

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



PLC OTOMASYON SİSTEMLERİNDE HABERLEŞME  
ALTYAPISI VE UZAKTAN KONTROL UYGULAMASININ  
GERÇEKLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlhan DİLEK

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı  
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Programı

KASIM, 2022



T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**PLC OTOMASYON SİSTEMLERİNDE HABERLEŞME  
ALTYAPISI VE UZAKTAN KONTROL UYGULAMASININ  
GERÇEKLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İlhan DİLEK**  
**(Y2013.100002)**

**Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**  
**Elektrik-Elektronik Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Eylem Gülce ÇOKER**

**KASIM, 2022**



# ONAY FORMU



## ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “PLC Otomasyon Sistemlerinde Haberleşme Altyapısı Ve Uzaktan Kontrol Uygulamasının Gerçeklenmesi ” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.  
(26/11/2022)

İlhan DİLEK





## ÖNSÖZ

Bu çalışma, Endüstri 4.0 eşiğindeki Türkiye Endüstri Sanayi gelişimine katkı sunması amacı ile hazırlanmıştır.

Birçok fabrikada hedeflenen dijital dönüşüm ve veri takibinin güvenilirliği Endüstri 4.0 odaklı bir yaklaşımla incelenerek otomotiv sektöründeki CNC ve özel proses işlem merkezi makinelerinden veri erişimi ve bu verilerin işlenmesi örnekler ve uygulamalar ile literatüre bağlı çalışmalara bağlı kalınarak açıklanmıştır.

Çalışmayı hazırladığım süre içerisinde anlayışını ve ilgisini eksik etmeyen beni her konuda destekleyen danışman hocam Sayın Eylem Gülce ÇOKER 'e, her zaman yanımda olan sevgisini ve desteğini benden esirgemeyen değerli eşim Arzu'ya ve biricik kızım Asya'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kasım, 2022

İlhan DİLEK



# PLC OTOMASYON SİSTEMLERİNDE HABERLEŞME ALTYAPISI VE UZAKTAN KONTROL UYGULAMASININ GERÇEKLENMESİ

## ÖZET

Bu çalışmada endüstrilerde son zamanlarda ön plana çıkan dijital dönüşüm ve veri takibi sürecinin nasıl gerçekleştiği anlatılmaya çalışılmıştır. Bu hedef doğrultusunda çalışan makinelerden çalışma verilerinin, reçetelerin, çalışılan ürün kalitesinin, motor veya elektronik devre elemanlarının güncel durumunun ve daha bir çok verinin, alınış ve işleniş biçimi anlatılacaktır. Son dönemlerde üretilen makineler çoğunlukla PLC (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici) ve DCS (Dağıtılmış Kontrol Sistemi) gibi programlanabilir ve kontrol edilebilir, Input (Giriş) sinyalleri ve Output (Çıkış) sinyallerinin veri olarak işlendiği sistemlere sahiptir.

PLC ve benzeri sistemler incelendiğinde çoklu karmaşık işlemlerin ve makine kontrollerinin ne kadar kolaylaştırıldığı görülecektir. Bu durum PLC sistemlerin en büyük avantajını oluşturmaktadır. PLC sistemlerinde söz konusu giriş / çıkış sinyallerinin kontrolü esnasında bir haberleşme gerekli olmaktadır. CPU (Merkezi Kontrol Birimi) 'ya gelen bir sinyalin geliş ve işleniş biçimi haberleşme çeşidine bir örnek teşkil etmektedir. Bu örnekleri; Profinet, ProfiBUS, ModBUS, CanBUS, RS232, ASI vb. protokoller ile çoğaltmamız mümkündür. Bu protokollerin endüstriyel haberleşmedeki rolünü inceleyeceğiz. Bu protokoller üzerinden PLC sistemlerinden alınan; Motor devri, zamanlayıcı bilgileri, sıcaklık, basınç, metraj, debi vb. tüm değerler incelenerek çalışan sistemin, makinenin verimliliği, üretkenliği, arıza durumu; makineyi çalıştıran operatörün başarısı, efektif çalışma süresi vb. ortaya konabilir ve ihtiyaç duyulan analizlerde kullanılmak üzere analitik çözümler üretilebilir. Endüstri 4.0 temelinde en önemli konu olan Big Data ve IoT yöntemlerini kullanarak analizler çoğaltılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Dijital Dönüşüm, Programlanabilir Mantıksal Denetleyici, Haberleşme Altyapısı, Uzaktan Denetim, Dağıtılmış Kontrol Sistemi



# COMMUNICATION INFRASTRUCTURE AND REMOTE CONTROL APPLICATION IN PLC AUTOMATION SYSTEMS

## ABSTRACT

In this study, It is explained how the digital transformation and data processing takes place in industries. It will be explained how working data, production recipes, working product quality, current status of motor or electronic circuit elements and many other data are received and processed from working machines. Recently produced machines mostly have programmable and controllable systems such as PLC (Programmable Logical Controller) and DCS (Distributed Control System). PLC and similar systems have advantages. With PLC we simplify complex operations and machine controls. In PLC systems, input / output signals work on a communication protocol. In other words, The signal receiving from machine to the CPU (Central Control Unit). is an example of a communication infrastructure. The signals can be digital or analog. We can run these signals with protocols such as ProfiNET, ProfiBUS, ModBUS, CanBUS, RS232, ASI etc. We will examine the role of these protocols in industrial communication. With these communication protocols, data such as Engine Speed, Timer information, temperature, pressure, metering information, , flow rate can be obtained from PLC Systems. With the received data, values such as efficiency, productivity, working time of the machine and the operator can be found. Analyzes can be increased by using Big Data and IoT methods, which are the most important issues for Industry 4.0.

So why do we need this information?, What will we do with this information? We will search to answers to questions such as and we will present these answers in our study.

**Keywords:** Digital Transformation, Programmable Logic Controller, Communication Infrastructure, Remote Controller, Distributed Control System



## İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ.....	iii
ÖNSÖZ .....	v
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	ix
İÇİNDEKİLER.....	xi
ÇİZELGELER LİSTESİ .....	xiii
Sayfa .....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xv
Sayfa .....	xv
KISALTMALAR LİSTESİ .....	xix
<b>I. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>II. PLC VE ENDÜSTRİYEL HABERLEŞME SİSTEMLERİ.....</b>	<b>5</b>
A. Veri Haberleşmesi ve İletişim Protokolleri.....	6
1. Kapalı Sistem İletişim Protokolleri .....	7
2. Açık Sistem İletişim Protokolleri .....	8
a. FieldBUS Protokolü.....	9
b. AS-Interface Protokolü.....	17
c. DeviceNET Protokolü.....	21
d. PROFIBUS Protokolü .....	25
e. SERCOS III Protokolü.....	29
f. MODBUS Protokolü .....	30
g. CAN-BUS Protokolü.....	33
<b>III. ENDÜSTRİYEL OTOMASYON SİSTEMLERİ VE KULLANIMI..</b>	<b>37</b>
A. Raspberry Pi .....	38
B. PLC – Programlanabilir Mantıksal Denetleyici .....	40
1. Merkezi İşlem Birimi (CPU).....	46
2. Bellek (RAM, ROM, EPROM, EEPROM VB.).....	49
3. Giriş / Çıkış Üniteleri (I/O Units) .....	53

C. OPC SERVER ve KEP SERVER .....	58
<b>IV. PLC SİSTEMİNDEN VERİ ERİŞİMİ VE UZAKTAN KONTROL ALTYAPISININ KURULMASI .....</b>	<b>63</b>
A. Sistem Birleşenleri ve Özellikleri .....	63
1. PLC Donanım Özellikleri.....	65
2. Node-Red.....	68
3. STEP7 SIMATIC Manager .....	71
<b>V. UYGULAMA .....</b>	<b>73</b>
<b>VI. SONUÇLAR.....</b>	<b>89</b>
<b>VII.KAYNAKLAR .....</b>	<b>91</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>95</b>



## ÇİZELGELER LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 1 İletişim Protokollerinin Sektörlere Göre Kullanım Oranları .....	5
Çizelge 2 Haberleşme Protokolleri Kontrol Cihazları Adedi .....	9
Çizelge 3 Proximity Kapasitif Sensör Teknik Özellikleri.....	13
Çizelge 4 Koaksiyal-Fiber Optik Kablo Karşılaştırması .....	14
Çizelge 5 Uçtan Uca Ağ Mesafesi ve Veri Hızının Kablo Tipine Göre Değerlendirilmesi .....	22
Çizelge 6 Standart Profibus Kablosu Katalog Özellikleri .....	29
Çizelge 7 OPCServer Otomasyon Nesneleri.....	59
Çizelge 8 PLC'den Alınmış Veri Adresleri .....	76
Çizelge 9 PLC Projesinden Alınan IP Adresler .....	77



## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1 Paralel Haberleşme Yapısı.....	7
Şekil 2 Seri Haberleşme Yapısı.....	7
Şekil 3 İletişim Protokolleri Diyagramı .....	8
Şekil 4 Endüstriyel Ethernet TCP/IP Çoklayıcı (SIEMENS-SCALANCE).....	10
Şekil 5 FIELDBUS (Saha Veri Yolu) Haberleşme Hiyerarşisi .....	11
Şekil 6 Cat-5E U/UTP Zırhsız Veri Kablosu.....	12
Şekil 7 Cat 5E U/UTP Zırhlı Kablo .....	12
Şekil 8 Proximity Kapasitif PNP Sensör.....	13
Şekil 9 Veri Transfer Tipleri .....	15
Şekil 10 Doğrusal Topoloji .....	15
Şekil 11 Hibrit Topoloji .....	16
Şekil 12 Ring (Dairesel) Topoloji.....	16
Şekil 13 Yıldız Topoloji.....	16
Şekil 14 Ağaç Tipi .....	17
Şekil 15 SIEMENS TIA Portal Program İçerisinde AS-I Donanım Eklenmesi .....	19
Şekil 16 Pano içi Kullanıma Örnek AS-I Interface Modül.....	19
Şekil 17 Pano içi kullanıma örnek AS-I Cihazları.....	19
Şekil 18 Pepperl-Fuchs AS-I Gateway Çift Devreli Modül.....	20
Şekil 19 Pepperl-Fuchs Çift Kanallı AS-I Profibus Gateway Bağlantı Şeması.....	21
Şekil 20. DeviceNET Uygulama Topolojisi (Jeff et al., 1995).....	23
Şekil 21 DeviceNET Fiziksel Katman ve ISO Model Karşılaştırması .....	23
Şekil 22 DeviceNET MWP Devresi .....	24
Şekil 23 DeviceNET İzolasyonlu ve İzolasyonsuz Düğüm Şeması .....	25
Şekil 24 Profibus PA Ve Profibus DP Sistem Birlikte Kullanımı .....	28
Şekil 25 SERCOS Arayüzü Döngü Süresi.....	30
Şekil 26 MODBUS Protokol ve ISO/OSI Model Karşılaştırması .....	31

Şekil 27 Modbus Haberleşme Yapısı (Modbusorg, 2012).....	32
Şekil 28 Modbus Ağı Mimari Yapısı .....	33
Şekil 29 Araç İçi CanBUS Devre Ağı.....	34
Şekil 30 CANBUS Veri İletişim Döngüsü Genel Yapı .....	35
Şekil 31. Endüstri 4.0 Uygulanabilir Teknoloji Opsiyonları .....	38
Şekil 32 Raspberry-Pi Donanım Açıklaması .....	39
Şekil 33 ReTerminal – Raspberry Pi uyumlu SBC .....	39
Şekil 34 Röle ile Kontrol Sistemi.....	41
Şekil 35 Network 6 Normalde Açık Kontak – Network 8 Normalde Kapalı Kontak	41
Şekil 36 Kapı Emniyet Kontrol Ekipmanı .....	42
Şekil 37. Siemens S7-1500 - PLC.....	42
Şekil 38 Proje Üzerinde Röle Gösterimi .....	43
Şekil 39 Siemens SIMATIC S5 – PLC .....	44
Şekil 40 Siemens TIA PORTAL Proje Ekranı.....	45
Şekil 41 PG-ile S7-300 Bağlantısı .....	45
Şekil 42 Siemens S7-300 CPU Kodları Tablosu.....	46
Şekil 43 CPU – Bilgisayar Bağlantı Şeması .....	47
Şekil 44 CPU Kontrol Butonu Açıklamaları.....	47
Şekil 45 CPU İşlem Süreci Döngü Mimarisi .....	48
Şekil 46 Haberleşme Yüğü ve Döngü Süresi Korelasyonu.....	49
Şekil 47 Bellek Biriminde Proses Süreç Döngüsü .....	51
Şekil 48 DB112 İçerisindeki Veri Adresleri ve Tipleri.....	52
Şekil 49 Datablock Simatic Manager Liste Görünümü .....	52
Şekil 50 STEP7 – Donanım Konfigürasyon Ekranı.....	54
Şekil 51 SM321; DI32xDC24V Kablolama ve Devre Diyagramı .....	55
Şekil 52 SM322; DO32xDC24V Kablolama ve Devre Diyagramı .....	56
Şekil 53 Analog Giriş Modülü Devre ve Kablolama Diyagramı .....	57
Şekil 54 OPC Standartları .....	58
Şekil 55 OPC Server Diyagram Hiyerarşisi .....	59
Şekil 56 OPC Sunucu Diyagramı.....	61
Şekil 57 OPC UA Hizmet İçerikleri.....	62
Şekil 58 SCADA Kontrol Ekranı .....	64
Şekil 59 SM 323; DI 16/DO 16 x DC 24 V/05 A Elektronik Devre Diyagramı .....	66

Şekil 60 CP343-1 Lean Adresleme ve Donanım Konfigürasyonunda Gösterimi.....	67
Şekil 61 SCALANCE Pano İçi Kullanımı .....	68
Şekil 62 Node-Red Dashboard Uygulama Geliştirme .....	69
Şekil 63 Node-Red-Dashboard Nesne Yükleme.....	70
Şekil 64 Örnek Node-Red Akış Diyagramı (Mostafa et al, 2022).....	71
Şekil 65 SIMATIC MANAGER Geçmiş Proje Açma.....	72
Şekil 66 Sistem Kontrol Diyagramı .....	74
Şekil 67 FC40 İçerisinden Ladder Diyagram Görüntüsü.....	74
Şekil 68 FC72 İçerisinden Çevrimiçi Ladder Akış Görünümü.....	75
Şekil 69 FC6 Blok Tetikleme Ladder Diyagramı Çevrimiçi Gözlem.....	75
Şekil 70. Robot PLC Projesi Ethernet Node Adresleme Yöntemi.....	79
Şekil 71 Fırın-4 PLC Projesi Ethernet Node Adresleme Yöntemi .....	80
Şekil 72 Çalışma Temel Diyagramı .....	81
Şekil 73 Pano İçerisinden CPU-I/O Modül-CP343-1 Lean-Scalance Bağlantı Görüntüsü.....	81
Şekil 74 Node-Red CMD Ekrandan Açılımı .....	82
Şekil 75 Node-Red S7-Contrib Kütüphanesinin İndirilmesi .....	83
Şekil 76 Node-Red PLC Nesneleri .....	83
Şekil 77 Node-Red S7-Read Object – CPU Adresleme .....	84
Şekil 78 -Red CPU'dan Okunacak Veri Adreslerinin Girişi .....	84
Şekil 79 SQL Server Database Görünümü – Ana Kontrol Paneli .....	85
Şekil 80 Node-Red MsSQL Kütüphane Yükleneceği.....	86
Şekil 81. SQL Server: Node-Red Veri Tabanı ve Tablolar .....	87
Şekil 82 Fonksiyon İçerisindeki Yazılım.....	87
Şekil 83 Node-Red – SQL – PLC Akış Diyagram.....	88
Şekil 84. MPI – TCP/IP Dönüştürücü.....	89
Şekil 85. Ana Sunucu Üzerinden OPC Eklentili Veri Takip ve Kontrol Otomasyonu .....	90



## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>ADU</b>	: Application Data Unit – Uygulama Veri Birimi
<b>ASCII</b>	: Bilgi Değişimi için Amerikan Standart Kodları
<b>AS-I</b>	: Actuator Sensor Interface – Aktüatör Sensör Arayüzü
<b>AT</b>	: Amplifier Telegram – Yükseltici Mesajcısı
<b>CANbus</b>	: Controller Area Network – Kontrol Alan Bağlantısı
<b>CAT</b>	: Category – Kategori (Kablo üretiminde kullanılan sınıflandırma)
<b>CCP</b>	: Cycle Control Point – Döngü Kontrol Noktası
<b>CIP</b>	: Common Industrial Protocol – Ortak Endüstriyel Protokol
<b>CMD</b>	: Command - Komut
<b>CNC</b>	: Computer Numerical Control – Nümerik Kontrollü Bilgisayar
<b>CPU</b>	: Central Processing Unit – Merkezi Kontrol Birimi
<b>DCE</b>	: Data Controlling Equipment – Veri Kontrol Ekipmanı
<b>DCS</b>	: Distributed Control System - Dağıtılmış Kontrol Sistemi
<b>DHCP</b>	: Dinamik Ana Bilgisayar Yapılandırma Protokolü
<b>DP</b>	: Dezentrale Peripherie – Merkezi Olmayan Çevre
<b>DTE</b>	: Data Terminal Equipment – Veri İşlem Ekipmanı
<b>EEPROM</b>	: Silinebilir Programlanabilir Sadece Okunur Hafıza
<b>EPROM</b>	: Silinebilir Programlanabilir Sadece Okunur Hafıza
<b>ERP</b>	: Enterprise Resource Planning - Kurumsal Kaynak Planlaması
<b>GPIO</b>	: Generally Purpose Input Output – Genel Amaçlı Giriş Çıkış
<b>HDMI</b>	: Yüksek Çözünürlüklü Multimedya Arayüzü
<b>HFFR</b>	: Halogen Free Frame Retardant – Halojensiz Alev Geciktirici
<b>HMI</b>	: Human Machine Interface – İnsan Makine Arayüzü
<b>HTTP</b>	: Hypertext Transfer Protocol – Köprü Metni Aktarım Protokolü
<b>I/O</b>	: Input, Output – Giriş Çıkış
<b>IoT</b>	: Internet of Things – Nesnelerin İnterneti
<b>IP</b>	: Internet Protocol – İnternet Protokolü
<b>JSON</b>	: Java Script Object Notation – Java Script Nesne Gösterimi

<b>LAN</b>	: Local Area Network – Yerel Ağ Bağlantısı
<b>MDT</b>	: Master Data Telegram – Ana Veri Mesajcısı
<b>MES</b>	: Manufacturing Execution System - Üretim Yürütme Sistemi
<b>MST</b>	: Master Sync Telegram – Ana Senkronizasyon Mesajcısı
<b>MWP</b>	: Mis Wiring Protection – Eksik Kablolama Koruması
<b>NPN</b>	: Negatif Tetiklemeli Devre
<b>ODVA</b>	: Open DeviceNET Vendors Association Inc.
<b>OEE</b>	: Overall Equipment Effectiveness – Tüm Ekipmanların Verimliliği
<b>OPC AE</b>	: Açık Haberleşme Platformu Alarmlar ve Olaylar
<b>OPC DA</b>	: Açık Haberleşme Platformu Veri Erişimi
<b>OPC DE</b>	: Açık Haberleşme Platformu Veri Değişimi
<b>OPC UA</b>	: Açık Haberleşme Platformu Birleşik Mimari
<b>PA</b>	: Process Automation – Proses Otomasyonu
<b>PDU</b>	: Protocol Data Unit – Protokol Veri Birimi
<b>PID</b>	: Proportional–Integral–Derivative – Orantılı İntegral ve Türev
<b>PLC</b>	: Programmable Control Unit - Programlanabilir Mantıksal Denetleyici
<b>PNP</b>	: Pozitif Tetiklemeli Devre
<b>PtP</b>	: Peer to Peer – Eşler Arası Bağlantı
<b>RTU</b>	: Remote Terminal Unit – Uzaktan İşlem Birimi
<b>SBC</b>	: Single Board Computer – Tek Kartlı Bilgisayar
<b>SERCOS</b>	: Gerçek Zamanlı Seri haberleşme Sistemleri
<b>SFC</b>	: System Function Control – Sistem Fonksiyon Kontrolü
<b>SNMP</b>	: Simple Network Management Protocol – Basit Ağ Yönetim Protokolü
<b>SQL</b>	: Structured Query Language – Yapılandırılmış Sorgu Dili
<b>SSH</b>	: Secure Socket Shell – Güvenli Kabuk
<b>TCP / IP</b>	: Transmission Control Protocol / Internet Protocol
<b>TFTP</b>	: Trivial File Transfer Protocol – Önemsiz Dosya Aktarım Protokolü
<b>TIA</b>	: Totally Integrated Automation Portal – Toplu Birleştirilmiş Otomasyon Portalı
<b>TPM</b>	: Total Productive Management – Toplam Üretken Yönetim
<b>TPU</b>	: Thermoplastic Polyurethane Cable – Termoplastik Poliüretan Kablo



- TTL** : Kare Dalga Tipi
- UTP** : Unshielded Twisted Pair – Korumasız Bükümlü Kablo
- WiFi** : Wireless Fidelity - Kablosuz Ağ Alanı
- WLAN** : Wireless Local Area Network – Kablosuz Yerel Ağ Bağlantısı



## I. GİRİŞ

Endüstri dünyası teknolojinin ilerlemesi ile birlikte üretim / imalat alanında farklı çözüm önerilerini takip etmeye başlamıştır. Çözüm önerileri kavramını incelediğimizde gelişen endüstri ve yüksek kapasiteli üretim hatlarının / makinelerinin varlığı ile üretim tesislerinde artık hedef, bir ürünün üretilmiş olmasından ziyade üretilen ürünün üretimi esnasında ki; makine verimliliği, bakım maliyeti, enerji sarfiyatı, işçilik maliyetleri gibi konular ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu başlıkların neden ortaya çıktığına odaklanacak olur isek artan üretim kapasiteleri ve endüstrileşme ile birlikte artık bir üründen farklı firmaların da üretim yapma oranı artmıştır. Bunun ile birlikte ortaya çıkan aynı ürünün kalite ve fiyat gibi konularda rekabetçi olması gerekmiştir. Ürünün özellikle fiyat konusunda rekabetçi olabilmesi için maliyet noktaları ve makine verimlilikleri konusu öne çıkmıştır.

Firmaların maliyet kalemleri incelendiğinde kalite ve fiyat performansını verimlilik ile üst seviyelere taşıyacağı kısım ne olmuştur ? Burada makine verimliliği, bakım maliyeti, enerji sarfiyatı ön plana çıkmaktadır. Bu konu endüstrilerde o kadar etki alanı yaratmıştır ki bir çok farklı yönetim disiplini doğmuştur. Bunlardan en bilinenleri; 6 Sigma, OEE, TPM, Yalın Üretim, Kaizen ve Poke Yoke gibi çoğaltılacak türde üretim verimliliğini artırıcı yönetim disiplinleri doğmuştur. Biz bu çalışmamızda gerçekleştireceğimiz uzaktan PLC kontrol sistemleri ve makine izleme konusunu bu temel prensibe dayanarak yapacağız. Bu yaklaşım ile endüstri yönetimleri ve yöneticileri, çalışan makinelerin verimlilikleri konusunda güvenilir bilgi elde edilmesi için çalışmalar başlatmıştır. Bu çalışmalarda en basit ve sade hali ile elde edilmeye çalışan verilerin basit örneğini verecek olur isek; Çıkarılan ürün adet miktarı ve bu miktara ulaşılmaya çalışırken harcanan süre gibi basit bir durumu örnek verebiliriz. Bu örnek biraz açıklandığında, bir CNC Torna tezgahında imalat operatörü tarafından makineye yerleştirilen işlenmemiş parçanın işlenme süreci şu adımlar ile oluşmaktadır.

- Operatör parçayı makineye yerleştirir. Makine üzerine yerleştirilen parçayı tezgah ilgili sensörler sayesinde algılar. Ve işleme alanında bir parça olduğu bilgisi PLC üzerinde bir girdi olarak işlenir.
- Operatör güvenlik önlemlerini tezgah emniyet kapılarını kapatarak alır. Tezgah emniyet anahtarının kapalı konumda olduğunu emniyet sensörleri sayesinde algılar. Algılanan bu durum PLC üzerinde emniyet girdisinin açık/kapalı olarak değişmesini sağlar.
- Operatör başlat butonuna basar ve süreç başlar.
- İmalat tamamlandıktan sonra parça işlenmiş şekilde bekler iken operatör kapı emniyet anahtarını açar ve bu sırada tezgahta çalışan herhangi bir hareketli aksam olmaz.
- Operatör işlenmiş parçayı çıkarır. Tezgah parçanın artık takılı olmadığını işleme alanında bulunan sensörler yardımı ile tezgah algılar.
- Süreç başa döner ve operatör işlenmemiş yeni bir parça takar.

Burada operatörün parçayı koyduğu ilk anda ki girdi sinyali I.0 ve parçayı kaldırdığı çıktı sinyaline Q.0 dersek, PLC üzerinde I.0 ve Q.0 sinyallerinin aktifliği arasında geçen süre bize bir parçanın en kaba anlatım şekliyle işlenme süresini verecektir. Bu hesaplamalara ulaşarak bir parçanın işlenme süresini insan faktörünü ortadan kaldırarak görebilir ve makinenin en verimli çalışma şeklini hesap edebiliriz.

İlerleyen teknoloji ile birlikte bu verilerin yanına ekleyeceğimiz bir çok madde olacaktır. Bunlara örnek verecek olur isek; Enerji Sarfıyatı (Çalışan makinenin tüketim sarfıyatı hesaplaması), Hammadde tüketimi, uygun olmayan ürün, bakım maliyeti olarak (Motor ömürleri, sürücü ömürleri hesaplaması vb.) Bir çok çeşit süreci buraya ekleyebiliriz.

Peki yanında olmadığımız ve kontrolünü anlık sağlayamadığımız bir makineden bu verileri nasıl alabilir, bunları dosyalarımıza, raporlarımıza ekleyerek nasıl endüstriyel gelişim sürecinde planlı ve sağlam adımlar ile gidebiliriz ? Bu sorudan sonra teknolojinin endüstrideki yeri önemini göstermeye başlıyor. Çünkü günümüz teknolojisinde PLC – DCS gibi sistemlerin yaygınlığı çok yüksektir ve bu sistemlerde makine verilerini ölçebilen girdilere göre çıktılar üreten sistemler olduğundan girdi ve çıktı ilişkisini kullanarak istediğimiz değeri elde edebiliriz. Örnek olarak bir ürünün üretim süresi ayarlanabilir ve insan hesabına gerek

kalmaksızın tüm süreçlerin hesaplaması PLC girdi ve çıktılarından alınan veriler ile yapılarak sonuç belirlenebilir. Bu sonuçlara göre yorumlamalar ve geliştirmeler devam ettirilebilir. PLC sistemler sayesinde çalışan makinelerde önleyici – kestirimci bakım planlamaları yapılabilir yine girdi ve çıktı durumuna göre yapılan yorumlamalar ile elektronik – mekanik ekipmanların ömrüne göre bakım planlamaları düzenlenebilir. Tüm bu yaklaşımlar ve süreçler bizi daha verimli bir işletme olmaya, çıkarılan ürünün kalitesini arttırmaya ve maliyetleri kontrol etmeye itmektedir.

Makine teknolojilerinde kullanılan, imalatta hız ve kalite verimliliğini destekleyen yöntemlerin başında otomasyon sistemleri gelmektedir. Otomasyon sistemlerinin yapısında ise haberleşme ağı ve altyapısı önem teşkil etmektedir. Bu haberleşme sistemlerini çeşitli ağ protokolleri ile destekleyerek kullanabiliriz. Örnek vermek gerekir ise: Profibus, Profinet, MODBUS, CANBUS vb. ağ protokolleri haberleşme altyapısı olarak endüstriyel makinelerde bulunan kontrol otomasyon sistemlerinde kullanılmaktadır. Bu ağ protokollerinden en önemlisi ve ağ protokollerinin en yaygın kullanılan örneği olan ve diğer protokollere oranla oldukça iyi bir performansa sahip olan Profibus; endüstriyel uygulamalarda, görüntü iletimi, robotik tasarımlarda, otomasyon ve ağ tabanlı kontrol sistemlerinde kullanılmaktadır. (Benito et al., 1999:881) Profibus tabanlı çalışmalarda, PID, fuzzy, genetik gibi çeşitli denetim yöntemleri başarı ile uygulanmıştır (Blanes et al., 2002:133). Profibus-DP ağının hareket denetiminde kullanımı ve gerçek zamanlı haberleşmedeki gereksinimler bazı çalışmalarda geniş olarak ele alınmıştır (Lee et al., 2003:784). İnternet üzerinden kontrol ihtiyacının ortaya çıkmasıyla birlikte, Profibus'ın internetle uyumlu hali olan Profinet uygulamada yer almaya başlamıştır (Feld, 2004:33). Profibus ve Profinet çalışmalarında yakalanan başarı ve ağ protokollerinin sistemlere getirdiği çözümler neticesinde farklı protokoller de yayılmaya başlamıştır. Bunun haricinde ise mevcut profibus ağını geliştirmek ve kullanım alanlarını çoğaltmak içinde He ve arkadaşları Profibus'a dayalı çok motorlu kontrol sisteminin senkronizasyon denetim stratejisine odaklanmışlar ve senkronizasyon denetim sistemiyle ilgili model sunmuşlardır (He et al., 2007:3029).

Bu çalışmada tüm bu kontrol ve izleme işlemlerinin hangi adımlarla gerçekleştirildiği, PLC sistemlerinde kullanılan haberleşme altyapılarının hangi protokolleri neden ve nasıl kullandığı ve hangi protokollerin uzaktan kontrol

sistemlerine daha iyi hizmet sunduğu detayları ile açıklanarak sunulacaktır. Makine otomasyon sistemi üzerinden istenilen veriyi almanın bir çok farklı yolu vardır. Bu çalışmada ise en yaygın kullanılan 3 sistem üzerinden çalışma aktarılacaktır.

1. Doğrudan PLC Üzerinden IP Adres ile
2. OPC – KEP Server ile PLC içerisinden
3. Raspberry-Pi Yazılımı ile

Verilerin çalışan bir makineden nasıl çekildiği incelenecektir.

## II. PLC VE ENDÜSTRİYEL HABERLEŞME SİSTEMLERİ

Dünya üzerinde teknolojinin gelişmesi ile beraber ihtiyaç duyulan haberleşme ağı altyapısı da gelişmek ve çeşitlenmek zorunda kalmıştır. Haberleşme ağlarındaki standartlar, doğan yeni ihtiyaçlara karşılık vermek amacı ile güncellemeler ile desteklenmiş veya yeni protokoller ile çeşitlendirilmiştir.

İçinde bulunduğumuz teknolojiye gelişen mekatronik, otomasyon ve kontrol sistemlerinde kendine yer bulan sensör, güç modülleri, sürücüler, dijital analog ölçüm cihazları, manometreler vb. cihazlar güncel durumlarını PLC veya bilgisayar ile haberleşerek iletmektedir. Bu sayede veri akışı sağlanarak analizler yapıp, raporlar hazırlanabilmekte PLC kontrolü sağlanabilmektedir.

Çizelge 1 İletişim Protokollerinin Sektörlere Göre Kullanım Oranları

İletişim Protokolü	Kullanım Sıklığı	Kullanım Sektör Dağılımı	Geliştiriciler
Ethernet	50%	Veri Aktarımı	Sabit Geliştirici Bulunmamaktadır.
CanBUS	25%	Otomotiv	BSH
Profibus	26%	Proses Kontrol	SIEMENS, ABB
MODBUS	22%	İlaç - Kimya Endüstrisi	Sabit Geliştirici Bulunmamaktadır.
ControlNET	14%	Veri Aktarımı	ROCKWELL AUTOMATION
Interbus	7%	İmalat	Phoenix Contact
FieldBus	7%	Kimya Endüstri	Fisher-Rosemount, ABB
ASI	9%	Veri Aktarımı	SIEMENS

Veri formatlarının ve bilgi alışverişinin zamanlamasını düzenleyen kurallar dizisine protokol denir. Karşılıklı çalışmalar için bilgisayarlar veya RTU'lar aynı protokolü kullanmak zorundadır (Yiğit ve Canan, 2020:53). İletişim protokolleri incelendiğinde her protokol üreticisi kendi protokolünü savunmak ve öne çıkarmakla birlikte avantajlar ve dezavantajlar sıralandığında doğal bir seçim ile iletişim protokollerinin uygulama alanlarına göre ayrıştığı görülmektedir. Bu protokollerden hangisinin seçilmesinin gerekliliği ise kullanıcının uygulama alanına ve ihtiyaç tipine

göre değişim göstermektedir. Genellikle en önemli tercih kriteri ise hız ve güvenilirlik olmuştur. Çizelge 1’de en sık kullanılan iletişim protokollerinin kullanım sıklığı ve sektör dağılımını görebilirsiniz.

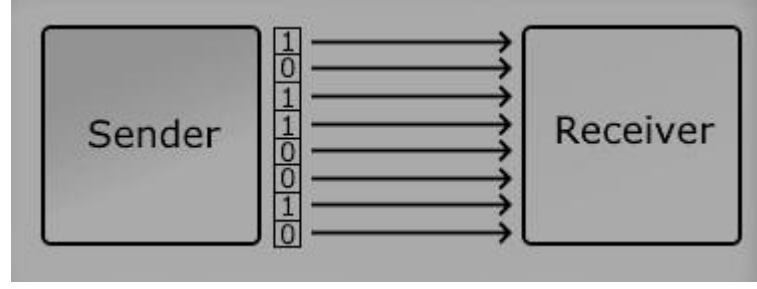
Çizelge 1 ‘de görebileceğimiz gibi en yaygın kullanılan iletişim protokolü Ethernet olarak görölmektedir. Çizelgedeki sonuçların nedenlerini tek tek başlıklar halinde inceleyeceğiz.

## **A. Veri Haberleşmesi ve İletişim Protokolleri**

Gelişen teknoloji ile birlikte oluşan ihtiyaçlara cevap verilebilmesi için bilinen haberleşme yapıları değişim ve gelişim göstermektedir. Veri alışverişinde verici ve alıcı arasındaki haberleşme süresi ve bu verinin güvenliği için kullanılan cihazlar özelinde bir takım kuralların olması önem arz etmektedir. Bu kuralların cihazlara ve amaca hizmet açısından belirlenmesi ise haberleşme protokollerini oluşturur. Bu sayede amaca yönelik olarak kuralları belirlenmiş olan haberleşme protokolünün kendine özel eşsiz nitelikleri belirlenmiş olur. Bu protokolde çalışacak olan cihazların ve sistemlerinde buna göre seçilmesi veya üretilmesi gerekmektedir.

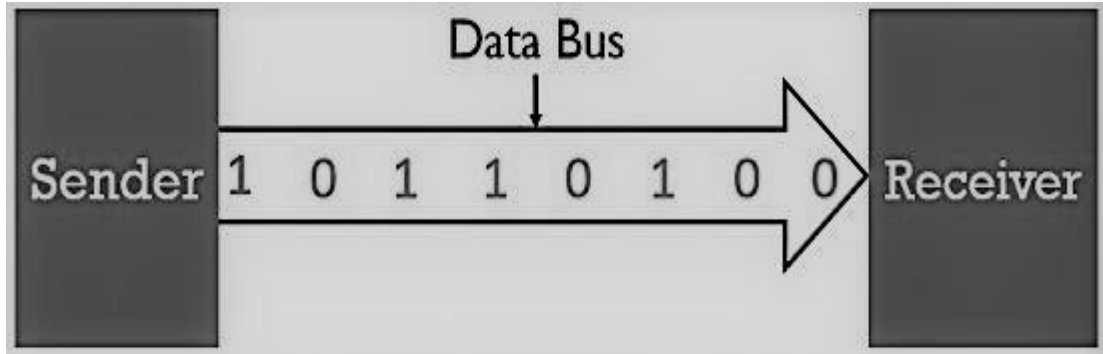
Otomasyon kontrollü sistemlerde, sistemi oluşturan cihazlar arasında haberleşme olmak zorundadır. Bunun olmaması durumunda sistem çalışamaz ve işleyemez olacaktır. Haberleşme altyapısında ise paralel veya seri haberleşme kullanılır. Paralel haberleşmede, iletilecek olan veriye/bilgiye ait bitlerin aynı anda gönderilmesi sağlanır (Suk et al., 2001:1822). Başka bir ifade ile Paralel haberleşmede gönderilecek bilginin her biti için ayrı bir kablo bağlantısı bulunur. Bu sayede hızlı ve güvenilir bir haberleşme yöntemi oluşturulur. Fakat her bit için ayrı bir kablo çekimi uzak mesafeli çalışmalarda haberleşme maliyetini arttıracaktır. Bu nedenle Paralel haberleşme daha çok kısa mesafe çalışmalarda tercih edilir. Paralel Haberleşme ile ilgili Şekil 1 takip edilebilir.





Şekil 1 Paralel Haberleşme Yapısı

Seri haberleşme de ise Alıcı ve Verici arasında transfer edilmek istenen veriler seri olarak tek hat/kanal/yol üzerinden iletilir. İletimi sağlanan veriler bitler halindedir. Genellikle iletilen veriler bir kod olarak gönderilir ve alıcı tarafında kurulu olan kod çözücü sayesinde programla kodlanmış bilgiler değerlendirilir, anlamlandırılıp sistem tarafından işlenir (Valera et al., 1999:1235). Seri haberleşme de görüldüğü üzere tek kanal/ üzerinden veri aktarımı sağlanır. Seri Haberleşme ile ilgili Şekil 2 takip edilebilir.



Şekil 2 Seri Haberleşme Yapısı

İletişim protokolleri kendi içerisinde Kapalı Sistem ve Açık Sistem iletişim protokolleri olarak iki kategoride incelenir.

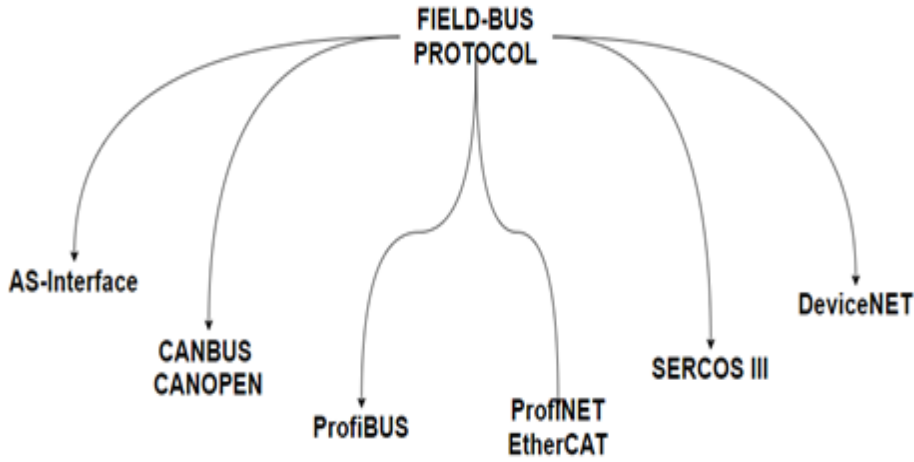
### 1. Kapalı Sistem İletişim Protokolleri

Verinin sadece belirlenen cihazlar arasında haberleşme sağlayacak şekilde geliştirilen protokol türleridir. Bu protokolde çalışacak olan cihazlar veya sistemler genellikle üretici firmalar tarafından kendi cihazları için üretilirler.

## 2. Açık Sistem İletişim Protokolleri

Verinin genel olarak ulaşılabilir olduğu ve paylaşımına açık olduğu haberleşme türleridir. Bu sistemde marka, yapı veya organizasyon gözetilmeksizin veriye ilgili adreslerden ulaşılabilir ve kontrol sağlanabilir. Temelde BUS Haberleşme sistemleri farklı cihazlar arasındaki veri alışverişinin ortak bir veri yolunda gerçekleştirilmesini sağlar. Bu cihazlar, tahrik elemanları, algılayıcılar ve olası diğer otomasyon donanımlarıdır.

Açık sistem iletişim protokolleri oldukça yaygın ve geliştirilmeye açık olarak kullanılabilir. İletişim protokollerine bireysel çalışmalarda örnek teşkil edebilir. Bu çalışmada sadece 7 en yaygın kullanılan iletişim protokolüne yer verilecektir. Bunlar sırası ile FieldBUS Protokolü olarak IEC 61158 standardına göre yaygın kullanılan, AS-Interface Protokolü, CANBUS-CANOpen Protokolü, ProfiBUS Protokolü, DeviceNET Protokolü ve SERCOS III olacaktır. Bunların dışında ise Ethernet-ProfiNET Protokolü olarak en büyük kullanım alanına sahip olan ve Ethernet olarak bilinen protokolü inceleyeceğiz.



Şekil 3 İletişim Protokolleri Diyagramı

Haberleşme protokollerinin kendi haberleşme ağı üzerinde kontrol edebileceği cihaz sayısını gösteren çizelge aşağıdaki gibidir. Buna göre Profinet ile aynı anda kontrol edilebilecek cihaz sayısı en fazladır. Fakat bu sayı ve değerler test ortamlarına ait olup mevcut saha koşullarında ki cihazların birbirleri ile olan mesafesi, kullanım yerleri ve proje içeriği gibi parametreler ile değişkenlik gösterebilir.

Çizelge 2 Haberleşme Protokolleri Kontrol Cihazları Adedi

<b>Protokol Adı</b>	<b>Kontrol Cihazı Sayısı</b>
<i>AS-Interface</i>	62
<i>CANBUS-CANOPEN</i>	127
<i>PROFIBUS</i>	126
<i>PROFINET-ETHERCAT</i>	65536
<i>SERCOS III</i>	511
<i>DEVICENET</i>	64

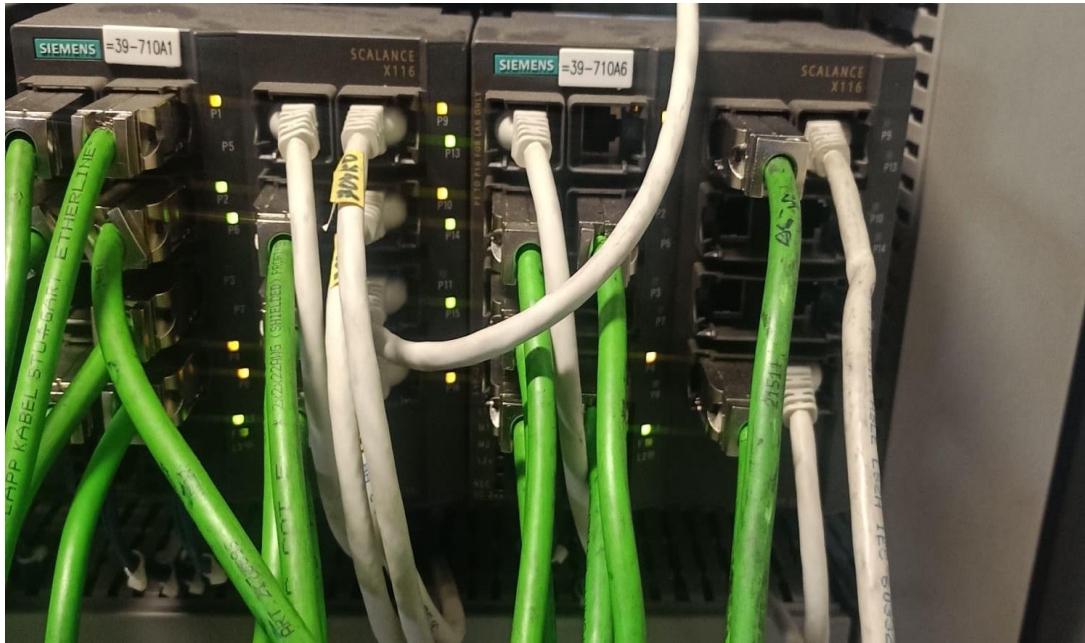
#### **a. FieldBUS Protokolü**

Fieldbus kavramını incelediğimizde Alansal Veri Yolu olarak bir çevirim karşımıza çıkar. Bu çevrimi açtığımızda ise alandan kast edilen makinenin/çalışan sistemin olduğu üretim sahası anlamına gelmektedir. Bu sistemler, günümüz teknolojisinde kullanılabilir ve sistem inşası açısından oldukça kolay tasarlanabilir alternatif çözümler olarak görülürler. FieldBUS IEC 61158 standardında kendine yer bulur. IEC 61158 standardında açıklanan ve bu kapsamda değerlendirilen 8 farklı protokol mevcuttur. Bu protokoller; AS-Interface, CANOpen, ControlNET, CC-Link, EtherCAT, InterBus, ProfiBUS, SERCOS III, DeviceNET olarak bilinirler. BUS kavramı genellikle veri aktarım yolları için kullanılır. En kolay ve basit açıklama ile BUS yani veri aktarım yolları üzerinden haberleşme ise farklı aygıtlar arasında veri transferinin haberleşmesinin ortak bir veri yolu üzerinden gerçekleştirilmesidir. Sistem parçaları üretim sahasında kullanılan makine üzerindeki otomasyon donanımları, sensörler, anahtarlar ve algılayıcılardır.

Fieldbus protokolünde eş zamanlı kontrol vardır ve genellikle endüstriyel alanlarda kullanılan bir protokoldür. İletişim ağları çeşitleri olarak bilinen Zincir, Halka, Yıldız, Dal ve Ağaç tipi iletişim ağlarında kullanılabilirler. Haberleşmenin örneklerinden olan ilk dönem üretim bilgisayarları birbirleri arasındaki veri aktarımını RS-232 olarak bilinen Seri Bağlantı türü ile yapardı.

RS-232, haberleşme sistemlerinde bilinen en eski seri bağlantı tipli veri iletişim standardıdır (Mo-Yuen et al., 2001:1593). RS-232 standardı Veri terminal ekipmanı (DTE-Data Terminal Equipment) ve Veri Taşıma Ekipmanı (DCE-Data Controlling Equipment) arasında ki seri sinyalizasyon için kullanılan sistemdir. Daha çok

bilgisayar ve bilgisayar, bilgisayar-makine haberleşmesi ve kontrolcüsü olarak kullanılırlar. Fakat teknolojinin ilerlemesi ile birlikte artık RS-232 standardı yerini Fieldbus Protokol içerisinde kendine yer bulan ve bu sistemin bir parçası olan LAN Tipi bağlantılara bırakmıştır. LAN tipi bağlantılar sayesinde alıcı ve verici arasında analog ve dijital olarak birden çok noktaya bağlantı gerçekleştirilebilir. Bu özellik kablo ve bağlantı noktası sayısı açısından önem taşımaktadır. Saha veri yolu üzerinden haberleşen cihazlarda olması gereken mikroişlemciler sayesinde birden fazla iletişim noktası aynı cihaz tarafından sağlanmış olur (Saad B et al., 1997:167). Başka bir deyişle bir PLC ünitesinin kontrolcüsü olarak üretim sahasında kontrol ettiği haberleşme modüllerinin hepsine tek bir kapı üzerinden ulaşılabilir. Bunun için aşağıdaki fotoğraf incelenebilir. Görüldüğü üzere Siemens SCALANCE ürünü Ethernet çıkışlı çoğaltıcı modülleri sayesinde bir çok sistem ekipmanını birbiri ile haberleşebilir hale getirmiştir. Burada Siemens Scalance ürününde her portun bir adresi vardır ve bu adresler TIA Portal programı üzerinden ilgili ekipmanların IP adresleri ile tanıtılırlar. Bu sayede Scalance üzerinde herhangi bir porta giren Ethernet kablo girişinde ve çıkışında hangi ekipman olduğu bilgisine sahip olur.

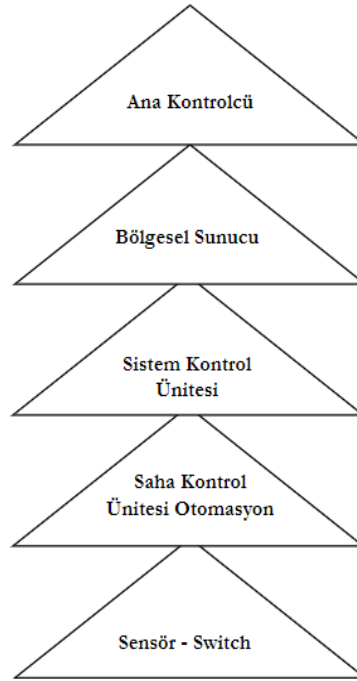


Şekil 4 Endüstriyel Ethernet TCP/IP Çoklayıcı (SIEMENS-SCALANCE)

Bir BUS haberleşme sisteminin verimliliği uygulama alanına ve özellikle transfer edilecek verinin büyüklüğüne bağlıdır. Sistemde doğrudan süreç verileri ve algılayıcılardan gelen bilgiler dolaşabilir ve verinin büyüklüğü 100 byte ölçeğine

kadar ulaşabilir (Lee et all., 2000:548). Sistemin haberleşme hızı ve bazı analog kontrol ünitelerinin cevap verme süreleri çeşitli uygulamalarda çok önem kazanabilmektedir. BUS sistemlerinde haberleşme süresi milisaniyeler mertebesinde olduğu için bu durum belirli bir seviyeye kadar problem teşkil etmez. Ancak haberleşme hiyerarşisi modelinde üstlere doğru çıktığında bu süre artma eğilimi gösterir (Modbus.org, 2006).

Fieldbus Sistemlerinin içerisinde yer alan ürünler için daha önce, sensörler, algılayıcılar, PLC Sistemleri, Sürücüler vb. olarak aygıtları belirtmiştik. Şimdi ise bunların hangi sırayla nasıl olması gerektiğine dair bir diyagram çıkarımında bulunacağız.

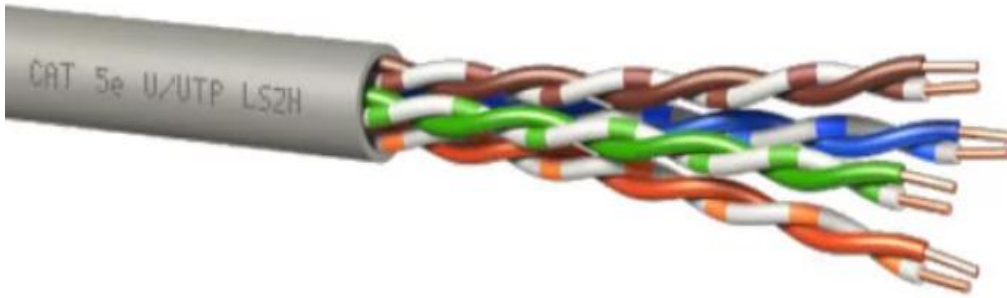


Şekil 5 FIELDBUS (Saha Veri Yolu) Haberleşme Hiyerarşisi

Bütün sistemlerde olduğu gibi veri iletişiminde, sistem haberleşmesinde öncelikle fiziki bir veri olmalıdır. Bu fiziksel veri gerilim, akım, devir, 1-0 'lardan oluşan mantıksal yapı, sinüzoidal veya TTL (Kare Dalga) tipinde olabilir. Bir sonraki adımda ise alıcı ve verici arasındaki iletilen verinin okunabilmesi için uygun cihazların seçilimi gerçekleştirilmelidir. Örneğin analog bir çıkış sinyali veren 4-20 mA basınç sensörünü dijital bir PLC Input(Giriş) modülüne bağlayamazsınız. Bu nedenle alıcı ve verici arasındaki iletişimin verinin türüne göre uygun cihazlar seçimi

yapılmalıdır. Uygun cihaz seçimi sonrasında bağlantının tipi ve kablo türü belirlenmelidir. Burada genellikle bakır tel içeren saha kabloları kullanılır fakat bazı özel çalışma durumlarında verinin hızlı iletimi için optik kablolar tercih edilir. Optik kablolar bakır tel kablolarına göre çok daha hızlı ve verimli bir çalışma sağlasa da, saha şartları ve maliyet gereği daha çok bakır tel kablolar tercih edilir. Üretim sahasının fiziksel koşullarına dayanıklı olması amacı ile blendaj-shield denilen parazit önleyici veya zırlı kablolar da tercih edilebilir. Burada tamamen uygulama alanının özellikleri belirleyici olacaktır.

Aşağıda veri iletişimde en sık kullanılan CAT model olarak bilinen ve haberleşme ağının en önemli kablo tipinin zırlı ve zırlısız tipteki iki örneğini görülebilir. Bu kablo tipleri uygulama alanındaki ihtiyaçlara göre yanmaya dayanıklı HFFR, TPU dış kaplamalı, zırlı veya ekranlı olarak imal edilebilir. Burada uygulama alanı ve kullanıcının istekleri ön plana çıkmaktadır.



Şekil 6 Cat-5E U/UTP Zırlısız Veri Kablosu



Şekil 7 Cat 5E U/UTP Zırlı Kablo

Çünkü veri bozulmaları daha çok gürültü, parazit ve mesafe gibi dış etkenlerden kaynaklanır. Bu nedenle de zırlı veya kaplamalı gibi seçenekler

değerlendirilir. Diğer bir seçim nedeni ise bir kablonun veri iletiminde alıcı ve verici arasındaki mesafe veya iletişimdir.

Aşağıdaki Görsel-4'te Kapasitif PNP Proximity bir sensör görülmektedir Bu sensör önündeki cisim algılama üzerine tasarlanmıştır Bazı teknik özelliklerini Çizelge 3'te görebiliriz

Çizelge 3 Proximity Kapasitif Sensör Teknik Özellikleri

Gövde Tipi	Metal
Çalışma Voltajı	6-30 V DC
Çalışma Akımı	300 mA
Algılama Mesafesi	1-10 mm
Çıkış Tipi	PNP, NO
<b>Bağlantı Tipi</b>	
Kahverengi	Besleme +
Mavi	Besleme -
Siyah	Çıkış

Görüldüğü üzere bu sensörün seçimin de kullanıldığı alan ve uygulama tipi ön plana çıkmıştır. Gövdenin metal seçilmesi saha şartlarından dolayıdır. Algılama mesafesi ise uygulama hassasiyeti olarak değerlendirilir. Fakat konumuza dönecek olur isek bağlantı tipinde + V, - V ve Çıkış bağlantıları mevcuttur. Bu sensörün verdiği çıkış ise işlenmek üzere PLC'ye gider ve orada program içerisinde işlenir. Çıkış olarak belirtilen siyah kablonun ürettiği çıkış bilgisi bir veri olarak PLC 'de input olarak işlenecektir.



Şekil 8 Proximity Kapasitif PNP Sensör

Çizelge 4 Koaksiyal-Fiber Optik Kablo Karşılaştırması

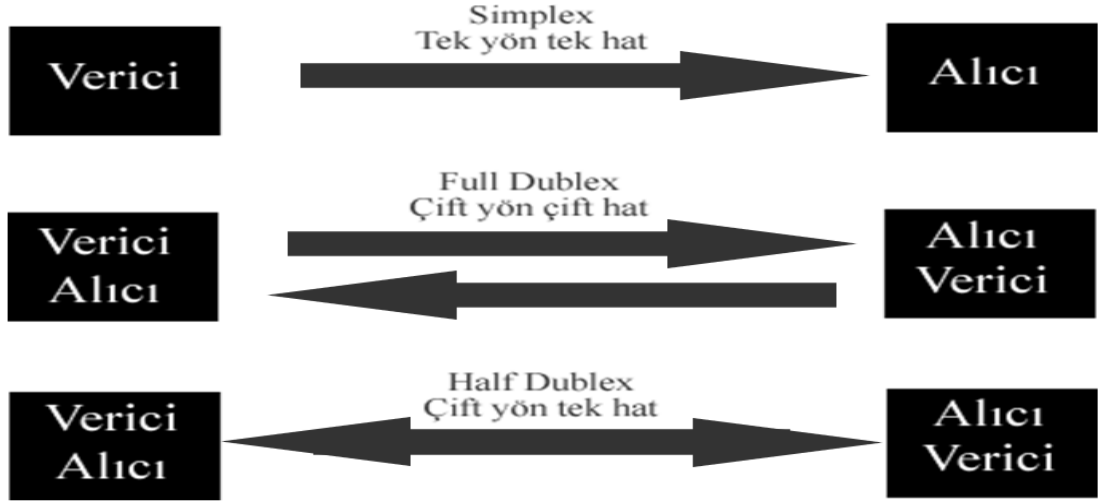
<b>Karşılaştırma Terimi</b>	<b>Fiber Optik Kablo</b>	<b>Koaksiyal Kablo</b>
Maliyet	Pahalı	Normal
Veri Aktarım Hızı	2 Gb/sn	44.736 Mbps
Fiziksel Bükülme	Sinyal İletimini Etkiler	Sinyal İletimini Etkilemez
Dış Manyetik Alan	Etkilemez	Etkiler
Sinyal İletimi	Optik Formdadır	Elektrik İletimi

Alıcı ve Verici cihazlar olarak saha aygıtlarının belirlenmesi, seçilen bu aygıtların hangi veri tipinde haberleşeceğinin belirlenmesi ve bu haberleşmede kullanılacak aygıtların tipine, alıcı ve verici noktaların mesafesine, saha koşullarına bağlı olarak kablonun türüne karar verdikten sonra sırada haberleşmenin ağ topolojilerinden hangisinde kullanılacağını belirlemek kalıyor.

Burada Ağ topolojisi iletilecek olan verinin belirlenen iletişim sisteminde yani BUS ağı üzerinde yer alan cihazlar arasında hangi mantıksal ilişkiye dayanarak dolaşacağını belirlememizi sağlıyor. Ağ topolojilerini inceleyecek olur isek; Doğrusal, Dairesel, Yıldız ve Ağaç Tipi ağ yapılarını görürüz. Bu yapıların çeşitliliği olsa da temelde alıcı ve verici arasındaki verinin en uygun koşullarda bozulmadan iletişimini sağlamak yer alır. Burada önemli bir soru ortaya çıkar. Veri iletişimi sırasında işlenen veri hangi yönde ve hangi öncelikte gönderilecektir. Yani verilerin önceliği nasıl belirlenmektedir? Bunun için alıcı ve verici cihazlar arasında haberleşme türüne bağlı olarak bu tanımlamalar sağlanmalıdır. Veri kaybı yaşanma riskinin en aza indirilmesi için öncelik problemi giderilmelidir.

Verici ve Alıcı arasındaki veri transferini anlatıyoruz fakat bu transferin yönü hakkında da belirtmeler tanımlamalar yapmalıyız. Bu tanımlar: Tek Yön Tek Yol Veri Transferi, Çift Yönlü Çift Yol Veri Transferi ve Çift Yön Tek Yol Veri Transferidir.



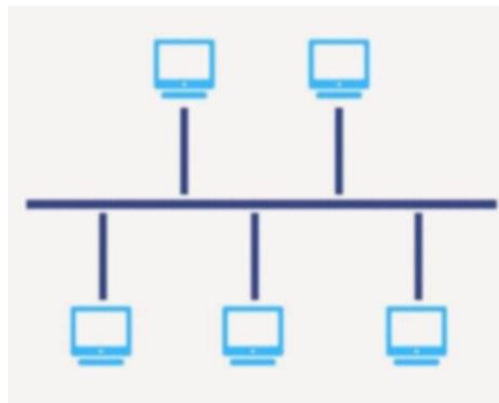


Şekil 9 Veri Transfer Tipleri

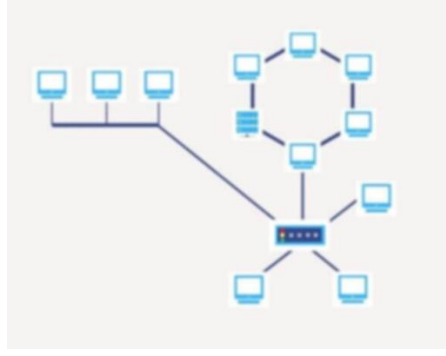
Çalışmada son olarak verinin uygulama olarak nasıl işleneceği ve çıktılar vereceği görülecektir. Çalışmanın ilerleyen bölümünde yer alan PLC tanımlama ve açıklama kısımlarında bu durumu ifade edeceğiz.

Tüm ihtiyaçlar belirlendikten sonra verinin hangi topolojide ve ağda transfer edileceği konusunu belirlemek gerekmektedir. Farklı modeller olsa da temel anlamda 4 ağ topolojisi kabul edilmiştir. BUS ağı içerisinde yer alan cihazların konumu ve birbirleriyle olan mantıksal ilişkileri ağın topolojik yapısı ile ilgili olan kavramlardır.

Tüm ağ topolojilerinin temelinde noktadan noktaya bağlantısı olan sadece iki cihaz arasındaki bağlantı yatar. Ancak ikiden daha fazla cihazın bulunduğu durumlarda doğrusal, hibrit, ring (dairesel), yıldız ve ağaç tipi gibi çok çeşitli ağ yapıları mevcuttur. Aşağıdaki şekillerde çeşitli ağların topolojisi verilmiştir (Meicheng et al., 2005:412).



Şekil 10 Doğrusal Topoloji



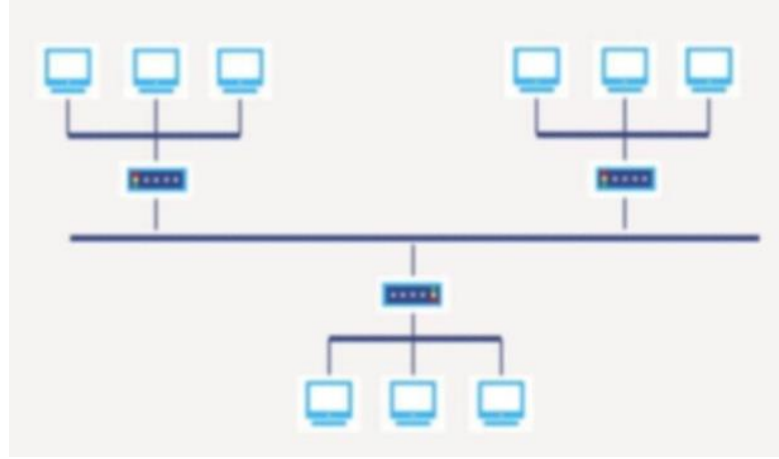
Şekil 11 Hibrit Topoloji



Şekil 12 Ring (Dairesel) Topoloji



Şekil 13 Yıldız Topoloji



Şekil 14 Ağaç Tipi

### b. AS-Interface Protokolü

AS-Interface yani (Actuator-Sensor Interface), Aktüatör Sensör Arayüzü Protokolü, üretim sahasında en uç noktada kullanılan sensör ve aktüatörleri de dahil olmak üzere bütün sistemi üst seviye kontrol, basit yapı ve kolaylık, yüksek güvenlik ve entegre edilmiş sistem gibi avantajlarla tasarlayan bir veri yolu hizmetini sunar. Mühendislik hizmetlerinde, Profibus ve Profinet gibi sahada en çok kullanılan veri aktarım protokollerine de ekonomik bir veri sağlayıcı olarak destek sunar. IEC 62026-2 standardına uyum sağlamıştır.

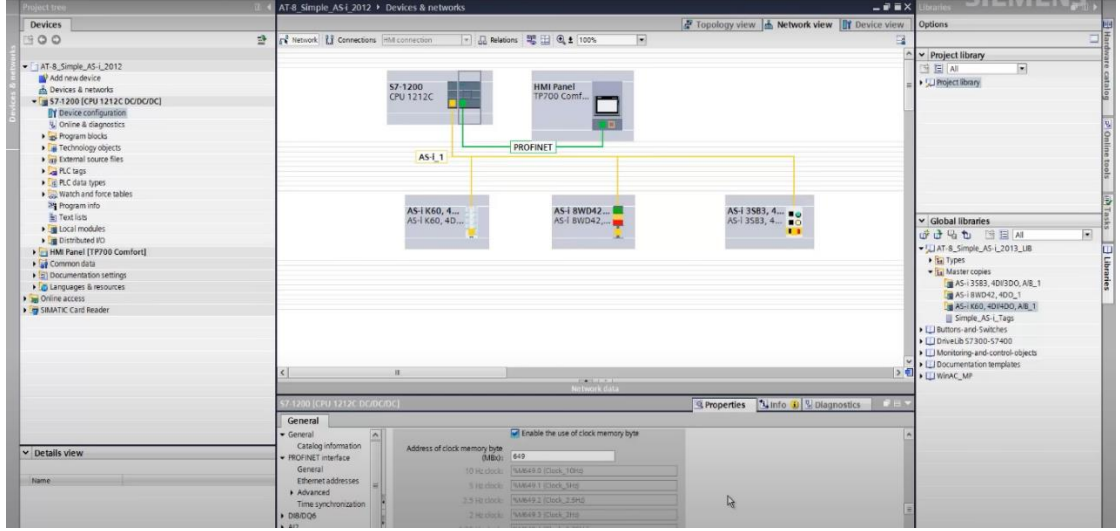
ASI Protokolü ve çalışma sistemi oldukça basit ve ucuz bir hizmet sağlar. Merkezi bir kontrol ünitesi ve bu merkeze bağlı olarak 31 alt kontrol sistemi içerir. Alt düzey kontrol sistemi Slave olarak adlandırılır. Merkezi kontrol sistemi ise Master olarak adlandırılır. Her slave ünitesinde 4 bit giriş ve 4 bit çıkış olarak 8 bit veri işlenir. ASI sistemlerinde iletişimde mesafe 100 metre ile sınırlıdır fakat sistem çözümü olarak tekrarlayıcı üniteler ile 300 metreye kadar haberleşme sağlanmıştır. Master, döngüsel sorgulama sayesinde slave üniteler ile veri alışverişini kontrol eder. AS-i Güç kaynağı üniteleri ise ağda bulunan aktüatör ve sensörlere enerji sağlar. Bir ASI ağı kurulumu için bazı teknik veriler temel düzeyde ifade edilecek ise;

- Alt Düzey Kontrol ünitesi -Slave- sayısı 62 Adede kadar çıkarılabilir
- Giriş / Çıkış (I/O) devresi sayısı: 496 Giriş ve 496 Çıkışa kadar kullanılabilir.
- Tüm ağ topolojilerinde kullanımları uygundur.
- İşleyebildiği Veri Türü: Analog ve Dijital tüm veriler
- Veri döngü süresi: 5 mS olarak belirtilebilir.

ASI Master ürünler genellikle CPU Vb. görevde işleyici veya haberleşme döngüsünü içeren devam ettirici lojik işlemcilerden oluşur. ASI Slave ürünler ise çok çeşitli saha ekipmanları olabilir. Örneğin, pozisyon sensörü, emniyet anahtarları, butonlar veya frekans dönüştürücüler içerebilir. Desteklediği içerik ürün gamı olarak oldukça geniştir. Genellikle ASI devrelerinin güç modülleri de ayrı olarak kurulurlar.

Veri ve voltaj aynı kablo üzerinden taşınabilir. Bu voltaj 24-30V seviyesinde olduğundan daha yüksek gerilim gereksinimi olan yerlere ayrı bir besleme kablosu çekilmelidir. Ayrıca bu kablolar sayesinde bağlantı noktalarında kabloları kesmeden kablo ısırma yöntemi ile gerekli bağlantılar oluşturulabilmektedir.

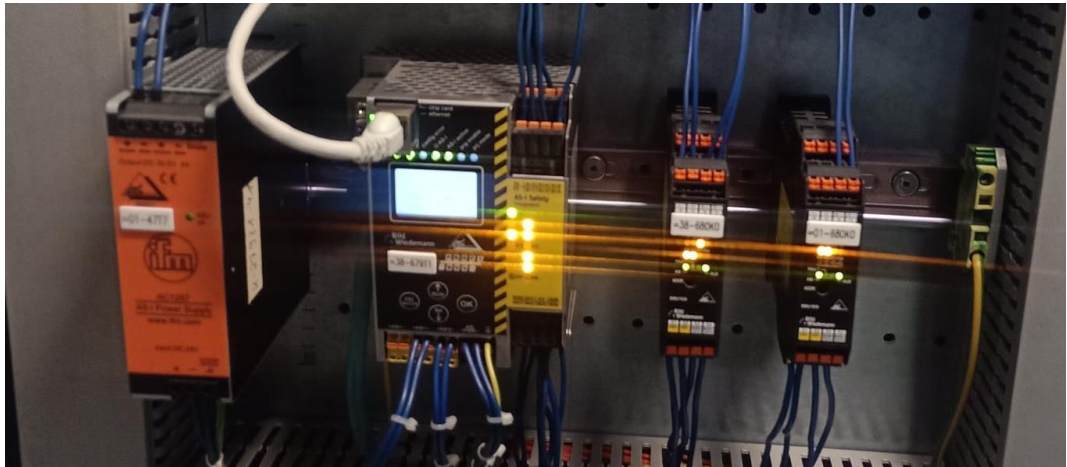
ASI protokolü 1990 Senelerinin başında 11 şirketin ortak girişimi ile oluşturuldu ve desteklendi. Günümüzde hemen her firmanın ASI protokolü üzerinde çalıştırılacak ürünleri ve ürün gamı mevcuttur. Bu şirketlerden bazı örnekler verecek olur isek; Siemens, Pepperl-Fuchs, FESTO, Allen Bradley, Bihl+ Wioldmann, Leuze vb. büyük firmaları görebiliriz. Türkiye pazarında en geniş Pazar payına sahip otomasyon alanında bilinen Siemens tarafını inceleyecek olur isek, ASI Protokolüne uygun ürünleri seçerken hangi ürünleri kullanacağımızı basit bir ASI devresi oluşturarak görebiliriz. Ayrıca Siemens ürün gamında yer alan bu ürünler aynı zamanda otomasyon programı olan TIA Portal üzerinde haricen PLC Programlamada donanım kısmına eklenmekte ve adreslenebilmektedir. Siemens bu sayede sistemlerini ASI Protokolüne tam entegre hale getirmiştir. TIA Portaldan bir Hardware-Donanım oluşturma sayfasını aşağıdaki görselde görebilirsiniz. Dikkat edilecek nokta ise görselin sağ kısmında bulunan Global Libraries kısmında ASI ürün gamı için ayrılmış olan kütüphane zenginliğidir. Yani Siemens tüm ASI protokolüne uygun saha ekipmanlarını aynı zamanda Otomasyon programı olan TIA Portal içerisine entegre etmiştir.



Şekil 15 SIEMENS TIA Portal Program İçerisinde AS-I Donanım Eklenmesi



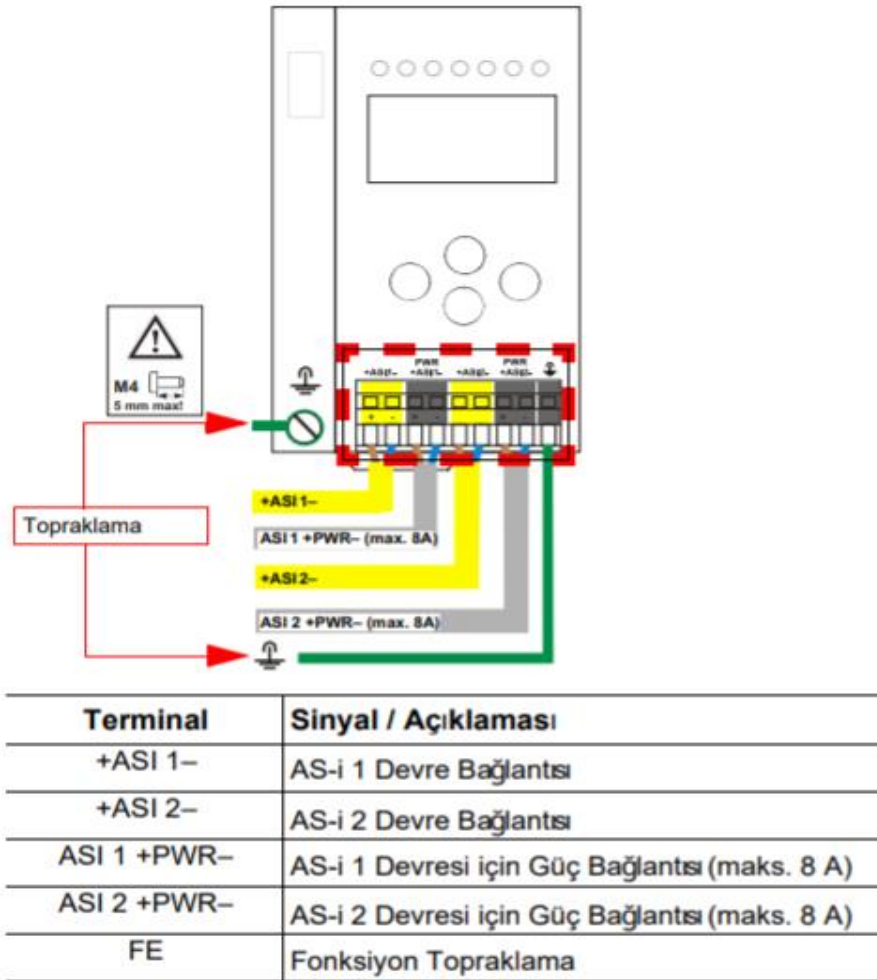
Şekil 16 Pano içi Kullanıma Örnek AS-I Interface Modül



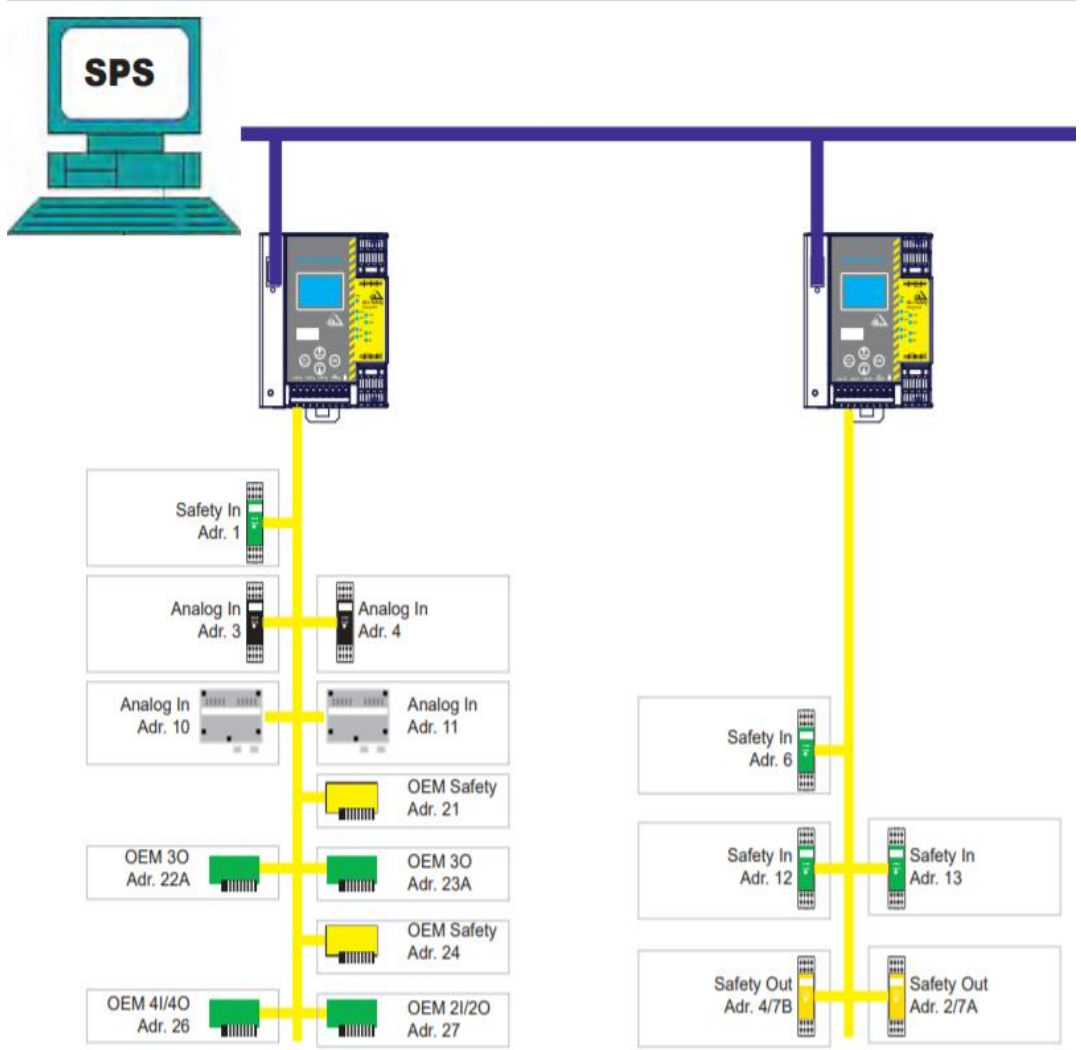
Şekil 17 Pano içi kullanıma örnek AS-I Cihazları

Yukarıda verilen pano içi örneklerde ürünler Bild Wiedelman markadır. Çift çıkışlı ASI Devresi barındıran modülde 2 ASI Devresi kullanılmaktadır. ASI-1 ve ASI-2 çıkışlarından çıkan bağlantılar ve kırmızı ok ile gösterilmiş AS-I Kontaktör elemanlarına girer ve saha ekipmanlarına ulaşırlar.

Daha önce ifade edildiği gibi AS-I ürünlerine ilgi her büyük marka üretici tarafında mevcuttur. Örnek olarak ise ASI üreticilerinden biri olan Pepperl-Fuchs ASI ürünlerinden olan ve yukarıda ki Bild-Widelman ürüne muadil olan AS-I 3.0 Profibus Gateway ürünün bağlantı şemasını incelediğimizde her kontrolcü ASI Gateway modülü kendi altında adreslenmiş giriş / çıkış saha ekipmanlarını atanmış güvenli adresler ile kontrol eder. Dijital ve Analog olmak üzere ayrı giriş çıkış birimlerine sahiptir. Her ASI devresi kendi içerisinde ayrı adreslenmiş giriş-çıkış birimleri barındırır.



Şekil 18 Pepperl-Fuchs AS-I Gateway Çift Devreli Modül



Şekil 19 Pepperl-Fuchs Çift Kanallı AS-I Profibus Gateway Bağlantı Şeması

### c. DeviceNET Protokolü

DeviceNET, oldukça çeşitli endüstriyel ekipmanlar içeren cihazların birbiri ile kolaylıkla haberleşme ağı oluşturmasını sağlar ve bu haberleşme ağının uzaktan yönetimini mümkün kılar. Endüstriyel bir haberleşme ağı sistemidir. Temel geliştiricisi olan Allen Bradley şirketi şimdilerde Rockwell Automation olarak bilinir. DeviceNet teknolojisinin kullanımını arttırmak ve teşvik edici olmak adına Rockwell Automation “ Open Network “ Açık Ağ görüşünü benimser ve haberleşme ağını paylaşımlı hale getirir.

DeviceNET protokolü teknolojiyi Ortak Endüstriyel Protokol (CIP) ‘den alır ve CAN Protokolü Teknolojisi ile birleştirerek, bilindik seri haberleşme olan RS485 uygulamalı protokolleri geride bırakarak, düşük maliyet, hız ve güvenlik sunar.

Geliştiricileri bu teknolojinin kullanımını yaygınlaştırmak adına karar alarak teknolojiyi ve içerdiği protokol standartlarını 3. Taraf satıcılarla paylaşmaya başlar. Bu gelişmeden sonra DeviceNET Protokolü ve teknolojisi ODVA tarafından yönetilmeye başlanmıştır. ODVA.Inc. (Open DeviceNet Vendors Association Inc.) endüstriye bağlı otomasyon cihazlarının tedarikçilerinin üyesi olduğu bağımsız bir kuruluştur. ODVA, kendi içerisinde özellikle otomasyon cihazları için bir çeşit standart geliştirme organizasyonu olarak çalışmalar yürütmektedir. ODVA kuruluşunun bir üyesi olabilmek için ODVA Tarafından oluşturulmuş standartlar ile çalışan ekipmanlar üreten veya satan bir kurum olunması gerekmektedir.

Ana hat üzerinden geçecek olan veri miktarı kullanılan kablo tipine bağlıdır. Bu kablo tipi İnce, Kalın ve Yassı kablo olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre iki düğüm arasındaki kablo mesafesi paylaşılacak olan verinin hızına göre değerlendirildiğinde aşağıdaki Çizelge 5 değerleri dikkate alınarak kablolama montajı yapılmalıdır. Bu çizelgede ki iki düğüm yani iki cihaz arasındaki istenen veri hızı ve kullanılan kablo tipine göre mesafe belirlenmiştir.

Buna bağlı olarak hesaplama ise aşağıdaki eşitlikte ki gibi yapılmıştır;

$$125 \text{ Kbps için; } L_{\text{Kalın}} + 5 \times L_{\text{İnce}} = 500 \text{ metre} \quad (1)$$

$$250 \text{ Kbps için; } L_{\text{Kalın}} + 2 \times L_{\text{İnce}} = 500 \text{ metre} \quad (2)$$

$$500 \text{ Kbps için; } L_{\text{Kalın}} + 1 \times L_{\text{İnce}} = 500 \text{ metre} \quad (3)$$

Eşitliklerde kablo uzunlukları metre cinsinden değerlendirilmiştir.

Çizelge 5 Uçtan Uca Ağ Mesafesi ve Veri Hızının Kablo Tipine Göre Değerlendirilmesi

<b>Kablo Tipi</b>	<b>125 Kbps</b>	<b>250 Kbps</b>	<b>500 Kbps</b>
Kalın Kablo	500 mt	250 mt	100 mt
İnce Kablo	100 mt	100 mt	100 mt
Yassı Kablo	420 mt	200 mt	75 mt

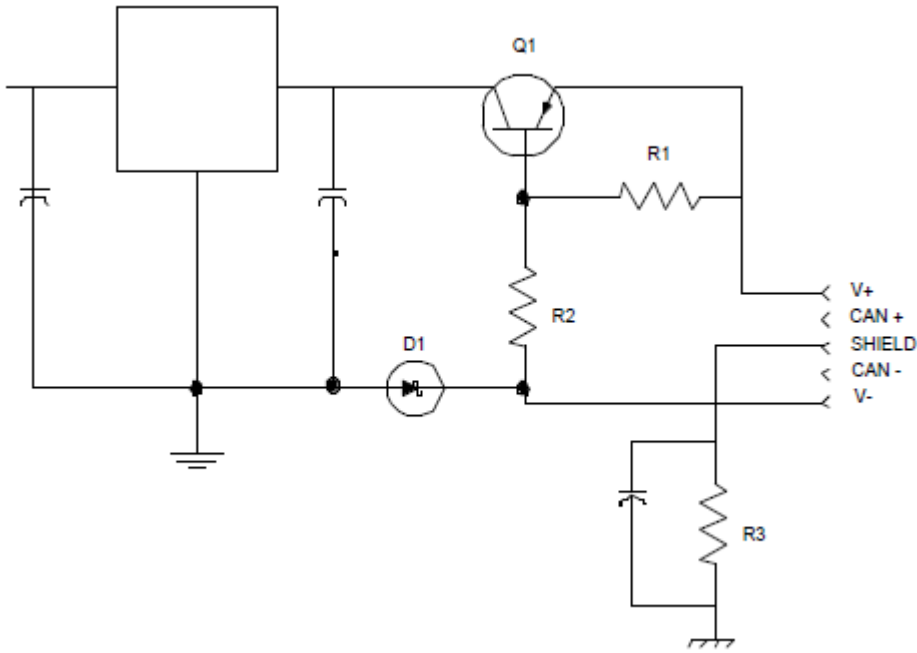
Aşağıdaki şekilde DeviceNET Uygulama Topolojisinin bir örneğini görebiliriz. Ana hat her iki ucunda 121 ohm sonlandırma dirençleri bulunan sonlandırma noktaları ile kısıtlanmıştır. İzin verilen her düşme hattında 6 metre uzunluğuna kadar bir dallanma mümkündür. Topoloji özellikle düşme hatlarındaki dallanmayı





DeviceNET Protokolünün sağlam ve güvenilir olması noktasındaki en önemli seçim sebebi ise yanlış kablolama veya kablolama hatalarına karşı koruma devresi içermesidir. Bu devre sayesinde hassas entegreler, elektronik komponentler zarar görmeden Alıcı-Verici arasında fiziksel güvenlik katmanı sağlanmış olur. Bu devreye (MWP – Mis-Wiring Protection) Yanlış Kablolama Koruması adı verilir. Bu koruma devrede ki alıcı ve verici sistem ekipmanlarını aşağıdaki oluşabilecek hatalardan korur.

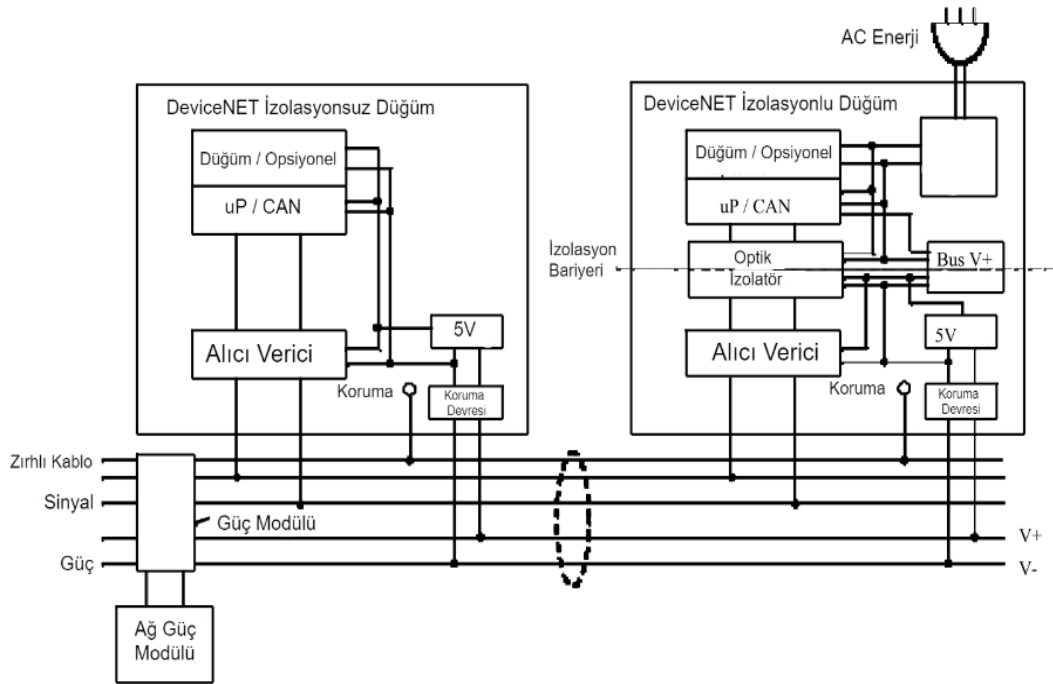
- + Voltajın yanlış bağlanması,
- - Voltajın yanlış bağlanması,
- Artı ve Eksi Voltajın ters çevrilmesi ikisinin aynı anda yanlış bağlanması,
- Eksik Eksi Voltaj veya Artı Voltaj hataları,
- 18 V altında kalan besleme hataları.



Şekil 22 DeviceNET MWP Devresi

Örneğin Şekil 22’de bir DeviceNET Yanlış Kablolama Koruma devresi bulunmaktadır. Burada Eksi Voltajın olası iletken olması durumunda Q1 gerekli olan iletken akımına erişemediğinden yetersiz akım olacaktır bu nedenle devre tamamlanamayacaktır. Veya Olası voltajın ters bağlanması durumunda D1 diyotu basit bir devre koruması sağlayacaktır. D1 diyotunun seçimi ise sistem kayıplarına göre hesaplanır ve yapılır diyot değeri ise standart değildir.

DeviceNET protokolünün uygulama katmanına gelindiğinde ise uygulamaya dahil olacak ekipmanın izolasyonlu veya izolasyonsuz olması neticesinde DeviceNET protokolü içerisindeki elektronik devre şeması Şekil 23'te belirtildiği gibi olacaktır. Burada bahsedilen düğüm uygulama içerisinde kullanılacak olan elektronik ekipmanı temsil etmektedir. Burada izolasyonlu düğüm ile izolasyonsuz düğüm arasındaki fark bir bariyer ve bu bariyer üzerindeki optik izolatördür. Harici olarak Artı voltaj için bir bus hattı tanımlanarak optik izolatörde koruyucu işlevi yapması sağlanmıştır.



Şekil 23 DeviceNET İzolasyonlu ve İzolasyonsuz Düğüm Şeması

#### d. PROFIBUS Protokolü

Profibus Protokolü endüstrilerde kullanılan yaygın haberleşme protokollerinden biridir. Tarihçesine bakıldığında, Otomasyon teknolojisi geliştirmek için kullanılan Fieldbus iletişimi için bir standart olarak 1989 'da BMBF (Alman Araştırma ve Eğitim Departmanı) tarafından tanıtımı gerçekleştirilmiştir.

Profibus ismini açılımı olan Process Field Bus ifadesinin kısaltmalarından almıştır. Profibus protokolü IEC 61158 standardında yayımlanmıştır. IEC 61158 kendi içerisinde 7 ayrı bölümde tanımlanmıştır. IEC 61158-1...IEC61158-6 olarak adlandırılan bu ayrışım OSI Model özelliklerini taşır. Profibus geliştirilirken amaç

tüm iletişim protokollerinde olduğu gibi üretim sahasındaki komponentlerin ve cihazların birbiri ile haberleşmesi ve bu sayede kontrolünü sağlamaktır. Bu nedenle üretim saha seviyesinden ana kontrolcü seviyesine kadar tüm denetleyiciler bir saha veri yolu sisteminin teknik özelliği olarak Profibus içerisinde tanımlanır.

Profibus ile geliştirilecek saha uygulamasının dizaynına teknolojik alt yapısına göre Ethernet veya diğer haberleşme protokolleri ile aşamalı kombinasyon yapılabilir bu sayede düşük maliyetli ve basit bir veri iletişim alt yapısı kurulabilir. Örnek olarak PLC 'ler arası hiyerarşik dizaynda Profibus seçilip saha ekipmanlarında ise AS-I Interface modülü kullanılıp AS-I Gateway Modülü ile CPU haberleştirilerek çok temel ve ucuz maliyetli bir çalışma yapılabilir. Hali hazırda bahsedilen bu sistem son derece yaygın olarak kullanılan bir dizayndır.

Profibus sistemde ana kontrol noktaları ve alt kontrol noktaları çoğaltılabilir ve kontrolcüler arasında haberleşme sağlanabilir. Bu sistem için farklı Profibus dizaynları bulunmaktadır. Sistem kendi içerisinde ki ekipmanlarını ve komponentlerini Master (Yöneten) ve Slave (Yönetilen) olarak ikiye ayırarak yönetir.

Bu amaç doğrultusunda geliştirilen ProfiBUS kendi içerisinde uygulama noktalarına göre yine ayrılmıştır. Buna göre bakıldığında 3 çeşit tasarım görünür.

1. ProfiBUS FMS
2. ProfiBUS DP
3. ProfiBUS PA

Profibus FMS (Profibus Field Bus Message) genel olarak bir haberleşme dizaynına sahiptir fakat yapısı gereği karmaşık ve zorlu iletişim görevlerini yerine getirmek üzere tasarlanmıştır. Daha çok DCS (Dağıtımli Kontrol Sistemi – Distributed Control System) ve PLC (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici) arasındaki haberleşme ve veri iletişimde tercih edilmiştir. Profibus FMS Spesifikasyonu genellikle Profibus Master dediğimiz ana kontrolcüler arasında veri iletişimi için tercih edilirler. Kontrol seviyesinde kullanılan işlemci birimler arasındaki veri alışverişini de destekler. Fakat zaman içerisinde TCP / IP haberleşme sistemlerinin gelişimi ile birlikte Profibus FMS sistemi hem maliyet hem de kullanım zorlukları nedeni ile terk edilerek TCP / IP sistemlerine geçiş sağlanmıştır. Bu

nedenle Günümüzde Profibus FMS yeni gelişen teknolojilerde ve makinelerde kendisine yer bulamamaktadır.

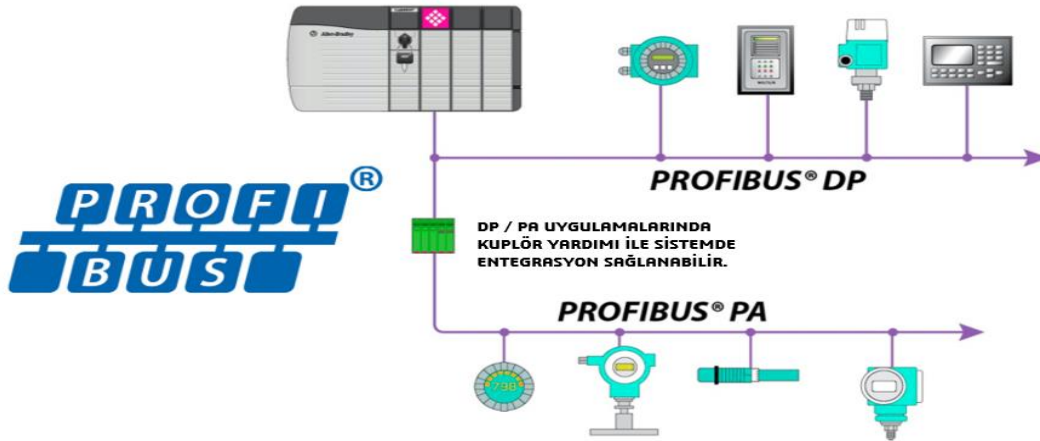
Profibus DP incelendiğinde DP açılımı Dezentrale Peripherie yani Merkezi Olmayan Çevresel Birimler olarak karşımıza çıkar. Haberleşmede fiziki alt yapı olarak RS485 veya Fiber Optik kablo alt yapısını kullanır bu alt yapı sayesinde ise son derece yüksek hızlı bir çözüm sunar.

RS-485 haberleşme tipinde sinyalin etkilendiği elektromanyetik parazitler kullanılan zırlı-örgülü kablo tipine bağlı olarak engellendiğinden özellikle mesafe olarak uzun seri haberleşme için doğru bir seçim olur. Buna bağlı olarak RS-485 tipinde sinyal daha az parazit ve dirençle karşılaştığından hız olarak yüksek hıza erişebilir. Bu durum tıpkı fiber optik kablolarda tüplerin içindeki havanın dahi boşaltılması sonucu dirençsiz ortamda veri hızının çok hızlı olması gibidir. RS-485 'te IEC 1158-2 'ye göre tanımlanmış 31.25 kbit/s hız mevcuttur. Bu nedenlerden Profibus DP sistemin tercih edilmesinin genel sebebi de yüksek hız olarak sunduğu çözümlerden yararlanmaktır. Hazırlanan bir proje de merkezdeki ana kontrolcü yöneten-master CPU ile saha kontrolcüsü olarak kullanılan örnek olarak Siemens ET200 Slave-Yönetilen saha kontrolcülerinin arasında iletim hattı oluşturulmasında kullanılır. Farklı bir kullanım alanı olarak yine anlık yüksek hızda bilgi gerektiren Servo Kontrolcü sistemlerde kullanılan encoder – sayıcı modellerinde de kullanılır. Veya yüksek hız gerektiren veri akışının olduğu her noktada kullanılabilir. Bir proje tasarlanır iken özellikle Profibus DP için uygun CPU ve saha ekipmanları seçilmelidir.

Profibus PA, açılımı incelendiğinde PA – Process Automation yani Proses Otomasyonu olarak çevrilir. Adından da anlaşılacağı üzere proses otomasyonunun yoğun olduğu sistemlerde kullanılır. Genellikle ölçüm cihazlarının olduğu dizaynlarda kontrol ve takip amacı ile bu cihazları izlemek için kullanılır. Profibus PA versiyonu çoğunlukla tehlikeli üretim alanlarında yangıcı – patlayıcı malzemelerin olduğu üretim sahaları için tasarlanmıştır. Profibus PA 'da kullanılan kablo tipi bile olası bir yangın durumunda patlayıcı koşulların oluşmaması amacı ile akımı sınırlayarak olası bir tehlikenin veri yolu üzerinden kablo yardımı ile saha kontrol cihazlarına gelmesini engelleyen IEC 61158-2 'ye uygundur. Bu nedenle Profibus PA sistemde kontrol edilen cihaz sayısı sınırlıdır. Profibus PA sistemler Profibus DP ile temelde aynı protokolü kullanır sadece uygulama alanları farklı olması onları

birbirinden ayırır. İstenirse Profibus DP Ağına PA sistem içerisindeki cihazlar dahil edilebilir. Bu sayede DP ve PA sistem içerisindeki cihazlar birbiri ile çalışabilir. Örnek bir DP ve PA sistem birlikte çalışma dizaynını Görsel 10 'da görebilirsiniz. Profibus PA sistemlerde kullanılan ekipmanlar genellikle, basınç, sıcaklık ölçüm cihazları ve pozisyon konumu doğrulayıcı, dönüştürücü sensörler olarak görülür. Profibus PA sistemlerde güvenilir bilgi iletimi, değişken durum kontrolü, arıza güvenliği sistemleri ve teşhis ekipmanı, ekipman değişebilirliği, yüksek hızda entegrasyon ve yüksek hızda ölçüm izlenebilirliği sağlandığından seçim nedeni olur. Profibus PA sistemler uygun uygulama alanlarında tesislerde bakım maliyetlerini düşürme gibi çalışmalarda da kendisine yer bulur.

Profibus sistemlerde kullanılan tüm ekipmanlar spesifik özelliklere sahip olduğu gibi kablo seçimi de Profibus sisteme uygun olmalıdır. Sistemin sunduğu yüksek hıza erişebilmek için kablo seçimi oldukça önem arz etmektedir. Çeşitli profibus kablo üreticisi bulunsa da hız olarak lisans alınmış kablo üretici şirketler tercih edilmelidir. ProfiBUS tip bir kablonun 200 metrelik bir mesafe alıcı verici arasında ki veri iletim hızının 1.5 Mbit olduğu test edilmiştir. Buna göre kablo üreticileri ürettikleri Profibus kablolarını uygun test koşullarında deneyerek alıcılara bu test sonuçlarını paylaşıp satışlarını gerçekleştirirler.



Şekil 24 Profibus PA Ve Profibus DP Sistem Birlikte Kullanımı

Profibus bir kablonun üretiminde üretici genel olarak ekran direnci, kapasitans değerleri, yayılma hızı gibi değerlere bakar harici olarak ise Standartlar konusunda IEC 61158 ve EN 50170 değerleri dikkate alınır. Bunun yanı sıra üretilen bir

profibus kablosu kullanılacağı yere bağlı olarak, yangına, burkulmaya, yeraltı koşullarına, manyetik alana veya soğuk hava koşullarına dayanıklı olarak üretilebilir. Burada uygulama alanı etkeni dikkate alınmaktadır.

Standart bir Profibus kablosu özelliklerini Çizelge 6 'da görebiliriz;

Çizelge 6 Standart Profibus Kablosu Katalog Özellikleri

Sıcaklık aralığı	-20 °C... +70 °C
Bükülme yarıçapı min.	15 x D
Çevrim direnci max.	110Ω/km
Ekran direnci nom.	12Ω/km
İzolasyon direnci min.	5000MΩx m
Kapasitans nom.	28, 5pF/m
Karakteristik empedans	150 ± 15 Ω
Yayıma hızı	78%
Test gerilimi	1500 V
Çalışma gerilimi max.	300 V

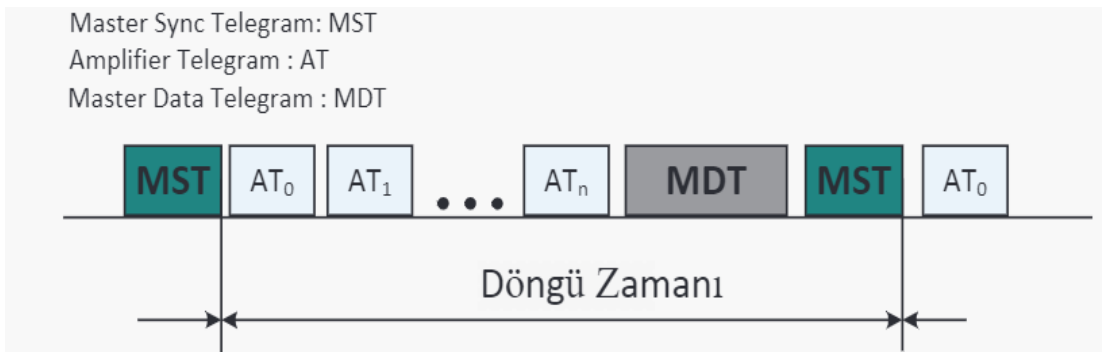
#### e. SERCOS III Protokolü

Endüstrilerde gelişen otomasyon sistemleri ile birlikte veri erişimi ve haberleşme sistemleride yenileniyor. Bu değişim içerisinde ihtiyaca yönelik sistemler üreticiler tarafından geliştirilerek kullanıcılar için hizmete dönüştürülüyor. Özellikle endüstriyel makinelerde ve otomasyonun önem arz ettiği hareket kontrol sistemlerinde haberleşme hızı bir gereklilik olmaktadır. SERCOS (Serial Real-time communication System-Gerçek Zamanlı Seri haberleşme Sistemleri) arayüzü, IEC 61491 uluslararası standardı ile ifade edilebilen bir gerçek zamanlı iletişim protokolü olmuştur. SERCOS üretici firmadan ayrı şekilde açık erişim protokolü olarak kullanılabilen bir FIELDBUS Standardıdır.

SERCOS arayüzü halka topoloji yapısını uygular. Aynı anda en fazla 254 kontrolörü birbirine bağlayabilir ve ağ yapısında taşıyabilir. SERCOS haberleşme alt yapısı veri iletişimini gerçekleştirmek için ikili fiber optik kablo kullanırlar. Fiber optik kabloların iç direncinin sıfır olması nedeni ile yüksek hız sunduğu bilinir. Bu

nedenle SERCOS arayüzünde veri iletim hızı 2 Mbit/sn 'den 16 Mbit/Sn 'ye kadar çıkabilir. Bu endüstriyel otomasyonda hareket kontrolcü ve hassasiyet özellikli makine üreticilerinin SERCOS'u tercih etmesinin en önemli sebebidir. Ayrıca tek bir kontrolcüye fiber optik ağı ile 254 adet cihaz bağlayabilir buda maliyet açısından oldukça önemli bir tercih sebebidir.

SERCOS protokolünün tanımladığı ağ ve bu ağa bağlı olarak tanımlanan kontrol üniteleri ve bağlı üniteler üzerinden iletilen 3 grup veri tipi vardır. Bu veri tipleri MST, MDT ve AT olarak gruplanır.



Şekil 25 SERCOS Arayüzü Döngü Süresi

SERCOS, gerçek zamanlı ve hız öncelikli hassasiyeti yüksek çalışma değerlerinde senkron şekilde çalışabilme fırsatı sunabilen bir haberleşme alt yapısı olarak tercih sebebi olmaktadır. Bunun yanı sıra SERCOS Arayüzü ihtiyaca göre gelişim göstermektedir. ETHERCAT ve ETHERNET tabanlı olarak 2003 yılında SERCOS III denemeleri gerçekleştirilmiştir. SERCOS III, TCP/IP gibi diğer adresleme protokollerini de kullanarak klasik SERCOS protokolünden farklı olarak adresleme yöntemi ile veri akışı sağlar. Buda SERCOS III kullanımını en çok destekleyen özelliğdir. SERCOS III Spesifikasyonu Halka ve Tek Hat ağ topolojilerini destekler.

SERCOS III, bütün endüstriyel Ethernet Protokollerini destekleyecek haberleşme denetleyicilerine sahiptir. Bu sayede kontrol ve sürücü cihazlarının her çeşit Ethernet protokolüne sahip cihazları çalıştırması sağlanır.

#### f. MODBUS Protokolü

Modbus OSI modelinin 7. Seviyesinde konumlandırılmış bir haberleşme altyapısı katmanı protokolüdür. Farklı tip ağ türleri arasında haberleşme

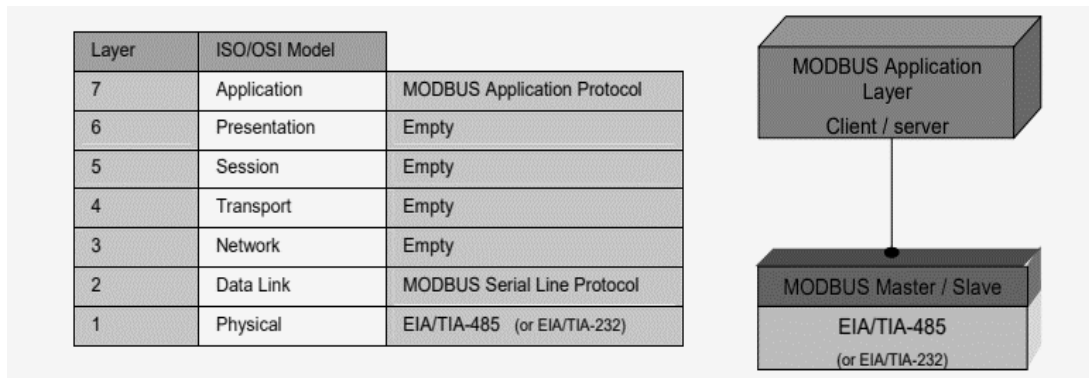


kurulmasında rol oynar. 1979 yılında geliştirilmiş ve o gün itibari ile kullanımı aktif olan haberleşme protokolü PLC sistemler ile haberleşme cihazları arasında iletişim köprüsü olur. MODBUS protokolü, Modicon kuruluşu tarafından geliştirilmiştir. Bu protokol aktif olarak 8 Milyon endüstri kuruluşu tarafından veri toplama sistemlerine sinyal iletimi için kullanılmaktadır.

Fiziksel olarak MODBUS arayüzü farklı seri haberleşme protokollerini kullanabilir. Bunlardan en önemlisi RS485 ve RS232 'dir. MODBUS Haberleşme ağının kurulum şekli, seri portları Master (Yönetici) ve Slave (Yönetilen) olmak üzere iki farklı cihaza bağlanan bir kablo ile yapılır.

MODBUS zaman içerisinde gelişim göstererek farklı haberleşme isteklerine cevap vermek açısından kendi içerisinde güncellemeler ile MODBUS RTU ile seri haberleşme protokollerini kullanan sistemlerde, MODBUS TCP/IP ile Ethernet tabanlı uygulamalarda, MODBUS PLUS ile Schneider marka ile geliştirilen uygulamalara Fieldbus ağı ile bağlanır, MODBUS ASCII ile kodlama sistemine göre hazırlanmış uygulamalarda kullanım sağlar. Farklı çeşit geliştirilmiş MODBUS türleri de vardır fakat en bilindikleri temel başlıklarla bu şekilde ifade edilebilir.

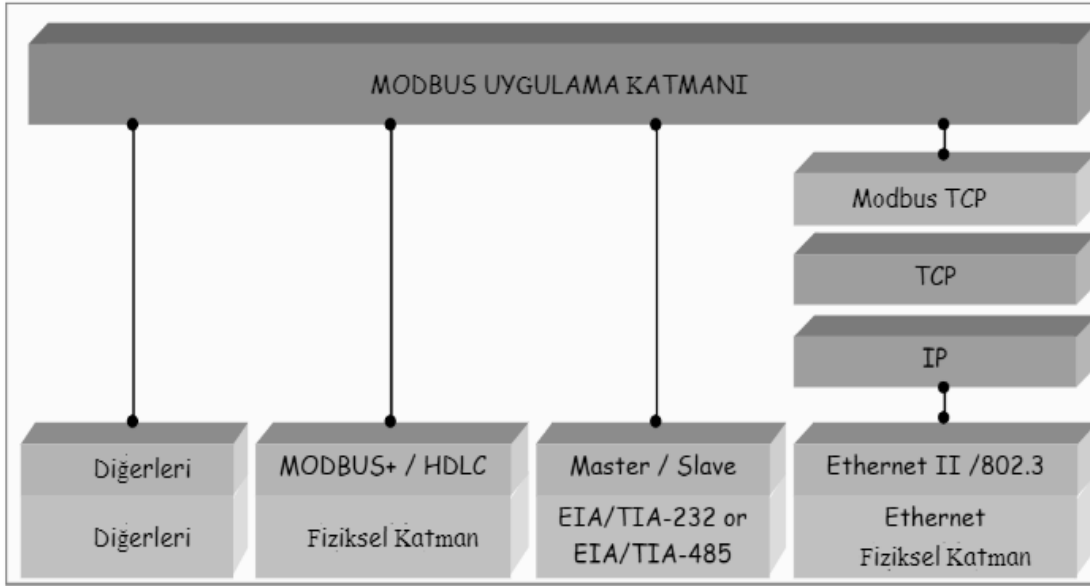
Şekil 26'da MODBUS ile ISO/OSI Modelin 7 katmanı arasındaki karşılaştırmayı görebilirsiniz.



Şekil 26 MODBUS Protokol ve ISO/OSI Model Karşılaştırması

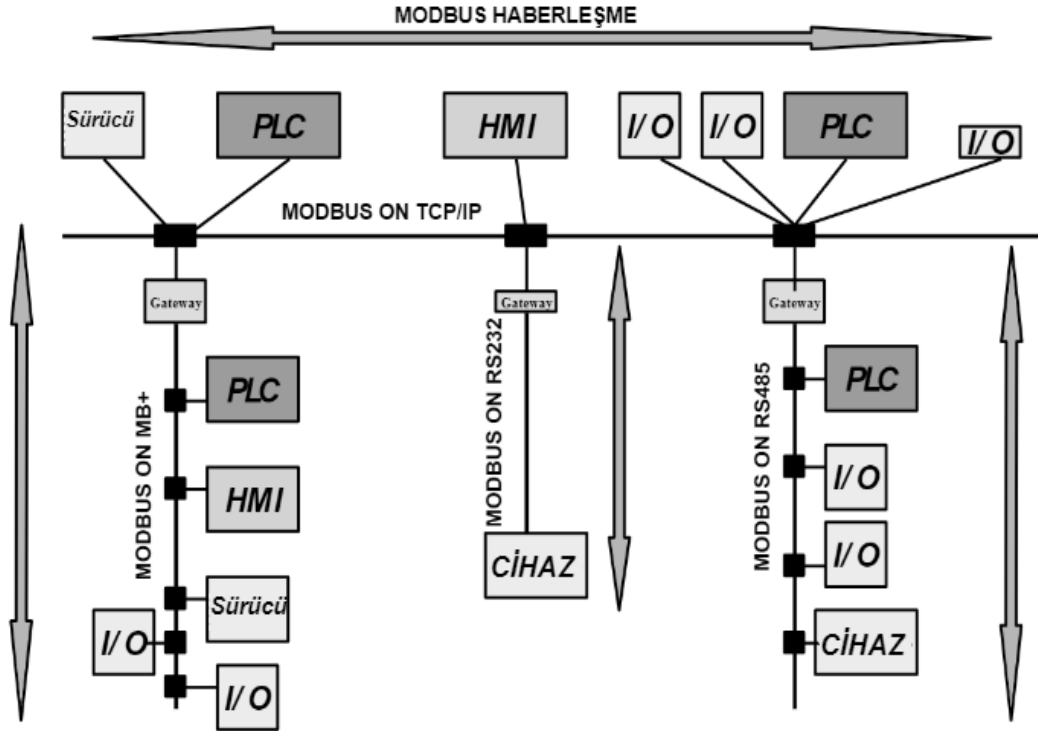
MODBUS özellikle ayrılmış olduğu farklı uygulamalara yönelik çeşitliliği ile esnek bir kullanım yapısı sunduğunu göstermiştir. Görsel 12 'de MODBUS uygulama katmanlarının farklı özellikteki MODBUS katmanlarını ve hangi protokoller ile kullanıldığını görebilirsiniz.

MODBUS sürekli gelişime açık bir protokol olarak yenilenmeye devam etmektedir. Kolay erişim ve haberleşme yapısı sayesinde farklı çeşit PLC, HMI, Giriş(Input) ve Çıkış(Output) modülleri ile birlikte cihazlara oluşturulan çıkış kapıları ile birlikte sistem üzerinden izin veren Modbus protokolünün örnek Ağ Mimarisi Şekil 27'deki gibidir.



Şekil 27 Modbus Haberleşme Yapısı (Modbusorg, 2012)

MODBUS protokolünde iletişim katmanlarından bağımsız şekilde protokol veri birimi tanımlar. Protokol veri birimi PDU olarak kısa şekilde ifade edilir. Bunun haricinde MODBUS protokolünün içerisinde bulunduğu uygulamalara bağlı olarak ADU yani Uygulama Veri birimi gibi ek alanlar oluşturulabilir. Bu ek alanlar uygulamalara bağlı olarak bir veri toplama alanı yaratır ve MODBUS protokolü içerisinde istemci ve sunucu arasında veri alışverişi hakkı tanır



Şekil 28 Modbus Ağı Mimari Yapısı

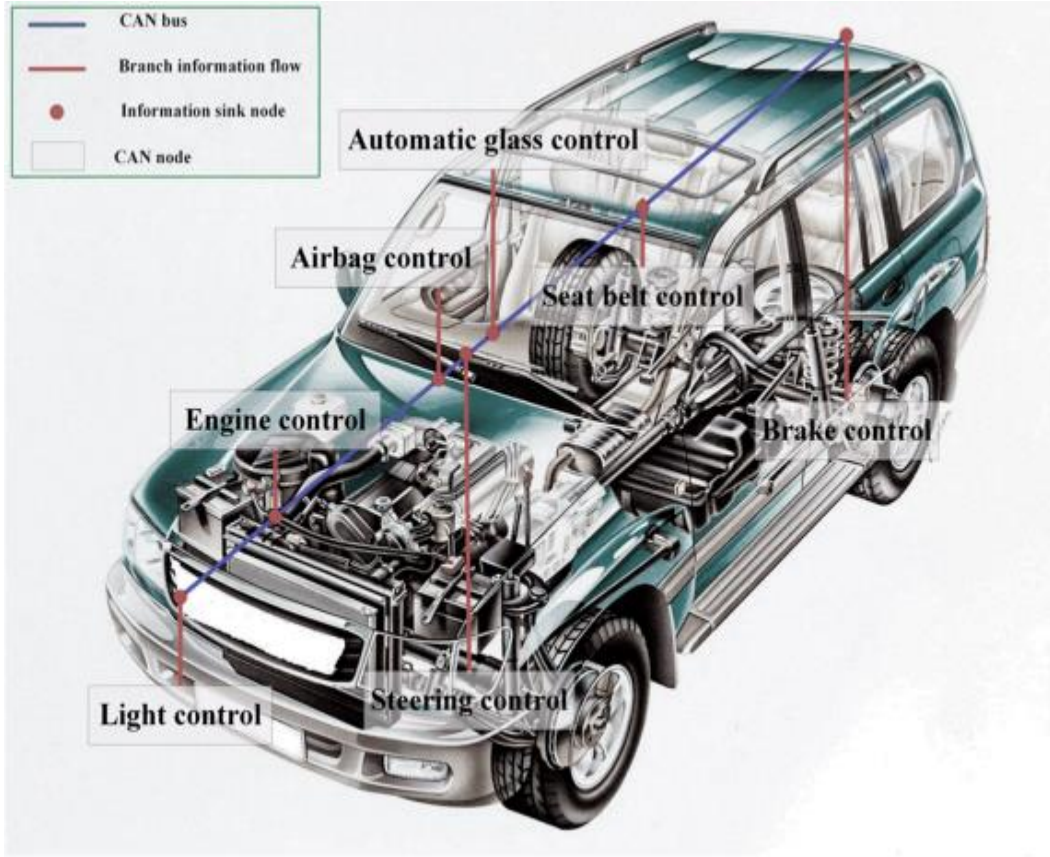
#### g. CAN-BUS Protokolü

Veri transferi ve haberleşme konusunda alıcı ve verici kombinasyonlarının bir çoğunu inceledik fakat protokollerimiz çeşitli ve kullanım alanlarına göre farklılıklar içerir. Haberleşme Sistemlerinde belirlememiz gereken cihaz seçimi, haberleşme tipi, saha koşulları, kablo seçimi ve uygulama noktası gibi seçimlerde haberleşme protokolünün seçimi oldukça önemlidir. Protokoller seçilirken veri iletim hızı, güvenlik ve mantıksal veri iletimi gerçekleştirilebilmesi için kullanılan ekipmanlar belirlenerek ilerleme sağlanır. (Can-cia.de, 2010)

CAN (Controller Area Network) olarak bilinen protokol daha çok otomotiv sektöründe kendisine yer bulur bunun nedeni ise belirtilen protokolün Alman Elektrik Elektronik geliştirme şirketi olan Rober BOSCH GmbH tarafından geliştirilmesi ve kullanıma sunulmasıdır. Şirket CANBUS üzerine olan çalışmalarına 1983 yılında başlamış olup 1986 yılında ürünü Otomotiv Mühendisleri Derneğinde tanıtmışlardır. Bu sistemin avantajlarını sıralarken en önemli özellik olarak kablolama miktarında düşüş öne çıkarılmıştır. Bu protokol sayesinde ortalama bir araçta 40-60 kilogram arasında bir kütle düşüşü yakalanmıştır. İlk olarak BMW

Group araçlarında sistemi denemiştir. BMW Group o dönemde Otomotiv Mühendisleri Derneğinde açıkladığı veriler ile sadece kablo miktarının düşürülerek araçlarında 45 Kilogramlık bir azalma yaşandığını duyurmuştur. Görsel 13 'te bir araç içerisindeki elektronik altyapının CANBUS Sistem ile nasıl bağlantı kurduğunu görebilirsiniz.

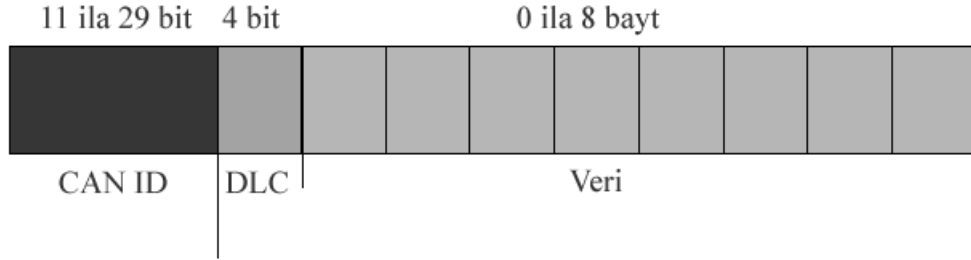
Daha sonra sisteme olan ilgi Otomotiv sektöründe yaygınlaşmıştır. Aynı ilgi Tıbbi cihaz ürünlerinde de görülmüştür. Bu ilginin en önemli nedeni ise CANBUS Switch (Çoklayıcı) tipleri olmuştur. Bu (Çoklayıcı) Switchler sayesinde saha ve kontrolcü arasındaki kablo yığınlarından üreticiler kurtulmuş daha sade ve kullanılabilir bir üretim yapmışlardır.



Şekil 29 Araç İçi CanBUS Devre Ağı

CANBUS Protokolünde mikro kontrolcüler özel bir bilgisayara gereksinim duymadan saha üzerindeki aygıtlar ile kendi arasında haberleşebilmektedir. Elektronik kontrol ünitelerinin birbiri ile haberleşmesini sağlayabilen bir standarttır. CANBUS Sistemde Master – Slave elemanlar olarak aygıtlar sınıflandırılır. Seri Haberleşme alt yapısı kullanır. Her bağlantı noktasından sinyal alınabilir ve

gönderilebilir. Bir mesaj öncelikle gönderen ve mesaj tipini belirten bir kimlik (ID), verinin uzunluğunu belirten bir koddan (DLC) ve sekiz bayta kadar veriden oluşur. Seri olarak iletilen bu veri tüm bağlantı noktalarınca algılanır. Şekil II.42’de CAN verisinin genel yapısı görülmektedir ([obbdiag.net/prog2455.html](http://obbdiag.net/prog2455.html), 2009).



Şekil 30 CANBUS Veri İletişim Döngüsü Genel Yapı



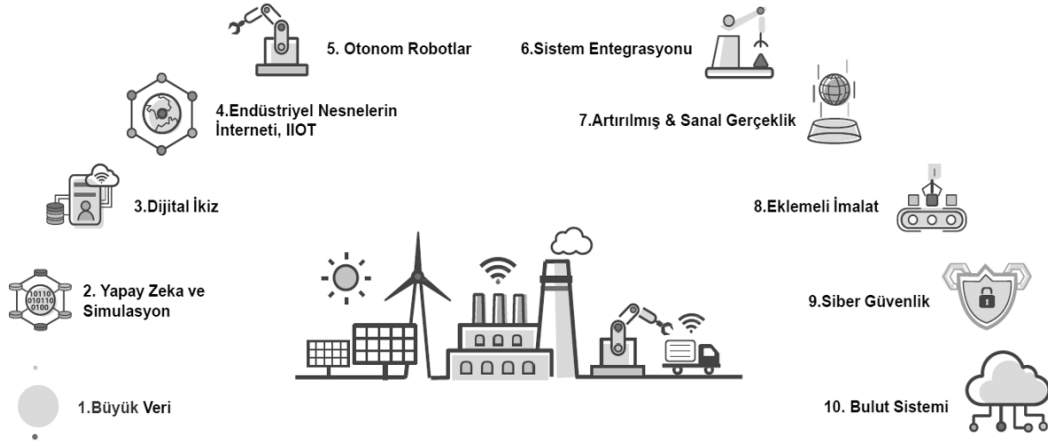
### **III. ENDÜSTRİYEL OTOMASYON SİSTEMLERİ VE KULLANIMI**

Endüstri 4.0 Maksudı ile geliştirilen otomasyon sistemlerinin dijitalleştirilmesi ve dijital dönüşümde paydaş olmasında dikkat edilmesi gereken bazı tasarım kuralları mevcuttur. Akıllı fabrikalarda ki üretim süreçlerinin son ana kadar şeffaf yönetilmesi ve standartlaştırılmış çalışabilirlik ilkelerinin uygulanması Endüstri 4.0 için önem arz etmektedir. Standartlaştırılmış çalışabilirlik için gerçek zamanlı takip ve izleme terimleri değer kazanmaktadır. Farklı alt yapı sistemleri ile nihai kurumsal hedefe ulaşmayı amaçlayan kurumlarda öncelik PLC sistemler üzerinden veri okunması ve makine erişimi olmaktadır. Dijital Dönüşümün kurum içerisinde ki en önemli yansıması burada ortaya çıkmaktadır. Makine ile iletişim haberleşme altyapılarının sağladığı imkanlar ile olmaktadır. Haberleşme altyapıları makine verilerini kullanıcı hizmetine sunana kadar çeşitli süreçlerin içerisinde yönetici veya yönetilen olarak dahil olur. Bir makinenin durduğu veya çalıştığı, hangi verilerle yönetildiğini uzaktan kontrol edilebilir ve gerçek zamanlı kontrol sağlanabilir. Bu sayede Endüstri 4.0 temelinde akıllı fabrikalar yaratılabilir üretim akışları takip edilebilir.

Endüstri 4.0 kendi içerisinde farklı konular barındırmaktadır. Bu konu başlıkları ve geliştirilebilir teknoloji opsiyonları Görsel 14'teki gibidir.

En önemli konulardan olan izleme, takip edilebilirlik ve uzaktan kontrol için Büyük Veri, Bulut Sistemi, Yapay Zeka ve Simülasyon konu başlıkları ön plana çıkmaktadır. Bunlar için ise önem arz eden otomasyon ekipmanları mevcuttur. Bu ekipmanlardan en önemlisi PLC (Programlanabilir Mantıksal Denetleyiciler) olurken, PLC sistemleri ile haberleşebilen saha ekipmanlarından aktüatörler, sensörler, algılayıcılar, mesafe ölçerler veya basınç, debi ölçer özellikli cihazlarda sistemin önemli parçaları olarak dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada, Siemens S7-300 CPU 'ya sahip bir PLC Sistemden Raspberry Pi ile veri çekmeyi ve çekilen verinin Web-Server 'da ki veri toplama merkezine aktarılışını göreceğiz.



Şekil 31. Endüstri 4.0 Uygulanabilir Teknoloji Opsiyonları

## A. Raspberry Pi

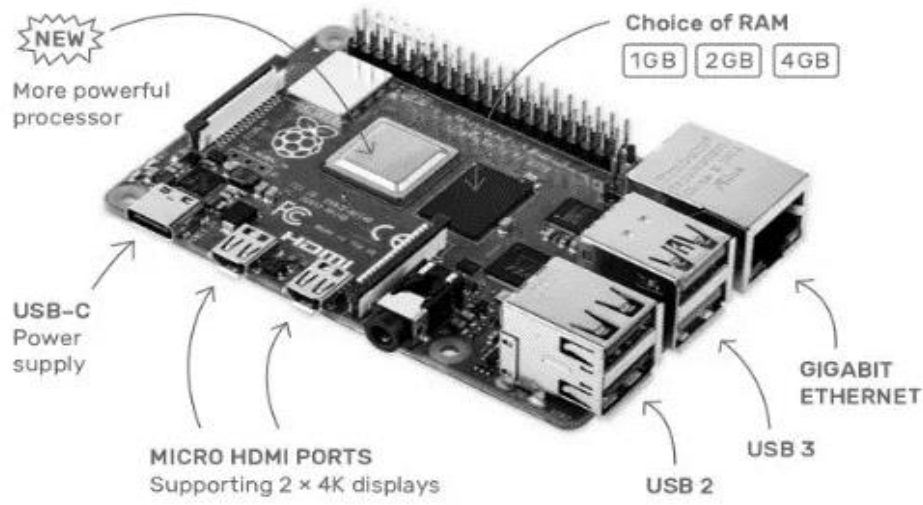
Raspberry Pi, elektronik cihazların çeşitli sensörlerine, motorlarına bağlanabilen bir çeşit mini bilgisayardır. Genel amaçlı giriş çıkışı (GPIO) pinleri vasıtasıyla çeşitli elektronik cihazlara erişim sağlayabilir. (Raspberrypi.com/products, 2022) Raspberry Pi, tek bir ana karttan oluşan mini bilgisayar olarak hobi amaçlı geliştirilmiştir. Bu sayede programcılığa ve elektroniğe çocukların küçük yaşta erişimi sağlanmak istenmiştir. En dikkat çekici özelliği ilk piyasaya sürüldüğü dönemde 15\$ 'lık fiyatı olmuş ve yoğun bir ilgi görmüştür. Bir Raspberry Pi kartına monitör, klavye ve fare bağlayarak bir bilgisayar elde edebilirsiniz. Açık kaynak kodlu yapısı sayesinde tasarım yapılabilir ve geliştirilebilir bir alan sunmaktadır.

Raspberry Pi üreticileri ilgi ve geliştirilen projeler nedeni ile Raspberry Pi 'yi geliştirerek yeni versiyonlar yayınlamaya devam etmişlerdir. Yeni versiyonlar ile uygulamaya yönelik çözümlerde sunulmaktadır. Örnek olarak; Bir güvenlik kamerası sisteminin kurulumu, ses kaydı ve bu ses kaydının takvimle birleştirilerek notlarınızı otomatik düzenleyen sistemler gibi çok çeşitli çalışmalar için Raspberry Pi mini bilgisayar olarak hizmet vermektedir. Bu çalışmalara bağlı olarak her versiyonda farklı spesifikasyonlar bulunabilir bazı modellerde güçlü görüntü çözünürlüğü sunulurken bazılarında WiFi veya Bluetooth teknolojisi entegre edilmiştir bu sayede

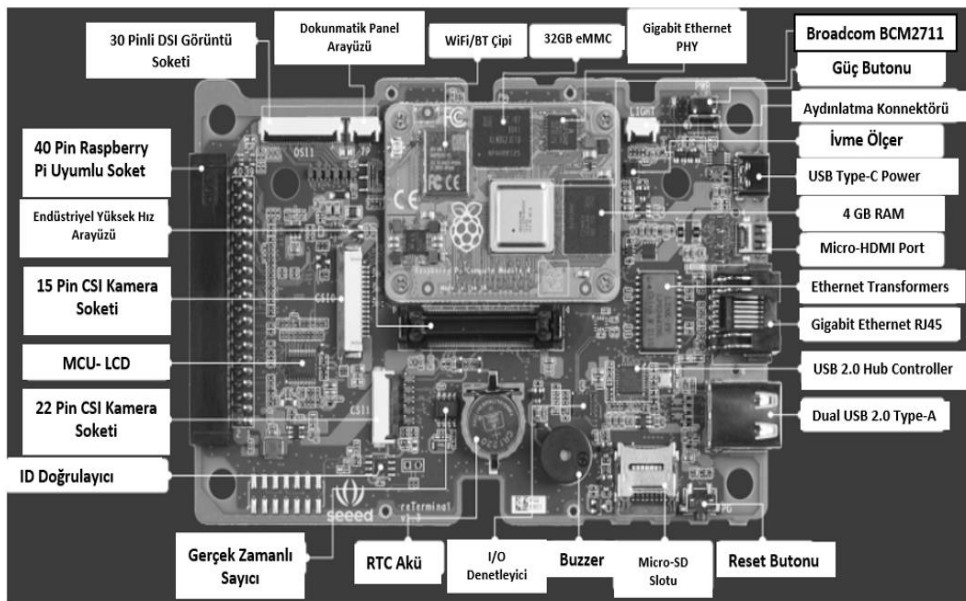


kablosuz olarak bağlantılar kurabilir hale getirilmiştir. Raspberry Pi adına bu gelişimleri Raspberry Pi Vakfı yürütmektedir. Görsel 15’te Raspberry Pi ‘ye ait donanım açıklamasını genel olarak görebilirsiniz.

Raspberry Pi ‘nin başarısı sonrası benzer çalışmalarını yürüten kuruluşlar, SBC (Single Board Computer) mantığı ile üretilen sistemleri çoğaltmışlardır. Fakat bu sistemlere de Raspberry Pi bağlantıları eklenmiş ve gerektiğinde Raspberry Pi ile senkronize çalışmalar hedeflenmiştir. Bu sayede Raspberry Pi ‘nin yoğunlukta ki kullanıcılarına hizmet verilmesi hedeflenmiştir.



Şekil 32 Raspberry-Pi Donanım Açıklaması



Şekil 33 ReTerminal – Raspberry Pi uyumlu SBC

Örnek olarak Görsel 16 'da görebileceğiniz üzere 40 Pinli bir Raspberry Pi ile uyumlu ReTerminal model HDMI görüntü verici, kamera özellikli, wifi veya kablolu internet bağlantılı bir kart geliştirilmiştir. Bu tür geliştirmelerin amacı Raspberry Pi kullanıcılarına ek materyal satabilmektir. Raspberry Pi bu tür çalışmaları da destekleyebilen bir altyapıya sahiptir.

## **B. PLC – Programlanabilir Mantıksal Denetleyici**

PLC açılım olarak Programmable logic controller, ilk üretim amacı fabrika ve üretim tesislerindeki üretim hızını arttırmak, verimliliği sağlamak ve insan gücüne olan ihtiyacı azaltmaktır. İşlevsellik açısından endüstriyel tesislerin vazgeçilmezi konumundadır. PLC sistemler adından da anlaşılacağı üzere programlanabilir mantıksal denetleyici olarak gerçek zamanlı giriş (input) verilerini kendi içeriğinde değerlendirerek uygun çıkış(output) verilerine dönüştürür. Belirtilen çıkış (output) değerleri ise PLC 'nin kontrolcüsü olduğu sistemde bir sonuç yaratır. Giriş ve Çıkış sinyalleri dijital kontroller için genellikle 24 V üzerinden yapılır. Analog giriş ve çıkışlar için ise seçenekler 0-10 V DC veya 4-20 mA gibi çoğaltılabilir. Röle ile giriş ve çıkış işlemlerinin kontrol edildiği sistemlerde her bir giriş ve çıkış için ayrı röle bağlamak elektrik panosu içerisinde ciddi alan ve aynı zamanda maliyet açısından yük oluşturmaktaydı. PLC sistemlerden sonra ise giriş ve çıkış birimlerinin kontrolcüsü birimler CPU ile bağlantılı çalışarak sistemi rahatlatmıştır. Görsel 17'de PLC Sistemlerden önce kontrol dizaynını röleler ile sağlayan bir sisteme ait elektrik kontrol panosu görüntüsünü görebilirsiniz. Buradaki her röle bir giriş ve çıkış değeri yaratmaktadır. PLC Sistemlerde ise bunu kompakt bir I/O Modül üzerinden gerçekleştirebilmekteyiz.

Elektrik röleleri giriş ve çıkış değerlerini kendi içerisinde ki devre tasarımına göre değerlendirir. PLC Sistemlerde Ladder diyagramlarda yarattığımız açık kontak devresini bir röle ile kullanabiliriz. Röle çeşitleri kullanıma göre değişkenlik gösterse de en çok Normalde Açık (NO), Normalde Kapalı (NC), Değiştirilebilen Kontaklı (CO) ve Bobinli Röle (RC) kullanılmaktadır.



Şekil 34 Röle ile Kontrol Sistemi

Görsel 18 'de Açık Kontak Rölenin ve Kapalı Kontak Rölenin PLC programı olan STEP7 'deki kullanım örneğini görebilirsiniz.

☐ Network 6 :

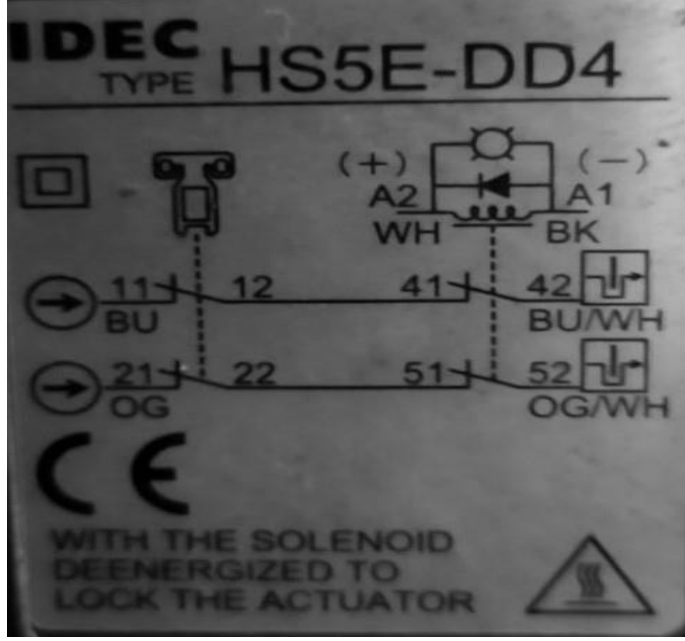


☐ Network 8 :



Şekil 35 Network 6 Normalde Açık Kontak – Network 8 Normalde Kapalı Kontak

Açık ve kapalı kontak röle yapıları bir çok elektronik üründe kullanılır. Röle mantığının kullanıldığı Güvenlik Kapı Emniyet Koruma ekipmanı olan elektronik ürün Görsel 19'daki gibidir. Burada kapı açık iken enerji güvenlik devresini tamamlayamaz ve makine çalışmaz.

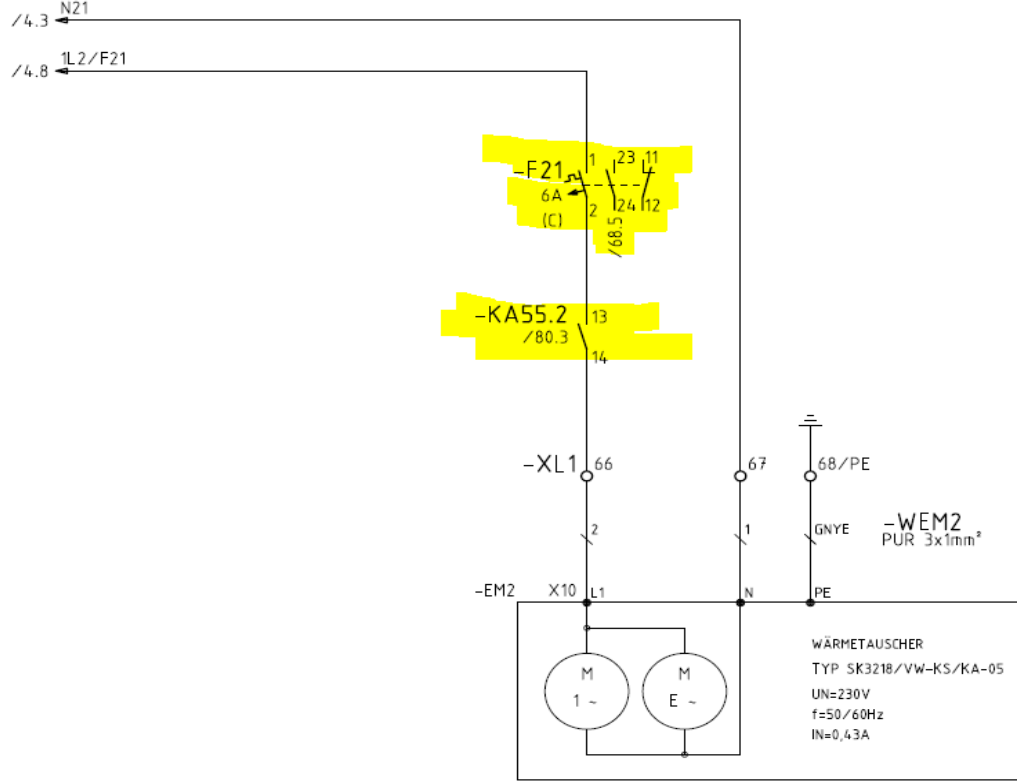


Şekil 36 Kapı Emniyet Kontrol Ekipmanı

Röle kullanımlarının Elektrik Elektronik projeler üzerinde gösterimine bir örnek ise aşağıdaki gibi Görsel 20’de görülebilir. Burada KA55.2 olarak belirtilen ürün Açık kontak sağlayan röledir. Enerjilendiği zaman geçiş izni verir. F21 ise Changeover Contact Relay olarak bilinen sinyale göre değiştirilebilen röledir.



Şekil 37. Siemens S7-1500 - PLC



Şekil 38 Proje Üzerinde Röle Gösterimi

PLC üretimi ve kullanımı sonrasında 32 adet röle ile sağlanabilecek olan giriş ve çıkış sinyal kontrolünü sadece 1 adet I/O modül ile sağlanabilmektedir. Burada kompakt yapısı ile görebileceğimiz Siemens S7-1500 PLC Sistemini Görsel 21 'de görebiliriz.

Günümüz koşullarında hemen hemen her marka kendi PLC sisteminin yazılım ve donanımını hazırlayarak satışa sunabilir veya kendi sistemlerinde kullanabilir. Türkiye 'de ki durum incelendiğinde ise çoğunlukla PLC dendiğinde akla gelen Siemens marka ürünler olmaktadır. Avrupa pazarından özellikle de Almanya'dan makinelerin genellikle alınması çoğunlukla Siemens marka PLC sistemler ile çalışılmasına neden olmaktadır. Marka çeşitliliği olmasına rağmen PLC temel kuralları dışarısına çıkmadan teoride çalışmaya devam etmektedir. Örnek bir Siemens PLC ünitesini Görsel 21 'de görebilirsiniz. S7 ailesinden 1500 seri bir PLC, kompakt olarak CPU (CPU 1516-3PN/DP) 'ya, giriş ve çıkış ünitelerine, CPU içerisinde bir bellek birimine sahiptir.

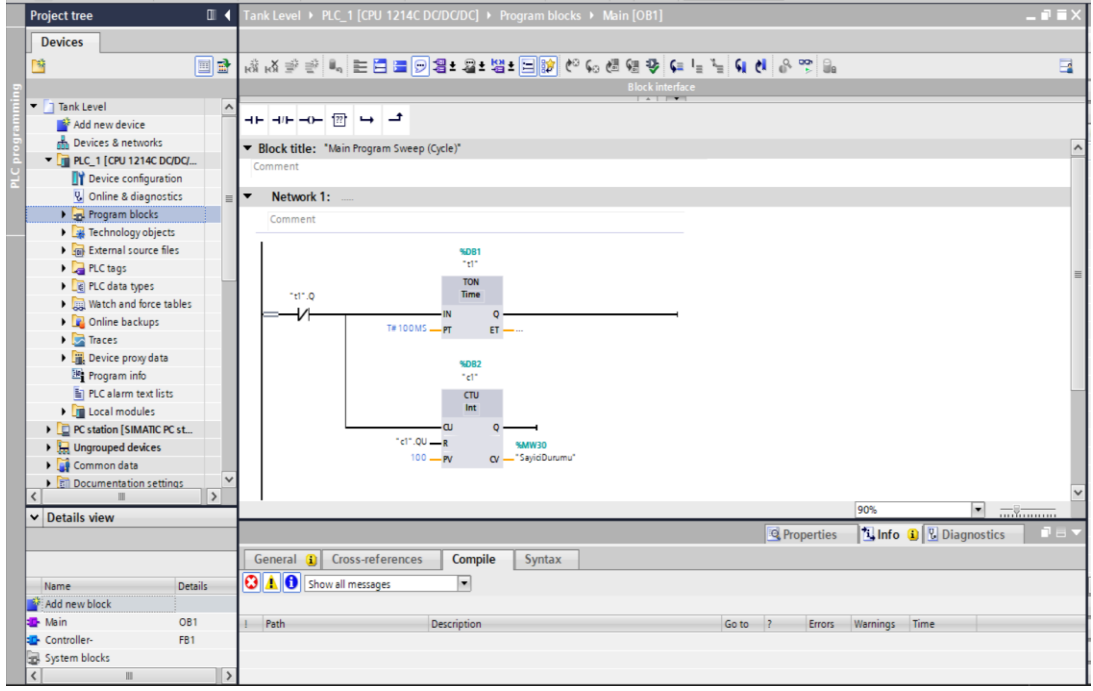
Siemens PLC sistemleri marka bünyesinde yıllara bağlı olarak sürekli gelişim göstermiştir. Dünya'da ise ilk ticari PLC şimdiki adı MODICON olan Bedford

Associates tarafından üretilerek kullanıma sunulmuştur. Siemens S5 ailesinin birleşik PLC grubunu ise aşağıdaki Görsel 22’de görebilirsiniz. Simatic S5 ailesinden kompakt bir yapı haricinde, Güç ünitesi – CPU ve I/O modüller ayrı ayrı seçilerek yerleştirilmektedir.



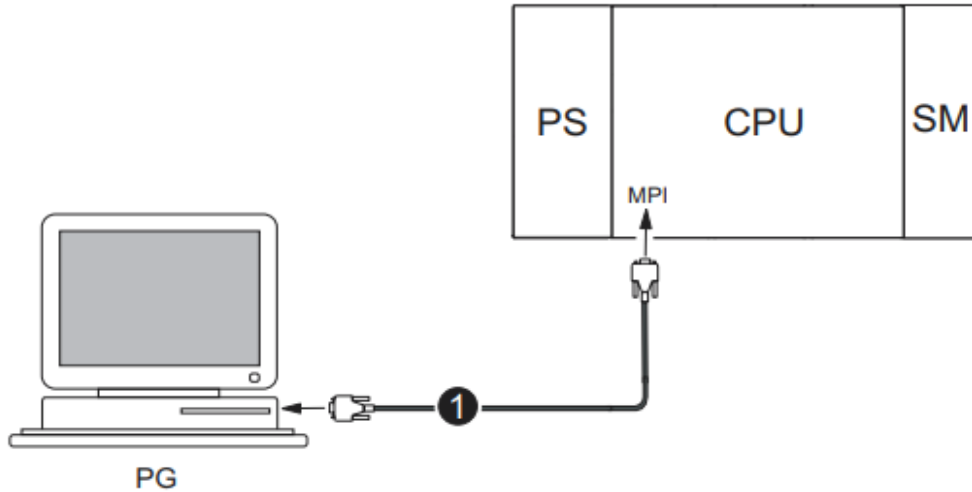
Şekil 39 Siemens SIMATIC S5 – PLC

Siemens firmasının PLC çalışmaları sadece donanım olarak değil yazılım tarafında da gelişim göstermektedir. PLC tarafında CPU ünitesi Ethernet-Profibus veya MPI-TCP/IP dönüştürücüler ile bağlantı kurularak programlanabilir. CPU içerisine bağlandıktan sonra S7-1200 ve sonrasında üretimi yapılan S7-1500 ailesi için Tia Portal ile toplu bir halde çalışma imkanı sunulmuştur. S7-300 ve diğer S7 serilerinde ise Step7-Simatic Manager ve Simotion Scout, Sinamics Starter, PLCSim gibi birçok yan programlar ile kullanım sağlanabilir. CPU içeriğinde ki programlama da çoğunlukla LADDER olarak ifade edilen yazılım içerisinde elektronik devreler oluşturularak girişlere göre çıkışlar alınır. Örnek bir görüntü Görsel 23’te TIA Portal içerisinde ki bir projeden paylaşılmıştır. TIA Portal programı, içerisinde bir çok Siemens otomasyon ürününü kütüphane içinde bulundurması nedeni ile Totally Integrated Automation Portal – Tümüyle Entegre Otomasyon Portalı olarak adlandırılır. TIA Portal üzerinden çeşitli CPU seçimleri, HMI ekran kontrol seçenekleri, Sürücü ve Motor eklentileri yapılabilir.



Şekil 40 Siemens TIA PORTAL Proje Ekranı

Bir CPU'ya bağlantı S7-300 Sistemlerde CPU üzerindeki MPI veya Profibus portundan PG olarak adlandırılan Simatic Manager programının olduğu bir bilgisayar ile Şekil 40'taki gibi sağlanır. 1 numara ile ifade edilen kısımda MPI arayüzünü CPU 'dan alınan veriler ile bilgisayar paylaşımına açan bir adaptör belirtilmektedir. Bu kablo bağlantısı ile CPU'ya erişim sağlanır ve istenirse içeriğinde ki programlar güncellenebilir veya boş bir CPU'ya program yazılabilir.



Şekil 41 PG-ile S7-300 Bağlantısı

PLC sistemler çalışma mantığı ile otomasyon geleceğini ileriye taşımıştır. PLC dediğimiz kompakt yapının temel 3 bileşeni vardır. Bu bileşenler, CPU, Bellek ve I/O Üniteleridir.

### 1. Merkezi İşlem Birimi (CPU)

CPU: Central Processing Unit, Merkezi İşlem birimi bağlı olduğu sistem üzerinde bulunan bütün işlemleri gerçekleştiren ve mantıksal denetimi yürüten birimdir. Bu birim üzerinden haberleşme ağları kurulabilir, matematik ve aritmetik mantık işleyişleri organize edilebilir. CPU, bir PLC Sisteminin yöneticisidir. Yapılacak olan çalışmaya göre CPU seçilirken bazı kriterler vardır.

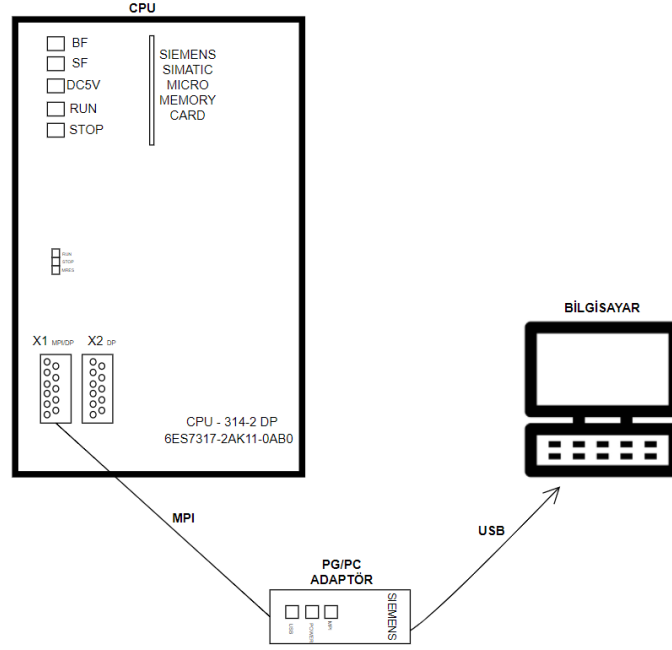
CPU'nun haberleşme altyapısı, hafıza birimi ve proses hızı, kaç bloklu işlem gerçekleştirebildiği, versiyonu, Veri bloklarının işlem uzunluğu gibi çok fazla kriter seçimde önem arz etmektedir. Her marka üreticinin kendi PLC Sistemi olduğu için o PLC'nin parçası olarak CPU 'da mevcuttur. Çizelge 7 'de Siemens markasına ait olan CPU'ların S7-300 ailesinde ki listesini görebilirsiniz. Burada ki DP, PN, C ve PtP farklı iletişim parametrelerine bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Yapılacak olan çalışmanın tipine göre bu konfigürasyonlardan en doğru olanı seçilir ve uygulamaya alınır.

Tanımlama	Açık Kodu
CPU 312	6ES7312-1AE14-0AB0
CPU 314	6ES7314-1AG14-0AB0
CPU 315-2 DP	6ES7315-2AH14-0AB0
CPU315-2 DP/PN	6ES7315-2EH14-0AB0
CPU 317-2 DP	6ES7317-2AK14-0AB0
CPU 317-2 PN/DP	6ES7317-2EK14-0AB0
CPU 319-3 PN/DP	6ES7318-3EL01-0AB0
CPU 312C	6ES7312-5BF04-0AB0
CPU 313c-2 PtP	6ES7313-6BG04-0AB0
CPU 313C	6ES7313-5BG04-0AB0
CPU 314C-2 PtP	6ES7314-6BH04-0AB0
CPU 314C-2 DP	6ES7314-6CH04-0AB0

Şekil 42 Siemens S7-300 CPU Kodları Tablosu

CPU bağlantısı, üzerinde bulunan haberleşme soketleri olan MPI çıkışlarından sağlanır. Bu çıkışlardan PG/PC Adaptör yardımı ile bir ara bağlantı kablosu kullanılarak bağlantı kurulur. Bu bağlantı şeması Şekil 42'deki gibidir.





Şekil 43 CPU – Bilgisayar Bağlantı Şeması

CPU ile bilgisayar bağlantısı kurulduktan sonra S7-300 ailesi Siemens PLC ‘ler için STEP-7 SIMATIC MANAGER uygulaması üzerinden programlamalar ve gerekli adreslemeler yapılabilir. Bu şekilde ilgili CPU, PLC’nin diğer bileşenleri olan Bellek ve Giriş/Çıkış ünitelerine göre ayarlanır.

CPU üzerinde seçim sağlayabileceğimiz 3 ayrı mod bulunmaktadır. Bunlar RUN, STOP ve MRES modlarıdır. Bu modların açıklamaları Çizelge 8’deki gibidir.

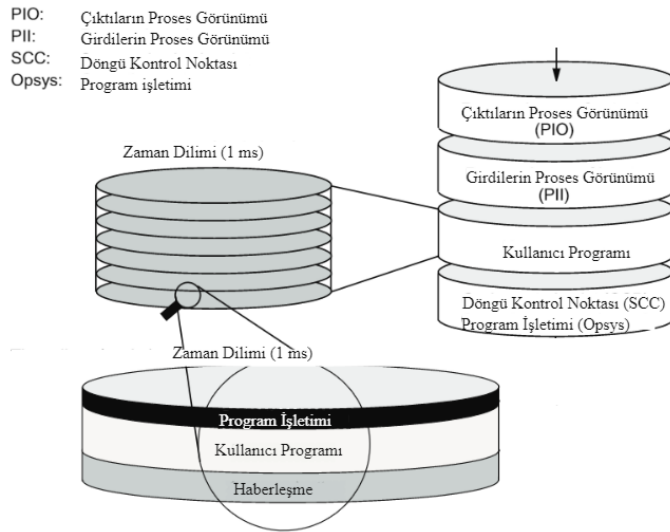
Seçim	Reaksiyon	Açıklama
RUN	Çalışma Modu	CPU içerisindeki programı belirlenen döngü sürelerinde işler.
STOP	Durma Modu	CPU içerisindeki programı işlemez fakat hazır şekilde beklemeye geçer.
MRES	Hafıza Resetleme	CPU Belleğinde bulunan programları sıfırlayan mod seçimi. Bu mod sonrasında CPU içerisindeki programların geri getirilmesi imkansızdır. CPU belleği temizlenmiş olur.

Şekil 44 CPU Kontrol Butonu Açıklamaları

CPU seçimlerinde döngü süreleri de önem arz etmektedir. Her CPU aynı döngü ve tepki sürelerine sahip değildir. Bazı imalat, üretim süreçlerinde hata payının mikron ve milisaniye mertebelerinde olması gerekmektedir. Bu gibi kritik durumlarda seçilecek olan CPU’da önem arz etmektedir. CPU’ların döngülerini, Döngü Süresi, Döngü Çıkış Süresi ve Kesinti Süreleri olarak ayırabiliriz.

Döngüsel işlemler öncesinde CPU giriş çıkış sinyallerini anlık olarak takip eder. Bunun için Giriş ve Çıkış sinyallerinin aynı anda hem okunabiliyor hem de yazılabiliyor olması gerekmektedir. CPU içerisinde çevrim blokları OB olarak isimlendirilen “ Organisation Block “ Organizasyon bloklarında gerçekleşir. Organizasyon blokları içerisinde işlemler sırası ile blok oluşturulur ve kaydedilir.

CPU içerisindeki işlem döngüsünü 1 milisaniye süresinde incelenmiş olarak Şekil 43’teki gibi görebiliriz.

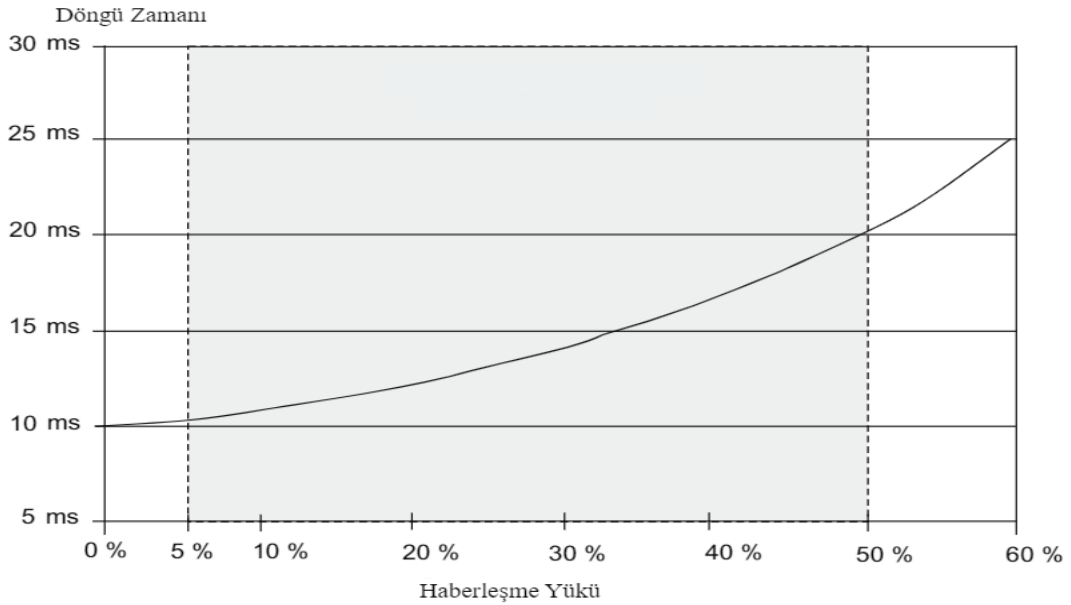


Şekil 45 CPU İşlem Süreci Döngü Mimarisi

Fabrikasyon olarak test koşullarında her CPU’nun proses işlemesi için bir döngü süresi mevcuttur. Döngü süreleri örnek olarak; CPU 312C için 170 µs iken CPU 313C için 150 µs olabilir. CPU’daki işlem döngülerinin süresini belirleyen bir çok faktör vardır. Bu faktörleri incelediğimizde; CPU’nun haberleşme tipi, Bellek kapasitesi, sistemdeki donanım yoğunluğu, kontrol cihazlarına olan mesafe, gönderilen verinin tipi ve işleniş biçimi veya donanım tipi gibi çeşitli değişkenler görülmektedir.

Sistem döngü süresinde önemli etkenlerden biride (CCP: Cycle Control Point) Döngü kontrol noktasıdır. CCP üzerinden geçen her bir döngü CPU üzerindeki SFC – 82 ve 84 bloklarında yazma ve okuma komutları olarak SIMATIC mikro hafıza biriminde tutulur. SFC Bloklarında ki bu döngü kontrol noktalarından geçen verilerin belirli bir maksimum zaman kontrolü vardır. Döngüde bu zamanın üzerine çıkılırsa sistem SF hatası verecektir. Bu durumda Mikro Kartın içeriğindeki atık veriler

temizlenerek döngü hız durumu yeniden sağlanabilir. Şekil 44'teki grafik sistem içerisindeki haberleşme yükü ile döngü süresinin arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Buna göre sistem içerisinde bulunan cihazların sayısı veya transfer edilen verinin boyutu değiştikçe haberleşme yükü değişmektedir. Haberleşme yükünde ki bu artış ise sistem içerisinde ki döngü sürelerine yavaşlatıcı etkide bulunmaktadır. Giriş ve Çıkış verilerinin döngülerin başlangıcı ve sonu olduğu bu sistemde giriş ve çıkış verisinin transfer süresi sistemin kusursuzluğunu etkileyen faktör olarak ön plana çıkacaktır. Çalışma yapılacak olan projeye göre hassasiyet süresi hesaplanarak CPU üzerindeki haberleşme yükü , gerekirse Yönetici ve Yönetilen ilişkisi kurularak farklı CPU, Giriş çıkış modülleri kullanılarak sisteme dahil edilebilir. Bu durumda 2 adet PLC sistemi mevcut gibi olacaktır. Fakat bir CPU Master yani yönetici iken diğer CPU Slave yani yönetilen olacaktır. Bu iki CPU Profibus gibi hızlı bir haberleşme ağı ile haberleştirilebilir. Bu sayede sistemde ki haberleşme yükü paylaştırılarak döngü süresi optimum seviyede tutulabilir.



Şekil 46 Haberleşme Yükü ve Döngü Süresi Korelasyonu

## 2. Bellek (RAM, ROM, EPROM, EEPROM VB.)

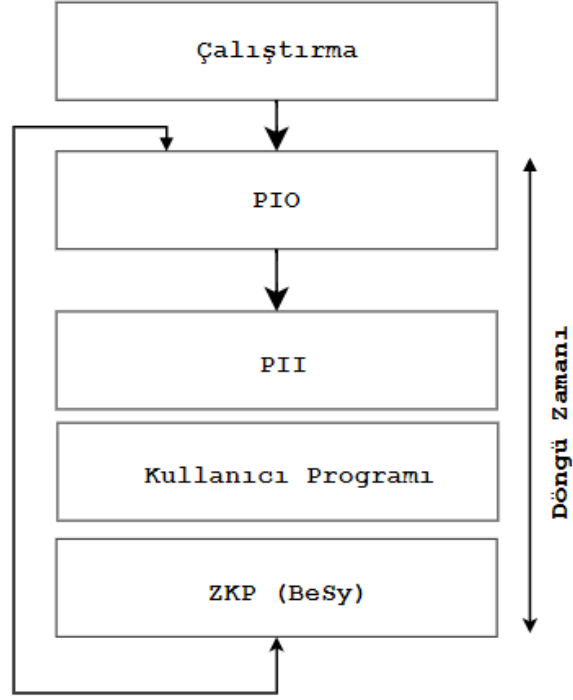
Bellek, sistem üzerindeki program yedeklerini veya program verilerini anlık döngü sürelerinde hafızada çevirme gibi işlevleri olan birimdir. Bellek birimi olarak dünyada kullanılan çok çeşitli hafıza türleri vardır. RAM, ROM, EPROM, EEPROM veya PROM yoğun şekilde kullanılanlarıdır.

Her bellek çeşidinin kendi türüne göre tercih edilme sebebi vardır. PLC sistemlerde ise genellikle EPROM (Erasable Programmable Read only Memory), Silinebilir, Programlanabilir salt okunabilir hafıza kullanılır. PLC sistemlerde EPROM kullanılmasının sebepleri ise çevrim içi döngülerde sürekli güncel bilgilerin hafızaya yazılması ve döngü sonrasında silinmesi gerektiğinden özellikle salt okunur olarak SFC gibi sistem fonksiyon bloklarının ve OB gibi Organizasyon bloklarının sabit kalması gerekliliğinden tercih edilmektedir. Genel olarak bellek birimi çeşitlerini incelemek yerine Siemens S7 sistemlerde kullanılan SIMATIC Micro Memory Card ve bellek ünitesi incelenecektir.

PLC genelinde hafıza birimi bakışını incelersek Yüklenen Hafıza, Sistem Hafızası ve Ana hafıza olarak 3 'e ayırmak mümkündür. Yüklenebilen hafıza SIMATIC mikro kartta yer alır. Bu birimde programcı tarafından yazılmış olan kod blokları, veri blokları ve sistem konfigürasyon bilgileri yer alır. Sistem belleği ise CPU'ya entegre edilmiştir. CPU üzerindeki fabrikasyon değerler sabittir, buradaki hafıza arttırılamaz veya azaltılamaz. Bu bellek biriminde zamanlayıcı, bit türleri, adres alanları, giriş ve çıkışların uygulamaya yansıyan çıktı değerleri yer alır. Ana Bellek birimi ise tüm kodlama ve verilerin üzerinde çalıştığı birimdir.

Şekil 45'te bir proses sürecinin çalıştırma anından itibaren tekrar döngüsel süreci gösterilmektedir. Bu döngüye göre çalışma sinyali geldikten sonra süreç PIO, PII, Kullanıcı programı ve ZKP (BeSy) döngüsüne giriyor ve sonsuz bir döngüde çalışmaya devam ediyor. PIO, Çıktıların proses görüntüsü sistem içerisinde bir girdi olduğundan süreci PII, Girdilerin proses görüntüsüne taşır. Girdilerin proses görüntüsü ise girdi olarak kullanıcı programında okunur ve değerlendirilmeye alınır. Programın süreçleri ise CPU içerisinde OB1 bloğunda çalışır. Program değerlendirmesindeki çıkış ise yeni bir giriş sürecini başlatır ve döngü bu şekilde sistem enerjisiz bırakılana, herhangi bir hata olana veya dışarıdan bir müdahale ile PLC veya CPU kapatılana kadar devam eder.

Mikro kart veya CPU içerisindeki hafıza birimlerinin sıfırlanması veya silinmesi mümkündür. CPU'nun üzerinde bulunan MRES mod seçeneği hafıza reset anlamına gelmektedir. Bu tür Hafıza sıfırlamalarında SFC yani sistem blokları haricinde bütün veriler temizlenir.



Şekil 47 Bellek Biriminde Proses Süreç Döngüsü

CPU içerisinde giriş ve çıkış verilerinin döngüleri data block (DB9) veri bloklarında gerçekleşir. Bu veri blokları içerisine giriş ve çıkış verileri kodlanarak kaydedilir. Örneğin bir indüktif sensörün vereceği tepki 2 seçenekten oluşur bunlar 0 ve 1 çıkışlarıdır. İndüktif sensör önüne metal bir malzeme geldiğinde oluşan manyetik akı ile birlikte yapılan ayara göre önünde ki malzemeyi algılar ve tepki verir verdiği tepki DB100 içerisinde DBW2 olarak kodlanabilir ve bu veri değeri ladder diyagramları ile ifade edilen elektronik devrelerde gerektiği şekilde kullanılarak devre düzeneği sağlanmış olur. PLC içerisinde ki ifade edilme şekli DB100.DBW2 'dir. Bu veri değerlerinin anlık akışı da bellek ünitelerinden geçer. Burada önemli olan döngüsel olarak geçişlerin anında belleğe alınması ve bellekten tekrar silinebilmesidir. Bunun içinde uygun bellek tipi EPROM olarak görülmektedir. Görsel 24 'te 112 numaralı veri bloğu (Datablock-DB) içerisinde ki veri değerlerinin tanımlama tiplerini ve değerlerini offline-çevrimdışı modda Step7 uygulaması üzerinden görebilirsiniz.

LAD/STL/FBD - [DB112 -- "DB\_NC\_DATEN" -- H0114\SIMATIC 300(1)\PLC 314C-2 DP\...\DB112]

File Edit Insert PLC Debug View Options Window Help

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	Cl_SSP_actSpeed1_2	STRUCT		
+0.0	SYNTAX_ID	BYTE	B#16#82	
+1.0	bereich_u_einheit	BYTE	B#16#41	
+2.0	spalte	WORD	W#16#2	
+4.0	zeile	WORD	W#16#1	
+6.0	bausteintyp	BYTE	B#16#72	
+7.0	ZEILENANZAHL	BYTE	B#16#1	
+8.0	typ	BYTE	B#16#F	
+9.0	laenge	BYTE	B#16#8	
=10.0		END_STRUCT		
+10.0	Cl_SEMA_aaLeadPl6_108	STRUCT		
+0.0	SYNTAX_ID	BYTE	B#16#82	
+1.0	bereich_u_einheit	BYTE	B#16#41	
+2.0	spalte	WORD	W#16#6C	
+4.0	zeile	WORD	W#16#10	
+6.0	bausteintyp	BYTE	B#16#71	
+7.0	ZEILENANZAHL	BYTE	B#16#1	
+8.0	typ	BYTE	B#16#F	
+9.0	laenge	BYTE	B#16#8	
=10.0		END_STRUCT		
=20.0		END_STRUCT		

Şekil 48 DB112 İçerisindeki Veri Adresleri ve Tipleri

SIMATIC Manager - [IcpIII -- D:\HEMA Endüstri\PLC\IcpIII]

File Edit Insert PLC View Options Window Help

Object name	Symb...	Creat...	Siz...	Type	Ver...	Name (Hea...	Unlinked	Author
FC164	LAD	120	Function	0.1	USV	...	TM	
FC165	LAD	130	Function	0.0	USV	...	TM	
FC170	LAD	54	Function	0.0	Leuchts	...	TM	
FC172	LAD	626	Function	0.1		...	TM	
FC173	STL	300	Function	0.1		...	TM	
FC175	LAD	1178	Function	0.0	TD_KK	...	TM	
FC187	LAD	556	Function	0.0	VDR	...	AL	
FC199	STL	492	Function	0.1	Uhrzeit	...	TM	
FC200	LAD	1856	Function	0.2	SegmAufz	...	TM	
FC300	LAD	310	Function	0.1	Controls	...	TM	
FC609	STL	1000	Function	0.1	LIN	...	TM	
FC628	STL	204	Function	0.1	Bandvgl	...	TM	
FC629	STL	90	Function	0.1	Grezwvgl	...	TM	
DB1	DB	250	Instance data blo...	0.0	Stoerauw	...	TM	
DB2	CPU...	292	Data Block	0.0		...		
DB5	DB	42	Instance data blo...	0.0		...	MWa	
DB6	DB	838	Data Block	0.1	ST_VERZ	...	EKer	
DB10	DB	78	Instance data blo...	0.0		...	TM	
DB19	DB	86	Data Block	0.1		...		
DB20	DB	550	Data Block	0.1		...		
DB21	DB	544	Data Block	0.0	Zeiten	...	TM	
DB22	DB	546	Data Block	0.0	Zaehler	...	TM	
DB25	DB	546	Data Block	0.5	Grezw	...	TM	
DB29	DB	212	Data Block	0.0	SYSTEM	...		
DB31	DB	72	Data Block	0.0	LIN	...	TM	
DB37	DB	136	Data Block	0.1		...	TM	
DB39	DB	116	Data Block	0.1		...	TM	
DB40	DB	424	Instance data blo...	0.0	RegOT_1	...	SIMAT...	
DB41	DB	200	Data Block	0.2		...		
DB42	DB	160	Data Block	0.0	DB_SPS_A	...	NT	
DB43	DB	160	Data Block	0.0	DB_AM_SP	...	NT	
DB44	DB	646	Data Block	0.0	LECKTEST	...	TM	
DB45	DB	134	Instance data blo...	0.0		...	SIMAT...	
DB46	DB	120	Data Block	1.0	LECKTEST	...	TM	
DB47	DB	116	Instance data blo...	0.0		...		
DB48	DB	292	Data Block	0.1	Bits_f_P	...	TM	
DB49	DB	548	Data Block	1.0	Istwerte	...	TM	
DB50	DB	358	Data Block	1.1	Sollwert	...	TM	
DB51	CPU...	136	Data Block	0.0		...		
DB52	CPU...	136	Data Block	0.0		...		
DB53	CPU...	136	Data Block	0.0		...		

Şekil 49 Datablock Simatic Manager Liste Görünümü

### 3. Giriş / Çıkış Üniteleri (I/O Units)

PLC sistemleri oluşturan bir diğer bileşen ise I/O Modülleridir. Bu modüller Giriş Çıkış üniteleridir. Giriş ve çıkış üniteleri elektronik olarak, 24 volt veya spesifik olarak seçilmiş ise farklı voltaj değerlerinde de çalışabilen ünitelerdir. I/O modüller CPU'nun saha ekipmanları ile haberleşmesini ve kontrolünü sağlayan birleşendir. Bir otomasyon projesinde CPU ve ona bağlı I/O Modüller üzerinden kontrol sağlayacaksınız sistemde kullandığımız sensör, aktüatör, debimetre veya benzeri ölçüm, durum kontrol cihazlarının süreçlerini yönetebilirsiniz.

Giriş Çıkış üniteleri temelde Dijital veya Analog sinyal üretebilen çeşitler olarak iki ayrı çeşitte görülebilir fakat projenin çeşitliliğine bağlı olarak sadece sürücü modülü veya encoder giriş çıkış modülleri projeye özel olarak üretilmiş veya kullanılabilir olabilir.

Giriş ve çıkış modüllerinin tipleri analog ve dijital olarak iki çeşide temelde ayrılmıştır. Dijital olan giriş ve çıkışlar 24V veya farklı gerilim değeri üzerinden sadece 0 ve 1 değeri üretirken, analog olarak değer üretmesi gereken örneğin bir basınç sensörü 0-10 bar üzerinde değer okuyabiliyorsa 4-20 mA elektronik değer arasında çalışırken 0 barda 4mA ve 10 bar değerinde 20mA olarak ayarlanır. Buna göre ilgili hesaplamalar analog sinyal modülü üzerinde yapılarak 12 mA elektronik değer ürettiğinde analog modül çıkış olarak bunu CPU'ya 5 bar olarak iletacaktır. Bunun gibi örnekler çoğaltılabilir fakat analog modüllerin çalışma mantığı 0 ve 1 değerlerine bağlı olmadığından seçilimi projeye göre çeşitlilik gösterebilir.

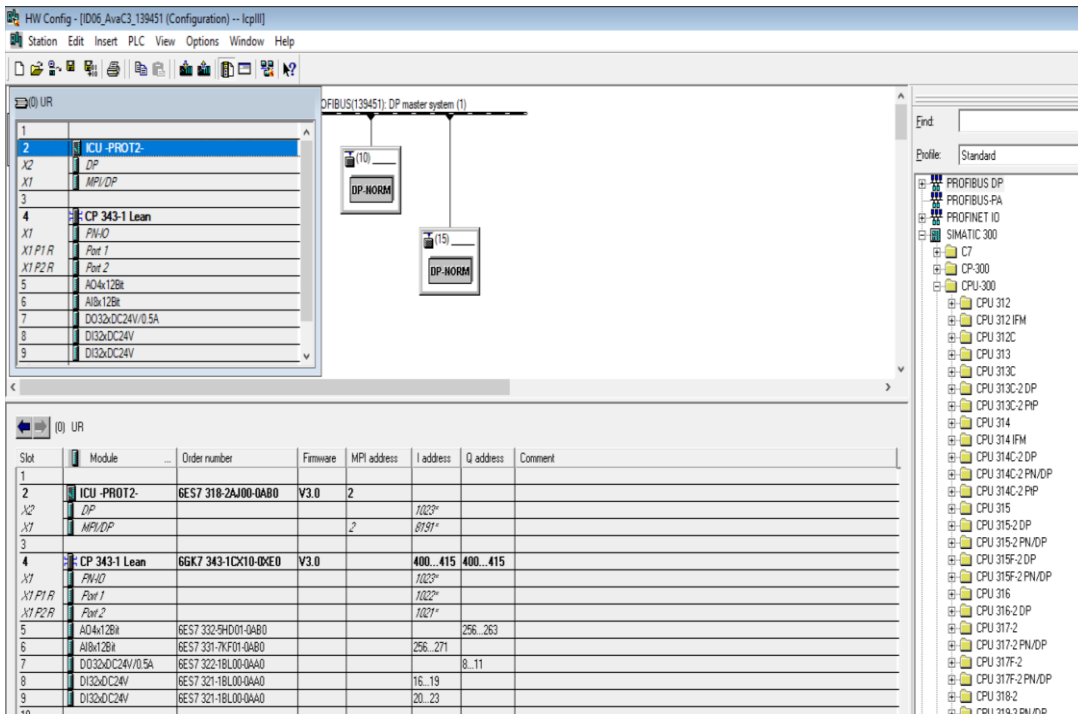
Genellikle CPU koduna göre uygun çalışma frekanslarında olabilen giriş çıkış sinyal modülleri seçilir. Örnek olarak CPU 314 açık kodu "6ES7314-1AG14-0AB0" modülü ile SM321 DI 16X24v 6ES7321-1BH02-0AA0 ürünü giriş modülü olarak kullanılabilir. Bu durumun sebebi, sistemde çalışacak olan ekipmanların adedine, çalışma voltajına, CPU'ların çevrim süreleri ve çalışma frekans aralıkları gibi birçok parametreye göre değişkenlik gösterebilir. Yani Siemens ürünler için her CPU ile her sinyal modülü kullanılamıyor diyebiliriz.

PLC sistemler birçok projede tercih edilmesi sebebi ile kullanıldığı ortam koşullarına uyum sağlayabilmesi için birçok farklı IEC standardından geçer. Örnek olarak S7-300 I/O Modülleri IEC60068.2.6 Vibrasyon ve çarpma standardı olan

IEC60068.2.27 veya ortam koşullarına uyum sağlamak için sıcaklık, kirliliğe dayanım gibi testlerden de geçmektedir.

Giriş ve çıkış modülleri 1 modül üzerinde kaç adet giriş, çıkış birimi barındırdıklarına, çalışma gerilimi aralıklarına, tetikleme sürelerine, çıkış gerilim değerlerine ve senkron çalışma modlarına göre çeşitlendirilebilir.

PLC tasarımı esnasında Step7 programı içerisinde CPU seçiminden sonra Hardware Configuration – Donanım konfigürasyonları bölümünden CPU'ya bağlı olarak çalışacak giriş ve çıkış modülleri sıralanır. Öncelik sıralamada her zaman giriş modüllerinin daha sonra çıkış modülleri sıralamaya dahil edilir. Donanım Konfigürasyonu sayfasında kullanılacak giriş ve çıkış modüllerinin kütüphanesi mevcuttur bu kütüphane içerisinde ürünler seçilerek eklenir. Görsel 26 'da Donanım Konfigürasyonu ekranını STEP7 içerisinde görebilirsiniz.



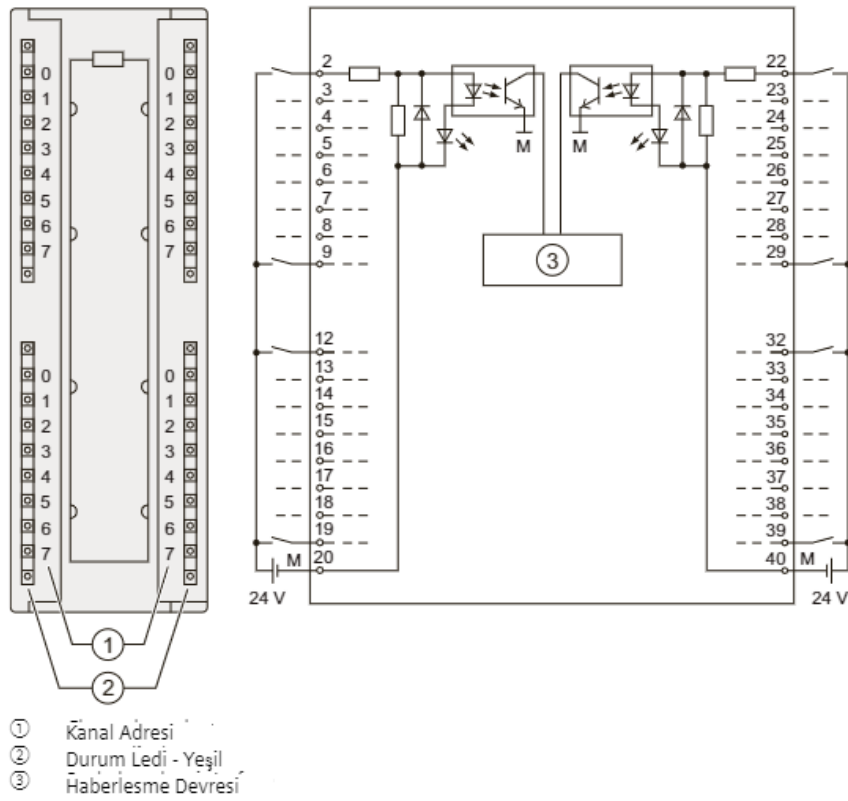
Şekil 50 STEP7 – Donanım Konfigürasyon Ekranı

Sinyal modüllerinin anlık oluşabilecek gerilim artımlarından korunmak için topraklama hatlarının yapılması koruma seçeneklerinden biridir ve gereklidir. Standart bir I/O modül için kablolama ve devre düzeneği Şekil 48'de gösterildiği gibidir. 32 adet sensör, aktüatör vb. dijital giriş değeri okuyabilen 24 V geriliminde çalışabilen bir giriş modülü gösterilmektedir.

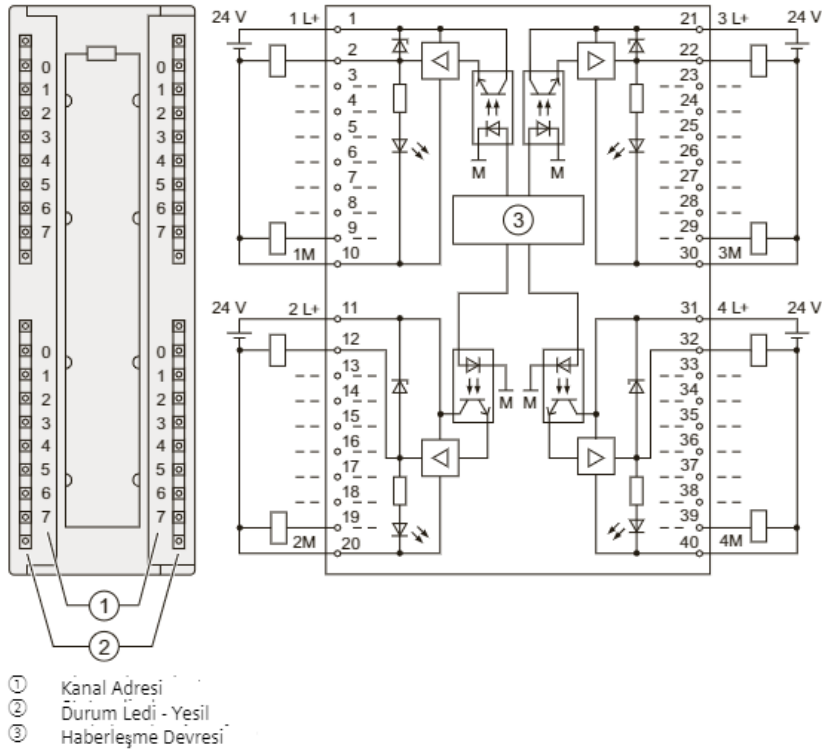


Giriş modülleri kendisine gelen verileri CPU içerisindeki yazılıma göre devreye dahil ederek bir çıkış değeri üretilmesine yardımcı olur. Çıkış değeri üretilmesi ile sistem bir sonuç değeri vermiş olur. Oluşan sonuç değeri sadece CPU içerisindeki programda değerlendirilmek üzere oluşmuş olan sanal bir bit olabilir veya sisteme sinyal olarak gönderilen elektronik bir gerilim değeri yaratan çıkışta olabilir. Şekil 49'da 32 adet çıkış üretebilen, 24V/0.5A değerinde çalışan çıkış modülü kablolama ve devre diyagramı gösterilmektedir.

Dijital giriş ve çıkış modülleri birbiri ile karşılaştırıldığında çıkış modülü üzerinde bulunan 24V değeri üretebilen çıkış devreleri açıkça görülebilmektedir.

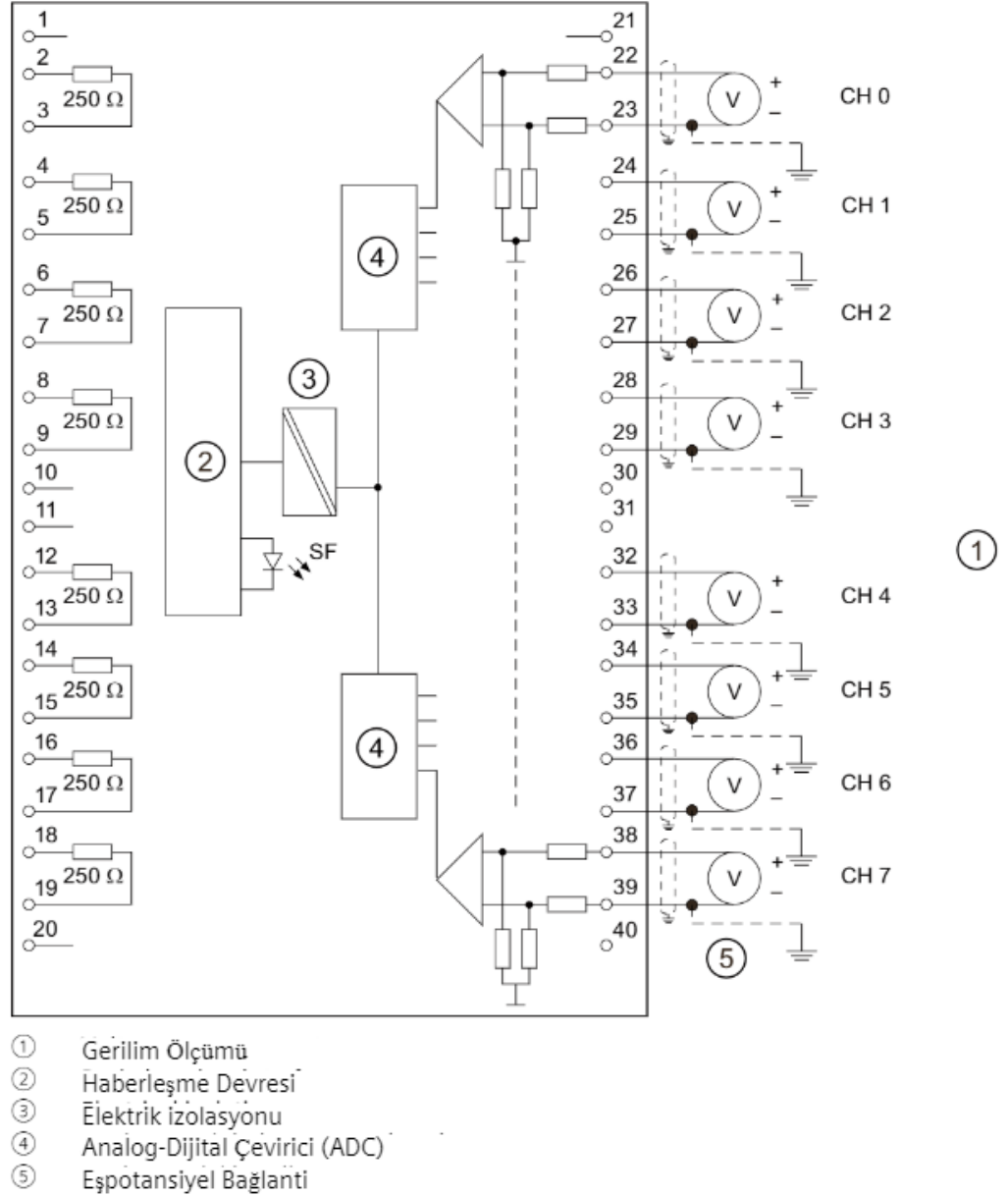


Şekil 51 SM321; DI32xDC24V Kablolama ve Devre Diyagramı



Şekil 52 SM322; DO32xDC24V Kablolama ve Devre Diyagramı

Analog sinyal modüllerinde ise çalışma prensibi oldukça değişkendir. Projeye uygun olarak çalışacak analog ekipmanlara göre analog modül seçimi yapılır. Analog modüller ile çalışacak analog ekipmanlar 2-3-4 veya daha fazla kablolu olabilir. Bu sinyallerin çalıştırılması için özellikli analog modüller mevcuttur. Örneğin analog giriş modülü SM331;AIx16 bit yani 6ES7331-7NF00-0AB0 özellikleri incelendiğinde 8 giriş kanalı 4 ayrı gruplama ile kullanılabilir. Parametre değişimi ayarlanabilir. Şekil 51’de kablolama ve ölçüm için gerekli olan devre diyagramını görebilirsiniz.



Şekil 53 Analog Giriş Modülü Devre ve Kablolama Diyagramı

Analog modüller için STEP7 programının Donanım konfigürasyonu içerisinde parametre ayarlaması yapılabilir. Her bir kanal için ayrı ölçüm değerleri atanabilir ve parametreler değiştirilebilir. Burada ölçüm tipi, kullanılacak olan ekipmanın kaç kablolu olduğu veya maksimum ve minimum ölçüm limitleri ayarlanır. Analog sinyaller gerilim veya akım değerleri ile ilgili saha ekipmanından analog modüle iletilir analog modül kendi içerisindeki hesaplama yöntemleri ile bu değerleri dijital bir sinyale dönüştürür bunun için 0 ve 1'lerden oluşan sinyaller veya decimal (onluk) veya hexadecimal(16'lık) sayısal kodlama değerleri kullanılabilir.

Analog giriş ve çıkış modülleri kullanıcı tarafından programlanabilir ve çalışma değerleri ayarlanabilir.

### C. OPC SERVER ve KEP SERVER

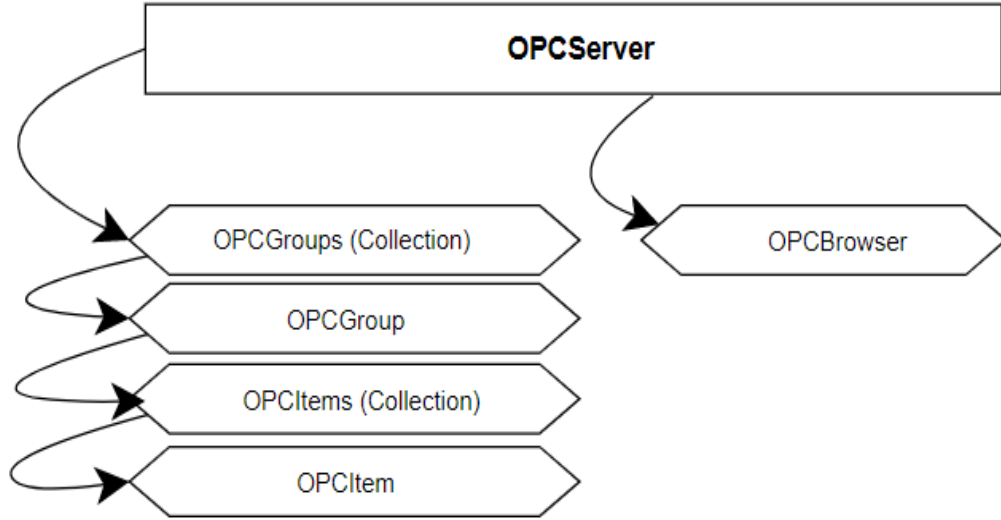
OPC, Endüstriyel ürün ve yazılım geliştiriciler tarafından ortaya çıkarılmıştır bir standarttır. OPC 1996 yılında proses kontrolü ve nesnelerin haberleşmesi amacı ile geliştirilmiştir. Geliştirilen ilk standart sonrasında oluşturulan yeni çalışmaları korumak ve geliştirmek amacı ile OPC vakfı kurulmuştur. OPC sisteminin amacı veri taşımak ve makine haberleşmeleri üzerine açık erişim platformu geliştirmektir. Bu platform sayesinde farklı marka ürün üreticilerinin cihazları birbiri ile haberleşebilecek ve makine haberleşmesinde standart geliştirilmiş olacaktır. Bu sayede gerçek zamanlı verilere ulaşım sağlanmıştır.

OPC hizmetlerini standartlar halinde geliştirmiştir. İlk hizmete sunulan standardı gerçek zamanlı veri okuyabilen OPC DA (Data Access) olmuştur. Bunun üzerine geçmiş verilerin okunabilmesi için hizmet veren OPC HDA (Historical Data Access) geliştirilmiştir. Daha sonra OPC geliştiricileri, hizmetlerini Çizelge 9 'da göreceğiniz şekilde sıralamıştır.

<i>OPC Standardı</i>	<i>İşlevi</i>
<i>OPC Data Access (DA)</i>	<i>Gerçek zamanlı veri okuma ve yazma</i>
<i>OPC Alarm &amp; Events (AE)</i>	<i>Sistemde tanımlanan olayların görüntülenmesi</i>
<i>OPC Historical Data Access</i>	<i>Geçmişe yönelik verilerin okunması</i>
<i>OPC Security</i>	<i>Ara yüzlerde bağlantı güvenliği için</i>
<i>OPC Data Exchange (DE)</i>	<i>OPC sumucular arası direk bağlantı</i>
<i>OPC Unified Architecture (UA)</i>	<i>Tüm OPC standartlarını bir araya getiren ve Web servislerini kullanan yeni standart</i>

Şekil 54 OPC Standartları

OPC otomasyon sistemlerinde ki veri kayıt işlemleri için bir OPC Server hizmeti vermektedir. OPC Server sayesinde bütün verileri tek bir sistem içerisinde toplayabilir ve istemcilere bu verilere tek noktadan erişim verebilirsiniz. Bu sayede çalışma verilerinize erişim sınırı olamayacağı gibi tek noktadan bir çok kullanıcı verilere erişim sağlayabilecektir. OPC Server ve server erişiminde kullanılan nesnelerin hiyerarşik düzeni aşağıdaki Şekil 52'de ifade edildiği gibidir.



Şekil 55 OPC Server Diyagram Hiyerarşisi

OPCServer modeli veri erişimine izin veren ve bunları depolamaya yarayan bir kullanıcı sunucu hizmeti sunar. OPCServer kullanan bir kullanıcı OPC Sunucu nesnelere erişim için OPCServer kullanarak işlevsel bir şekilde OPC otomasyon sunucularına bağlanır. Aşağıdaki Çizelge 10'da OPCServer otomasyonuna erişim sağlayan nesnelere açıklamalarını görebilirsiniz.

Çizelge 7 OPCServer Otomasyon Nesnelere

Nesne	Açıklama-Tanıtım
<b>OPCServer</b>	<i>OPC Sunucusu örneğidir. Diğer nesnelere referans verebilmeniz için öncelikle bir OPCServer oluşturmanız gerekmektedir.</i>
<b>OPCGroups</b>	<i>Bir istemcinin veya otomasyon uygulamasının OPCServer.Connect() uzantısı aracılığı ile bağlandığı OPCServer kapsamında oluşturulan tüm OPCGroup nesnelere içeren bir koleksiyondur.</i>
<b>OPCGroup</b>	<i>Bu nesnenin amacı durum bilgisini içermek ve OPCGroup nesnesinin etkilediği OPCItem nesnesi için veri toplama hizmetleri sağlayacak mekanizmayı çalıştırmaktadır.</i>
<b>OPCItems</b>	<i>Bu nesne OPCServer kapsamında istemcinin veya otomasyon programının oluşturduğu OPCItem nesnelere içerir.</i>
<b>OPCItem</b>	<i>Öğenin tanımını, geçerli değerini, güncel durum bilgisini ve zamanını koruyan nesnedir.</i>
<b>OPCBrowser</b>	<i>OPCServer, Sunucu içeriğinde ki nesne ve öğe adlarını araştırabilen nesnedir.</i>

Çizelgedeki her nesnenin kullanım amacı vardır ve kendi içerisinde bir değere karşılık gelmektedir. Bu kullanım alanlarına göre programlar dizayn edilir.

OPCGroupObjectBase olarak kalıp kullanım sağlayan kod OPCGroup nesnesinin bir parçasıdır içeriği incelendiğinde OPCGroup özelliği ile istemcilerin

verilerine erişebilmesi için belirli bir rapor hazırlandığı, istemciler ile gruptaki öğeler arasında bağlantıların oluşturulduğu görülebilir. OPC Sunucusu içerisinde bu kodlamalar ile OPC kullanıcıları veriye erişim sağlayabilir. OPCObjectBase kod kalıbı aşağıdaki gibidir.

```
“Dim WithEvents AnOPCServer As OPCServer  
  
Dim ARealOPCServer As String  
  
Dim ARealOPCNodeName As String  
  
Dim AnOPCServerBrowser As OPCBrowser  
  
Dim MyGroups As OPCGroups  
  
Dim DefaultGroupUpdateRate As Long  
  
Dim WithEvents OneGroup As OPCGroup  
  
Dim AnOPCItemCollection As OPCItems  
  
Dim AnOPCItem As OPCItem  
  
Dim ClientHandles(100) As Long  
  
Dim AnOPCItemIDs(100) As String  
  
Dim AnOPCItemServerHandles() As Long  
  
Dim AnOPCItemServerErrors() As Long  
  
Set AnOPCServer = New OPCServer  
  
ARealOPCServer = “VendorX.DataAccessCustomServer”  
  
ARealOPCNodeName = “SomeComputerNodeName”  
  
AnOPCServer.Connect(ARealOPCServer, ARealOPCNodeName)  
  
Set MyGroups = AnOPCServer.OPCGroups  
  
MyGroups.DefaultGroupIsActive = True  
  
Set OneGroup = MyGroups.Add(“AnOPCGroupName”)  
  
Set AnOPCItemCollection = OneGroup.OPCItems  
  
For x = 1 To AddItemCount  
  
ClientHandles(x) = x + 1
```

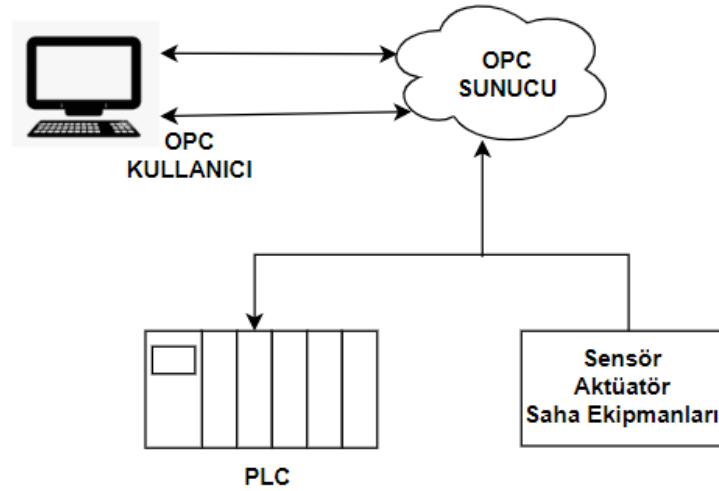
$AnOPCItemID(x) = \text{“Register\_”} \& x$

Next  $x$

*AnOPCItemCollection.AddItem*, *AddItemCount*, *AnOPCItemIDs*,  
*AnOPCItemServerHandles*, *AnOPCItemServerErrors* “

Bunun gibi kullanımı çeşitlendirilebilecek OPC Nesnelere ait bir çok kalıp kod parçası OPC Vakfı tarafından açılmış olan [www.OPCFoundation.org](http://www.OPCFoundation.org) sitesinde bulunabilir. Bu sayede OPC kurumu açık platform olma özelliğini yansıtır ve kodlara erişimi kolay hale getirir.

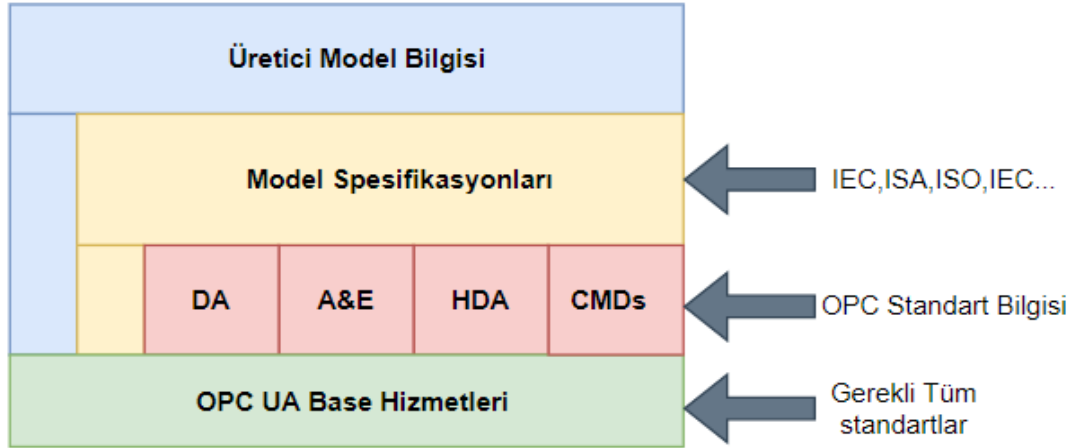
OPC istemci ve sunucu mantığı ile hareket eder. Bu nedenle sunucu istemci arasındaki ağ trafiği sınır bir sürede etkileşim sağlamak üzere mekanizma geliştirir. Bu durum yoğunluğa bağlı olarak gecikmeler ile birlikte dezavantaj yaratır. Bu nedenle OPC trafiği çözmek için Sunucuya yani bir bulut ağına verileri gönderir bu sayede veri erişim hızı sorunu çözülür Şekil 53'teki gibi bulut ağı üzerinden ise izin verilen kullanıcıların veri erişimi sağlanır.



Şekil 56 OPC Sunucu Diyagramı

Bu tür bir ağ sunucu hizmeti verilebilmesi için ise Şekil 53'te gösterilen hız ve OPC standartlarından ödün vermeden tüm OPC özelliklerini içinde barındıran yeni bir standart geliştirilmiştir. Bu standart OPC UA (Unified Architecture) Birleşik Mimarisi olarak adlandırılmaktadır. OPC UA sayesinde sadece OPC hizmetlerinden yararlanılmaz aynı zamanda tüm geliştiricilerin dil seviyelerinde entegrasyon sağlar. OPC PLC erişimi içinde PLC üreticilerine bağlı olarak içeriğinde PLCOpen özelliğini barındırır. Veri erişimi için istemci sunucu yaklaşımı kullanılır. Veri

erişimine imkan sağlayan herhangi bir üretici markaya ait ürün bu noktada bir UA Sunucusu olurken, bu üründen veri alan uygulamalar ise UA istemcisi olarak görülmektedir. Bu istemciler, OPC UA özelliğini barındıran üretici ürünlerinden veri alışverişi sağlar.



Şekil 57 OPC UA Hizmet İçerikleri

OPC hizmeti sayesinde bir çok farklı model ve marka ürün için tek bir standart üzerinden haberleşme sağlanabilir. Bu durum global markaların olduğu endüstri ortamında oldukça önem arz etmektedir. OPC özelliklerini kullanarak bir çok lokal geliştirici markalar gelişmiştir. Türkiye için ise OPC Turkey olarak resmi tescili ile ürün geliştiren KEPServerEX bulunmaktadır. KEPServerEX, OPC teknolojisini kullanarak geliştirmiş olduğu ara yüz uygulamaları ve aplikasyonları ile endüstriyel otomasyon verilerini kullanıcılara güvenli şekilde sunabilen haberleşme platformudur. Makinelerinden veri çekmek isteyen bir çok endüstriyel kuruluş paket hizmet olarak KEPServerEX ile anlaşmaktadır. Tasarımı ve ara yüzü ile bir çok otomasyon cihazlarına bağlanarak bu cihazlar üzerinden veri erişimine, uzaktan izleme ve gerçek zamanlı kontrole imkan sağlar. Erişim sağlanmış olan verileri depolayabilir veya istenilen formatta raporlama işlemlerini otomatik olarak yaptırabilir. Aynı zamanda sistemde kullanılan mevcut ERP veya MES gibi çözümlere yazılım ile entegre edilebilir. KEPServerEX bu işlemler için OPC standardını kullanır. KEPWare uygulaması bu kuruluş tarafından geliştirilmiş kullanım ara yüzüdür.



## **IV. PLC SİSTEMİNDEN VERİ ERİŞİMİ VE UZAKTAN KONTROL ALTYAPISININ KURULMASI**

Bu çalışmada PLC sisteme sahip “ Isıl İşlem merkezli “ proje üzerinden PLC erişimi sağlanarak verilerin çekilmesi incelenmektedir. Üretimde gece vardiyasında kontrol dışı kalan noktaların olması ve makinelerin kontrolsüzlük nedeni ile arıza vermesinden dolayı bu çalışma bir ihtiyaç olarak doğmuştur. PLC Sistem üzerinden makinelerin duruş saatleri, duruş süreleri, arıza nedenleri, ne kadar süre hangi prosesin çalıştığı bilgisi ve üretim adet kontrolü gibi verilerin erişimi gerekmiştir. Yapılacak olan çalışma sayesinde üretimin sorumlu Mühendisi veya Yöneticileri istediği saatte anlık duruma erişim sağlayabilecek veya sabah raporu olarak sistem tarafından e-posta alabilecektir. Kontrol olarak ise basit kontrol devreleri “ Sistemi Durdur, Güvenli Kapatma, Alarm Reset vb.” olan komutları uzaktan verebileceklerdir.

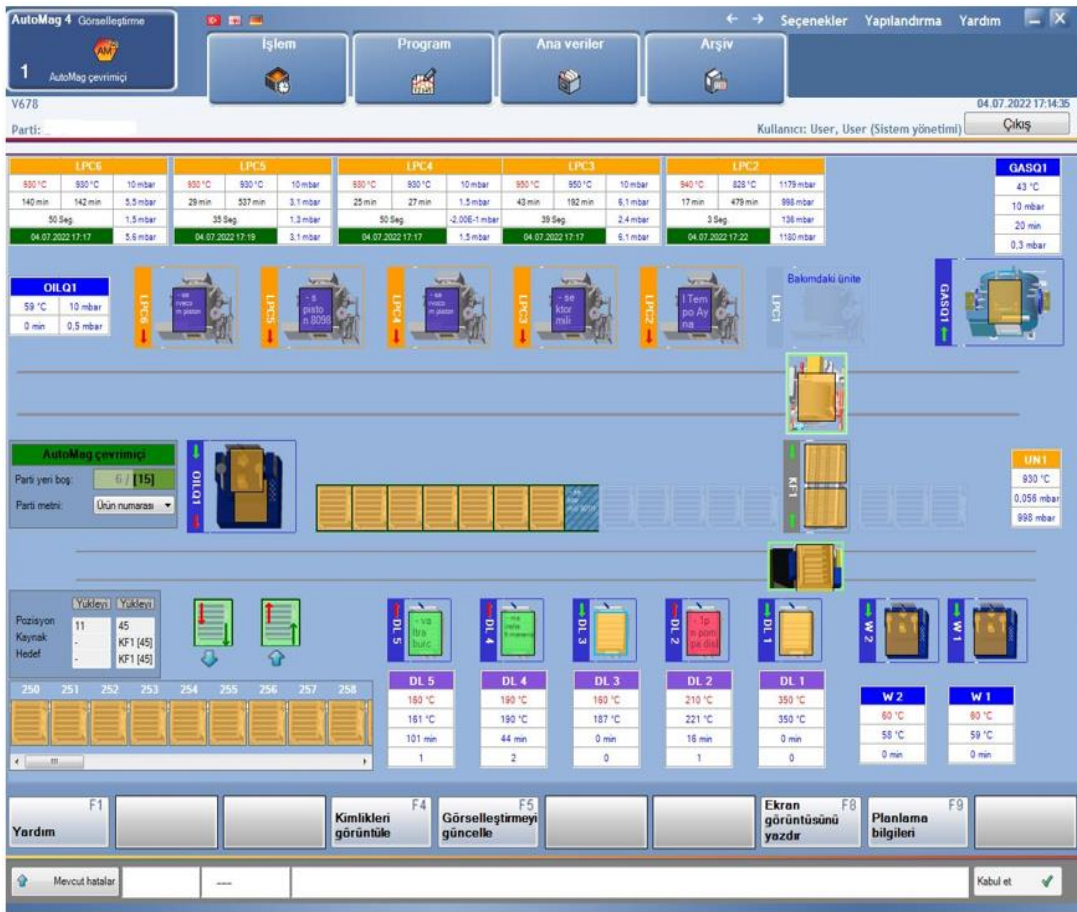
Yapılan çalışma sonrası özellikle hafta sonu ve gece çalışma vardiyalarında oluşan arızaların adeti ve süresi düşürülmüş, kök neden analizleri ile arıza nedenleri tespit edilerek makinelerin çalışma prensiplerinde revizyon gerçekleştirilmiştir. Endüstri 4.0 ve Akıllı fabrikalar kapsamında üretimin insan etkisi en aza indirilmeye çalışılmaktadır. Bu nedenle sistem otomatikleştirilip anlık takip edilebilir hale getirilmektedir.

### **A. Sistem Birleşenleri ve Özellikleri**

Çalışmanın yapılacağı sistem Isıl İşlem prosesine sahip olan 6 adet fırın ve 1 adet fırına parça yükleme robotundan oluşmaktadır. Isıl İşlem prosesi metal üretim alanında üretilen materyallerin mekanik dayanım ve aşınım özelliklerini kullanılacağı alana göre değiştirmektedir. Bu işlem için Metalurji ve Malzeme Bilimi Mühendisleri ilgili proses kontrollerini sağlamaktadır. Üretimi tamamlanan metal malzemelerin kullanım noktalarına göre dayanım ve mukavemet özelliklerine göre üretim sıcaklık değerleri veya kimyasal etki maddesi oranları, fırın içerisindeki

proses süresi gibi üretim prosesleri Görsel 27 'de göreceğiniz üzere SCADA Ekranından ayarlanarak oluşturulan reçete kapsamında sistem çalıştırılır. Kontrol ekranında görüleceği üzere hazırlanan reçeteler ve her fırın için ayrı bir proses değeri görülmektedir. İlgili değerler ısı işleme tabii olacak ürüne göre hazırlanmaktadır.

Kurulacak olan sistem yazılımı Node-Red (V16.15.1) uygulaması ile yapılarak Raspberry Pi Model 3 B+ içerisindeki Raspbian OS işletim sisteminde çalıştırılacaktır.



Şekil 58 SCADA Kontrol Ekranı

Bu çalışmamızda SCADA ekranda görseli görünen verilerin ilgili Kontrol Mühendisleri tarafından anlık erişimi ve kontrolünü sağlamak hedeflenmektedir. Bu sayede hassasiyet içeren ısı işlem teknolojisinde, hata payı azaltılacak ve ilgili tesis Endüstri 4.0 temelinde izlenebilir kontrol edilebilir hale getirilmiş olacaktır.

Çalışmanın yapılacağı sistemdeki donanım aşağıdaki gibidir;

- Siemens HMI KTP700
- Siemens S7-300 PLC

- CPU-313C – 2 DP, 6ES7313-6CG04-0AB0
- SM323, DI16xDO16x24V DC, 6ES7323-1BL00-0AA0
- CP343-1 Lean, 6GK7343-1CX10-0XE0
- Siemens Scalance, 6GK2508-0BA10-2AA3
- Ethernet Switch Çoklayıcı
- Fabrika Server-Sunucu Sistemi

## 1. PLC Donanım Özellikleri

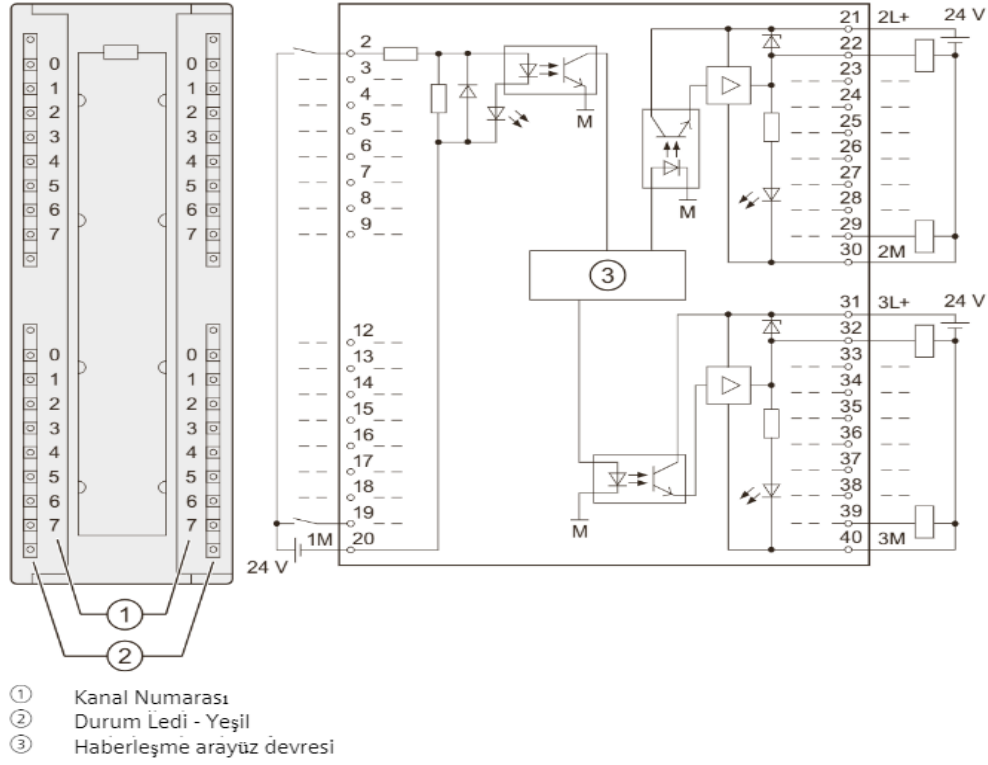
Siemens HMI KTP700: Açık ürün kodu 6AV2123-2GA03-0AX0 olarak ifade edilebilir. 7” ekran genişliğine sahiptir. Profibus ve Profinet bağlantıları bulunmasına rağmen arayüz görselleştirme için CPU ile Profibus üzerinden haberleşme sağlar. 800x480 Piksel özelliğinde görüntü çıkışı verebilir. Dokunmatik paneldir. Sistemdeki insan kontrolü için tasarlanmıştır bir arayüzün görselleştirmesini yapar.

**CPU313C-2 DP:** 24 V DC giriş sinyali tetiklerken, 24V DC / 0.5A çıkış sinyali tetikleme sağlar. Çalışma hafızası 128 KB CPU içerisinde mevcut iken harici olarak mikro hafıza kartı takılabilir. X1 portunda MPI (Multipoint Interface), X2 Portunda DP (Decentralized Periphery) haberleşme altyapı sistemi bulunur.

MPI (Multipoint Interface), İşlemciler ve CPU-CPU haberleşmelerinde çok tercih edilir. İki damarlı profibus kablosu ve MPI soketi ile bağlantısı yapılır. Maksimum 32 adet kullanıcıya kadar aynı anda erişim sağlayabilir. MPI ve DP Haberleşmelerinde nokta adreslemeler kullanılmaz.

**I/O Modül:** 16 adet dijital giriş ve 16 adet dijital çıkış kanalı barındıran I/O Modülü CPU 313C-2 DP ile kompakt olarak çalışmaktadır. Çıkış sinyali akımı 0.5A, Giriş sinyali çalışma gerilimi 24 V DC ‘dir. Kablolama ve Elektronik devresi Şekil 56’daki gibidir.

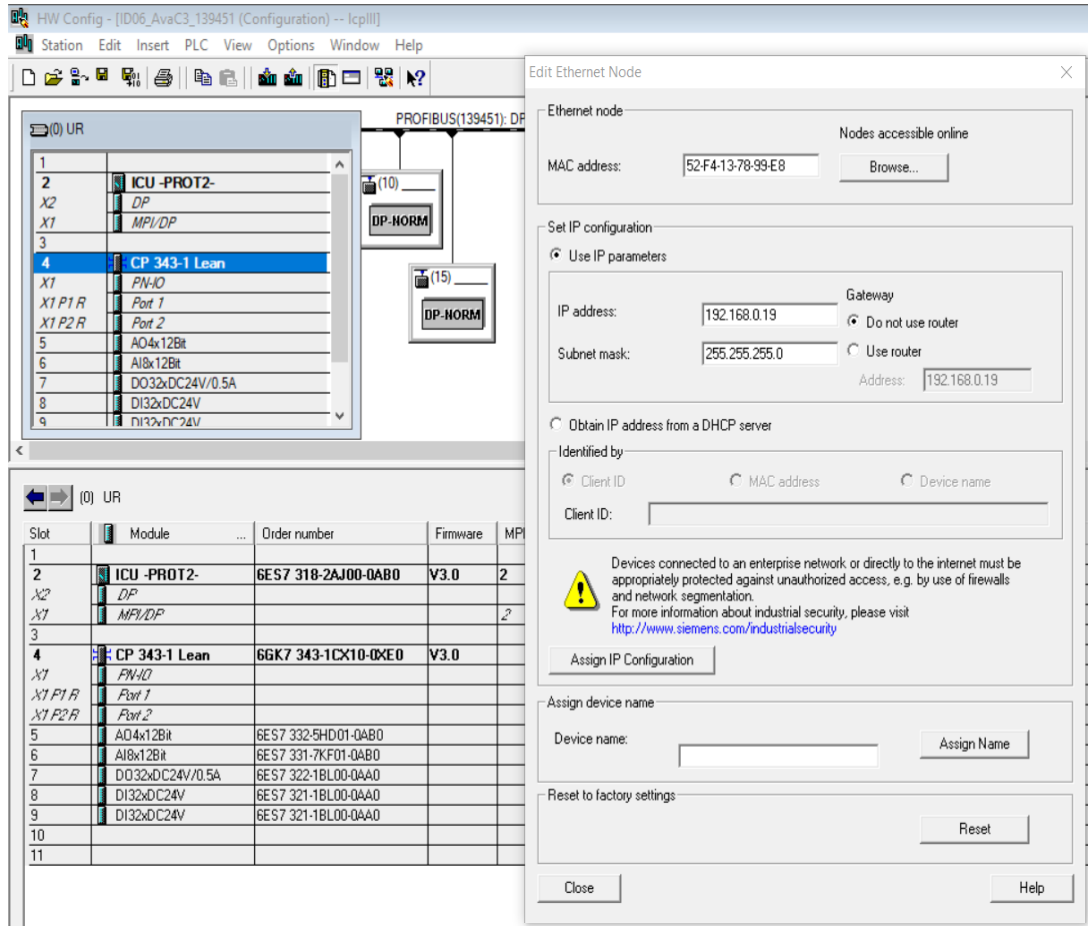
**Raspberry Pi Model 3 B+:** 1.4GHz Dört çekirdek 64 Bit işletim sistemi destekli İşlemciye sahiptir. Ethernet desteği mevcuttur. Bluetooth ve WiFi erişimi bulunmaktadır.



Şekil 59 SM 323; DI 16/DO 16 x DC 24 V/05 A Elektronik Devre Diyagramı

**CP343-1 Lean:** Siemens PLC sistemlerinden S7-300 ailesi için TCP/IP Ethernet çözümü olarak geliştirilmiş modüldür. MPI veya DP haberleşme çıkışları olan CPU için TCP/IP haberleşme imkanı sağlayan modüldür. TCP/IP bir haberleşme protokolüdür. TCP/IP, Transmission Control Protocol/Internet Protocol olarak açılımı vardır. İletim Kontrol Protokolü/İnternet Protokolü olarak Türkçe karşılıkları bulunmaktadır. Bir ağ üzerinden iki cihazın haberleşmesini sağlayan hizmet oluşturur. İletim kontrol protokolü katmanı paketler biçimindeki verileri tek transferde birleştirir ve ardından İnternet Protokolü adreslemeleri sayesinde tüm bölümlerin tam hedefe ulaşmasını sağlar. Ağ üzerindeki her IP sunucusu veya bilgisayarı doğru adresi belirli döngülerle kontrol eder (Alok and Suman, 2022).

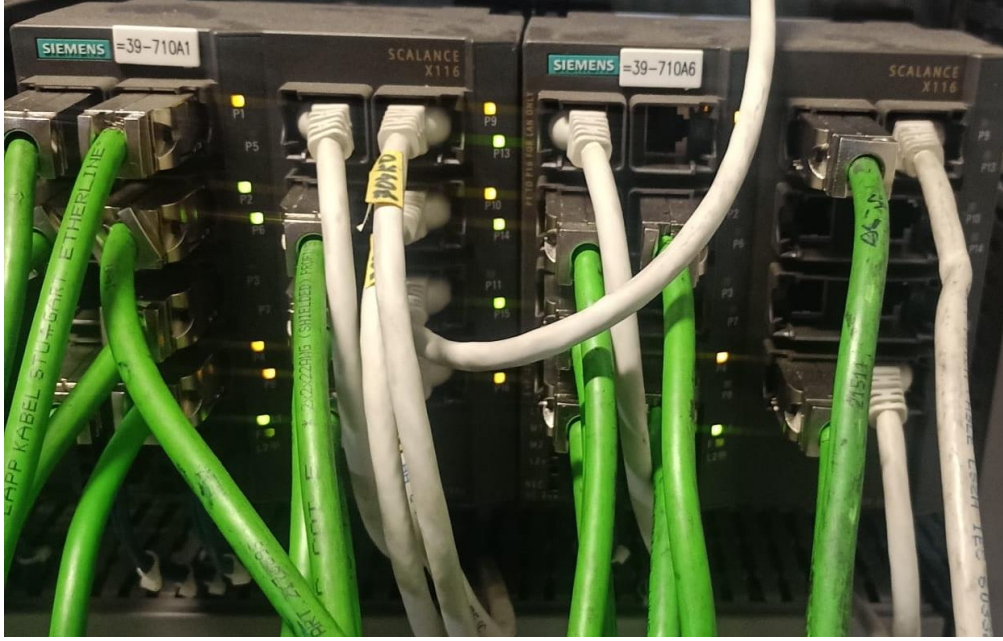
CP343-1 Lean CPU Sistemin TCP/IP haberleşmesini sağlamaktadır. Bu sayede PLC sistemi hizmet sağlayıcının sunucularına erişebilecek ve veri aktarımı için adresleme sağlayabilecektir. STEP7 programı üzerinden Donanım Konfigürasyonlarında CP343-1 Lean donanımı eklendiğinde adresleme bilgileri girilerek TCP/IP özelliği aktif edilir. Görsel 28'de CP343 Eklenmiş bir konfigürasyon görebilirsiniz.



Şekil 60 CP343-1 Lean Adresleme ve Donanım Konfigürasyonunda Gösterimi

**Scalance:** Endüstriyel çoklayıcıdır. Bir çok Ethernet kablosunun RJ45 soketlerinin bağlantısına imkan verir bu sayede sistemdeki bütün birleşenler birbiri ile haberleşebilir. Scalance Siemens markasının endüstriyel çoklayıcı olarak geliştirdiği bir üründür. Profinet, Ethernet altyapısında çalışır. Üzerindeki her portun bir adresi vardır ve adreslemeler düzeltilebilir ürün programlanabilir.

Scalance, SSH, HTTP, HTTPS, SNMP, DHCP, TFTP ve TELNET gibi protokolleri de destekler. Sisteme STEP7 uygulaması donanım konfigürasyonları kısmından ethernet kontrol veya Profibus kontrol alanından eklenir. Her bir giriş portu ayrı bir adrese sahip olduğundan rastgele Ethernet kabloları portlara takılamaz. Tüm adreslemeler STEP7 veya TIA Portal uygulamasında düzenlenir ve uygulamada kablolar projeye göre yerine takılır.



Şekil 61 SCALANCE Pano İçi Kullanımı

**Ethernet Çoklayıcı Port:** Aynı anda 16 adet veya daha fazla portun aktarımını sağlayabilen bir çoklayıcıdır. Saha ekipmanlarından çoklayıcı port üzerine gelen farklı 16 cihazı tek bir Ethernet kablosu çıkışı ile sunucu sisteme aktarabilir. Bu sayede kablolama maliyeti ciddi oranda düşmektedir. Fabrikaların veya kuruluşların içerisinde alana ve yoğunluğa bağlı olarak yüksek adetlerde bulunabilir. Giriş olan Ethernet kablolarından tek bir çıkış ile tüm verileri Ana Sunucu sisteme aktarır.

MPI-DP Profibus Kablosu ve Ethernet kablosu haberleşme altyapısı için cihazlar arası kullanılmak üzere sistemde bulunmaktadır.

## 2. Node-Red

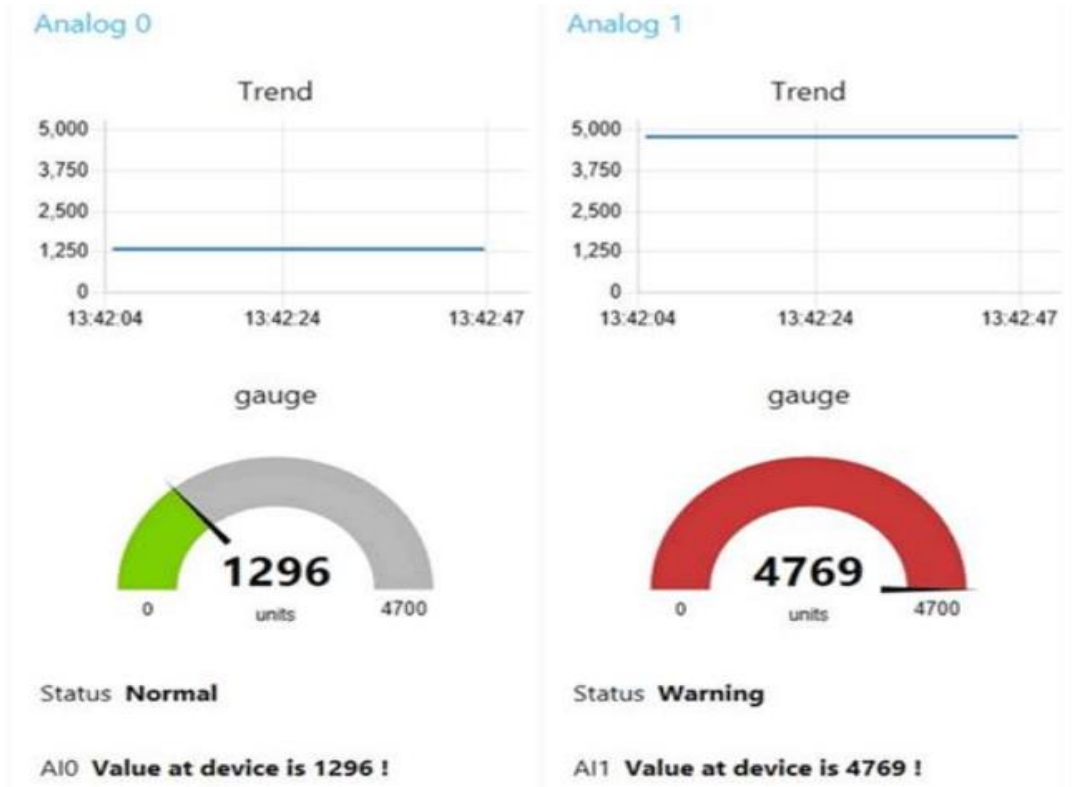
Node-Red donanımlara bağlı olarak uygulamalarda programlama arayüzlerinin geliştirilebildiği olay ve akış tabanlı gerçek bir bağlantı sağlayan açık kaynaklı programlama aracıdır. Node-Red düğümler sayesinde bir akış oluşturabilen ve her düğümün birbiri ile bağlantı kurabildiği ağ temeli yaratarak çalışır. Buradaki düğümler donanımlar, elektronik komponentler veya yazılım programları arasındaki bağlantı olabilir. Bu sayede program geliştiriciler IoT sistemlerdeki tüm etkileşimleri anlayabilir ve kurgulayabilir.(Mostafa et al., 2022)

Düğüm olarak belirtilen bloklar JavaScript tabanlı bir yazılım dili ile bir araya getirilir. Bu düğümleri akış diyagramına sürükleyip bırak gibi çok basit bir şekilde dahil edebilir kendi akışınızı yaratarak arayüz geliştirmenizi tamamlayabilirsiniz.

Node-Red bazı özellikleri nedeni ile son dönemde tercih edilen bir yazılım dili olmaktadır. Bu özellikler aşağıdakiler gibidir;

- Kullanıcı dostu arayüzü ve akış destek tabanlı programlama
- Node.js uygulaması üzerine inşa edildiği için hızlı çalışabilir
- Akış ve veri bilgileri JSON dilinde depolanır ve bu sayede tekrar kullanılabilir veya içeriye ve dışarıya aktarılabilir.
- Birçok protokoller ile çalışabilir örnek olarak; MQTT, Modbus, CoAP, AMQP, OPC UA, MSSQL, T-SQL gösterilebilir. Oluşturulmuş olan kütüphanelerinden eklenti düğümleri indirilerek programa entegre edilebilir.

Node-Red Dashboard özelliği ile yapılan çalışmalar görselleştirilerek kullanışlı hale getirebilir.

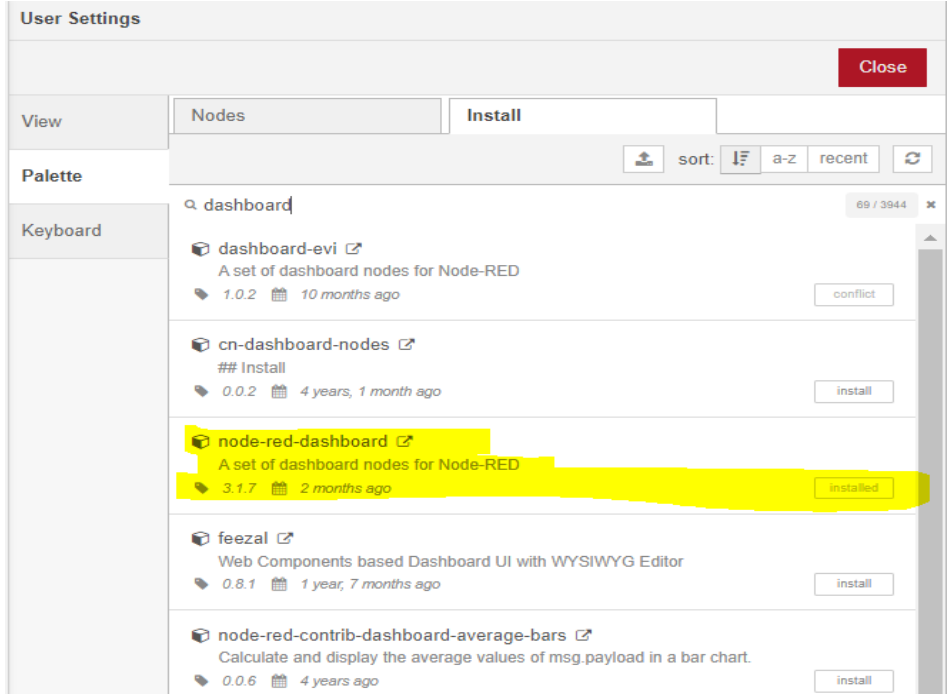


Şekil 62 Node-Red Dashboard Uygulama Geliştirme

Node-Red bağlantısı web üzerinden gerçekleştirilmektedir. Node-Red içerisinde menü seçeneklerinden ManagePallet sekmesine girildiğinde mevcut durumda yüklü olan ve yüklenebilecek farklı kütüphanelere erişim sağlanabilir. Node-Red Dashboard seçeneği ise bu kütüphanelerden biridir ve Görsel 31'deki gibi indirilir.



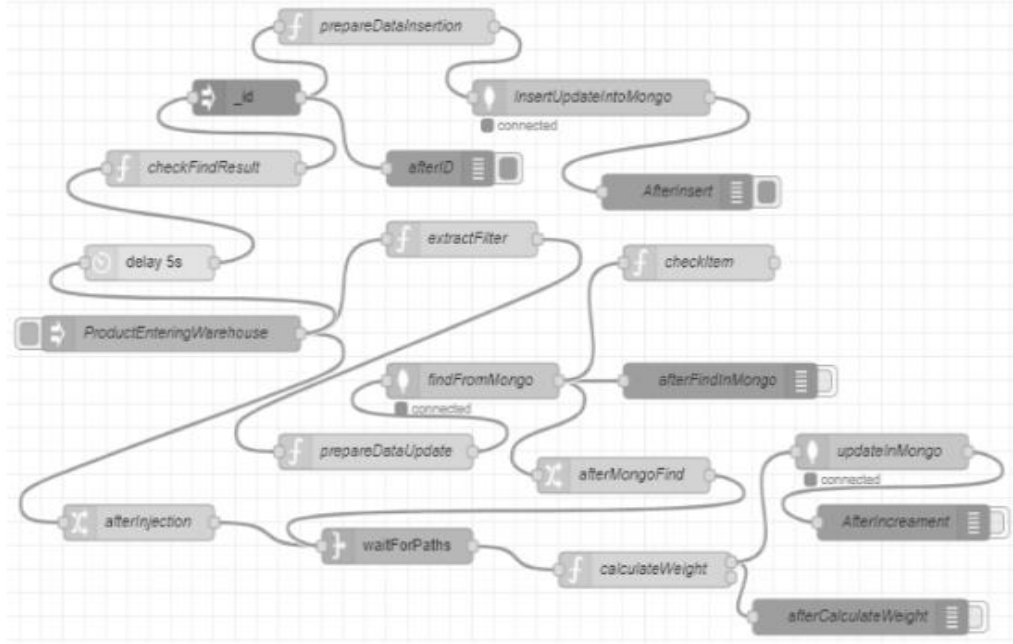
Kullanım için sol kısımdaki nesnelere menüsüne dashboard kullanım nesneleri gelecektir. Bu sayede No-Code mantığı ile sadece akış yönetimi ile geliştirme sağlanabilir.



Şekil 63 Node-Red-Dashboard Nesne Yükleme

Node-Red bir.exe uygulaması olarak çalışmak yerine Node.js üzerinde bir localhost bağlantısı ile internet üzerinden erişilen adresle çalışır. Aynı zamanda bilgisayarın CMD ekranında tüm işlemler kayıt edilerek ilgili sistemle olan bağlantısı devam eder. Örnek bir Node-Red akış diyagramı Görsel 32'deki gibidir. NC – No Code mantığı ile geliştirilen Node-Red programı içerisinde tamamen akış diyagramına bağlı olarak program yazılmaktadır.

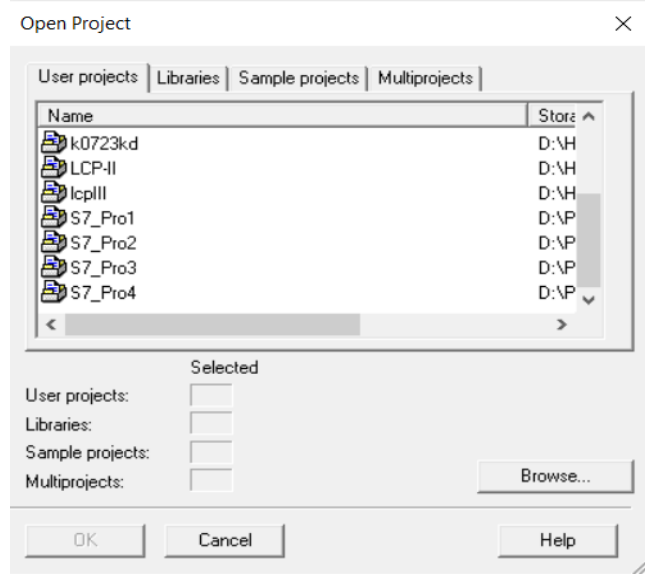




Şekil 64 Örnek Node-Red Akış Diyagramı (Mostafa et al, 2022)

### 3. STEP7 SIMATIC Manager

STEP-7 yani SIMATIC MANAGER olarak bilinen program bir uygulamadır. Kişisel veya endüstriyel bilgisayarların CPU ile buna bağlı olarak tüm PLC ile haberleşmesini, bağlantısını ve kontrolünü sağlayan uygulamadır. STEP-7 uygulamasını bilgisayarınızda açarak herhangi bir Siemens S7-300 ailesinden herhangi bir CPU'ya ethernet veya profibus bağlantısı üzerinden bir PG Adaptör ile bağlandığımızda PLC İçeriğindeki I/O modüllere, CPU içerisindeki yazılıma, PLC 'ye bağlı olan tüm sürücü ve sensörlere kısaca tüm sisteme bağlanabiliriz. Simatic Manager uygulaması ile bütün PLC 'lerin yedeklerini alabilir bilgisayarımızda güvenli bir şekilde depolayabiliriz. Olası bir sistem arızasında veya güncelleme gerektiren bir durumda eski yedekleri tekrar yükleyebiliriz. Bu sayede Simatic Manager bize kısıtlı zaman aralığında çalışmak yerine geliştirme yapacağımız herhangi bir PLC Projesini alıp üzerinde çalışmamıza imkan verir. Görsel 33 'te göreceğimiz gibi geçmiş projeleri depolayabilir istediğimiz zaman kaynağından seçerek açabiliriz. Simatic Manager içerisinden bağlanmış olduğumuz PLC programında çevrimiçi olabilir anlık olarak veri akışını takip edebiliriz.



Şekil 65 SIMATIC MANAGER Geçmiş Proje Açma

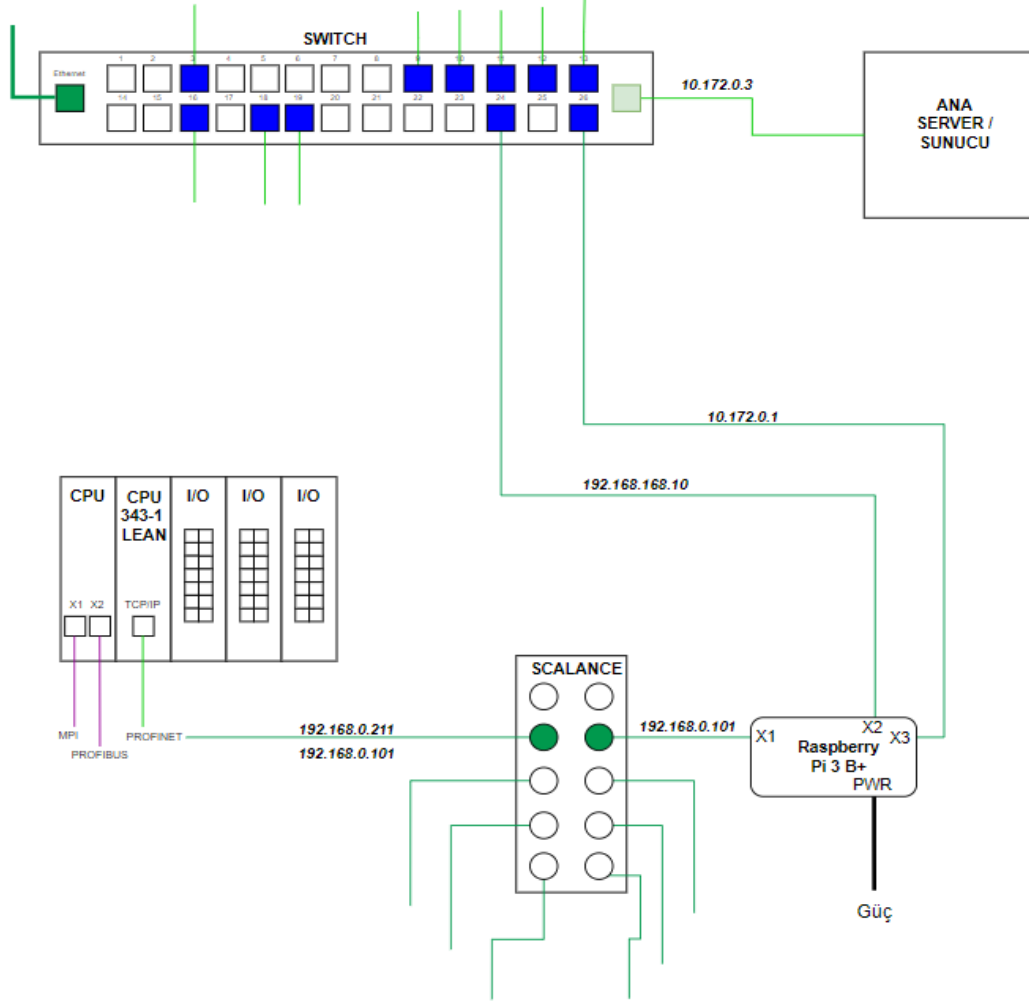
Bu çalışmamızda, SIMATIC MANAGER programında ilgili ısıtma işlem robotik sistemine bağlı olan PLC programını kullanarak Datablock içerisindeki DB.DBW.... adresler üzerinden veri erişimi ve kontrolü sağlayacağız. Bunun için Node-Red yazılımı içerisinde PLC adresini tanımlayacağız.

## V. UYGULAMA

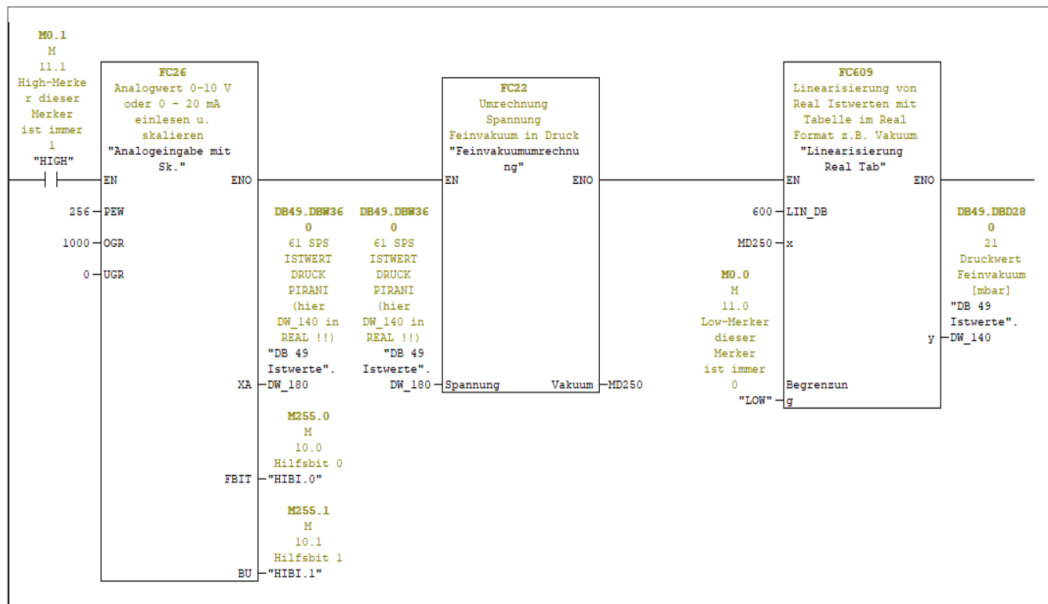
Çalışmamız Şekil 63'te bulunan akış diyagramına göre işlemektedir. Buna göre öncelikle çalışan PLC Sistemi üzerinden SIMATIC MANAGER yardımı ile program izlenerek Datablock içeriğindeki DB adresleri belirlenir. Buna göre belirlenmiş olan Datablock adresleri Çizelge 11'de gösterildiği gibidir. Çizelge 11 'de yer alan DB adres ve Çizelge 12 'de yer alan IP adresleme değerleri Node-Red yazılımı içerisinde yerleştirilerek sistem tamamlanacaktır.

Şekil 63 mevcut olan CPU bağlantısını Robot Kontrol paneli içerisinde bulunan Scalance Ethernet erişim çoklayıcı üzerinden Raspberry Pi bağlantısını ve Raspberry Pi üzerinden ise Ana Sunucu Switch portuna veri akışını buradan ise Ana Sunucuya erişimini göstermektedir. Burada PLC ve İçerisinden veri almak için gözlem yapmak amacı ile kullanacağımız STEP-7 SIMATIC MANAGER uygulaması, Raspberry Pi içerisinde Node-Red ve Ana Sunucu üzerindeki SQL Server uygulamaları önem arz etmektedir. Bu uygulamaların birbiri ile olan bağlantısı ve veri alışverişi görülmektedir.

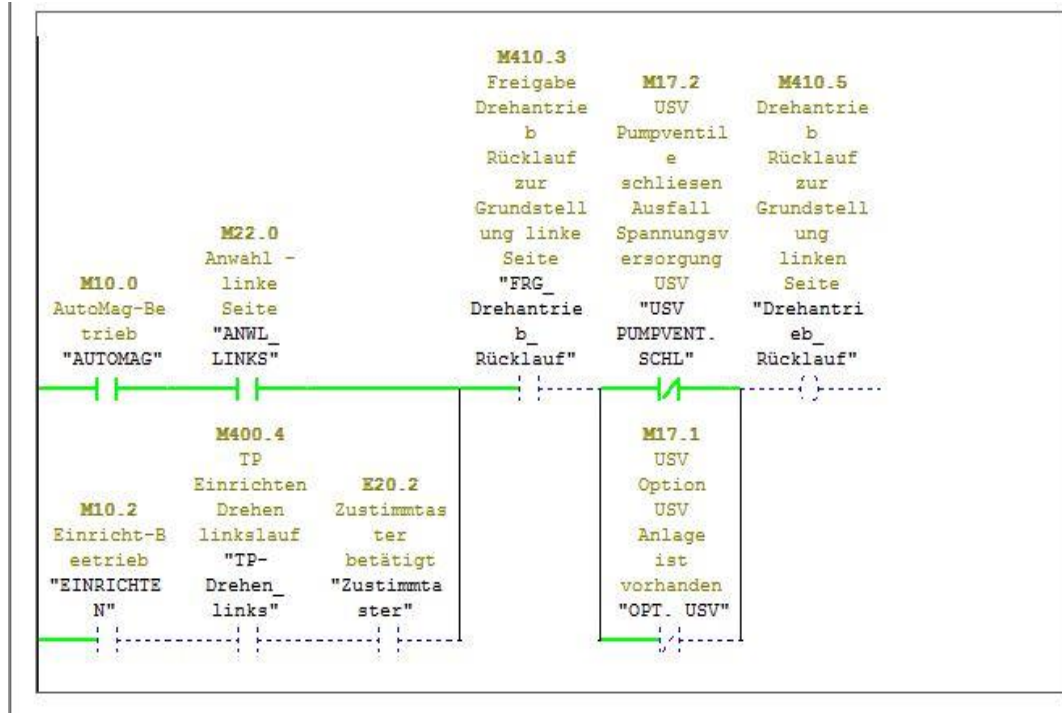
PLC içerisinden alınan Çizelge 11 'deki veriler sistem çalışması esnasında çevrimiçi gözlemler yapılarak elde edilmiştir. Bu gözlemler Ladder diyagramların oluşturduğu FC ve FB Fonksiyon bloklarında gerçekleşmiştir. Örnek bir Ladder diyagram ve içerisindeki DB adresin fonksiyondaki çıkış işlemi gerçekleştirme görüntüsü Görsel 34 'teki gibidir.



Şekil 66 Sistem Kontrol Diyagramı

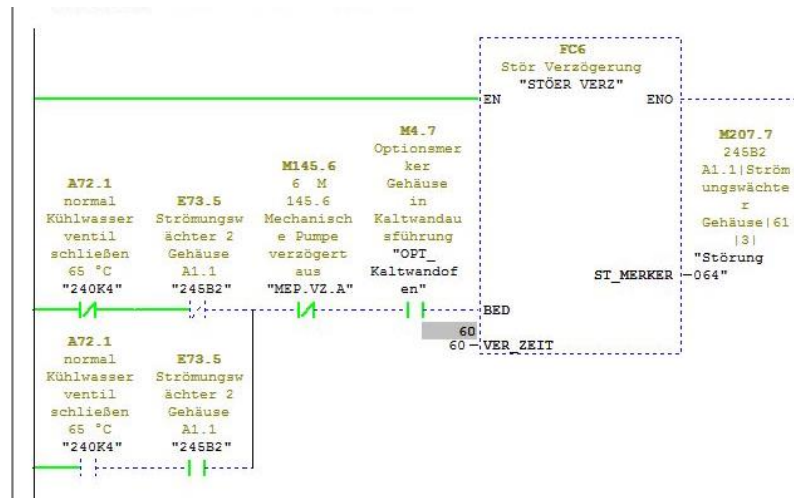


Şekil 67 FC40 İçerisinden Ladder Diyagram Görüntüsü



Şekil 68 FC72 İçerisinden Çevrimiçi Ladder Akış Görünümü

Görüldüğü üzere burada bir çok proses sonucu birbirine bağlı olan farklı Fonksiyon blokları içerisine girmiştir. Tetikleyici set ve reset noktalarında ise DB adresler görülmektedir. Görsel 35 ve Görsel 36'da ise çevrimiçi olduğu anda ki sanal enerji akışı ve sistemdeki çalışma değerleri görülebilir. Görsel 35'te CPU içerisindeki PLC Ladder diyagramı sayesinde Açık ve Kapalı kontaklar oluşturulmuş sanal Merkel bitleri ile gerçek giriş-input değerleri birlikte kullanılmıştır. M410.5 olarak kullanılan sanal değer ise bir çıkışı temsil etmektedir.



Şekil 69 FC6 Blok Tetikleme Ladder Diyagramı Çevrimiçi Gözlem

Datablock içerisinde DB Adresleri belirlenirken sistemde 7 ayrı CPU ve proje olduğunu göz önünde bulundurmalıyız. Her fırın için belirlenen DB adresleri tekrarlamaktadır. Önemli olan bağlı buldukları CPU adreslerinin verilerin çekileceği Node-Red yazılımının akış diyagramında S7 PLC bağlantısında belirtilmesidir. Bu sayede her defasında ayrı veri değeri çekilecektir. Veri çekme işleminde kullanacağımız 1 Robot ve 6 Fırın için PLC Projesi içerisinde öğrenilmiş olan Ethernet IP Adresleri Çizelge 12 ‘deki gibidir.

Çizelge 8 PLC’den Alınmış Veri Adresleri

<b>Cihaz</b>	<b>Veri Adresi</b>	<b>Veri Tanımlama</b>
Parça Yükleme Robotu	DB22.DBB50	Parça Yükleme Robotu İç Sıcaklık Değeri
Parça Yükleme Robotu	DB22.DBB40	Parça Yükleme Robotu İç Basınç Değeri (mBar)
Parça Yükleme Robotu	DB48.DBX55.4	Şarj Döngüsü Başlatma
Parça Yükleme Robotu	DB48.DBX55.7	Bekleme Döngü Başlatma
Parça Yükleme Robotu	DB49.DBW66	Yükleme Yapılacak Fırın Gerçek Sıcaklığı
Parça Yükleme Robotu	DB49.DBW40	Parça Yükleme Robot Seyahat Süresi
Parça Yükleme Robotu	DB92.DBX30.3	Robot Çalışma Modu
Fırın-1	DB20.DBW18	Fırın-1 Anlık Güç Tüketimi kWh Cinsinden
Fırın-1	DB22.DBW50	Fırın-1 İç Sıcaklık Değeri
Fırın-1	DB48.DBX55.0	Parça Isıtma Döngü Başlatması
Fırın-1	DB48.DBX55.6	Döngü Bitişi
Fırın-2	DB20.DBW40	Fırın-2 Toplam Su Tüketimi Son Sayaç-İlk Sayaç Değeri
Fırın-2	DB22.DBW50	Fırın-2 İç Sıcaklık Değeri
Fırın-2	DB48.DBX55.0	Parça Isıtma Döngü Başlatması
Fırın-2	DB48.DBX55.6	Döngü Bitişi
Fırın-3	DB20.DBW18	Fırın-3 Anlık Güç Tüketimi kWh Cinsinden
Fırın-3	DB22.DBW50	Fırın-3 İç Sıcaklık Değeri
Fırın-3	DB48.DBX55.0	Parça Isıtma Döngü Başlatması
Fırın-3	DB48.DBX55.6	Döngü Bitişi
Fırın-4	DB20.DBW18	Fırın-4 Anlık Güç Tüketimi kWh Cinsinden
Fırın-4	DB22.DBW50	Fırın-4 İç Sıcaklık Değeri
Fırın-4	DB48.DBX55.0	Parça Isıtma Döngü Başlatması
Fırın-4	DB48.DBX55.6	Döngü Bitişi

Çizelge 11 (devamı)

Fırın-5	DB20.DBW18	Fırın-5 Anlık Güç Tüketimi kWh Cinsinden
Fırın-5	DB22.DBW50	Fırın-5 İç Sıcaklık Değeri
Fırın-5	DB48.DBX55.0	Parça Isıtma Döngü Başlatması
Fırın-5	DB48.DBX55.6	Döngü Bitişi
Fırın-6	DB20.DBW18	Fırın-6 Anlık Güç Tüketimi kWh Cinsinden
Fırın-6	DB22.DBW50	Fırın-6 İç Sıcaklık Değeri
Fırın-6	DB48.DBX55.0	Parça Isıtma Döngü Başlatması
Fırın-6	DB48.DBX55.6	Döngü Bitişi

Burada bilindiği üzere Siemens Scalance ethernet bağlantı çoklayıcı ile tüm sistem birbiri ile haberleşebilmektedir. Bu sayede Raspberry Pi sisteme ethernet bağlantısını Scalance üzerindeki herhangi bir porttan yaptığında mevcut durumdaki tüm cihazlara erişim sağlanmış olmaktadır. Çünkü her CPU Scalance bağlantısında ilgili portta adreslenmiştir. Çizelge 11 'de belirlenmiş olan DB adresler sadece örnek teşkil etmesi amacı ile seçilmiştir. Merkel bitleri de seçilerek 0 ve 1 durumları kontrol edilebilir veya direk bir giriş-input değeri sistemde okunabilir veya “ Force “ edilerek değiştirilebilir. Çalışmanın sadece biçimde anlaşılması için seçimler sınırlı tutulmuştur. Dilenirse daha geniş kapsamlı bir çalışma ile PLC içerisindeki veri değerleri incelenip gözlemlenerek aktif çalışma süresi, kapı açılma süresi, emniyet devre dışı kalma süreleri, Fırın içi sıcaklık-basınç-su tüketimi değerleri, Sıcaklık ve basınca göre artım ve düşüm trend grafikleri gibi analizlerde ortaya konulabilir.

Çizelge 9 PLC Projesinden Alınan IP Adresler

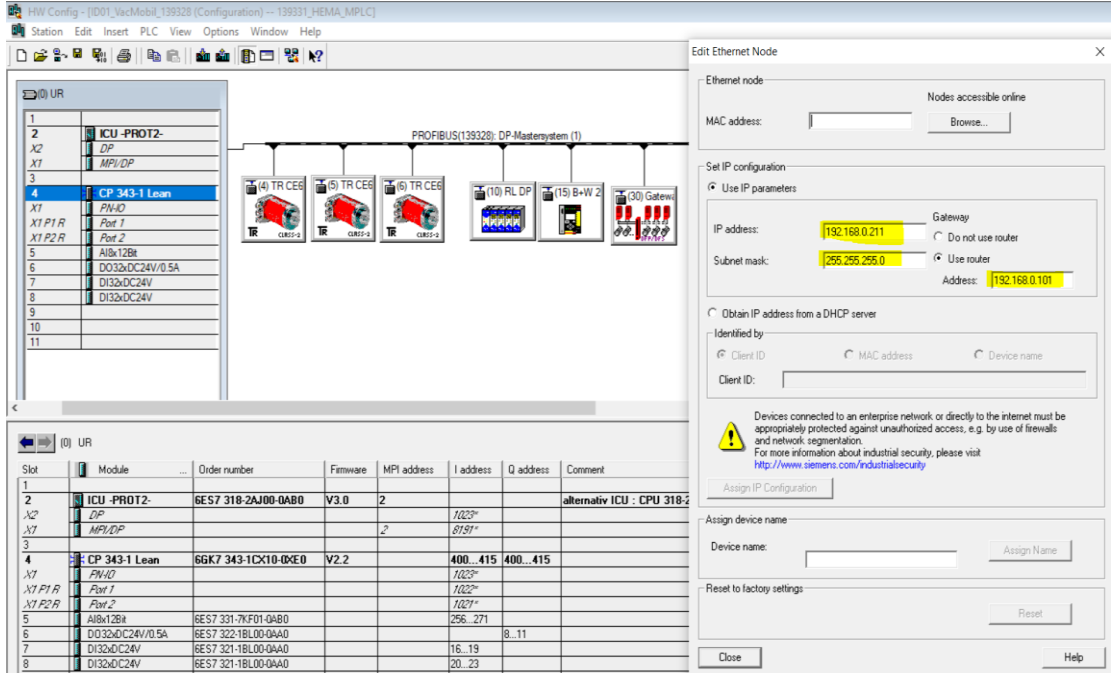
<b>Robot</b>	IP Adres	192.168.0.211
	Subnet Mask	255.255.255.0
	Gateway	192.168.0.101
<b>Fırın-1</b>	IP Adres	192.168.0.13
	Subnet Mask	255.255.255.0
	Gateway	Don't Use Router
<b>Fırın-2</b>	IP Adres	192.168.0.16
	Subnet Mask	255.255.255.0
	Gateway	Don't Use Router

Çizelge 12 (devamı)

<b>Fırın-3</b>	IP Adres	192.168.0.19
	Subnet Mask	255.255.255.0
	Gateway	Don't Use Router
<b>Fırın-4</b>	IP Adres	192.168.0.22
	Subnet Mask	255.255.255.0
	Gateway	Don't Use Router
<b>Fırın-5</b>	IP Adres	192.168.0.25
	Subnet Mask	255.255.255.0
	Gateway	Don't Use Router
<b>Fırın-6</b>	IP Adres	192.168.0.28
	Subnet Mask	255.255.255.0
	Gateway	Don't Use Router

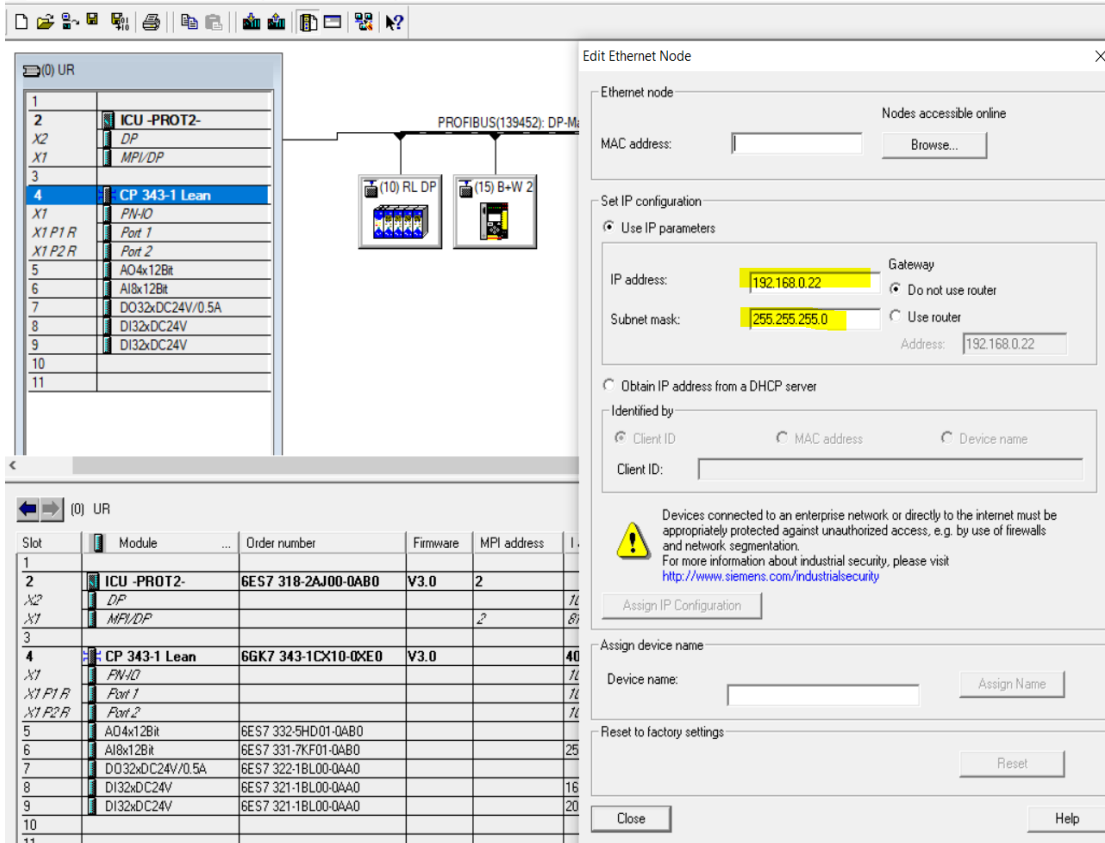
PLC Programı içerisinde Siemens CP343-1 modülü ile CPU'ların nasıl adreslendiği ise Görsel 37'deki gibi görülebilir. Görsel 37 'de Robot IP Adresleri ve bağlantı adresleri görülmektedir. Bu sayede proje içerisindeki diğer tüm bileşen CPU bağlantılarına Hardware Configuration menüsünden girilerek CP343-1 Lean modülü üzerinden " Edit Ethernet Node " penceresi seçilerek erişilmiş ve mevcut sistemin IP Adresleri belirlenmiştir. Görsel 38 'de ise Fırın-4'e ait IP değerlerini görebilirsiniz. Bu IP Adreslere göre ise Siemens Scalance üzerinden bağlantı kuran Raspberry Pi cihazı içerisinde çalıştırılan Node-Red yazılımına erişim bilgileri girilmiştir. Ana Kontrol Paneli Robot paneli üzerinde olduğundan robota Router bağlantısı verilerek tüm sistem erişimi için Gateway açılmıştır. Bu proje geliştiricisinin gerektiği zamanlarda uzaktan bağlantı yapabilmesi için kullanmak isteyeceği bir çalışmadır. Fakat diğer fırınlarda Router kullanımı ile yönlendirici IP Adresi girilmemiştir. Tüm sistem birbirine halihazırda SCALANCE cihazı yardımı ile bağlıdır yani kullanıcı Robota bağlandığında aynı zamanda mevcut ağ üzerindeki tüm sisteme erişmiş olacaktır. Raspberry Pi için ise mini bilgisayara bağlanmış olan ethernet bağlantısı sonrası CMD ekranı açılarak " arp-a " yazılarak Dynamic olarak atanmış olan IP Adresi görülebilir. Bu IP Adresleri ayarlanabilir ve isteğe göre değiştirilebilir. Mevcut durumda bizim Raspberry Pi modelimizde ki IP Adresimiz 192.168.168.10 olacaktır.





Şekil 70. Robot PLC Projesi Ethernet Node Adresleme Yöntemi

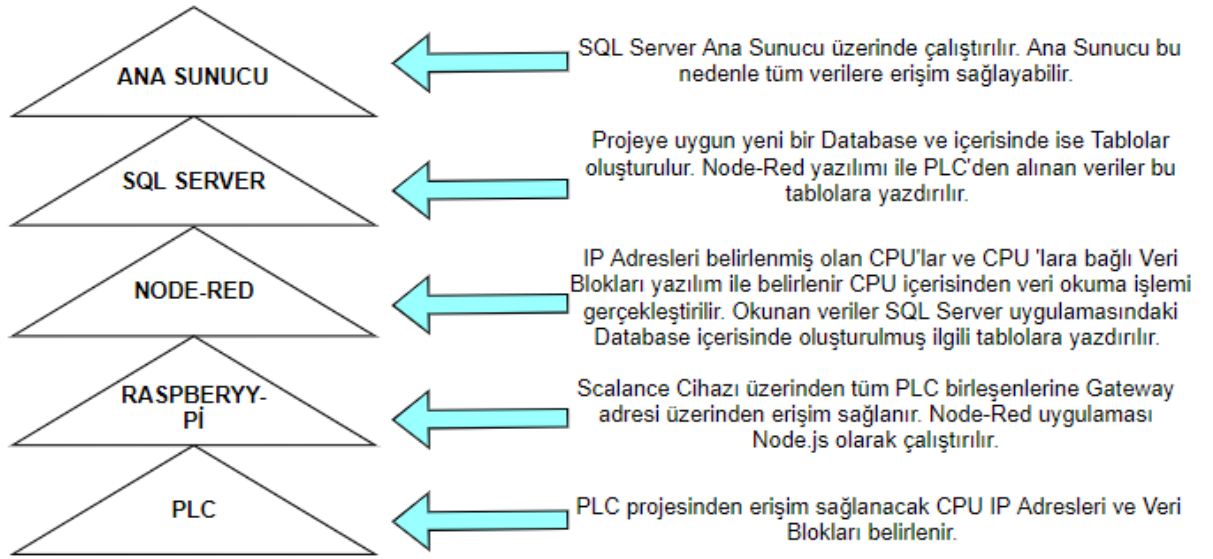
Raspberry Pi içerisinde çalışacak olan Node-Red programının aynı zamanda çekmiş olduğu verileri bir noktada depolaması gerekmektedir. Bu depolama işlemi yapılacak olan çalışmanın türüne göre değişiklik gösterebilir. Örnek olarak çalışmamızda aldığımız verileri işleyerek gün sonu raporuna veya gün özeti raporuna dönüştürmek istersek bu depoladığımız verileri farklı proseslerden geçirerek işleme tabii tutabiliriz. Fakat biz bu çalışmamızda sadece verileri PLC Sistemden alarak ortak kullanıcıların erişim sağlayabileceği Ana Sunucu içerisine göndereceğiz. Burada sunucu içerisindeki Veri Depolama merkezleri sayesinde alınmış olan veriler kullanıcı hizmetlerine sunulabilir. Çalışmamızın genel çalışma mantığına ilişkin diyagram Şekil 64'teki gibidir.



Şekil 71 Fırın-4 PLC Projesi Ethernet Node Adresleme Yöntemi

Şekil 63'e göre Çizelge 12 ve Çizelge 11 'de belirtilen CPU adresleri ve her bir CPU içerisinde erişim sağlanması gereken belirlenmiş olan Veri Blokları değerleri görülebilir.

Raspberry mini bilgisayarı içerisinde Scalance cihazı üzerinden bağlantı yapılabilmesi için IP Adresi alınmış olup Gateway adresinden bağlantı sağlanmıştır. Raspberry-Pi içerisinde çalışması gereken Node-Red yazılımının akış diyagramı ve görüntü çıktısı ise aşağıdaki gibidir.



Şekil 72 Çalışma Temel Diyagramı

Elektrik kontrol panosu içerisinde CPU - I/O Modül - CP343-1 Lean ve Scalance Cihaz bağlantıları Görsel 39 'da görüldüğü gibidir.



Şekil 73 Pano İçerisinden CPU-I/O Modül-CP343-1 Lean-Scalance Bağlantı Görüntüsü

PLC tarafında veri belirleme işlemleri ve donanım kurulumları, Raspberry-Pi adresleme değerleri yukarıda anlatılmıştır. Çalışmamız Raspberry-Pi içerisinde çalışacak olan Node-Red programında belirtilmiş olan PLC verilerinin erişimi ve daha sonra bu verilerin Ana Sunucu üzerindeki SQL Server içerisine yazılımı gösterilecektir.

Node-Red akış diyagramlarına göre gerçek zamanlı veri transferi sağlanabilen bir yazılımdır. Yazılım açılışı CMD satırları içerisinde Node-Red komutu verilmesi ile olmaktadır. Daha sonra Web üzerinden Localhost:1880 adresine erişerek akış başlatılır.

Node-Red içerisinde her uygulamaya özel oluşturulmuş kütüphaneler bulunmaktadır. Bizim çalışma yapacağımız S7-300 sistem için S7 PLC içerisinden veri okumak ve PLC erişimi için gerekli nesnelerin Node-Red Akış Diyagramı nesnelere içerisinde yer alması için Görsel 41'deki gibi Node-Red S7-Contrib kütüphanesini indiririz.

```
node-red
Microsoft Windows [Version 10.0.19042.1466]
(c) Microsoft Corporation. Tüm hakları saklıdır.

C:\Users\Pc>Node-Red
10 Jul 13:09:00 - [info]

Welcome to Node-RED
=====

10 Jul 13:09:00 - [info] Node-RED version: v2.2.2
10 Jul 13:09:00 - [info] Node.js version: v16.15.1
10 Jul 13:09:00 - [info] Windows_NT 10.0.19042 x64 LE
10 Jul 13:09:07 - [info] Loading palette nodes
10 Jul 13:09:13 - [info] Settings file : C:\Users\Pc\.node-red\settings.js
10 Jul 13:09:13 - [info] Context store : 'default' [module=memory]
10 Jul 13:09:13 - [info] User directory : \Users\Pc\.node-red
10 Jul 13:09:13 - [warn] Projects disabled : editorTheme.projects.enabled=false
10 Jul 13:09:13 - [info] Flows file : \Users\Pc\.node-red\flows.json
10 Jul 13:09:13 - [info] Server now running at http://127.0.0.1:1880/
10 Jul 13:09:13 - [warn]

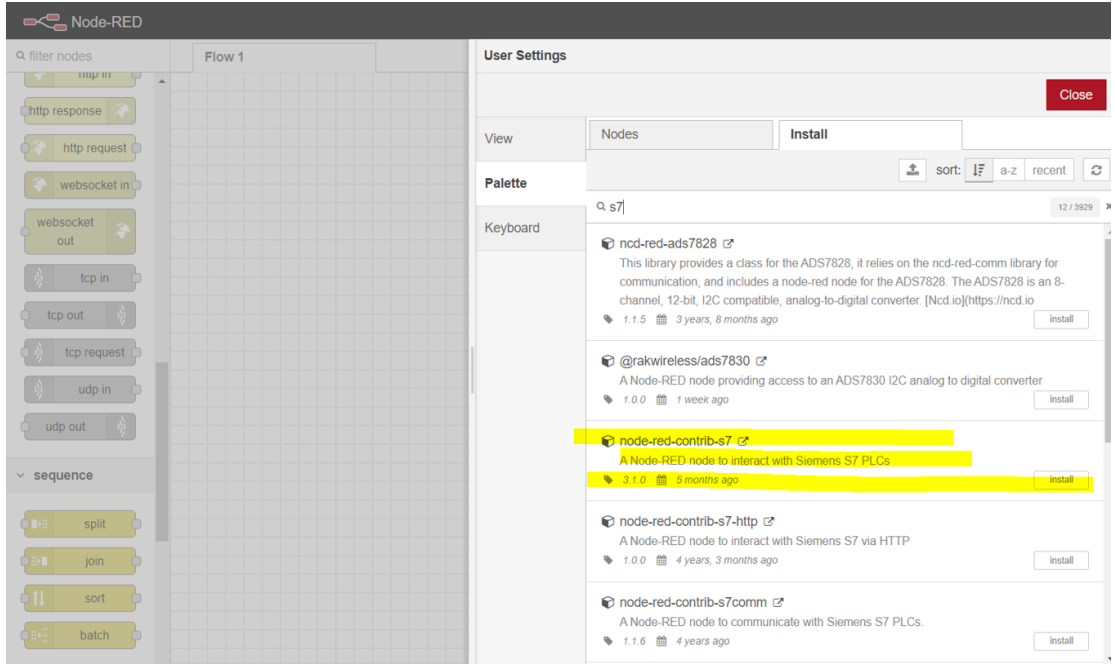
-----
Your flow credentials file is encrypted using a system-generated key.

If the system-generated key is lost for any reason, your credentials
file will not be recoverable, you will have to delete it and re-enter
your credentials.

You should set your own key using the 'credentialSecret' option in
your settings file. Node-RED will then re-encrypt your credentials
file using your chosen key the next time you deploy a change.
-----

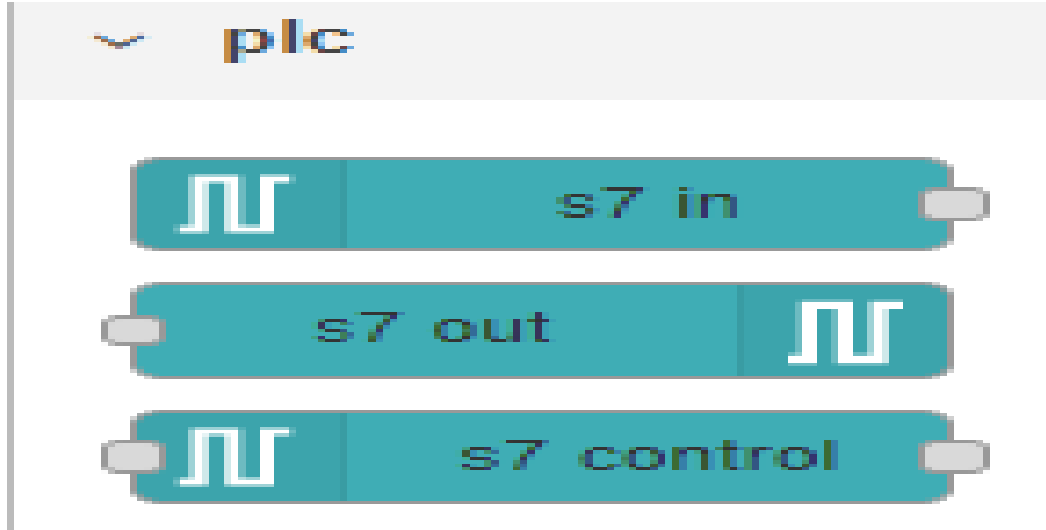
10 Jul 13:09:13 - [info] Starting flows
```

Şekil 74 Node-Red CMD Ekrandan Açılımı



Şekil 75 Node-Red S7-Contrib Kütüphanesinin İndirilmesi

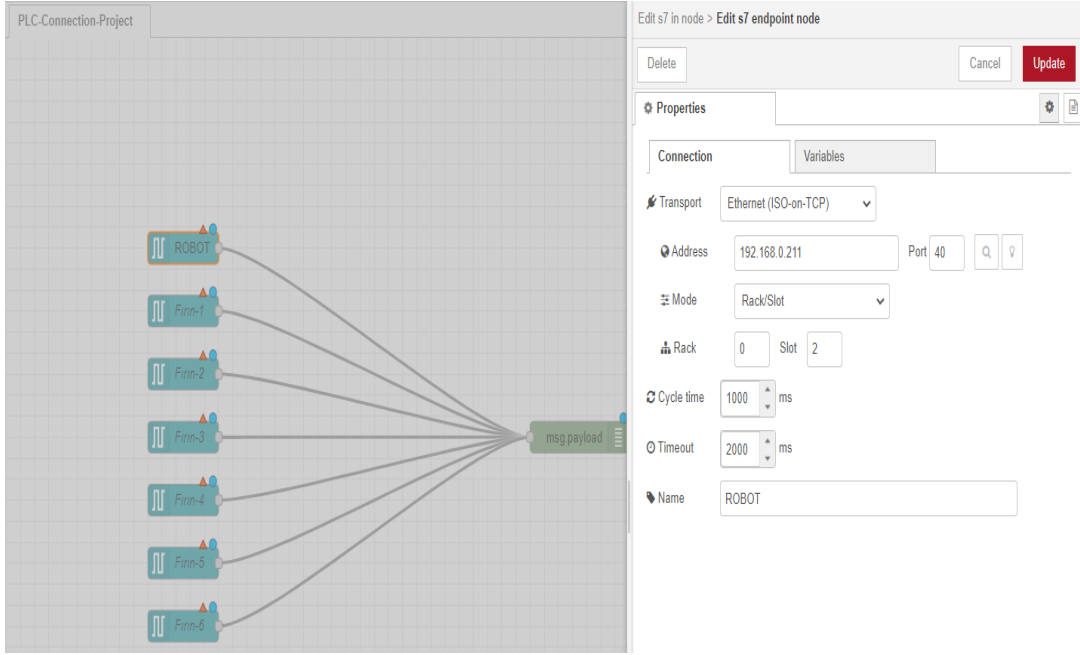
Görsel 41 'deki gibi ilgili kütüphanenin indirilme işleminden sonra sol taraftaki akış diyagramlarında kullanılmak üzere bekleyen nesnelere arasında Görsel 42'deki gibi S7 ile ilgili 3 ayrı nesne görseli oluşur.



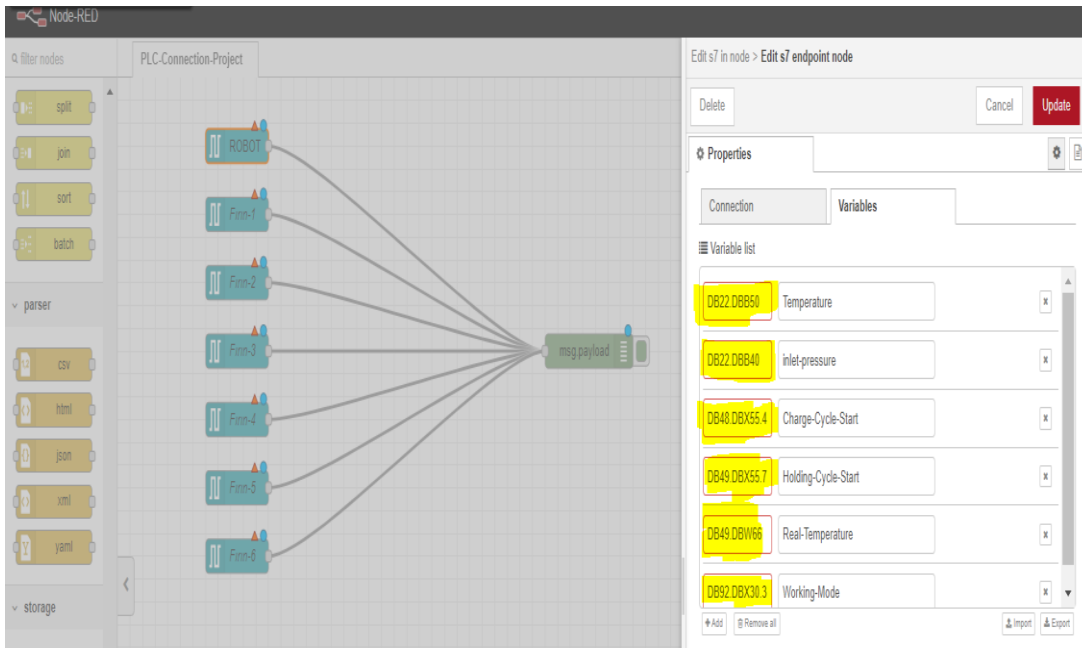
Şekil 76 Node-Red PLC Nesneleri

3 Ayrı Node-Red Nesnesi S7 içerisinde Veri Okumak – Veri Yazmak ve Veri Kontrolü olarak 3 ayrı kullanım şekline sahiptir. Biz çalışmamızda “ S7-in “ Nesnesini kullanacağız.

Node-Red içerisinde oluşturulmuş olan PLC Temel Akış diyagramımız ise Görsel 43 ve Görsel 44'deki gibidir;



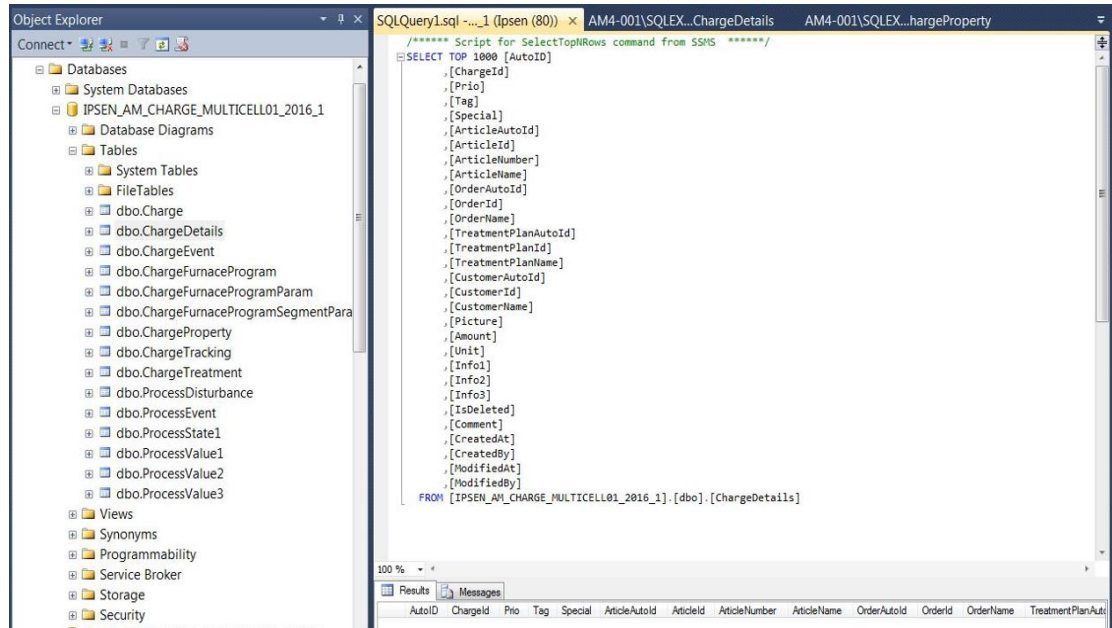
Şekil 77 Node-Red S7-Read Object – CPU Adresleme



Şekil 78 -Red CPU'dan Okunacak Veri Adreslerinin Girişi

Görsel 43 'te görüleceği üzere Node-Red yazılımı içerisinde tüm CPU adres değerleri tek tek tanımlanır. Sistemde aktif olarak bağlantı sağlayacağımız 1 Robot ve 6 Adet fırın olduğundan toplam 7 ayrı CPU IP Adresleri, slot bağlantı noktaları,

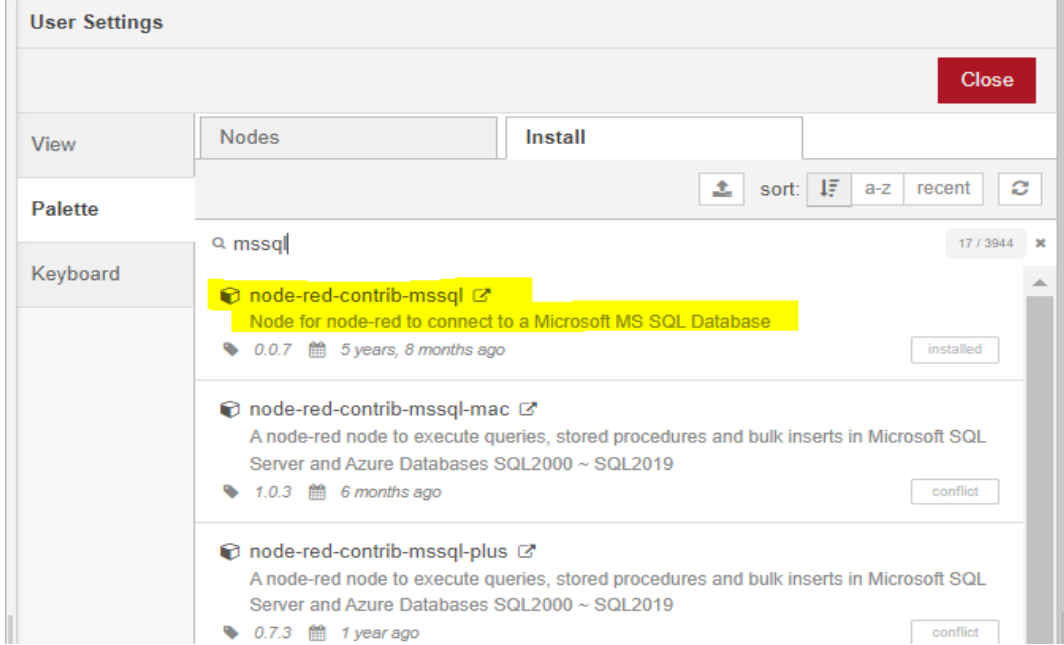
port bilgileri girilerek tanımlanır ve her CPU içerisinde bulunan Veri blokları için DB adresleri Variables kısmından doldurularak tanımlanır. 7 ayrı S7-in nesnesi Robot, Fırın-1, Fırın-2, Fırın-3, Fırın-4, Fırın-5, Fırın-6 olarak adlandırılır. Daha sonra msg.payload olarak belirtilen nesne her PLC çıkışına eklenerek debug etkisi ile bir tetikleyici mantığında süreye bağlı olarak çevrim oluşturulmasını sağlar. Node-Red içerisinde mevcut sistemdeki SQL Server tanımlaması gerekmektedir. Robot ana kontrol panelinde hali hazırda mevcut sistem tarafından kullanılan SQL Server bulunmaktadır. Robot panelindeki bilgisayarda olan SQL Server mevcut kontrol sisteminin veri depolama ve yönetimi için kullanılmaktadır. Raspberry Pi içerisinde bulunan Node-Red uygulaması ise erişim sağlanmış olan verileri Ana Sunucu sistemde bulunan SQL Server da veri depolama ve yönetimi işlemini yapmaktadır. Mevcut Robot Panelindeki SQL Server Database-Veritabanı ve bu Veri tabanı içinde oluşturulmuş Tablo-Table görüntüsü Görsel 45'teki gibidir. Node-Red uygulaması içerisinde node-red-contrib-mssql kütüphanesini yükleyerek kullanmakta olduğumuz Node-Red içerisine MsSQL uzantıları eklemiş oluruz. SQL çeşitli kullanım uygulamaları olan bir veri tabanı ve veri yönetim programıdır. MsSQL, T-SQL, SQLite, PostgreSQL bazı SQL çeşitleridir. Yazılım ile MsSQL veri tabanını birbiri ile ilişkilendirirken Server Adı, Tablo Adı, Sunucu Şifreleri ve Domain bilgilerinin girilmesi gerekmektedir.



Şekil 79 SQL Server Database Görünümü – Ana Kontrol Paneli



MsSQL ile Veri depolama işlemlerimizi güven ve bütünlük içerisinde sağlarken sorgulamalar ile tablolar ile kontrol altına aldığımız verilerin güncellenmesini, değiştirilmesini, okunmasını ve yönetimini sağlayabiliriz. SQL Server uygulamasını, SQL Server Management uygulaması ile kullanabiliriz.



Şekil 80 Node-Red MsSQL Kütüphane Yüklenmesi

Node-Red içerisinde S7 PLC bağlantısının oluşturduğu diyagramı Görsel 43 ve Görsel 44 'de görebilirsiniz. Görsel 45'te ise S7 içerisinden okunan her bir verinin ayrı ayrı SQL bağlantısı içerisinde veri tabanlarına ve tablolara yerleşimi gösterilmektedir. Örnek vermek gerekirse bu çalışma için SQL içerisinde Node-Red\_PLCS7 adı altında yeni bir Database oluşturulmuştur. Bu Database içerisinde Robot, Fırın-1, Fırın-2, ..., Fırın-6 olarak tablolar Görsel 47'deki gibi oluşturulmuştur.



	DB22.DBB50	DB22.DBB40	DB48.DBX55.4	DB48.DBX55.7	DB49.DBW66	DB49.DBW40	DB92.DBX30.3
▶	273	188	1	0	320	1889	3
	286	175	1	0	317	1995	3
	247	168	1	0	255	1547	2
	274	195	0	1	147	0	1
	255	172	0	1	300	1101	2
	232	155	1	0	310	788	3
	277	166	1	0	354	2015	3
	150	75	1	0	203	1440	3
	302	11	1	0	168	6700	2
	185	203	1	0	183	1108	3
	205	184	1	0	173	1280	3
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
*	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Şekil 81. SQL Server: Node-Red Veri Tabanı ve Tablolar

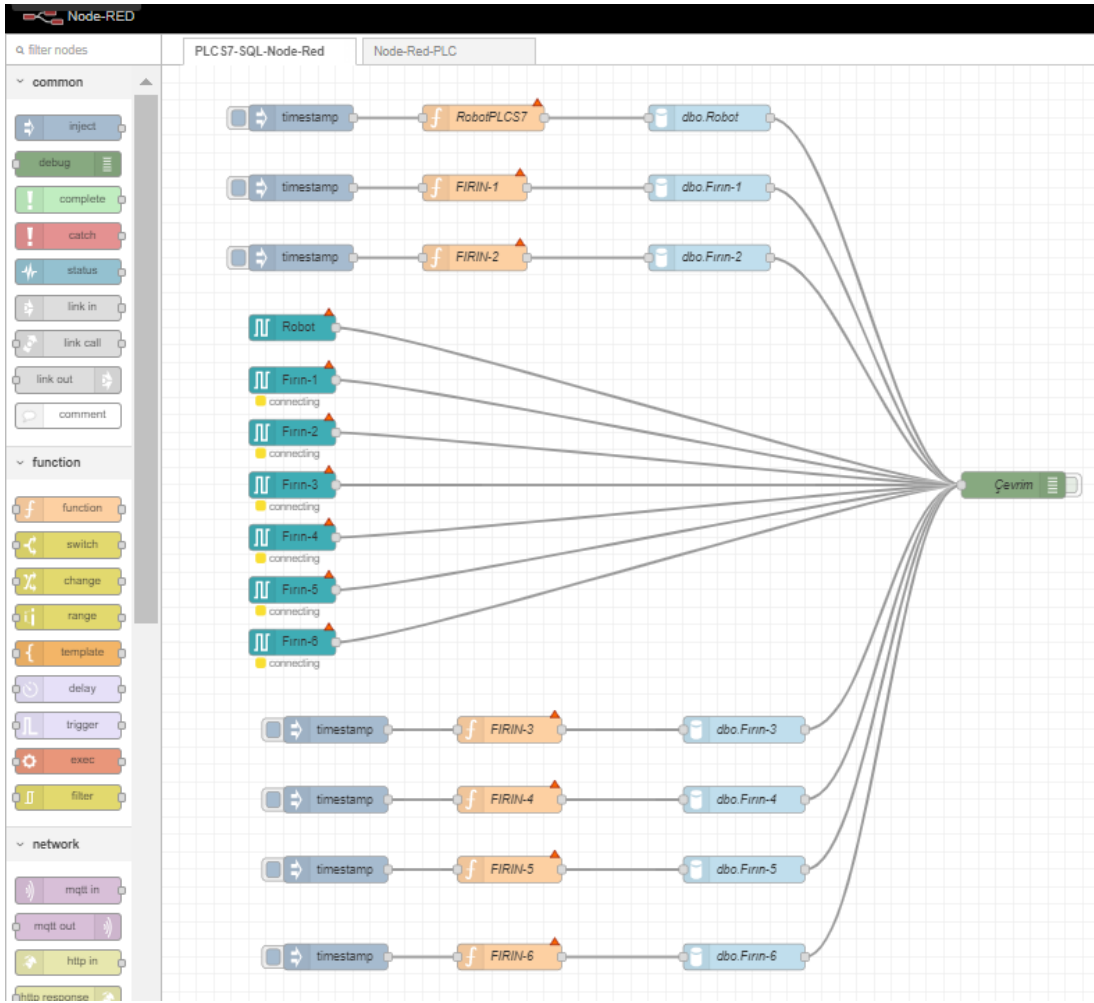
Hazırlanmış olan Node-Red akış diyagramı ise Görsel 48'deki gibidir. Buna göre S7-In Node-Red nesnesi ile bağlantı yapılacak her bir CPU IP Adreslerine göre belirtilmiştir. Her CPU içerisindeki Datablock adresler tespit edilerek kontrol sağlanacak veriler olarak PLC ayarlarına kaydedilmiştir. Ortak bir Çevrim nesnesi ile döngü içerisinde verilerin alımı sağlanmıştır. Alınan veriler “ timestamp “ nesnesi içinden Fonksiyon nesnelere ayrı ayrı aktarılmıştır. Önceden oluşturulmuş SQL içerisinde Veri Tabanında bulunan Tablolara özel SQL komutları ile aktarılmıştır. Belirtilen SQL komutu Görsel 49'daki gibidir.

```

1 //ROBOTPLC
2 pld = "Insert into [Node-Red_PLCS7].[dbo].[Robot]"
3 pld = "([DB22.DBB50],[DB22.DBB40],[DB48.DBX55.4],[DB48.DBX55.7],[DB49.DBW66],[DB49.DBW40],[DB92.DBX30.3])"
4 pld = pld+ "VALUES ('TEMPERATURE','PRESSURE','CHARGE CYCLE START','REST CYCLE START','REAL TEMP','TRAVELLING TIME','WORKING MODE')"
5
6 msg.payload = pld
7 return msg;

```

Şekil 82 Fonksiyon İçerisindeki Yazılım

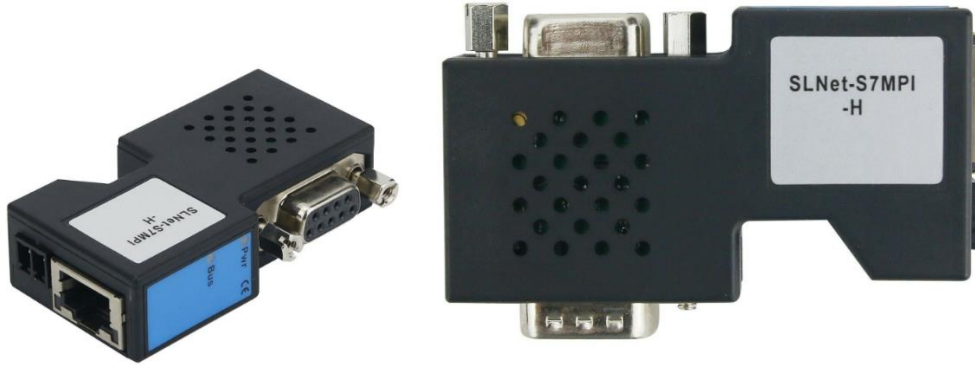


Şekil 83 Node-Red – SQL – PLC Akış Diyagramı

## VI. SONUÇLAR

Bu çalışmada Endüstri 4.0 kavramı kapsamında makinelerden veri erişimi ve uzaktan kontrol konusuna Node-Red yazılımı temelinde farklı bir yaklaşım geliştirerek çözüm sunulmaya çalışılmıştır. Mevcut koşullarda hala Türkiye içerisindeki fabrikalarda Endüstri 4.0 geçişi ve temel teknoloji kullanımları aktif değildir, buna bağlı olarak bir çok makine izlenebilir değildir. Ayrıca teknolojik altyapıda buna uygun değildir.

Normal şartlarda özellikle PLC ünitelerinden makinelere ait veri erişimi gerçekleştirmek istendiğinde haberleşme alt yapısı ve protokollere bağlı olarak bir çok farklı bağlantı ve iletişim aracı kullanılması gerekiyor iken bu çalışmada anlatılan yöntemler araçları devre dışı bırakarak sadece donanım olarak Raspberry Pi kullanılarak PLC erişimine imkan vermektedir. Çin veya Almanya menşeli CPU haberleşme noktasının MPI portuna bağlantı gerçekleştirerek MPI – TCP/IP dönüşümü sağlayan ara kullanım aparatı Görsel 50 ‘de gösterildiği gibidir.



Şekil 84. MPI – TCP/IP Dönüştürücü

Bu tezde ise teknolojik altyapı uygun olmasa dahi geliştirmelerin mümkün olduğu gösterilmiş Siemens marka kullanımı en yaygın olan ve oldukça eski bir model sayılan S7-300 PLC serisinden veri erişimi sağlanmıştır. Aynı zamanda PLC sistemlerin haberleşme altyapıları, PLC sistemlerin detaylı incelenmesi, Proje kurulumları ve saha koşulları, teknik proje detaylarına ve yazılım tarafında Node-Red ve SQL Server temel kullanım biçimlerine yer verilmiştir. Görsel 50 ‘de bulunan

ürünün kullanılmaması Endüstri 4.0 ve Dijital Dönüşüm kapsamında yürütülen projelerde maliyet açısından %453 kar sağlamaktadır. Ayrıca CPU'larda MPI port çıkıştan veri erişiminde TCP/IP Dönüşümüne yeni bir yöntem getirmiştir.

Raspberry Pi gibi geliştirilme amacı uygun koşullarda programcılığı özendirmek olan bir ürününde bu çalışmada kullanımı sağlanmıştır. Sonuç olarak Ana Sunucuya aktarımı sağlanan tüm veriler Görsel 51'de görüleceği üzere takip edilebilir.

The image shows two overlapping software windows. The top window is 'OPC Quick Client - Untitled \*' displaying a tree view of data points and a table of values. The bottom window is 'Microsoft SQL Server Management Studio' showing a query window with a SQL query and a results grid.

Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality	Update
PL2498_Statistics					
PL2498_System					
PL2498.PL2498	Float	10	22:20:29.912	Good	1
PL2498.PL2498_System	Float	2	22:20:29.912	Good	1
PL2499_Statistics					
PL2499_System					
PL2499.PL2499	Float	19188	22:20:29.912	Good	1
PL2499.PL2499_System	Float	100089	22:20:29.912	Good	1
PL2499.PL2499	Float	1	22:20:29.912	Good	1
PL2499.PL2499_System	Float	0	22:20:29.912	Good	1
PL2499.PL2499	Boolean	1	22:21:36.228	Good	2
PL2499.PL2499_System	Word	344	22:20:29.922	Good	1

ID	DATA_1	DATA_2	DATA_3	DATA_4	ARIZA	ZAMAN	SURESN	VARDIYA	ACIKLAMA	HATA	EK_1	EK_2	EK_3
1	45205	0	1	0	0	NULL	2022-04-12 13:44:48.990	NULL	NULL	NULL	100089	2	10
2	45204	0	0	0	0	NULL	2022-04-12 13:43:20.423	1217	1	NULL	100089	2	10
3	45203	0	1	0	0	NULL	2022-04-12 13:23:03.927	NULL	NULL	NULL	100089	2	10
4	45202	0	0	0	0	NULL	2022-04-12 13:21:40.480	1172	1	NULL	100089	2	10
5	45201	0	1	0	0	NULL	2022-04-12 13:02:08.873	NULL	NULL	NULL	100089	2	10
6	45200	0	0	0	0	NULL	2022-04-12 13:01:04.610	1115	1	NULL	100089	2	10
7	45199	0	1	0	0	NULL	2022-04-12 12:42:29.123	NULL	NULL	NULL	100089	2	10
8	45198	0	0	0	0	NULL	2022-04-12 12:40:21.743	1182	1	NULL	100089	2	10
9	45197	0	1	0	0	NULL	2022-04-12 12:20:39.700	NULL	NULL	NULL	100089	2	10
10	45196	0	0	0	0	NULL	2022-04-12 12:18:33.680	1521	1	NULL	100089	2	10
11	45195	0	1	0	0	NULL	2022-04-12 11:53:12.270	NULL	NULL	NULL	100089	2	10
12	45194	0	0	0	0	NULL	2022-04-12 11:51:35.677	1056	1	NULL	100089	2	10
13	45193	0	1	0	0	NULL	2022-04-12 11:33:59.117	NULL	NULL	NULL	100089	2	10

Şekil 85. Ana Sunucu Üzerinden OPC Eklentili Veri Takip ve Kontrol Otomasyonu

Görsel 51'de aktarılan veri akış otomasyonu üzerinden Big Data yönetimi ile istenilen veriler işlenmek üzere analiz programlarına yönlendirilebilir veya son kullanıcılara bu veriler analiz grafikleri olarak yazılımla algoritmik hesaplamalar yaptırılarak sunulabilir. Big Data yönetiminin en önemli kısmını oluşturan Web Server erişimi sayesinde ortak sunucu tabanında olan kullanıcılar verilere ulaşabilir.

## VII. KAYNAKLAR

### KİTAPLAR

HANNEMAN, J., LOUNSBURY, B. Ve SİEGEL, S. (1995). **DeviceNet™: Physical Layer, Media and Power Capabilities, Allen-Bradley 1**, Ohio, Allen-Bradley

### MAKALELER

LEE, K.C., LEE, S. . ve LEE, M.H. (2003). “Remote Fuzzy Logic Control Of Networked Control System Via Profibus-DP”, **Industrial Electronics, IEEE Transaction**, sayı 50, ss. 784 – 792.

YİĞİT, C.H. (2020). “Endüstriyel Veri İletişim Sistemleri Ve Bir Profibus Uygulaması – Data Communication Systems And A Profibus Application”, **Araştırma Makalesi** cilt 1, Sayı 1, ss. 6-9.

SAAD, B. ve COTTET, F. (1997). “A Performance Analysis of Distributed Hard Real-Time Applications”, **Proc. IEEE int. Workshop Factory Communication System**, ss. 167-176

HAMDY, W., AL-AWAMRY, A. ve MOSTAFA, N. (2022). “Warehousing 4.0: A Proposed System Of Using Node-Red For Applying İnternet Of Things İn Warehousing”, **Sustainable Futures**, ss. 15-16

### ELEKTRONİK KAYNAKLAR

URL-1 “MODBUS Over Serial Line Specification and Implementation Guide V1.02”, ([https://modbus.org/docs/Modbus over serial line V1 02.pdf](https://modbus.org/docs/Modbus%20over%20serial%20line%20V1.02.pdf)), (Erişim Tarihi: 24 Eylül 2022)

URL-2 “Modbus Application Protocol Specification V1.1b3”, [https://www.support-omron.fr/telechargements/documentations/2019-01-22%20-%202011-44-18%20-%20201077252186/Function%20Code%20Definition%20from%20Modbus Application Protocol V1 1b3.pdf](https://www.support-omron.fr/telechargements/documentations/2019-01-22%20-%202011-44-18%20-%20201077252186/Function%20Code%20Definition%20from%20Modbus%20Application%20Protocol%20V1%201b3.pdf)” (Erişim Tarihi: 20 Eylül 2022)

URL-3 “CAN in Automation e.V., “CAN History”, <http://www.can-cia.de/index.php?id=161>. (Erişim Tarihi: 3 Ekim 2022)

URL-4 “Building Adapter for Vehicle On-board Diagnostic”, <http://www.obddiag.net/prog2455.html> (Erişim Tarihi: 2 Eylöl 2022)

URL-4 [www.raspberrypi.com/products/](http://www.raspberrypi.com/products/) (Erişim Tarihi: 17 Eylöl 2022)

## **TEZLER**

AIGUO, Z., LI, Z. ve YONG, S. (2019). “Anomaly Detection of CAN Bus Messages Using A Deep Neural Network for Autonomous Vehicles”, School of Mechanical Engineering, Tongji University

## **DİĞER KAYNAKLAR**

BENITO, M.D.R., FUERTES, J.M., KAHORAHO, E. ve PEREZ, A.N. (1999). “Performance Evaluation Of Four Fieldbuses, Emerging Technologies And Factory Automation, Proceedings” IEEE International Conference

BLANES, J.S., SEMPERE, P.V.M. ve MONTAVA, B.M.A. (2002). “ Optimization Of The Capacity Of Profibus For The Transmission Of İmages And Control Traffic, Factory Communication Systems “, 4th IEEE International Workshop

FELD, J. (2004). “PROFINET-Scalable Factory Communication For All Applications”, Factory Communication Systems Proceedings. 2004 IEEE International Workshop.

HE, F., TONG, W. ve WANG, Q. (2007). “Synchronization Control Strategy of Multi-motor System Based on Profibus Network”, Automation and Logistics IEEE International Conference

SUK, L., SANG, H.L. ve LEE, K.C. (2001). “Remote Fuzzy Logic Control For Networked Control System”, Industrial Electronics Society The 27th Annual Conference Of The IEEE

VALERA, A., SALT, CASANOVA, J., V. ve FERRUS, S. (1999). “Control Of Industrial Robot With A Fieldbus”, Emerging Technologies And Factory Automation, 7th IEEE International Conference

- MO-YUEN, C. ve YODYIUM, T. (2010). “Network-Based Control Systems: A Tutorial”, Industrial Electronics Society, IECON '01 The 27th Annual Conference Of The IEEE
- LEE, K.C, KANG, S. ve LEE, S. (2000). “On-Line Fuzzy Performance Management Of Profibus Networks”, Industrial Electronics Society IECON 26th Annual Confjerence Of The IEEE
- MEICHENG, C., YANJUN, F. ve JUN, X. (2005). “Implementation of Fully Integrated Automation with Profibus”, Industrial Electronics Society IECON 32nd Annual Conference of IEEE
- ALOK, J. ve SUMAN, B. (2022). “Network Performance Evaluation Of Smart Distribution Systems Using Smart Meters With TCP/IP Communication Protocol“, The 4th International Conference On Clean Energy And Electrical Systems





## ÖZGEÇMİŞ

**İLHAN DİLEK**

### ÖĞRENİM DURUMU:

**Lisans:** 2016, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği

**Yüksek Lisans:** 2022, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği

### DENEYİM:

YIL	YER	GÖREV
2017	AKINAL SENTETİK TEKSTİL	Bakım Mühendisliği
2019	SEPA MENSUCAT A.Ş.	Teknik Proje Müdürü
2021	HEMA Endüstri A.Ş.	Bakım Yöneticisi

### Yabancı Dil:

İngilizce

Almanca

### Uzmanlık Alanı:

CNC Tezgahları ve İşleme Merkezleri

Robot Kontrol Sistemleri (FANUC, ABB, KUKA)

PLC ve Otomasyon Sistemleri

Servo Motorlar ve Sürücüler (SIEMENS, FANUC, LENZE, MITSUBISHI,  
DELTA)

NC Kontrol Sistemleri (FANUC, SIEMENS, OKUMA, REXROTH)

Haberleşme ve Ağ Sistemi Kurulumu

Proje Yönetimi

Bakım Yönetimi