



Şekil 3.15. Kısa mesaj işlemini gerçekleştiren fonksiyon bloğu

Fonksiyon bloğu, gerekli olan veriyi işleyerek GPRS modeme gönderir. GPRS modem içinde bulunan SIM kart aracılığıyla kullanıcıya aktarır. Manyetik alanın yoğunluğunda veri aktarımı kesintiye uğramadan kullanıcıya ulaşmış olur. Bu işleyiş Şekil 3.16’daki algoritma gösterilmiştir.

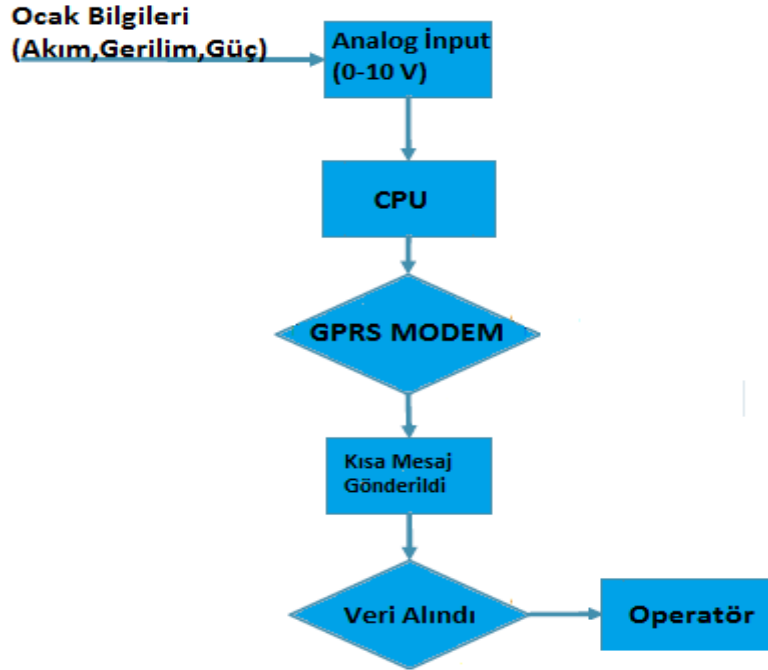


Şekil 3.16. Kısa Mesaj İşleyiş Algoritması

Manyetik alan sorunuyla karşılaşıldığında uygulanacak yöntem olan GSM ile veri transferi, özellikle indüksiyon ocaklarında birçok önemli bilgiyi operatöre ulaştırarak veri transferinde kesintiyi önlemektedir. Bu bilgiler aşağıdaki gibi sıralanabilir,

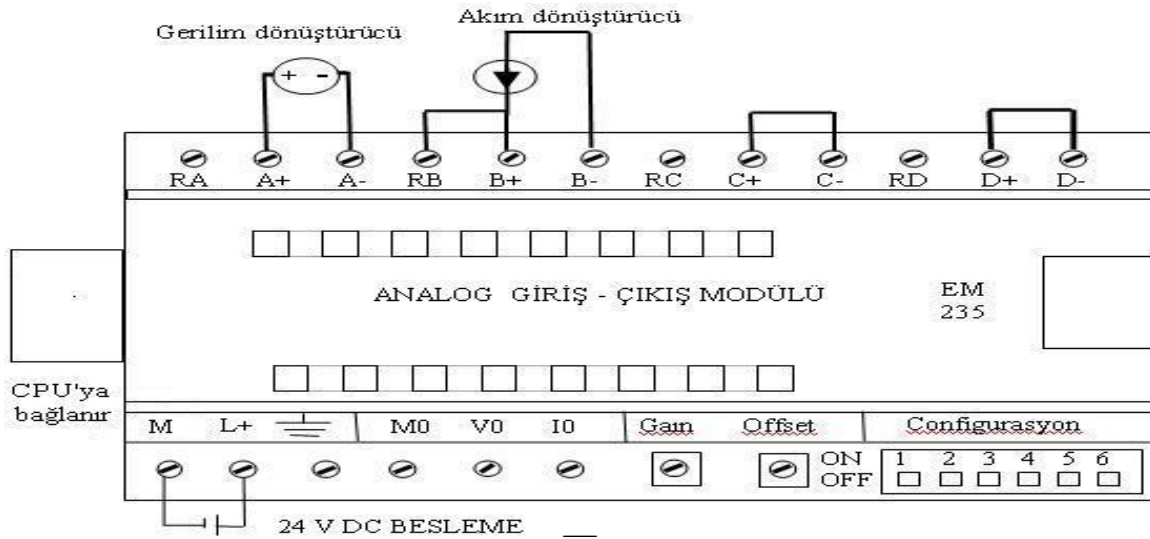
- Ocak güç bilgileri
- Toprak kaçağı alarmı
- Aşırı akım alarmı

Ocak güç bilgilerinin, operatöre kesintisiz ulaşması Şekil 3.17’de işleyiş algoritmasıyla gösterilmektedir.



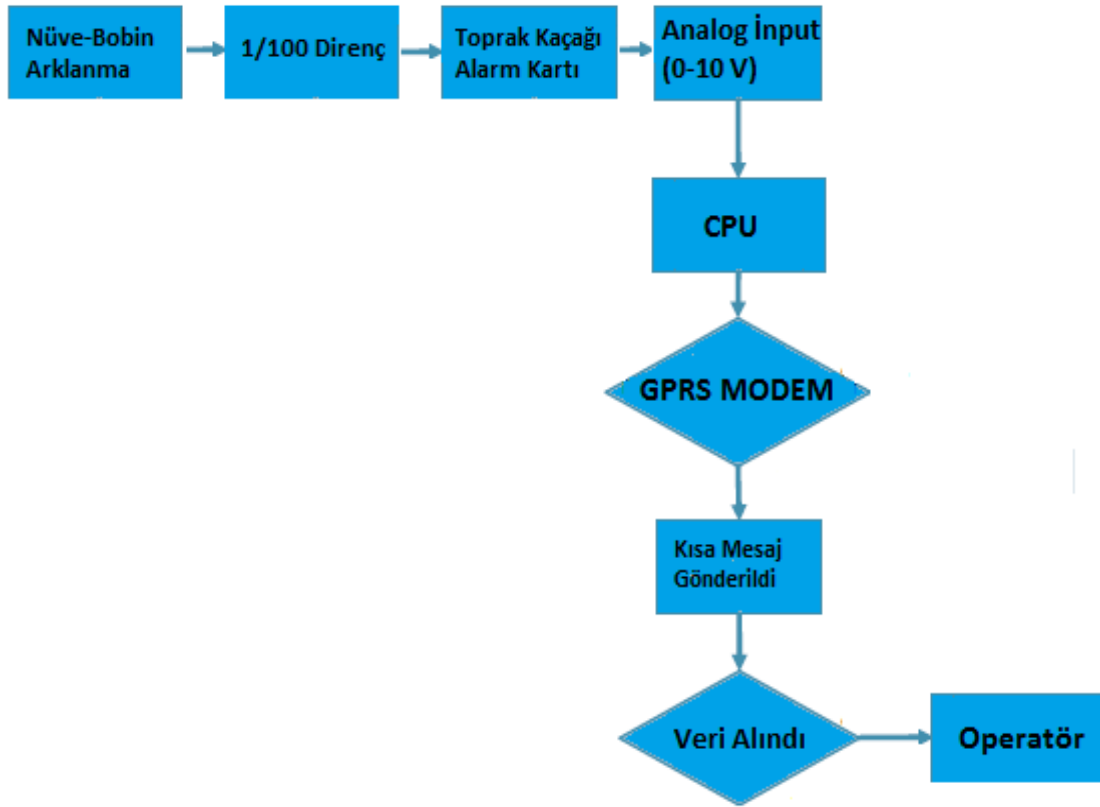
Şekil 3.17. Güç Bilgileri Algoritması

Analog giriş biriminin kablo bağlantıları Şekil 3.18’de gösterilmektedir.



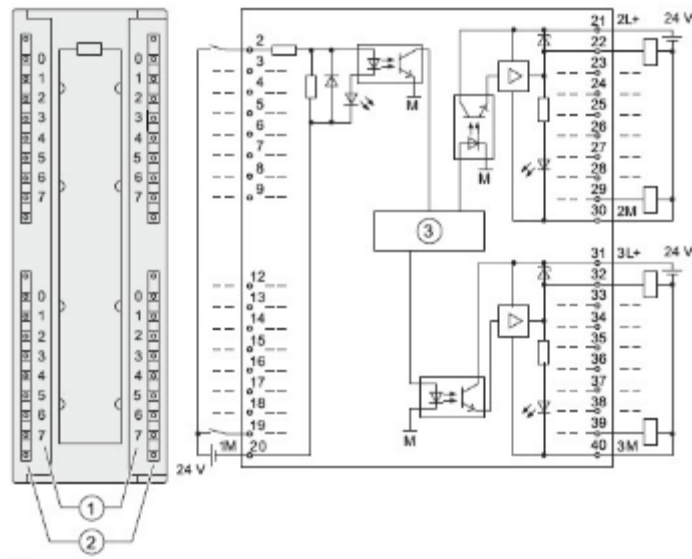
Şekil 3.18. Analog giriş kablo bağlantı şeması

Toprak kaçağı alarmının, operatöre kesintisiz ulaşması Şekil 3.19’da işleyiş algoritmasıyla gösterilmektedir



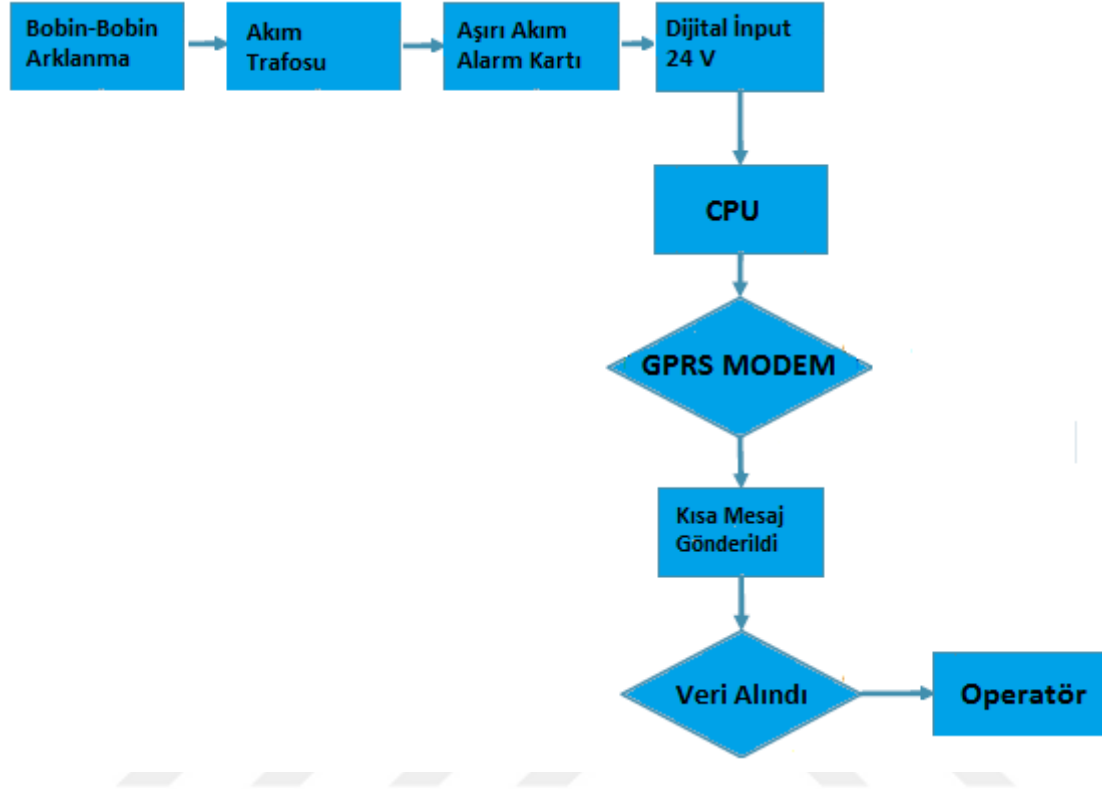
Şekil 3.19. Toprak Kaçağı Alarm Algoritması

Dijital giriş biriminin kablo bağlantıları 36 adet giriş bilgisinin bulunduğu modülün sahadan gelen bilgilerin bağlanacağı kablo girişleri Şekil 3.20’de gösterilmektedir.



Şekil 3.20. Dijital giriş birimi bağlantı şeması

Aşırı akım alarımının, operatöre kesintisiz ulaşması Şekil 3.21’de işleyiş algoritmasıyla gösterilmektedir



Şekil 3.21. Aşırı Akım Alarm Algoritması

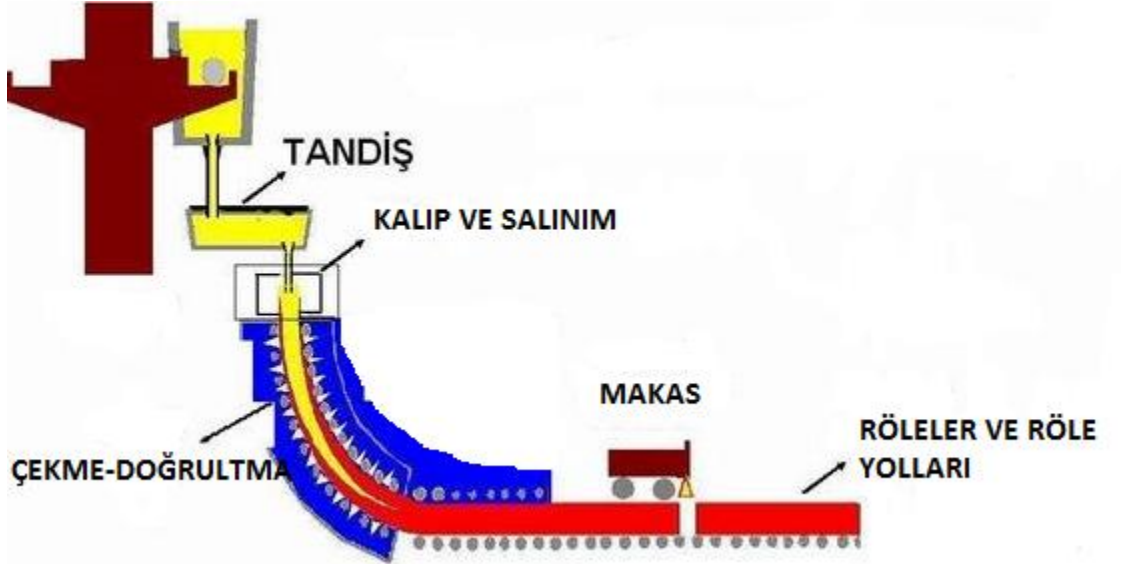
### 3.3. IoT ile Sensörsüz Kütük Kesme Metodu (Yol Hızıyla Kesim Metodu)

Yarı mamul ürünler diğer endüstriler için kullanıldığından, istenen nitelikleri ürünlerle eşleştirmek önemli gereksinimlerden biridir. Burada önemli olan, bu tür ham çeliğin boyutlandırılmasının doğruluğu ve hataların azaltılmasıdır.

IoT tabanlı bu uygulamada, SDM’de daha doğru boyutta ürün elde edebilmesi için yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Yöntem, erimiş sıvı metalin hızına dayanır. Tanımlanan ebattaki kesim işlemi, önerilen yöntemin en büyük avantajı olan, sensörsüz bir PLC uygulamasıyla sağlanır. Önerilen yöntem, sürekli döküm makinesinde, gerçek bir tesiste ham çelik üretim hattında uygulanmış ve yapılan ölçümler, ham çelik boyutlarının doğruluğunun, istenen değerlere kıyasla kabul edilebilir olduğunu göstermiştir.

### 3.3.1. Sürekli Döküm Makinası

Demir ürünü üretim süreçleri, demir cevheri ve hurdaların sıvı halde erimesi ile başlar. Eritme işlemi genellikle bir elektrik ark ocağı veya bir indüksiyon ocağı vasıtasıyla gerçekleştirilir. Daha sonra, erimiş metal, genellikle istenen boyut ve şekle dayalı olarak kütükler ve slablar oluşturmak için sürekli döküm makinelerinde döküm işlemine alınır. Bazı kimyasal analizler yapıldıktan sonra, yarı mamul ürünler elde edilir. Şekil 3.22'de bir SDM'nin tüm bölümleri gösterilmektedir.



Şekil 3.22. Sürekli Döküm Makinası yapısı

Kütüğün istenilen şekilde çıkarılabilmesi için SDM'nin tüm bölümlerinin sağlıklı bir şekilde çalışması gerekmektedir. Bu bölümler sırasıyla aşağıdaki gibidir,

- Döküm Kalıpları ve Salınım (Osilasyon) Bölümü
- Çekme-Doğrultma Bölümü
- Kütük Kesim Bölümü (Makas)
- Röleler ve Röle Yolları

**Döküm Kalıpları ve Salınım (Osilasyon) Bölümü:** SDM'nin önemli bir özelliği, erimiş metalin sürekli işlenmesidir. Geri dönüşümlü çelik veya metal malzeme 1590-1600 derece

belirli bir sıcaklıkta elektrik ark ocağı veya indüksiyon ocağı vasıtasıyla eritilir [45]. Bazı kimyasal ve filtreleme işlemlerinden sonra, erimiş metal, kimyasal bileşimlerinin istenen derecelerde olmasını sağlamak için potaya konur. Ardından, erimiş sıvı metal,  $\frac{3}{4}$ 'ne kadar tandiş mekanizmasına dökülür. Bu arada, erimiş metal, su ile soğutulan kalıbın içine boşaltılır. Erimiş metalin akış hızı, tandişin dibinde bulunan bir durdurma çubuğu ile kontrol edilir.

**Çekme-Doğrultma Bölümü:** Kalıpların dış yüzeyi, sıvı metalin katılaşması için suyla soğutulur. Katılaşmış metalin kalıba yapışmasını önlemek için SDM'ye bir salınım sistemi de uygulanır. Sıvı halinden katı hal durumuna geçiş, metal hacminin azalmasıyla sonuçlanır. Katılaşmış metal, istenen boyutlarda düzleştirilmek için sürekli olarak çekme doğrultma bölümüne sürülür. Katılaşmış metalin düzleştirme işlemi 3 bar ila 5 bar aralığında basınç uygulanarak gerçekleştirilir. İşlemin bu aşamasından sonra, kalıpların farklı enine kesitlerine bağlı olarak slablar veya kütükler oluşur.

**Makas Bölümü:** Ürünlerin boyutları, bu aşamada, diğer endüstriyel uygulamalarda kullanıldığı için çok önemlidir. Boyutlar istenen değerlere uymuyorsa, tekrar eritilmelidir. Bu nedenle yeni bir yöntem geliştirmek zorunlu hale gelmiştir. Herhangi bir cihaz kullanılmadan, SDM'nin çıkışındaki ham çeliğin büyüklüğü neredeyse sıfır hatayla elde edilebilir.

**Röleler ve Röle Yolları:** Nihai ürün, röleler vasıtasıyla makastan ayrılmak üzere itilir. Burada, ürünler soğutulmaya veya hadde fırınına bırakılır.

### 3.3.2. Yol Hızıyla Kütük Kesimi

IoT'nin tam olarak uygulandığı bir yöntem olan yol hızıyla kütük kesim işlemi, tamamen ağ bağlantısıyla haberleşme sağlayan cihazların iletişimi ile gerçekleşmiştir.

Bir ağa atanan IP ile PLC-Sürücü haberleşmesi ile yapılan yol hızıyla kesim metodu, sahada hiçbir ekipmana ihtiyaç duymaz. SDM'de döküm hızını referans olarak sadece IP ile birbirini tanıyan cihazlar aracılığıyla bu yöntem gerçekleştirilir.



Döküm hızı, kalıp boyutlarına ve SDM'de kullanılan salınım frekansına göre değişir. Kütüğün döküm hızları 100mm genişlik için 2,8–3,5m/dak, 200mm genişlik için 0,9-1,1 m/dak'dır. Kalıplanmış sıvının seviyesi, çelik seviye döküm operatörleri veya otomatik seviye sistemi tarafından belirlenir. Her iki durumda da, sıvı çelik seviyesi arttığında, döküm hızı artar ve sıvı çelik seviyesi düştüğünde, döküm hızı düşer. Operatör, döküm seviyesi paneline monte edilmiş bir potansiyometre kullanarak sıvı çeliğin seviyesini ayarlar. Potansiyometre ile değiştirilen döküm hızı, salınımlı motor sürücüsünün frekansını değiştirir. Aslında, döküm hızı salınımlı motor sürücüsünün frekansı ile doğru orantılıdır. Önerilen yöntem, döküm hızı ve salınım motorunun frekansı arasındaki ilişkiye dayanmaktadır.

Motor sürücüsünün frekansını  $f_m$  ve karşılık gelen döküm hızını  $V_r$  olarak tanımlayalım. Bu iki parametre orantılı olduğundan, aralarındaki oran aşağıdaki gibidir:

$$\sigma_{100} = \frac{f_m}{V_{r,100}} \quad (3.1)$$

burada  $V_{r,100}$ , m/dak olarak 100mm genişliğe sahip kütüğün döküm hızıdır ve  $f_m$ , Hz cinsindedir.

Örneğin,  $f_m = 50\text{Hz}$  ve bu frekansta 100mm genişliğe sahip kütüğün ölçülen döküm hızı  $V_{r,100} = 3.12\text{m} / \text{min}$  ise,

$$\sigma_{100} = \frac{50\text{s}^{-1}}{3.12\text{m} / \text{min}} = 16\text{s}^{-1} \text{ min} / \text{m} = 962\text{m}^{-1} \quad (3.2)$$

$$V_{r,50\text{Hz}} = \frac{f_m}{\sigma_{100}} = \frac{50\text{s}^{-1}}{962\text{m}^{-1}} = 0.052\text{ms}^{-1} \quad (3.3)$$

Eşitlik sonucu (3.3) salınım frekansı 50Hz olarak seçildiğinde kütüğün döküm hızını 1 saniye olarak göstermektedir. Ayrıca,  $\text{ms}^{-1}$ 'deki kütük hızı, ek bir ekipman kullanmadan

PLC kullanırken daha doğru kesim sağlar. İstenilen kütük uzunluğu 3m ise, operatör kütüğü bu hızda kesmek için gereken süreyi bilir. Zaman,  $T_{3m,50Hz}$ , Eşitlik (4) kullanılarak kolayca bulunabilir.

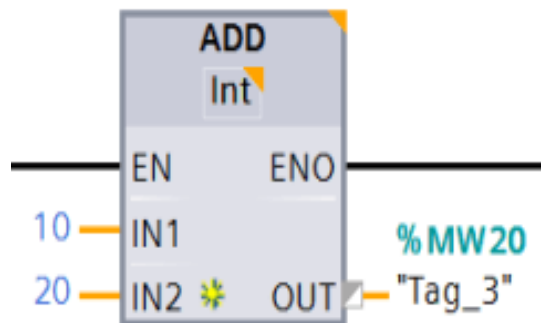
$$T_{3m,50Hz} = 3m / V_{r,50Hz} \cong 58s \quad (3.4)$$

Yol hızıyla kesim yönteminde, gerekli IP atamaları ile cihazlar tanıtıldıktan sonra, yukarıda bahsedilen matematiksel işlemlerin PLC içerisine yazılmasıyla sistem çalışabilir duruma gelmektedir. Önerilen yöntemi uygulamak için, matematiksel fonksiyonların PLC'de nasıl kullanılacağına bilinmesi gerekir.

### 3.3.3. Matematiksel Fonksiyonların PLC'de Uygulanışı

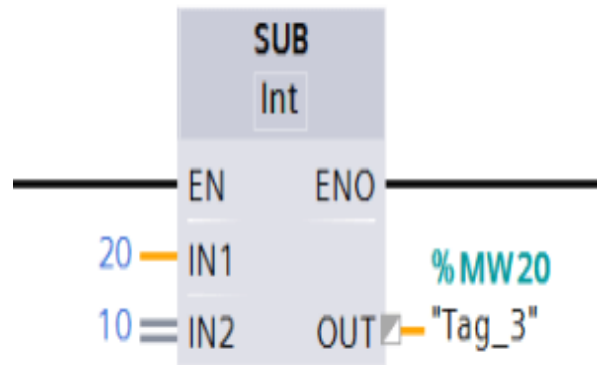
Yol hızıyla kütük kesme yöntemini anlamak için, matematiksel fonksiyonların PLC'de nasıl kullanılacağını bilmemiz gerekir. Bu yöntemde, sistem neredeyse tamamen matematikseldir. PLC'deki bu uygulamalar, her program ve uygulamada sistemin çalışmasını kolaylaştırır.

ADD toplama komutu, sinyal EN girişine giriş yapıldığında IN 1 ve IN2 değerlerini toplar ve sonucu OUT bölümüne yazar (Şekil 3.23).



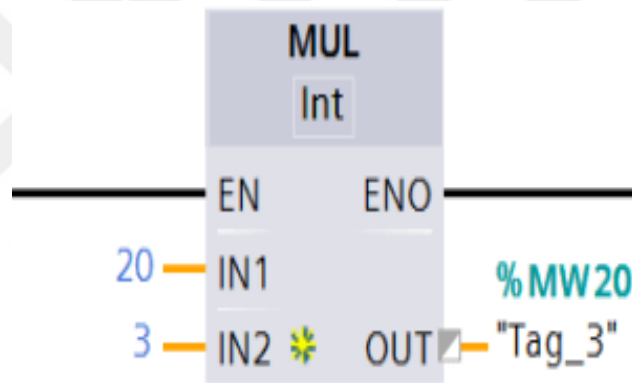
Şekil 3.23. Toplama fonksiyonu

SUB çıkarma komutu; EN girişine bir sinyal uygulandığında, IN 1 ve IN2 değerlerini değiştirecek ve sonucu OUT olarak yazar (Şekil 3.24).



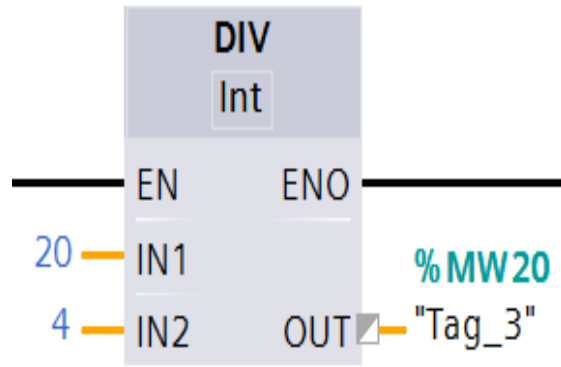
Şekil 3.24. Çıkarma Fonksiyonu

MUL çarpım komutu; EN girişine bir sinyal uygulandığında, IN1 ve IN2 değerlerini çarpar ve sonucu OUT'a yazar (Şek. 3.25).



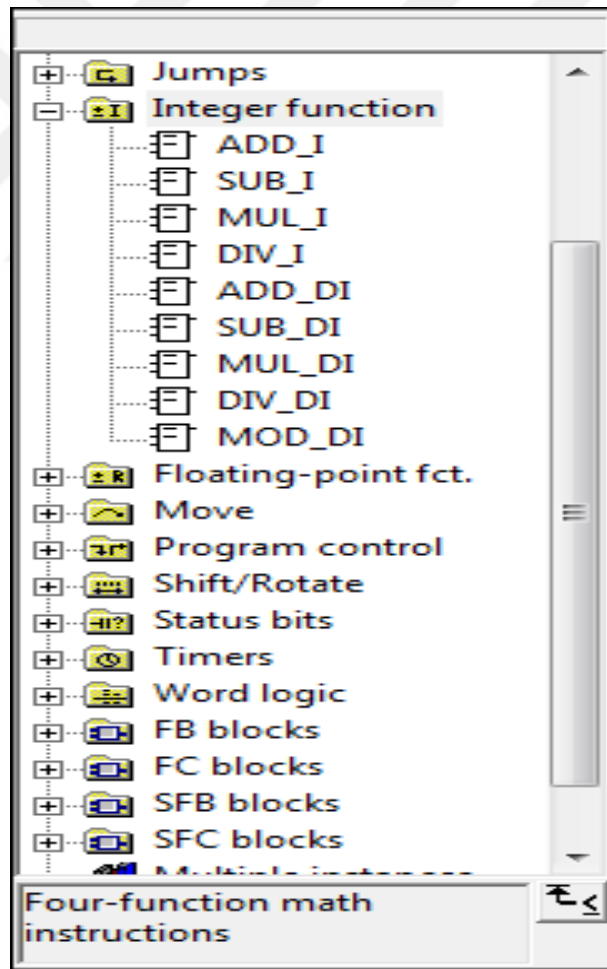
Şekil 3.25. Çarpma Fonksiyonu

DIV bölme komutu; EN girişine bir sinyal uygulandığında, IN1'in değerini IN2'ye böler ve sonucu OUT'a yazar (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Bölme Fonksiyonu

PLC markasına göre farklı gösterimleri olan fonksiyonların seçimi genellikle tüm işlemleri seçtiğimiz sayfanın sol tarafındaki işlem menüsünde bulunur (Şekil 3.27).

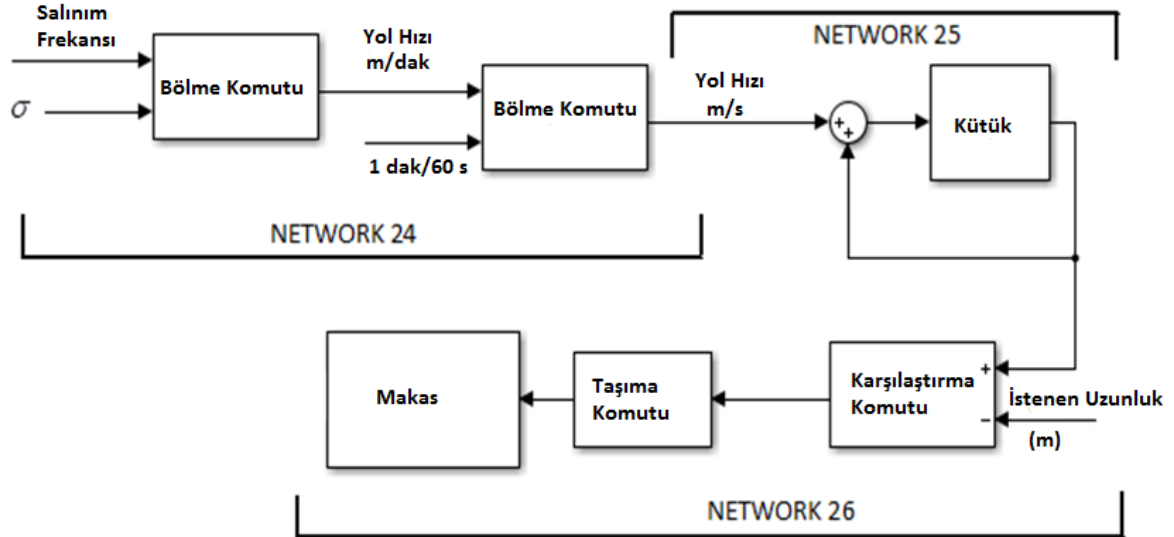


Şekil 3.27. PLC içerisinde fonksiyonlar listesi

Matematiksel fonksiyonların PLC içerisinde kullanımını iyi bir şekilde kavrayabilmek, PLC'de program yazarken kullanıcının kurmak istediği sistemin kusursuz bir şekilde çalışmasını sağlar. Yol hızıyla kesim yönteminin PLC programı da tamamen matematiksel fonksiyonlardan oluşturularak çalışmasını sağlamaktadır.

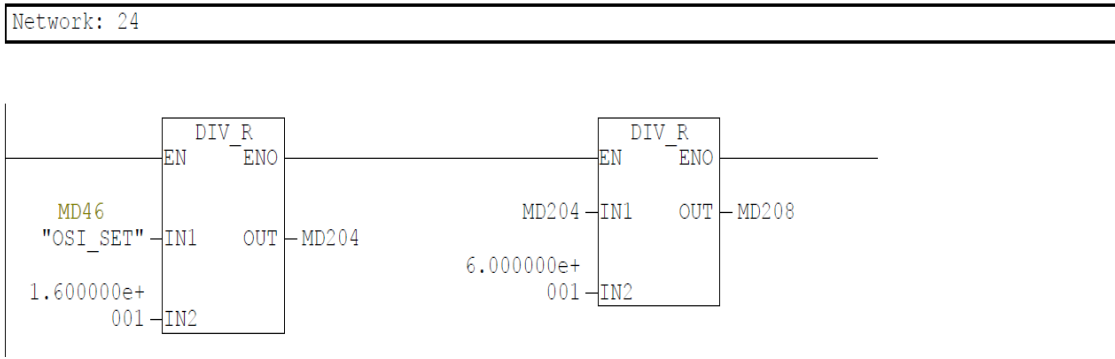
### 3.3.4. Yol Hızıyla Kesim Metodunun PLC'de Programlanması

Önerilen metodun PLC ile uygulanması için, Şekil 3.28'de gösterilen blok şema takip edilebilir. Karşılık gelen PLC merdiven şemaları, Şekil 3.29 ve 3.30'da verilmiştir.



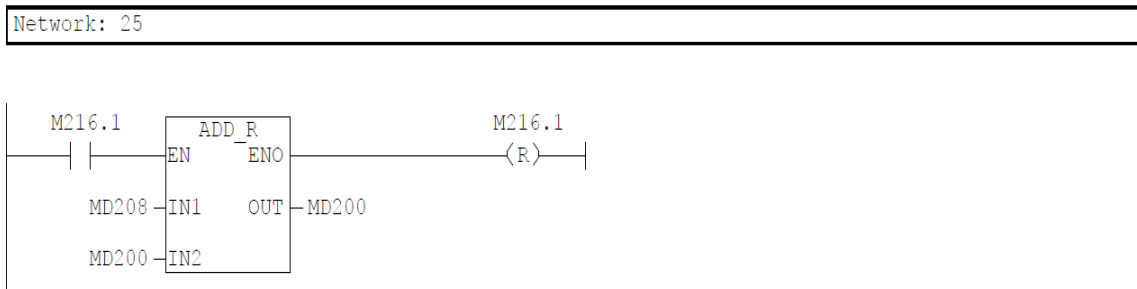
Şekil 3.28. Yol hızıyla kesim metodu için blok diyagram

Şekil 3.29'da, OSI\_SET, operatör tarafından ayarlanan mevcut salınım frekansı girişidir. Bölme bloğunun MD204 çıkışı, OSI\_SET'e göre kütük hızını m/dak cinsinden verir. Daha sonra, hızı m / s cinsinden elde etmek için ikinci bölme bloğu ile 60'a bölünür.



Şekil 3.29. Bölme işleminin merdiven (ladder) diyagram görünümü

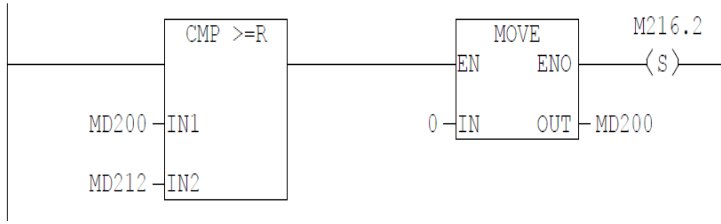
Şekil 3.30'da, MD200 kütük hızlarını her saniyede depolayan hafıza değişkeni görülebilir. MD200'de depolanan değer, kütüğün mevcut uzunluğunu gösterir. M216.1, Makas etkinleştirildiğinde MD200 değerinin sıfırlanmasına izin verir.



Şekil 3.30. Merdiven diyagramında toplama ve sıfırlama işlemi

MD200, MD212'de istenen uzunlukla, Şekil 3.31'de CMP bloğunda karşılaştırılır. Koşul yerine getirildiğinde, Makas, M216.2 adlı MOVE bloğunun çıkışı kullanılarak etkinleştirilir. MD216.2, Makas kes komutu göndermek için kullanılan bir bit tipi değişkenidir. Son olarak, yeni kütük ölçümüne başlamak için MD200'e sıfırlanır. Bu işlem, PLC tarafından her saniye tekrarlanır.

Network: 26



Şekil 3.31. Merdiven diyagramında karşılaştırma ve taşıma komutu

PLC yazılımı bittikten sonra yine bir IP atamasıyla uzaktan ve yakından takibinin sağlanabilmesi mümkündür. Bunu SCADA ekranına taşımak için bir IP ile PLC'nin haberleşmesi yeterli olacaktır. Şekil 3.32'de sistemin SCADA görüntüsü bulunmaktadır. Bu ekranda uzaktan takip yapılabildiği gibi 'KESİM SET' değeri kısmına istenilen kütük boyu girilerek kesim yaptırılabilir. 'KESİM ACT' değeriyle de istenilen kütük boyunun o metrajda kesilip kesilmediği takip edilebilir.



Şekil 3.32. Yol hızıyla kesim SCADA ekranı

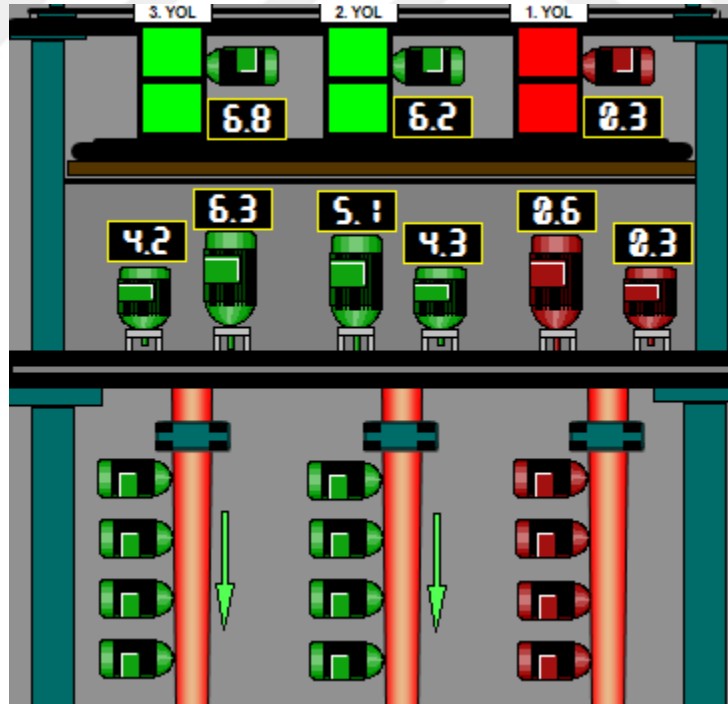
Bu yöntem kullanılarak bağlantı sorunu yaşayan sistemlerden ve kullanıcı kaynaklı yanlış kütük kesimlerinin önüne geçilmesi, maliyetlerin ve arıza kaynaklarının azalması, üretimin artması gibi avantajları da beraberinde getirecektir [48]. IoT'nin DÇE'de manyetik alan ve diğer sorunların aşılmasıyla ya da bu sorunlarla karşılaşılmadığı alanlarda yol hızıyla

kesim yöntemi gibi avantaj sağlayan sistemlerin artmasının önü açılacaktır. Dolayısıyla, DÇE fabrikalarındaki kazanımlar artarak devam edecektir.

### 3.4. IoT ile Motor Takibi ve Kazanımları

Kazanımlar sadece sistemlerde değil özellikle motor bilgilerini almak ve kullanmak içinde olacaktır. Özellikle fabrika içerisindeki motorlara IoT uygulandığında, motor vibrasyonları erken takip edilebilir ve akımların takibi ile arıza erken tespit edilebilir. Böylelikle arıza duruşları, maliyetler azaltılabilir ve sistem ömrü daha çok uzayabilir [49,50]. Literatür incelendiğinde; çeşitli özellikte motorların izlenmesinde, mekanik ve elektriksel arızaların tespiti için değişik yöntemler mevcuttur [51-53].

Motor bilgileri IoT uygulanarak, PLC ile kontrol sağlandığında, akım değerleri, motor yönleri v.b. daha çok bilgiyi kullanıcı takip edebilecek. Şekil 3.33’de bu bilgilerin takibinin yapıldığı SCADA ekranı görülmektedir.



Şekil 3.33. Motor bilgi ekranı

PLC yazılımında yapılan alarm korumalarla, akımın sınır değerleri aşılması durumunda kullanıcıyı bilgilendirerek ve motor zarar görmeden değişim yapılarak maliyetler ve plansız duruşlar azaltılabilir.



## 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz teknolojisinde, IoT'nin uygulamasında manyetik alan ve mesafe gibi sorunlarla demir çelik sektöründe karşılaşılmaktadır. Bu sorunlara çözüm önerisi olarak manyetik alan ve mesafe sorununu aşabilecek GSM sistemi, önemli kazanımlar sağlayacaktır. Bu çalışmada GSM sisteminin uygulanabilirliği, IoT'nin sağlıklı bir şekilde uygulanabilmesiyle mümkün olabileceği belirtilmektedir. IoT'nin uygulanabilir olduğu bölgelerde ne kadar kazanım sağladığı IoT ile kütük kesim sisteminde kendini kanıtlamıştır.

Önerilen çözümler, bu sektördeki verimliliği daha da artıracak ve yeni teknolojilerin uygulanmasının önünü açacaktır. Sorunların giderildiği ya da sorunlarla karşılaşılmadığı yerlerde uygulanan sistemler, bu çalışmada kazanımlarıyla birlikte gösterilmektedir.

Fabrikalarda kullanılan kompanzasyon kesicilerinin sürekli enerjili kalması veya çalışan tarafından manuel olarak devreye alınıp çıkarılması ciddi enerji kayıplarına neden olmaktadır. PLC sistemine bir yazılımla bağlanabilen kesiciler, fabrikanın harcadığı enerjiye göre otomatik olarak devreye alınıp çıkarılabilir. Özellikle fırınlara bağlı olarak sürekli değişken güçlere sahip olan ark ve indüksiyon fırınlı fabrikalarda enerji çok daha fazla verimli kullanılacaktır.

Türkiye, dünyadaki 66 çelik üreten ülke arasında 10. sırada, Avrupa'daki çelik üreticileri arasında ise Almanya'dan sonra 2. sırada yer almaktadır. Buna paralel olarak demir-çelik fabrikaları olarak ağır iş ortamlarının olduğu iş kazalarının çok sık olduğu işletmelerdir. 2016 yılında demir-çelik sektöründe 13081 adet iş kazası meydana gelmiştir. Son 5 yılda ise demir-çelik sektöründe 69803 adet iş kazası meydana gelmiştir. Bu kadar yüksek oranda iş kazasının meydana geldiği sektörde, bu kazaları engellemek ve azaltmak için yoğun bir şekilde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği önlemleri alınmaktadır. IoT ile sistemlerde oluşacak tehlikeler öngörülebilir ve tehlikeli alanlarda insan faktörüne ihtiyaç duymadan sistemlerin birbiri ile haberleşmesi sağlanarak iş kazaları ve dolayısıyla can kayıpları ve yaralanmalar en az seviyeye çekilebilir.

## KAYNAKLAR

1. Ş. Yılmaz, Arkeometalurji Ders Notları, SAÜ Müh. Fak Metalurji ve Malzeme Müh.Böl., Sakarya, 2001.
2. Birleşik Metal İş, Birleşik Metal İş: Demir Çelik Sektörü, Birleşik Metal İş Yayınları, No: 2/2003, İstanbul 2003.
3. A. Özden, M. Haçikoğlu, Demir Çelik Sektörü, A&T Bank Ekonomik Araştırmalar Departmanı, Mart 2017.
4. Worrell, et al., 2010. p. 14; Steeluniversity.org
5. N. Bara, Review Paper on Numerical Analysis of Induction Furnace, International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET), Vol. 2 Issue 3 May 2013, New Delhi, India.
6. S. C. Mukhopadhyay, Internet of Things: Challenges and Opportunities, Springer International Publishing, Switzerland, 2014.
7. INFISO D.4 Networked Enterprise & RFID INFISO G.2 Micro & Nanosystems, in: Co-operation with the Working Group RFID of the ETP EPOSS, Internet of Things in 2020, Roadmap for the Future, Version 1.1, 27 May 2008.
8. J. Y. Lee, W. C. Lin, Y. H. Huang, A lightweight authentication protocol for Internet of Things, International Symposium on Next-Generation Electronics (ISNE), Taiwan, 2014.
9. L.D. Xu, W. He and S. Li, "Internet of Things in Industries: A Survey", *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol.10(4), Nov. 2014, pp. 2223-2243.
10. Francis daCosta, "Rethinking the Internet of Things: A Scalable Approach to Connecting Everything," Apress, January 2014, 192 pp., ISBN:1-4302-5740-7.
11. Çakmak, B., Mercan, E., 2017, "A sample IoT Application in Agricultural Production and Tracking of Old Agricultural Workers", Research Periodical for Aged People's Problems (YSAD), 10(1), 29-42
12. Batı, A. C., Coşkun, E., Gözüaçık, Ö., İlhan, G., Şahin, F. A., Uncuoğlu, U., Güngen M. A., Telli, A., "Smart Office Applications Based on Internet of Things for Improved Working Environment and Energy Efficiency", 25. SIU 2017, 1-4, Antalya, 2017.
13. Oral, O., Çakır, M., 2017, "Concept of Internet of Things and Production of a Sample Prototype", Mehmet Akif Ersoy University, Technical Sciences Institute Periodical, Special Issue 1: 172-177
14. Aktaş, F., Çeken, C. and Erdemli, Y. E., "IoT-based patient information monitoring system by using RFID technologies," 2016 20th National Biomedical Engineering Meeting (BIYOMUT), Izmir, 1-4, 2016.

15. Castillejo, P., Martinez, J.-F., Rodriguez-Molina, J., Cuerva, A., 2013, "Integration of wearable devices in a wireless sensor network for an e-health application". *IEEE Wireless Commun.*, 20(4), 38–49.
16. Ashokkumar, K., Sam, B., Arshadprabhu, R., Britto, "Cloud Based Intelligent Transport System", *Procedia Computer Science*, 50, 58-63, 2015.
17. Cho, W.-T., Lai, Y.-X., .Lai, C.-F., Huang, Y.-M., ApplianceAware Activity Recognition Mechanism for IoT Energy Management System. *The Computer Journal*, 56(8), 1020- 1023, 2013.
18. R. Parker, *Connected Devices, 6 Factors to Determine the Success of Your IoT Project*, 2017.
19. I. Lee, K. Lee, *The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises*, School of Computer Sciences, Western Illinois University, Stipes Hall 442F, Macomb, IL 61455-1390, U.S.A, 2015.
20. O. Hamdan, H. Shanableh, I. Zaki, A. R. Al-Ali, T. Shanableh, *IoT-Based Interactive Dual Mode Smart Home Automation*, 2019 *IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)*, 11-13 Jan. 2019, Las Vegas, NV, 2019, USA.
21. Y. Atif, J. Ding, M.A. Jeusfeld, *Internet of Things approach to cloud-based smart car parking*, *Procedia Comput. Sci.* 98 (2016) 193–198.
22. M. Aazam, I. Khan, A.A. Alsaffar, E.N. Huh, *Cloud of Things: Integrating Internet of Things and Cloud computing and the issues involved*, in: *IEEE Proceedings of 2014 11th International Bhurban Conference on Applied Sciences & Technology (IBCAST)*, Islamabad, Pakistan, 2014.
23. J.A. Stankovic, *Research directions for the Internet of Things*, *IEEE Internet Things J.* 1 (1) (2014) 3–9.
24. K. Nahrstedt, D. Lopresti, B. Zorn, A.W. Drobni, B. Mynatt, S. Patel, H.V. Wright, *Smart communities Internet of Things*, *Comput. Commun. Consort.* (2016) arXiv:1604.02028.
25. N. Baidura, B. Ismail, *Determining the Internet of Things (IoT) challenges on smart cities: a systematic literature review*, *J. Inf. Syst. Res. Innov.* 10 (3) (2016) 56–63.
26. N. Dlodlo, O. Gcaba, A. Smith, *Internet of Things technologies in smart cities*, in: *IST-Africa 2016 Conference Proceedings*, 2016.
27. Y. Atif, J. Ding, M.A. Jeusfeld, *Internet of Things approach to cloud-based smart car parking*, *Procedia Comput. Sci.* 98 (2016) 193–198.
28. N. Komninos, H. Schaffers, M. Pallot, *Developing a policy roadmap for smart cities and the future Internet*, in: *eChallenges e-2011 Conference Proceedings*, 2011.

29. A.R. Reid, C.R.C. Perez, D.M. Rodriguez, Inference of vehicular traffic in smart cities using machine learning with the Internet of Things, *Int. J. Interact. Des. Manuf.* (2017).
30. C. Perera, C.H. Liu, S. Jayawardena, The emerging Internet of Things marketplace from an industrial perspective: a survey, *IEEE Trans. Emerging Top. Comput.* 3 (4) (2014) 585–598.
31. J. Lambrechts, S. Sinha, *Microsensing Networks for Sustainable Cities*, Smart Sensors, Measurement and Instrumentation 18, Springer International Publishing, Switzerland, 2016.
32. M. Abomhara, G.M. Koiem, Security and privacy in the Internet of Things: Current status and open issues, in: *IEEE International Conference on Privacy and Security in Mobile Systems (PRISMS)*, Aalborg, Denmark, 2014.
33. S. Misra, M. Maheswaran, S. Hashmi, *Security Challenges and Approaches in Internet of Things*, Springer Briefs in Electrical and Computer Engineering, 2017.
34. J.H. Ziegeldorf, O.G. Morchon, K. Wehrle, Privacy in the Internet of Things: threats and challenges, *Security Commun. Networks* 7 (2013) 2728–2742.
35. A. V. Can ve M. Kıymaz, “Bilişim teknolojilerinin perakende mağazacılık sektörüne yansımaları: muhasebe departmanlarında endüstri 4.0 etkisi”, *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, CİEP Özel Sayısı, pp. 107-117, 2016.
36. K. Yang, *Tss Column: Study Application Internet Things Steel Structure Industry*, 2016.
37. J. Lee, B. B. Hung-A. Kao, *A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems*, University of Cincinnati, Cincinnati, OH, United States, 2014
38. Seniye Ümit OKTAY FIRAT, “Sanayi 4.0 dönüşümü nedir? Belirlemeler ve Beklentiler”, *Global Sanayici Dergisi*, ÇOSB Yayını. 6 Haziran 2016.
39. K. Mekhia, E. Bajica, F. Chaxela, F. Meye, A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment, *ScienceDirect, ICT Express* 5, 2019.
40. H. Jadidoleslami, “Weaknesses, Vulnerabilities and Elusion Strategies Against Intrusion Detection Systems”, *Int. Journal of Computer Science and Engineering Survey*, Vol.4, Aug 2012, pp. 15-25.
41. I. Lee, K. Lee, “The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises”, *Business Horizons*, Vol.58, 2015, pp. 431-440.
42. M. Kara, M. Furat, “Security threats for industrial control systems and a solution with DMZ”, *1<sup>st</sup> International Mediterranean Science and Engineering Congress*, 26-28 October 2016, Adana, Turkey.
43. J. A LEWIS, & K. TIMLIN (2011). *Cybersecurity and Cyberwarfare*. Washington: The Center for Strategic and International Studies (CSIS) .

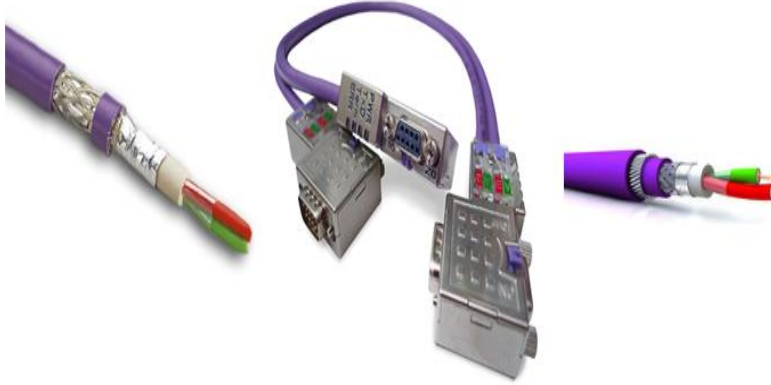
44. L. E. Li, A. Chen, T. Bu, S. Miller, "Detecting subscribers using NAT devices in wireless data networks". *Bell Labs Technical Journal*, Vol. 14, 2009, pp. 223-233.
45. Siddique, A., Yadava, G.S., Singh, B., "A review of stator fault monitoring techniques of induction motors", *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 20 (1), 2005, 106-114.
46. A. Tunuz, M. Kara, M. Furat, Challenges and Solutions for IoT Applications in the Iron and Steel Industry, International Conference on Engineering Technologies (ICENTE'17), Dec 07-09, 2017, Konya, Turkey
47. Liu, R., Thomas, B. G., Sengupta, J., Chung, S. D., and Trinh, M. (2014). Measurements of molten steel surface velocity and effect of stopper-rod movement on transient multiphase fluid flow in continuous casting. *ISIJ International*, 54(10), 2314-2323.
48. A. Tunuz, M. Furat, A Sensorless Crude Steel Cutting Method for Continuous Casting Machine, Cilicia International Symposium on Engineering Technology Ciset 2018, 19-22 June, 2018, Mersin, Turkey
49. Farag, W.A. and Kamel, M.I., "Microprocessor-based protection system for three-phase induction motors", *Electric Machines and Power Systems*, 27, 1999, 453-464.
50. Çunkaş, M., Akkaya, R., Öztürk, A. "Protection of AC motors by means of microcontrollers", 10<sup>th</sup> Mediterranean Electrotechnical Conference, Melecon 2000, Nicosia, Cyprus, 3, 1093-1096.
51. Siddique, A., Yadava, G.S., Singh, B., "A review of stator fault monitoring techniques of induction motors", *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 20 (1), 2005, 106-114.
52. Zhongming, Y., Bin, W., "A review on induction motor online fault diagnosis", The 3<sup>rd</sup> International Power Electronics and Motion Control Conference, PIEMC 2000, 3, 15-18 Aug. 2000, Beijing, 1353-1358.
53. Benbouzid, M.E.H., "Bibliography on induction motors faults detection and diagnosis", *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 14 (4), 1999, 1065-1074.
54. C. C. Liao, T. S. Chen, A. Y. Wu, Real-Time Multi-User Detection Engine Design for IoT Applications via Modified Sparsity Adaptive Matching Pursuit, Ministry of Science and Technology of Taiwan, 4 April 2019, Taiwan.



## **EK 1: Profibus**

Bus kablolar tüm cihazlar (PLC, Bilgisayar, SCADA) arasında tek bir kablo ile ağ oluşturur ve tek bir Bus kablo ile haberleşme sağlanır. Burada dikkat edilecek konu Profibus kablolar ile kullanılacak cihazların profibus kabloya uyumlu cihaz olmasıdır. Bus kablolar cihazlar arasında hızlı veri alış verişi sağlar.

Profibus kablolar 200mt 1.5 mbit 100 metrede ise 1.2 mbit gibi yüksek hızda iletişim sağlar. Bus kablolar 4-20mA kontrollerden farklı olarak tek bir bus kablo üzerinden 32 ağ elemanını destekler.



## **EK 2: MPI**

MPI (Multipoint Interface) haberleşme sistemi özellikle işlemciler arası haberleşme işlemlerinde çok yoğun olarak kullanılır. Konfigürasyon ve kullanımı oldukça basittir. Maksimum 32 adet katılımcı bağlanabilir ve iletim hattı uzunluğu en fazla 50 metre olabilir, 50 metrenin üzerindeki mesafeler için RS485 yükseltici kullanmak gerekir.



### **EK 3: Endüstriyel Ethernet**

Endüstriyel Ethernet teknolojisi ve TCP / IP teknolojisi temelinde geliştirilmiş bir endüstriyel ağdır.

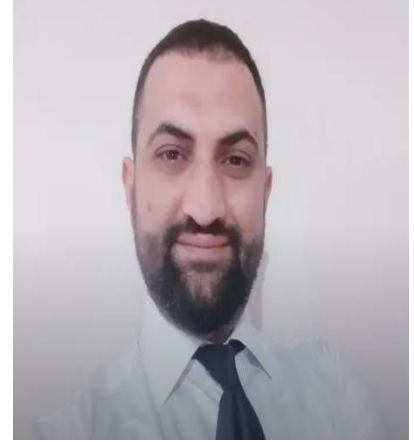




## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : TUNUZ, Arif  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 03.08.1982, Hatay  
 Medeni hali : Evli  
 Telefon : 0 (536) 273 8021  
 e-mail : ariftunuz@gmail.com.tr



### Yayınlar

- A. Tunuz, M. Kara, M. Furat, Challenges and Solutions for IoT Applications in the Iron and Steel Industry, International Conference on Engineering Technologies (ICENTE'17), Dec 07-09, 2017, Konya, Turkey
- A. Tunuz, M. Furat, A Sensorless Crude Steel Cutting Method for Continuous Casting Machine, Cilicia International Symposium on Engineering and Technology Ciset 2018 19-22 June, 2018, Mersin, Turkey

### Kitaplar

- A. Tunuz, M. Furat, A Sensorless Steel Cutting Method for Continuous Casting Machine, Lambert Academic Publishing, 2019.

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2010-...	Mega Metalurji A.Ş	Elektrik Otomasyon Bakım Şefi

### Yabancı Dil

İngilizce

### Hobiler

Futbol, Müzik, Seyahat

## DİZİN

---

### A

Akıllı Ev · 7  
Ark Fırını · 3  
Aşırı akım · 29, 32

---

### C

CPU · x, xii, 17, 18, 23

---

### Ç

çelik · iv, x, 1, 2, 3, 9, 13, 16, 32, 33, 35, 43

---

### D

DÇE · iv, xii, 1, 2, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 26, 41

---

### G

GPRS · x, xii, 16, 21, 22, 26, 28  
GSM · iv, v, x, xii, 16, 17, 22, 29

---

### I

IoT · i, iv, v, x, xii, 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16,  
17, 24, 25, 26, 32, 34, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 51  
IP · x, xii, 5, 12, 15, 24, 25, 26, 27, 28, 34, 36, 41, 50

---

### İ

İndüksiyon Fırını · 3

---

### K

Kütük Kesme · 32

---

### M

manyetik alan · iv, 4, 13, 14, 16, 41, 43  
MPI · xiii, 23, 49

---

### N

NAT · xii, 15, 47

---

### O

Ocak güç bilgileri · 29  
Otomasyon · x, 10, 11, 17, 51

---

### P

PLC · iv, v, x, xi, xii, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22,  
23, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 34, 36, 38, 39, 40, 41, 42,  
43, 49, 51  
PROFIBUS · xiii

---

### R

RAM · xii, 17, 18  
RFID · xii, 5, 44

---

### S

Sanayi devrimi · x, 9  
SCADA · x, xi, xii, 23, 24, 41, 42, 49  
SDM · iv, xii, 32, 33, 34, 35, 53

---

### T

Toprak kaçağı · 29, 30

---

### Y

Yol Hızıyla Kesim · xi, 32, 39, 41



# TEKNOVERSITE