



**MARMARA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



# **ENDÜSTRİYEL SİSTEMLERDE PLC VE SCADA UYGULAMASI**

ASKERİ ÖZER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı  
Elektrik Programı

**DANIŞMAN**  
Doç. Dr. M. Caner AKÜNER

**İSTANBUL, 2016**



**MARMARA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



# **ENDÜSTRİYEL SİSTEMLERDE PLC VE SCADA UYGULAMASI**

ASKERİ ÖZER  
522310002

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı  
Elektrik Programı

**DANIŞMAN**  
Doç. Dr. M. Caner AKÜNER

**İSTANBUL, 2016**

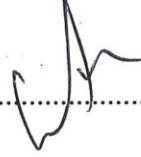
# MARMARA ÜNİVERSİTESİ

## FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

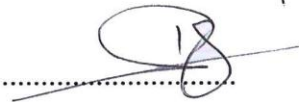
Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi Askeri ÖZER'in "Endüstriyel Sistemlerde Plc ve Scada Uygulaması" başlıklı tez çalışması, 01 Haziran 2016 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

### Jüri Üyeleri

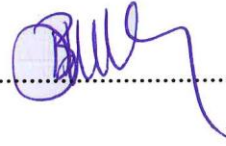
Doç.Dr. M. Caner AKÜNER (Danışman)  
Marmara Üniversitesi .....



Doç.Dr. Ümit K. TERZİ (Üye)  
Marmara Üniversitesi .....



Doç.Dr. Bilal SARAÇOĞLU (Üye)  
Düzce Üniversitesi .....

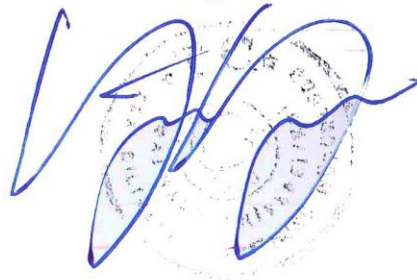


### ONAY

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 01.08.2016 tarih ve 2016/18.02 sayılı kararı ile Askeri ÖZER'in Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı Elektrik Programı Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Uğur YAŞI



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince her türlü desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen, değerli danışman hocam Doç. Dr. Mustafa Caner AKÜNER'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu süreçte bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen Şanlıurfa Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi öğretmeni Ahmet Nazif URYAN ve Diyarbakır Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Elektrik Bölümünde çalışan değerli mesai arkadaşlarım Enver ŞENEL, Hasan Hasbi GÜRPINAR ve oğlu Volkan GÜRPINAR'A teşekkürlerimi borç bilirim.

# İÇİNDEKİLER

	SAYFA
TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
SEMBOLLER	ix
KISALTMALAR	x
ŞEKİL LİSTESİ	xii
TABLO LİSTESİ	xv
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1. Tezin Gereksinimi ve Amacı	1
1.2. Otomasyon Sistemleri	4
1.2.1. Otomasyonun avantaj ve dezavantajları	7
1.2.2. Otomasyon sistemlerinin kullanım alanları	7
1.2.3. Otomasyon sistemlerinin geleceği	8
1.3. Endüstriyel Otomasyon Tanımı	9
1.3.1. Endüstriyel otomasyonun sistemleri	10
1.3.2. Endüstriyel otomasyonun uygulama alanları	12
1.3.3. Endüstriyel otomasyonun geleceği	13
1.4. PLC Sistemleri	14
1.4.1. PLC tarihçesi	16
1.4.2. PLC sistemlerin avantajları	17
1.4.3. PLC ile röleli sistemlerin karşılaştırılması	18
1.4.4. PLC ile bilgisayarlı kontrol sistemlerinin karşılaştırılması	19

1.4.5. PLC yapısı	19
1.4.5.1. Giriş birimi	21
1.4.5.2. Çıkış birimi	21
1.4.5.3. Merkezi işlemci birimi	22
1.4.6. PLC çalışması	23
1.4.7. PLC giriş elemanları	24
1.4.7.1. Anahtarlar	25
1.4.7.2. Butonlar	25
1.4.7.3. İndüktif algılayıcılar	25
1.4.7.4. Kapasitif algılayıcılar	26
1.4.7.5. Manyetik algılayıcılar	27
1.4.7.6. Optik algılayıcılar	27
1.4.7.7. Ultrasonik algılayıcılar	28
1.4.7.8. Basınç algılayıcılar	29
1.4.7.9. Sıcaklık algılayıcılar	30
1.4.8. PLC çıkış elemanları	32
1.4.8.1. Çıkış kontrol lambaları	32
1.4.8.2. Küçük motorlar	32
1.4.8.3. Röleler	33
1.4.8.4. Kontaktörler	33
1.4.8.5. Selenoid valfler	34
1.4.8.6. Motorlar	35
1.4.9. PLC programlama dilleri	35
1.4.9.1. Merdiven diyagramı ile programlama (LAD)	36
1.4.9.2. Komut listesi ile programlama (STL)	37

1.4.9.3. Fonksiyon blok diyagramı ile programlama (FBD)	37
1.4.10. Çıkışlarına göre PLC çeşitleri	38
1.4.10.1. Transistör çıkışlı PLC	38
1.4.10.2. Triyak çıkışlı PLC	38
1.4.10.3. Röle çıkışlı PLC	39
1.4.11. PLC seçiminde dikkat edilecek hususlar	39
1.4.12. PLC genel kullanım alanları	40
1.5. SCADA Sistemleri	41
1.5.1. SCADA sistemlerinin uygulama alanları	42
1.5.2. SCADA sistemlerinin faydaları	44
1.5.3. SCADA sistemlerinin işlevleri	44
1.5.3.1. İzleme işlevleri	44
1.5.3.2. Kontrol işlevi	45
1.5.3.3. Bilgi toplama işlevi	45
1.5.3.4. Bilgilerin kayıt edilmesi ve saklanması işlevi	45
1.5.4. SCADA sisteminin yapısı	45
1.5.4.1. Saha donanımı	46
1.5.4.2. Ana terminal birimi (MTU)	46
1.5.4.3. Uzak terminal birimi (RTU)	47
1.5.4.4. İletişim birimi	47
1.6. Endüstriyel Veri İletişimi	48
1.6.1. İletişim ortamları	48
1.6.1.1. Enerji nakil hatları	49
1.6.1.2. Kiralanmış hatlar	49
1.6.1.3. Radyo frekanslı iletişim	50

1.6.1.4. Uydu iletişimi	50
1.6.1.5. Özel hatlarla iletişim	51
1.6.2. Topoloji	51
1.6.2.1. Yıldız (Star) topoloji	51
1.6.2.2. Doğrusal (Bus) topoloji	52
1.6.2.3. Halka (Ring) topoloji	52
1.6.2.4. Ağaç (Hiyerarşik) topoloji	53
1.6.3. Ağ türleri	53
1.6.3.1. Yerel alan ağları (Local Area Network-LAN)	54
1.6.3.2. Geniş alan ağları (Wide Area Network-WAN)	54
1.6.3.3. Metropolitan alan ağları (MAN)	55
1.6.4. Endüstriyel iletişim protokolleri	55
1.6.4.1. Fieldbus	57
1.6.4.2. Profibus	58
1.6.4.3. Ethernet	60
1.6.4.4. Modbus	61
1.6.4.5. CANBus	62
1.6.4.6. DeviceNet	62
1.6.4.7. MPI	63
1.6.4.8. AS-I	64
1.6.4.9. İnterbus-S	64
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM</b>	<b>66</b>
2.1. Seviye Ölçümü	70
2.2. Akış Ölçümü	71
2.3. Ağırlık Ölçümü	71



2.4. Sıcaklık Ölçümü	72
2.5. Basınç Ölçümü	73
2.6. Kullanılan PLC	73
2.7. Dokunmatik Panel	74
2.8. Sisteme Uzaktan Erişim	75
<b>3. BULGULAR VE TARTIŞMA</b>	<b>77</b>
<b>4. SONUÇLAR</b>	<b>80</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>83</b>
<b>EKLER</b>	<b>86</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	

## **ÖZET**

### **ENDÜSTRİYEL SİSTEMLERDE PLC VE SCADA UYGULAMASI**

Teknoloji ve bilimin hızlı bir şekilde gelişmesi ihtiyaçları da sürekli artırmaktadır. İhtiyaçların artması hızlı, güvenli ve kaliteli üretim sistemlerine olan talebi artmasına sebep olmuştur. Eski sistemlerin kontrollü otomatik olarak yapılmadığından enerji ve zaman kaybına yol açmaktaydı. Günümüz endüstriyel otomasyon sistemleri yüksek güvenliği, yüksek kaliteyi ve insan gücünden tasarrufu sağlamaktadır.

Endüstriyel otomasyon sistemleri PLC ve SCADA'dan yararlanarak üretim sürecini gerçekleştirmektedir. PLC ve SCADA ile karmaşık kontrol sistemleri kolaylıkla oluşturulabilmektedir. PLC'ye yüklenen program doğrultusunda çalışan sistemin SCADA ile uzak noktadan veri toplama ve kontrol işlevleri yapılmaktadır. Endüstriyel sistemlerin uzaktan takip edilmesi, hızlı ve etkin şekilde kontrol edilmesi üretim süreçlerini daha güvenilir ve daha verimli hale getirmiştir.

Bu çalışmada, Prototip bir endüstriyel sisteme PLC bağlanmış ve PLC'den elde edilen değerler SCADA sisteminde görüntülenip izlenmiştir. Endüstriyel sistemin uzaktan kumanda edilmesi sağlanarak ağırlık, basınç, seviye, debi ve sıcaklık değişkenleri kontrol altında tutulmuştur. Sistemde meydana gelecek olumsuzluklar önceden belirlenip gerekli önlemler alınmıştır. Böylece PLC ve SCADA'ların etkin kullanım alanları ve yeteneklerinden faydalanılarak endüstriyel sistemlerden en verimli şekilde yararlanılması amaçlanmıştır.

# **ABSTRACT**

## **APPLICATION OF PLC AND SCADA IN INDUSTRIAL SYSTEMS**

Rapid development of science and technology have increased the requirements constantly. The increasing requirements have led to an increase in demand for fast, safe and high quality production systems. Lack of automatical control of the old system causes loss of energy and time. Today's industrial automation systems can provide high safety, high quality while decreasing the need for manpower.

Industrial automation systems actualize the production processes by using PLC and SCADA systems. It is possible to form complex control systems by PLC and SCADA easily. The data acquisition and control functions of the system which operates in according to the software installed on PLC is performed by SCADA. Remote monitoring, fast and effective control of industrial systems contribute to more reliable and more efficient manufacturing processes.

In this study, PLC is connected to an industrial prototype and values obtained by PLC are displayed on SCADA system. Industrial system is remotely controlled while keeping weight, pressure, level, flow and temperature variables under control. The possible obstacles are pre-determined and necessary measures have been taken against them. It is aimed to benefit industrial systems efficiently by using all the advantages and efficient application areas of PLC and SCADA.

**June, 2016**

**Askeri ÖZER**

## **SEMBOLLER**

**A** : Amper

**C** : Kapasite

**dk** : Dakika

**I/O** : Haberleşme giriş çıkış

**L** : Faz

**Lt** : Litre

**N** : Nötr

**R** : Direnç

**V** : Gerilim

**%** : Yüzde

**°C** : Santigrat derece

## **KISALTMALAR**

<b>AC</b>	: Alternatif Akım
<b>AS-I</b>	: Aktuatör Sensor-Interface
<b>CAN</b>	: Controller Area Network
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>CNC</b>	: Computer Numerical Control
<b>CPU</b>	: Central Processing Unit
<b>DC</b>	: Doğru Akım
<b>DPS</b>	: Direct Processing System
<b>EEPROM</b>	: Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory
<b>FBD</b>	: Functional Block Diagram
<b>HMI</b>	: Human Machine Interface
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>km</b>	: Kilometre
<b>kW</b>	: Kilowatt
<b>LAD</b>	: Ladder Diagram
<b>LAN</b>	: Local Area Network
<b>MAN</b>	: Metropolitan Area Network
<b>MES</b>	: Fabrika Üretim Yönetimi
<b>MHz</b>	: Megahertz
<b>MPI</b>	: Multi Point Interface
<b>ms</b>	: Milisaniye
<b>MTU</b>	: Main Terminal Unit
<b>NTC</b>	: Negative Temperature Coefficient
<b>PLC</b>	: Programmable Logic Controller

**PTC** : Positive Temperature Coefficient  
**RTD** : Resistance Temperature Detector  
**RTU** : Remote Terminal Unit  
**SCADA** : Supervisory Control And Data Acquisitions  
**STL** : Statement List  
**WAN** : Wide Area Network



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Endüstriyel otomasyon sistemlerinde proses kontrol döngüsü	11
Şekil 1.2. PLC bağlantı şeması	14
Şekil 1.3. PLC blok şeması	20
Şekil 1.4. Tipik bir PLC bölümleri	20
Şekil 1.5. 220VAC gerilimle çalışan giriş birimi	21
Şekil 1.6. Kontaktör sürülen röleli çıkış birimi	22
Şekil 1.7. PLC programının yürütülmesi	23
Şekil 1.8. Anahtar çeşitleri	25
Şekil 1.9. Buton çeşitleri	25
Şekil 1.10. İndüktif algılayıcılar	26
Şekil 1.11. Kapasitif algılayıcılar	27
Şekil 1.12. Manyetik algılayıcı sembolü ve çeşitleri türleri	27
Şekil 1.13. Optik algılayıcılar	28
Şekil 1.14. Bir ultrasonik algılayıcının iç yapısının blok şeması	28
Şekil 1.15. Ultrasonik ses dalgası	29
Şekil 1.16. Strengaç	29
Şekil 1.17. Load cell iç yapısı	30
Şekil 1.18. Dirençsel sıcaklık sensörleri	31
Şekil 1.19. Isıl çiftler	31
Şekil 1.20. Çıkış kontrol lambaları	32
Şekil 1.21. Küçük güçlü motorlar	33
Şekil 1.22. Röle ve yapısı	33
Şekil 1.23. Kontaktör ve yapısı	34
Şekil 1.24. Selenoid valf ve yapısı	34

<b>Şekil 1.25.</b> Motorlar	35
<b>Şekil 1.26.</b> Merdiven diyagramı ile programlama (LAD) örneği	36
<b>Şekil 1.27.</b> Komut listesi ile programlama (STL) örneği	37
<b>Şekil 1.28.</b> Fonksiyon blok diyagramı ile programlama (FBD) örneği	37
<b>Şekil 1.29.</b> PLC transistör çıkışı eşdeğer devresi	38
<b>Şekil 1.30.</b> PLC röle çıkışı eşdeğer devresi	39
<b>Şekil 1.31.</b> Tipik scada sistemi diyagramı	42
<b>Şekil 1.32.</b> Örnek scada uygulaması	43
<b>Şekil 1.33.</b> Scada sisteminin elemanları	46
<b>Şekil 1.34.</b> Enerji nakil hatları üzerinden veri iletişimi	49
<b>Şekil 1.35.</b> Radyo frekansı ile iletişimde tekrarlayıcı kullanımı	50
<b>Şekil 1.36.</b> Yıldız (Star) topoloji	52
<b>Şekil 1.37.</b> Doğrusal (Bus) topoloji	52
<b>Şekil 1.38.</b> Halka (Ring) topoloji	53
<b>Şekil 1.39.</b> Ağaç (Hiyerarşik) topoloji	53
<b>Şekil 1.40.</b> Yerel bölge ağ sistemi	54
<b>Şekil 1.41.</b> Genel alan ağ sistemi	55
<b>Şekil 1.42.</b> Profibus yapısı	59
<b>Şekil 1.43.</b> Endüstriyel ethernet kullanımı	60
<b>Şekil 1.44.</b> Modbus şebeke mimarisi	61
<b>Şekil 1.45.</b> MPI haberleşme mimarisi	63
<b>Şekil 1.46.</b> AS-I veri iletişim protokolü bağlantı topolojisi	64
<b>Şekil 2.1.</b> Prototip endüstriyel sıvı tankı sistemi	66
<b>Şekil 2.2.</b> Prototip endüstriyel sıvı tankı uygulama testi	67
<b>Şekil 2.3.</b> Uygulama sistemi simülasyonu	69



<b>Şekil 2.4.</b> Uygulamada kullanılan seviye sensörü	70
<b>Şekil 2.5.</b> Uygulamada kullanılan akış sensörü	71
<b>Şekil 2.6.</b> Uygulamada kullanılan ağırlık sensörü	72
<b>Şekil 2.7.</b> Uygulamada kullanılan sıcaklık sensörü	72
<b>Şekil 2.8.</b> Uygulamada kullanılan basınç sensörü	73
<b>Şekil 2.9.</b> Kullanılan PLC	73
<b>Şekil 2.10.</b> Kullanılan dokunmatik panel	74
<b>Şekil 2.11.</b> Bilgisayarın dokunmatik panele bağlanması	75
<b>Şekil 2.12.</b> TeamViewer programı arayüzü	76
<b>Şekil 3.1.</b> Dokunmatik panel üzerinden uygulamanın kontrolü	77
<b>Şekil 3.2.</b> Uygulamanın verilerinin grafiksel görüntüsü	78

## TABLO LİSTESİ

**Tablo 1.1.** En fazla kullanılan veri iletişim protokolleri ve pazar payları oranı 57



# 1. GİRİŞ

## 1.1. Tezin Gereksinimi ve Amacı

Modern üretim süreçlerinde yüksek verim ve kaliteli üretim için kaçınılmaz olan endüstriyel otomasyon sistemleri her geçen gün büyük bir hızla gelişmektedir. Endüstriyel otomasyon sistemlerinin hızlı gelişiminde PLC kullanımı önemli bir paya sahiptir. Endüstriyel otomasyon sistemleri, en küçük üretim biriminin amaca uygun çalışmasını düzenlediği gibi, bütün üretim sistemleri arasında veri iletişimi olanağı sağlayarak daha üst düzeyde yönetim ve planlama için gerekli bilgi tabanını oluşturur[1].

Üretim miktarının, personel sayısı ve iş gücü ile doğru orantılı olduğu, kaç kişi çalışırsa üretim miktarının o kişi sayısına bağlı olduğu fakat kalite ve güvenilirlik problemlerini çözümlenemeyen sistemlerden sonra günümüzde teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkan endüstriyel otomasyon sistemleri ön plana geçmiştir.

Otomasyon sistemlerine geçişin ilk yıllarında çözüm arayışları, elektronik kartlı ve röleli sistemleri hızlı bir değişim süreci içinde yerlerini PLC'lere bırakmaya zorladı. Bu değişim süreci sonucunda otomasyon sistemlerinin tek bir çatı altında toplanmasıyla farklı süreçler için tek tip çözüm ihtiyacı ve kartlı sistemlerin yetersizliği ortaya çıktı. Çünkü her makine için o makineye özgü bir kart yapılması gerekiyordu. PLC'lerle bu sorunun çözülmesinin yanında aynı işlevi gerçekleştiren PC tabanlı çözüm alternatifleri karşısında, endüstriyel ortamlardaki saha güvenilirliği konusunda da gelişme sağlanmış oldu [2].

Programlanabilir lojik kontrol cihazlarının maliyet, fiziksel koşullara uyum, ortam estetiği, kompleks sistem programlama kolaylığı, iletişim yeteneği, işlem hızı, işlem kapasitesinin artırılması ve sistemdeki işlem sürecini görüntüleme nitelikleri açısından klasik sistemlere göre birden fazla kazanıma sahiptir.

Günümüzde üretilen PLC'ler, lojik temelli işlemlerin dışında ek olarak aritmetik ve özel matematiksel işlemlerin yapılmasını sağlayan komutlar içermektedir. Komut kümesinin gelişmesi ile daha karmaşık kumanda ve kontrol işlemleri yapılabilmektedir. PLC'lerin en yaygın olarak kullanıldığı alanlar endüstriyel otomasyon sistemlerinin kumanda

devreleridir. Bilindiği gibi kumanda devreleri yardımcı röle, kontaktör, zaman rölesi ve sayıcı gibi elemanlarla gerçekleşen devrelerdir. Günümüzde bu tür devrelerin yerini aynı işlevi sağlayan PLC'li kumanda sistemleri almıştır [3].

Modern üretim sistemlerinde kullanılan PLC genel olarak, endüstriyel otomasyon sistemleri sahasında yer almak üzere hazırlanmış, lojik prensiplere göre oluşturulan program çerçevesinde faaliyet gösteren, bir veya birden fazla sistem kümesini, input/output elektronik modüller ile kontrol eden, içerisinde bulundurduğu karşılaştırıcı, saklama, zamanlama ve aritmetik fonksiyonlarıyla genel denetimi gerçekleştiren dijital alt yapıya sahip kompakt elektronik aygıttır. PLC'lerin endüstriyel otomasyon sistemlerinde kullanılabilmesi için özel çıkış ve giriş modülleri oluşturulmuştur. PLC'lere, sıcaklık, seviye, basınç sensörleri ile kumanda aygıtları gibi dijital sinyal verisi nakleden aygıtlar, selenoid, kontaktör gibi kumanda çevrim sürücülerini dolaysız olarak bağlanabilir.

Arızaların algılanması yerlerinin tespiti ve arızaların giderilmesi yine uzaktan kumandalı olarak belli bir merkezden yapılabilecektir. Sistemle ilgili alarm sinyalleri operatörleri uyaracak şekilde oluşturulması ve görüntülenmesi gerçekleştirilebilecektir. Çeşitli veriler tarih ve zaman olarak (arıza şekli, arıza yeri) veri tabanı şeklinde saklanabilir böylelikle kişilere bağlı kalmaksızın sistem hakkında toplanan verilere dayalı ayrıntılı bilgi edinilmesi sağlanabilecektir. Herhangi bir tesiste olabilecek olan otomatik kontrol sistemlerinin kullanıcılar tarafından tek bir ekran üzerinden yönlendirilebilmesi çok arzu edilen bir durumdur. Bu sayede kullanıcıların sistemlerini yönetmeleri için, sistemin bulunduğu yere gitme zorunluluğu ortadan kalkmış ve kontrol müdahalelerini buldukları yerde bilgisayarlar üzerinden vererek büyük kolaylıklar sağlanmış olur [4].

Otomasyon teknolojisindeki hızlı gelişmeler endüstriyel tesis ve sistemlerinin otomasyonunu da hızlandırmıştır. Otomasyon alanındaki hızlı gelişim ve değişimler, sistemlerin uzaktan takip edilmesini, hızlı ve etkin şekilde kontrol edilmesini gerektirdiğinden daha güvenilir ve daha verimli hale getirmiştir. Endüstriyel otomasyon birimleri arasında verinin itimatlı ve seri akışını gerçekleştiren yazılım ve donanım sistemleri günümüzde mevcut olup bu amaç doğrultusunda genel yaygınlığa sahip Supervisory Control And Data Acquisition(SCADA) sistem yazılımlarından faydalanır. SCADA sistemleri, kontrol sistemlerinin mevcut olduğu günden beri kullanılmışlardır.

İlk SCADA sistemleri ölçü cihazlarının, lambaların ve grafik kaydedicilerinin kullanılmasıyla oluşturulmuştur. Şimdi ise gelişen bilgisayar teknolojisi ile birçok firmanın ürettiği yazılımlarla görsel manada bütün detayları gözlemleyebileceğimiz, saha ekipmanlarını izleyebileceğimiz, istediğimiz değerleri okuyabileceğimiz ve gerektiğinde müdahale edebileceğimiz sistemler oluşturulmaktadır. Özellikle iletişim teknolojisinin gelişimiyle uzak sahalardaki verilere kolaylıkla ulaşıp kurulan SCADA sistemine bu verileri dâhil edebilmekteyiz. İnternet ve İtranetlerle uzak sahalardaki verileri ya da uzak bir bölgeden fabrikanızdaki parametreleri görme imkânı oluşmaktadır [5].

SCADA sistemine veri alımı algılayıcılardan (sensörler) elde edilmektedir. Otomasyon sistemlerinde maksada göre seviye, gürültü, ısı, basınç, sıcaklık, ağırlık ve hareket sensörleri olarak çeşitli algılayıcılar kullanılabilir. Algılayıcılardan alınan veriler PLC’de işleminden geçirilerek SCADA vasıtasıyla kullanıcıya ulaştırılır. Böylelikle denetimi yapılan aygıtın veya sahanın vaziyeti hakkında zamandan bağımsız olarak her an bilgi sahibi olunabilir.

Endüstriyel otomasyonda şüphesiz SCADA sistemlerinin entegrasyonu da büyük bir öneme sahiptir. SCADA, veri depolama ile merkezi noktadan bilgi gönderme, bilgileri analizden geçirerek elde edilen değerleri daha sonra kullanıcının izleme ekranında görüntülenmesi görevlerini yerine getirir. SCADA otomasyon sistemi saha aygıtlarını görüntülemekle birlikte aynı zamanda bu aygıtları denetler[6].

SCADA sistemleri uygulandığı tesis hakkında her an, herkese ve her zaman reel zamanlı, güvenilir, detaylı ve doğru veri akışı sağlar. Günümüzde her türlü işlevsel çalışmaların yapıldığı her alanda dağıtılmış uygulamaların entegrasyonu ve bilginin işlenmesi görevini üstlenir. Böylece en geniş anlamı ile SCADA sistemleri ile organizasyondaki değişik altyapı sistemleri entegre edilip organizasyonların amacı doğrultusunda çalışmasını sağlar [7].

Modern otomasyon sistemleri, insandan kaynaklanan kusurları, hatalarını yok ettiği gibi pek az kişi ile de tesisin denetimini güvenli olarak sağlayabilmektedir. Gelişmiş en yeni teknoloji ile oluşturulan otomasyon sistemleri, donanım ve yazılım açısından değişimlere gayet açık ve uyum gösteren sistemlerdir. Daha sonraki aşamalarda

değiştirilebilme ve genişleyebilme fonksiyonlarına sahiptir. Ayrıca mevcut olan farklı sistemler de otomasyon sistemiyle bütünleştirilebilir.

Teknolojinin ilerlemesiyle orantılı olarak endüstriyel üretim sistemlerinde daha fazla kişi emeği yerine daha fazla işleve sahip cihazlar üretilmektedir. Bu yüzden daha yüksek oranda verim oluşturmak için makine aygıtları ve denetim sistemleri arasında çok kararlı bir bütünlük meydana getirilmelidir.

Yapılan bu tezimizde teknolojinin bu değişimlerini göz önünde bulundurarak endüstriyel otomasyon sistemlerinin PLC ve SCADA yardımıyla kontrol edilmesi, kontrolü yapılan endüstriyel otomasyon sisteminin daha duyarlı ölçülmesi, verilerin an be an olarak kayıt altına alınıp saklanabilmesi, ihtiyaç halinde elde edilen bu verilerin raporlanabilmesi olası olacaktır. Geniş ve bütünleşmiş bilgi tabanlı izleme ve denetleme sistemi marifetiyle, endüstriyel yapıya ait bütün elemanların denetlemeden üretim düzenlemesine, ortam denetim birimlerden yardımcı tesislere kadar bütün sistemin izlenmesi ve denetlenmesi otomatik olarak yapılabilir. Gerçekleştirilen bu işlemlere ilave olarak sistemin uzak ve farklı yerlerden gözlemlenebilmesi meydana gelen aksaklıkların kolay ve çabuk şekilde bulunması ve tespit edilen aksaklıklara seri müdahale edilebilmesine imkan sağlayacaktır.

Tezin amacı endüstriyel tesislerindeki değişkenleri PLC ile (programlanabilir lojik denetleyiciler) kontrol edilmesi ve sonuçlarının SCADA'yla (Supervisory Control And Data Acquisition) incelenmesidir. PLC ve SCADA'ların etkin kullanım alanları ve yeteneklerinden faydalanılarak endüstriyel otomasyon sistemlerinin optimum çözüme nasıl ulaşılabileceği konusunda araştırmayı gerçekleştirerek, endüstriyel sistemlerden en verimli şekilde yararlanılmasını sağlamaktır.

## **1.2. Otomasyon Sistemleri**

Yapılacak işin makineler ile insan gücü arasında paylaşılmasına otomasyon denilmektedir. Bu işin yapılması esnasında insan ve makinelerin görev paylaşım oranı otomasyonun seviyesini belirler. Makinelerin yoğun olduğu otomasyon tam otomasyon, insanın daha fazla yer aldığı otomasyon ise yarı otomasyon diye isimlendirilir. Otomasyon sistemlerini kısaca otomatik denetim olarak ifade edebiliriz. Geniş olarak tanımlayacak olursak ise yapılacak işin yükümlüğünün fiziksel birimler ile insan gücü

arasında dağıtılmasıdır. Toplam işin paylaşım yüzdesi otomasyon düzeyini belirler. Düşük düzey işlerin çoğunluğunun insan tarafından, yüksek düzey ise makineler tarafından yapıldığı durumu anlatır. Ancak işlerin nitel açıdan paylaşımı da önem taşır. İşi yapabilmek için enerjinin yanı sıra düşünceye de gereksinim bulunur [8].

Üretim ilişkileri ve bu ilişkilerin ekonomiye, sosyalleşmeye, teknolojiye, kısacası yaşamın her alanına yansması, elektroniğin temellerinin atılması ile birlikte, otomasyon kavramının da ortaya çıkmasını sağlamıştır. Dolayısıyla otomasyonun insan yaşamıyla yakından ilintili olduğu; ekonomik, siyasal, sosyal ve kültürel yaşamı kökünden etkilediği söylenebilir. O halde otomasyon nedir? Gerovitch'in tanımına göre otomasyon, "bir iş akışının, bir prosedürün veya ekipmanın insan müdahalesi ya da kontrolünden ziyade otomatik biçime dönüştürülmesidir. İnsan işlevlerinin basit bir biçimde makineye aktarılması değil, insan ve makine işlevlerinin yeniden tanımlanması esnasında, iş akışlarının bütünüyle düzenlenmesini içermektedir. Kısaca, insan ile elektronik makineler arasında, iletilen bilgilerle, kendi kendine bir kontrol ve otomatik bir ayarlama yapılması durumudur [9]. Otomasyon genel olarak bilimsel ilerlemeler ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda işlerin kas gücü ile makineler arasında paylaşırılması olarak tanımlanır.

İnsan nüfusunun artması ve bunun sonucu olarak tüketimin artması ile birlikte hızlı, güvenli ve kaliteli üretim yapmak zorunluluk durumuna gelmiştir. Bu doğrultuda endüstride, yönetimde ve bilimsel işlerde insanın aracılığı olmadan işler otomasyon sistemleri ile otomatik olarak yapılmaktadır. Üretimi artırmak, verimliği çoğaltmak ve üretilenin kaliteli olması için teknolojik gelişmelerin sonuna kadar otomasyon sistemlerinde kullanılması gerekir.

Sanayi devriminin ardından ortaya çıkan ihtiyaçlar sonucunda otomasyon sistemlerinin üretimi ilk kez gerçekleşmiştir. Böylece bu devrim ile birlikte üretilen ilk otomasyon sistemleri, üretim sürecindeki görevleri insandan alıp fiziksel birimlere, makinelere vermeyi tasarlanmıştır. Üretim faaliyetlerinin makinelere yüklenmesi endüstriyel sahada yüksek talep oranını sağlamış ve üretime ivme kazandırmıştır. Bu sonuçla da hızlı üretim düşüncesinin oluşmasıyla insan gücüne dayalı olmayan otomasyon sistemlerine olan ihtiyaç oranını yükselmiştir. PC'lerin üretimi, elektrik-elektronik teknolojisi sahasındaki seri gelişmeler otomasyon sistemlerinin ilerlemesini de hızlandırmıştır.

Böylelikle ilkel otomasyon sistemlerinden vazgeçilip daha kompleks ve daha kapsamlı süreçleri yöneten ve denetleyen gelişmiş otomasyon sistemleri tasarlanmaya ve üretilmeye başlanmıştır. Gelişmiş otomasyon sistemleri ilk üretimlerinde daha fazla üretimde yardımcı oluyorlarken artık günümüzde üretime yardımcı olmanın yanında sistemin denetimini de yüklenmişlerdir. İleri teknoloji ile beraber otomasyon sistemleri en verimli dönemine girmiş ve geleceğin vazgeçilmez üretim sistemleri durumuna gelmişlerdir. Üretim sürecini yönetim amacıyla oluşturulan ileri teknoloji bu sistemler, bir fabrikanın tüm elemanlarının kontrolünü, analizini ve daha birçok süreç içerisindeki işlemlerin gerçekleştirilmesini üstlenebilmektedir.

Özellikle ikinci dünya savaşından itibaren, taleplerin değişimi, teknolojiye hızlı ilerlemeler, ülkeler arasındaki rekabetin geçmişe oranda daha fazla artması ileri teknoloji üretim sistemlerinin oluşturulmasına neden olmuştur. Üretilen ürünün, kalitesinde, özelliğinde ve kullanım yeteneğinde uzunca bir süre değişim olmadığı takdirde ve yahut dizaynında değişiklikler yapılmadığında, ürün uzun ömürlü olmaz. Eski otomasyon üretim sistemlerinde hemen hemen tüm parçalar için küçük değişikliklerin bile yapılması imkân dâhilinde değildi. Şöyle diyebiliriz ki, eski otomasyon sistemlerinin kontrollü teçhizat değişiklikleri zorlukla gerçekleşen pnömatik, mekanik, hidropnömatik veya elektromekanik donanım devreleri ile yapıldı. Oysaki teknolojiye gelişmeler ürün üretiminde farklı bir temaya ihtiyaç duymuştur. Bu temaya göre üretilmesi gereken elemanların üretim ve tasarım aşamasındaki değişimlere kolay şekilde uyum göstermesi ve verim sağlaması gerektiğidir. Böylece bu yeni temaya göre üretilen denetim sistemi neticesinde, prosesi oluşturan pnömatik, mekanik, hidropnömatik ve elektromekanik sistemler daha fazla hassasiyetle yönetilip ve denetlenebilmektedir. Bu yeni denetim sistemi sonucunda insan müdahalesinin neredeyse hiç olmadığı, verimin daha yüksek oranlı olduğu ve denetlenebilen üretim türlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Otomasyon öncesi dönemde işin nitel ve nicel sınırları insan tarafından belirlenmekte idi. Ancak otomasyon veya teknoloji, insanın bazı yetersizliklerini giderebilecek ve böylelikle üretim sınırlarını çok daha genişletmeyi sağlayacak bir düzeye gelmiştir. Bu yetersizlikler insanın tepki süresinin uzunluğu, insanın veri işleme kapasitesinin sınırlı olması, insanın iş üretme hızının düşüklüğü, insanın tekrarlı işlerde tutarlılığı sürdürüremeyip sapmalara neden olması ve insanın yoğunlaşma süresinin kısıllığıdır[8].



Günümüzün mevcut bu yetersizliklerinin ortadan kaldırılması için birden fazla çözüm uygulanabilmektedir. Fakat buna rağmen otomasyon sistemlerinin çok temel ve basit günlük faaliyetlerde, mesela meyve soyma ya da çok karışık işlemlerde, mesela hava araçlarının kullanımında bireyin yerini tümüyle henüz alamamakta.

### **1.2.1. Otomasyonun avantaj ve dezavantajları**

Otomasyon sistemleri teknolojinin gelişmesi ile birlikte mikroişlemci tabanlı kontrolörler sayesinde çok kolay programlanabilir ve kullanılabilir hale gelmiştir. Mikroişlemci tabanlı otomasyon sistemleri, bilgisayar, operatör paneli veya cep telefonu gibi insanların çok kolay şekilde adapte olabilecekleri ara yüzler ile kullanılmaktadır. Bu gelişmeler ile birlikte birçok avantaj sağlamaktadır.

Mesela fabrikada üretimde kullanılan otomasyon sistemi ele alacak olunursa, üretim sürecinde yer alan tüm elamanların kontrol edilmesi, izlenmesi ve esnek olması yönetimi gerçekleştirenin isteyeceği bir durumdur. Neticede operatör ekranında fabrika üretim sisteminin tüm işlemlerini, meydana gelmiş arıza ve aksaklıkların bulunduğu yeri üretimi yapılan ürün miktar ve âdetini ile fabrikadaki üretim ürecine ait daha başka verilere ulaşım, denetim ve yönetim kolaylığı fonksiyonlarını sağlar. Sağlanan bu yararlar ticari işletmeye vakit, hız, kar, kalite vb. parametreler olarak dönmekte.

Otomasyon sistemlerinin en önemli dezavantajı ise, ilk kurulum aşamasında işletmeye maliyetinin yüksek değerde olmasıdır. Fakat bu yüksek maliyeti, uzun süre sonunda pek çok otomasyon sistemleri geri döndürmektedir. Bununla birlikte, otomatik sistem donanımları kompleksliği arttırmaktadır. Otomasyon sistemlerinin diğer bir zararı ise, işletmede çalışan personel adetinin önemli ölçüde azalması neticesinde işsizliğin artmasına sebep olmasıdır.

### **1.2.2. Otomasyon sistemlerinin kullanım alanları**

Otomasyon sistemleri yer aldıkları sistemin ilerleyişini ve idaresini otomatik olarak gerçekleştiren ve verilen referans verileri doğrultusunda sistemi ilerlemesini sağlayan gelişmiş sistemlerdir. Rekabet içinde olan ve işletmesini kolay yönetmek isteyen kurumlar, kuruluşlar, fabrikalar ve tesisler, genellikle sistemlerinin işleyiş biçimini otomatik yönetim ve denetim sistemiyle bütünleştirmişlerdir. İşletmeler yaptıkları bu

bütünleşme neticesinde verimlilik ve üretim kalitesinin artırmış böylece otomatik çalışmanın getirdiği kazançlardan faydalanmaktadırlar. Bu entegre sistemlerde bilgisayarlar kontrol vazifesini yüklenmişlerdir. Otomasyon kontrol sistemlerinde vazgeçilmez olan, o olmadan otomasyon sisteminin düşünülmemeyeceği ve sistemin beyni olan unsur denetleyicilerdir. Bu önemli denetleyicilerin görevi genellikle giriş modülünden alınan verileri denetimden geçirilerek çıkış modülüne istenilen veriyi göndermektir.

Otomasyon sistemleri, hiç kuskusuz sanayinin ihtiyaçlarını karşılayan önemli bir yapıdır. Bu sistem, tasarruf sağladığından; şirket bu birikimi kendi gelişimi için kullanabilir durumdadır. Büyümek, yurt dışına açılmak, bulunduğu sektörün basını çeken şirket olmak isteyen her firmanın öncelikli tercihleri arasında yer alacaktır. Popülerliğini daha da arttırarak hızlı gelişimini devam ettirecektir [10].

Günümüzde otomasyon sistemlerinin kullanıldığı belli alanlar şunlardır;

- Fabrikalardaki ürün imalat sürecinde
- İnşaat yapımında
- Aydınlatma, akıllı sayaç, vb. elektrik tesisat sahasında
- Katı atık, su arıtma gibi maddelerin geri dönüşümlerinde
- Kumaşların çeşitli işlemlerden geçmesi gibi tekstil sektörlerinde
- Enerjinin üretilmesi, dağıtılması ve denetimi işlemlerde
- Elektronik devre üretimi ve tasarımı vb. elektronik süreçlerde

ve haberleşme, bilişim gibi pek çok alanda otomasyon sistemleri kullanılmaktadır.

### **1.2.3. Otomasyon sistemlerinin geleceği**

Ticari işletmeler için seri, kaliteli, verimli, güvenli ve standart ürün üretmek artık bir gereklilik durumuna gelmiştir. Bu yüzden işletmelerin teknolojinin getirdiği imkânları mümkün çerçevede kullanması ve üretim sürecinin tüm bölümlerinde makinelerin desteğiyle üretim yapılmaları gerekiyor ki otomasyon sistemleri de bu anlamda tanımlanır. Verimliliğin yükselmesi, üretilenin miktarının artırmasının en önemli unsuru otomasyon sistemlerinin kullanılmasıdır. Otomasyon sistemlerindeki ilerlemeler arttıkça, endüstriyel sektördeki rekabetçi üretim de ilerlemesini sürdürecektir. Elektronik eşya, basın yayın, gıda, otomotiv, kimya, ilaç ve uçak endüstrisine benzer

birden fazla alanda otomasyon sistemleri vazgeçilmez şekilde kullanılmaktadır. Bununla birlikte otomasyonun günlük yaşamımızı kolaylaştırmasını sağlayan birden fazla ürünü de vardır. Örneğin güvenlik, aydınlatma, otomatik giriş çıkışlar, günlük yaşamda kullanılan robotlar, iş makinelerinde, yürüyen merdiven sistemlerinde, yangın söndürme sistemlerinde vb. alanlara çağdaş bireye hitap edebilen aygıtlar otomasyon sektöründe üretilmektedir. Otomasyon, çağdaş gelişimin zorunlu gereği olarak sanayi ve hizmet vb. sektörlerinde giderek daha da artan oranda üretimdeki yerini alacaktır. Bunun için fiziksel ve sosyal bileşenlerin özenli bilimsel çalışmalarla araştırılması gerekir. Bu doğrultuda hızlı, kaliteli ve güvenli üretim için tüm sektörlerin otomasyon konusunda bilgilendirilmesi gerekir.

Otomatik sistemler sanayi sektörünün bir sistemden beklediğini karşılayan yapıdır. Şirketler, otomasyon sisteminin tasarruf sağlaması dolayısıyla bu kazancı kendi gelişimi yönünde kullanabileceklerdir. Firmalar gelişmek, büyümek, uluslararası firmalarla rekabeti sürdürmek, varlığını devam ettirmek ve faaliyette bulunduğu alanında öncü konuma gelmek için otomasyon sistemlerini öncelikli tercihler arasında bulundurur. Firmalar böylece tanınırlığını arttırıp gelişimini hızlı şekilde sürdürecektir.

### **1.3. Endüstriyel Otomasyon Tanımı**

Endüstriyel otomasyon, basit anlamda makinelerin ile proseslerin otomatik kontrol ve denetimi olarak tanımlayabiliriz. Endüstriyel otomasyon sistemlerinde kullanılan PLC, SCADA ve HMI paneller düzenlenen sistemde insana dayalı aksaklık ve hataları en aza indirgeyerek güvenli, kaliteli, minimum personelle tesislerin denetim ve yönetiminin yapılmasıdır.

Otomasyonlu üretim sistemleri gelişmiş sanayini sektörünün temeli olmanın yanında teknik gelişmenin de asıl lokomotifi olmaktadır. Bu da fabrikalarda otomasyonlu işlemlerin yapılmasını, yeni üretim süreçlerinin başlamasına, endüstriyel robotların otomasyon olanaklarından kapsamlı yararlanışına, sanayi tezgâhlarının ve otomasyonlu denetim sistemlerinin kullanılması yol açmaktadır. Bütün bu işlemler yapılması için konunun uzmanı kişilere olan ihtiyaç artmaktadır.

Endüstriyel otomasyon sistemlerinde pnömatik, hidrolik, elektronik, mekanik bir araya getirilmekte ve otomasyon sistem elemanları olarak sıcaklık, hız, kuvvet ve basınç

sistemleri amplifikatörler, sinyal dönüştürücüler, röleler, elektriksel pnömatik ve hidrolik hareket başlatıcıları olarak kullanılmaktadırlar.

Endüstriyel otomasyon sistemlerinde, nümerik denetleyiciler, şablon denetleyiciler ve mekanik durdurma denetleyiciler kullanılır. Ayrıca besleyiciler, iticiler, ayırıcılar ile robotlara kadar birçok türde otomasyonun parçası kabul edilmektedir.

Endüstriyel otomasyon ölçüm işlevlerinde ve üretim makinelerinin ayarlanmasında otomasyonun niteliklerinden faydalanılmakta, cnc, kesme, matkap, taşlama ve freze donanımları otomasyon sisteminin kullanım alanının bir bölümünü meydana getirmektedir. Ayrıca endüstriyel otomasyon sistemleri üretimde montaj işlemine de girmiştir.

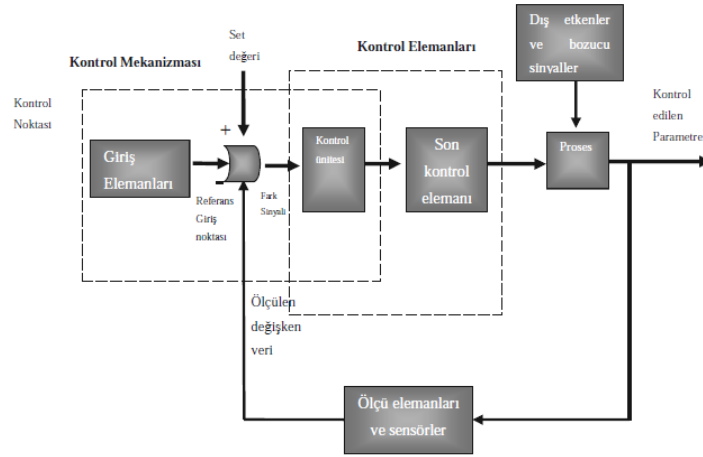
### **1.3.1. Endüstriyel otomasyonun sistemleri**

Üretim sistemlerinin tasarlanan şekilde sıralı biçimde denetlenebilmesini ve reel zamanlı olarak izlenmesini gerçekleştiren süreci endüstriyel otomasyon sistemi olarak tanımlayabiliriz. Endüstriyel otomasyon sistemi klasik kumanda ve modern kumanda altında incelenebilir. Klasik kumanda sistemleri zamanlayıcılar, röleler, sayıcılar ve kontaktörler gibi mekanik donanımı barındıran metottur. Modern kumanda sistemleri ise, üretimdeki maliyetin minimize etmesi, kalite, güvenilirlik ve işlem hızının artması nedeniyle üretim sektörlerinin tüm alanlarında geniş şekilde kullanılan PLC altyapılı buna ilaveten, PLC'nin haberleşmesine olanak sağlayan ve endüstriyel üretim sürecinin tek yerden izlenebilmesini ve denetlenebilmesini reel zamanlı şekilde gerçekleştiren modern kumanda sistemleridir. PLC tabanlı endüstriyel üretim sistemlerinin uzaktan gözlemlenmesi ve denetlenmesi için SCADA sisteminden yararlanır.

Endüstriyel otomasyon, bir endüstriyel üretim sisteminin istenen ve amaçlanan biçimde çalışması için gerekli olan işlemlerin kendiliğinden yapılmasını sağlayan süreç olarak tanımlanabilir. Endüstriyel otomasyon sistemleri en genel anlamda, kumanda, kontrol ve veri iletişimi ile ilgili işlevleri sağlayan bölümlerden oluşur. Endüstriyel otomasyon sistemi, üretim elemanlarının çalışma şartlarını lojik kurallara göre derleyen ve gerçekleyen sistemdir. Bu denetim sistemleri, üretim süreci boyunca meydana gelen her türlü olumsuz durum karşısında, sistemin belirlenen koşullarda çalışmasını gerçekleştirmek üzere oluşturulan sistemlerdir. Denetim sistemlerinin en önemli görevi,

herhangi bir sebeple meydana gelen, denetlenen değer ile talep edilen değer arasındaki farklılığı bazı ölçütler çerçevesinde kısa bir sürede giderebilmesidir. Data haberleşme sistemleri ise, elemanlar arasında gerçek zamanlı olarak verinin hızlı ve güvenli akışını sağlamaktır. Veri iletişim sistemlerinin sağladığı olanaklardan faydalanarak SCADA gibi yazılımlarla reel zamanlı uzaktan izleme, kontrol ve kumanda işlevleri gerçekleştirilebilir. Günümüz endüstriyel otomasyon sistemlerinin üç işlevini de gerçekleştirmesinde PLC önemli görevler yüklenen aygıt özelliğini taşır. Endüstri alanında üretimin kaliteli, güvenilir, sağlıklı, verimli olmasını istenirken bunun kullanıcı açısından en basit şekilde planlanması, uygulanması ve kontrol edilebilir olması gerekmektedir. Bu noktada kaliteli bir üretim ve kontrol için otomasyon devreye girmektedir.

Endüstriyel otomasyon sistemleri, kaliteli ve yüksek verimli üretimin en önemli bileşenidir. Endüstriyel otomasyon sistemleri, hem üretim araçlarının amaca yönelik çalışmasını sağlayan bilgiyi işleyen, hem de bilginin ilgili birimler arasında hızlı ve doğru olarak aktarılmasını sağlayan birimlerden oluşur. Endüstriyel otomasyonda işlenen ya da işlenecek bilginin doğru, hızlı ve ucuz olarak aktarılması büyük önem taşır.



Şekil 1.1. Endüstriyel otomasyon sistemlerinde proses kontrol döngüsü [11]

Günümüzde çağdaş üretim yöntemlerinde kullanılan, kaliteli ve güvenli üretim için vazgeçilmez konuma elde etmiş olan endüstriyel otomatik sistemleri, her gün daha yüksek bir oranda gelişim göstermektedirler.

Endüstriyel otomasyon sistemlerini dizayn bakımından, endüstriyel kumanda sistemleri, veri iletişim sistemleri ve geri beslemeli kumanda sistemleri diye üç şekilde inceleyebiliriz. Endüstriyel kumanda sistemleri, üretim sürecinde kullanılan elemanların devreye girmelerini ve devreden çıkmalarını düzenleyen mantıksal tabanlı sistemlerdir. Veri iletişim sistemleri elemanlar ve birimler arasındaki verinin hızlı ve güvenli akışını sağlayan sistemler olup bu amacı gerçekleştirmek için günümüzde geniş kullanım alanına sahip SCADA yazılımları kullanılmaktadır. Geri beslemeli denetim sistemleri ise, farklı olumsuz etkenlere rağmen sistemin talep edilen değerlerde faaliyet göstermesini sağlayan sistemlerdir.

### **1.3.2. Endüstriyel otomasyonun uygulama alanları**

Hızlı değişen teknoloji ile sürekli gelişim gösteren pazar şartları, kaliteli ve ekonomik ürünler talep ederken, tüketici beklentileri ise işlevsellik ve esneklik katsayısı daha yüksek ürünler yönünde değişmektedir. Endüstriyel otomasyon sistemleri makineleri yönetmek ve üretim süreçlerini denetlemek olarak tanımlanır. Bu tanım gereği olarak bilgisayar ve robotik alandaki gelişmeler insana olan ihtiyacı azaltmıştır. Endüstriyel otomasyon esnek yapısı, kaliteli, hızlı ve güvenli üretiminden dolayı uluslararası ekonomide büyük önem taşımaktadır.

Endüstriyel otomasyon ifadesi, özellikle mühendislik eğitimi ve ürün tasarım düşüncesini etkilemiş, bunun sonucu olarak da mühendislik eğitimi ve endüstriyel teknoloji üretiminde önemli derecede değişimler meydana gelmiştir. Robotik teknolojilerin hemen hemen tüm sektörlerde kullanıldığı bu dönemde endüstriyel otomasyon teknolojinin gereğidir.

Endüstriyel otomasyonun sistemlerinin yaygın uygulama alanlarına şunlardır;

- Eksen kontrol ve servo motor uygulamaları
- Soğutma, ısıtma ve akışkan denetiminde
- Katı atık ve sıvı su arıtma tesisleri
- Birleştirme ve montaj otomasyonu
- Malzeme depolama ve transfer sistemlerinde
- Otomotiv üretim sürecinde
- Yüksek dereceli fırın uygulamalarında

- Gıda üretim tesislerinde
- Tekstil ürünlerin çeşitli işlemlerden geçirilmesinde
- Yem sanayisinde
- Ambalaj ve paketleme uygulamalarında
- Sistemlerin test otomasyonunda
- Fabrikaların üretim süreçlerinde ve verilerin toplanması işlemlerinde
- PLC'li sistemlerin düzeltilme ve yenilenme uygulamalarında
- Verileri toplama, değerlendirme, raporlama ve saklama işlemlerinde

### **1.3.3. Endüstriyel otomasyonun geleceği**

Rekabetçi ekonominin yapısı gereği, ticaret şirketleri belirli şartlar çerçevesinde ürünlerin kalitesi, verimleri, üretim hızları, fiyatlarını, verimlilik vb. unsurlar göz önünde bulundurularak üretim yapmaya zorlanmaktadır. Firmaların devamlı sağlanması ve belirtilen standartlara ulaşması uzman personel çalıştırmasına, ileri üretim tekniklerinin kullanılmasına ve endüstriyel otomasyon sistemlerini tercih etmeleriyle sağlanabilir.

Otomasyon 20yy başında ilk defa Henry Ford tarafından tesis edilen büyük üretim tesisi kadar önem arz eden teknolojik gelişmedir. Nerdeyse tamamen otomasyonla kontrolü, yönetimi ve üretimi yapılan gelişmiş petrol rafinerisi tesisleri ya da petrolün naklini sağlayan petrol boru hatları sistemi tam otomasyonla gerçekleştirilen uygulama örnekleridir. Kısaca otomasyonu, makineler aracılığıyla makinelerin faaliyete alınması olarak tanımlamak mümkündür.

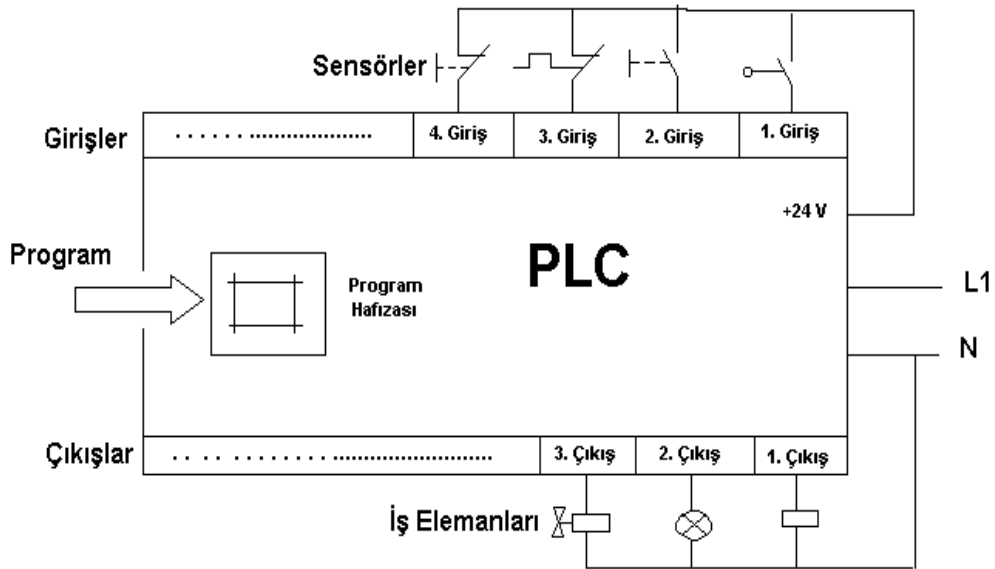
Otomasyon sisteminde üç temel ilke vardır. Bu ilkelerin birincisi yapılan çalışmaların bir uyum ve bütünlük içinde olması. İkinci ilke olarak ise yapılan bu ekonomik çalışmanın bir biçim ve düzen içinde olmasıdır. Son ilke olarak da otomasyon sisteminin kendisini düzeltici, düzenleyici ve yenileyici denetim kabiliyetine sahip olmasıdır. Bu ilkelerin gerçekleşmesi algılayıcılar, otomatik cihazlar, elektronik denetleyiciler, yazılımlar, mekanik beyinler, bilgisayar vb. unsurları vasıtasıyla olur. Otomasyonu parlak bir gelecek beklemekte ve gelecekte otomasyonun uygulanmadığı hiçbir sektör rekabetçi ekonomi içerisinde varlığını sürdürmesinin imkânı olmayacaktır.

Gelecekte butonlarla faaliyet gösterecek üretim tesislerinde hemen hemen hiçbir işçi olmayabilir. Günümüzde dahi petrol rafinerisinde ve enerji üretim tesislerinde çalışan

işçi yoktur. Fakat işçilerin yerine yazılımcılar, donanımcılar, onarımcılar gibi yüksek bilgi ve beceriye sahip konusunun uzmanı kişiler çalıştırılmaktadır. Bununla birlikte tasarımcı, matematikçi, mühendis, çizimciler gibi fazla sayıda eğitilmiş insan da gereklidir. Ayrıca gelecekte üretim tesislerinde, tesisi yönetecek yüksek seviyede düşünme, karar verme ve analiz kabiliyetine sahip yöneticiler de olacaktır.

#### 1.4. PLC Sistemleri

PLC, İngilizce “Programlanabilir Logic Controller” kelimelerinin baş harflerinden oluşmuştur. Modern sistemde yaygın olarak kullanılan bir kumanda sistemidir. İçerisinde EEPROM programlayıcılar ve PIC işlemciler yer almaktadır. PLC sisteminde, çok karmaşık ve zor olan otomatik kumanda aygıtları bulunur ve PLC her bir aygıtı bir adres ile tanımlamaktadır. PLC 'den talep edilenler doğrultusunda bu aygıtlar çalıştırılarak çıkış modülüne bağlanan valf, kontaktör, lamba, röle, motor gibi çıkış elemanları amaç doğrultusunda çalıştırılmaktadır. PLC’ de ayrıca matematiksel işlemleri de yapabilmektedir [13]. PLC içerisinde barındırdığı zamanlayıcı, yardımcı röle ve sayıcı gibi elemanlarla kullanıcıya programlama yaparken neredeyse sınırsız sayıda kullanım imkânı tanımaktadır. Böylece sistemde kullanılan donanım elemanları azalmakta bunun sonucu olarak hem sistem daha az yer kaplamakta hem de maliyet azalmaktadır.



Şekil 1.2. PLC bağlantı şeması



PLC (Programlanabilir Lojik Kontrolör) endüstriyel alanda kurulması, kontrol edilmesi ve programlanması teknik donanım olarak kolaylıkla yapılan, faaliyet alanındaki makinelere doğrudan bağlanabilen, endüstriyel kullanıcı tarafından rahatlıkla kullanılabilen mikro işlemci tabanlı kompakt bir cihazdır.

PLC'ler klasik otomatik kontrol sistemlerinde kullanılan donanım röleleri, kontaktörler ve zamanlayıcılar yerine tasarlanmıştır. Temellinde kullanıcı tarafından yüklenen programlamaya uygun olarak girişten aldığı bilgileri işleyip çıkışa gönderen otomasyon makinesidir. Sayma, sıralama, saklama, mantık ve aritmetik işlem fonksiyonları yapabilmesi sayesinde çok küçük modelleri bile kompleks kontroller yapabilirler. Bu özelliklerinden dolayı endüstriyel sistemlerde önemli yere sahiptir.

PLC sistemi Analog-Dijital giriş/çıkış bağlantıları aracılığıyla bir çok makine ve sistemi kontrol eder ve bu amaçla sayısal işlemleri, zamanlama, sayıcı, veri işleme karşılaştırma, sıralama, kendi bünyesinde 8-16 bit data transferi ile programlama desteği sağlanmış, giriş-çıkış, bellek, CPU ve programlayıcı bölümlerinden oluşan entegre sistemdir. Cihaz içerisinde ayrıca çok sayıda dahili (yardımcı) röleler, zaman röleleri bulunmaktadır. PLC, donanım açısından bilgisayara benzemesine rağmen gürültü sinyallerinden etkilenmemesi, modüler yapıda olması, giriş-çıkış modüllerinin montajının basit, programlama dilinin kolay olması ve karmaşık kontrol işlemlerini gerçekleştirebilmesi özelliği ile proses kontrol uygulamaların vazgeçilmez elemanıdır [14-15].

PLC ile kompleks otomatik sistemlerin sorunları güvenli ve hızlı olarak giderilir. Endüstriyel alan için tasarlanmış PLC sayısal prensiplere göre uygulamaları gerçekleştirir. PLC'ler bellekli sistem olduklarından program üzerinde yapılan değişikliklerle tüm yapılan fonksiyonlar kısa sürede değiştirilebilir. Bu da endüstriyel sistemlere büyük bir esneklik kazandırmaktadır. PLC'lerle değişikliklerin kolaylıkla yapılması PLC'lerin endüstriyel sistemlerdeki kullanımını vazgeçilmez duruma getirmiştir.

Günümüzün endüstriyel dünyasında işletmelerin sağlam temeller üzerinde oturabilmesi için kalite, güvenli hızlı ve mali açıdan esnek ve etkin üretim gerçekleştirmesi gerekir. Bunun için gerekli sistem otomasyon sistemleridir. Otomasyon sistemlerinde bu fonksiyonları gerçekleştirecek eleman mikroişlemci tabanlı PLC cihazıdır.

Sonuç olarak görülüyor PLC sistemleri klasik sistemlerden çok daha hızlı, güvenli ve esnek sistemlerdir. Bu fonksiyonları onları klasik sistemlerden üstün duruma getirmiştir.

#### **1.4.1. PLC tarihçesi**

Bilgisayarlar 1960 yılında, yarı iletken teknolojisindeki gelişmelerin elektronik alanını popüleştirmesi ile birlikte, yüksek verimlilik, güvenilirlik, dayanıklılık ve yeni bağlantılara gerek göstermemesi gibi üstünlükleri sebebiyle sanayi üretim hatlarında kullanılmaya başlandı. Ancak, bilgisayarların üretimde görev alması yüksek maliyet, program karmaşıklığının teknik eleman eğitimini zorlaştırması nedeniyle yetersizliğe yol açması ve modüler yapının düşük olması gibi dezavantajları ortaya çıkardı. Yine 1960'lı yılların ortalarında, bilgisayar ile elektromekanik kumanda (röle, kontaktör) arasında, her iki kontrolü bünyesinde bulunduran ve kullanışlı olan bir programlanabilir kumanda cihazının gereksinimi hissedilmeye başlandı [16].

PLC'ler ilk olarak 1968 yılında General Motors firmasında çalışan bir grup mühendis tarafından üretildi. İlk üretilen PLC modelleri otomobil sektöründe seri üretim amacıyla kullanılmıştır. Sonraki yıllarda mikro işlemlerin üretilmesiyle mikro işlemciye dayanan PLC'ler daha yüksek hızlarda üretilmeye başlandı. Elektronik alanındaki gelişmelere paralel olarak çok sayıda giriş çıkışa sahip ve birbirleri ile veri alış verişinde bulunan PLC üretili.

20.yy sonlarında PLC teknolojisinde yeni gelişmeler kaydedildi. Bu yeni gelişmeler ile birlikte daha seri tarama yapabilen daha az röle kullanan daha düşük fiyatlı PLC'ler piyasaya sürüldü. 1980 yılında Japon firmaları daha ucuz ve küçük PLC modellerini piyasaya sürmüştür. Bununla birlikte PLC otomotiv endüstrisi, enerji dağıtım sistemleri, ulaşım sistemleri, asansör tesisatlarında, fabrika otomasyonlarında vb. birçok alanda kullanılmaya başlamıştır.

Günümüzde PLC'lerde bilgisayarla aynı hızda gelişmektedir. Bilgisayarlar gibi network sistemiyle çalışabilen PLC sistemleri kontrol uygulamalarının vazgeçilmez mikroişlemci tabanlı cihazlardır. PLC'lerin endüstride yaygın kullanılmaya başlaması ile birçok PLC üretici firma ortaya çıkmasını sağlamış. Çok sayıda firmanın PLC üretmesi fiyatları düşürmüş, performansları artırmıştır.

#### 1.4.2. PLC sistemlerin avantajları

PLC Teknolojisi, çok karmaşık olan otomatik kontrol sistemlerini geliştirmekte ve çözümünü kolaylaştırmaktadır. PLC; çok çeşitli ve çok sayıda kumanda elemanını içinde barındırmakta, çok değişik komutlarla bu elemanları çalışır hale getirmekte ve çıkış modülüne montajı yapılan valf, sinyal lambası, elektrik motoru gibi çıkış elemanları amaca uyumlu şekilde çalıştırmaktadır. Bilgisayar komutlu PLC'lerde bilgisayar teknolojisi ile kumanda teknolojisi birleşmekte, matematiksel işlemler lojik olarak yapıp daha sonra elektriksel kumanda sistemlerine çevrilerek kullanılmaktadır. Klasik kumanda sistemlerinde çözümü çok zor olan ya da çözülemeyen otomatik kumanda sistemlerinin çözümü PLC' de kolayca gerçekleştirilebilmektedir. PLC cihazının; kullanım, tamir, bakım kolaylıkları gibi özelliklerinin olması kullanım alanını arttırmıştır [13].

PLC'ler klasik kumada sistemleri ile karşılaştırıldığında endüstriyel kontrol için optimum çözümü sağlar. Elektronik alandaki gelişmeler PLC'yi endüstride geniş bir alanda kullanılabilir duruma getirmiştir. PLC sistemlerini endüstride donanım ve yazılım olanakları itibarıyla kontrol elemanı olarak yaygın kullanımının sebebi avantajlı olmasından kaynaklanıyor. Bu avantajları şu şekilde sıralayabiliriz;

- Programlamaları kolaydır. Geleneksel kumanda sistemlerini bilenler için PLC programlama tekniğini öğrenmek ve uygulamak çok kolaydır.
- PLC'lerde hata düzeltmek çok kolaydır. Programlanabilen elemanlar olduğundan program üzerindeki değişikliklerle hata giderilebilir.
- Rölelerle donanımlı proses kontrol uygulamalarda mevcut elemanlarla çözülmesi mümkün olmayan problemleri PLC programlama özelliği sayesinde çözümler.
- Otomasyonun sisteminin bulunduğu tozlu, kirli, gürültülü ve nemli ortamda sağlıklı ve güvenli olarak çalışırlar.
- Montajı kolaydır.
- Dayanıklı ve uzun ömürlüdür.
- Dijital ve Analog giriş-çıkış mümkündür. Giriş-Çıkış sayıları ek modüller ile artırılabilir.
- Birçok PLC şebeke halinde birbirleriyle irtibatlaşabilir.
- PLC'ler yüksek çalışma ve anahtarlama hızlarını gerçekleştirirler.

- Elektronik yapılı eleman olduklarından enerji tüketimleri azdır.
- Hareketli parçaları olmadıklarından bakım onarımları kolaydır.
- Bilgisayarlar ile kullanıcı kontrol sürecini izleyebilir gerekli yerlerde anında müdahale edebilir.
- PLC sayısız zamanlayıcı, sayıcı ve röle kullanımı sağlamaktadır.
- Kullanıcıya laboratuvar veya çalışama ortamında önceden çalıştırma ve test etme imkânı vermektedir.

#### **1.4.3. PLC ile röleli sistemlerin karşılaştırılması**

- Röleli sistemler harici olarak zaman röleleri, koruma röleleri, sayıcılar, butonlar ve kontaktörlerden oluşmaktadır. PLC'nin dahil olduğu kumanda sistemlerinde ise röleler, sayıcılar ve zamanlayıcılar PLC'nin yapısı içerisinde mevcut olup ayrıca bu elemanlara gereksinim duyulmamaktadır.
- Röleli sistemler prensibi ile kurulmuş kumanda devresinde kullanılmış olan röle ve kontaktörlerin kontak âdeti sınırlı sayıdadır. Dolayısıyla ihtiyaç hakkında ilave yeni kontaktörlere gereksinim vardır. PLC sistemlerde ise kontak sayıları sınırsızdır.
- Röleli sistemlerde meydana gelecek ilave ve değişikliklerde sistemin tamamen sökölüp, tekrar kurulumu gerekeceğinden masraflı olmakta. PLC sistemlerde ise değişiklikler programın üzerinden masrafsız olarak gerçekleştirilebilir.
- Röleli sistemler ile oluşturulan devreler zor ve komplekstir. PLC'lerle oluşturulan devreler kolay ve basittir.
- Röleli sistemler donanım programlı nitelikte olduğundan oluşturulan devreler daha büyük hacimli olmaktadır. PLC'lerle oluşturulan sistemler bellek programlı olduğundan fazla yer kaplamaktadır. Bu yüzden PLC'li sistemler daha estetik görünümündedir.
- PLC'li sistemlerin ilk tesis edilme maliyetleri pahalı olması ile birlikte orta vadede daha fazla avantajlar sağlamaktadır.
- PLC'li sistemler bilgisayar ve başka denetleyicilerle iletişim kurma imkanını sunar. Böylece bilgisayarla yapılan otomasyon sistemine müsaade eder.
- PLC'li kontrol ve kumanda sistemleri röleli sistemlerden daha üst düzeyde otomasyon sağlar.

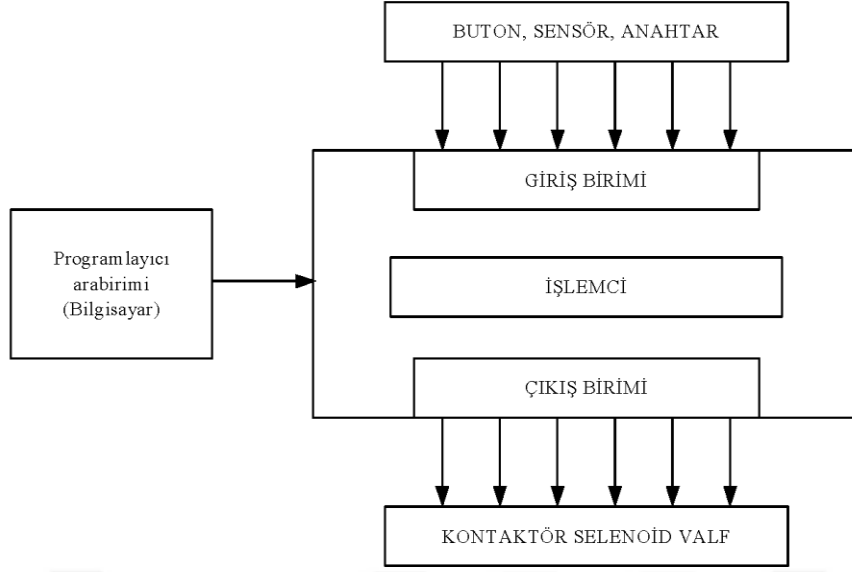
- PLC sistemlerde bakım ve onarım daha kolaydır. Ayrıca bu sistemlerin güvenilirliği yüksektir.
- Olumsuz çevresel şartlarda, özellikle tozlu ortamlarda röleli sistemlere oranla daha güvenlidir.
- PLC sistemler bellek programlı sistem olduklarından yani sanal ve dahili elemanlı olduklarından daha uzun süre bakım ve onarımsız çalışır.

#### **1.4.4. PLC ile bilgisayarlı kontrol sistemlerinin karşılaştırılması**

- PLC sistemler endüstriyel üretim sistemlerinin içinde bulunduğu yüksek oranda tozlu, kirli ve sıcaklık gibi ağır şartlarda çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Bilgisayarlı kontrol sistemleri olumsuz çevresel etkenlere karşı mukavemeti daha düşüktür.
- PLC'lerin donanım ve yazılımları üretimin yapıldığı tesisin elemanlarına uygun olarak oluşturulmuştur.
- PLC'ler kullanım, programlama ve arızanın tespiti bakımından daha iyi imkânlar sunar. Teşhis yazılarıyla aksaklıklar kolayca bulunabilir.
- PLC yüklenmiş olan bir programı belli bir sıra ile ilk aşamadan son aşamaya doğru gerçekleştirir. Bilgisayar ise birden çok programı farklı sıralarla gerçekleştirir.
- PLC'nin CPU'sunda mikro kontrollü birim bulunduğundan PLC'ye bilgisayar da diyebiliriz. Fakat arızayı bulma, bakım kolaylığı, işlem gerçekleştirme yöntemi ve programlama dilinin farklılığı gibi niteliklerinden dolayı bilgisayarlardan ayrılır.
- PLC sistemlerinin yazılım dili kumanda devrelerine benzer olduğundan öğrenilmesi daha kolaydır. PC'lerin arıza bulma, bakım ve programlama dillerinin öğrenilmesi ise ekstra bir eğitim gerektirir.

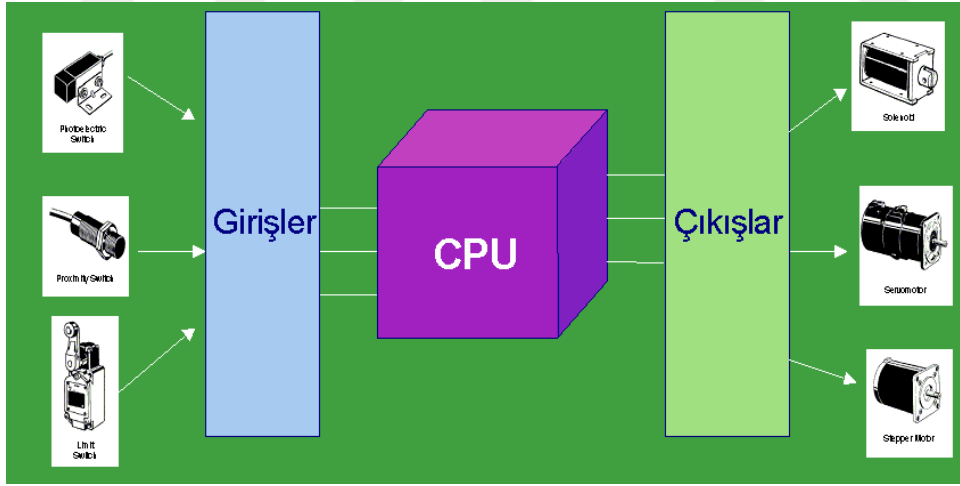
#### **1.4.5. PLC yapısı**

PLC'yi elektronik bir kutu olarak düşünebiliriz. Bu kutunun giriş terminalinden alınan bilgiler merkezi işlem biriminde (CPU) belleğindeki programa göre işlenip çıkış terminaline bağlı elemanlarını bu bilgiler doğrultusunda sürer.



Şekil 1.3. PLC blok şeması [17]

PLC diğer dijital bilgi işleme cihazları gibi Merkezi İşlem Birimi, Bellek Birimi, Giriş ve Çıkış birimlerinden meydana gelir. Bunların yanı sıra programın yedeklenmesi, başka PLC'lerde kullanılması için ayrı genişleme birimi, Analog giriş-çıkış birimi ve enerji kesilmelerinde PLC'ye enerji sağlayan yedek kaynak gibi birimler de mevcuttur.

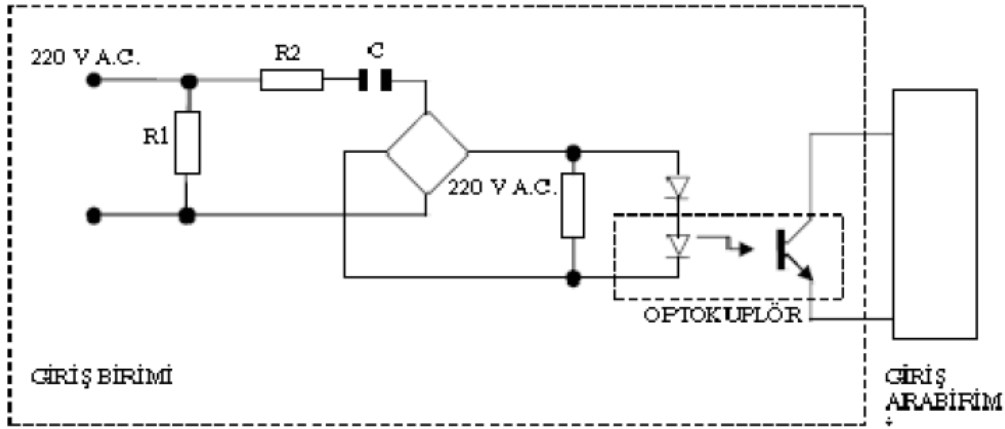


Şekil 1.4. Tipik bir PLC bölümleri [18]

PLC'ler temel olarak üç ana bölüme oluşur. Birincisi bütün sinyal alıcılar ve algılayıcıların bağlandığı Giriş Birimi, ikincisi kumanda edilecek elemanların bağlandığı birim olan Çıkış Birimi, üçüncüsü ise PLC'nin beyni olan Merkezi İşlem Birimi (CPU) dir.

### 1.4.5.1. Giriş birimi

Kontrol ve kumandası yapılan sistemin algılayıcı ve temassız elemanlarından gelen elektriksel verileri PLC'lerin işleyebileceği mantıksal gerilim değerlerine çeviren giriş birimidir. Kontrol ve kumandası yapılan sisteme ait sıcaklık, basınç, seviye sensörleri vb. giriş elemanlarından gelen işaretler bu birim üzerinden PLC iletilir. PLC'ye gelen bilginin bir lojik alt sınır değeri olan 0 ile lojik üst değeri olan 1 değeri vardır. Giriş birimindeki bilginin doğru şekilde algılanabilmesi bu bilgi için üretilen gerilim değerinin mantıksal 0-1 sınır değerlerinin dışına çıkmamalıdır. Mantıksal 1 değerlendirmesi, genliğin PLC enerji genliği ile uyumlu olmasıdır. Günümüzde kullanılan PLC'lerde giriş birimi optokuplörlerle yalıtılmıştır. Gerilim seviyesi 24VDC/48VDC ile 100VAC/120VAC veya 200VAC/240VAC değerlerinde olabilir.



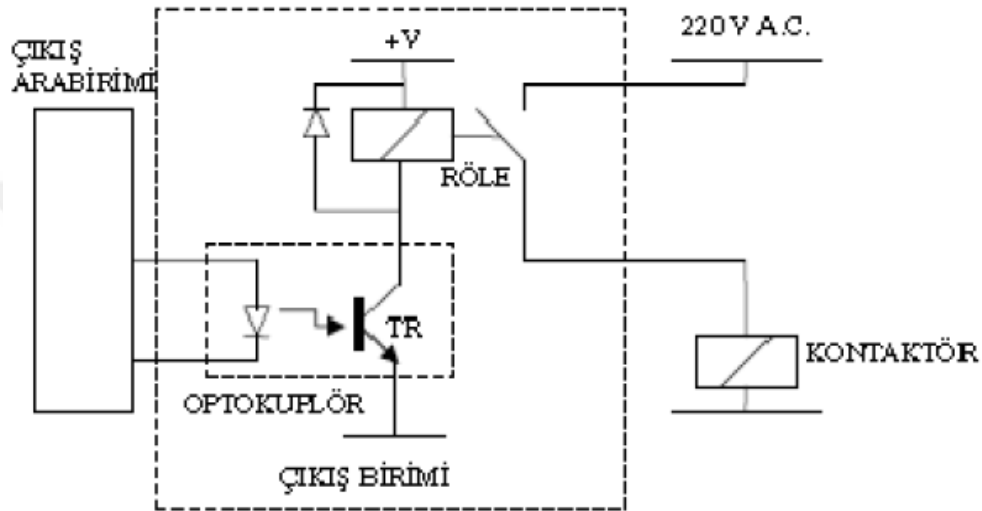
Şekil 1.5. 220VAC gerilimle çalışan giriş birimi [11]

### 1.4.5.2. Çıkış birimi

PLC işlemcisinde hesaplanan ve çıkış belleğine yazılan mantıksal işaretleri, kumanda edilen kontaktör veya röle gibi çıkış elemanlarını harekete geçirmek için uygun elektriksel sinyallere dönüştüren birimdir. Bu birim tiryak, transistör ya da röleli devrelerden oluşmaktadır. Çok sık devreye girmeyen ve elektriksel yalıtım gerektiren durumlarda röle çıkışlı, açma kapama hızının önemli olduğu işlemlerde, alternatif akımda tiryak, doğru akımda ise transistör çıkışlı devreler tercih edilir. PLC'lerin çıkış biriminden çekilen yükleme akım değeri transistör ve tiryaklı çıkış devrelerinde 0.1A ile 2A, kontak çıkışlı devrelerde 1A ve 8A arasında değişebilmektedir. Daha büyük yükler

röle veya kontaktör üzerinden sürülmelidir. Pratikte hangi çıkış birimli PLC tercih edileceği sistemin kumandasında kullanılan elemanların nitelikleri belirler [11].

Kontaktör, selenoid valf, tristörler, motorlar, sinyal lambaları vb. kontrol ve kumanda edilmesi gereken elemanlar bu bölüm üzerinden yönlendirilir. Bu yönlendirme sanal çıkış röleleri ile çıkış kontaklarının harekete geçirilmesi ile gerçekleştirilir. Kontaktör çıkış terminaline bağlanan cihazların gerekli kumandasını yaparlar.



Şekil 1.6. Kontaktör sürülen röleli çıkış birimi

#### 1.4.5.3. Merkezi işlemci birimi

PLC'nin kullanıcı ve sistem programlarını işleyen ve PLC'nin çalışmasını düzenleyen birimdir. Program bilgilerini giriş biriminden alır ve kullanır. Program hafızasındaki program komutlarını tek tek inceleyerek programa göre işler ve çıkış bilgilerini çıkış modülüne yükler. Tüm işlemler bu bölümde yapılır [17]. Merkezi işlem birimi sürekli olarak belleğine yüklenen programı yürütür. Giriş rölelerinin durumunu veri kabul ederek programı işler. Programın yürüttüğü işler sonucunu çıkış rölelerine göndererek konumlarını değiştirir.

Merkezi işlem birimi (CPU) PLC'ye zeka veren ve temellinde lojik elemanların olduğu ana bölümlerdendir. Hafızasında kayıtlı olan programa göre yapılması istenen aritmetik, mantık ve bilgi işleme gibi görevler bu bölümde gerçekleşir. Girişten aldığı verileri sırayla veya sürekli olarak işler.



#### 1.4.6. PLC çalışması

PLC'ler hafızalarında ya da giriş biriminde var olan bilgileri kullanıcının oluşturduğu programa göre işler ve yeni bilgiler elde ederek bu bilgileri ihtiyaç olması durumunda çıkış birimi üzerinden kumanda işaretleri olarak kullanır. Belleğine yüklenmiş programları belirli bir döngü içerisinde tekrarlayıp yeni veriler elde edip çıkış bilgileri oluşturur. Tekrarlanan bu döngü PLC'nin durdurulmasına yada bir arıza meydana gelene kadar sürer. PLC'nin bir döngüsü tamamlana kadar geçen süreye tarama süresi denir. PLC'nin işlem yeteneği, yüklenmiş olan programın uzunluğu, işlemci hızı ve giriş-çıkış sayısı tarama süresinin uzunluğunu belirleyen etkenlerdir. Genel olarak tarama süresi 300ms ile 1000ms, tarama hızı ise 1 kilobyte başına işlem hızını verir ve bu 0,5ms-200ms arasında değişir.



Şekil 1.7. PLC programının yürütülmesi [17]

PLC'ler ile genel amaçlı mikroişlemcili sistemler arasındaki en büyük farklılıklardan birisi de kullanıcı tarafından oluşturulan programın sistem yazılımı ile kontrol edilmesidir. Hemen hemen tüm PLC sistemlerinde benzerlik gösteren sistem yazılımları bulunmaktadır. Sistem yazılımları PLC'lerin üretimi esnasında kalıcı hafızaya yüklenir. Sistem programlarının genel olarak yaptığı işlemler;

- Kullanıcılar tarafından PLC yüklenmiş programları yürütür
- Haberleşme ve kesmeli çalışma durumlarını düzenler
- Sistemin çalışmasını denetler

Bir PLC’de programın yürütülmesi, şekilde gösterildiği gibi sürekli döngü içinde belirli işlem evreleri yerine getirilerek yapılır. Kesmeli çalışma analog ünitelerinden verileri okuma ya da analog ünitelerine verileri yazma, giriş modülünden verileri hemen okuma ile çıkış modülüne hemen yazma ya da haberleşme gibi işlemlerin yapılmaması durumunda bu döngüyü sürekli olarak tekrarlar.

PLC'nin çalışma konumuna alınması ile şu işlemler sırayla yapılır;

- Giriş modülündeki veriler hafızaya alınıp, saklanır. Saklanan bu veriler bir sonraki taramaya kadar değişime uğramaz.
- Kullanıcının hazırlamış olduğu programa göre işlemler adım adım işlenir. Giriş değerleri için hafızadaki değerler geçerlidir ve bir çevrim boyunca değişmezler.
- Kullanıcının hazırlamış olduğu program çevrimini tamamlamasından sonra elde edilen veriler çıkış hafızasına alınıp, çıkış modülüne iletilir. Çıkış hafıza ve birimlerindeki bu veriler sonraki çevrim kadar korunur.

İşlemcinin ve yapılan işlemlerin geçerliliği ve uygunluğu denetlenir; sorun yoksa çıkış görüntü belleğine kaydedilen değerler çıkış birimine aktarılır. Çıkış birimine aktarma işlemi tamamlandıktan sonra tekrar birinci adıma donulur. Çıkış birimine aktarılan değerler bir sonraki çevrime kadar değişmez [20].

Genel olarak bütün PLC’lerde programın yürütülmesi bu şekilde gerçekleşir. Ancak giriş görüntü belleğindeki değerlerin alınması ve çıkış görüntü belleğine değer yazılması işlemlerinin değişik yapıldığı PLC işletim sistemleri de vardır. Buna örnek olarak, hesaplanan çıkış değerlerinin doğrudan çıkış birimine gönderildiği (DPS, direct processing system) işletim sistemi verilebilir. Bu işletim sisteminde, giriş adresini içeren bir komuta rastlanıldığında girişin o andaki değeri alınır. Çıkış adresine değer atayan bir komutun yürütülmesi tamamlandığında, sonuç doğrudan çıkış birimine iletilir [20].

#### **1.4.7. PLC giriş elemanları**

Kontrol ve kumandası gerçekleştirilen sisteme ait analog ve dijital verileri 0 ve 1 mantığına göre PLC’nin giriş birimine ileten elemanlardır. Bunlar genellikle anahtar, buton, şalter, kontaktör, basınç sensörleri, sıcaklık sensörleri vb. PLC giriş elemanlarıdır.

### 1.4.7.1. Anahtarlar

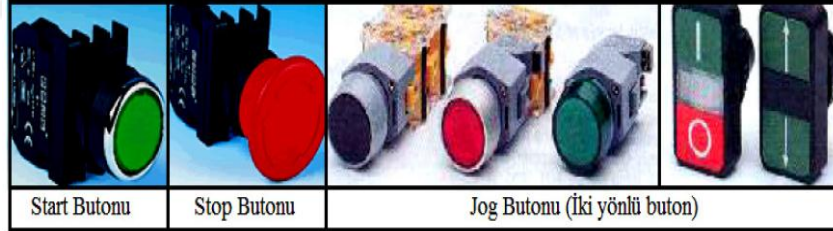
Elektrik akımının geçip geçmemesini, yön değiştirmesini sağlayan ve kontak konumlarını fiziksel hareketle değiştiren, fiziksel hareket ortadan kalktığında bu konumunu koruyan kumanda elemanlarıdır. Işıklı, dokunmatik, basmalı anahtarlar vb. çeşitleri vardır.



Şekil 1.8. Anahtar çeşitleri [10]

### 1.4.7.2. Butonlar

Elektrik akımını yön değiştirmesine, geçip geçmemesine gerçekleştiren ve kontak konumlarını fiziksel hareketle değiştiren, fiziksel hareket ortadan kalktığında ise eski konumuna geri dönen kumanda elemanlarıdır. Stop, Start ve Jog gibi çeşitleri vardır.



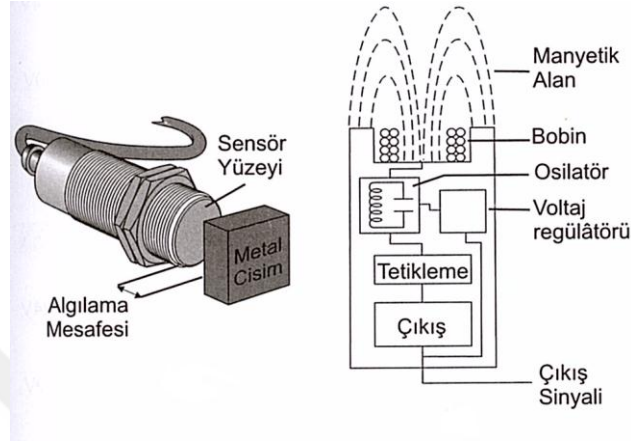
Şekil 1.9. Buton çeşitleri [10]

### 1.4.7.3. İndüktif algılayıcılar

İndüktif algılayıcılar elektromanyetik alan üretirler. Üretilen manyetik alan içerisine metal nesnelere girince ve hareket etseler de etmeseler de algılayan temassız algılayıcılar. Eski donanımlarda mekanik sınır anahtarları kullanılırdı günümüz modern sistem ve otomasyonlarında yarı iletken temelli algılayıcılar kullanılır. İndüktif algılayıcılar endüstriyel kullanım için ideal şartları sağlar.

İndüktif algılayıcılar osilatör, bobin, çıkış kartları ve tetikleme kısımlarından meydana gelir. Bobin sayesinde oluşturulan manyetik alan içerisine metal cismin girmesiyle

osilasyonun genliği değişim gösterir. Osilasyonun genliğinin değişmesiyle algılayıcı çıkış sinyali üretir. İndüktif algılayıcıların DC ya da AC olarak çalışan eşitleri vardır. Bu algılayıcıların çalışma gerilimleri 10-30, 15-34, 10-65, 20-320VDC ve 20-265ADC değerlerindedir[21].



Şekil 1.10. İndüktif algılayıcılar [21]

#### 1.4.7.4. Kapasitif algılayıcılar

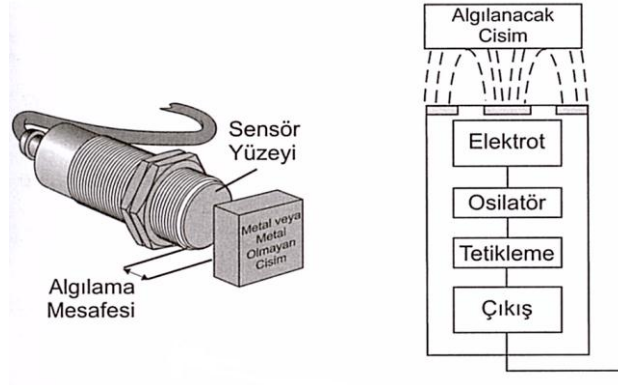
Otomasyon sistemlerinde metal cisimlerin yanında tahta, kağıt, kumaş ve plastik gibi her türlü cisimleri algılayabilen temassız algılayıcı türüdür. Algılanan fiziksel büyüklüklerin elektrik sinyale çevrilmesinde kapasite değişiminden yararlanır. İndüktif sensörlere göre algılanma mesafeleri daha fazladır.

Kapasitif algılayıcılar, havayı dielektrik olarak kabul eden bir RC osilatörü vasıtasıyla kapasitif alan oluşturur. Bu kapasitif alan içerisine giren metal veya metal olmayan nesnelere dielektrik seviyesinin değişmesine sebep olur. Bu osilasyon frekansının değişimi vasıtasıyla sensör algılamasını yapmaktadır. Sensörün iç yapısında elektrot, osilatör, tetikleme ve çıkış kartları bulunmaktadır. Sensörün arka kısmında bulunan potansiyometre vasıtasıyla algılama mesafesi ayarlanabilmektedir [21].

Kapasitif algılayıcıların kullanım alanları;

- Otomasyon ve kumanda devrelerinde
- Depolama, paketleme ve dolun işletmelerinde
- Sayma ve sıralama gereken işlemlerde
- Taşıt endüstrisinde

- Endüstri robotlarda,
- Taşıma, bant sistemlerinde vb. yerlerde kullanılır.



Şekil 1.11. Kapasitif algılayıcılar [21]

#### 1.4.7.5. Manyetik algılayıcılar

Manyetik alan tespiti ve yoğunluğunun ölçülmesinde kontrolünde kullanılan algılayıcı tipidir.

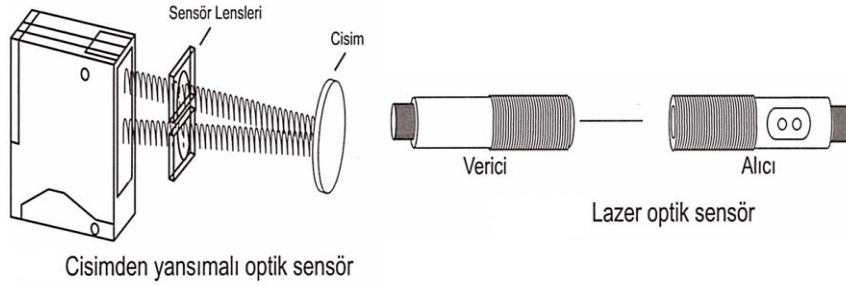


Şekil 1.12. Manyetik algılayıcı sembolü ve çeşitleri türleri [10]

#### 1.4.7.6. Optik algılayıcılar

Işık emisyon prensibiyle çalışan algılayıcı, bir ışık kaynağından çıkan ışın, alıcı tarafından algılanır. Alıcı ve verici arasındaki ışık demeti bir nesne tarafından kesintiye uğrarsa sensör çıkış verir. Optik algılayıcılar otomasyon sistemlerine paralel olarak yaygınlaşmaktadır. Bu algılayıcılar metal olmayan cisimlerin algılanmasında, uzun mesafeli algılamalarda ve yüksek sıcaklıklara dayanım gereken yerlerde kullanılır. Optik sensörlerin çalışma ortamları önemlidir. Tozlu ortamlarda optik kısım

kirlendiğinde algılama mesafesi bu kirliliğe göre değişmektedir. Yansımali optik sensör, karşılıklı optik sensör, renk algılayıcı optik sensör çeşitleri vardır.

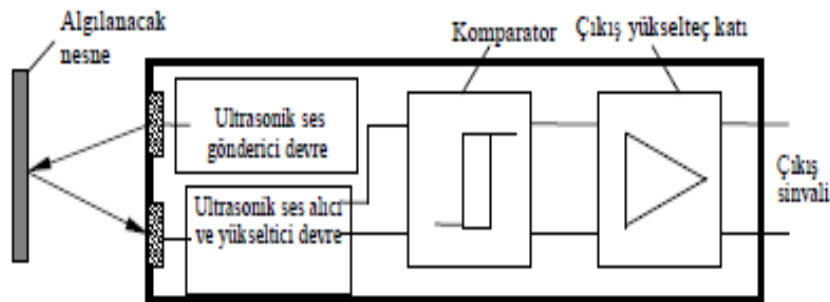


Şekil 1.13. Optik algılayıcılar [21]

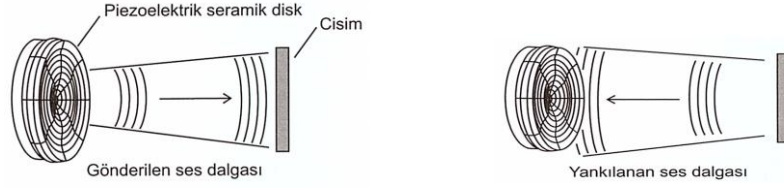
#### 1.4.7.7. Ultrasonik algılayıcılar

Ultrasonik algılayıcılar, ses dalgasını göndererek ses dalgasının yansdıktan sonra algılama prensibi ile çalışır. Ultrasonik algılayıcılar ses dalgalarının ölçülmesi sonucunda mesafe belirlenir ve bu netice sonucu çıkış sinyali üreten algılayıcılardır.

Bu sensörlere algılanması istenen cisimler yaklaştırıldığında gönderilen ultrasonik ses dalgaları cisme çarparak alıcı kısma geri döner. Geri yansıyan bu ses dalgası sonucunda elektronik devre belli bir gerilim değeri üretilir. Üretilen bu gerilim karşılaştırmacıda değerlendirilip çıkış kısmına sinyal olarak verilir. Çıkış kısmında bu sinyale anahtarlama işlemi uygulanarak sensör çıkış işareti oluşturulur.



Şekil 1.14. Bir ultrasonik algılayıcının iç yapısının blok şeması [22]



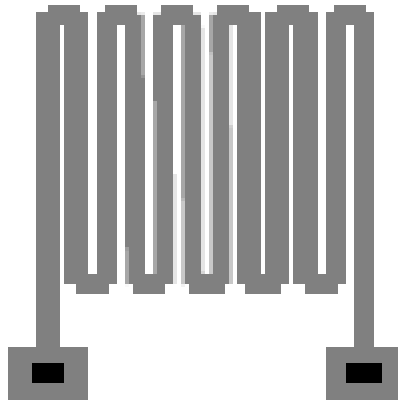
Şekil 1.15. Ultrasonik ses dalgası [21]

#### 1.4.7.8. Basınç algılayıcılar

Basınç algılayıcıları üzerlerine uygulanan basınç büyüklüğü doğrultusunda fiziksel biçimlerinde değişim oluşması sonucunda basınç düzeyi ve değişimini elektriksel verilere çeviren otomasyon elemanlarıdır. Basınç sensörlerinin kapasitif, strengaç, loadcell ve piezoelektrik türleri bulunmaktadır.

Kapasitif basınç algılayıcıları yapısında bulunan kondansatör nedeniyle üzerine uygulanan basınç değerini kondansatör plakalarının hareketlerine göre belirler.

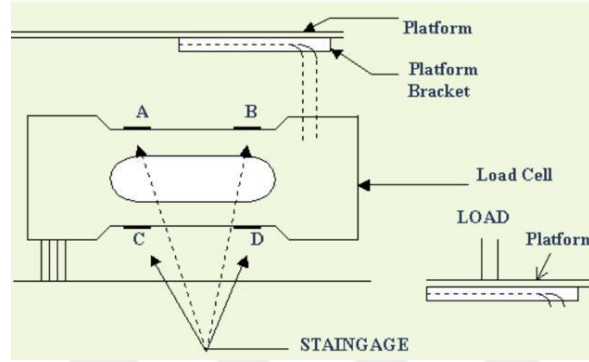
Strengaçler, metal yapılarından dolayı üzerine uygulanan basınç miktarını strengaç telinin uzama ve kısalma miktarına göre belirler. Biliyoruz ki bir iletkene kuvvet uygulandığında boyu kısalırken kesiti artar, kuvvet ortadan kaldırıldığında ise iletken boyu uzarken kesiti azalır. İşte strengaçler meydana gelen bu değişime bağlı olarak uygulanan basınç miktarını hesap ederek elektriksel sinyaller meydana getiren algılayıcılardır.



Şekil 1.16. Strengaç

Piezoelektrik kristal yapılu özel bir maddedir. Üzerine uygulanan basınca bağlı olarak küçük değerli akım ve gerilim üretir. Tepkileri hızlı olduğundan ani basınç değişimi olan sistemlerde tercihi yaygındır.

Loadcell basınç sensörleri strengeleri barındıran wheatstone köprüsünden oluşturulmuştur. Strengelere bir basınç uygulandığından bir değişim olur bu değişim wheatstone köprüsü aracılığıyla elektrik sinyali olarak çıkarılır.



Şekil 1.17. Load cell iç yapısı

#### 1.4.7.9. Sıcaklık algılayıcılar

Algılayıcılar ile sıklıkla ölçülen büyüklüklerinden biride sıcaklıktır. Sıcaklığın sıklıkla ölçülmesinin nedeni mekanik, elektronik, kimyasal vb. sistemlerin sıcaklıktan etkilenmelerindedir. Bu yüzden bu sistemlerin kumanda ve kontrolünde sıcaklık belli bir düzeyde tutulması önem arz etmektedir. Çoğunlukla tercih edilen sıcaklık sensörleri çeşitleri şunlardır; termodirençler (RTD), termokupl(ısı çiftler), termistörler (PTC-NTC) ve entegre devre sıcaklık sensörleridir.

Termodirençler (RTD); Metal cismin direnç değerinin sıcaklık değeri ile artması termodirençlerin temelidir. Bir metalin direncinin sıcaklık ile artması dirençsel sıcaklık sensörü (termodirenç) RTD'lerin temelidir. Dirençsel sıcaklık sensörlerinin direnç değerlerinin büyük olması sistemdeki hata oranı düşürecektir. RTD'lerin imalatından platin, demir, bakır ve nikel gibi maddeler en çok tercih edilir. Sıcaklık değişen sensörler kullanılan maddeye ve 0°C'taki direnç değerleri göre isimlendirilmiştir (Pt100, Pt1000,..).

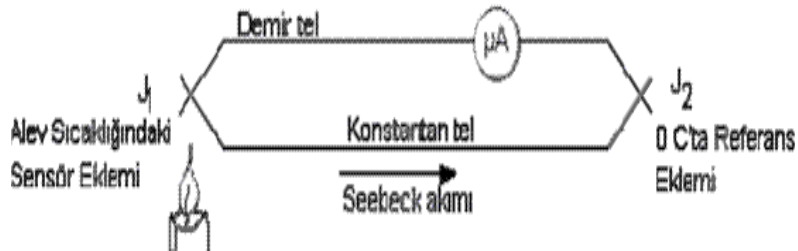




Şekil 1.18. Dirençsel sıcaklık sensörleri

Termistörler, dirençsel sıcaklık sensörleri (RTD) gibi sıcaklıkla değişim gösteren algılayıcılardır. Termistörlerin yapısında genellikle bakır, nikel, magnezyum ve kobalt gibi maddelerin karışımı bulunur. Termistörler yarı iletken tabanlı elemanlardır. Termistörlerin, direnç değeri sıcaklığın artması ile artan PTC ve direnç değeri sıcaklığın azalması ile azalan NTC diye iki çeşidi vardır. Termistörlerin direnç değeri RTD'lerden daha büyük olduğundan RTD'ler ile yapılamayacak sıcaklık ölçümlerinde tercih edilebilir. Termistörler sıcaklık değerlerinin değişmesine RTD'den daha kısa sürede cevap verir.

Isıl çiftler (termokupl), iki metallerin uçlarının birleştirilmesi ile oluşturulan algılayıcılardır. Isıl çiftler 19.yy başlarında Thomas Seebeck tarafında icat edilmiştir. Termokupl algılayıcı içerisindeki iki metallerin birleştirilmiş uçları ısıtıldığında diğer uçları arasında bir potansiyel fark oluşur. Bu hadise termokupl sensörün çalışma prensibidir. Isıl çiftler endüstride yüksek sıcaklık ölçümlerinde çoğunlukla tercih edilir.



Şekil 1.19. Isıl çiftler

Entegre devre sıcaklık sensörleri, germanyum ve silisyum gibi yarı iletken elementlerin sıcaklık değişimlerini üreten algılayıcılardır. Bu elementlerden silisyum sıcaklık ile doğru orantılı değişirken, germanyum ise sıcaklıkla ters orantılı değişmektedir. Bu

özelliğinden dolayı bu iki yarı iletken maddelerin arasındaki nötr bölgenin sıcaklığı artırılması akım geçişi meydana gelir. Böylece entegre devre sıcaklık algılayıcılarının çalışma mantığı gerçekleştirilmiş olur.

#### **1.4.8. PLC çıkış elemanları**

Kontrol ve kumandası gerçekleştirilen sisteme ait analog ve dijital verileri 0 ve 1 mantığına göre PLC’de işlenip çıkış birimine iletilir. Çıkış birimine gelen veriler gerçekleşmesi için çeşitli elemanlara gönderilip otomasyon sistemi gerçekleştirilir. Çıkış birimine bağlı bulunan bu donanımlara çıkış elemanları denir. Çıkış kontrol lambaları, motorlar, röleler, kontaktör, selenoid valfler vb. PLC’nin çıkış elemanlarıdır.

##### **1.4.8.1. Çıkış kontrol lambaları**

Bir kumanda devresinin çalışıp çalışmadığını ya da bir makinenin veya sistemin durumunu belirlemek için kullanılan elemanlardır. Direkt çıkışa bağlanan lambalardır. 24V DC veya 220 DC-AC gerilimle çalışırlar. Farklı renktedirler ve renge göre sistemin veya makinenin durumu belirlenir.



Şekil 1.20. Çıkış kontrol lambaları

##### **1.4.8.2. Küçük motorlar**

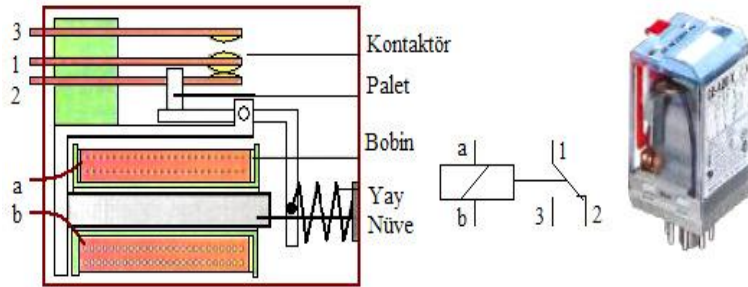
Çalışma güçleri düşük olan elektrik motorlarıdır. Bunlar genellikle DC gerilimle çalıştırılan motorlardır. Küçük güçlü motorlar PLC 'ye bağlanması yarı iletkenli temelli sürücüler ya da röleler yardımıyla gerçekleşir. Eğer PLC çıkış akımı küçük güçlü motorları çalıştırmak için yeterli ise bu motorlar PLC'ye direkt olarak da bağlanabilir.



Şekil 1.21. Küçük güçlü motorlar

### 1.4.8.3. Röleler

Röleler palet, kontaklar ve elektromıknatis diye üç temel birimden meydana gelir. Elektromıknatis kısım bobinin demir nüve üzerine sarılması ile oluşur. Bobine bir gerilim olduğundan etrafında meydana gelen manyetik alan paleti çekerek rölenin kontaklarının konum değiştirmesine neden olur. Bobine uygulanan gerilimin ortadan kaldırılması durumunda kontaklar ilk konumlarına geri döner. Röle küçük güçlü motorları PLC'ye bağlamak için tercih edilen önemli devre elemanıdır. Büyük güçlü motorların PLC ile bağlantısı ise kontaktörler üzerinden yapılır. Röleleri, küçük güçlü akım değerleri ile yüksek akım çeken alıcıları çalıştırmak için kullanılan elektromekanik elemanlar olarak tanımlayabiliriz. Rölelerin üzerinde çok sayıda kontak olması yardımıyla karmaşık elektrik kumanda devrelerinde mantıksal çözümler elde edilir.

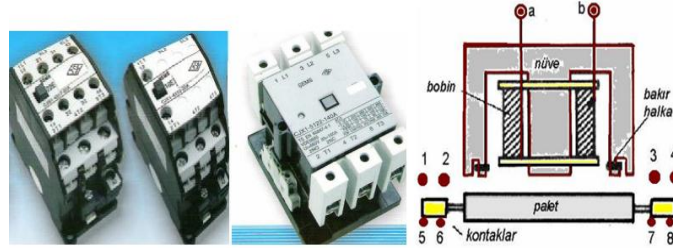


Şekil 1.22. Röle ve yapısı [27]

### 1.4.8.4. Kontaktörler

Kontaktörler bobin, kontaklar ve demir nüve birimlerinden oluşur. Bobine gerilim uygulanması sonucunda palet çekilir böylece kontaklar konum değiştirir. Bobin enerjisinin kesilmesi ile kontaklar eski konumlarına geri döner. Kontaktörler kumanda devrelerinde özellikle büyük güçlü motorları uzaktan kontrol amacıyla kullanılan

elektromekanik anahtarlama elemanıdır. Kontaktörleri aracılığıyla motorların devir sayısı ve yol verme işlemleri yapılır. Rölelere göre daha yüksek akım çeken elektrik kumanda devrelerinde tercih edilir. Kontaktörler, ısıtma sistemlerinde, büyük güçlü iş makinelerin kontrolünde de tercih edilen elektromanyetik devre elemanıdır.

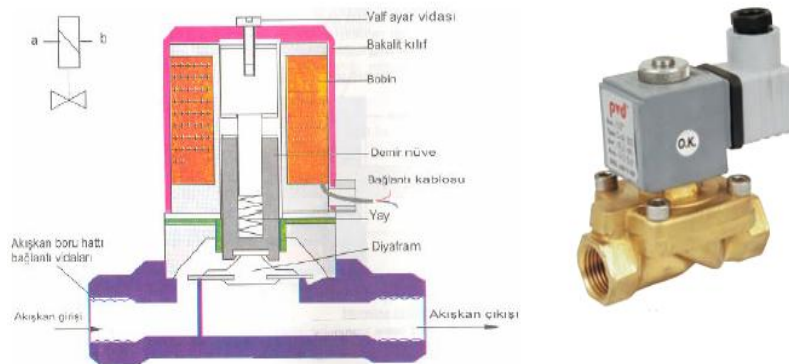


Şekil 1.23. Kontaktör ve yapısı

#### 1.4.8.5. Selenoid valfler

Selenoid valfler elektrik enerjisi ile çalışırlar ve akışkanın otomatik olarak kontrol edilmesi gereken yerlerde kullanılır. Elektrik enerjisinin bir bobin vasıtasıyla oluşturduğu manyetik alanın bir takım elemanları hareket etmesi prensibine göre çalışırlar.

Elektrik akımının manyetik etkisinden yararlanılarak yapılan selenoid valfler ile elektrik enerjisi doğrusal hareket enerjisine dönüştürülür. Sistemde, sıvı veya gaz haldeki akışkanı elektrik sinyaliyle uzaktan kumandalı bir şekilde açıp kapatabilmeye yararlar. Valfin normal açık (elektrik sinyali yok iken açık) veya normal kapalı yapılış şekline göre valf, yerçekimi etkisiyle, yay etkisiyle veya akışkanın kendi basıncıyla normal konumda iken elektrik sinyali ile meydana gelen manyetik bir alanın sağladığı hareket vasıtası ile normalin aksi konuma girer (açık ise kapatır, kapalı ise açar) [22].



Şekil 1.24. Selenoid valf ve yapısı

#### 1.4.8.6. Motorlar

Otomasyon ve endüstriyel sistemlerde yaygın biçimde yapılacak işe göre motorlar kullanılır. Genellikle endüstride üç fazlı asenkron motorlar kullanılır. Motorların yapısı basit, ucuz, bakım ve onarımın kolay, kolektör ve fırça düzeneğinin olmaması tercih edilmelerinde etken olmuştur. Çalışma gerilimlerine göre AC veya DC olabilirler. Motorlar PLC'ye röle veya kontaktör yardımıyla bağlanır.



Şekil 1.25. Motorlar

#### 1.4.9. PLC programlama dilleri

Endüstriyel sistemlerde PLC kullanmak için programlama dillerine gerek vardır. Bu programlama dilleri sürekli olarak evrim kaydetmektedir. PLC satın alındığında üzerinde program bulunmamaktadır. Fakat PLC'ler bazı programlama dillerini desteklemektedir. Kullanılacak dil otomasyon sisteminin ihtiyacına ve yazılımı hazırlayacak kullanıcının tercihine kalmıştır. Bu nedenle her türlü PLC programlanması programlayıcıya ve otomasyon sistemine göre değişmektedir.

Günümüzde PLC üreticileri kendi notasyonlarını yanında artık uluslararası standartta da destek vererek her kullanıcının kullanacağı PLC'ler üretmektedir. PLC üreticileri, programlama amacıyla geliştirmiş oldukları yazılımları özellikle kumanda devrelerini bilen kullanıcıların kolayca öğrenebilecekleri ve adapte olabilecekleri biçimde tasarlamaktadırlar. PLC'lerde kullanılan programlama dilleri gelişen teknoloji ile hızlı bir şekilde değişmekte ve yenilenmektedir. Bunun yanında bazı temel yazılım türleri uzun süreden beri kullanılmaktadır. Programlanabilir kontrol cihazlarının ilk kullanımından itibaren merdiven programlama sistemi kullanılmaktadır. PLC'ler

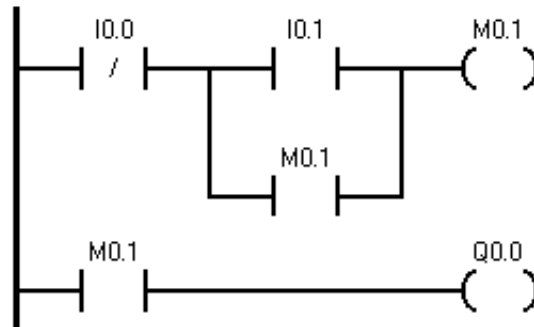
merdiven programlama dilinin (LAD) yanında komut dili STL (statementlist), FBD (Fonksiyon blok diyagram) programlama dilleri kullanılarak programlanabilmektedir.

#### 1.4.9.1. Merdiven diyagramı ile programlama (LAD)

Ladder diyagram (LAD) ile programlama, klasik kumanda devrelerine benzeyen programlama dilidir. Elektrik kumanda devrelerinde olduğu gibi kontaklar aracılığı ile akan enerjiyi sembolize etmek için kolay ve anlaşılır programlama mantığıdır.

Elektrik kumanda devre sembollerine benzeyen sembollerin kullanıldığı ve elektrik kumanda devrelerinde kullanılan seri-paralel devre mantığı ile programların yazılabileceği bir PLC dilidir. Kontak plan komutlarının şekillerle gösterildiği ve programlandığı yöntemdir. Bu şekiller ile klasik elektrik kumanda sembolleri arasında büyük benzerlik vardır. Zaten kontak planının geliştirilmesinin esas nedeni yeni gelişen PLC teknolojisine klasik kontaktör tekniğini bilenlerin hızlı uyumunun sağlanmasıdır. Bu programlama şeklinde kütüphaneden alınan kontak veya röle sembolleri alınarak üzerine adres yazılır [23].

Merdiven mantığı ile programlama dili, açık-kapalı kontak sembolleri vasıtasıyla lojik ilişkilerin sergilendiği PLC programlama dillerindedir. Klasik elektrik kumanda devrelerinin tasarlanma şekline benzerliği dolayısıyla en fazla tercih edilen programlama dilidir. Geleneksel elektrik kumanda devrelerinde olduğu gibi tüm elemanların kumanda sembollerle yazıldığı programlama dilidir. Grafikselleşiminden dolayı geliştirilmesi ve kullanımı kolaydır.



Şekil 1.26. Merdiven diyagramı ile programlama (LAD) örneği

### 1.4.9.2. Komut listesi ile programlama (STL)

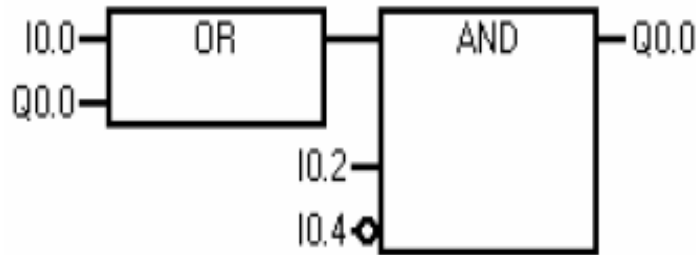
Komut kodlarını yazarak kontrolün geliştirildiği programlama dilidir. LAD ve FBD dilleri ile geliştiremeyeceğimiz komut listesi yöntemi ile geliştirebiliriz. Bilgisayar programcılarının ve deneyimli programcılarının ağırlıklı kullandığı programlama dillerindendir. Assembly diline dizine benzeyen bu programlama dili yazılın programı yukarıdan aşağıya doğru sırayla her komutu uygular. Son komut uygulandıktan sonra program yeniden başa döner. Kullanımı diğer dillere göre karmaşık olmasına rağmen daha az program hafızası kullanır.

Network 1	Network Title
LD	I0.0
LD	I0.1
A	I0.2
O	Q0.1
ALD	
=	Q0.1

Şekil 1.27. Komut listesi ile programlama (STL) örneği

### 1.4.9.3. Fonksiyon blok diyagramı ile programlama (FBD)

Fonksiyon blok diyagram (FBD) merdiven programlamada olduğu gibi kontak ve röleler yoktur. Programlama mantıksal kapı simgelerinin kutu şeklinde gösterildiği eşdeğer komutlar vardır. Bu yöntemde bağlantı şeklinde mantıksal ifadelerin oluşturulması kolaydır. Daha çok lojik kapı elemanlara yatkın olan elektronikçilerin kullandığı programlama dilidir. Program komutları blok şeklinde kullanılır. Blokların giriş ve çıkışları vardır. Bloklar girişlerindeki sinyallere göre çıkış üreten elemanlardır.



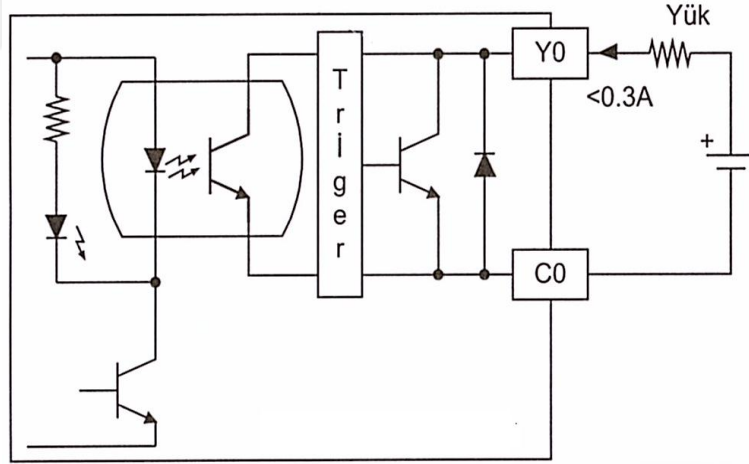
Şekil 1.28. Fonksiyon blok diyagramı ile programlama (FBD) örneği

#### 1.4.10. Çıkışlarına göre PLC çeşitleri

PLC otomatik kontrolde yer alan birçok elemana çıkış sinyali verebilir. Bunlar selenoid valf, röle, motor, kontaktör ve dijital göstergeler olabilir. Çıkış sinyalleri de giriş sinyalleri gibi sınıflandırır analog sinyal analog elemanlara, dijital sinyal ise dijital elemanlara sinyal verir. PLC'ler değişik çıkış gerilimlerinde çalışan çıkış devrelerine sahiptir. PLC çıkış ünitesi transistörlü, tiryaklı ya da röleli olabilir.

##### 1.4.10.1. Transistör çıkışlı PLC

Transistör çıkışlı PLC'ler anahtarlama işlemlerinin hızlı olduğu ve PLC'den küçük akımın çekildiği sistemlerde kullanılır. Bu tür PLC'lerde çıkış ünitesinde elektronik devre elemanı optokuplör bulunur. Transistör çıkışlı PLC'ler selenoid valf, kontaktör, lamba vb. DC yükleri sürebilir. Çıkışta çekilen akım 0,5 A civarında olurken işlemlere cevap süreleri yaklaşık 0.2msdir. Bu PLC'lerin hareketli kontakları bulunmadığından kullanım ömürleri uzun olmaktadır. Ayrıca sessiz şekilde çalışmalarını sürdürmektedirler.



Şekil 1.29. PLC transistör çıkışı eşdeğer devresi [21]

##### 1.4.10.2. Triyak çıkışlı PLC

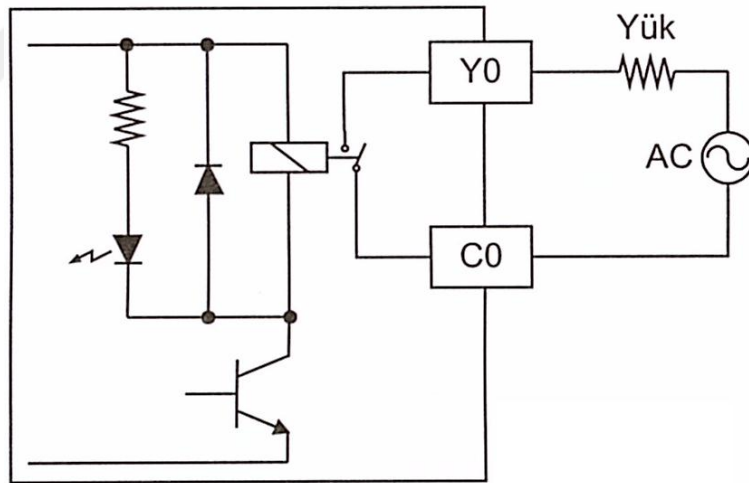
PLC'nin bu türünde çıkış elemanları triyak üzerinden beslenir. Bunlara kontaklız PLC'lerde denilmektedir. Alternatif akımla sistemin çalışması esnasında çok fazla yüksek hızlı anahtarlama elemanın bulunması durumunda triyak çıkışlı PLC'ler kullanılmadığıdır. Bu tip PLC'ler transistör çıkışlılara göre daha yavaş ama röle çıkışlılara



göre ise daha hızlı açma kapama yapabilmektedir. Triyak çıkışlı PLC'lerin çıkışına 82volt-242volt arasında gerilim uygulanırken çıkış biriminden alınabilecek akım yaklaşık 0,3A'dir. PLC'nin bu çeşidi pratikte çok fazla kullanılmaz. Triyak çıkışlı PLC'lerle AC yükler kontrol edilir.

#### 1.4.10.3. Röle çıkışlı PLC

Röle çıkışlı PLC'ler hızlı anahtarlama gerektirmeyen, küçük güçlü motorlar, valfler, kontaktörler vb. elemanların PLC'ye bağlandığı kumanda devrelerinde tercih edilir. Bu tür PLC çıkışları kontak şeklinde olduğundan hem alternatif akımda hem de doğru akımda kullanılabilir. Röle çıkışlı PLC'ler triyak ve transistör çıkışlı PLC'lere göre daha yavaş anahtarlama yaparken çıkışından ise daha yüksek akım çekilir. Bu tip PLC çıkış ünitesinde kutuplar bulunmadığından çeşitli sistemlerde kullanılır. Röle çıkışlı PLC'lerin kontaklarının her birinden yaklaşık 2A akım çekilebilir. Önemli dezavantajları ise açma kapamanın yavaş olması ve mekanik kontaklarının zamanla aşınmasıdır. Çıkış devrelerinde harici elemanların kullanımı kontak ömürlerini kısaltır.



Şekil 1.30. PLC röle çıkışı eşdeğer devresi [21]

#### 1.4.11. PLC seçiminde dikkat edilecek hususlar

Kontrol edilecek sistemine uygun PLC seçmek önemlidir. PLC, sisteminin giriş çıkış sayısına yeterli ve ayrıca gelecekte sistemde meydana gelecek değişimlere ek modüllerle uyum sağlamalıdır. Kontrol sisteminin büyüklük ve karmaşıklığına göre modüler veya kompakt PLC seçilir. Verilerin geri dönüşüm sağladığı kontrol

sistemlerinde; PLC'nin mantıksal işlem kabiliyeti, komut işlem hızı ve analog giriş-çıkış sayısı gibi niteliklerde önem arz etmektedir.

- Giriş/Çıkış sayısı
- Giriş/Çıkış tipleri
- Veri belleği kapasitesi
- Programlama imkânları
- Sistem genişlemesi ve iletişim
- Çalışma hızı
- Çevre birimleri
- Program yedekleme olanağı
- Şifre koruması
- Maliyet

Sıralanan bu özellikler PLC seçiminde göz önünde bulundurulması gereken belli başlı özelliklerdir.

#### **1.4.12. PLC genel kullanım alanları**

PLC'ler klasik kumanda sistemlerinin yerini almak için üretilmiş, endüstriyel sektörde kullanılabilmesi için dizayn edilmiş, lojik kurallara bağlı olarak çalışma niteliğini gösteren, sistem veya sistem guruplarını giriş/çıkış elemanları ile kontrol eden mikro işlemci tabanlı kontrolördür. Mikro işlemci tabanlı bu kontrolör içinde barındırdığı zamanlayıcı, sayıcı, röleler ile genel kontrol sağlayan elektronik bir cihazdır.

Bu kompakt elektronik cihaz bugün otomotiv sektöründen kimya sektörüne, enerji üretimden gıda sektörüne kadar çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Elektronik teknolojisinin yenilenmesi ile gelişim gösteren PLC'ler her geçen gün ilerleyen otomatik sistemlere farklı bakış açıları getirmektedir.

PLC'ler genellikle şu alanlarda kullanılır; hareket kontrolü, sıra kontrolü, veri yönetimi ve süreç yönetimi.

*Hareket kontrolü:* Doğrusal ve döner hareket denetimi sağlar. Örneğin; metal kesme, metal şekillendirme, montaj makineleri.

*Sıra kontrolü*; Otomasyonda yapılacak işlerin belli bir sırayla yapılmasını denetler. Örneğin; üretim istemindeki makinelerin belli bir sırayla çalışması.

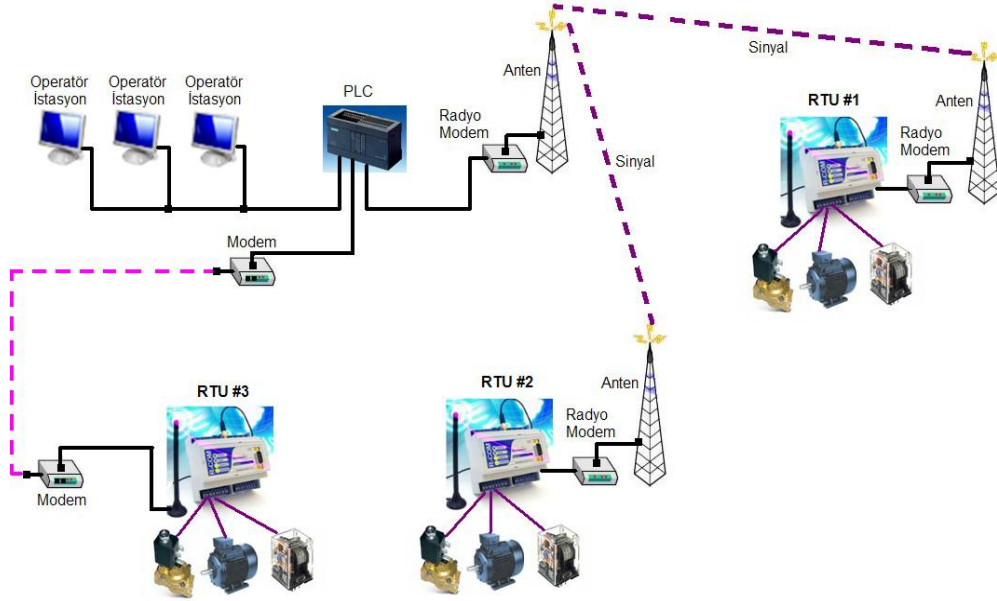
*Veri yönetimi*: Sistemin süreçlerinden elde edilecek her türlü bilgilerin toplandığı, sistemin süreçlerinin karşılaştırıldığı ve süreçlerin yönlendirildiği yöntemdir. Örneğin; ürün ambalajlama ve paketlenme sektöründe, taşıma sistemlerinde, soğutma ve havalandırma sistemlerinde vb. yaygın olarak kullanılan yöntemdir.

*Süreç yönetimi*: PLC tarafından basınç, seviye, sıcaklık, ağırlık, hız, debi vb. fiziksel büyüklüklerin kontrol edildiği yöntemdir. Örneğin; plastik enjeksiyon makineleri, ısıtma fırınları gibi.

### **1.5. SCADA Sistemleri**

SCADA kavramı “SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITIONS” ifadesindeki kelimelerin ilk harflerinden meydana gelmiştir. “Süpervizör veri ve kontrol kazanımı” şeklinde dilimize aktarılabilir. SCADA sistemi ana merkez istasyonu, uzak istasyon, iletişim sistemi ve Scada yazılımdan oluşmaktadır. Scada sistemi saha ekipmanlarından alınan bilgiler merkez istasyonda toplanıp, gerekli analiz ve işlemler yapıldıktan sonra bu bilgileri operatörlerin ekranlarına taşınması sürecinden oluşmaktadır. Scada, görüntülenen saha prosesin reel zamanlı takip edilmesi ve gereksinim duyulması durumunda oluşturulmuş olan merkez istasyonundan direkt ya da bir yazılım vasıtasıyla prosese müdahale edilmesi biçiminde tanımlanabilir. Scada sahada kullanılan ekipmanları ve tesisi otomatik olarak kontrol edip, operatörlerden aldığı komutlar yardımıyla prosese müdahale eden sistemdir.

SCADA, 20.yy ikinci yarısının başında proses otomasyonunda birbirine uzak durumda olan birimlerin birbiri ile haberleşmesi amacıyla oluşturuldu. Üretilmelerinin başında açma-kapama elemanları, denetim elemanları, ölçme cihazları vb. unsurları bulunan SCADA sistemleri günümüzde uzak terminal birimi (RTU), bilgisayarlar ve bu elemanlar arasındaki haberleşmeyi sağlayan hatlardan meydana gelir.



Şekil 1.31. Tipik scada sistemi diyagramı [24]

Scada'da sahanın her alanından veri alınması ve bir program çerçevesinde veya operatörler tarafından sahaya müdahale şarttır. Kısacası sahaya tam bir hâkimiyet söz konusudur. Scada 'da bilgisayar ağları ve çeşitli veri iletişim protokolleri üzerinden birbirine bağlanmış RTU 'lar ile sahadan gelen çok sayıdaki (Teorik olarak sınırsız) veri alınmakta, bazı değerlendirmelere tabi tutulmakta, gerektiğinde kayıt edilebilmekte, mevcut veri ile arşiv verileri karşılaştırılabilmekte, verilerin sayısal veya grafiksel olarak okunması sağlamakta ve hatta sahanın simülasyonu bilgisayar ekranında görüntülenip müdahale edilebilmektedir. Bu görüntüleme ve müdahale işlemleri aynı üretim alanı içerisinde olabileceği gibi modem veya kablosuz iletişim hatları vasıtası ile kıtalar arasından bile gerçekleştirilebilmektedir. Scada sayesinde tesis sorunsuz çalışırken uzak birimlere operatör atama zorunluluğu ortadan kalkmıştır. Bir arıza durumunda ise kumanda merkezindeki operatörü uyararak gerekli önlemlerin manuel veya otomatik olarak alınması sağlanmaktadır [25].

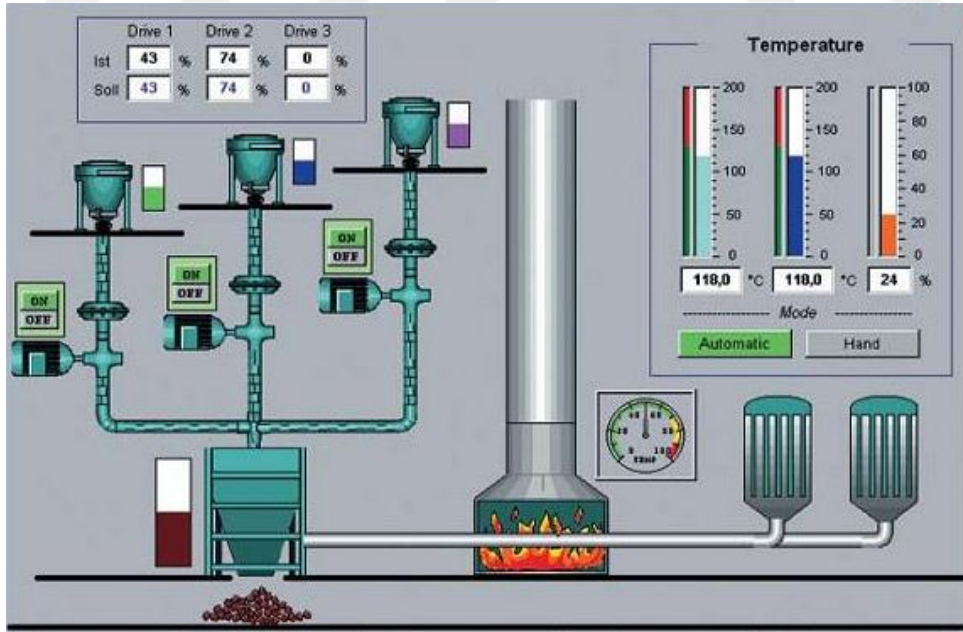
### 1.5.1. SCADA sistemlerinin uygulama alanları

Bugün endüstriyel sektörün aktörleri gereksinimleri için kolay, güvenli, esnek ve pahalı olmayan çözümler aramaktadır. İşletmeler hızlı, güvenli ve müşteriye daha özgün üretimler için çalışmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda Scada endüstriyel otomasyonda

önemli bir konuma gelmiştir. Bugün ulusal ve uluslararası birçok tesisin otomatik kontrol ve veri denetimi Scada ile yapılmaktadır.

Başlıca Scada sisteminin tercih edildiği sektörler;

- Doğalgaz ve petrol boru hatları
- Gıda endüstrisi
- Elektrik üretimi ve iletimi
- Su toplama ve arıtma tesisleri
- Petrol kimya endüstrisi
- Bina otomasyonu
- Demir-Çelik endüstrisi
- Otomotiv sektörü
- Proses tesisleri
- Makine endüstrisi
- Tekstil endüstrisi
- Kâğıt endüstrisi, Scada'nın kullanıldığı bu alanları daha da çoğaltmak mümkündür.



Şekil 1.32. Örnek scada uygulaması [26]

### **1.5.2. SCADA sistemlerinin faydaları**

SCADA ile kontrol altında tutulan ve izlenen sistemin sağladığı en önemli yarar mal güvenliği ve insan yaşamı için oluşabilecek riskleri yok etmesidir. Scada'nın bu yararlarının dışında başka yararları da vardır. Denetimi yapılan sistemin parametreleri devamlı olarak takip edilerek denetim altında tutulmasıdır. Sistemde bulunan elemanların durumları gerçek zamanlı izlendiğinden herhangi bir aksaklığa anında müdahale edilebilmesidir. Operatörlerin talepleri doğrultusunda çalışan Scada otomasyonu, saha donanımlarını insana gerek kalmadan otomatik olarak kumanda ve kontrol edeceğinden klasik kumanda sistemlerinden daha güvenli ve daha az tehlikelidir. Scada otomasyonun kullanıldığı sistemlerin kontrolünde çok az insana ihtiyaç duyulur Scada sistemi ile prosesin anlık ve geçmişe ait değerlerine ulaşmak mümkündür. Bu değerler raporsal olarak alınabilir. Scada otomasyonu ile kurulan sistemlerin yazılım ve donanımı değişime açıktır. Genişleyebilme ve değişebilme kolaylığına sahiptir. Ayrıca başka sistemlere entegre edilebilme özelliği mevcuttur. Tesisin en uygun duruma getirilmesinden dolayı enerji tasarrufu sağlanır.

### **1.5.3. SCADA sistemlerinin işlevleri**

SCADA sistemleri 4 temel işlevi bulunmaktadır. Bu işlevler aşağıdaki gibidir;

- İzleme İşlevi
- Kontrol İşlevi
- Bilgi Toplama İşlevi
- Bilgilerin kayıt edilmesi ve saklanması işlevi

#### **1.5.3.1. İzleme işlevleri**

Scada sistemi ile bir işletmeye veya tesise ait tüm donanımların kontrolünden üretimin planlamasına kadar olan süreç gerçek zamanlı olarak izlenebilmektedir. Scada sistemiyle gerçekleştirilecek bu izleme fonksiyonu gerçek durumla uyumlu ve sağlıklı olması için, kullanıcı tarafından scada programı ile tasarlanan animasyon veya görsel veriler reel sisteme uygun olmalıdır. Sahadan ekipmanlardan gelen veriler, oluşturulan animasyon üzerinden kullanıcıya sunulmaktadır.

### **1.5.3.2. Kontrol işlevi**

Geniş bir sahaya yayılmış işletme ve tesislerin bir bilgisayar yardımıyla tek merkezden kontrol ve izlenmesi scada sistemi ile sağlayabilir. Scada sistemi ile izlenen prosten gelen veriler doğrultusunda açma kapama gibi bazı temel kontrol işlemler yapılabilmektedir. Örneğin; operatör, sistemde meydana gelen olumsuz durumları gördüğünde gereken müdahaleyi yapabilmekte ve yahut sistemi durdurup tekrar çalıştırabilmektedir.

### **1.5.3.3. Bilgi toplama işlevi**

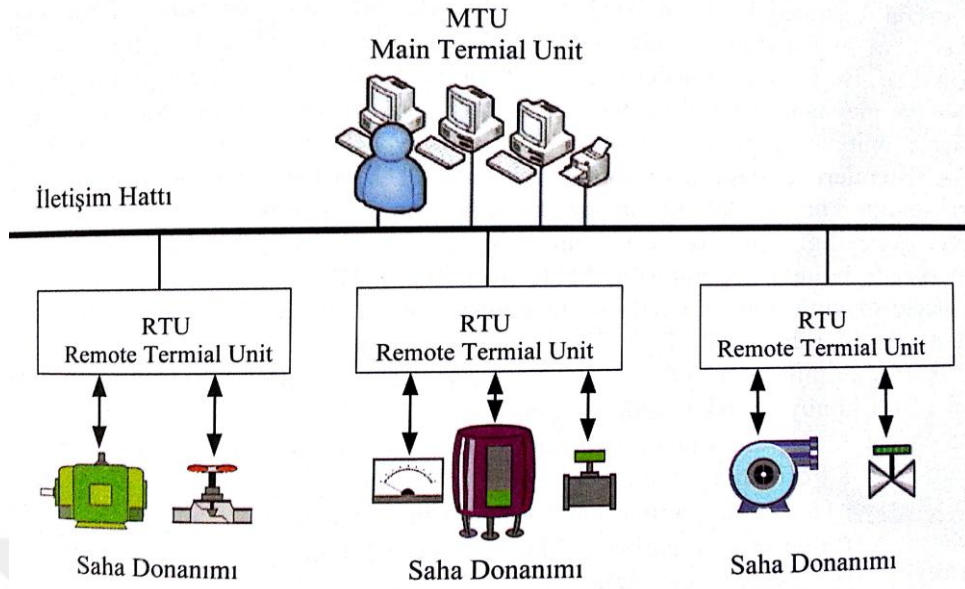
Saha ekipmanlarından ve ölçüm cihazlarından elde edilen veriler Scada programı vasıtasıyla toplama işlevi gerçekleştirilerek sistemi izleyen operatöre ulaştırılır. Örneğin, paketleme işleminde ürünlerin sayısı, bir motorun çektiği akım veya devir sayısı verilerinin scada sistemi ile belli periyotlar ile toplanması. Scada ile toplama işlevi gerçekleştirilen tüm bu veriler uygun formatta kullanıcıya iletilir.

### **1.5.3.4. Bilgilerin kayıt edilmesi ve saklanması işlevi**

Scada sistemi ile kontrol ve izlenmesi gerçekleştirilen sistemden elde edilen veriler kullanıcının isteğine göre kaydedilir ve belli bir süre saklanabilir. Saklanan bu veriler merkez birimdeki bilgisayarın belleğinde saklanır. İstenirse bu verilerin güvenliği açısından yedekleri alınabilir veya rapor şeklinde çıktıya dökülebilir. Sistemin verileri daha sonra operatör tarafından kullanılacağı düşünülerek zamansal şekilde arşivlenebilir.

### **1.5.4. SCADA sisteminin yapısı**

Scada sistemi bir tesis veya tesis grubundan bilgi toplanmasına olanak sağlayan, tesisleri kontrol eden modern bir otomasyon teknolojidir. Temelde Scada sistemi bilgisayarlara kurulan yazılımdır. Bu sistem saha donanımı, merkezi ana birim adı verilen MTU'lar, birden fazla veri sağlayan uzak terminal birimleri RTU'lar ve bu elemanlar arasındaki veri alış verişi sağlayan iletişim hattından oluşur.



Şekil 1.33.Scada sisteminin elemanları [27]

#### 1.5.4.1. Saha donanımı

Scada sisteminden kontrolü yapılan tesisin saha ekipmanlarına doğrudan bağlanan sensör veya çeşitli düzeneklerdir. Tesisteki fiziksel parametre değişikliklerini (hız, seviye, sıcaklık, basınç vb.) RTU'lar yardımıyla ölçüp elektriksel sinyallere çevirirler. Genellikle Scada sisteminin genel kontrol planının tamamlayıcı parçasıdır.

#### 1.5.4.2. Ana terminal birimi (MTU)

MTU ifadesi İngilizce "Main Terminal Unit" kelimelerinin baş harflerinden oluşturulmuş, Türkçeye de Ana terminal birimi olarak çevrilmiştir. Ana terminal birimi scada sisteminin merkez istasyonu yada bilgisayardır. MTU'lar modern scada sistemlerinde bilgisayar altyapılı olmaktadır. MTU'lar bir bilgisayardan oluşabildiği gibi birden fazla bilgisayarı bir araya getiren ağdan da oluşabilir.

MTU'lar uzak terminal vasıtasıyla tesisten alınan verileri alıp yorumlayan ve kullanıcıya sunan ayrıca kullanıcının isteklerini uzak birimlere iletip kontrol işlevlerini yerine getiren ana birimdir Ana kontrol biriminin bir başka görevi de alınan verilerin istatistiklerini yığıp, nitelik ve nicelik olarak verilerin toplanması ve bu verileri kaydetmesidir. Ana terminal birimi yönetici ve operatörlerin işletmenin tüm prosesini reel zamanlı görsel biçimde izledikleri scada sistemi elemanıdır.



Merkez noktada bulunan ana birim terminali ile operatör arasındaki iletişim "Human Machine Interface" (HMI) diye adlandırılan insan-makine arayüzlü yazılım ile gerçekleştirilir. HMI kullanıcıya proses ve mevcut süreç hakkındaki verileri grafiksel olarak sunar.

Kontrolün gerçekleştirildiği Ana terminal birimi aracılığıyla operatör sistemle ilgili basit işlemleri gerçekleştirebilmektedir. Ana terminal birimi yüklerin takibatından sorumlu ve yük değerlerinin kabul sınırlarında kalması için saha ekipmanlarını devreye alıp çıkarmak durumundadır. MTU'lar, RTU'lardan gelen gelen bilgileri periyodik olarak saklamakta gerekmesi durumunda ise operatörün kullanmasına sunar. MTU'lar ile başka sistemler birbirleriyle haberleşme hatları ya da LAN üzerinden bağlanır.

#### **1.5.4.3. Uzak terminal birimi (RTU)**

“Remote Terminal Unit” kelimelerin baş harflerinin kısaltması olan “RTU” Türkçeye “uzak terminal birimi”, “bilgi toplama ve denetleme birimi” ya da “uzaktan izleme ve denetleme ünitesi” şeklinde çevrilmiştir.

RTU'lar tesisten aldığı verileri toplayan, depolayan ve bu verileri kontrol merkezine ileten Scada sisteminin temel birimlerindedir. Uzak terminal birimleri saha donanımlarındaki lokal ölçüleri yapabilir ve sistemde bulunan çeşitli elemanları kumanda edebilir. RTU'lar tesisten elde ettiği çalışma durumlarını ve ölçülen büyüklük değerlerini ana terminal birimine (MTU) ileterek ana terminal birimden gönderilen talimatlar doğrultusunda işlemleri yerine getirir. Bu sayede sistem operatörünün bütün verileri görmesini ve sistemi denetlemesini gerçekleştirir.

İlk RTU'ların görevi merkezden verilen komutları uygulamak ve ölçüm yapmaktır. Günümüzde RTU'lar bu işlevlerin yanı sıra ölçüm değerlerini belirli sınırlarda tutmak ve aykırı durumları merkeze bildirmektir.

#### **1.5.4.4. İletişim birimi**

MTU'nun uzak mesafelerde bulunan RTU'lar veri alışverişinde bulunabilmesi için bir iletişim hattına ihtiyaç vardır. Genel olarak iki tür iletişim vardır. Bu iletişim kablolu veya kablosuz iletişimdir. Kablolu iletişim elektrik kabloları veya fiber optik kablolar, kablosuz iletişim radyo frekanslıdır. Scada sistemlerinde her iki iletişim türünde de LAN

ya da modem teknolojisinin farklı formları kullanılır. İletişim türü scada sisteminin verimliliği ve performansı açısından oldukça önemlidir.

Scada sisteminin haberleşmesi için standartlaştırılmış günümüzde pek çok iletişim protokolleri oluşturulmuştur. MTU ile RTU'lar arasındaki iletişim bu protokoller çerçevesinde yapılır.

## **1.6. Endüstriyel Veri İletişimi**

Scada'da iletişim; sunucu ve istemci bilgisayarlar arasında, sunucu ve RTU'lar arasında, RTU'ların kendi arasında olmaktadır. Sistemde veri iletişiminin yoğunluğu ve önemi çok fazladır. Bu kadar yoğun veri iletişimi ve Scada'nın tarihsel bir süreç içerisinde gelişmesi bununla beraber otomasyon ürünlerindeki hızlı gelişim iletişimde bir karışıklığa ve çeşitliliğe neden olmuştur. Henüz tam olarak bir standartlaşmaya donanımsal ve yazılımsal açıdan gidilememiştir. Veri iletişimi üç noktadan ele alınabilir. Bunlar; veri iletişiminin yapılacağı ortam, cihazların birbirine nasıl bağlanacağı yani topoloji ve iletişimin hangi dilde (protokolde) yapılacağıdır. Her şeyin veri iletişimi üzerinde yapılandırıldığı Scada'da yazılım ve RTU'lar kadar hangi veri iletişiminin de kullanılacağı önemlidir [25]. Endüstriyel iletişimin temel amacı sistemi oluşturan elemanlar arasındaki veri alışverişinin hızlı, güvenli, kolay ve daha az kablo ile yapılmasıdır.

Endüstriyel iletişim sistemlerin montajı kolay, basit ve ekonomiktir. Endüstriyel iletişim çevresel etkenlerden az etkilenir. Sisteme yeni bir cihazın bağlanması veya sistemden cihazın çıkarılması basittir.

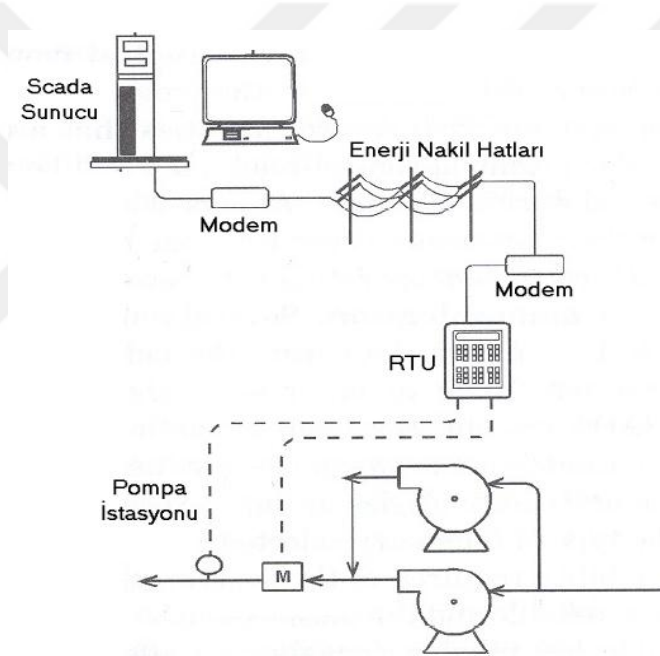
### **1.6.1. İletişim ortamları**

SCADA haberleşmesi için kullanılan ortamlar;

- Enerji nakil kabloları
- Kiralanan telefon veya kablolu tv hatları
- Radyo frekansı
- Fiber optik gibi özel hatlar
- Uydu iletişimi

### 1.6.1.1. Enerji nakil hatları

Scada sisteminin kontrol ve gözlenmesinin enerji transfer kabloları ile yapıldığı durumlarda verinin gönderilip alınması özel modülasyon yöntemlerinin uygulanması ile yapılmaktadır. Bu teknikte veri sinyallerinin iletişimi enerji transfer ortamıyla gerçekleştiğinden ayrıca farklı ortama gereksinim olmamaktadır. Enerji nakil hatlarındaki ayırıcı ve kesicilerin açılıp kapanması, dış şartların değişmesi ile kablolardaki gürültüler empedans değişikliklerine sebep olduğundan sağlıklı iletişimin gerçekleşmesini engelleyebilir. Orta gerilim kabloları 5-20KHz aralığında frekans bandını verebilmektedir. Veri alış verişinin yoğun olduğu otomasyon sistemlerinde bu değerler yeterli olmamaktadır.



Şekil 1.34. Enerji nakil hatları üzerinden veri iletişimi [25]

### 1.6.1.2. Kiralanmış hatlar

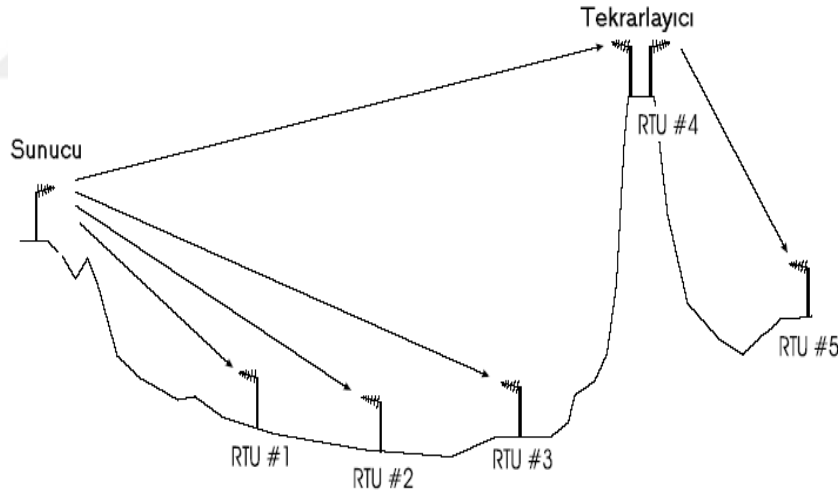
Scada iletişimin yapıldığı bu tipte, veri alış verişi kullanıcıya özel hat veya otomatik aramalı hatlar üzerinden yapılmaktadır. Otomatik hatlarda iletişimin yapılması hattın boş ya da dolu olmasına bağlıdır. Hattın dolu olması iletişimi engelleyeceğinden pek tercih edilmez. Kiralanmış hatların bakım ve onarımları ortamı sağlayan işletmeye ait olduğundan yapılacak işlemler uzun sürebilir. Bu hatların kiralama ücretleri uygun olmakla birlikte sınırlı sayıda olan yerlerde talebi karşılayamayabilir.

### 1.6.1.3. Radyo frekanslı iletişim

Geniş coğrafik alana dağılmış tesislerin scada iletişiminin doğrudan kablolarla yapılması pratikte elverişli olmayabilir. Bu tür uzak birimler arasındaki iletişimi radyo frekansı ile yapmak daha ekonomik olabilmektedir. Scada iletişiminin bu türünde ana terminal (MTU) ile uzak terminal birimi (RTU) arasındaki haberleşme radyo frekanslı modemler vasıtasıyla olmaktadır.

Radyo frekanslı iletişim yeterli bant genişliği sunmanın yanında dağıtım sistemdeki olumsuzluklardan etkilenmediğinden güvenli ve sağlıklı haberleşme düzlemi sunmaktadır.

Radyo frekanslı iletişim otomasyonun fazla olduğu büyükşehirlerde çok fazla lisans talebine yol açacağı için frekans bulma sorununa neden olacaktır. Bir MTU ile birden çok RTU haberleşmesinin gerçekleştiği 150-170MHZ ile 450-470MHZ band genişliğinde veri alış verişinin süre ve sıklığında meydana gelecek kısıtlamalar dezavantaj olacaktır.



Şekil 1.35. Radyo frekansı ile iletişimde tekrarlayıcı kullanımı [25]

### 1.6.1.4. Uydu iletişimi

Scada sistemlerinde son yıllarda tercih edilen haberleşme türüdür. Uydu iletişimi sistemden gönderilen veri sinyallerinin uydu tarafından alınıp, frekansının değiştirilip ve yükseltilmesinden sonra istenen noktaya iletilmesini gerçekleştirir. Uydudan gönderilen veri sinyalinin frekansının değiştirilmesinin nedeni gelen veri sinyalinin frekansı ile

karişmasını önlemektir. Yeterli bant genişliği ve arıza yapması düşük olmasına karşı maliyeti yüksektir. Ayrıca uzaya uydu göndermek, uydu istasyonlarını kurmak veya kiralamak çok maliyetli işlerdir.

#### **1.6.1.5. Özel hatlarla iletişim**

SCADA uygulamalarında Metalik ve fiber optik kablo ile yapılan haberleşme ortamlarıdır. Metalik kablo ile scada veri iletişimi kullanılan ve bilinen bir yöntemdir. Gelişmiş teknolojik işlemler gerektirmeyen bu iletişim için gerekli olan kablolar ülkede üretilmektedir. Metalik hatlar elektrostatik ve elektromanyetik ortamlardan etkilenmeleri onların dezavantajıdır.

Cam liflerinden üretilen fiber optik kablolar veri iletişiminde kızılaltı dalga boylarını kullanır. Fiber optik kablolar üzerinde elektromekanik ortamlar etkili olmazlar. Bu özellikten dolayı kablo içindeki lifler birbirini etkilemezler.

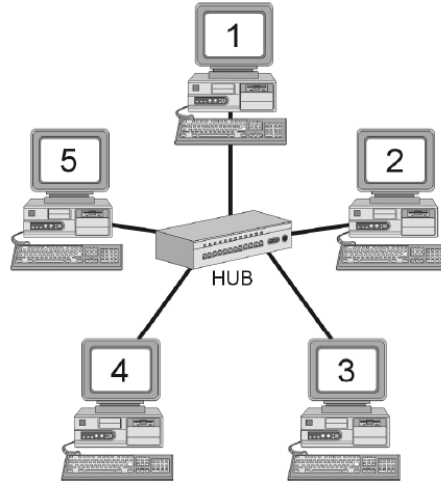
Scada sistemlerinde direkt kablo bağlantısının gerekli olduğu çalışmalarda fiber optik kablolar yüksek veri transferi ve güvenlik sağlaması açısından tercih edilebilir.

#### **1.6.2. Topoloji**

Topoloji endüstriyel ağı oluşturan elemanların birbirleri ile bağlantı şekilleri, kablolamaları, iletişim protokollerini ve ağ yapısını içerir. Topolojiyi fiziksel ve mantıksal olarak ayırmak gerekir. Fiziksel topoloji sistemin kablolamasının nasıl yapıldığı ve kablo bağlantı şekilleri gösterir. Mantıksal topolojisi ise veri protokollerini belirtir.

##### **1.6.2.1. Yıldız (Star) topoloji**

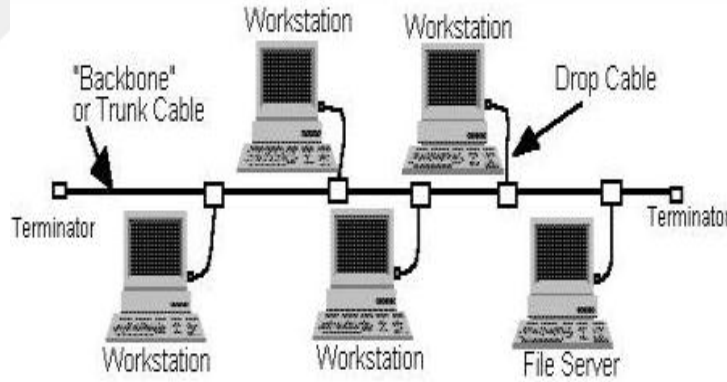
Merkezde bir istasyonun olduğu ve sistemi oluşturan bileşenlerin bu merkeze bağlandığı topolojidir. Merkeze bağlanan bileşenlerden herhangi birisinin arızalanması sistemi durmasına neden olmaz ama merkez istasyonun arızalanması sistemi durdurur. Bu topolojide sisteme istasyon bağlamak ve çıkarmak kolaydır.



Şekil 1.36. Yıldız (Star) topoloji

### 1.6.2.2. Doğrusal (Bus) topoloji

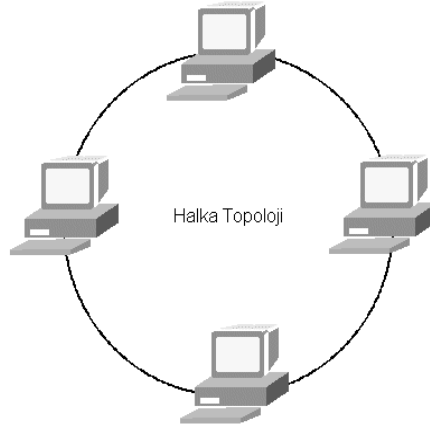
Sistemi oluşturan tüm bileşenlerin tek bir hat üzerinde bağlandığı yapıdır. Bus hattında meydana gelen arıza tüm sistemi etkiler. Hattan gönderilen sinyal tüm istasyonlara ulaşır. Sisteme istasyonların bağlanıp çıkarılması kolaydır.



Şekil 1.37. Doğrusal (Bus) topoloji

### 1.6.2.3. Halka (Ring) topoloji

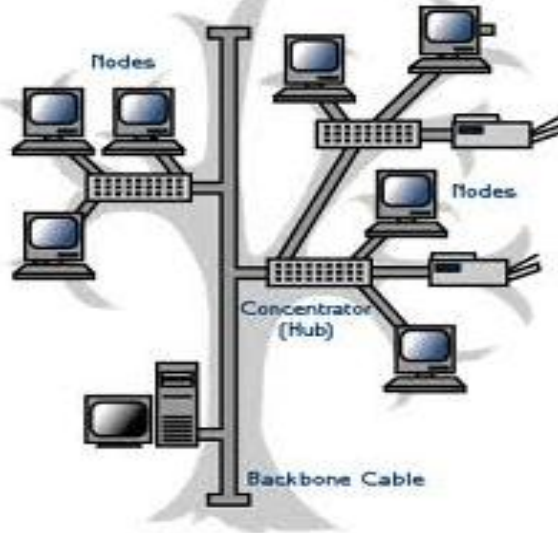
Sistemin bileşenleri bir halka gibi birbirine bağlıdır. Sistemdeki veri sinyali sıra ile tüm bileşenleri dolaşır. Her istasyon bu sinyalin kendisini ilgilendiren kısmını alır, kendisine ait olmayan kısmını bir sonraki istasyona gönderir. Hattaki istasyonlar çift taraflı bağlanmış olduğundan bir tarafta meydana gelen arıza durumunda diğer taraftan haberleşmeye devam eder. Kapalı, pahalı ve karmaşık bir topolojidir.



Şekil 1.38. **Halka (Ring) topoloji**

#### 1.6.2.4. Ağaç (Hiyerarşik) topoloji

Bileşenlerin sıralı gruplar halinde yerleştirilmiş olduğu ve gruplarında kendi içinde yıldız bağlandığı topolojidir. Her hangi bir gruptaki arıza diğer grupları etkilemez. Pahalı ve kablolaması zor topolojidir. Daha çok büyük ağlara sahip sistemlerde tercih edilir.



Şekil 1.39. **Ağaç (Hiyerarşik) topoloji**

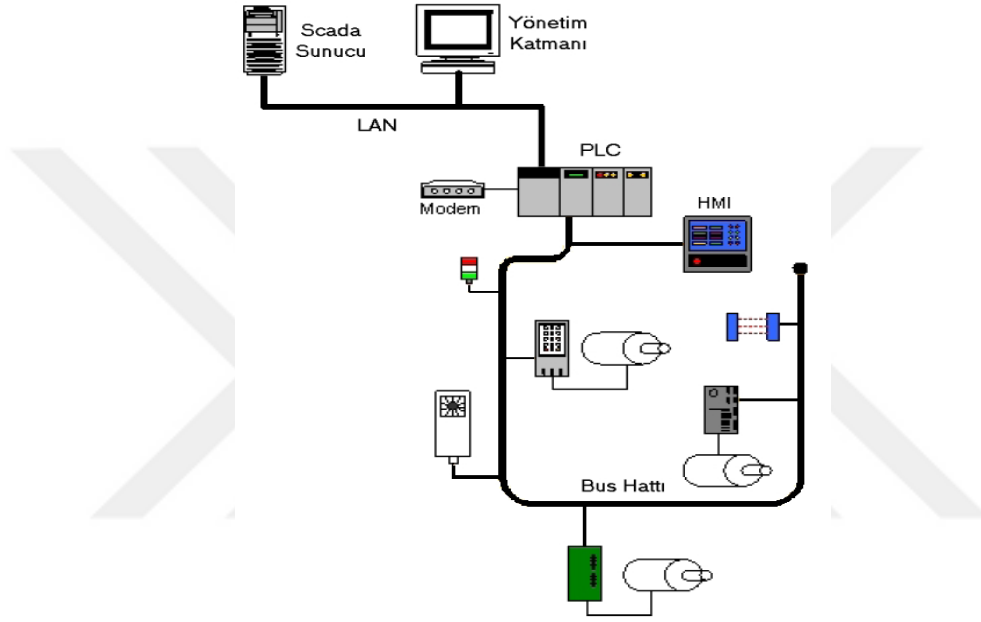
#### 1.6.3. Ağ türleri

Ağ, iki veya daha fazla cihaz ve sistemin bilgi alışverişi yapabildiği iletişim sistemidir. Bu bilgi alışverişi farklı bölge ve farklı kullanıcılar için çeşitli iletişim ağları ile

gerçekleştirilir. Bu ağlar "WAN" denilen geniş alan ağları ve "LAN" denilen yerel alan ağları olarak sınıflandırılabilir.

### 1.6.3.1. Yerel alan ağları (Local Area Network-LAN)

"Local Area Network" (LAN) Türkçeye yerel bölge ağ sistemi olarak çevrilmiştir. Yerel bölge ağlarında SCADA sisteminin ana kontrol merkezi ile yerel merkezler aynı fabrika ya da binada bulunur. Birbirlerine yakın donanımların oluşturduğu ağ türüdür.

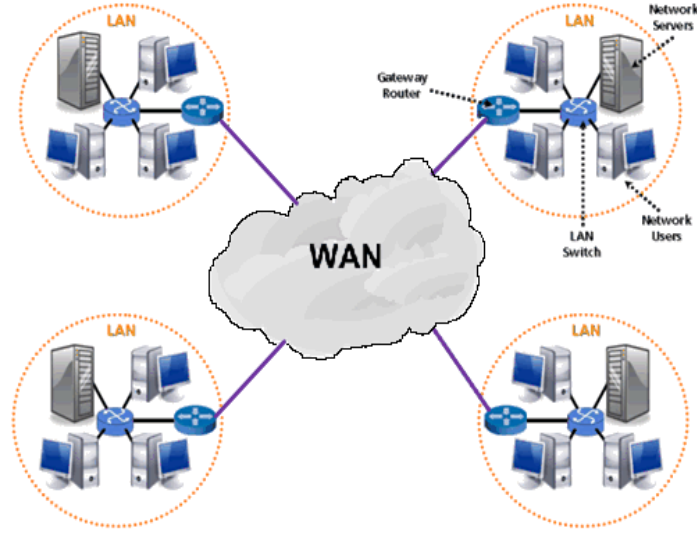


Şekil 1.40. Yerel bölge ağ sistemi [25]

### 1.6.3.2. Geniş alan ağları (Wide Area Network-WAN)

Lokal bölge ağları bir tesis veya bina ile sınırlı ağdır. Fakat geniş alan ağları (WAN) yerel alan ağlarının ya da coğrafik olarak uzak mesafelerdeki sistemlerin iletişimini sağlayan ağ türüdür. Geniş alan ağları çalışma sistemi ve topoloji bakımından yerel ağlardan farklılık gösterir. Yerel alan ağ sistemi kaynak noktadan gönderilen veri sistemdeki tüm alıcılara ulaşırken sadece ilgili alıcı veriyi alır. Geniş alan ağları ise bir anahtarlama işlemi gördüğünden gönderilen veri kaynak ve hedef arasında uygun yol belirlenerek sadece ilgili alıcıya ulaştırılır. Kısaca geniş alan ağlarını birden fazla sistem ya da tesisin birbiriyle lojik olarak haberleştiği ağ olarak tanımlayabiliriz.





Şekil 1.41. Genel alan ağ sistemi

### 1.6.3.3. Metropolitan alan ağları (MAN)

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Enstitüsü 802.6 standardı olarak bilinen metropolitan bölge ağı (MAN-Metropolitan Area Network) üzerindeki deneme çalışmalarını aktif olarak yürütmektedir. Bu ağda amaç, birkaç kilometreyi geçen mesafelerde LAN sisteminin nasıl kurulacağıdır. 5-50 km mesafeler için kurulan bu sistemde veri, ses ve televizyon haberleşmeleri sağlanmaktadır. MAN sisteminde koaksiyel veya fiber optik kablo kullanılmaktadır[25].Bölgeleri, şehirleri ve eyaletleri kapsayabilir. Çok geniş bir coğrafya dağılmış pek çok sistemin veri transferini ve kullanıcı terminallerinin birbirlerine bağlanmasını gerçekleştiren ağıdır.

### 1.6.4. Endüstriyel iletişim protokolleri

İletişim, bilginin verici ve alıcı arasında uygun kanal kullanılarak transfer edilmesidir. Protokol, dilleri farklı olan cihazlar arasında iletişimi sağlamak için ortaya konan ortak dildir. Endüstriyel sistemlerde merkezi işlem birimlerinin oluşturduğu bilgiler kodlanarak kullanılan protokol üzerinden çevre birimlerine ulaştırılır, çevre birimleri bu kodları çözerek gerekli hareketlenmeleri gerçekleştirir.

Otomasyon sistemlerinde kullanılan valflar, algılayıcılar, röleler vb. aygıtlar bilgisayar ve programlanabilir lojik kontrolörlerle iletişim kurabilmekteler. Böylelikle belirtilen elemanlardan verilerin alınıp işlenmesi, saklanması veya işleminden geçirilmesi

yapılabilmektedir. Bu işlemler birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji ve kompleks yapıya sahip sistemlerin kullanılma gereksinimi cihazlar arası iletişimi zorunlu kılmıştır. Endüstriyel sistemlerde de geliştirilen donanımsal yapılar ile bilgisayar arasında veya iki donanımsal yapıyı kontrol eden kontrolörler arasında iletişim kurulabilmektedir. Bu sistemler birbirleri ile etkileşimli olarak çalışmakta ve böylece tümleşik bir altyapı mimarisi oluşturmaktadır. Üretim tezgâhları, bant sistemleri ve robotik sistemlerde kontrolörler arası iletişim sıklıkla görülmektedir. Bilgisayar üzerinden aygıt kontrol sistemleri de günümüzde yaygınlaşan alanlardandır. Özellikle enerji izleme sistemleri ve bilgisayar arayüzü üzerinden cihazların kontrol edilmesi endüstriyel sistemlerde kullanılmaktadır [28].

Endüstriyel iletişim protokolleri sayesinde otomasyon sisteminde yer alan algılayıcılar, röleler, valflar vb. elemanlar ile bilgisayar ve programlanabilir lojik kontrolörler cihazları arasında hızlı, güvenli ve sağlıklı iletişim gerçekleştirilmektedir. Endüstride birçok farklı dili taşıyan cihaz kullanılmaktadır bunlar arasında haberleşme sağlamak için ortak dil kullanmak zorunlu hala gelmektedir.

Endüstriyel haberleşmenin getirdiği avantajları şunlardır;

- Sistemlerin montajı, devreye alınması hızlı basit ve ekonomiktir.
- Kablolama montaj ve maliyeti çok azdır.
- Arıza takibi, ikaz ve alarm tanımları daha basittir.
- Dış etkenlerden daha az etkilenir.
- Sisteme yeni bir cihazın eklenip çıkarılması basittir.
- Sistem durdurulmadan bakım yapıp arıza aranabilir.
- Yatırım maliyetine oranla çok yüksek verim.

Endüstriyel haberleşme sistemlerinde/ağlarda temel amaç sistemi meydana getiren cihazların birbiri ile daha hızlı, daha az iletken ile ve daha güvenli bir şekilde haberleşmeleridir [29].

Bu amaçla kullanılan endüstriyel iletişim protokolleri Fieldbus, Profibus, Ethernet, Modbus, Canbus, Devicenet vb. protokollerdir.

Günümüzde en fazla kullanılan iletişim protokolleri ve pazar payları şu şekildedir;

**Tablo 1.1.** En fazla kullanılan veri iletişim protokolleri ve pazar payları oranı [25]

İletişim Protokolü	Pazar Payı	Uygulama Alanları	Sponsorları
CANBus	25%	Otomotiv	CiA,OVDA, Honeywell, Bosch
Profibus	26%	Proses kontrol	Siemens, ABB
LON	6%	Bina otomasyonu	Echelon, ABB
Ethernet	50%	Fabrika içi veri yolu	Bütün şirketler
Interbus	7%	Üretim	PhoenixContact
Fieldbus	7%	Kimya endüstrisi	Fisher-Rosemount, ABB
ASI	9%	Bina otomasyonu	Siemens
Modbus	22%	Noktalar arası	Birçok şirket
ControlNet	14%	Fabrika içi veri yolu	Rockwell

#### 1.6.4.1. Fieldbus

Bir üretim prosesinde makineler ve sistemdeki birimlerin iletişimi mümkün olduğunca kolay ve sağlıklı olması gerekir. Bu durum sistem veya tesisin güvenilirliğini de artırır. İşte sistemdeki informasyonların bir merkezle hatlar üzerinden haberleşmesine "bus" denir.

Fieldbus, endüstriyel otomasyon haberleşmesinde bilgisayar, programlanabilir lojik kontrolör, sensör ve servomotor arasında iletişimi sağlamak için kullanılan saha iletişim protokolüdür. Fieldbus iletişim protokolü büyük tesislerde oluşturduğu döngüler sayesinde programlanabilir lojik kontrollerin birbirleriyle haberleşmelerini sağlamanın yanı sıra bu döngülerin neticesinde sistemde meydana gelen arızaları tespit ederek operatöre arıza noktasını tam olarak verir. Fieldbus haberleşme protokolü kendi kendisini test etme özelliğine de sahiptir.

Fieldbus haberleşme protokolünün avantajları;

- Sistemin devreye alınması, bakımı kolay, hızlı ve ekonomik
- Sistem dış şartlardan pek etkilenmez
- Arıza tespit ve takibatı basit
- Bakım yapılması ve arızanın giderilmesi için sistemin durdurulmaması
- Sisteme eleman ekleme çıkarma kolay
- Kurulum maliyetine oranla yüksek verim
- Veri yuvarlama kaybı yok
- Sistem kendi kendini test etmesi
- İletişimin yüksek güvenilirlikle gerçekleşmesi.

#### **1.6.4.2. Profibus**

Profibus Siemens ve Bosch içinde bulunduğu birçok firma tarafından desteklenip geliştirilmiştir. Dünyada çok fazla firma ve enstitü tarafından standart endüstriyel haberleşme sistemi olarak kabul edilmektedir. Farklı firmaların ürettiği cihazlar arasında haberleşmeyi sağlayan profibus bunu yaparken herhangi bir özel birime gereksinim duymadan, yüksek hızlı ve karmaşık uygulamaları yerine getiren veri iletim sistemidir.

Otomasyon sisteminin çalışması esnasında çevre birimlerinin sisteme eklenmesi veya çıkarılması mümkündür. Sistemde hata algılama ve arıza belirleme özellikleri son derece gelişmiştir. Farklı amaçlar için gerçekleştirilen profibus sistemleri vardır.

*Profibus FMS*, büyük otomasyon sistemleri, üretim işletmeleri ile scada ve otomasyona dönük profibus iletişim protokolü sistemidir. Profibus FMS değişkenlere, programlara ve geniş verili altyapılara erişimi olanaklı kılmaktadır. Sistemin uygulama fonksiyonelliği tepki verme hızından daha önemlidir.

*Profibus PA*, Otomasyon üretim alanlarına, risk taşıyan ve güvenlik gerektiren sistemlere dönük iletişim protokolleridir. Bu Profibus varyasyonunda saha ekipmanlarının çalışma esnasında çıkarılıp takılmasına mümkündür.

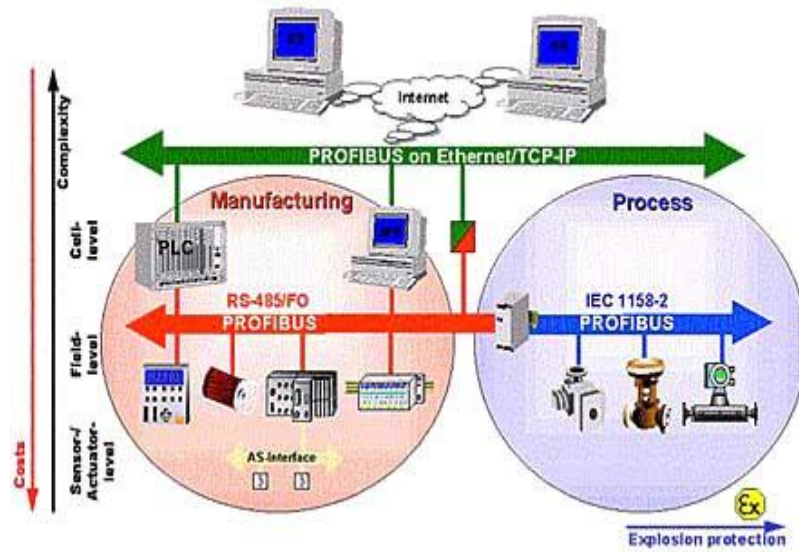
Proses otomasyonu için Profibus ailesinin en genç ama çok önemli bir üyesidir. PA, basınç, sıcaklık ve seviye transmitterleri gibi saha ekipmanları ile otomasyon sistemi ve proses kontrol sistemleri arasında bağlantı kurmaktadır. PA teknolojisi analog 4-20 mA

teknolojisinin yerini alacak şekilde kullanılabilir. PA teknolojisi, planlama, kablolama, devreye alma ve bakım anlamında maliyeti %40'tan fazla oranlarda azaltabilmekte; işlevsellikte ve güvenlikte belirgin bir artış sağlanmaktadır. Profibus-PA ile patlama tehlikesi olan Ex-alanlarda da iletişim sağlanabilmektedir [30].

*Profibus DP (DecentralePeripheral)*, Sistemde merkez konumda olan programlanabilir lojik kontrolür ile merkez konumda olmayan ekipmanlar arasında güvenli ve hızlı veri akışını gerçekleştiren profibus varyasyonu iletişim protokolüdür. Bu sistem çevre birimlerinin sahada, programlanabilir lojik kontrolün merkezde olması durumunda iletim hatlarında rahatlamayı sağlamıştır.

Profibus sistemin özellikleri;

- Her bir bus alanına 32, toplamda 126 katılımcı
- Sistem çalışırken saha ekipmanları ile çevre birimleri çıkarılıp takılabilir
- Bilgi alış verişi fiber optik kablo yada içinde iki damarın olduğu blendajlı kablo ile gerçekleştirilir
- Fiber optik kablolarda 90 kilometre, elektrik kablolarında ise 12 kilometreye kadar bilgi alış verişi yapılabilir
- Modüler değiştirme ve cihazların değiştirilmesi mümkündür
- Otomasyon cihazına (PLC) tek kablo ile direkt olarak bağlanabilir.



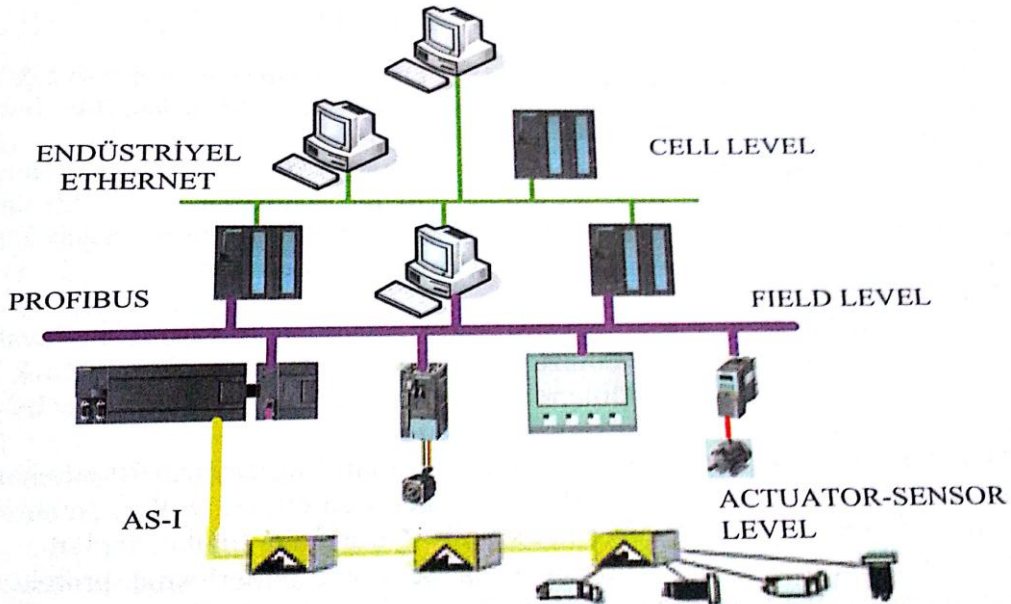
Şekil 1.42. Profibus yapısı [2]

### 1.6.4.3. Ethernet

PC'ler arası iletişim ethernet protokolü sayesinde sağlanır. Ethernet'in kullanımı ilk deneysel çalışmaların ürünüdür. Bilgisayarlar arasındaki haberleşme ihtiyacının belirmesiyle ethernet'e olan gereksinim arttı. Günümüzde ethernet ve türevleri vazgeçilmez durumdadır. Ethernet iletişim metodolojisinde önceleri coaxial kablo daha sonra teknolojinin ilerlemesiyle ve iletişim ağındaki fiziksel artışla birlikte çift bükümlü ve fiber optik kablolar kullanılmıştır.

PC'ler kendi aralarında IP adres aracılığıyla iletişim sağlarken, Ethernet ağındaki fiziksel cihazlar üretici firma tarafından kendilerine verilen 6 sekizlik uzunluğunda ve hexadecimal formatta fiziksel modül adresi (MAC adresi) sayesinde iletişim sağlar.

Ethernet ile haberleşme çok ekonomik ve hızlı yanı sıra gelecekte geniş kapsamlı kullanıma sahip olacağı düşünülmektedir. Endüstriyel ethernet haberleşmesinde yalnız bilgisayarlar değil kontrol cihazları ve elemanlarının da birbirleri ile iletişimi olup reel zamanlı veri alış verişi yapılmaktadır. Endüstriyel otomasyon sistemlerinde kullanılan ethernetler endüstriyel çalışma koşullarına uygun veri çakışmaları ve kayıpları olmayan özelliklere sahiptir.



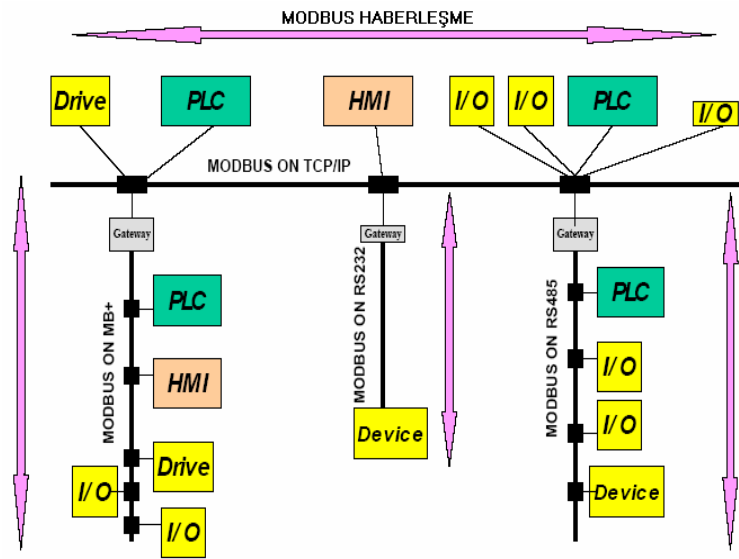
Şekil 1.43. Endüstriyel ethernet kullanımı [27]

#### 1.6.4.4. Modbus

Modbus, 1979 yılında Modicon firması seri haberleşme protokolü olarak PLC'ler arası haberleşmeyi sağlamak üzere ortaya çıkardı. Basit ve güçlü bir protokol olması dolayısıyla PLC ve SCADA sistemlerinde en yaygın kullanılan haberleşme protokolleri arasındadır. Tüm üreticilere açık ve herkes tarafından herhangi telif ücreti ödmeden kullanılabilir. Modbus protokolü bir master (ana cihaz) ve mastera bağlı bir veya birden fazla slave (en fazla 247 cihaz) arasında iletişim ağı üzerinde yapılan veri alışverişi üzerine kurulmuştur.

Modbus protokolü birden fazla master ve slavelerin bulunduğu sistemi takip etmek, otomasyon cihazları, sensörler ve sistem elemanlarının birbirleriyle iletişimini sağlamak ve sistemi kullanıcı arabirimi yada kontrol etmek amacıyla kullanılır. Modbus sistemindeki master, slave cihazlarından veriler alıp yine bu veriler doğrultusunda slaveleri kontrol edip onlara veri yazdırabilir.

Modbus sistemi veri transferi lojik 0-1 mantığı halinde sağlanır. Bu iletişim sistemin birden fazla varyasyonu var olmasına rağmen en fazla tercih edilen varyasyonlar modbus TCP/IP ile modbus RTU'dur. Modbus iletişim protokolü haberleşme mesafesinin kısa olduğu durumlarda RS232 seri iletişim standardı, uzun mesafelerde ise RS485 seri iletişim standardını kullanmaktadır. Modbus sistemi PLC ve algılayıcılara direkt uygulanabilir. Modbus haberleşme protokolünün esnekliği yüksektir.



Şekil 1.44. Modbus şebeke mimarisi [2]

#### **1.6.4.5. CANBus**

Bosch firması tarafından özellikle otomotiv sektörüne yönelik geliştirilen seri iletişim sistemi olan Controller Area Network (CAN) protokolüdür. Kısa sürede yapılan çalışmalar sayesinde standart hale getirilmiştir. CANbus iletişim sisteminde hiçbir kullanıcı ya da abone bir adrese sahip olmamakla birlikte gönderilen mesajların öncelik durumuna göre verileri işleme konulur.

Otomotiv sektöründe CANBUS iletişim protokolü iyi bilinen ağ sistemidir. CANBus sistemi başlangıç aşamasında sadece otomotiv sektöründe kullanılması planlanmasına rağmen performans güvenilirliğinin yüksek olması sebebiyle endüstriyel çalışmalarda da tercih edilmiştir.

CANbus sisteminde bütün birimler haberleşme hattına eşit öncelikte veri göndermeleri söz konusudur. Bu özelliğinden dolayı CANbus protokolüne multimaster uygulamada denilmektedir. Tüm birimlerin aynı öncelikte veri gönderebilmeleri sistemde veri çatışmasına neden olabilir. Bunun önüne geçmek için birimler haberleşme hattını dinleyerek boş olan anda verisini göndermeye çalışır. Sistemdeki bütün birimlerin aynı öncelikte veri gönderme hakkına sahip olması protokolün veri öncelikli niteliğinin sonucudur.

CAN-BUS, otomotiv elektroniği, akıllı motor kontrolü, akıllı sensörler, asansörler, makine kontrol birimleri, kaymayı engelleyici sistemler, trafik sinyalizasyon sistemleri, akıllı binalar ve laboratuvar otomasyonu gibi uygulama alanlarında maksimum 1Mbit/snlik bir hızda veri iletişimi sağlar [31].

#### **1.6.4.6. DeviceNet**

İlk kez Allen Bradley tarafından geliştirilen DeviceNet endüstriyel haberleşme protokolü aktüator, algılayıcılar, valf vb. elemanları otomasyon sistemlerine bağlanmak amacıyla kullanılan endüstriyel haberleşme protokolüdür. Karmaşıklık seviyesi düşük cihazlar ile karmaşıklık seviyesi yüksek cihazlar arasında iletişim sağlayan, düşük maliyetli DeviceNet, CAN mimarisi üzerine inşa edilerek geliştirilen network haberleşme teknolojisidir.

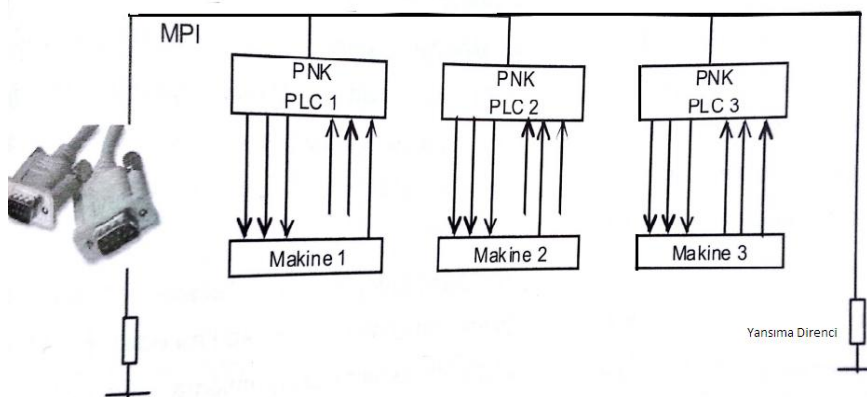


Sensör, motor sürüleri ve barkod okuyucu gibi düşük seviyeli cihazlara bağlanabilir ve yüksek seviyeli cihazlar olan PC veya PLC ile haberleşebilir. DeviceNet iletişim protokolü kararlı ve güvenli ağ sistemidir. Dünyada pek çok otomasyon üreticileri DeviceNet teknolojisini desteklemektedir.

DeviceNet, tek bir ağ ile limit anahtarları, fotoelektrik sensörleri, vana manifoldları, motor starterleri, süreç sensörleri, panel göstergeleri, operatör arabirimleri gibi endüstriyel aygıtları kontrol etmek, bu aygıtların kurulum maliyetlerini ve kurulum için harcanan zamanı azaltmak için CAN (Controller Area Ağ (network)) mimarisi üzerine inşa edilerek geliştirilmiş açık, düşük maliyetli dijital, multidrop bir ağ (network) teknolojisidir [31].

#### 1.6.4.7. MPI

MPI (MultipointInterface) haberleşme sistemi kumanda cihazlarını, sensörleri ve aktörleri birbirine bağlayan Siemens'e özgü bus sistemidir. MPI haberleşme sisteminde maksimum 32 adet slave (istemci) blendajlı iki damarlı kablo ile birbirine bağlanır. Master ve Slave arasındaki mesafe maksimum 50 metre olmalıdır. 50 metreden daha uzun mesafelerde ise RS 485 tekrarlayıcılar (repeater) kullanılır. Ardı ardına 10 tane kullanılabilen bu tekrarlayıcılar arasındaki mesafe 1000 metreye kadar çıkarılabilir. Haberleşme hattını yansılardan korumak için hattın başında ve sonunda sonlama dirençleri kullanılır. Dirençler MPI fişi üzerindeki anahtarın aktif/pasif durumuna göre devreye alınır.

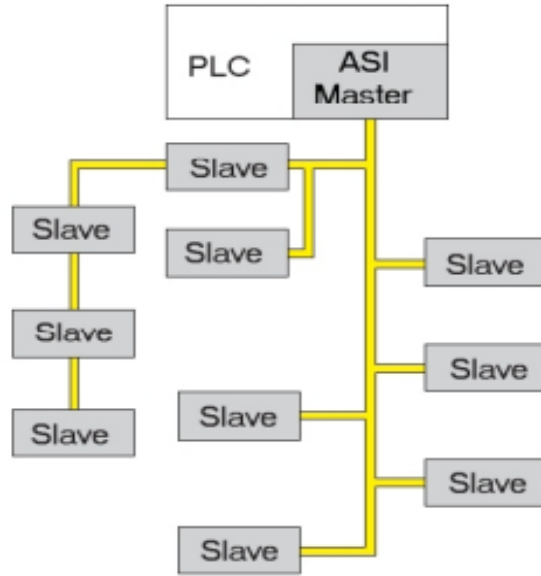


Şekil 1.45. MPI haberleşme mimarisi

#### 1.6.4.8. AS-I

AS-I (Aktuatör Sensor-Interface) otomasyon haberleşme sistemleri alt seviyede bir bus sistemidir. Otomasyon sisteminde mevcut olan bus tabanlı haberleşmenin tamamlayıcısıdır. Sistem ekonomik açıdan küçük tesislerde avantajlı olup sistemde kullanılan özel yassı kablo ve kablaj modülü sayesinde elemanların montajı ve devreye alınması işlemlerinde tasarruf sağlanmaktadır.

AS-I iletişim teknolojisi yeni geliştiren iletişim protokolü tam olarak standarda kavuşmamıştır. Bu rağmen gayet hızlı, güvenli ve ekonomiktir. Bu iletişim protokolünde her slave bir adresi olmakla birlikte maksimum 32 slave bağlanabilir. Sistemde bir master bulunur. Slaveler giriş çıkış elemanı olarak kullanılabilir ve her biri 4 bit transferi gerçekleştirebilir. Ayrıca slave'lerde en çok 4 dijital giriş-çıkış bulunabilir.



Şekil 1.46. AS-I veri iletişim protokolü bağlantı topolojisi [25]

#### 1.6.4.9. İnterbus-S

İnterbus-S iletişim protokolü "phoenix contact" tarafından geliştirilmiştir. Bu iletişim protokolü standartlara kavuşmuş açık mimarili ağ sistemidir. Almanya'da interbus-S sistemi geniş kullanım alanına sahiptir.

İnterbus-S bir BUS iletişim protokolü varyasyonu sistemidir. Topolojik açıdan İnterbus-ring topolojisini kullanır. Bu sistemdeki tüm elemanlar ayrı ayrı tek lojik katılımcı olarak kabul edilir. Sistem katılımcıların tümü eşit haklara sahip ve çevrimsel olarak sorgulanırlar. İnterbus-S master sunucusuna 256 istemci bağlanabilir. İnterbus-S iletişim protokolü kullanıma hazır niteliğinden dolayı sistemin takibatı ve arıza tespiti kolaydır. İnterbus-S sisteminde veri akışı tek kablo ile yapılır.



## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde tezin amacı doğrultusunda prototipi oluşturulan endüstriyel sistem ve sistemin elemanları hakkında bilgiler verilmiştir. Uygulama ile yapmak istediğimiz endüstriyel tesislerde kullanılan sıvı tanklarının seviye, akış, ağırlık, sıcaklık ve basınç verilerini PLC ve dokunmatik panel üzerinden ölçmek, değerlendirmek ve sistemin kontrol ve kumanda işlemlerini gerçekleştirmektir.



**Şekil 2.1.** Prototip endüstriyel sıvı tankı sistemi

Prototip uygulamamızın maliyeti bütçemizi aştığından sistemin uzaktan kontrol ve kumanda işlevi SCADA yerine dokunmatik panel ile sağlanmıştır. Uygulama ile yapılmak istenen kimya, gıda vb. prosesler gibi karmaşık uygulamaları otomasyon

sistemleri yardımı ile görülebilir ve müdahale edilebilir bir şekilde sunabilmek. Tasarlanan prototip sistemde şeffaf kaplar kullanılarak gerçek bir imalat sıvı tankı simule edilmiş ve gerekli tüm elemanlar bir arada kullanılmıştır.



**Şekil 2.2.** Prototip endüstriyel sıvı tankı uygulama testi

Sistem üzerindeki sensörlerden gelen tüm veriler PLC' de işlenip dokunmatik ekran mimik diyagramıyla takip ve müdahale sağlanmıştır. Sensörden gelen bilgiler ile kullanıcının set ettiği değerler PLC'ye yüklenen programa sayesinde karşılaştırma yapılarak gerekli bilgiler çıkış birimleri olan motor pompa veya pnömatik aktüatöre (vana) aktarılmıştır.

Prototip sistemimizde kullanılan PLC (OEMAX NX70-CPU70p2) modüler olup, analog giriş modülü, RTD modülü, giriş modülü, çıkış modülü bulunmaktadır.

Uygulamada takip ve müdahale 128 renk dokunmatik ekran 10.4" TFT Panel (V710cd Hakko) ile gerçekleştirilmiştir.

Yaptığımız uygulama sisteminde giriş bilgileri elde etmek için şu elamanlar kullanılmıştır;

Seviye ölçümü (Ultrasonik Seviye Transmitter 15-100cm 4.20mA)

Akış ölçümü (7 lt/dk turmetre HSC. Modül)

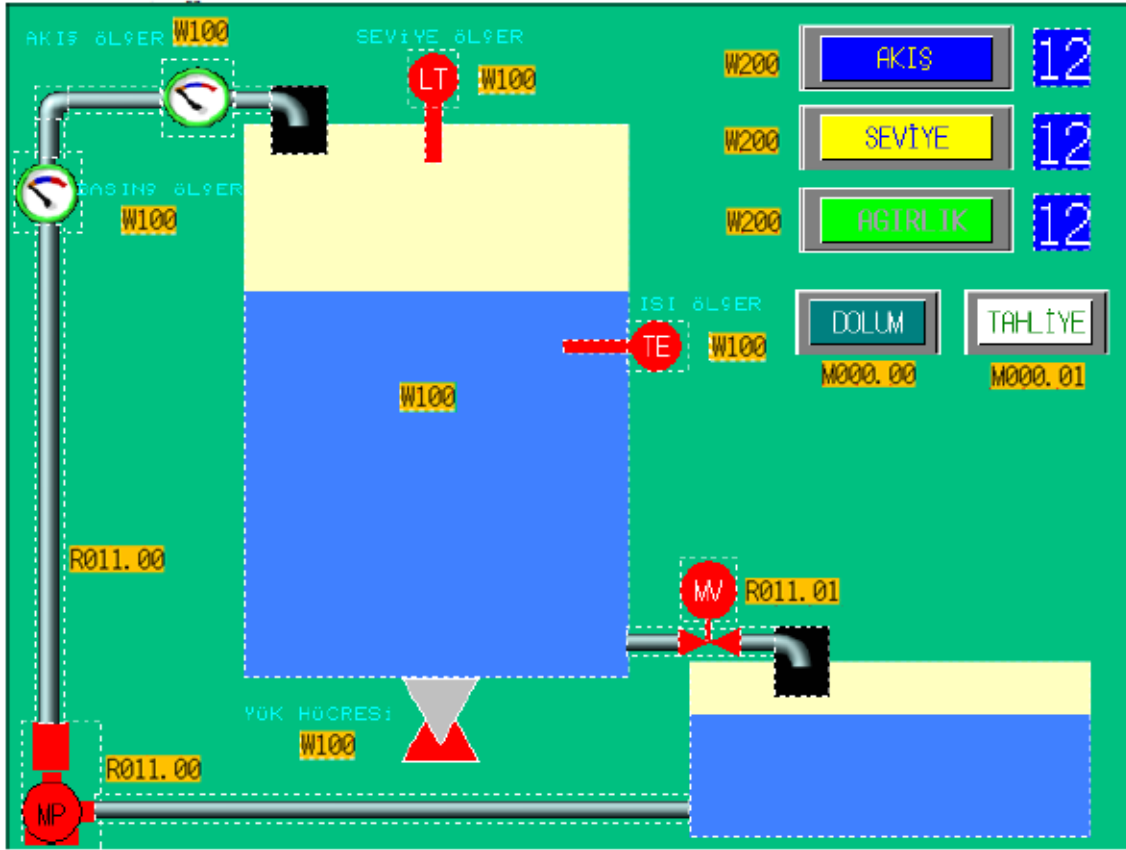
Ağırlık ölçümü (Yük hücresi 0-100 kg -4.20mA)

Sıcaklık ölçümü (Pt100. Algılayıcı -0-500 °C RTD Modül)

Basınç ölçümü (Basınç Transmitter -0-6. bar -4.20mA)

Çıkış bilgileri için pnömatik aktüatör (vana) ve 0.35 kW motor pompa kullanılmıştır.

Çalışmada kullanıcıya her bir analog sinyale ayrı ayrı ulaşma ve bütün sinyalleri aynı sayfada programlama imkanı verilmiştir. Kullanıcının panel üzerinden sistemi programlamasına imkan tanınmıştır. Ayrıca bilgisayara yüklenebilen sistemin simülasyonu sayesinde kullanıcının sistemi uzaktan gerçek zamanlı olarak kontrol edebilmesi sağlanmıştır.



Şekil 2.3. Uygulama sistemi simülasyonu

**W200** : Kullanıcının girdiği veriler için ortak set alanıdır.

**M000.00** : Dolum için start adresi (PLC)

**M000.01** : Tahliye için start adresi (PLC)

**R011.00** : Motor pompa adresi

Dolum için motor pompa bağlı borular LAMP olarak seçilmiş ve aynı adresi (R011.00) kullanmaktadır.

**R011.01** : Tahliye vana adresi

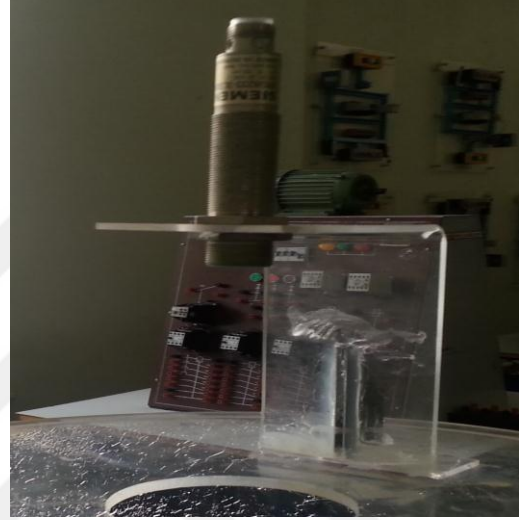
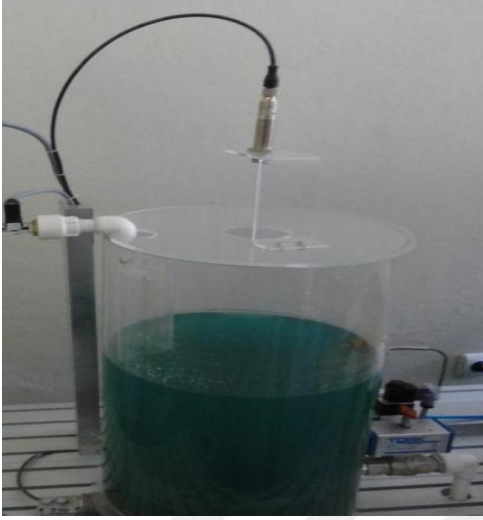
Tahliye için vanaya bağlı borular LAMP olarak seçilmiş ve vanayla aynı adresi (R011.01) kullanmaktadır.

**W100** : PLC'den takip edilecek analog sinyal adresidir.

Hangi algılayıcı (Basınç, Debi, Ağırlık, Isı, Seviye) seçiliyse ona ait işlenmiş aktüel değer W100 adresi üzerinden takip edilebilir.

## 2.1. Seviye Ölçümü

Prototip sistemimizde şeffaf kaptaki sıvının seviyesini kullanıcının panel üzerinden set ettiği değer belirler. PLC' de R001 girişine bağlanmış olan ve 15-100 cm arası okuma yapan sıvı seviye ölçüm sensörü (Ultrasonik Seviye Transmitter 15-100cm 4.20mA) kullanılmıştır. 15-100cm karşılık PLC'nin ürettiği değer 0-20000 (20000e karşılık 850mm)'dir.



Şekil 2.4. Uygulamada kullanılan seviye sensörü

W200 adresindeki değer panel üzerinde kullanıcının set ettiği değer, W100 adresindeki değer ise aktüel değerdir.

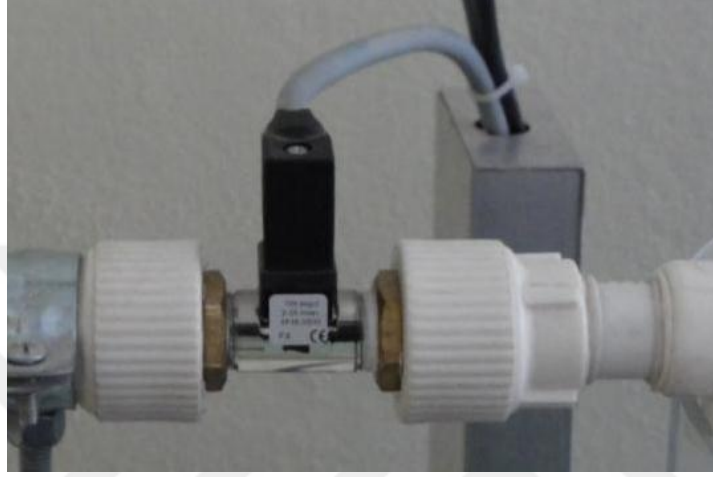
Programlama ile yapılan set değeri (W200), aktüel değere (W100) eşit ve büyük ise DOLUM (M000.00) gerçekleştirilip kullanıcı set değerine ulaşınca resetlenerek motor pompasına stop edilsin komutu verilmiştir.

Kullanıcı set değeri (W200), aktüel değere (W100) eşit ve küçük ise TAHLİYE (M000.01) gerçekleştirilip kullanıcı set değerine ulaşınca resetlenerek tahliye vanasına stop edilsin komutu verilmiştir.



## 2.2. Akış Ölçümü

Prototipi yapılan uygulamamızda debi değeri için türbin tip 1Lt'ye 700 puls veren akış ölçer sensör (7 lt/dkturmetre HSC. Modül) kullanılmıştır. Programlamada R0005 değeri read bloğu kullanılarak hızlı sayıcı değeri W110 adresine yazılmış ve bu değer 700'e bölünerek Lt elde edilmiştir. Elde edilen bu değer nihai adres W100'e yazılmıştır.



Şekil 2.5. Uygulamada kullanılan akış sensörü

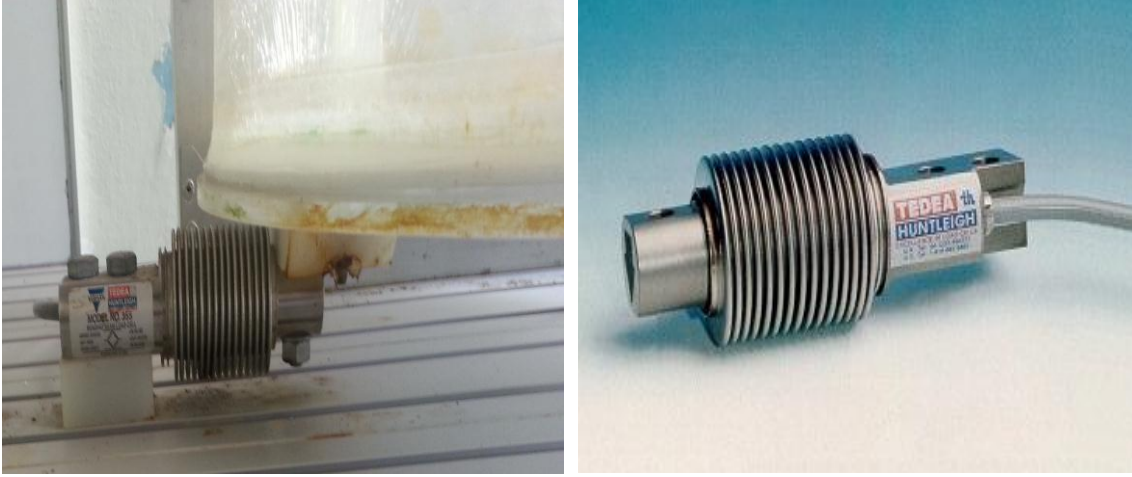
Panelde set edilen değer (W200), aktüel değere (W100) eşit ve büyük ise DOLUM (M000.00) gerçekleştirilip kullanıcı set değerine ulaşınca resetlenerek motor pompasına stop edilsin komutu verilmiştir.

## 2.3. Ağırlık Ölçümü

Kullanılan loadcell Tede-Huntleigh Model 355 çeşitli uygulamalar tartım ve paketleme vb. düşük profilli platformları için tasarlanmıştır. Sabit sıcaklıkta çalışan, yüksek doğruluk sağlayan ve yük hücreleri ne olursa olsun doğruluk sınıfı % 0.02 kombine hata performansı sunar. 5 ile 500 Kg yük kapasitesine sahip loadcell sert çevre ve aşırı sıcaklıklarda uzun vadeli istikrarı sağlar.

Uygulamamızda yük hücresi PLC'de R002 girişine bağlanmış ve buradaki değer W110 adresine taşınmıştır. Taşınan bu değer için gerekli kalibrasyon yapıp elde edilen nihai değer W100 adresine yazılmıştır.

Prototip sistemde yük hücresi için 0-100 kg sınır değerleri belirlenmiştir. PLC'nin ürettiği değer 20000'e karşılık 50000 gr gelmektedir.



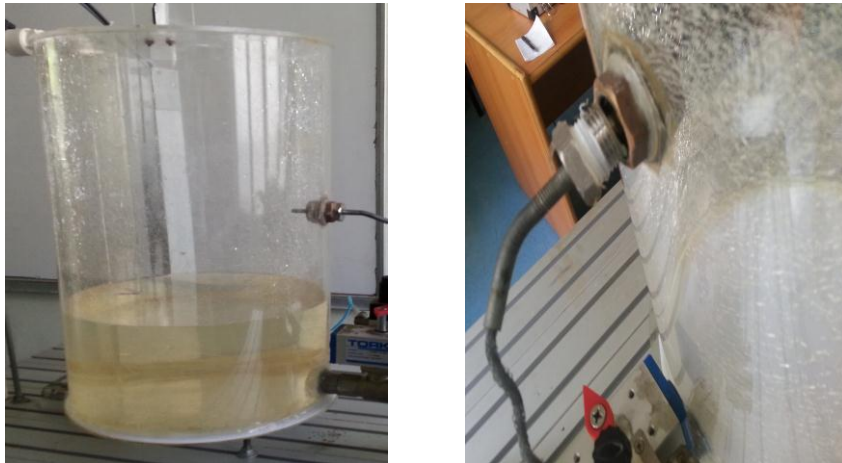
**Şekil 2.6.** Uygulamada kullanılan ağırlık sensörü

Panel ile set edilen değer (W200), aktüel değere (W100) eşit ve büyük ise M000.00 resetlenerek motor pompasına stop edilsin komutu verilmiştir.

Set değeri (W200), aktüel değere (W100) eşit ve küçük ise M000.01 resetlenerek tahliye vanası stop edilsin komutu verilmiştir.

#### **2.4. Sıcaklık Ölçümü**

Prototip uygulamamızda RTD modülüne bağlı pt100 sıcaklık ölçüm sensörü (Pt100. Algılayıcı 0-500 °C RTD Modül) doğrudan okunabilir değer üretir. PLC' de R006 girişine bağlı sıcaklık ölçüm sensörünün değeri kalibrasyon yapıлып W100 adresine yazılmıştır.



**Şekil 2.7.** Uygulamada kullanılan sıcaklık sensörü

## 2.5. Basınç Ölçümü

Basınç sensörü R000 girişine bağlanmıştır. R000 girişi 0-25 bar arası okuyabilen basınç transmitterine bağlıdır. Buna karşılık PLC'mim işlediği değer 0-20000 arası sayısal değerdir. 25 bar karşılık 20000'e değeri olduğundan gerekli işlemler yapıp sonuç olarak işlenmiş nihai değer W100 adresine işlenmiş değer yazılmıştır.



Şekil 2.8. Uygulamada kullanılan basınç sensörü

## 2.6. Kullanılan PLC

Uygulamada kullanılan PLC (OEMAX NX70-CPU70p2) modüler olup, analog giriş modülü, RTD modülü, giriş-çıkış modülü ve pozisyon kontrol modülü bulunmaktadır.



Şekil 2.9. Kullanılan PLC

Prototip sistemde analog giriş için NX-AI4C (4 Kanal analog giriş Modülü, Akım 4~20 mA) analog modül, sıcaklık ölçümü için NX70-RTD4 (4 Kanal analog-giriş RTD Modülü) analog modül, dijital giriş/çıkış için NX70-XY16 (8 Dijital giriş 24 VDC/8 Dijital Çıkış Röle Modülü) modülü ve yüksek hızlı sayıcı NX70-HSC2 (2 Kanal Yüksek Hızlı Sayıcı, 100 kHz, 24 Bit) pozisyon kontrol modülü kullanılmıştır. PLC programı winGPC 4.11 ile oluşturulmuştur.

## 2.7. Dokunmatik Panel

Prototip sistemin takip ve anımda müdahale edilmesi için 128 renk dokunmatik ekran 10.4" TFT Panel (V710cd Hako) kullanılmıştır. Monitouch V-SFT VER.3 programı ile sistemin simülasyonu oluşturulmuş ve sistemden alınan değerler panel ekranında görüntülenmiştir. Panel üzerinde kullanıcının ağırlık, seviye, akış değerlerini belirlemesine izin verilmiş ve sıcaklık, basınç değerleri anlık olarak ekrana yansıtılması sağlanmıştır. Dolum ve Tahliye butonları ile kullanıcının set ettiği değerler doğrultusunda sistemin çalışması gerçekleştirilebilmektedir.

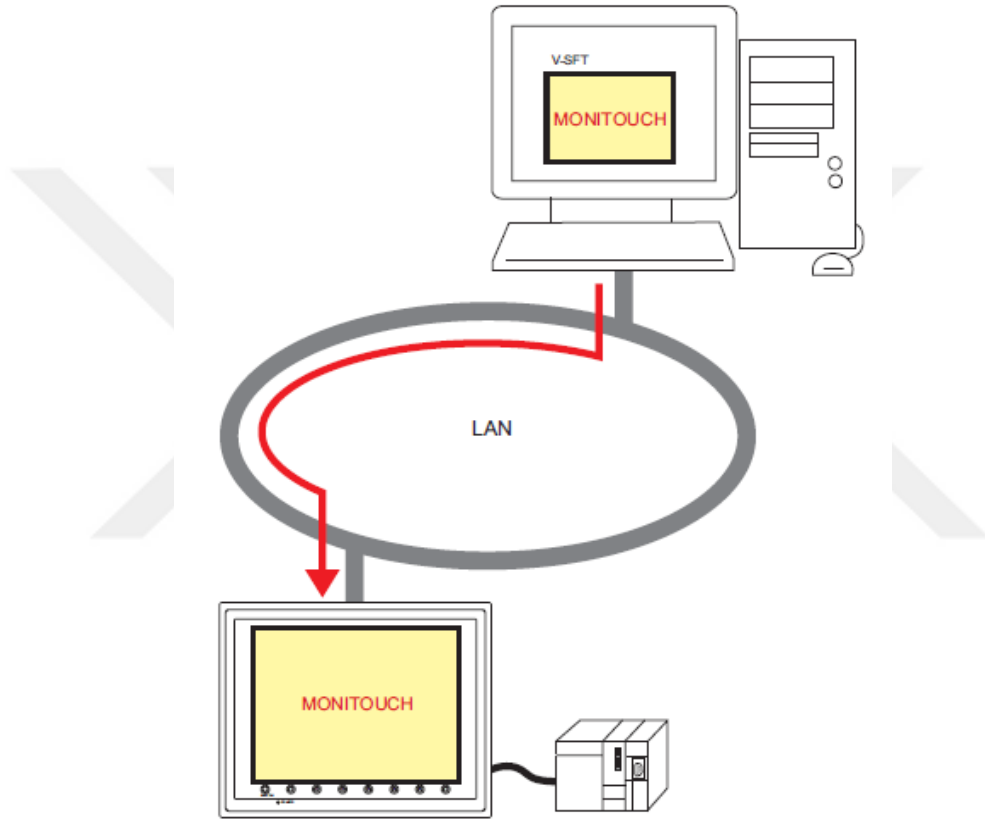


Şekil 2.10. Kullanılan dokunmatik panel

## 2.8. Sisteme Uzaktan Erişim

Endüstriyel otomasyon uygulamamızı uzaktan gerçek zamanlı olarak kumanda ve kontrol etmek amacıyla dokunmatik panel ile bilgisayar arasında bağlantı kurulmuştur.

Bilgisayara yüklenen Monitouch V-SFT programı sayesinde dokunmatik panel ekranı bilgisayarın masaüstüne aktarılmıştır. Böylece dokunmatik panel üzerinden yapılan işlemler bilgisayar vasıtasıyla da yapılabilir duruma gelmiştir.



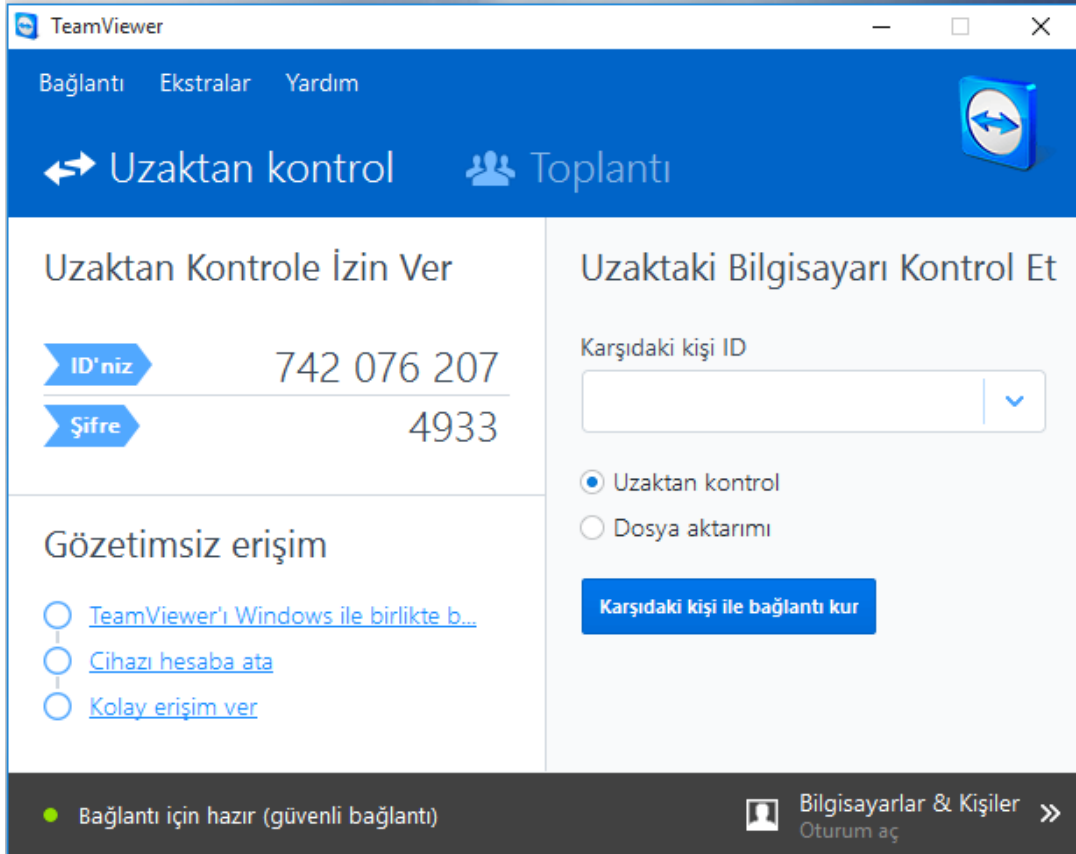
**Şekil 2.11.** Bilgisayarın dokunmatik panele bağlanması

Bilgisayarın dokunmatik panele bağlantısının gerçekleştirilmesinden sonra sisteme uzaktan erişmek için internetten bu amaç doğrultusunda bilgisayarlar arası erişimi sağlayan ücretsiz TeamViewer programı indirilmiştir. Dokunmatik panele bağlı olan bilgisayar ile sistemi uzaktan kontrol ve kumanda edecek bilgisayara TeamViewer programı yüklenmiştir.

TeamViewer programı çalıştırıldığında karşımıza çıkan ekranda bilgisayarımıza ait olan ID numarası ve şifre çıkıyor. Eğer biz müdahale eden konumunda isek müdahale edeceğimiz bilgisayarın ID numarasını “Karşıdaki kişi ID” kutucuğa girip ekrana gelen

şifre kutucuğuna da karşıdaki bilgisayarın şifresini girdikten sonra artık kendi bilgisayarımızdan karşıdaki bilgisayarın masaüstüne erişimi gerçekleştirmiş oluruz.

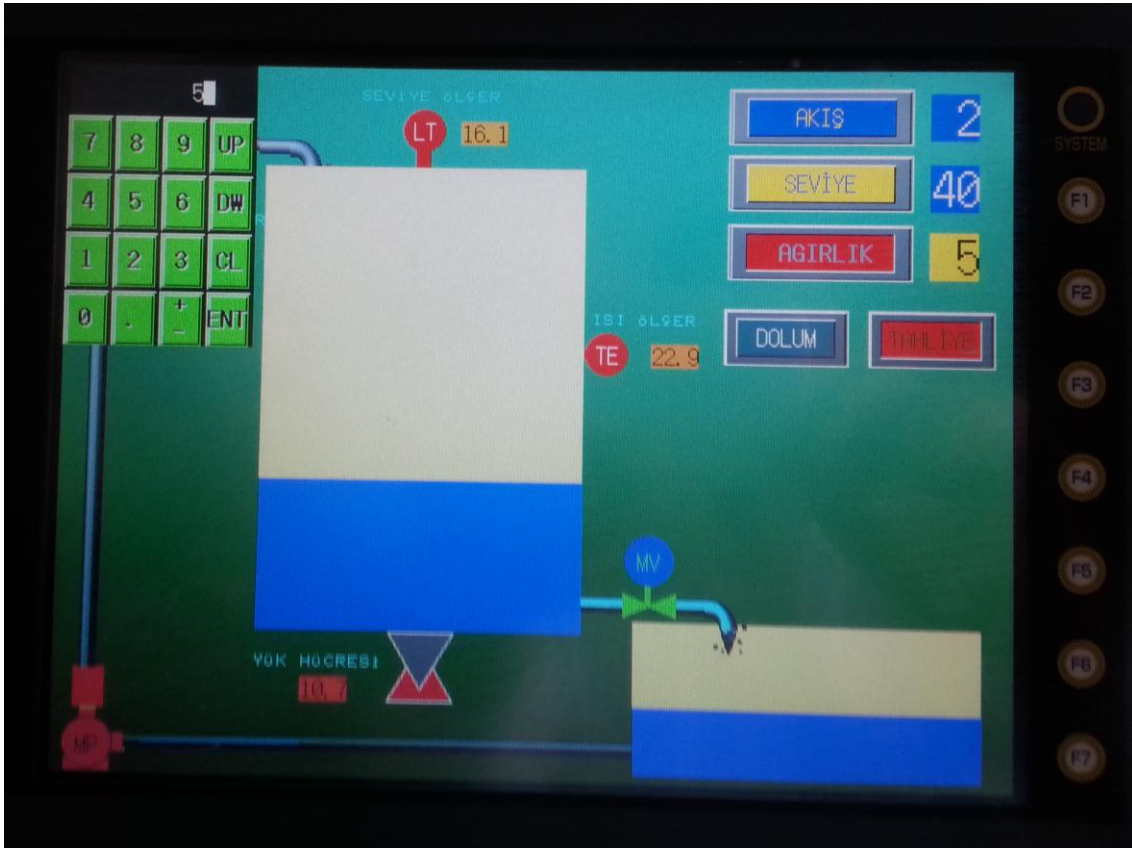
Yapılan bu erişim sayesinde kendi bilgisayarımızdan her hangi bir noktadan dokunmatik panele bağlı olan bilgisayar üzerinden endüstriyel otomasyon sistemine ulaşılmıştır. Böylelikle sistemin kontrol ve kumandası sahaya gitme gereksinimi olmaksızın gerçek zamanlı olarak uzak noktadan yapılabilmektedir.



Şekil 2.12. TeamViewer programı arayüzü

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu tez çalışması kapsamında prototipi yapılan endüstriyel sistemdeki sıvı değerini istenilen değerde tutabilmek, en kısa sürede bu değeri değiştirebilmek ve bu noktada sistemin bozucu girdilere karşı en hızlı şekilde cevap verebilmesi sağlanmıştır. Belirlenen sınır değerler arasındaki her noktada sistem çalıştırıp sıvı dolumu ve sıvının tahliyesi gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın programlanması PLC'nin winGPC 4.11 programı ile sistemin takibi ve müdahalesi panelin Monitouch V-SFT VER.3 programı ile derlenmiştir.



**Şekil 3.1.** Dokunmatik panel üzerinden uygulamanın kontrolü

Sistemin dokunmatik panel ile uzaktan görüntülenebilir ve anlık müdahale edilebilir yetisine sahip olması açısından SCADA sisteminin ana işlevlerini yerine getirmesi sağlanmıştır. Otomasyon ve programlama verilerini barındıran sistemimiz ile elde edilen bilgiler pratiğe dökülmüş ve hızlı olarak sonuca ulaşılmıştır.

Yapılan çalışmamız hem donanımsal hem de yazılımsal olarak geliştirilmeye açıktır. Yazılımsal olarak sistemin arayüzü amaçlar doğrultusunda geliştirilebilir ve sistemin

internet iletişimi sağlanarak sistemin takibi ve kontrolü uzak mesafelerde mümkündür. Donanımsal anlamda ise çeşitli sensörler kullanılarak çok farklı ölçümler gerçekleştirilebilir ve veriler elde edilebilir.

Endüstriyel otomasyon uygulamamızda meydana gelen değişiklikler anında gözlemlenmiş ve bu değişimler grafiksel olarak izlenmiştir. Prototip çalışmamızda sıvı tankındaki sıvı ağırlık ve seviye sensörleri ile kontrol altında tutulmuş, debi sensörü ile tanka dolum yapılacak sıvının debisi ayarlanmış, basınç ve sıcaklık sensörü ile anlık değerler gözlenmiştir. Tüm alıcılardan gelen bilgiler panel ekranında takip edilmiş ve raporlanması sağlanabilmiştir. Sensörlerden gelen bilgiler anında değerlendirilip kullanıcının sistemin simülasyonu üzerinde bu değerleri görüp gerekli durumda ise müdahale etmesine imkân tanınmıştır.



**Şekil 3.2.** Uygulamamın verilerinin grafiksel görüntüsü

Yaptığımız çalışmayla endüstriyel otomasyon sistemlerinde PLC, HMI paneller ve SCADA kullanımının önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır. Sistemde meydana gelen arızalarının tespiti anında gerçekleşmekte ve kontrol merkezinden uzaktan olarak bu arızanın giderilmesi yapılabilmektedir.



Otomasyon sistemleri kullanılarak insan hatalarını en aza indirmek ve kaliteli, güvenli üretim gerçekleştirmek sağlanabilmektedir. Mekanik sistemlerin gürültü, değişime kolay adapte olamama ve hantal yapısı otomasyon sistemlerinde dış etkilerden en az etkilenme, estetik görüntü ve değişime hızlı uyum sağlamaya dönüşmektedir. Otomasyon sistemiyle kullanıcı amaca göre PLC ile programlama yapabilmekte ve SCADA veya dokunmatik panel ile anında sisteme müdahale edebilmektedir.

Çalışmamız sonucunda otomasyon sistemlerinin üretim süreçlerinde vazgeçilmez duruma gelmesi gerektiğine ulaşılmıştır. Klasik sistemlerinin değişikliklere ayak uyduramaması, her sisteme göre ayrı bir alt yapının gerekliliği, arıza tespit ve giderilmesinin zorluğu otomasyon sistemlerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Otomasyon sistemleri klasik mekanik sistemlerin aksine esnek olması, değişim ve değişikliklere hızlı bir şekilde cevap vermesi, sistemden kaynaklanan gürültünün olmaması ve sistemin işletilmesinde insan gücüne çok az ihtiyaç duyması onu her geçen gün yeni alanlarda kullanıma zorlamaktadır.

Modern üretim süreçlerinde yüksek, kaliteli ve güvenli üretim için artık otomasyon sistemlerinin kullanılması zorunluluk haline gelmektedir. Endüstriyel otomasyon sistemlerinde kullanılan tüm elemanların veri iletişimi sağlanarak hızlı, kaliteli ve güvenli üretim gerçekleştirilebilir.

## 4. SONUÇLAR

Sanayi devrimin sonucunda hızlı, kaliteli ve güvenli sistemlere olan gereksinim otomasyon sistemlerini endüstride vazgeçilmez konuma getirmiştir. Gelişmiş ülkelerde endüstri ve hanelerde otomasyon sistemleri çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde de ise otomasyon sistemleri kullanılmaya ve yaygınlaşmaya başlanmıştır. Ülkemizde gelişmekte olan ülkeler içerisinde bulunduğu otomasyon sistemlerinin endüstride ve konutlarda kullanımı gün geçtikçe artmaktadır.

Yeni dünyanın modern üretim sistemleri olarak kabul edilen PLC ve SCADA otomasyon sistemleri üretim alanlarının tek bir noktadan kontrol edilmesine ve yönetilmesine imkan sağlamaktadır. Bu imkânı sağlarken, tüketicilere güvenilir, hızlı, kalite gibi avantajları da sunmaktadır. Bilgisayarların kişilerin ceplerinden evlere, evlerden endüstriyel alana kadar hemen hemen girmedığı hiçbir alanın kalmadığı dünyamızda, özel olarak da ülkemizde artık otomasyon sistemleri lüks olmaktan ziyade bir gereklilik olarak görülmektedir.

Bu gelişmeler doğrultusunda tez çalışmamızda bir sıvı depolama tankının sensörler aracılığıyla ağırlık, seviye, basınç, sıcaklık ve debi verilerinin PLC ve SCADA ile kontrolü gerçekleştirilmiştir. Ayrıca uygulamamızı yönetecek kullanıcı uzaktan operatör panelini görüntüleyebilmekte ve sistemin fiziksel parametrelerini değiştirebilmiştir. Gerçekleştirilen çalışma ile endüstride ve hanelerde kullanılan sıvı depolama tanklarının uzaktan kontrol edilmesi, gözlenmesi ve verilerin raporlanabilmesi sağlanmıştır.

Tez çalışmasına ilk olarak, otomasyon sistemleri hakkında detaylı bilgiler aranmakla başlanmış ve endüstriyel sistemlerdeki kullanımları detaylandırılmıştır. Daha sonra geçmişten günümüze otomasyon sistemlerinin kullanılması, otomasyon elemanları ve iletişimi protokolleri araştırılmıştır. Son olarak tez araştırması doğrultusunda prototip endüstriyel otomasyon sistemi uygulaması yapılmıştır.

*Yapılan bu çalışma ile şu sonuçlar elde edilmiştir;*

Endüstriyel sistemi kumanda ve kontrol eden bilgisayar veya panelin başına gitmeye gerek kalmadan, online olarak uzak bir yerden (evde, arabada) ana bilgisayara bağlanarak sistem kumanda ve kontrol edilmiştir. Bu da sistemin başına gitme imkânı olmayan durum ve zamanlarda büyük bir kolaylık sağlamaktadır.

PLC ve SCADA sistemleri ile birlikte endüstriyel sistem, otomatik olarak uzaktan takip ve görüntülenme imkânına kavuşmuştur. Endüstriyel sistemin PLC ve SCADA sistemleri ile kontrolü üretim güvenilirliği arttırılmıştır. Endüstriyel sistemin sürekli olarak izlenilebilmesiyle oluşabilecek olumsuzluklar hızlıca bir şekilde tespit edilip müdahale edilebilmektedir.

PLC ve SCADA'nın endüstriyel sistemde kullanılması ile üretim süreci otomatik bir hal almıştır. Bunun sonucu olarak endüstriyel sistemde çalışan insan sayısı ve insan kaynaklı iş kazaları en aza indirgenmiştir.

Endüstriyel sistemler en ufak detaya inilerek tasarlanmalı ve tasarımla uyumlu otomasyon sistemleri tercih edilmelidir. Sistemin gereksinimlerini karşılayacak özellikte PLC ve SCADA seçimi büyük önem taşır. Sistemin ihtiyacına uygun giriş-çıkış sayısına sahip PLC ve modüller kullanılmalı, sistemde ihtiyaç duyulmayan üstün özellikte PLC ve modüllerin seçimi gereksiz maliyet artışına sebep olacaktır.

Endüstriyel sistemlerin gerçek zamanlı ve doğru şekilde takip edilmesi için sistemde kullanılacak yazılım ile SCADA yazılımı arasında uyumlu bir iletişimin olmalıdır. Sistemle uyumlu olan SCADA yazılımı ile sistem parametreleri doğru şekilde izlenebildiğinden ve kontrol altında tutulabildiğinden, sistemin güvenli ve iyi yönetilmesi sağlanabilmektedir. SCADA yazılımının sistemle uyumsuz olması sağlayacağı faydaları ortadan kaldırarak zarar verir noktaya ulaştırır.

Endüstriyel sistemde kullanılacak sensörler seçilirken dikkat edilmesi gereken önemli noktalar sensörlerin kullanım amacı, çalışma sınır aralığı ve iletişim protokolleri ile uyumlu olmasıdır. Ölçülecek parametrelere uygun sensörlerin seçimi endüstriyel sistemlerden beklenen faydanın elde edilmesi için büyük önem arz eder.

PLC ve SCADA sistemlerinin endüstriyel sistemlerde kullanılması ile sistemdeki verilerin saklanması ve raporlanması sağlanabilmektedir. Bu imkânın elde edilmesi ile birlikte sistemin geçmiş verilerine ulaşılabilen ve geleceğe dönük düşüncelerin oluşmasına yardımcı olabilmektedir.

Sonuç olarak PLC ve SCADA sistemleri tek bir merkezden tesislerin kontrol edilmesi ve yönetilmesini sağlamaktadır. Endüstriyel sektöre güvenilir, hızlı, kaliteli, ekonomik üretim ve iş gücü gibi avantajları sağlamaktadır. Bu sistemlerin ilk kurulum maliyetleri fazla olmasına rağmen daha sonra kendisini amorti ederek endüstriyel sistemlerde daha az maliyetle üretim imkânı sağlarlar.



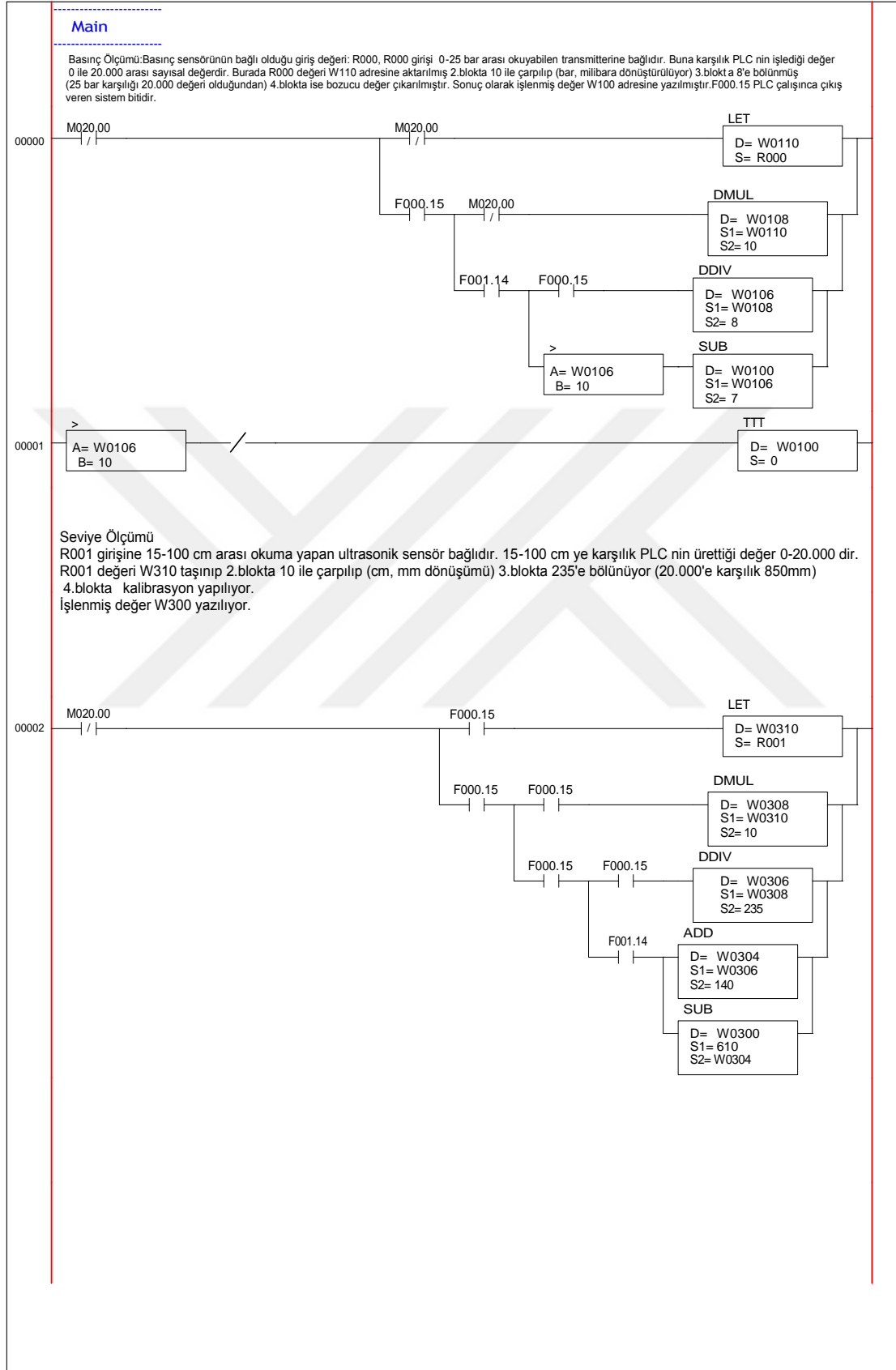
## KAYNAKLAR

- [1] Çilek, A. (2005) PLC ve SCADA İle Endüstriyel Otomasyon Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- [2] Tutucu, M. (2007) Endüstriyel Otomasyon Sistemleri ve Bir Pompa İstasyonuna Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye.
- [3] Siemens Simatic S7-200, (2005) Programlanabilir Lojik Kontrol Cihazı (PLC) Kullanım Kılavuzu.
- [4] Çolak, İ. Bayındır, R. Kuruşçu, S. (2007) Plc Kontrollü Asansör Eğitim Seti Tasarımı Ve Uygulaması, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 23, 86-94s.
- [5] Bailey, D. Wright, E. Çeviren: Sunay, O. (2005) Practical SCADA for Industry, Ankara, Türkiye.
- [6] Karaçor, M. (2004) Cep Telefonu Tabanlı SCADA Otomasyon Sisteminin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye.
- [7] Şahin, B. (2000) SCADA sistemlerinin incelenmesi ve elektrik dağıtım şebekelerine uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- [8] Özdevinim nedir, <http://www.egitimkutuphanesi.com/otomasyon-ozdevinim-nedir>
- [9] Salihoğlu, R. (2012) Açık Kaynak Kütüphane Otomasyon Sistemlerinin Akademik Kütüphanelerde Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- [10] Otomasyon Nedir, <http://www.otomasyonsistemleri.org/otomasyon-nedir/> (29.05.2009).

- [11] Öztürk, Z. (2000) Örnek Otomasyon Laboratuvarının Geliştirilmesi ve Plc Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- [12] Kabul, Ç. I. (2010) Biyogaz Tesisinin Plc Otomasyon Sistemi ve İnternet Üzerinden Kontrolüne Yönelik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Türkiye.
- [13] Çetin, R. (2010) S7-200 Plc'lerle Otomasyon Temel Seviye, Ankara, Türkiye.
- [14] Bayazıt, H. (2012) Uygulamalı Plc programlama ve Operatör Panel Konfigürasyonu, Dora Yayınevi, İstanbul, Türkiye.
- [15] Yağımlı, M. (2008) Programlanabilir Lojik Denetleyiciler, Beta Yayınevi, İstanbul, Türkiye.
- [16] Özdamar, C. (2012) PLC Teori ve Uygulama 1, Birsen Yayınevi, İstanbul, Türkiye.
- [17] Kurtulan, S. (2001) PLC İle Endüstriyel Otomasyon, İstanbul,
- [18] Akçura, D. (2010) Plc ve Asenkron Motor İle Garaj Kapısının Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye,
- [19] Kurtulan, S. (2008) PLC ile Endüstriyel Otomasyon SIMATIC S7-200 ve S7-300/S7-400 Uygulamaları, Birsen Yayınevi, İstanbul, Türkiye, 1-11s.
- [20] Çilek, A. (2005) Plc ve Scada İle Endüstriyel Otomasyon Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, İstanbul.
- [21] Karayazı, B. (2011) Endüstriyel Kontrol 2, İstanbul, Türkiye
- [22] Temel PLC Sistemleri,  
[http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Temel%20Plc%20Sistemleri.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Temel%20Plc%20Sistemleri.pdf), (01.05.2013).
- [23] Eminoğlu, Y. (2013) Plc Programlama ve S7 1200, Birsen Yayınevi, İstanbul, Türkiye.

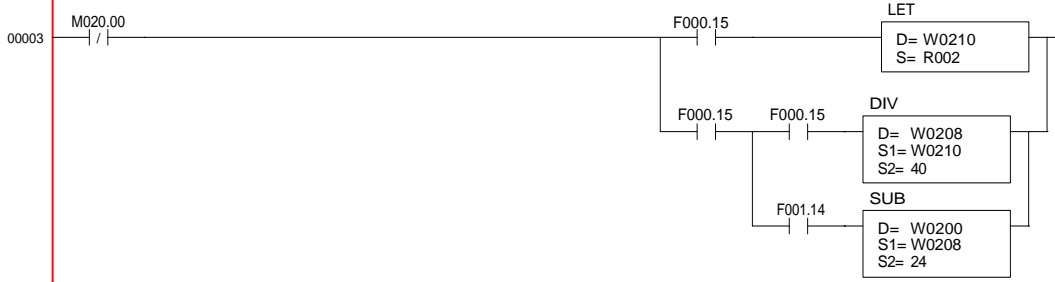
- [24] Demirci, A. (2012) Laboratuvar Ortamında Scada'nınPlc Tabanlı Deney Setlerinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- [25] Tosuner M. (2007) Scada Projelerinde Mimik Panonun Uygulanabilirliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye,
- [26] Scada Uygulamaları, <http://www.ankaraotomasyon.net/scada-uygulamalari.php> (12.10.2014).
- [27] Ulaş, M. Yentür, H. (2012) Endüstriyel Kontrol ve Haberleşme Sistemleri Cilt 2, İzmir, Türkiye
- [28] Vadi, S. Güler, N. Bayındır, R. (2004) Endüstriyel Alanlarda Kullanılan Veri İletim Tekniklerinin Karşılaştırılması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2, 181-182s.
- [29] Eminoğlu, Y. (2013) Plc Programlama ve S7-300/400 2, Birsen Yayınevi, İstanbul, Türkiye.
- [30] Salğar G. (2010) Doğal Gaz Scada Otomasyon Uygulamalarında Ana Kontrol Merkezi İle Haberleşmeyi Sağlayan Scada Otomasyon Sistemlerinin; Cicode Scada ve Plc Programlarındaki Mevcut Parametreler Yardımı ile Bilgisayar Destekli Yeni Arayüzler Oluşturulması, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye,
- [31] Bayır, R. Soylu, E. (2014) Endüstriyel İletişim Sistemleri Ders Notları, Karabük Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Karabük, Türkiye.

## EKLER





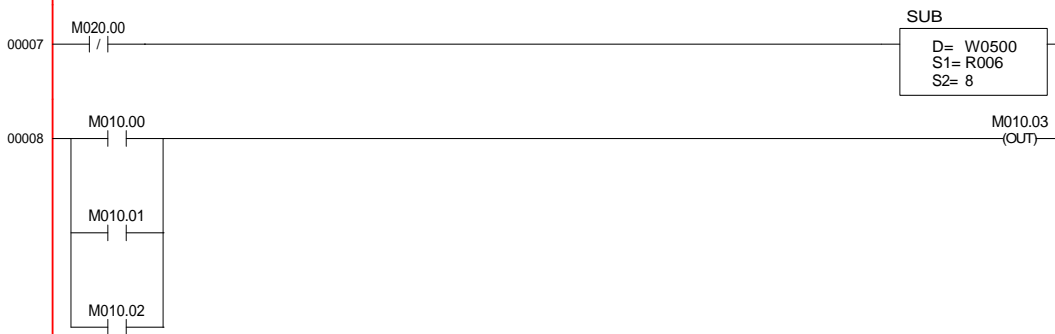
**Ağırlık Ölçümü**  
Yük hücresi R002 girişine bağlıdır.R002 W210'a taşmıştır. 2.blokta 40 ile bölünmüş (20.000'e karşılık 50.000 gr) 3.blokta kalibrasyon yapılp nihayi değer W200 adresine yazılmıştır.



**Akış Ölçümü**  
Türbin tip akış ölçer 1Lt'ye 700 puls veren sensördür.  
R005 değeri READ bloğu kullanılarak hızlı sayıcı değeri w410 adresine yazılmış Alt blokta bu değer 700'e bölünerek Lt elde edilmiştir.  
Nihayi adres W400'e yazılmıştır.



**Isı ölçümü**  
RTD Modülüne bağlı pt100 sensörü doğrudan okunabilir değer üretir.  
R006 girişine bağlı sensör değeri kalibrasyonu yapılp W500'e yazılmıştır.



Motopomp için R011.00  
Tahliye Vanası için R011.01  
Dolum Butonu (Panel) M000.00  
Tahliye Butonu (panel) M000.01

00009 M000.00 M010.03 R011.01 R011.00 (OUT)

00010 M000.01 M010.03 R011.00 R011.01 (OUT)

Kumanda ile ilgili kısım  
W420 Akış için set değeri (panel)  
W324 seviye için aritmetik (panel) Kalibrasyon için aritmetik işlem  
W222 Ağırlık için set değeri (panel)  
W700 ile başlayan adreslere aktüel değerler taşınıp panelde trend için kullanılmıştır.  
W060 adresi paneldeki makrolar için kullanılmıştır.

00011 M020.00 / /

MUL  
D= W0322  
S1= W0320  
S2= 10

00012 M020.00 / /

ADD  
D= W0324  
S1= W0322  
S2= 4

MUL  
D= W0222  
S1= W0220  
S2= 10

00013 >=

A= W0400  
B= W0420

M010.00 M000.00

F000.15 M021.01 (OUT)

>=

A= W0300  
B= W0304

M010.01

F000.15 R005.00 (OUT)

>=

A= W0200  
B= W0222

M010.02

00014 <=

A= W0300  
B= W0322

M010.01 M000.01

M021.00 (OUT)

<=

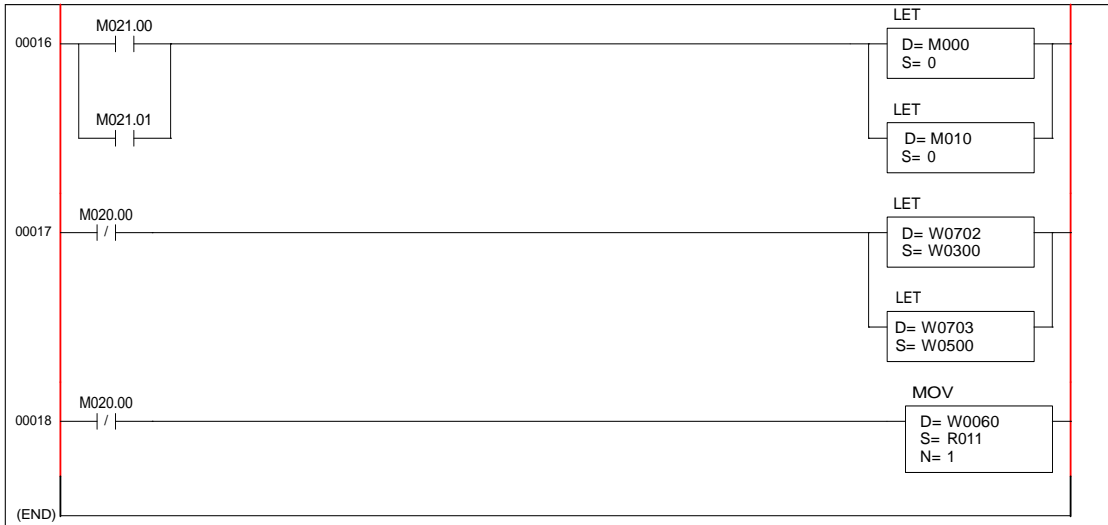
A= W0200  
B= W0222

M010.02

00015 M020.00 / /

LET  
D= W0700  
S= W0100

LET  
D= W0701  
S= W0200



## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : Askeri ÖZER  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Bismil-07/04/1979  
**Yabancı Dili** : İngilizce  
**E-Posta** : aozer2009@hotmail.com

### Öğrenim Durumu

Derece	Bölüm/Program	Üniversite/Lise	Mezuniyet Yılı
Lise	Elektrik	Bismil Çok Programlı Lisesi	1998
Üniversite	Elektrik Öğretmenliği	Marmara Üniversitesi	2003
Üniversite	Elektrik Elektronik Mühendisliği	Dicle Üniversitesi	2014
Üniversite	Hukuk Fakültesi	Dicle Üniversitesi	2013-Devam Ediyor

### İş Deneyimi

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2003-2005	İstanbul-Demka Telekomünikasyon Elektrik Elektronik İnş. San. Tic. Ltd. Şti.	Proje Sorumlusu
2005-Devam Ediyor	Diyarbakır Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Öğretmen