

150082

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROLÖR KULLANARAK
PID YÖNTEMİ İLE BİR SCARA ROBOTUN KONTROLÜ**

Servet SOYGÜDER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

150082

ELAZIĞ, 2004

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROLÖR KULLANARAK PID
YÖNTEMİ İLE BİR SCARA ROBOTUN KONTROLÜ

Servet SOYGÜDER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez, 28/01/2004 tarihinde, aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu
ile başarılı / başarısız olarak değerlendirilmiştir.

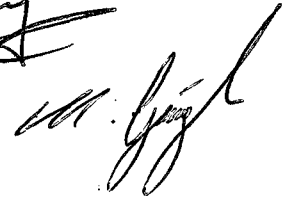
Danışman : Doç.Dr. Hasan ALLİ



Üye : Prof.Dr. Mehmet CEBECİ



Üye : Yrd.Doç.Dr. M.Tuncay GENÇOĞLU



Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu' nun 30/01/2004 tarih ve
5/3 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROLÖR KULLANARAK PID YÖNTEMİ İLE BİR SCARA ROBOTUN KONTROLÜ

Servet Soygüder

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı
2004 , Sayfa 86

Programlanabilir mantık denetleyiciler “PLC” günümüzde, endüstride sistemlerin otomasyonunda sıkça kullanılmaya başlamıştır. PLC’ ye çok sayıda giriş ve çıkışı olan bir bilgisayar denilebilir. Bu girişlere bağlı olarak içinde yazılı program dahilinde çıkışlar vererek dışındaki cihazları kontrol eder. PLC kontrol kabiliyetini içinde yazılı olan programdan alır. Daha önceden bir çok elektrik kumanda devre elemanı kullanılmasını gerektiren kumanda sistemleri PLC’ de sadece program yazımı ile gerçekleştirilir. Bu da maliyeti oldukça düşürdüğü gibi sistemin geliştirilebilirlik esnekliğini arttırmaktadır.

Endüstriyel robotlar çok fonksiyonlu kullanımlar için tasarlanmıştır. Uygun olarak seçilen robot ele göre, mobilya sektöründe dikme, metal veya tahta kesimi, reklam sektöründe isim yazma, boya yapma ve parça taşıma işlemlerinde kullanılabilir. Günümüzde PLC’ ler yiyecek-içecek, kimya, petrokimya, otomotiv endüstrisinde, cam işlemlerinde, parça taşımada, motor kontrolünde, robotlarda, makinelerin kontrol edilmesinde ve güç sistemleri v.b. birçok alanda kullanılmaktadır. Bu amaçla eğitimde ve endüstride kullanılmak üzere robot el dışında iki serbestlik derecesinde tanımlı çalışma alanında herhangi bir noktaya erişebilecek kadarda esnekliğe sahip olan bir robotda kullanılan iki adet DC motorun hız kontrolünün PLC komutlarıyla gerçekleştirilebilirliği incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : PLC , PID Kontrol , Robot Kontrol , Hız Kontrolü

ABSTRACT

MASTER THESIS

PID CONTROL OF A SCARA ROBOT BY USING PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER

Servet Soygüder

Firat University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering
2004 , Page: 86

Today Programmable Logic Controllers (PLC) are widely used in industrial systems' automation . PLC is a kind of computer that has many inputs and outputs. It controls the devices that are attached to the its outputs by depending on the inputs and an internal before program. Control systems which required a lot of electrical control circuit devices are implemented just by writing a program. PLC decreases not only cost but also increases the flexibility of the system.

Industrial robots are perceptive machines that can be programmed to perform a variety of tasks such as spraying, pick and place, cutting, drilling, inspection, etc. The performance of a robotic system depends on the selection of most appropriate manipulator configuration for the specific task and the definition of its motions. In this study, an industrial robot is implemented for multi functional usage. According to the suitable end-effector selected, the robot can be used for sewing, metal or wood cut operations in furniture industry, for printing names on boards, for painting works in advertisement industry, for moving a part, material or tool from one place to another called pick and place operation. This study also presents PLC control of the robot which was designed and implemented for the purposes in both education and industry. This study has two sections. The first sections is the implementation of robot and the second is its control with PLC. PLC provides robot to move materials in pre-defined trajectories. An electromagnet is used as an end-effector. In this study , also the implementation of the DC motor speed control with PLC instructions is studied.

Keywords: PLC, PID Control , Robot Control , Speed Control

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Hasan ALLİ' ye ve Arş. Gör. Oğuz YAKUT' a çok teşekkür ederim. Çalışmama destek olan bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Aydın TURGUT' a teşekkür eder saygılar sunarım. Çalışmalarım süresince maddi ve manevi destekte bulunan aileme ve eşime saygı ve sevgilerimle.

Servet SOYGÜDER



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
	No:
ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROL SİSTEMLERİ	5
2.1. PLC Nedir?.....	5
2.2. PLC - Programlanabilir Otomasyon Cihazları.....	5
2.2.1. PLC İle Gerçekleştirilen Uygulamalardan Bazıları.....	6
2.3. Temel Açıklamalar.....	6
2.4. Genel Blok Şeması.....	7
2.5. PLC Sistemlerin Avantajları.....	8
2.6. PLC İle Röle'li Sistemlerin Karşılaştırılması.....	8
2.7. PLC İle Bilgisayarlı Sistemlerin Karşılaştırılması.....	9
2.7.1. Yazılım.....	9
2.7.2. Donanım.....	9
2.7.3. Hafıza.....	10
3. PLC KULLANIM AMACI	12
3.1. Genel Kullanım Amacı.....	12
3.2. Genel Uygulama Alanları.....	13
3.2.1. Sıra Kontrol.....	13
3.2.2. Hareket Kontrol.....	13
3.2.3. Süreç Denetimi.....	13
3.2.4. Veri Yönetimi.....	14
4. SMATIC S7-200 MICRO PLC	15
4.1. S7-200 Neye Yarar?.....	15

4.1.1. Konveyör Sistemi.....	15
4.1.2. Kapı Kontrol Sistemi.....	15
4.1.3. Trafik Lambaları.....	15
4.1.4. Fırımlar.....	15
4.1.5. Pompalar.....	15
4.2. S7-200 ün Temel Parçaları ve Fonksiyonları.....	16
5. PLC' NİN YAPISI.....	19
5.1. Güç Kaynakları.....	19
5.2. Merkezi İşlem Birimleri.....	19
5.3. Dijital Giriş/Çıkış Birimleri.....	21
5.4. Analog Giriş/Çıkış Birimleri.....	22
5.5. Akıllı Giriş/Çıkış Birimleri.....	23
5.6. Özel Modüller.....	23
5.7. Haberleşme Modülleri.....	24
5.8. Kartların Takıldığı Raflar.....	24
6. PLC LER ARASI HABERLEŞME (BUS) SİSTEMİ.....	25
6.1. Bus Sistemi Nedir?.....	25
6.2. MPI Haberleşme Sistemi.....	26
6.3. AS-I Haberleşme Sistemi.....	27
6.4. Profibus Haberleşme Sistemi.....	27
6.4.1. Mono Master.....	28
6.4.2. Multi Master.....	29
7. PLC PROGRAMLAMA.....	30
7.1. Bilgisayar Programları ile PLC Programlarının Farkı.....	30
7.2. Programlama Açısından PLC' nin Bilgisayara Göre Avantajları.....	30
7.3. Standart Programlama.....	31
7.3.1. Lojik Kapı Gösterimi(CSF).....	31
7.3.2. Kontak Plan Gösterimi(LAD).....	32
7.3.3. Komut Listesinin Gösterimi(STL).....	33
7.4. Programlama.....	33
7.4.1. Ve (AND) İşlemi.....	34
7.4.2. Veya (OR) İşlemi.....	34
7.4.3. Ve Değil (AND NOT) işlemi.....	35
7.4.4. Veya Değil (OR NOT) işlemi.....	35
7.5. Programlamada Dikkat Edilecek Hususlar.....	36

8. PID KONTROL	37
8.1. PID Kontrolörler İçin Ayar Kuralları.....	38
8.2. PID Kontrolör Ayarı İçin Ziegler-Nichols Kuralları	38
9. PLC İLE PID KONTROL	44
9.1. PID Döngüsü ve PLC' nin Yeri.....	44
9.2. En İyi Örnekleme Zamanının Seçimi.....	47
9.3. PID Algoritmaları.....	49
9.3.1. Pozisyon Algoritması.....	49
9.3.2. Hız Algoritması.....	51
9.4. Başarılı Bir Proses Kontrolü İçin On Adım.....	52
10. ÖRNEK SİSTEMLER	54
10.1. Presleme Makinesi.....	54
10.1.1. Basitleştirilmiş Program.....	55
10.2. Nautos Monitoring Sistem.....	57
11. PLC ile PID KONTROL KULLANILARAK ROBOT ve DC MOTOR HIZ KONTROLÜ UYGULAMASI	59
11.1. Genel Bilgi.....	59
11.2. Deney Sisteminin Blok Şeması.....	59
11.3. Scara Robotunun Kinematik Analizi.....	61
11.4. S7-200 Siemens PLC' de Program Yapılış Aşamaları.....	61
11.5. Hız Kontrolü İçin PLC' de LAD Programı.....	65
11.6. Hız Kontrolü İçin PLC' de STL Programı.....	69
11.7. Deneysel Sonuçlar.....	71
12. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME	80
13. TARTIŞMA ve ÖNERİLER	82
KAYNAKLAR	83
ÖZGEÇMİŞ	86

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
	No:
Şekil 2.1. PLC Genel Blok Şeması.....	7
Şekil 5.1. CPU 944' ün İç Yapısı	20
Şekil 6.1. Mono Master Sistemi.....	29
Şekil 7.1. PLC Programlamada Lojik Kapı Gösterimi.....	32
Şekil 7.2. PLC Programlamada Kontak Plan Gösterimi.....	32
Şekil 7.3. PLC Programlamada Komut Liste Gösterimi.....	33
Şekil 7.4. PLC Programlamada AND Kontak Gösterimi.....	34
Şekil 7.5. PLC Programlamada OR Kontak Gösterimi.....	34
Şekil 7.6. Normalde Kapalı Kontaklar İçin Seri Bağlantı Gösterimi.....	35
Şekil 7.7. Normalde Kapalı Kontaklar İçin Paralel Bağlantı Gösterimi.....	35
Şekil 8.1. Bir Sistemin PID Kontrolü.....	37
Şekil 8.2. Basamak Cevabı Eğrisi.....	38
Şekil 8.3. Sistemin Birim Basamak Girişe Cevabı.....	38
Şekil 8.4. S Biçimli Cevap Eğrisi.....	39
Şekil 8.5. Oransal Kontrollü Kapalı Döngü Sistemi.....	42
Şekil 8.6. P_{cr} Periyotlu Devamlı Osilasyon.....	42
Şekil 9.1. PID Döngüsünün Temel Bileşenleri.....	44
Şekil 9.2. Bir PLC Taraması Sırasında Gerçekleşen İşlemler.....	46
Şekil 10.1. Pnömatik Presleme Makinesi.....	54
Şekil 10.2. LAD' da V1 Valfinin Açık Şekilde Gösterimi.....	55
Şekil 10.3. LAD' da V4 Valfinin Kontak Gösterimi.....	55
Şekil 10.4. LAD' da Zamanlayıcı Kontaklarının Gösterimi.....	56
Şekil 10.5. LAD' da V3 ve V2 Valfinin Kontak Gösterimi.....	56
Şekil 10.6. LAD' da İkaz Lambası Q0.1' in Kontak Gösterimi.....	56
Şekil 11.1. Hız Kontrolü Blok Diyagramı.....	60
Şekil 11.2. DC Kıyıcı Devresi.....	60
Şekil 11.3. Scara Robotunun Teknik Resmi.....	61
Şekil 11.4. Scara Robotunun Kinematik Gösterimi.....	61
Şekil 11.5. PID Komutunun Seçimi.....	62
Şekil 11.6. PID Sıra Numarası Seçimi.....	62
Şekil 11.7. Parametrelerin Seçimi.....	63

Şekil 11.8. Giriş ve Çıkış Değerlerinin Seçimi.....	63
Şekil 11.9. PID Alt Programına İsim Atanması.....	64
Şekil 11.10. Komut Sihirbazının Sonlandırılması.....	64
Şekil 11.11. Alt Programın Ana Programa Çağırılması.....	65
Şekil 11.12. “hız kontrol” İsimli Alt Program.....	65
Şekil 11.13. “hız kontrol1” İsimli Alt Program.....	68
Şekil 11.14. DC Motor hız devrinin 0 d/d’ dan 1800 d/d’ ya ulaşması (PLC K).....	71
Şekil 11.15. DC Motor hız devrinin 0 d/d’ dan 1800 d/d’ ya ulaşması (Knts).....	71
Şekil 11.16. DC Motor hız devrinin 1800 d/d’ dan 2600 d/d’ ya ulaşması (PLC K).....	72
Şekil 11.17. DC Motor hız devrinin 1800 d/d’ dan 2600 d/d’ ya ulaşması (Knts).....	72
Şekil 11.18. DC Motor hız devrinin 1800 d/d’ dan 3200 d/d’ ya ulaşması (PLC K).....	73
Şekil 11.19. DC Motor hız devrinin 1800 d/d’ dan 3200 d/d’ ya ulaşması (Knts).....	73
Şekil 11.20. DC Motor hız devrinin 3200 d/d’ dan 1800 d/d’ ya inmesi (PLC K).....	74
Şekil 11.21. DC Motor hız devrinin 3200 d/d’ dan 1800 d/d’ ya inmesi (Knts).....	74
Şekil 11.22. DC Motor hız devrinin 1800 d/d’ dan 0 d/d’ ya inmesi (PLC K).....	75
Şekil 11.23. DC Motor hız devrinin 1800 d/d’ dan 0 d/d’ ya inmesi (Knts).....	75
Şekil 11.24. DC Motor hız devrinin 3200 d/d’ dan 0 d/d’ ya inmesi (PLC K).....	76
Şekil 11.25. DC Motor hız devrinin 3200 d/d’ dan 0 d/d’ ya inmesi (Knts).....	76
Şekil 11.26. DC Motor hız devrinin 2600 d/d’ dan 3200 d/d’ ya ulaşması (PLC K).....	77
Şekil 11.27. DC Motor hız devrinin 2600 d/d’ dan 3200 d/d’ ya ulaşması (Knts).....	77
Şekil 11.28. DC Motor hız devrinin 0 d/d’ dan 3200 d/d’ ya ulaşması (PLC K).....	78
Şekil 11.29. DC Motor hız devrinin 0 d/d’ dan 3200 d/d’ ya ulaşması (Knts).....	78
Şekil 11.30. DC Motor hız devrinin 2600 d/d’ dan 1800 d/d’ ya inmesi (PLC K).....	79
Şekil 11.31. DC Motor hız devrinin 2600 d/d’ dan 1800 d/d’ ya inmesi (Knts).....	79

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
	No:
Tablo 8.1. Sistemin Basamak Cevabına Göre Ziegler-Nichols Ayar Kuralı.....	40
Tablo 8.2. K_{cr} Kritik Kazancı ve P_{cr} Kritik Periyodu Ziegler-Nichols Ayar Kuralı.....	43
Tablo 9.1. Önerilen Bazı T Örnekleme Zamanları.....	48



1.GİRİŞ

PLC' ler endüstriyel denetimde mikroişlemci uygulamalarının en hızlı yaygınlaşan alanıdır. Analog giriş/çıkış modülleri aracılığıyla hız, konum, sıcaklık gibi ayrık olmayan veriler PLC' ler tarafından kolaylıkla işlenebilmektedir. Örneğin bir motorun kodlayıcısından alınan hız bilgisi analog giriş kartı üzerindeki ADC tarafından örneklenip sayısal veri olarak bir bellek bölgesine atılmakta , daha sonra bu bellek bölgesindeki veri ile daha önceden girilmiş ayar noktası değeri karşılaştırılmaktadır.

Yüksek performanslı bir motor sürme sisteminin gereksinimleri şunlardır :

- Ayar noktası değişimlerini sınırları aşmadan hızlı takip edebilmeli
- Basamak yük değişimi sebebiyle oluşan maksimum iniş zamanı ve eski haline dönüş zamanı mümkün olduğunca küçük olmalıdır.
- Komut izleme ve yük regülasyonu durumlarının kararlı hal hataları sıfır olmalıdır.

Bu gereksinimleri karşılamak üzere sürme sistemine dış geri besleme döngüleri ilave edilir. Bu, PLC' lerde PID komut yada program parçasıyla yapılır. PID, oransal – integral – türevsel kontrol endüstride en çok kullanılan kontrol yöntemidir. Bunun nedeni PID kontrolörün hemen hemen tüm kontrol sistemlerine uyabilmesidir. Kontrol edilecek sistem motor hızı, konum ve fırın sıcaklığı v.b. olabilir. İstenilen set değerine gelmesi ve set değerinin değişmelerinde onu takip etmesi istenir. İyi bir kontrol olabilmesi için de bu işlemin en kısa zamanda ve az hatayla yapılması gerekir. Hatanın anlamı set değeri ile gerçek değer arasındaki farktır. PID kontrolör, bu hataya ve hatanın değişim hızına bağlı olarak çıkış verir. Analog PID kontrolörler genellikle hidrolik, pnömatik, elektrik ve elektronik veya bunların kombinasyonlarından oluşur. Ayrıca bunlar mikro işlemciler kullanılarak sayısal forma dönüştürülmüştür.

PLC' ye (programlanabilir mantık denetleyicisi) çok sayıda giriş ve çıkışı olan bilgisayar diyebiliriz. Programlanabilir mantık denetleyiciler son yıllarda endüstride sistem otomasyonunda sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Bir çok firma değişik tipte ve özellikte PLC üretmektedir. PLC' lere ihtiyaca göre, cihazın teknik sınırlamaları dahilinde, istenildiği kadar sayısal veya analog giriş/çıkış modülleri eklenebilir. PLC her program taramasında, önce dışardan gelen analog veya sayısal bilgileri okur, daha sonra bu bilgilere göre içinde yazılmış olan programı adım adım işletir. Son olarak çıkışları, dışında bulunan kontrol ettiği cihazlara iletir.

PLC kullanımının bir çok avantajı vardır, bunlar :

- a) Ekonomik olması,
- b) Sistem geliştirmelerinin çok kolay yapılabilmesi,
- c) Endüstride saha otomasyonları yapılması sayesinde insan hatasının azaltılması,
- d) Kontrol sistemlerinde kullanıldığında hızlı tarama zamanına sahip olması nedeniyle daha hassas ve çabuk bir kontrol sağlanması,
- e) Bir bilgisayar ara yüzü ile entegre edildiğinde tüm sahanın az sayıda personel tarafından bir kontrol merkezinden yönetilmesini sağlanması,
- f) Elektrik kumanda elemanlarına göre daha güvenilir ve dayanıklı olması.

Endüstriyel tesislerdeki denetim sistemlerinde 1920' li yıllardan itibaren röle ve kontaktörler, 1950' lerde transistörler, 1970' lerde entegre ve mikroişlemciler yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Mikroişlemcilerin kapasiteleri ve tarama hızlarının artırılması ile birlikte çok hızlı çalışan ve az yer kaplayan PLC' ler ortaya çıkmış ve eski teknolojilerle kurulmuş mevcut tesislerde üretim, kalite ve güvenilirliği arttırmak için PLC' lere geçiş zorunlu hale gelmiştir. PLC' lerde röle ve kontak gibi kumanda elemanların görevini program yaptığı için sistemde yapılacak değişiklikler kumanda devrelerine ve kablolara dokunulmadan sadece program üzerinde yapılabilmektedir. Dolayısıyla bu elemanların (özellikle sınırlı sayıda açılıp kapanabilen kontakların) eskimesi bozulması veya değiştirilmesi gerekmemektedir.

Bu çalışmada, endüstride en çok kullanılan PID kontrolün PLC' de gerçekleştirilebilirliği incelenmiştir. Kontrol edilen Serpent1 robotu ve robotta kullanılan iki adet DC motorun hızlarıdır. DC motorun miline bağlı takometreden hız geri besleme bilgisi PLC' nin analog giriş kartına gelmekte ve orada sayısallaştırılmaktadır. Aynı zamanda bir diğer analog girişten, ayarlı DC gerilim kaynağı vasıtasıyla set değeri okunur. Bu iki sayısallaştırılmış değer arasındaki fark PLC içinde hesaplanarak hata bulunur. Bu hataya bağlı olarak, çıkışa eklenecek olan P, I ve D değerleri eklenir. Bulunan sayısal değer analog çıkış kartına gönderilir. Bu kartta sayısal değer analoğa dönüştürülür. Kontrol çıkışı gerilim olarak Tristör tetikleyici devreye verilir. Gelen bu gerilime göre tetiklenen tristörler DC motorun armatür gerilimini etkiler. Sonuçta bu değişim robot kontrolünü ve DC motorlarının hızlarının değişimi olarak yansır. Bu işlem örnekleme zamanı olan her 10ms' de bir gerçekleşir.

Çalışma şu bölümlerden oluşmuştur:

Birinci bölümde giriş ve literatür verilmiştir.

İkinci bölümde programlanabilir lojik kontrol sistemleri anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde PLC' nin kullanım amacı anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde SIMATIC S7-200 MICRO PLC setinin özellikleri anlatılmıştır.

Beşinci bölümde PLC' nin genel yapısı hakkında bilgi verilmiştir.

Altıncı bölümde PLC' ler arası haberleşme (BUS) sistemi anlatılmıştır.

Yedinci bölümde PLC' de programlama anlatılmıştır.

Sekizinci bölümde PID kontrol anlatılmıştır.

Dokuzuncu bölümde PLC ile PID kontrolün yapılması anlatılmıştır.

Onuncu bölümde farklı sistemlere uygulanmış PLC örnekler incelenmiştir.

Onbirinci bölümde PLC ile PID kontrolü yapılarak robot kontrolü ve DC motorların hız kontrolü yapılmış ve deneysel sonuçları verilmiştir.

Onikinci bölümde sonuçların değerlendirilmesi verilmiştir.

Onüçüncü ve son bölümde tartışma ve öneriler verilmiştir.

Bir çok araştırmacı tarafından PLC' de PID kontrol çalışmaları yapılmıştır.

Warnock, kumanda devrelerinin elektriksel donanım değişiklikleri yerine bir yazılımla gerçekleştirilmesi düşüncesini doğurmuştur. Böylece, yapılan araştırmalar sonucunda; 1968 yılında bir grup mühendis tarafından, Generals Motors firması için lojik temele dayalı, röleli kumanda devrelerinin görevini üstlenen ve bu görevinden dolayı Programlanabilir Lojik Kontrolör (PLC) ismi verilen eleman üretilmiştir. 1969 yılında endüstride kullanılmaya başlayan PLC' ler yaklaşık 128 giriş-çıkış noktasına sahip iken, bu sayı 1974' lerde 1024 ' e çıkmıştır. 1976 yılında uzak giriş-çıkış sistemleri, 1977 ' de ise mikroişlemci tabanlı PLC' ler üretilmiştir. 1983' lerde nisbeten düşük fiyatlı PLC' ler üretilmiş ve 1985' li yıllarda endüstriyel tesislerde PLC şebekeleri ile hiyerarşik kumanda sistemlerinin kullanılmasına başlanmıştır. Daha sonraları günümüze kadar bu hızlı gelişme devam etmiş; Avrupa, Amerika ve Uzakdoğu ülkelerinde bulunan birçok firma tarafından çok fonksiyonlu ve ucuz PLC' ler üretilmiştir [10].

Zirekgür, çalışmalarında Ülkemizdeki fabrikaların özellikle 1980' li yıllardan önce kurulmuş olanların bir kısmında halen çok sayıda büyük çaplı röleli kumanda sistemleri bulunmaktadır. 1992 yılında Elazığ Etibank Şarkkromları Ferrokrom İşletmesi Müessesesi Müdürlüğüne ait Üretim A tesislerinde bulunan dozajlama sistemi üzerinde yapılan bir ön çalışma sonucunda; burada kullanılan röleli kumanda sisteminde çıkan arızalar nedeniyle bir yıl

süresince harcanan işçilik, malzeme bedelleri ve üretim kaybından daha az bir maliyetle, bu sistemin PLC' li sisteme çevrilebileceği ortaya çıkmıştır [23].

Crispin, çalışmalarında PLC' lerde geri beslemeli kontrol işlemlerinin yapılmasının mümkün olduğunu göstermiştir. Bu nedenle günümüzde PLC isminin uygun olmadığı; bu cihazların sadece lojik kontrolör olarak değil, bunun yanı sıra geri beslemeli kontrol cihazı olarak da kullanılmaları nedeniyle PLC yerine PCs (programlanabilir kontrolör) diye adlandırmaları gerektiği tartışılmaktadır. PC (Personel Computer) ifadesi ile karşılaştırılması için sonuna 's' konmuştur [16].

Arapkirlioğlu, aynı zamanda bir marka PLC' den diğerine geçişte, eskiden bilinen şeylerin yeni bir dille tekrar öğrenilmesi yerine, yeni sistemin üstünlüklerinin öğrenilmesi noktasından zaman kazanılacaktır. Yaklaşık on yıl süren çalışmalardan sonra, 1992 yılında programlama dilleri konusunda standartlar son halini almıştır. Bu standartlar; Ladder Diyagram, Fonksiyon Blok Diyagramı , Deyim Listesi ve Yapısallaştırılmış metin dillerini tanımlamıştır [7].

Yılmaz, PLC' lerde bulanık mantık yöntemi ile motor hız denetimi Kocaeli Üniversitesi Elektrik Mühendisliği ve Haberleşme Bölümünde Yüksek Lisans çalışması yapılmıştır [24].

Özkan, PLC ve SCADA destekli pozisyon kontrolü Erciyes Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans çalışması yapılmıştır [13].

Yılmaz, PLC ile Hareketin üç ekseninde kontrolü Gazi Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans çalışması yapılmıştır [26].

Hurma , PID Kontrolör ve PLC Uygulamaları İstanbul Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans Tezi olarak çalışma yapılmıştır [25].

Babayiğit, AR-GE Robotu Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi Erciyes Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans çalışması olarak yapılmıştır [6].

Güler, PLC' lerde PID Yöntemi Kullanarak DC motor hız denetimi Kocaeli Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümünde çalışılmıştır [11].

Bu çalışmalardan farklı olarak laboratuvarımızda bulunan iki serbestlik derecesine sahip robot da kullandığımız DC motorların hız kontrolü gerçekleştirilmiş ve pozisyon kontrolü üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır.

2. PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROL SİSTEMLERİ

2.1. PLC Nedir ?

Bir SCADA uygulamasının temelinde kontrol ve kumanda fonksiyonlarını yerine getiren PLC'li bir otomasyon panosu bulunur. SCADA uygulaması kontrol edilen sistemin çalışma fonksiyonlarının monitörde gözlemsel olarak izlenebilmesidir. PLC "Programmable Logic Controller" kelimelerinin kısaltılmış halidir. Günümüzde otomasyonun her alanında küçük ve kompakt olanından büyük ve modüler olanlarına kadar çeşitli tip ve markalarda PLC kullanılmakta ve geleneksel elektromekanik kumanda sistemleri çok daha az tercih edilmektedir.

PLC ile yapılan bir otomasyon sistemi daha güvenilir, daha fonksiyonel, kolay genişleyebilir ve değiştirilebilir bir yapıda olmaktadır. Çok karmaşık prosesler ve kontroller PLC ile rahatlıkla yapılabilmekte, remote I/O ve operatör panel gibi ekipmanlar sayesinde kullanım kolaylığı sağlanmaktadır. PLC akış kontrolü, interlock, PID gibi bütün kumanda ve kontrol fonksiyonlarını üstlenmeli ve bir üst sistem olan SCADA'dan sadece ayar değerlerini alıp istenilen bilgileri verebilmelidir. Kontrol ve kumanda için hayati önemi olan bu fonksiyonları hiç bir üst sisteme devretmemelidir [7 , 10].

Ve bu prensiplerin bilincinde olarak PLC ve SCADA sistemlerini dizayn etmek ve devreye almak gerekir.

2.2. PLC - Programlanabilir Otomasyon Cihazları

Bir PLC endüstriyel bir ortamda görev yapmak üzere tasarlanmış digital prensiplere göre çalışan elektronik bir sistemdir. Sistem bir makineyi veya bir prosesi kendi analog ve/veya digital giriş/çıkış modülleriyle, mantıksal kontrol, zamanlama, sayma, aritmetik işlem yapma fonksiyonlarıyla kontrol etmek amacına yöneliktir. Ayrıca cihaza veya işleme ait bilgilerin SCADA ortamına aktarılmasını da sağlar. PLC' lerin bir diğer kullanım alanı da, ham maddeyle ilgili üretim ve süreç verilerini toplamaktır. Üretilen ürün sayısı, ürün sıcaklığı, basıncı, süreç zamanı ve ölçülebilir diğer özelliklerle ilgili olabilir [7].

Sistem tasarlanması açısından esas olan, öncelikle ihtiyacın doğru saptanması ve optimum modelin seçimidir. Atıl kalacak her giriş/çıkış gereksiz yere ödenecek para demektir. Bu nedenle sistem tasarımcısının gerekli bilgilere sahip olması gerekir.

Siemens, Hitachi, Telemeknik, Koyo, Omron PLC'lerle program yazılımları, makina otomasyonları, PLC'li otomasyon ve güç panoları, Intouch SCADA sistemleriyle bilgisayar programları.

2.2.1. PLC İle Gerçekleştirilen Uygulamalardan Bazıları

ÇİMENTO SANAYİ:

Fırınların kontrolü, üretim otomasyonu.

SERAMİK SANAYİ:

Hammadde hazırlama, reçete bazında üretim, fırın kontrolü.

GIDA SANAYİ:

Reçete bazında üretim.

KAĞIT SANAYİ:

Enerji dağıtım kontrolü, üretim otomasyonu.

KİMYA SANAYİ:

Reçete bazında üretim kontrolü ve otomasyon.

2.3. Temel Açıklamalar

Endüstriyel uygulamaların her dalında yapılan genel amaçlı kumanda ve otomasyon çalışmalarının bir sonucu olan PLC tekniği, kullanıcılara A'dan Z'ye her türlü çözümü getiren komple bir, teknoloji alt grubudur.

Endüstriyel kontrolün gelişimi PLC'lerin gerçek yerini belirlemiştir. İlk önce analog kontrolle başlayan, elektronik kontrol sistemleri zamanla yetersiz kalınca, çözüm analog bilgisayar adını verebileceğimiz sistemlerden, dijital kökenli sistemlere geçmiştir. Dijital sistemlerin zamanla daha hızlanması ve birçok fonksiyonu, çok küçük bir hacimle dahi yapılabilmeleri onları daha da aktif kılmıştır. Fakat esas gelişim, programlanabilir dijital sistemlerin ortaya çıkması ve mikroşlemcili kontrolün aktif kullanıma geçirilmesinin bir sonucudur. Mikroşlemcili kontrolün, mikroşlemci tabanlı komple sistemlere yerini bırakmak zorunda kalması, Z80 ile aylarca süren tasarlama süresinin yanında, baskı devre yaptırmak zorunda kalınması ve en küçük değişikliğin bile ağır bir yük olmasının sonucudur. İşte bu noktada PLC'ler hayatımıza girmeye başlamıştır [13].

Programlanabilir lojik kontrolörlerin çıkışı 60'li yılların sonu ile 70'li yılların başlarına dayanır. İlk kumanda kontrolörleri bağlantı programlamalı cihazlardı. Bu cihazların fonksiyonları, lojik modüllerin birbirine bağlantı yapılarak birleştirilmesi ile

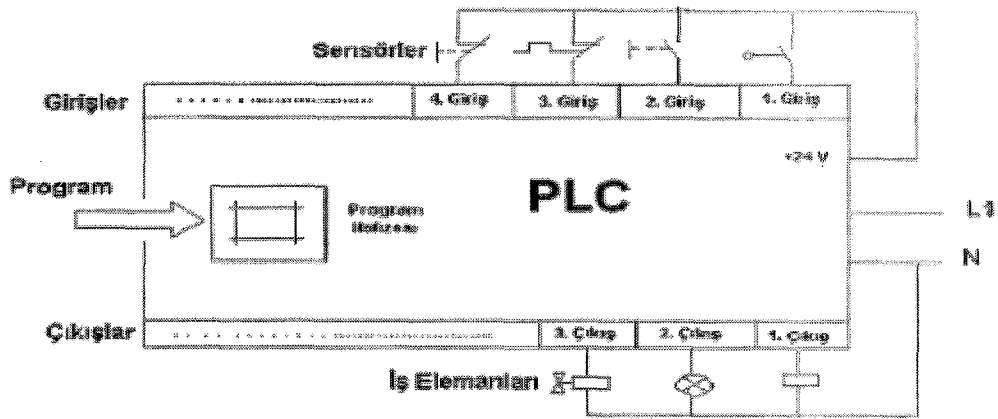
gerçekleştiriliyordu. Bu cihazlarla çalışmak hem zordu, hem de kullanım ve programlama olanakları sınırlıydı. Bugünkü PLC'ler ile karşılaştırıldığında son derece basit cihazlardı. PLC'lerin ortaya çıkarılma amacı, röleli kumanda sistemlerinin gerçekleştirdiği fonksiyonların mikroişlemcili kontrol sistemleri ile yerine getirilebilmesidir. Lojik temelli röle sistemlerine alternatif olarak dizayn edildiklerinden PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROLÖR (*Programmable Logic Controller*) adı verilmiştir.

İlerleyen zaman içinde çeşitli firmalar muhtelif kapasitelerde PLC'ler üretmişlerdir. Bu firmalar arasında Mitsubishi, Toshiba gibi firmalar küçük tipte, kapasite bakımından alt ve orta sınıf PLC'ler üretmişlerdir. Siemens, Omron, Allen-Bradley, General Electric, Westinghouse gibi firmalar da PLC sistemlerini daha geniş bir tabana yayarak alt, orta ve üst sınıflarda PLC'ler üretmişlerdir.

2.4. PLC Genel Blok Şeması

Günümüzde endüstride hemen hemen her alanda el değmeden eğitim sürecine girilmiştir. El değmeden gerçekleştirilen üretimlerde PLC'ler kullanılmaktadır. PLC İngilizce kelimelerinin baş harflerinin alınarak kısaltılması ile oluşur.

PLC bir bilgisayara benzetilirse; girişlerinde mouse ve klavye yerine basit giriş bağlantıları vardır. Yine çıkışlarında ekran yerine basit çıkış bağlantıları vardır. Girişlere bağlanan elemanlara sensör, çıkışlara bağlanan elemanlara da iş elemanı denir.



Şekil.2.1. PLC Genel Blok Şeması

Şekil 2.1' deki blok diyagramında gösterildiği gibi PLC sensörlerden aldığı bilgiyi kendine göre işleyen ve iş elemanlarına göre aktaran bir mikroişlemci sistemidir. Sensörlere

örnek olarak, herhangi bir metali algılayan endüktif sensör, PLC girişine uygun gerilim vermede kullanılan buton ve anahtarlar verilebilir. İş elemanları için PLC çıkışından alınan gerilimi kullanan kontaktörler, bir cismi itme veya çekmede kullanılan pnömatik silindireli süren elektro-valfler, lambalar uygun örneklerdir.

2.5. PLC Sistemlerinin Avantajları

PLC'lerin, daha önce kullanılan konvansiyonel sistemler ile karşılaştırıldığında bir çok avantajı vardır. Eski sistemlerin getirdiği birtakım zorluklar bugün PLC'lerin yaygınlaşması ile aşılmıştır. PLC sistemleri önceki sistemlere göre daha az yer kaplamaktadır. Dolayısıyla kontrol sisteminin yer aldığı dolap yada pano boyutları oldukça küçülmektedir. Sınırlı alanlarda kontrol mekanizmasının kurulması imkanı ortaya çıkmıştır. Sistem için sarf edilen kablo maliyetleri nispeten daha azalmıştır. Ayrıca PLC sisteminin kurulmasının kolay olması ve kullanıcıya, kurulu hazır bir sistemin üzerinde değişiklik ve ilaveleri kolayca yapabilme esnekliğinin sağlanması, PLC'lerin giderek yaygınlaşmasına ve endüstride her geçen gün daha fazla kullanılmalarına neden olmuştur. Bu avantajlar ile proje maliyetleri de azaltılarak, proje mühendislerine de ticari açıdan büyük faydalar sağlamıştır [19].

2.6. PLC İle Röleli Sistemlerin Karşılaştırılması

1. PLC ile daha üst seviyede otomasyon sağlanır.
2. Az sayıda denetim yapılan durumlarda tesis yatırımı PLC' de daha fazladır.
3. PLC'li sistem daha uzun süre bakımsız çalışır ve ortalama bakım onarım süresi (MTTR-Meal Time To Repair) daha azdır.
4. Arızalar arası ortalama süre (MTBF-Mean Time Between Failures) PLC'li sistem için 8000 saatten daha fazladır.
5. Teknik gereksinimler değişip arttıkça PLC'li sistem az bir değişiklikle ya da hiçbir değişikliğe gereksinim duyulmadan yeniliğe adapte edilebilirken röleli sistemde bu oldukça zordur.

6. PLC'ler daha a bir yer kaplar ve enerji harcarlar.,

2.7. PLC' ler İle Bilgisayarlı Kontrol Sistemlerinin Karşılaştırılması

Endüstriyel kontroldeki yeni trendler, yazılım tabanlı kontrol sistemlerini gündeme getirdi. PC tabanlı kontrol sistemi seçimiyle sürecin sadece ilk adımı atılmaktadır. Peki ya daha sonrası?

Kontrol sistemleri için PC tabanlı ya da PLC' ye dayalı kontrol yapısında karar vermeden önce, dikkate alınması gereken tüm noktaların titizlikle analiz edildiğinden emin olunmalıdır.

2.7.1. Yazılım

PC tabanlı kontrol sistemleri, uygulama için gerekli operasyonları gerçekleştirecek şekilde geliştirilen bir yazılım programıdır. Bu nedenle, bu tip sistemler, aynı zamanda yazılım motoru (soft control engine) olarak da adlandırılmaktadır. Unutulmamalıdır ki, PC tabanlı kontrol sistemi sipariş edildiğinde, özel bir işletim sistemi için geliştirilmektedir. Bu noktada asıl mesele bu işletim sisteminin seçimidir.

Windows NT, gerçek zamanlı (real time) veya bir başka gerçek zamanlı işletim sisteminin seçimi yapılmalıdır. Bu sistemler için en yaygın olarak kullanılanı Windows NT'dir. Bu işletim sisteminin zorlu endüstriyel ortamlarda gerçek zamanlı kontrol amaçlı dizayn edilmemiş olması nedeniyle, üzerinde yoğunlaşan tartışmalara rağmen, PC tabanlı kontrol sistemlerinde, % 90 civarında bu işletim sisteminin kullanıldığı tahmin edilmektedir.

Konuya genel olarak bakıldığında, Windows NT, kabul edilebilir bir işletim sistemi olarak düşünülebilir.

2.7.2. Donanım

Sistem seçiminin en kritik etkenlerinden birisi de donanımdır. Yazılım üzerinde koşaçağı donanım için genellikle şu seçenekler sö konusudur;

- Endüstriyel PC
- Ticari bir PC
- Açık kontrolörler (open controller)

Her hangi bir bilgisayar satıcısından kolayca temin edilebilen ticari PC'ler, ekonomik fiyat ve temin kolaylığı avantajlarına sahiptir. Buna karşılık endüstriyel koşullarda çalışma performansı yeterli düzeyde değildir.

Diğer taraftan endüstriyel PLC'ler sanayideki ağır çalışma koşulları için gelişmiş özelliklere sahip cihazlardır. (sarsıntılı, nemli, tozlu, gürültülü ortamlar için önleyici donanımlara sahiptirler). 0- 60 °C ortam sıcaklıklarında ve %0 ve %95 arası nem oranı olan ortamlarda çalışabilir.

Bununla birlikte farklı programlama dili, arıza bulma ve bakım kolaylıklarının olması gibi özelliklerden dolayı bilgisayarlardan farklıdır. Bilgisayarların arıza ve bakım servisi ile programlama dillerinin öğrenilmesi için özel bir eğitime gerek vardır.

PLC programlama dili klasik kumanda devrelerinde uygunluk sağlayacak şekildedir. Bütün PLC'lerde hemen hemen aynı olan AND, OR, NOT (VE, VEYA, DEĞİL) gibi boolean ifadeleri kullanılır. Programlama klasik kumanda sistemini bilen birisi tarafından kolayca yapılabilir.

Büyük çaplı kontrol sistemleri için bilgisayarların mikroişlemcilerin kullanılması, 10 adet röle kontaktör elemanlarından daha az eleman gerektiren kontrol devrelerinde de klasik kumanda devrelerinin kullanılması daha avantajlı ve gereklidir.

Diğer seçenek olan açık kontrolörler ise, PLC yapısının içine, PC tabanlı kontrol yapısının entegre edilmesiyle ortaya çıkmaktadır.

2.7.3. Hafıza

MegaByte ve GigaByte düzeyinde hafıza gereksinimi olan uygulamalarda PLC'ler genelde yardımcı işlemci (coprocessor) desteğine ihtiyaç duyulmaktadır PC tabanlı sistemlerin , sabit disklerinin GigaByte düzeyine erişmesi, yüksek hafıza gereksinimi olan uygulamalarda avantaj sağlamaktadır.

Özet olarak PLC ile PC hakkında şunlar söylenebilir;

1. PLC'li sistem endüstriyel ortamdaki yüksek düzeydeki elektriksel gürültü elektromanyetik parazitler, mekanik titreşimler, yüksek sıcaklıklar gibi olumsuz koşullar altında çalışabilir.

2. PLC'lerin yazılım ve donanımları o tesisin elemanlarınca kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

3. Teşhis yazılarıyla hatalar kolayca bulunabilir.
4. Yazılım, alışagelmiş röle sistemleri ile yapılabilir.
5. Bilgisayarlar birden fazla programı değişik sıralarla esnek bir şekilde gerçekleştirirken, PLC'ler tek bir programı sıralı bir şekilde baştan sona gerçekleştirir.
6. Ayrıca PC tabanlı sistemin, güncel teknolojiye adapte olabilmesi açısından kullanım süresi daha kısadır.



3. PLC KULLANIM AMACI

3.1. Genel Kullanım Amacı

Genel olarak PLC, endüstri alanında kullanılmak üzere tasarlanmış, dijital prensiplere göre yazılan fonksiyonu gerçekleyen, bir sistemi yada sistem gruplarını, giriş çıkış kartları ile denetleyen, içinde barındırdığı zamanlama, sayma, saklama ve aritmetik işlem fonksiyonları ile genel kontrol sağlayan elektronik bir cihazdır. Aritmetik işlem yetenekleri PLC'lere daha sonradan eklenerek bu cihazların geri beslemeli kontrol sistemlerinde de kullanılabilmesi sağlanmıştır [11].

PLC sistemi sahada meydana gelen fiziksel olayları, değişimleri ve hareketleri çeşitli ölçüm cihazları ile belirleyerek, gelen bilgileri yazılan kullanıcı programına göre bir değerlendirmeye tabi tutar. Mantıksal işlemler sonucu ortaya çıkan sonuçları da kumanda ettiği elemanlar aracılığıyla sahaya yansıtır. Sahadan gelen bilgiler ortamda meydana gelen aksiyonların elektriksel sinyallere dönüşmüş halidir. Bu bilgiler analog yada dijital olabilir. Bu sinyaller bir transduserden, bir kontaköre yardımcı kontakından gelebilir. Gelen bilgi analog ise, gelen değer belli bir aralığı için, dijital ise sinyalin olması yada olmamasına göre sorgulama yapılabilir. Bu hissetme olayları giriş kartları ile, müdahale olayları da çıkış kartları ile yapılır.

PLC ile kontrolü yapılacak sistem büyüklük açısından farklılıklar gösterebilir. Sadece bir makine kontrolü yapılabileceği gibi, bir fabrikanın komple kumandası da gerçekleştirilebilir. Aradaki fark sadece kullanılan kontrolörün kapasitesidir. PLC'ler, bugün akla gelebilecek her sektörde yer almaktadır. Kimya sektöründen gıda sektörüne, üretim hatlarından depolama sistemlerine, marketlerden rafinerilere kadar çok geniş bir yelpazede kullanılan PLC'ler, bugün kontrol mühendisliğinde kendilerine haklı bir yer edinmişlerdir. Elektronik sektöründeki hızlı gelişmelere paralel olarak gelişen PLC teknolojisi, gün geçtikçe ilerlemekte otomasyon alanında mühendislere yeni ufuklar açmaktadır. Bu yüzden de her teknikerin yüzeysel bile olsa biraz bilgi sahibi olması gereken bir dal konumuna gelmektedir.

3.2. Genel Uygulama Alanları

PLC'lerin bugün oldukça yaygın olarak kullanılmamasının iki nedeni vardır. Mikroişlemcilerin ve ilgili parçaların fiyatlarının oldukça düşmesiyle maliyet verimliliğinin (I/O noktası başına maliyet) artması ve karmaşık hesap ve iletişim görevlerini üstlenme yeteneğinin, PLC'yi daha önce özelleştirilmiş bir bilgisayarın kullanılıyor olduğu yerlerde kullanılabilir hale getirmesi. PLC uygulamaları iki sınıfta toplanabilir: Genel ve endüstriyel uygulamalar hem ayrı hem de proses sanayilerinde mevcuttur. PLC'lerin doğduğu sanayi olan otomotiv, en büyük uygulama alanı olmayı sürdürmektedir. Yiyecek işleme ve hizmetleri gibi sanayilerde şu an dünyada gelişen alanlar arasında PLC'lerin kullanıldığı 5 genel uygulama alanı vardır. Tipik bir kurulum, kontrol sistemi sorununa çözümü, bunların bir ya da daha çoğunu içererek bulunur. Bu beş alan şunlardır:

3.2.1. Sıra (sequence) Kontrol

PLC'lerin en büyük ve en çok kullanılan ve "sıralı çalışma" özelliğiyle röleli sistemlere en yakın olan uygulamasıdır. Uygulama açısından, bağımsız makinalarda ya da makine hatlarında, konveyör ve paketleme makinalarında ve hatta modern asansör denetim sistemlerinde bile kullanılmaktadır.

3.2.2. Hareket Kontrolü

Bu kontrol doğrusal ve döner hareket denetim sistemlerinin PLC' de tümleştirilmesidir ve servo adım ve hidrolik sürücülerde kullanılabilen tek yada çok eksenli bir sistem denetimi olabilir. PLC hareket denetimi uygulamaları, sonsuz bir makine çeşitliliği içerir. (örn. metal kesme, metal şekillendirme, montaj makinaları) ve şoklu hareket eksenleri ayrı parça ve süreç sanayi uygulamalarında koordine edebilirler. Bunlara örnek olarak; kartezyen robotlar, film, kauçuk ve dokunmamış kumaş tekstil sistemleri gibi, ağla ilgili süreçler verilebilir.

3.2.3. Süreç Denetimi

Bu uygulama PLC'nin birkaç fiziksel parametreyi (sıcaklık, basınç, debi, hız, ağırlık vb gibi) denetleme yeteneğiyle ilgilidir. Bu da bir kapalı çevrim denetim sistemi oluşturmak için, analog I/O gerektirir. PID yazılımının kullanımıyla PLC, tek başına çalışan çevrim denetleyicilerinin (single loop controllers) işlevini üstlenmiştir. Diğer bir seçenek de her ikisinin en iyi özelliklerini kullanarak PLC ile kontrolörlerin tümleştirilmesidir. Buna tipik örnekler de plastik enjeksiyon makinaları, yeniden ısıtma fırınları ve bir çok diğer yığın denetimi (batch-control) uygulamasıdır.

3.2.4. Veri Yöneli

PLC'yle veri toplama, inceleme ve işleme son yıllarda gelişmiştir. İleri eğitim setleri ve yeni PLC'lerin genişletilmiş bellek kapasiteleriyle sistem, artık denetlediği makine veya proses hakkında veri yoğunlaştırıcı olarak kullanılabilir. Sonra bu veri, denetleyicinin belleğindeki referans veri ile karşılaştırılır ya da inceleme ve rapor alımı için başka bir aygıta aktarılabilir. Bu uygulamada büyük malzeme işleme sistemlerinde ve kağıt, birincil metaller ve yiyecek işleme gibi bir çok proses sanayide sıkça kullanılır.



4. PLC SMATIC S7-200 MICRO PLC

4.1. Simatic S7-200 PLC Neye Yarar?

Küçük boyutları ve güçlü komut seti ile S7-200 'ü, küçük otomasyon projelerinin her dalında kullanabiliriz. Bazı uygulama alanları bina otomasyonu, hidrolik presler, trafik lambaları, otomatik kapılar, asansörler, ısı kontrolü gereken fırınlar, karıştırıcılar, şişeleme makineleri, paketleme makineleri, pompalar, hidrolik pnömatik kaldırma platformları gibi birçok dalda kullanılır.

Bu örnekleri daha ayrıntılı olarak incelersek;

4.1.1. Konveyör Sistemi

Motorları durdurmak-çalıştırmak ve gelen malzemeleri saymak için yazılacak bir program 15 dakika ayırmak yeterlidir. Aynı ayrı taşınan malzemeleri sayabilir ve stoklarınızı da daha rahat tutabilirsiniz.

4.1.2. Kapı Kontrol Sistemi

Küçük boyutları ile en küçük makinelere bile sığar; mesela giriş çıkışlarda kapıların kontrolünü yapabilir, araç geldiğinde kapıları otomatik olarak açıp kapayabilir.

4.1.3. Trafik Lambaları

Trafiğin durumuna ve hatta yoğunluğuna göre trafiği yönlendirebilirsiniz.

4.1.4. Fırınlar

Sıcaklık ve proses değerlerinin ölçülmesi, sıcaklığın ve prosesin istenilen şekilde yönlendirilmesi ve vanaların açılıp-kapatılması için 50 satırlık bir program yazarak, hem yer, hem de maliyet olarak daha avantajlı ve daha güvenilir bir sistemle çalışacaksınız. Sistemde hata bulmanız kolaylaşacak, fırın sıcaklığını ve çalışma süresini kontrol etmek için kolaylıkla ekran takabileceksiniz.

4.1.5. Pompalar

Bir pompanız var, son seferde kaç litre satış yaptınız veya makine açıldığından beri kaç litre satış çıkış elde ettiniz. Litre fiyatınız ne kadar ve müşteri size ne kadar bir ücret ödeyecek. Programını yazın ve gerektiğinde birim fiyatları değiştirin, yada fiyat artışını otomatik bağlayın ve mesela ayda %10 otomatik artış yaptırın.

4.2. Simatic S7-200 Micro PLC' nin Temel Parçaları ve Fonksiyonları

CPU adı verilen bölüm PLC'nin ana beyni olarak işlev görür, bir bilgisayarın merkezi işlem birimi olarak da tanımlanabilir. Bu bölümün iç yapısında mikroişlemcileri, mikrokontrolörleri ve Ram-EEPROM gibi hafıza birimlerini içerir. CPU, PLC'nin en önemli parçası olup, onun tüm fonksiyonlarını sağlayan beynidir. Bizim için etkili olan temel özellikleri ise hızı, işleyebildiği komutlarının sayısı ve bu komutların yeterince etkili olmasıdır. Biz genellikle CPU'nun, programlanmasıyla, özel fonksiyonlarının ayarlanmasıyla ve dolayısıyla, istediğimiz özelliklerde çalışmasıyla ilgileniriz [1].

S7-200 ün 6 çeşit CPU'su vardır. CPU seçerken önemli bir noktada, CPU'ların hızıdır. S7-200'lerin işlemci hızları çok yüksektir. CPU 212, 1024 tane binary işlemi 1.3ms ve CPU 214 ise 0.8ms de tamamlar. Yani yaklaşık olarak 1.000.000 adet işlemi 1 saniyede yapabilirler. Uygulamanızın gerektirdiği hıza göre CPU'ların hızını da dikkate almanız düşük hızlı CPU'ları satın alırken önemli bir faktör olmakla beraber, S7-200 gibi yüksek hızlı PLC kullanıyorsanız, pek sorun olmaz!

Bu önemli nokta da CPU-212 veya CPU-214 seçmeye karar vermektir. Programlama ve birçok fonksiyon açısından birbirinin aynı olan bu iki tipten CPU-214'de CPU-212'de olmayan bazı önemli noktalar bulunuyor. 2 tane 7kHz'lik hızlı sayıcı ve 2 tane PTO/PWM darbe genişliği modülasyonu çıkışlarını kullanmak bazı durumlarda faydalı olabilir. PTO çıkışlarla STEP motorları veya DC motorları rahatlıkla ve ayrıca masraf yapmadan kontrol edebilirsiniz yada PWM çıkışlarla lamba ışık şiddetini artırıp azaltabilirsiniz. PTO çıkışlar Türkçe darbe katarı çıkış olarak adlandırılır ve istediğiniz frekansta ve istediğiniz miktarda kare dalga çıkış vermenizi sağlar. PWM çıkışta ise, kare dalganın frekansını ve simetrisini değiştirebilirsiniz [15].

Bunların yanında S7-214'de ki yüksek hızlı sayıcıları da unutmamak lazım. Bu sayıcılarda, bir shaftın dönüşünü kontrol edebilmeniz için uygun modlar vardır ve bu komple sistem, ayrıca shaft encoder kullanarak; motor hız ve pozisyonlama kontrolü yapabileceğinizi belli ölçüler dahilinde mümkün kılar.

PLC'lerin haberleşme yetenekleri, onların dış dünyaya uyum sağlama güçleriyle doğru orantılıdır. PLC'nizi tek başına herşeyi yöneten ve bütün ihtiyaçlarını tek başına sağlayan bir adam gibi tasavvur etmeyin. CPU'nuz bir çok aletle bilgi alış verişinde bulunup, görevlerini yerine getirebilir. S7-212'yi düşünebileceğiniz birçok alete çok rahatlıkla bağlayabilir ve bilgi transferi gerçekleştirebilirsiniz. CPU'nun kendi haberleşme portu RS-485 olup birçok cihazın aynı hat üzerinden haberleşmesini sağlayabilir. CPU'nuzu bilgisayara bağlamak için

kullandığınız RS-232 seri haberleşme portuna taktığınız özel kabloyu, barkod okuyucu veya yazıcı gibi RS-232 haberleşme protokolünü kullanan cihazlarla bilgi alış verişinde bulunmak içinde kullanılabilir olmanız size iki ayrı protokol tipini de, kullanma avantajını verir [6].

Barkod okuyucudan aldığınız bilgilerle stok tutabilir, yazıcınızdan her türlü bilgiyi bastırabilir yada bilgisayarınızla istediğiniz gibi haberleşme yapabilirsiniz. Bu arada başka bir PLC ile de haberleşmeniz mümkün.

Immediate I/O adıyla anılan komutları kullanarak normalde her çevrimin başında gerçekleştirilen okuma ve yine her çevrimin sonunda gerçekleştirilen dışarıya yazma işlemini çevrimin ortasında o komutlar işlendiği anda gerçekleştirmenizi sağlar.

S7-214'ün bildiğimiz 24 saatlik gerçek bir saati vardır. Aynı zamanda gün-yıl ayarlaması ve okuması yapabilen, bu saati kullanarak, zamana bağlı olayları daha iyi kumanda edebilirsiniz.

S7200'ün makine tasarımında ve daha sonra program geliştirilmesinde çok faydalı olacak, test ve hata bulmaya yönelik fonksiyonları vardır. Bu fonksiyonları değişken adı verilen: zamanlayıcı(timer), sayıcı(counter), hafıza bitleri(memory bits), özel hafıza bitleri(special memory bits) ve normal hafıza bölgesi(variable memory) gibi programlama sırasında kullandığımız gereçleri daha iyi kontrol etmek için kullanırız. Bu fonksiyonları sıralarsak,

Çok değişkeni takip etme fonksiyonu(taking snapshots): Programınızın çalışması esnasında CPU 212'de 1, CPU 214'de 8 defa olmak üzere 8 ayrı değişkeninin değerini önceden belirlediğiniz komutlardan sonra kaydedilmesini sağlayabilirsiniz. Böylece program hatalarını bulmanız kolaylaşır.

Bir değişkeni takip etme fonksiyonu(tracing): Programın her çevrimi sonunda yani her işleyişinin sonunda önceden belirlediğiniz bir değişken (zamanlayıcı, sayıcı, hafıza bölgesi...) kaydedilir ve kaydedilen bu değerleri daha sonra programınızdaki hataları bulma amacıyla kullanabilirsiniz.

Tek veya çok çevrim(single/multiple scan): Programınızın istediğiniz çevrim sayısı süresince çalışmasını, sonrada durmasını sağlayıp, PLC'yi ara basamaklarda kontrol edebilirsiniz. Bu sayede sistem üzerinde çok daha kolay düzeltmeler yapabilirsiniz.

Değişkenlerin değerlerini program dışında zorlama ile değiştirme (force) fonksiyonu: Bu fonksiyonu kullanarak girişleri, istediğiniz değerler geliyormuş gibi çalışmaya zorlayabilir (yani girişlerin ve içeride bulunan değişkenlerin (zamanlayıcı-sayıcı-hafıza bitleri...) değerlerini

gerçekte olmayan bir değere getirip sabitleme yapabilirsiniz), ve böylece programın işleyişinden etkilenmeyecek bir giriş simlatörü (input simulator) elde edebilirsiniz. Değişkenleri istediğiniz gibi belli değerlere sabitleyebilir ve programın kontrolünü, atlama(jump) komutlarından evvel gelen değişkenlerin değerlerini değiştirerek, programda belli kısımların, istemediğiniz zamanlarda işlenmemesini sağlayabilirsiniz. Bu özelliği kullanırken dikkatli olmanızı önermek yerinde olur, çalışan bir sistemde bir çıkış bitini, "1"e sabitleyerek, bir motoru, programın kontrolü dışında çalıştırabilir ve dolayısıyla mesela motoru fazla zorlayıp yakarak sistemi bozabilir ve insanlara zarar verebilirsiniz.

Hafıza kartuşu, S7214'de bulunan ek bir özelliktir. Bu kartuş özellikle yurt dışına veya veya uzak yerlere yolladığınız makinalar için özellikle faydalı olacaktır. Programda yapacağınız değişiklikleri ofisinizde yapacak ve daha sonra bunu S7-214'ün üzerinde bulunan kartuş takma bölümünü kullanarak hafıza kartuşuna yükleyeceksiniz. Bundan sonra, hafıza kartuşunu makinanızın bulunduğu yere yollamanız ve kartuşu S7-214'e yüklemeniz mümkün. PLC'ye giren elektiriği kesip kartuşu takacak, daha sonrada PLC'yi çalıştıracaksınız. PLC üstünde dolu bir kartuş görünce, bir evvelki programını silerek, yeni programı kendi içindeki EEPROM hafızaya yükleyecektir. Hafıza kartuşunu daha sonra çıkarmalısınız.[6 , 18].

S7-200'de bulunan şifre koruma sistemi, makinanızın taklit edilemez olmasını ve yetkisiz kişilerce programınızın değiştirilememesini sağlar. Kendinizin ve makinanızın güvenliği için rahatça kullanabileceğiniz bu metodun üreticilerimize faydalı olacağını düşünüyoruz.

5. PLC' NİN YAPISI

- Güç kaynakları
- Merkezi işlem üniteleri (CPU)
- Dijital giriş/çıkış birimleri(Dijital I/ O Modules)
- Analog giriş / çıkış birimleri(Analog I/ OMmodules)
- Akıllı giriş/çıkış birimleri (İntelligent I/O Modules)
- Özel modüller
- Haberleşme modülleri (Communication Modules)
- Kartların takıldığı raflar (Subrack's)
- Bağlantı modülleri (Interface Modules)
- Tamamlayıcı ekipmanlar

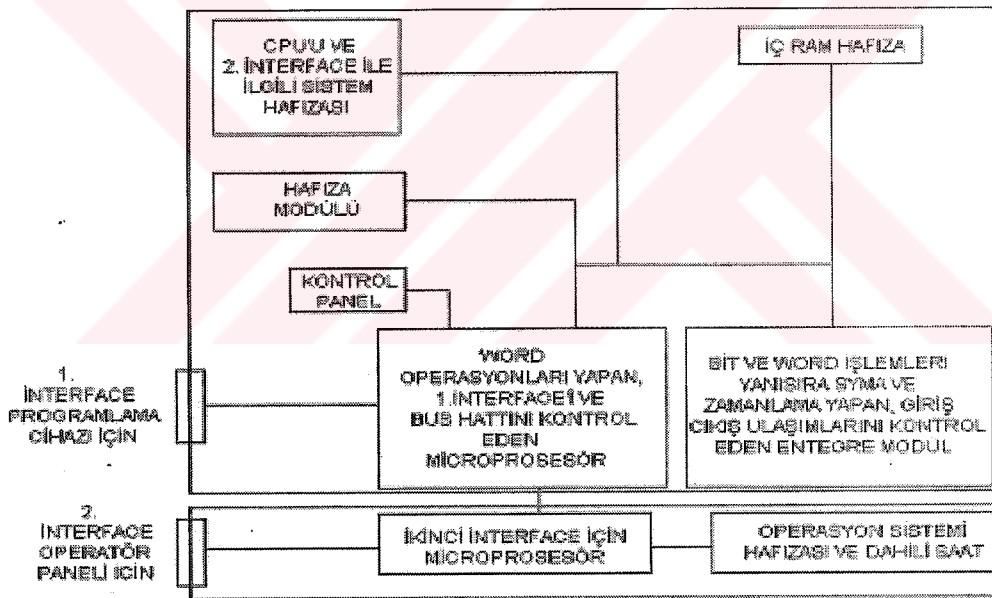
5.1. Güç Kaynakları

Bu modüller PLC içindeki kartların beslemelerini (Giriş çıkış kartları hariç) saklamakla yükümlüdür. Dış kaynak beslemelerini PLC'nin iç voltaj seviyelerine indirirler. PLC içindeki kartların güç sarfiyatına göre kaynağın maksimum çıkış akımı değişik değerlerde seçilebilir. Çıkış akımının çok yüksek olduğu durumlarda fan ünitesi ile soğutma gerekliliği yoktur.Güç kaynağının içindeki hafıza yedekleme pili ile CPU içindeki kullanıcı programı, kalıcı 'retentive' işaretleyiciler, sayıcı ve zamanlayıcı içerikleri gerilim kesilmesine karşı korunabilir. Bu yedekleme pili enerji yokken değiştirilecekse, dışarıdan bir kaynakla güç kaynağı beslenmelidir.

5.2. Merkezi İşlem Birimleri (CPU's)

Merkezi işlem birimleri PLC sisteminin beyni olarak düşünülebilir. Bu birimler kumanda edilen sisteme ait yazılımın (sadece mantık yazılımının) saklandığı ve bu yazılımın işlendiği kartlardır. Merkezi işlemci haricinde program hafızası ve programlama cihazı bağlantısı için bir interface içerir. nAyrıca bazı modellerde başka PLC gurupları ile beraber çalışabilmeleri için özel interface'lerde bulunur.

CPU'lar çoklu işlemci sistemi ile dizayn edilmiştir. Bir standart mikroişlemcinin yanı sıra CPU tipi ile bağlantılı olarak bir yada daha fazla Gate-Array Tekniği ile özel olarak geliştirilmiş dil işlemcisi bulunur. Bu dil işlemcileri tanımlanmış olan kumanda komutlarını çok kısa sürede işlerler. Dil işlemcilerinin işleyemediği komutları da standart mikro işlemci yorumlar. Standart mikroişlemci ile dil işlemcisinin yada işlemcilerinin Co-Processing diye adlandırılan bu çalışma tarzı ile çalışmaları, PLC kumanda programının çok kısa zaman aralıklarında işlenmesini sağlar. Standart mikroişlemci aynı zamanda işletim sisteminin çalışmasından ve interface'lerin sorgulanmasından sorumludur. Sadece okumaya yönelik (ROM) hafıza içinde işletim sistemi bulunur. Kullanıcı tarafından yazılan PLC programı ise CPU'nun okunabilir-yazılabilir (RAM) hafızası içinde yer alır. Örnek olarak CPU 944'ün iç yapısı şu şekildedir;



Şekil 5.1. CPU 944'ün iç yapısı

Sistemde kullanılacak CPU'nun seçimi önemlidir. İstenen fonksiyonu uygun şekilde yerine getirebilmesi için CPU'nun işlem hızı, hafıza kapasitesi ve spesifik özelliklerinin process'in minimum gereklerini sağlaması şarttır. CPU ne kadar güçlü ise saklanabilecek kullanıcı programı o kadar geniş, bu programın işlenebilmesi de o kadar kısa sürede gerçekleşecektir. Bir başka deyişle process'i kontrol eden sistemin kendi kontrol mekanizması (CPU) process'e göre atıl kalmamalıdır. Örnek olarak SIMATIC 115U serisi CPU'lar düşünülecek olursa ,bu serideki CPU'lar CPU 941,CPU 942, CPU 943, CPU 943, CPU 944, ve CPU 945 olarak beş çeşittir [3].

Serinin en alt modeli olan 941 modelinde bir bit operasyonu yerine getirilmesi için gereken zaman 1,6 uS iken, serinin en üst modeli olan CPU 945'te aynı işlem 0,1uS'dir. Buradan da anlaşılacağı üzere sistemi kontrol eden CPU'nun performansı sahadaki aksiyonları farketme, değerlendirme ve karara varma aşamalarını minimum zamanda gerçekleyebilecek durumda olmalıdır.

CPU'lar ayrıca kumanda edilen sisteme göre PID fonksiyonlarını da işleyebilir. Analog modüller ve PID yardımcı software ile bağlantılı olarak sekiz PID kontrol çevrimine kadar işlem yapılabilir. CPU'ların program işleme daha ileride detaylı olarak işlenecektir.

5.3. Dijital Giriş/Çıkış Birimleri (Dijital I/O Modules)

PLC'nin giriş bilgileri kontrol edilen ortamdan veya makinadan gelir. Gelen bu bilgiler içimde PLC var yada yok şeklinde değerlendirilmeye tabi tutulan sinyaller sisteminin dijital girişlerini oluşturur. Dijital girişler PLC 'ye çeşitli saha ölçüm cihazlarından gelir. Bu cihazlar farketmeleri gereken olay gerçekleştiğinde PLC'nin ilgili giriş bitimini '0' sinyal seviyesinden '1' sinyal seviyesine çıkarırlar. Böylece sistemin sahada olan hadiselerden haberdar olmasını sağlar. Dolayısıyla sistem içindeki fiziksel değişimleri PLC'nin anlayabileceği 0-1 sinyallerine dönüştürürler. PLC'nin girişine gelen sinyaller basınç şalterlerinden ,sınır şalterlerinden , yaklaşım şalterlerinden veya herhangi bir röle,kontaktör yada otomatın yardımcı kontağından gelebilir. Sinyal PLC dışı binary sinyaldir ve giriş modüllerinde PLC'nin iç sinyal seviyesine indirirler. Tek bir giriş modüllerinde 8, 16 yada 32 bit dijital saha bilgisi okunabilir. Modüller üzerinde her girişe ait bir LED bulunur ve gelen sinyalin seviyesi buradan anlaşılabilir. PLC'nin giriş sinyallerini okuyabilmesi için bu sinyallerin kartın tipine göre ilgili aralıkta olması gerekmektedir. Örnek olarak SIMATIC S5 -115U PLC'nin giriş modüllerinde 24V DC bir giriş için 0 sinyal seviyesi -30V ile +5V arasındadır. Aynı girişin bir sinyal seviyesi için olması gereken gerilim seviyesi ise, +13V ile +30V aralığında olmalıdır. Alternatif gerilimli girişler için gerilim seviyesinin yanı sıra gelen sinyalin frekansında önem taşımaktadır. Bu sinyallerin

izin verilen frekans aralığı 47Hz ile 63Hz'dir. Bazı giriş modüllerinde girişlerin okunması yine başka bir girişin tetiklenmesi ile engellenebilir. Bu şekilde istenilen sinyaller için PLC kör olarak çalıştırılabilir. Yarıca giriş modülleri kesmeli çalışma (interrupt) modunda çalışabilir.

PLC'nin sahadaki yada prosesdeki bir şeye binary olarak müdahale edeceği zaman kullanıldığı birimler dijital çıkış birimleridir. Dijital çıkış modülleri PLC iç sinyal seviyeleri prosesin ihtiyaç duyduğu binary sinyal seviyeleri çeviren elemanlardır. Bu modüller üzerinden bir çıkışın set edilmesi ile sahadaki yada kumanda panosu içindeki herhangi bir eleman kumanda edilebilir. Bu eleman bir lamba, bir röle yada bir kontaktör olabilir. Dijital çıkış modülleri röle, triyak yada transistör çıkışlı olabilir. Sahaya yapılan kumandanın hızlı olması gerektiği durumlarda doğru gerilimle çalışıyorsa transistör, alternatif gerilimle çalışıyorsa triyak kullanımlı yüzden de kart üzerine çekilecek max. çıkış akımlarına dikkat etmek gerekir. SIMATIC S5-115U sistemlerinde kullanılan 24V çıkış modüllerinde max. çıkış akımı 0,5A olabilir. Alternatif akım çıkışlarında ise çıkış akımı 2A'e kadar çıkabilir. Dijital çıkış kartları da, giriş kartları gibi 8, 16 yada 32 bit olabilir. Bu modüllerde de her bite ait sinyal durumunu gösteren bir LED bulunur. Ayrıca kartın özelliğine göre kısa devre dedektörü de bulunabilir [2].

Sadece giriş sinyalleri okutan ve sadece çıkış sinyallerini gösteren kartlar yanında hem giriş hem de çıkış birimleri içeren kombine giriş çıkış kartları da vardır. Bu kartlar sınırlı sayıda giriş çıkış için yer tasarrufu sağlar.

5.4. Analog Giriş/Çıkış Birimleri

Kontrol edilen sistemdeki bütün sinyallerin varlıklarına yada yokluklarına göre sorulan sinyaller beklenemez. Örnek olarak bir sıcaklık yada basınç değeri dijital olarak sorgulanabilir ancak bu değer net bir şekilde belirlenmesi dijital giriş modülleri ile mümkün olmaz. İşte burada devreye analog olarak yapılan kontrol devreye girer. Analog değer kullanımında alt sınır ve üst sınır değerlerin arasında kalan bölgeye kontrol yapılır. Bu kontrollerin yapılması analog giriş çıkış kartları ile mümkün olmaktadır. Analog giriş modülleri prostesten gelen analog değerleri dijital değerlere dönüştürür. Yalnız öncelikle ölçümü yapılan fiziksel büyüklüğün PLC'nin anlayacağı dile çevrilmesi gerekir. Bu işlemi gerçekleştiren cihazlara transmitter adı verilir. Transmitterler problarından ölçtükleri büyüklüğü değerlendirerek 0-20mA, 4-20mA yada 0-10V gibi belli aralıkta ifade edilen sinyallere çevirirler. Bu sinyaller de PLC'nin analog giriş kartları ile intern bus hattı üzerinden CPU'ya okutulur. Böylece PLC belli aralıklarda değişen değerleri işleyebilir duruma gelir.

SIMATIC analog giriş kartlarında ölçüm yapıla aralığı belirleyen 'ölçüm aralık modülleri' bulunur. Bu modülün takılması ile beraber analog kart üzerindeki switch ayarı da

yapılarak analog değer okuma için gerekli şartlar yerine getirilmiş olur. Analog değer kartları m¼mk¼n olduğu kadar g¼r¼lt¼ye karşı korumalı ¼retilirler. B¼t¼n mod¼ller değer aralığı aşımını belirleyebilir ve kablo kopma durumunu ihbar edebilir. SIMATIC S5-115U kartları 50mV, 500mV, Pt100, 1V, 5V, 10V, 20mA +4-20mA aralıklarında ¼l¼m yapabilirler.

Analog ¼ıkıř mod¼lleri sisteme analog olarak m¼dahale edilmesi gereken durumlarda kullanılır. Bu mod¼llerle sahadaki bir eleman 0-10V, 0-20mA yada 4-20mA ¼ıkıřları ile oransal olarak kontrol edilebilir. PLC'nin analog ¼ıkıřları ile bir actuator y¼netilebilir. CPU tarafından karar verilen ¼ıkıř değerleri dijital formda analog ¼ıkıř kartının işlemcisine iletilir. Bu değerler bir dijital-analog ¼evirici ile analog voltaj değerlerine ¼evrilir. Ayrıca bir voltaj-akım ¼evirici ile ¼ıkıř akımları oluşturulur.

Bir programlanabilir lojik kontrol¼r CPU'sunun performansı o CPU'nun analog değer işlemesi ile orantılıdır.

5.5. Akıllı Giriş/¼ıkıř Birimleri

PLC'lerin normal lojik fonksiyonları dışında birtakım ¼zel fonksiyonları da bulunmaktadır. Bu fonksiyonlarla ¼ıkıř g¼zetimli, diğer bir deyişle kapalı ¼evrim geri besleme kontrol uygulamaları ger¼ekleřtirilebilir. Bu tip mod¼ller y¼ksek hızda ve ¼ok ileri derecede hassas kontrol imkanları sağlamak için tasarlanmışlardır. Akıllı giriş-¼ıkıř kartları kapalı ¼evrim kontrol¼nde, pozisyonlamada, sayma ve oranlamada ve analog değer işlemede kullanılır .

Akıllı I/Q mod¼llerin sağladığı avantaj, bu mod¼llerin zaman a¼ısından kritik olan g¼revlerini tamamıyla kendilerinin g¼rmesidir. Bir¼ok durumda bu kontrolleri kendi ¼zerk iřlem¼ileri ger¼ekleřtirirler. B¼ylece CPU'nun kendi g¼revlerine konsantre olması sağlanarak sistemin kontrol hızı b¼y¼k oranda arttırılmış olur. Bu akıllı giriş-¼ıkıř mod¼lleri, saha ile birebir giriş-¼ıkıř kanalları ¼zerinden bağlantılıdır.

5.6. ¼zel Mod¼ller

PLC ler için tasarlanmış ¼zel mod¼ller isminden de anlaşılacağı ¼zere PLC nin vazifesi olmayan daha ¼ok kişisel bilgisayarların g¼revi olan bilgi saklama uygulamalarında kullanılır. Bu saklanacak bilgilerin CPU i¼erisinde sabit olarak yer alması gereksiz ve ¼oęu zaman imkansızdır. Bu y¼zden PLC sistemi i¼ine dahil edilen bir kart ile bilgi alınması, alınan bu bilgilerin işlenmesi ve b¼y¼k oranlarda (CPU i¼erisinde saklanamayacak boyutta) saklanması sağlanır. Bu t¼r işlemlerin ger¼ekleřtirilebilmesi için ¼zel mod¼l i¼erisinde birtakım yazılımlar yapılması gerekir. CPU bu kartlara bilgileri "internal bus" hattı ¼zerinden ¼eřitli komutalarla g¼nderir. Dos ortamı komutlarını ¼alıřtırabilir ve ¼rnek olarak database i¼erisinde bilgi

saklayabilir. PLC ye takılabilen bu tip kart modeli PC'ler ayrıca floppy drive üzerinden bilgilerin backup olarak yedeklenmesini de sağlarlar. Burada saklanan değerlere ulaşılabilmesi için CPU içerisinde ilgili data blokların açılmış olması gerekmektedir. CPU içindeki STEP5 data blokları herhangi bir ara işlem gerektirmeden excel yada lotus dosyaları içine entegre edilebilir.

5.7. Haberleşme Modülleri (Communication modules)

Komünükasyon modülleri PLC'lerle giriş-çıkış birimleri arasındaki yada başka PC'ler arasındaki data alışverişini sağlarlar. Bu modüller direkt bağlantı (point to point) ile işletilebileceği gibi bir network üzerinden de işletilebilir. Bire bir bağlantıda bağlantı yapılan CPU çift interface içerir. Bir porta programlama cihazı ile ulaşılırken diğeri üzerinden haberleşme sağlanır. Böylece sisteme daha fazla sayıda I/Q dahil edilmesi mümkün olur. Ayrıca LAN (local area network) üzerinden de data alışverişi sağlanır. Bu networklar içinde PLC'ler PC'ler saha elemanları ve workstationlar bulunabilir . Prosesin monitör üzerinden izlenmesi printer raporlamaları da bu tip haberleşme modülleri üzerinden yapılır.

5.8. Kartların Takıldığı Raflar (Rack's)

PLC kartlarının takıldığı bu raflar PLC sınıflarına göre farklılıklar göstermektedir. PLC grubu içinde S5-90 ve S5-95 direkt olarak raylı montaj olup herhangi bir rafa monte edilmemektedir. S5-100 kartları submodüle olarak tabir edilen elemanlar üzerine monte edilmektedir. Bu elemanlar üzerinde bulunan bus hattı ile haberleşme sağlanmaktadır. Ayrıca modüler yapıda olan bu elemanlar montaj kolaylığı sağlamaktadır. Submodüler ray üzerine takılırlar. S5-100 tipi PLC'ye ait kartlarda submodüller üzerine vidalanmak suretiyle monte edilir. S5-115 sistemlerinde submodüllerin görevlerini subrack'ler yerine getirir. Subrack'ler ray sistemine uyumlu olmayıp vida montajı ile sabitlenirler. Bu elemanların ihtiyaca göre değişik tipleri bulunmaktadır. Bazı modellere sadece giriş-çıkış kartları takılabildiği gibi bazılarında da çeşitli özel modüller takılabilmektedir. S5-115 sistemi subrack'lerin de ayrıca bazı yüksek akım çekebilen kartların soğutulabilmesi için fan ünitesi montajı da yapılabilmektedir. S5-135 ve S5-155 sistemlerinde kartların takıldığı raflar daha özellikli olup PLC de kullanılan kartların beslemelerini sağlayan güç kaynağı da barındırmaktadır. Ayrıca bu güç kaynağı içinde soğutucu fanlar bulunmaktadır.

6. PLC LER ARASI HABERLEŞME (BUS) SİSTEMİ

6.1. PLC'ler Arası Haberleşme (BUS) Sistemi Nedir?

Bir üretim hattı birden fazla CPU'nun kumanda ettiği istasyonlardan oluşuyor ise bu istasyonların birbiri ile uyum içinde çalışmaları gerekir. Uyumlu çalışmanın yolu istasyonları kumanda eden CPU'ların birbirleri ile veri alışverişlerinin düzenli sağlanması ile olur.

Örneğin; iki istasyondan meydana gelen bir sistemde, 1. istasyonda ölçme 2. istasyonda ölçüm sonucuna göre ayırma işlemi yapılacaktır. 1. istasyonda ölçülen parçanın 2. istasyona gönderebilmesi için 2. istasyonun hazır olduğuna dair bilginin 1. istasyon tarafından alınması gerekir. 2.istasyon ölçme sonucu elde edilen ayırma bilgileri (kalın, normal, ince) 1. istasyondan almalı ve ona göre parçayı farklı bantlara gönderebilmelidir.

CPU'lar arasında iletilecek bilgi sayısı kadar hat çekmek (paralel haberleşme) gereksizdir ve ekonomik değildir. Bunun yerine gönderilecek bilgiler gönderici CPU tarafından tek hat üzerinden protokol çerçevesinde sıra ile gönderilir. Alıcı CPU aynı protokol ile gönderilen bilgileri alır, düzenler ve kullanır. (seri haberleşme).

Bu ve benzer haberleşme sistemlerinde her zaman CPU'ların haberleşmesi söz konusu değildir. Çoğu zaman merkezde bir CPU (master) ve bunun ilk farklı istasyonlardaki giriş çıkış verilerinin merkeze iletilmesi amacıyla kullanılan yardımcı birimlerde (slave) oluşur. Bu yapıya BUS sistemi denir. Şekil-4.1'de bu yapı ayrıntılı olarak görülmektedir. S5-155U ana PLC dir. Diğer PLC lardan gelen bilgiler bu PLC de derlenir [8].

Burada şöyle bir soru akla gelebilir. PLC sistemlerinde çok sayıda giriş çıkış sayısına ulaşabilir. Dolayısıyla her istasyonda bir CPU olacak şekilde çok sayıda CPU mu? Yoksa tek CPU kullanılarak istasyonlar ile slavelerle haberleşme mi kullanılmalı?

Bu öncelikle sistemlerin büyüklüğü ve istasyonların birbiri ile olan bağımlılığı ile ilgili bir durumdur. Öncelikle farklı sistemleri tek CPU ile kumanda etmek demektir, sistemleri birbiri ile kilitlemek demektir. Yani, sistemlerden veya CPU'lardan herhangi birinden oluşan bir arıza diğer sistem veya CPU'da çalışmamasına neden olur. Ayrıca programın çok uzaması demek çevrim süresinin yani giriş ve çıkışların güncelleştirilme süresinin çok uzaması demektir. Bu da programlanmada istenmeyen bir durumdur. Ancak her sistem içinde farklı bir CPU kullanmak demek sistemin maliyetinin artması demektir.

Günümüzde otomasyon alanında üretim yapan bir çok firmanın ürettiği bir BUS sistemi vardır. Bu sistemleri birbirinden ayıran temel özellikler şunlardır.

- Veri ve kumanda hatlarının birbiri ile nasıl bağlandığı (topoloji şekli:ağaç, yıldız, düz hat, daire)
- Maksimum iletim hattı uzunluğu
- Veri iletim hızı
- Hatasız veri transferi
- Bağlanabilecek maksimum giriş çıkış elemanı sayısı
- Piyasada bulunan saha elemanlarına (sensör ve çalınma elemanları) uyumlu olması
- Saha elemanlarının sistem çalışırken değiştirilebilir olması v.b.

Bu bölümde veri alış verişi sağlamak amacıyla kullanılan BUS sistemlerinden,

- MPI
- AS-I
- PROFIBUS ağ sistemlerinin üzerinde durulacaktır.

6.2. MPI Haberleşme Sistemi (Multipoint İnterface)

MPI haberleşme sistemi özellikle CPU'lar arası haberleşme işlemlerinde çok yoğun olarak kullanılır. Konfigürasyon ve kullanımı oldukça basittir. İki damarlı (profibus) kablosu bir kablo ve MPI bağlantı konnektörü dışında bir donanıma ihtiyaç duymazlar.

Haberleşme kablosu (profibus kablosu) MPI hattına, programlama cihazı bağlantı kablosu (MPI kablosu) bağlanıyormuş gibi bağlanmalıdır. Maksimum 32 adet katılımcı bağlanabilir ve iletim hattı uzunluğu en fazla 50 metre olabilir, 50 metrenin üzerindeki mesafeler için RS 485 yükseltici kullanmak gerekir. Her yükseltici hat uzunluğu 1000m kadar çıkarabilir. Toplam 10 yükseltici kullanılabilir. İletim hattının başlangıç ve bitiş noktalarındaki konnektörlere sonlama direnci konmalıdır. (konnektör "on" konumuna alınmalıdır)

6.3. AS-I Haberleşme Sistemi (Aktuator Sensor –İnterface)

Giriş sinyalleri ile çıkış elemanlarının birbiri ile bağlanarak bir şebeke oluşturdukları alt seviyeli bir haberleşme sistemidir. Mevcut bir haberleşme sisteminin tamamlayıcısı olarak düşünülebilirler.

Özel yassı bir kablo ve buna takılan bir bağlantı elemanı ile sistemin oluşturulması, devreye alınması, sonradan eleman eklenip çıkarılması oldukça basit bir yapıdadır. Sisteme eklenmesi düşünülen giriş veya çıkış elemanları kuplaj modülleri ile AS-I kablosuna eklenir (özel formdaki bir modül bastırılarak kablo izolasyonu delinerek kontak sağlanır)

Bir CPU'nun AS-I ile haberleşebilmesi için AS-I master AS-I slave'lerin kullanılması gerekir. AS-I master, CPU montaj rayına takılan AS-I haberleşme işlemcisidir. (CP 342-2). Diğer sinyal modülleri ile aynı özellikte kullanılır. CPU ile dahili bus sistemi üzerinden haberleşir.

AS-I hattına bağlanan sensör veya çalışma elemanlarının, master tarafından yapılan bildirimleri anlamaları ve kendi verilerini master'a iletebilmeleri için AS-I slave'ler kullanılır. Slave'ler AS-I kablosu üzerine eklenen ve özel bir adresleme ünitesi yardımı ile 1 ile 31 arasında adreslenen elemanlardır. Yeni alınan bir slave fabrika tarafından adreslenmemişse "0" adresine sahiptir. Slave'ler sadece master tarafından kendilerine bildirilen emri alır ve kendi durumunu master'a bildirirler.

Her AS-I slave'i giriş veya çıkış olarak kullanılabilir. Her slave'e 4 bit transferi yapabilir. Bu durumda bir AS-I hattına maksimum 31 eleman takılabilir ve her eleman 4 bit transferi yapabildiğine göre $4 \times 31 = 124$ ikili sinyal iletebilir.

AS-I besleme gerilimi 30Vcc ve her bir slave'e bağlı sensör çalışma elemanı için de 100mA'dır. AS-I hattından hem besleme hem de veri aktarımı yapıldığından özel bir besleme ünitesine ihtiyaç duyurulur. Maksimum hat uzunluğu 100m'dir. Daha uzun mesafeler için kullanılmalıdır [20].

6.4. Profibus Haberleşme Sistemi (Process Field Bus)

Profibus haberleşme sistemi Siemens'inde içinde bulunduğu bir çok PLC üretici firma tarafından geliştirilen ve standart olarak kabul edilen bir ağ sistemidir. Farklı amaçlar için geliştirilen PROFIBUS sistemleri olmasına rağmen biz sadece PROFIBUS DP (merkezi olmayan çevresel birimlerin) üzerinde duracağız.

PROFIBUS DP (dezentrale peripherie) otomasyon cihazı ile merkezi olmayan cihazlar arasında hızlı bir şekilde ver alış verişimi sağlayan bir haberleşme sistemidir. Özellikle PLC'nin merkezde, çevre birimlerinin (slave) çalışma sahasında (işin yapıldığı yerde) olduğu durularda iletim hatlarının oluşturulması çok kolay bir şekilde gerçekleştirilmektedir.

Merkezdeki CPU (master) giriş bilgilerini slave'lerden okur, bunları işler ve çıkış bilgilerini slave'lerin çıkışlarına yazar.

Profibus teknik özellikleri:

- Her bir bus bölümüne 32, toplam 126 katılımcı bağlanabilir.
- Çevre birimleri (slave'ler ve saha elemanları (sensör, motor) çalışma esnasında takılıp çıkarılabilir.
- Bu dağılımı "token-passing" sisteminin "master-slave" sisteminin yönetimine göre yapılır.
- Veri transferi iki damarlı blendajlı kablo veya optik iletkenler ile yapılır.
- Veri iletim mesafesi elektrik kabloları ile 12 km , optik kablolar ile 23.8 km kadar olabilir.

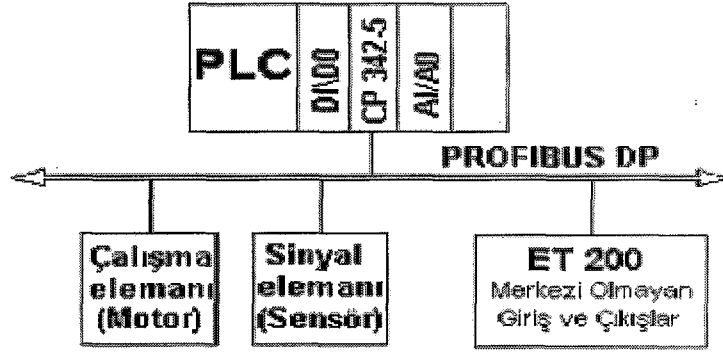
Modüler değiştirme ve cihazların değiştirilebilmesi mümkündür.

PROFIBUS DP iki şekilde oluşturulabilir;

1. Mono master
2. Multi master

6.4.1. Mono Master (DPM 1: DP- Master 1. Sınıf) Sistemi

Tek merkezli kumanda şeklindedir. Merkezi kumanda birimi olarak PLC kullanılır ve çevresel birimler (slave'ler PLC'e bağlanırlar. Program belirlenen çevrim dahilinde slave'lerden bilgileri alır ve onları değerlendirir.



Şekil.6.1 Mono Master Sistemi

6.4.2. Multi Master (DPM : DP – Master 2. Sınıf) Sistemi

Bu sistemde birden fazla master bulunur. Bu masterlar birbirinden bağımsız olarak, her biri bir master ve ona ait slavelerden meydana gelen alt sistemleri oluştururlar. Ana sisteme ait farklı görevleri yerine getirirler. İlave görselleştirme, arıza takip düzeneği gibi.

Slavelere ait giriş çıkış görüntüleri bütün masterlerden okunabilir. Çıkışlara bir şey yazılması ise sadece ilişkilendirilmiş master tarafından gerçekleştirilebilir. Masterler birbirileri ile veri alışverişini yapabilirler. Multi master sisteminde çevrim süresi oldukça uzundur. Bu sistemler “*Token Passing*” (bayrak yarışı) sistemine göre çalışırlar, yani bayrağa sahip olan gönderme hakkına sahip olur. Bu hak master den mastere belli zaman aralıklarında devredilir.

7. PLC PROGRAMLAMA

7.1. Bilgisayar Programlarıyla PLC Programlarının Farkı

Bilgisayar programları yaptıkları işleri, sırasıyla ve birbiri ardınca test edebilen belli mantık işlemlerine göre yerine getirirler. Fakat PLC 'ler için durum biraz daha farklıdır. PLC programı devamlı bir çevrim halindedir. Bütün komutlar sırasıyla işletilir ve yine başa dönlür. PLC programının tamamı bilgisayar dillerinde döngü adı verilen kısımlar gibidir. PLC programı yüksek seviyeli programlama dillerinde While/Wend komutları arasında yazılmış program parçalarına benzer şekilde çalıştırılır. Fakat PLC programının işlem tarzı itibariyle, biraz farkı vardır. PLC 'de program aynı anda birkaç olayı gerçekleştirir. Dolayısıyla birbirinden bağımsız olayların ve dolayısıyla komutların aynı anda işletilmesi, yani bir olay bitmeden diğerine başlanması gerekir. Bu iş için en ideal işleyiş tarzı, bir döngü içine bütün komutları yazmak ve döngüyü de bütün olayların en iyi şekilde kontrolü için döngüyü mümkün olan en yüksek hızda çalıştırmaktır.

PLC 'lerde, bilgisayarlarda olduğu gibi bir işlemi bitirip başka bir işleme geçmek mantıklı değildir. Mesela bir motora kapıyı kapaması için çıkışlardan voltaj veriyorsunuz. Bu işi bir bilgisayar programı yazarak yapıyorsanız, kapanma komutunu verirsiniz ve kapı kapanana kadar dolayısıyla işlem bitene kadar Program alt satıra geçmez, yani bu sırada başka hiçbir işlemi yapamazsınız. PLC sistemlerinde ise işlemin tamamlanması önemli değildir, program baştan sona saniyede binlerce kez iletilir. Programda komutlar, yapılması gerekiyorsa, yani önlerindeki mantıksal işlemin sonucu izin veriyorsa işletilir. Böylelikle aynı anda birbirinden bağımsız olarak hem A kapısı açılıyor hem de B vanası kapatılıyor ve bu sırada yazıcıya bilgi yollanıyor olabilir.

7.2. Programlama Açısından PLC 'nin Bilgisayara Göre Avantajları

Bir makinanın, bir fabrikanın yada her hangi bir prosesin gerçekleştirilmesi sırasında aynı anda bir çok olay meydana gelir ve bunların bir sıra halinde olması gerekmez. Dolayısıyla normal bilgisayar programlarıyla bu gibi bir prosesi kontrol edemezsiniz. Fakat bir PLC için aynı anda gerçekleşen bir çok olayı kumanda etmek hiç sorun değildir.

Bu arada sırf kumanda işlemlerine yönelik bir çok komutu da fazladan ihtiva etmesi sebebiyle, PLC ile bu tip programları yazmak ve çalıştırmak kolaydır.

CPU 'yu programlayabilmek için LAD (merdiven diyagramı) ve STL (program listesi) gibi çeşitli diller kullanılabilir.

7.3. Standart Programlama

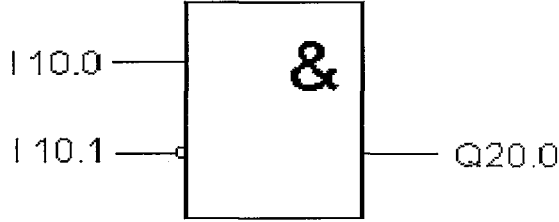
SIMATIC CPU'ların programlanmasında STEP5 adlı programlama paketi kullanılır. Bu paket basit mantık kurma fonksiyonlardan, kullanıcı programı tarafından çağrılacak kompleks sistem fonksiyonlarına kadar birçok özelliği içerir. STEP5 ile programlama yapılırken, programlayıcı, mesleki kökenine göre sunulan imkanlardan birini seçerek kendine en uygun programlama ortamını yaratabilir. SIMATIC programı, merdiven mantığı (Ladder Diagram 'LAD'), lojik kapı mantığı (Control System Flowchart 'CSF') veya komut listesi (Statement List 'STL') olarak hazırlanabilir. Bu gösterimler DIN 19239 standardına göre hazırlanmıştır. Röle mantığına aşına olanlar Ladder Diagram ile, mantıksal kapı işlemlerine aşına olanlar Control System Flowchart ile program yazılabilir.

Üç program gösterimi arasındaki farklar özellikle binary operasyonlarda göze çarpmaktadır. Yazılan program çok özel komutlar içermediği sürece bir gösterimden diğerine kolaylıkla dönüştürülebilir. Ayrıca bu programlama imkanları içinde kapasite farklılığı vardır. Sözgelimi LAD ile gerçekleştirilemeyen bazı fonksiyonlar CSF ile, CSF ile gerçekleştirilemeyen bazı fonksiyonlar da STL ile gerçekleştirilebilir. STEP5 programlama dilinde lojik operasyona tabi tutulacak sinyaller adreslenirken öncelikle adresin yer aldığı byte yazılır. Byte ve bit numarası nokta ile ayrılır. Örnek olarak 19. byte içinde ilk bit kastediliyor ise bu adres "19.0" olarak yazılmalıdır. Bu adresin giriş mi yoksa çıkış mı olduğu ise bu adresin önüne yazılan harf ile belirtilir. Yazılmak istenen adres çıkış ise, İngilizce versiyonda "Q19.0" olarak yazılır. Misal olarak bir girişin olup diğerinin olmadığı (10.0 var, 10.1 yoksa, çıkış 20.0 verilsin) bir VE fonksiyonu gerçekleştirilmek isteniyor olsun. Bu fonksiyonu yerine getiren program 3 ayrı gösterimde şu şekilde gösterilir;

7.3.1. Lojik Kapı Gösterimi (CSF)

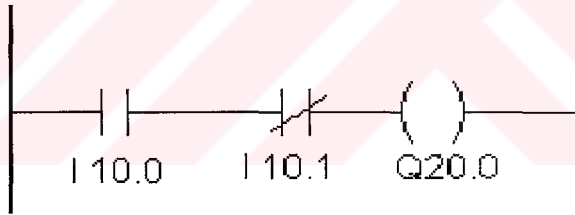
Yazılan programın CSF ile gösteriminde kullanıcı programını kutucuklar olarak görmektedir. Bir lojik kilitleme en az bir kilitleme kutucuğu ve bir sonuç kutucuğundan oluşmaktadır. Her kilitleme başlı başına bir birimdir ve STEP5 yazılımında segment olarak tabir edilen bir birimi kapsar. Yapılacak olan lojik işlemin yerine getirilmesi gereken şartları, kilitleme kutucuğunun sol tarafında yer alırlar. Burada operasyona giren sinyal var olmasına göre sorgulanacak ise düz bir çizgi ile, var olmamasına göre sorgulanacak ise, düz çizgi ve bir çember ile gösterilir. Kutucukların sağ tarafında yapılan lojik işlemin sonucu yer alır ve bu sonuç "=" işaretiyle gösterilir. Teorik olarak bir çok "ve" ya da "veya" kapısı yazılabilir. Bunun sınırı kullanıcı hafızası ile ilgilidir. Bu program modunda yapılan lojik kilitlemeler her segment için sadece bir sonuca bağlanabilmektedir. CSF modunda STEP5 komutlarının tamamı

gösterilmemektedir. Bu fonksiyonların gösterilebilmesi için STL moduna geçilmelidir. Eğer program grafik olarak gösterilemeyen komutlar içeriyorsa, ekrana getirilmesinde ilgili segment otomatik olarak STL modunda gösterilir.



Şekil.7.1. PLC Programlamada Lojik Kapı Gösterimi

7.3.2. Kontak Plan Gösterimi (LAD)



Şekil.7.2. PLC Programında Kontak Plan Gösterimi

Program LAD modunda yazılacak yada izlenecek ise, binary kilitlemeler kontak sembollerinin ard arda yada alt alta sıralanması şeklinde yapılır. Operasyona tabi tutulacak sinyaller köşeli parantezler olarak resmedilirler. Sinyal lojik 1 seviyesine göre sorulacak ise köşeli parantez içerisi boş halde, lojik 0 seviyesine göre sorulacak ise köşeli parantez içerisine "/" şekli ile gösterilir. Sorgulama sonucu, bir akım yolu hattı gibi resmedilen lojik kilitlemenin sağ tarafına eklenen parantez ile gösterilen bobindir. Kilitlenme şartları sağlandığında bu bobinin enerjilendiği düşünülebilir. Kontaklar normalde açık ve normalde kapalı kontak olarak kilitleme şartları meydana getirilebilir. Grafik olarak gösterilemeyen komutlar CSF' de olduğu gibi otomatik olarak STL'e geçilerek ekrana getirilir.

7.3.3. Komut Listesinin Gösterimi (STL)

```
A    I 10.0  
AN   I 10.1  
=    Q20.0
```

Şekil.7.3. PLC Programlamada Komut Liste Gösterimi.

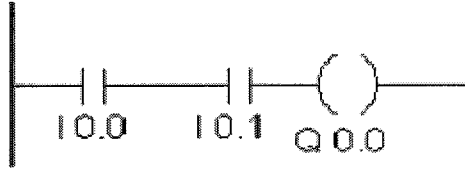
Bir diğer programlama cinsi olan STL modunda, yerine getirilmesi istenen lojik fonksiyonun şartları ve sonuçları ve komut listesi (mnemonic) olarak hazırlanmaktadır. Mnemonic komutlar iki kısımdan oluşur. Birinci kısım operasyon kısmıdır ve prosesörün bu komutla ne yapması gerektiğini belirler. İkinci kısım ise operand kısmıdır. Bu kısımda da operasyon kısmında ki işlemin hangi sinyale uygulanacağı belirlenir. Mnemonic komutlar prosesör tarafından ekranda görüldüğü haliyle yukarıdan aşağıya doğru ilerlemekte ve her lojik şart sırası geldiğinde sorgulanmaktadır. Bu programlama / izleme modunda meydana getirilen her sonucun tek tek segmentlere yerleştirilmesine gerek yoktur. Bir segment içinde birden fazla lojik işlem gerçekleştirilebilir. Bu modda lojik 0 sorgulaması yapılacaksa komutun arkasına "N" not harfi eklenir

7.4. Programlama

Genel olarak, bir kumanda devresi tasarımı için temel lojik işlem komutları yeterlidir ve bu komutlara zamanlayıcı komutları da eklendiğinde bütün kontaklı kumanda devreleri gerçekleştirilebilir.

Herhangi bir kontaklı kumanda devresi bir lojik fonksiyon ile ifade edilebilir. Biz burada temel PLC komutlarını göreceğiz:

6.4.1 VE (AND) İşlemi



Şekil.7.4. PLC Programlamada AND kontak gösterimi.

Bu örnekte yapılan iş, I 0.0 olarak adlandırılan girişten gelen sinyalin değeri ile I 0.1 girişinden gelen sinyalin değerinin mantıksal VE işleminden geçirilmesidir. Ayrıca normalde açık kontak için seri bağlantı komutudur.

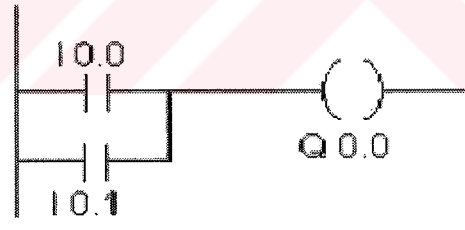
Bu diyagramın STL karşılığı ise:

LD I 0.0 //I0.0 Girişini oku

A I 0.1 //ve bu sonucu I0.1 girişi ile AND yani VE işlemine tabi tut

= Q0.0 //AND işleminin sonucuna göre Q0.0 çıkışını 1 yap

7.4.2. VEYA (OR) İşlemi



Şekil.7.5. PLC Programlamada OR kontak gösterimi.

Bu örnekte I0.0 girişi ile I0.1 girişinin mantıksal OR işleminden geçirilmesidir. Normalde açık kontaklar için paralel bağlantı komutudur.

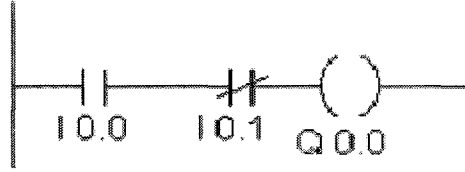
Bu diyagramın STL karşılığı;

LD I 0.0 //I0.0 Girişini oku

O I 0.1 //bu sonucu I0.1 girişiyle OR yani VEYA işlemine tabi tut

= Q0.0 //OR işleminin sonucuna göre Q0.0 çıkışını 1 yap

7.4.3. VE Değil (AND NOT) İşlemi



Şekil.7.6. Normalde kapalı kontaklar için seri bağlantı komutu.

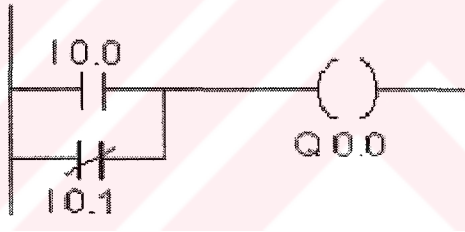
Bu LAD diyagramın STL karşılığı;

LD I 0.0 //I 0.0 Girişini oku

AN I 0.1 //I 0.0 ile I 0.1'i Ve Değil işlemine tabi tut

= Q0.0 //Ve Değil işleminin sonucuna göre Q0.0 çıkışını 1 yap

7.4.4. VEYA Değil (OR NOT) İşlemi



Şekil.7.7. Normalde kapalı kontaklar için paralel bağlantı komutu.

Bu diyagramın STL karşılığı;

LD I 0.0 //I 0.0 girişini oku

OR I 0.1 //I 0.0 girişi ile I 0.1 girişini Veya Değil işlemine tabi tut

= Q0.0 //Veya Değil işleminin sonucuna göre Q0.0 çıkışını 1 yap

7.5. Programlamada Dikkat Edilecek Hususlar

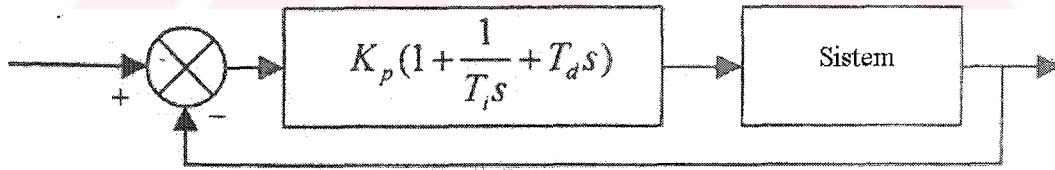
1. PLC kumanda devresinde sinyal akışı soldan sağı doğru dur.
2. Elemanların hiçbirisinin dağıtım hattına direkt olarak bağlantı yapılamaz. Eğer gerekli olursa programda kullanılmayan yardımcı rölelerin normalde kapalı kontaklar üzerinden bağlantı yapılabilir.
3. Herhangi bir röle bobininden sonra kontak bağlantısı yapılamaz. Eğer gerekli ise bu kontakın röle bobininden önceye alınması gerekir.
4. İki veya daha fazla röle bobini paralel bağlanabilir.
5. Kontak ve bobin numaraları o PLC'ye ait kullanma kılavuzundan öğrenilmelidir.



8. PID KONTROL

Günümüzde kullanılan tüm endüstriyel kontrolörlerin yarısından daha fazlası PID veya düzenlenmiş PID yapısı kullanmaktadır. P oransal anlamındadır ve çıkışa hataya orantılı olarak katkı sağlar. I ise integral anlamındadır. Sadece oransal kullanıldığında mutlaka çıkış ile set değeri arasında bir kalıcı hata mevcut olur. Bu kalıcı hatayı yok etmek için ise integral kullanılmaktadır. Sürekli gelen hataların toplamı çıkışa yansır. D İse türevi temsil eder. Set değeri ve proses değişkeni arasındaki ani değişikliklerin olması yani hatanın değişimi durumunda etkili olur. Hatayı bir an önce azaltıcı yönde katkısı olur. Sonuç olarak PID bu üç etkenin çıkışta toplanması ile elde edilir. Analog PID kontrolörler genellikle hidrolik, pnömatik, elektrik ve elektronik veya bunların kombinasyonlarından oluşur. Ayrıca bunlar mikroişlemciler veya PLC'ler kullanılarak sayısal forma dönüştürülmüştür. PID kontrolörlerin pek çoğu kullanım yerine göre düzenledikleri için, literatürde pek çok farklı ayar-kuralı tanımlanmıştır. Bu kuralları kullanarak, PID kontrolörlerin hassas ve doğru ayarları kullanım yerine göre düzenlenebilir. Ayrıca otomatik ayar yöntemleri geliştirilmiştir ve PID kontrolörlerin bazıları çalışma esnasında otomatik ayarlamaya sahiptir. I-PD kontrol, iki dereceli serbest PID kontrol gibi geliştirilmiş PID kontrol formları hala endüstride kullanılmaktadır [1].

PID kontrolün en büyük faydası hemen hemen tüm kontrol sistemlerine uygulanabilmesidir.



Şekil 8.1. Bir sistemin PID kontrolü.

Şekilde bir sistemin PID kontrolü görülmektedir. Eğer bu sisteme ait bir matematiksel model geliştirilebilirse, bu kapalı çevrim sisteminin geçici ve sürekli durum özelliklerini tanımlayacak kontrolörün parametrelerini hesaplamak için çeşitli tasarım teknikleri uygulamak mümkün olur. Bununla birlikte, eğer sistem çok karmaşık ve matematiksel modeli kolaylıkla çıkartılamıyorsa, PID kontrolörün tasarımında analitik yaklaşımı mümkün olmaz [1]. Böylece PID kontrolörün tasarımında deneysel sonuçlar kullanılır. Verilen performans tanımlarını elde edebilmek için kontrolör parametrelerinin seçilme süreci kontrolör ayarı olarak adlandırılır.

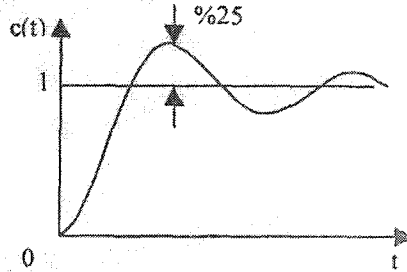
Ziegler ve Nichols, yalnız oransal kontrol işlemi uygulandığında elde edilen marjinal kararlılık sonuçları için K_p değerine veya deneysel basamak cevabına bağlı olarak PID kontrolörün ayarı için (K_p , T_i , T_d , değerleri) kurallar önermişlerdir. Ziegler-Nichols kuralları sistem matematiksel modeli bilinmediğinde oldukça çok kullanılır. Ama matematiksel modeli bilinen sistemlere de uygulanabilir.

8.1. PID Kontrolörler İçin Ayar Kuralları

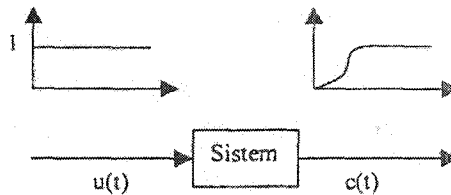
PID kontrolörlerde, proses değişkeninin en çabuk zamanda ve en az taşmayla set değerine oturması istenir. Bunun için K_p , T_i ve T_d değerlerinin optimum değerlerine getirilmeleri gerekmektedir. Eğer PID kontrol işlemi PLC ile yapılıyorsa tarama zamanının seçimi de önemlidir [2].

8.1.1. PID kontrolör ayarı için Ziegler-Nichols kuralları

Ziegler-Nichols verilen bir sistemin geçici cevap karakteristiklerini baz alarak, T_d türev zamanı, T_i integral zamanı, K_p oransal kazanç değerlerinin hesaplanması için kurallar önerdiler. PID kontrolör parametrelerinin bu şekilde hesaplanması sistem üzerindeki ölçümler baz alınır. Ziegler-Nichols ayar kuralları için iki yöntem kullanılır. Her iki yöntemde de, basamak cevabında %25 maksimum taşma hedeflenir (Şekil 8.2).



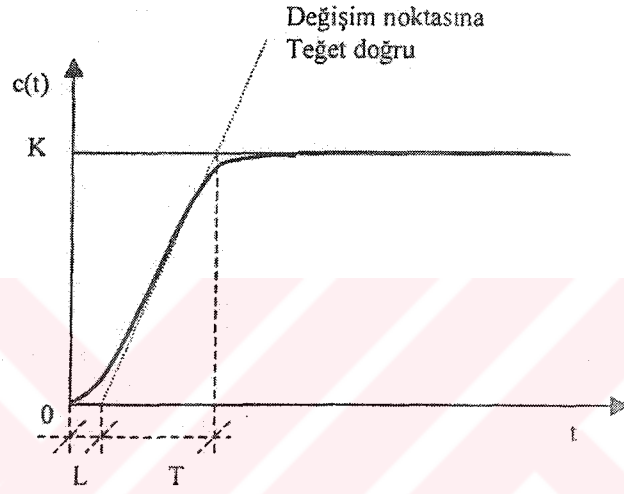
Şekil 8.2. Basamak cevabı eğrisi, maksimum %25 taşma.



Şekil 8.3. Sistemin birim basamak giriş cevabı.

Birinci yöntem

İlk yöntemde, Şekil 8.3'de gösterildiği gibi sistemin birim basamak girişine cevabı deneysel olarak elde edilir. Eğer sistem ne integratör(ler) ne de karmaşık konjuge kökler içermiyorsa, bu tip bir birim-basamak cevap eğrisi şekil 8.4'te gösterildiği gibi S-biçimli bir eğriye benzeyecektir. Eğer cevap S-biçimli bir eğriye benzemiyorsa yöntem uygulanamaz. Bu tipler basamak cevabı eğrisi deneysel veya sistemin dinamik simülasyonu ile elde edilebilir [2].



Şekil 8.4. S biçimli cevap eğrisi.

S biçimli bir eğri, gecikme zamanı L ve zaman sabiti T ile tanımlanan iki sabitle karakterize edilebilir [2]. Gecikme zamanı ve zaman sabiti S-biçimli eğrinin değişme noktasındaki teğet doğrunun çizilmesi ve bu doğrunun zaman eksenini kestiği noktanın bulunması ile hesaplanır. $C_{(s)} / U_{(s)}$ transfer fonksiyonuna, birinci dereceden bir sistem ile yaklaşırsa,

$$\frac{C_{(s)}}{U_{(s)}} = \frac{Ke^{-Ls}}{T_s + 1} \quad (8.1)$$

elde edilir. Ziegler-Nichols Tablo 3.1'de verilen formüle göre K_p , T_i ve T_d değerleri hesaplanır.

Tablo 8.1. Sistemin basamak cevabına göre Ziegler-Nichols ayar kuralı

Kontrolör Tipi	K_p	T_i	T_d
P	$\frac{T}{L}$	∞	0
PI	$0,8 \frac{T}{L}$	$\frac{L}{0,3}$	0
PID	$1,2 \frac{T}{L}$	2L	0,5L

Ziegler-Nichols kurallarının ilk yöntemiyle ayarlanan PID kontrolör;

$$G_c(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (8.2)$$

$$G_c(s) = 1,2 \frac{T}{L} \left(1 + \frac{1}{2Ls} + 0,5Ls \right) \quad (8.3)$$

$$G_c(s) = 0,6T \frac{\left(s + \frac{1}{L} \right)^2}{s} \quad (8.4)$$

Yani, PID kontrolör orijinde bir kutbu ve $s = -1 / L$ noktasında çift sıfır vardır. Ziegler-Nichols ayar kuralları sistem dinamiklerin tam olarak bilinmediği süreç kontrol sistemlerinde PID kontrolörlerin ayarında yaygın olarak kullanılırlar. Yıllar boyunca, bu tip ayar kurallarının oldukça yararlı olduğu ispatlanmıştır [4]. Eğer sistem dinamikleri biliniyorsa, PID kontrolörlerin tasarımı için pek çok analitik ve grafiksel yaklaşımlar ve tabii ki Ziegler-Nichols ayar kuralları uygulanabilir.

Eğer sistem için transfer fonksiyonu biliniyorsa, bir birim basamak cevabı veya K_{cr} kritik kazanç ve kritik periyot P_{cr} hesaplanabilir. Yani bu hesaplamaları kullanarak, Tablo 8.1 ve 8.2 ile K_p , T_i ve T_d parametrelerini hesaplamak mümkündür. Bununla birlikte, Ziegler-Nichols ayar kurallarının gerçek yararı sistem dinamikleri bilinmediğinde analitik veya grafik yaklaşımların tasarımında kullanılmadığı durumlarda görülür.

Genel olarak, integratörlerin olmadığı karmaşık dinamiklere sahip sistemler için Ziegler-Nichols ayar kuralları uygulanabilir. Bununla beraber, eğer sistem bir integratör içeriyorsa, bu kurallar bazı durumlarda uygulanmayabilir. Ziegler-Nichols kurallarının

uygulanamayacağı bu tip bir durumu göstermek için, transfer fonksiyonu

$$G(s) = \frac{(s+2)(s+3)}{s(s+1)(s+5)} \quad (8.5)$$

olan bir birim-geri besleme kontrol sistemini ele alalım. Bir integratör olduğu için, ilk metot uygulanamaz [7]. Şekil 8.3'e göre bu sistemin birim basamak cevabı bir S-biçimli eğri olmayacak ve cevap zamanla artacaktır. Ayrıca, eğer ikinci metot uygulanırsa (Şekil 8.5) bir oransal kontrolör ile kapalı-çevrim sistemi K_p kazancı hangi değeri alırsa alsın osilasyonlar gösterecektir. Bu aşağıdaki analizden görülebilir.

$$s(s+1)(s+5) + K_p(s+2)(s+3) = 0 \quad (8.6)$$

veya

$$s^3 + (6 + K_p)s^2 + (5 + 5K_p)s + 6K_p = 0 \quad (8.7)$$

ve Routh dizisi de

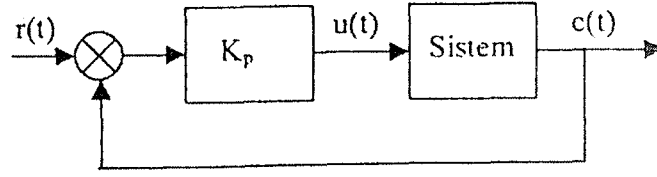
$$\begin{array}{ccc} s^3 & 1 & 5 + 5K_p \\ s^2 & (6 + K_p) & 6K_p \\ s^1 & \frac{30 + 29K_p + 5K_p^2}{6 + K_p} & 0 \\ s^0 & 6K_p & \end{array} \quad (8.8)$$

olur. İlk kolonun katsayıları pozitif K_p 'nin tüm değerleri için pozitiftir. Yani, bu durumda, kapalı-çevrim sistemi osilasyonları göstermeyecek ve bundan dolayı, K_{cr} kritik kazanç değeri olmayacaktır. Yani ikinci metot uygulanamaz [1].

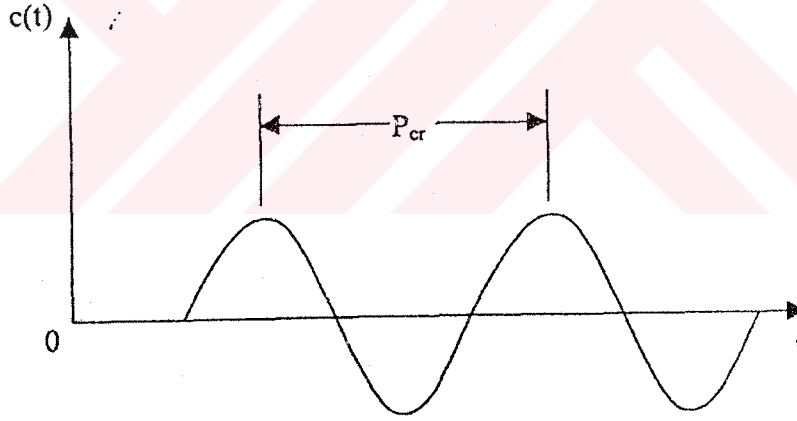
Eğer Ziegler-Nichols kurallarının uygulanabileceği bir sistem ise, Ziegler-Nichols kuralları ile ayarlanan bir PID kontrolörlü sistem basamak cevabında %10 - %60 arası bir maksimum taşma gösterecektir. Farklı sistemlerde yapılan ölçümler sonucu maksimum taşmanın yaklaşık %25 ortalama değeri olduğu görülmüştür. Bu tablo 8.1 ve 8.2 değerleri ortalamaya bağlı olduğunda kabul edilebilir. Verilen bir durumda, eğer maksimum taşma aşırı ise, daha hassas ve doğru bir ayarlama yapmak, böylece kapalı çevrim sistemi tatmin edici bir geçici cevap elde etmek mümkündür. Aslında, Ziegler-Nichols ayar kuralları parametre değerleri için eğitilmiş tahminler ve hassas ayar için bir başlama noktası sağlar [7].

İkinci yöntem

İkinci yöntemde, ilk olarak $T_i = 0$ ve $T_d = 0$ yapılır. Yalnız oransal kontrol kullanılarak (Şekil 8.5) K_p değeri 0'dan başlayarak çıkışın osilasyon yapmaya başladığı K_{cr} değerine kadar artırılır. Eğer çıkış osilasyon yapmazsa bu metod uygulanamaz. Yani K_{cr} kritik kazanç ve karşılık gelen periyot P_{cr} deneyse olarak hesaplanır (Şekil 8.6). Ziegler-Nichols, Tablo 8.2'ye göre K_p , T_i ve T_d parametrelerinin hesaplanmasını belirtmişlerdir [2].



Şekil 8.5. Oransal kontrollü kapalı döngü sistem.



Şekil 8.6. P_{cr} periyotlu devamlı osilasyon.



Tablo 8.2. K_{cr} kritik kazancı ve P_{cr} kritik periyodu tabanlı Ziegler-Nichols ayar kuralı.

Kontrolör Tipi	K_p	T_i	T_d
P	$0,5K_{cr}$	∞	0
PI	$0,45K_{cr}$	$\frac{1}{1,2}P_{cr}$	0
PID	$0,6K_{cr}$	$0,5P_{cr}$	$0,125P_{cr}$

Ziegler-Nichols kurallarının ikinci yöntemi ile ayarlanan PID kontrolörü

$$G_c(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (8.9)$$

$$G_c(s) = 0,6K_{cr} \left(1 + \frac{1}{0,5P_{cr}s} + 0,125P_{cr}s \right) \quad (8.10)$$

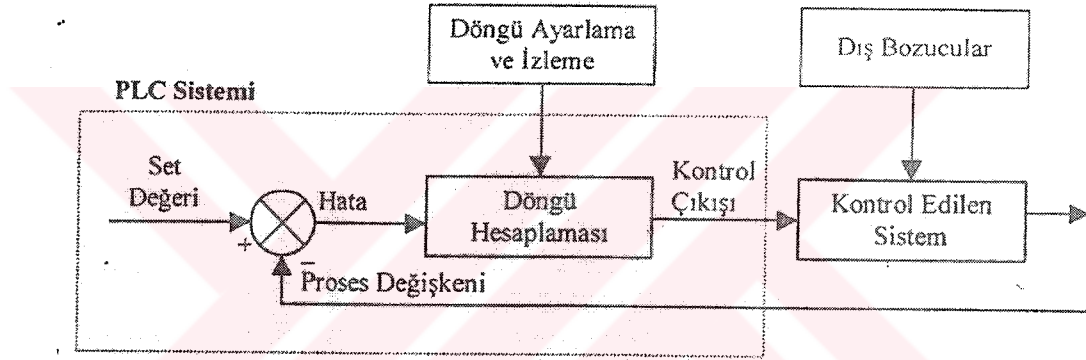
$$G_c(s) = 0,075K_{cr}P_{cr} \frac{\left(s + \frac{4}{P_{cr}} \right)^2}{s} \quad (8.11)$$

ile tanımlanır. Yani PID kontrolör orijinde bir kutup ve $s = -4 / P_{cr}$ 'de ise çift sifira sahiptir.

9. PLC İLE PID KONTROL

9.1. PID Döngüsü ve PLC'nin Yeri

Aşağıdaki blok diyagramda PID döngüsünün temel bileşenleri görülmektedir. Buradaki döngü.kelimesi kapalı döngü kontrolü ifade etmektedir [3].



Şekil 9.1. PID döngüsünün temel bileşenleri.

Kontrol Edilen Sistem :

Kontrol sistemimizin çıkışını uyguladığımız ve istediğimiz değere getirmeye çalıştığımız sistemdir. Bu istenen değer hız, seviye, sıcaklık, konum gibi değerler olabilir.

Proses Değişkeni:

İşlenen madde, proses hakkında ölçümdür. Örnek olarak işlenen madde bir fırın kullanıyorsa burada sıcaklık önemlidir. Proses değişkeni sıcaklık olacaktır.

Set Değeri:

Proses değişkeninin olması istenen değerdir. Bu değer sistemi kullanan tarafından tayin

edilir. Aynı zamanda başka bir PLC sistemi tarafından da değiştirilebilir.

Dış Bozucular :

Kontrol altına alınamayan bozucu kaynaklardır. Kontrol sistemi bu bozucuların etkilerini azaltmaya çalışır. Örneğin yakıt akışının sabit olduğu bir fırında havaların sıcak olduğu zamanlarda soğuk olduğu zamanlara oranla sıcaklık daha fazladır. Havaların sıcaklığı kontrol altına alınamayan bozucu kaynaklardan biridir.

Hata :

Set değeri ve proses değişkeni arasındaki matematiksel farktır. Buna kontrol döngüsü hatası denir. Set değeri proses değerine eşit olduğunda hata sıfır olur. İyi bir kontrol sistemi bu hatayı küçültür.

Döngü Hesaplaması:

Hataya bağlı olarak, gerçek zamanlı hesaplama yapılır. Sonuçta hatanın değerini küçültecek bir çıkış komutu üretilir. Çeşitli algoritmalar kullanılabilir. Burada Oransal, Türevsel ve İntegral "PID" kullanılacaktır.

Kontrol Çıkışı:

Döngü Hesaplaması'nın sonucudur. Bu sonuç prosese etki etmektedir. Örneğin fırındaki ısıtıcıların çalışma kademesi.

Döngü Ayarları:

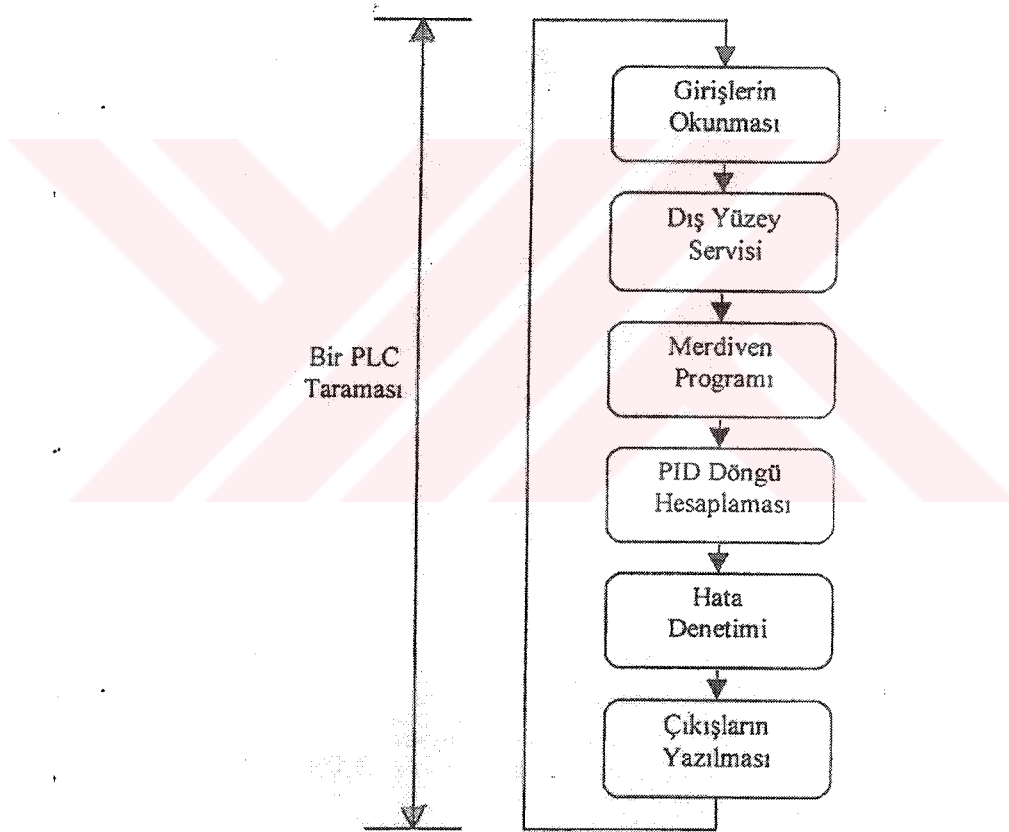
Kontrol döngüsünün performansının optimum olabilmesi için, set değerlerinin değiştirilmesidir.

Döngü İzleme:

Operatörün, kontrol döngüsünün durumunu ve performansını izlemesini sağlayan fonksiyondur. Böylece operatör döngüyü minimum hata için ayarlayabilir.

Bu tezde yapılan uygulamada DC motor hız kontrolü yapılmıştır. Burada proses değişkeni bir takometre yardımıyla ölçülmektedir. Bu motorun hızıdır. Bu değer bir kablo vasıtasıyla PLC'nin analog giriş kartına gelir.

PLC bu analog değeri Proses değişkeni girişi olarak okur. MİB, döngü hesaplamasını işletir ve sonucu çıkış modülüne iletir. Bu kontrol çıkışı analog voltaj olarak motorun armatür gerilimini veren tristör tetikleme devresine gönderilir. Proses değişkeni bu işleme bağlı olarak değişecektir. Bu işlemden sonra bir sonraki döngü hesaplaması başlar. Bu döngü sürekli devam eder [4].



Şekil 9.2. Bir PLC taraması sırasında gerçekleşen işlemler,

MİB'nin ana işlemleri yukarıdaki sıradadır. MİB bu işlemleri "ÇALIŞMA" modundayken her taramada yapar.

9.2. En iyi Örnekleme Zamanının Seçimi

PID döngü hesaplama işlemi diğer merdiven programlarından sonra gerçekleştirilir. Ayrıca bu işlem her PLC taramasında yapılmaz. Bunun ne kadar sıklıkta yapılması gerektiği kontrol edilen sisteme bağlıdır. Bu seçim sıklığı kontrol edilen madde büyükse üzerindeki değişiklik yavaş olacağından daha kısa tutulmalıdır.

Örnekleme zamanının kısa tutulması kontrolün duyarlılığını artırır. Ama gereksiz yere kısa tutulduğunda MİB boş yere meşgul edilecektir.

Örnekleme zamanı kullanılan kontrol kuralına ve sistem dinamiğine bağlıdır. Örnekleme zamanı kısaldıkça süreklilik artacağından pratikte en kısa örnekleme zamanı kullanılmalıdır. Ancak PLC ile kontrolde uzun örnekleme zamanlarının kullanılması istenir. Özellikle birden fazla giriş-çıkış ya da kontrol sisteminin kontrolünde çoğullama için gereken zamanı kazanmak ve PLC hesap yükünü azaltmak amacıyla bu yola başvurulur. Böylece daha fazla çevrimi kontrol eden daha basit sistemler elde edilmiş olur. Uygulamada örneklenmiş sistemlerde, optimize edilen kriter değerinin sürekli sistemlere göre daha büyük olduğu gözlenmiştir. Örneklenmiş işaretin sürekli işarete göre daha az bilgi taşıması buna neden olarak gösterilebilir. Bu değerlendirmelere bozucuların türü ve frekans spektrumlarının da etkilediği unutulmamalıdır. Genel olarak örnekleme zamanı büyüdükçe, kriter değerlerinin artacağı söylenebilir. Bunun için örnekleme zamanını küçük tutmak, ancak bu durumda maliyetin de artacağını göz önünde bulundurmak gerekir [5].

Sistem geçiş fonksiyonu zaman tanım bölgesi kriterleriyle örneğin gecikme zamanı, ölü zaman, zaman sabitlerinin toplamı gibi büyüklükler cinsinden verilir. Bu sabitler büyüdükçe örnekleme zamanı da büyütülebilir. Ayar zamanı büyük olan sürücülerde örnekleme zamanını fazla küçültmemek gerekir. Çünkü bu durumda bir evvelki komut yerine getirilmeden sürücüye yeni komutlar iletilmiş olur.

İşletici, referansı değiştirildiğinde kontrol ve çıkış işaretlerinin hemen değişmesini ister. Bu nedenle örnekleme zamanı birkaç saniyeyi geçmemelidir. Ayrıca tehlike anlarında çabuk cevap alabilmek için örnekleme zamanının küçük olması istenir. Bu belirtilenlerden görüldüğü gibi örnekleme zamanının belirlenmesi pek çok zıt koşula bağlıdır. Tablo 9.1'de enerji ve süreç tekniğinde önerilen örnekleme zamanları görülmektedir [3].

Tablo 9.1. Önerilen bazı T örnekleme zamanları.

Kontrol edilen büyüklük	Örnekleme zamanı T(s)
Debi	1-3
Basınç	1-5
Seviye	5- 10
Isı	10-45
Servo mekanizmalarda	0,001 - 1
Damıtma kontrolünde	10-180
Kimyasal sistemlerde	10-45
Çimento sanayii ve kurutma işlemlerinde	20 - 45

Kısaca, örnekleme zamanının seçiminde aşağıdaki faktörler etkilidir:

Gerekli kontrol davranışı, kontrol edilen sistem dinamiği, bozucu işaret spektrumları, sürücü kullanıcı istekleri ve masraflar

T örnekleme zamanının seçiminde çeşitli yöntemler önerilir. Bunların biri de sistem modelinden elde edilir:

$$T \cong \left(-\frac{1}{6} \dots \dots \dots -\frac{1}{12} \right) T_{95} \quad (9.1)$$

Burada

T_{95} : %5 kuralına göre yerleşme zamanıdır.

Örnekleme zamanının belirlenemediği durumlarda Shannon teoremine başvurulabilir.

Kontrol edilecek olan sistemin zaman sabiti τ ise, sınır frekansı $\omega_1 = \frac{100}{\tau}$ seçilerek

statik kazançta göre 1 / 100 oranında zayıflamış işaret frekanslarının da örnekleme oranı artırılmış olur. Bu durumda Shannon tarafından verilen bağıntıdan (9.2) bulunur.

$$T < \frac{\pi}{\omega} = \frac{\pi\tau}{100} \quad (9.2)$$

Örnekleme zamanının seçimi için bir başka yaklaşım örnekleme zamanı ile Ω_3 band genişliği arasındaki [5]

$$T = \frac{2}{\Omega_3} y_{\max} \quad (9.3)$$

bağıntısından yararlanılır ve burada y_{\max} kabul edilecek en büyük örnekleme hatasını göstermektedir. Ω_3 band genişliği,

$$\Omega_3 = \omega_n \sqrt{1 - 2\xi + \sqrt{4\xi^3 - 4\xi^2 + 2}} \quad (9.4)$$

ifadesinden hesaplanabilir.

9.3. PID Algoritmaları

Oransal – integral – türevsel algoritmalar proses kontrollerinde sıkça kullanılmaktadır. PID kontrol metodu analog veya sayısal olsalar da elektronik çözümlere kolay adapte olabilmektedir. Burada iki tip PID algoritması işlenecektir. Bunlar pozisyon ve hız algoritmalarıdır [6].

Uygulamada en çok kullanılanı pozisyon algoritmasıdır. Eğer ne tip kullanılacağı bilinmiyorsa ilk önce bundan başlanması gerekir.

9.3.1. Pozisyon Algoritması

Pozisyon algoritması için kullanılan PID hesaplaması aşağıdaki gibidir. Kontrol çıkışı M_n şu şekilde hesaplanır [3].

$$M_n = K_c \times e_n + K_i \times e_i + K_r \times (e_n - e_{n-1}) + M_0 \quad (9.5)$$

Burada M_n 'inci örnekleme zamanı için kontrol çıkışıdır.

Pozisyon algoritması değişkenleri ve ilgili değişkenler :

T_s = Örnekleme süresi

K_c = Oransal kazanç

$K_i = K_c \times (T_s / T_i)$ integral katsayısı

$K_r = K_c \times (T_d / T_s)$ türev katsayısı

T_i = İntegral zamanı

T_d = Türev zamanı

SP_n = Örnekleme için set değeri

PV_n = Örnekleme için proses değişkeni

$e_n = SP_n - PV_n$ = Örnekleme için hata değeri

M_0 = İlk örnekleme süresi için kontrol çıkışı

M_{n0} = n'inci örnekleme süresi için kontrol çıkışı.

Eğer yukarıda verilmiş olan formül analiz edilirse, P, I ve D terimleri şu şekilde ayrıştırılabilir.

$$M_n = K_c \times e_n + K_i \times e_i + K_r \times (e_n - e_{n-1}) + M_0$$

↑
↑
↑
↑
↑
↑

Kontrol Oransal terim İntegral terim Türevsel terim İlk çıkış

Burada ilk çıkış, kontrol işlemi manuel moddan otomatik moda alındığı andaki dışarıya verilen çıkıştır.

9.3.2. Hız Algoritması

Hız algoritması, pozisyon algoritmasından çıkartılabilir. Bunun için eşitlikte n'inci dereceden n-1'inci derece değerleri çıkartılır.

Hız algoritması için kullanılan değişkenler ve ilgili değişkenler :

T_s = Örnekleme süresi

K_c = Oransal kazanç

K_i = $K_c \cdot (T_s / T_i)$ integral katsayısı

K_r = $K_c \cdot (T_d / T_s)$ türev katsayısı

T_i = Reset zamanı (İntegral zamanı)

T_d = Türev zamanı

SP_n = n'inci örnekleme için set değeri

PV_n = n'inci örnekleme için proses değişkeni

e_n = $SP_n - PV_n$ = n'inci örnekleme için hata değeri

M_n = n'inci örnekleme süresi için kontrol çıkışı

Hız algoritması için uygulanan eşitlikler aşağıdadır :

$$M_n = M_n - M_{n-1} \quad (9.6)$$

$$M_n = K_c \times (e_n - e_{n-1}) + K_i \times e_n + K_r \times (e_n - 2 \times e_{n-1} + e_{n-2}) \quad (9.7)$$

9.4. Başarılı Bir Proses Kontrolü İçin On Adım

Modern kontrol sistemleri birçok özelliklere sahiptirler. Otomatik kontrol sistemlerinin hata ayıklaması oldukça zordur, çünkü bu özelliklerden dolayı problemin sebebi bir çok yerde olabilir. Bu yüzden sistemin kontrolünün adım adım yapılması en uygundur [6].

1. Çözümün Bilinmesi :

En önemli bilgi, ürünün nasıl yapıldığıdır. Bu bilgi kontrol sisteminin dizaynında kullanılacaktır. İyi bir çözüm planı aşağıdakilerle mümkündür. Tam bir kontrol için sıcaklık, basınç veya akış oranları gibi proses değişkenleri arasındaki ilişki iyi tanımlanmalıdır. Bir proses taraması sırasında proses değerleri için istenen set değerleri çıkarılmalıdır.

2. Döngü kontrol stratejisinin planlanması:

Basit anlamda; proses değişkeninin set değerini takip etmesi için makinenin kullanacağı metodun seçimidir. Buna bir çok etmen etkilidir. Mesela enerji verimliliği, malzeme fiyatları, makinenin proses sırasında bakımının yapılabilirliği gibi.

3. Döngü bileşenlerinin büyüklük ve çalışma aralıkları:

Prosesse uygun olan büyüklükte cihaz seçimi gerekir. Kullanılacak algılayıcıların da kontrol edilecek sistemin ihtiyacına uygun olmalıdır. Çok büyük veya çok küçük seçilmeleri durumunda kontrol sağlıklı olmayacaktır.

4. Giriş/Çıkış modüllerinin seçimi:

PLC'ler değişik tipte ve ölçüm aralığında modüllere sahiptirler. Döngü bileşenlerinin büyüklük ve çalışma aralıklarının seçiminden sonra PLC için bunlara uygun ve yeterli sayıda

sayısal ve analog modüller seçilir.

5. Montaj ve elektrik bağlantılarının yapılması:

Bütün döngü bileşenlerinin ve giriş/çıkış modüllerinin seçilip tedarik edilmesinden sonra bunların montajı ve elektrik bağlantıları yapılabilir. Burada cihazların kendi manuelleri kullanılabilir. Elektrik bağlantıda kablo kutuplarının bağlanmasında dikkat edilmelidir.

6. PID programının yazılımı ve döngü parametrelerinin ayarlanması:

Kontrol edilecek sisteme uygun PID programı yazılır. Tarama zamanı seçilir. Kabaca PID döngü parametreleri ayarlanır.

7. Açık döngü performansının testi

Donanım bağlantıları ve parametre ayarları tamamlandıktan sonra bunların doğru çalışıp çalışmadıkları test edilmelidir. Manuel olarak PLC den çıkışa değer verilmeli bu çıkışın sistemi nasıl etkilediği izlenmelidir. Geri besleme verecek olan algılayıcıların doğru çalışıp çalışmadıkları test edilmelidir.

8. Döngü ayarları

Eğer açık döngü testleri sonunda proses değişkeni doğru okunuyorsa ve verilen çıkış prosesi doğru etkiliyorsa, otomatik mod için kapalı döngü ayarları yapılabilir. Burada yapılacak ayarlar sonucunda sistem istenen değeri takip edecektir. Hassas ayarlar bu aşamada yapılır.

9. Prosese uygulanması

Kontrolör giriş ve çıkışları prosese bağlanır. Sistemin istenen cevabı verip vermediği izlenir. Sistemin normal çalışma sırasında istenecek SP değerleri verilerek kontrolörün çalışması gözlenir.

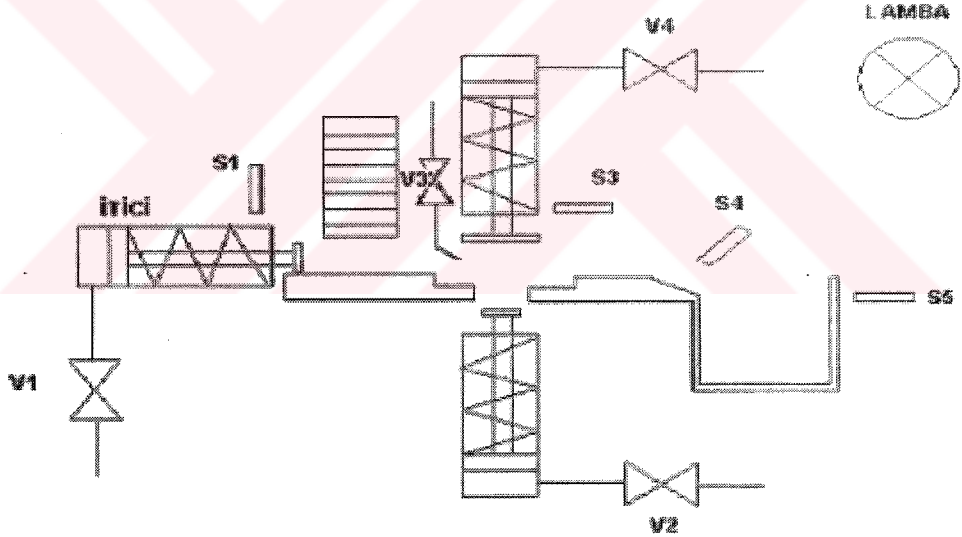
10. Parametrelerin kaydedilmesi:

Döngü tamamlandığında PID parametreleri bir yere kaydedilmelidir.

10. ÖRNEK SİSTEMLER

10.1. Presleme Makinesinin PLC İle Kontrolü

Aşağıda şema olarak gösterilen presleme makinesi çalışma prensibi şu şekilde olacaktır. Magazin içerisinden aşağı alınacak parça V1 valfi ile kontrol edilen itici piston tarafından yuvaya sürülür. Daha sonra V4 valfi ile kontrol edilen sıkıştırıcı piston aşağı harekete başlayarak parçayı presler ve bu konumda 3 saniye bekler. Bekleme süresi sonunda itici ve sıkıştırıcı aynı anda harekete başlayarak ilk konumlarına geri dönerler. Daha sonra V3 valfi ile basınçlı hava püskürtülmesi, V2 valfi ile de atıcının yukarıya hareketi sağlanır. Basınçlı hava ile atılan parça S4 sensörü tarafından hissedilerek atıcının aşağı konuma, V3 valfinin de kapalı konuma gelmesi sağlanır. Böylece bir hareket periyodu tamamlanmış olur. S5 sensörü işlenmiş parça bölümünün dolması halinde lamba ikazı vererek yeni bir periyoda başlanmasını engelleyecektir.



Şekil.10.1. Pnömatik Presleme Makinesi

Sensörlerin çıkışlarını PLC girişlerine, PLC çıkışlarını da elektrikli valf girişlerine bağlarız. Yazacağımız küçük bir PLC programı ile bu sistemi kolay bir şekilde kontrol edebiliriz.

Program içerisinde kullanılacak sinyaller şunlardır:

GİRİŞLER:

I 0.0 Start Butonu

I 0.1 S1 Sensörü

I 0.3 S3 Sensörü

I 0.4 S4 Sensörü

I 0.5 S5 Sensörü

ÇIKIŞLAR:

Q 1.0 Lamba Yakma

Q 1.1 V1 Aç Sinyali

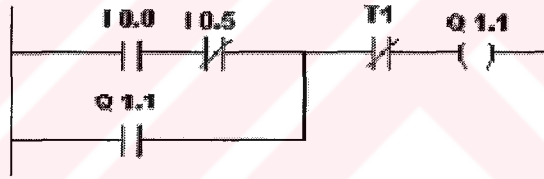
Q 1.2 V2 Aç Sinyali

Q 1.3 V3 Aç Sinyali

Q 1.4 V4 Aç Sinyali

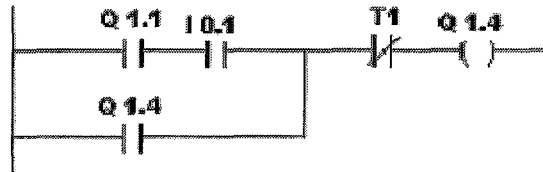
10.1.1. Basitleştirilmiş Program:

Segment 1: Start sinyali geldiğinde V1 valfinin aç sinyalini gönderen kısımdır.



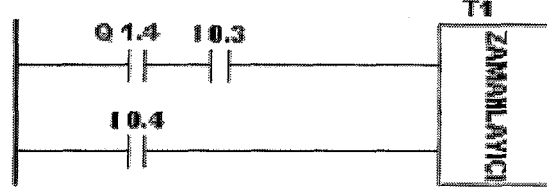
Şekil.10.2. Ladder Diyagramında V1 valfinin açık şekilde gösterilmesi.

Segment 2: Q 1.1 sinyali geldikten sonra ve itici silindirin tamamen dışarı çıktığını bildiren sinyal geldiğinde V4 valfini yani presleyecek silindiri dışarı çıkaracak sinyali gönderir.



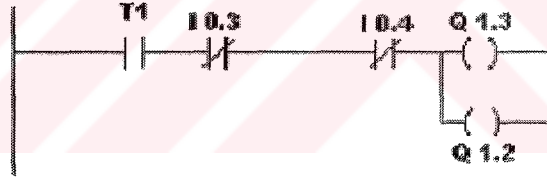
Şekil.10.3. Ladder Diyagramında V4 valfinin kontak gösterimi.

Segment 3: Q 1.4 sinyali geldikten sonra ve presleyici silindirin tamamen dışarı çıktığını bildiren I 0.3 sinyali geldikten zamanlayıcı çalışır.



Şekil.10.4. Ladder Diyagramında zamanlayıcı kontağının gösterilmesi

Segment 4: Zamanlayıcı çıkışlarını 1 yaptığı anda ve itici ve presleyici silindirler içeri girdiği zaman parçayı itecek olan basınçlı hava(V3 valfi) ve atıcı silindiri dışarı çıkaracak olan V2 valfine sinyal gönderir.



Şekil.10.5. Ladder Diyagramında V3 ve V2 valflerinin kontak gösterilmesi.

Segment 5: İşlenmiş parça bölümünün dolduğunu bildiren sensörden gelen I 0.5 sinyali ikaz lambasını yakarak yeni bir periyoda başlanmasını engeller.



Şekil.10.6. Ladder Diyagramında ikaz lambası Q0.1 in kontak gösterimi.

10.2. Nautos Monitoring Sistem

Nautos Monitoring sistemi gemilerde Makine Kontrol Odalarında (MCR) bulunan bir izleme sistemidir. Savaş gemilerinde Nautos sistemi Siemensin S5 marka PLC leri kullanılarak yapılmıştır. Gemi içerisindeki tüm sensörler MCR daki PLC lere gelerek işlenir.

Nautos monitoring sistemine gemi dahilindeki tüm sıcaklık, yakıt, ve su seviyeleri gelmektedir. Ana dizeller, yardımcı makineler ve GT leri burada oluşan bilgileri ile sürekli gözetim altında tutulur. Bütün makinalara ait her türlü bilgi (sıcaklık, basınç, devir, on/off durumları gibi...) buraya gelir. Makinalardan veya başka herhangi bir yerden gelen tüm alarmlar hem monitörde yazılı olarak gözükür hem de alarm geldiğine dair sesli ikaz duyulur. Aynı zamanda gelen tüm alarmlar printer ile de yazılır. Bu sistemde her 4 yardımcı makine için ayrı ayrı bulunan butonlar vasıtası ile monitörden yardımcı makineleri kontrol etme imkanı vardır. Monitörden yardımcı makineler start/ stop edilebilir, istenilen makinanın şalteri kurulabilir.

Nautos Sistemi ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Bu şekilde genel olarak PLC lerin ve yardımcı birimlerin birbirleri ile bağlantıları gösterilmiştir. PLC ve yardımcı elemanları daha ayrıntılı olarak anlatırsak;

Watch Panel geminin köprü üstündedir. Önemli alarmlar buraya da gelir ve gemi komutanı bu panel ile MCR'a (makine kontrol odası) müdahale edebilir.

MCR Desk MCR odasında, monitörlerin de üzerinde bulunduğu masadır. Bu monitörlerin her birine farklı bilgiler gelir. Görevli kişiler bu ekranlardan gemideki birçok bölüm hakkında bilgi alabilir ve buralara direk müdahale edebilir.

Mimic Lamp Panel geminin her katının ayrıntılı haritası üzerindeki valfleri ve önemli bölgeleri lamba olarak göstermiş. Bir yerde sorun çıktığında veya bir valf konum değiştirdiğinde monitörün yanı sıra bu geniş haritada da tam gemideki yerinde ledin yanması veya.sönmesi ile anlarız.

S5 155U makine kontrol odasında bulunur ve monitör sisteminin ana PLC sidir. Agelerin PLC lerinden ve EU-183U lardan gelen bilgiler S5 155U da derlenerek monitörlere gönderilir. Bilgilerin bazıları mimic lamp panele gider.

AGE nautos sisteminde 4 adet Age istasyonu mevcuttur. Age istasyonları sayesinde ana PLC ile dizeller haberleşirler. Dizel jeneratörden sıcaklık devir gibi bilgiler Age üzerinden ana PLC ye gider. Ageler bağlı olduğu yardımcı makinaya sürekli olarak kumanda ve kontrol ederler. Agelerde PLC S5 115 U kullanılır. Bu PLC lere daha önceden yüklenmiş program

dahilinde yardımcı makinenin start, stop, emercensi stop, otomatik devreye girme gibi görevleri yerine getirmesini sağlar.

Şekil.10.1. de sensör girişleri gösterilmiştir. İncelediğimiz gemide MCR'a 1200 tane sensörden bilgi gelmektedir ve bunların hepsi de değişik sensörlerdir. MCR'a gelen sensör çeşitleri:

PT 100 (-30,+150°C), NiCrNi (0-900°C), 0-20 mA lik transdüser, 4-20 mA lik transdüser, 0-10 V luk transdüser, +/- 10 V luk transdüser v.b.

Bu sensörlerin hepsinin değişik çıkışları var. Bu yüzden direk olarak PLC ye bağlanamazlar. Zaten PLC'de de 1200 tane sensörü alabilecek giriş yoktur. Bu yüzden EU183U arabirimleri kullanılıyor. Bunlarda her elemana göre ayrı yer var. Örneğin PT100 bağlanan yere thermocupl bağlanamaz. Çünkü ikisinin de voltaj çıkışları farklı.

ET100 monitoring sistemin kontrol bölümüne iki kablo hattı ile bağlıdır. ET 100 ler MCR daki mimik panelin alarm lambalarını (dijital output) kontrol eder ve iki adet dizel makinenin eksozlarını (analog input modül) kontrol eder. ET 100 ile monitoring sistem arasında seri data transferi vardır.

11. PLC İLE PID KONTROLÜ YAPILARAK ROBOT VE DC MOTOR HIZ KONTROLÜ UYGULAMASI

11.1. Genel Bilgi

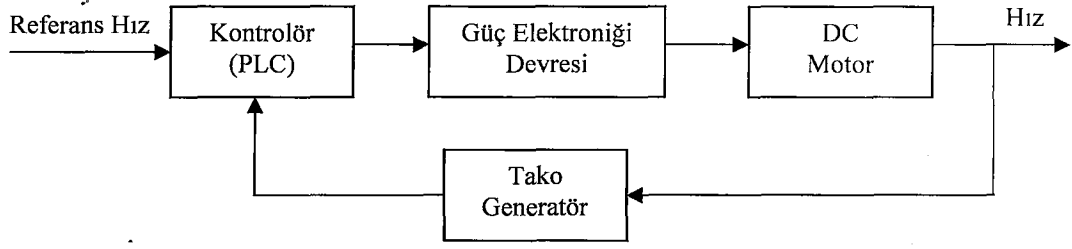
Endüstrinin, bir çok alanında değişik amaçlarla kullanılan robotların kumanda edilmesinde Programlanabilir Lojik Kontrolörlerden (PLC = Programmable Logic Controller) faydalanılmaktadır. Bu şekilde işlemin hem kalitesi hem de hızı arttırılmaktadır.

Robotların çok pahalı olmaları, ve belirli işler için yardımcı donanıma ve yazılıma ihtiyaç duymaları, yüksek teknolojiye bağımlılığı arttırmaktadır. [5]. İmkanları kısıtlı bir ortamda, teknoloji bağımlılığından kurtulmak için mevcut bilgi birikimlerini ve deneyimlerini değerlendirerek , kendi teknolojimizi geliştirmek bir zorunluluktur. Bu amaçla eğitimde ve endüstride kullanılmak üzere robot el dışında iki serbestlik dereceli herhangi bir noktaya erişebilecek kadar da esnekliğe sahip bir robot tasarlanmıştır. Tasarlanan bu robotun kontrolü ve DC motorların hız kontrolü yapılmıştır.

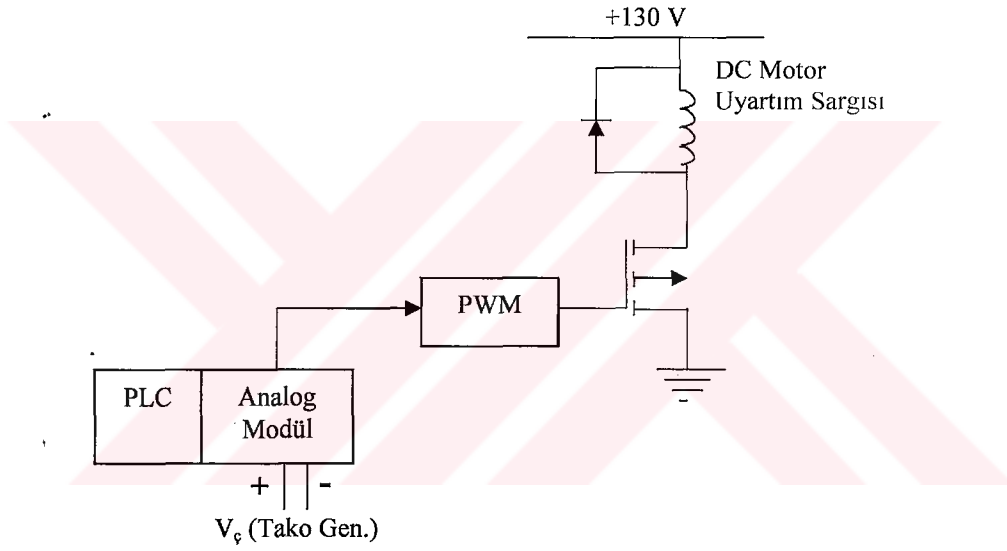
Robot ve DC motor hız kontrolü S7-200 Siemens Micro PLC seti ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada iki adet DC motoru aynı anda ve farklı hızlarda kontrolü gerçekleştirilmiştir. Ayrıca her bir motorun aynı süreçte birden fazla hız kademesi kontrolüde gerçekleştirilmiştir. Laboratuvarımıza ait S7-200 Siemens Micro PLC seti ile çok amaçlı olarak 8 adet motor kontrolü aynı anda yapılabilme özelliğine sahiptir.

11.2. Deney Sisteminin Blok Şeması

Deney sistemine ait blok şeması Şekil 11.1' de verildiği gibidir. Burada tasarlanan robot da kullanılan iki adet DC motorun hız kontrolü yapılmıştır. Uygulamada her bir DC motor için birer adet takometre kullanılmıştır. Takometreden geri besleme ile alınan motorun gerilim değeri PLC' nin Analog –Dijital kart dönüştürücüsüne verilir. Programda verilen referans hız ile takometrenin ölçülen hızı karşılaştırılarak, uygun bir çıkış bilgisi analog modülden gönderilir. Bu kartta analog değer dijitala çevrilir. PLC' de yaptığımız programda bu değer kullanılarak hata (e) bulunur. Program bu hataya bağlı olarak çıkış sinyali üretir. Bu sinyal bir d.c. kıyıcı devre olan güç elektroniği devresi (Şekil 11.2) yardımıyla d.c motorunun uyartım gerilimi değiştirilerek devir sayısı ayarlanır ve böylece takometrenin hızı referans hıza eşitlenir. DC kıyıcıya gönderilen analog sinyal PID kontrolün çıkışıdır.

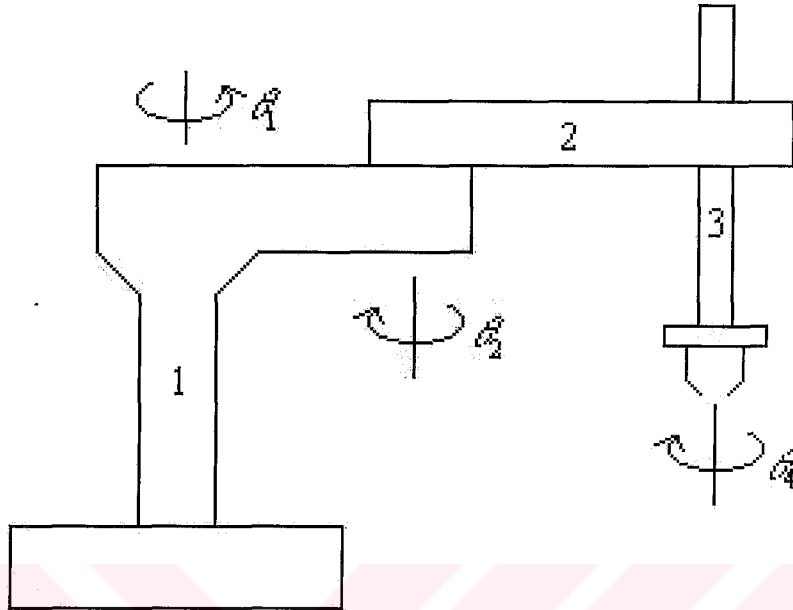


Şekil.11.1. Hız kontrolü Blok Diyagramı.

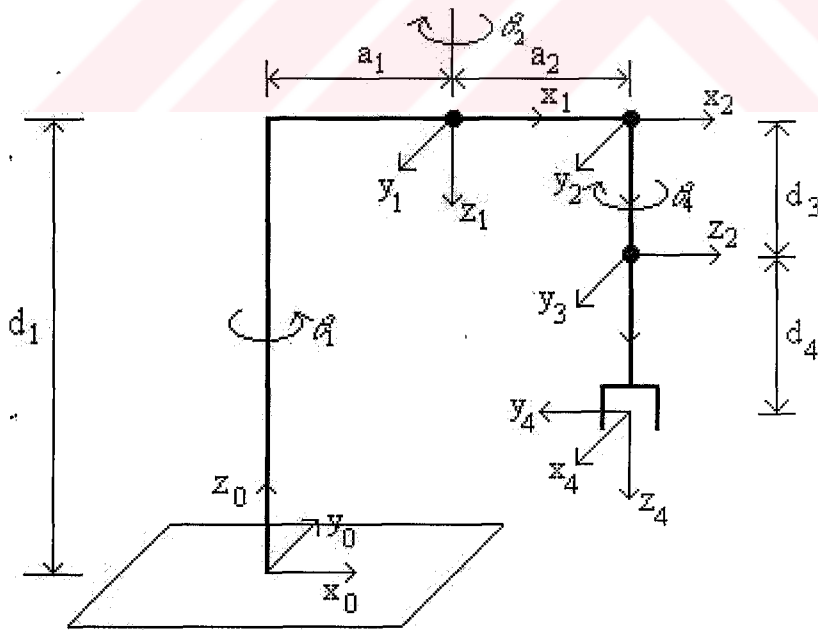


Şekil.11.2. DC Kıyıcı Devresi.

11.3. Scara Robotunun Kinematik Analizi



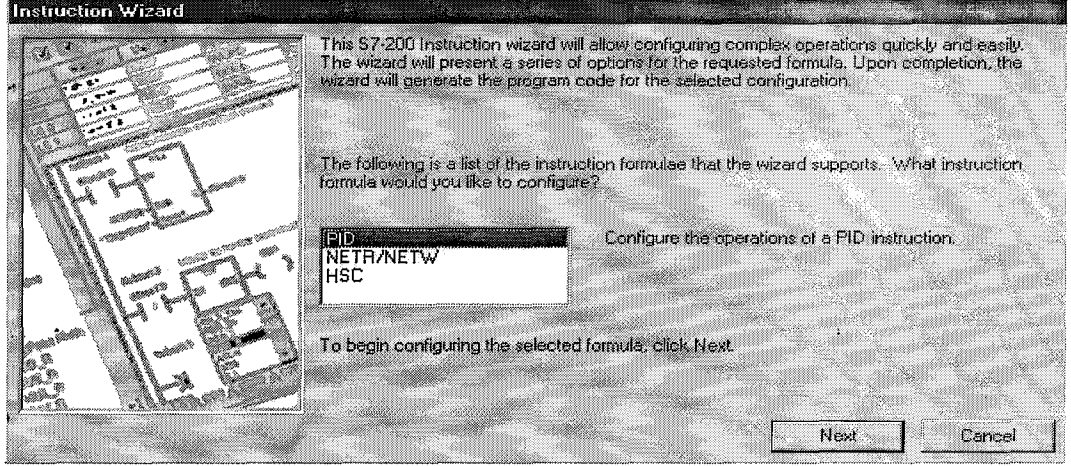
Şekil 11.3. Scara Robotunun Teknik Resmi.



Şekil 11.4. Scara Robotunun Kinematik Gösterimi

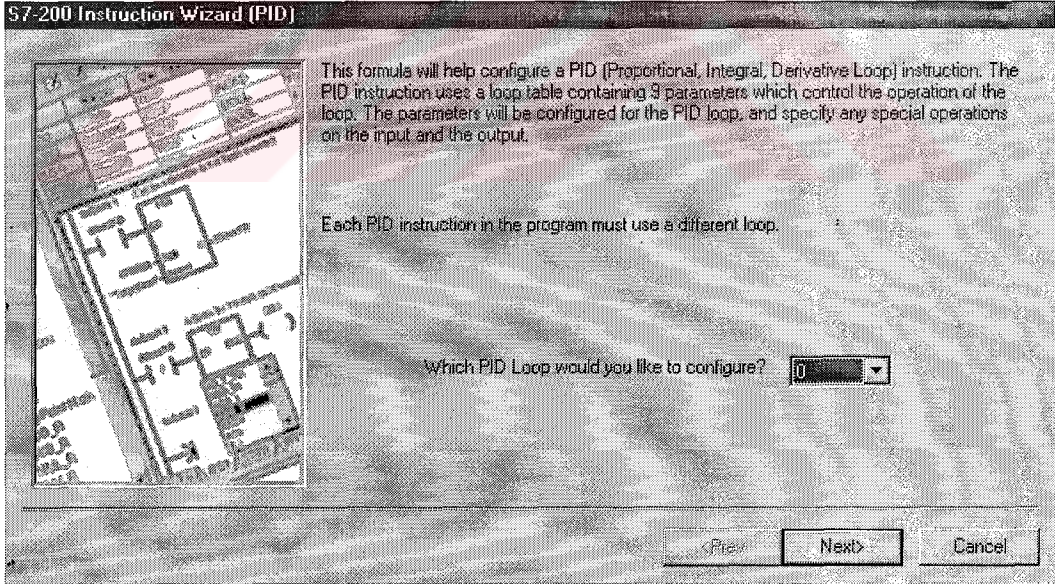
11.4, S7-700 Siemens PLC' de Programın Yapılış Aşamaları

İlk adımda STEP7 MICROWIN programının komut sihirbazında (Instraction Vizard) PID komutu seçilir.



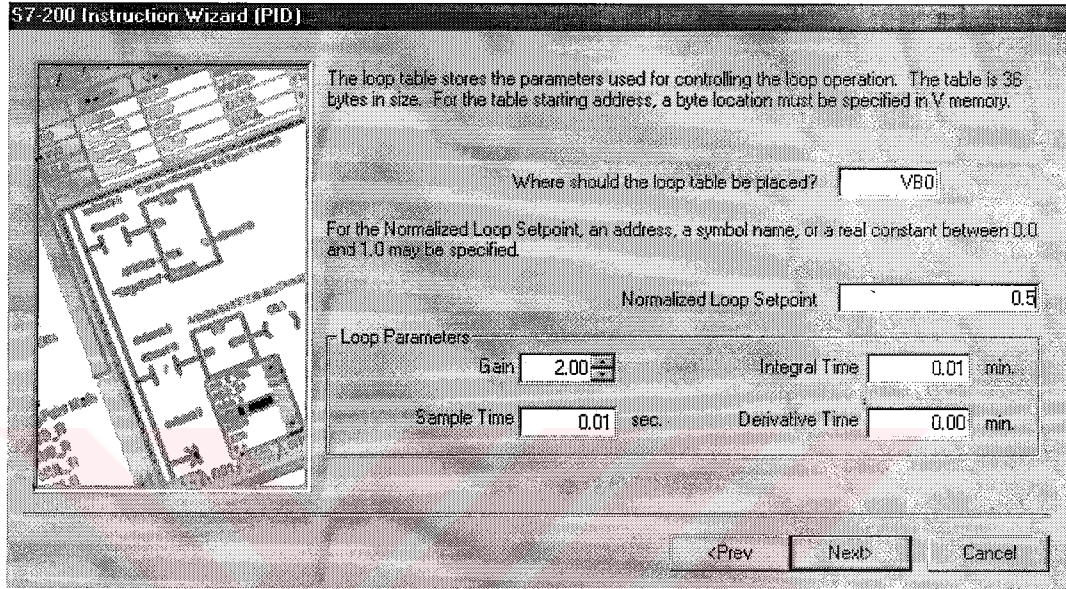
Şekil.11.5. PID Komutunun Seçimi.

İkinci adımda seçilen PID çevrimine 0 ile 7 arasında sıra numarası verilir.



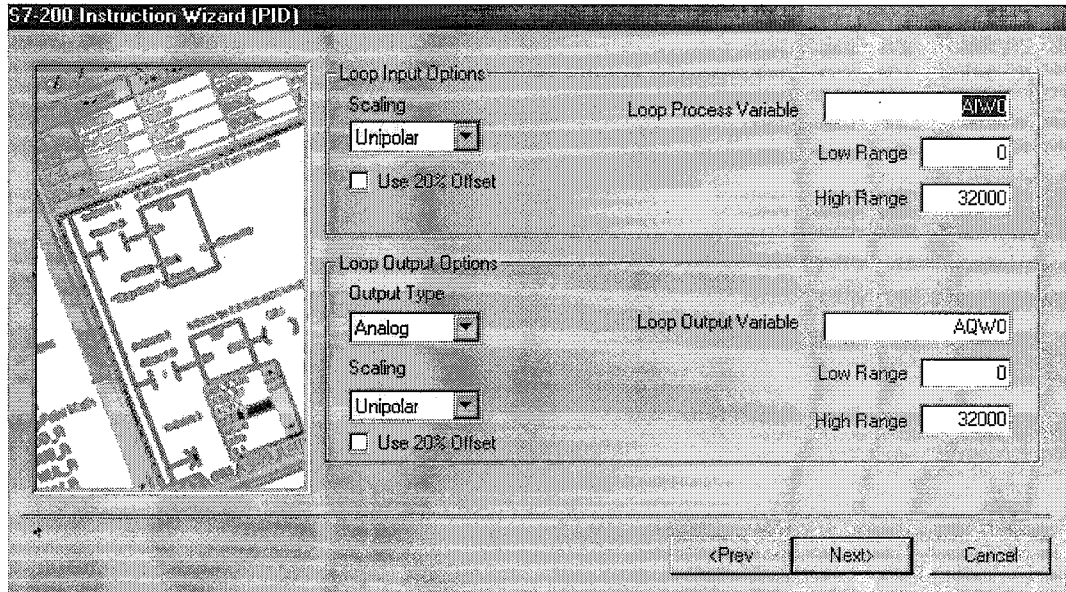
Şekil.11.6. PID Sıra Numarası Seçimi.

Üçüncü adımda PID kontrol çevriminin parametreleri seçilir. Referans değeri 0.5 seçilmiştir. Bu değer yaklaşık olarak 1750 d/d' ya karşılıktır. Kazanç değeri 2, örnekleme zamanı 0.01 s, integral sabiti 0.01 ve türev sabiti olarakta 0 seçilmiştir.



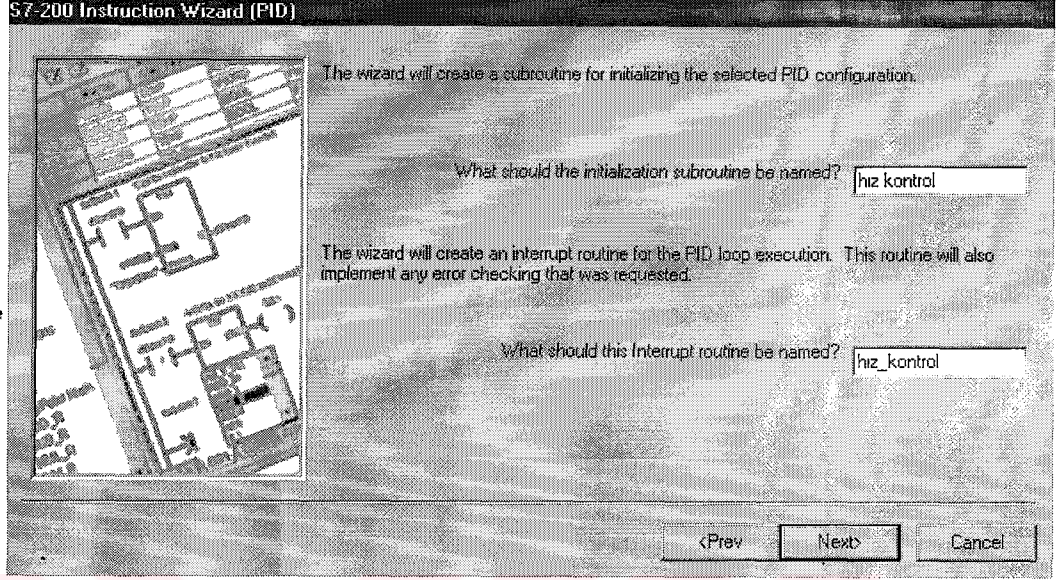
Şekil.11.7. Parametrelerin Seçimi.

Dördüncü adımda çıkış değeri 32000 ile sınırlandırılmıştır.



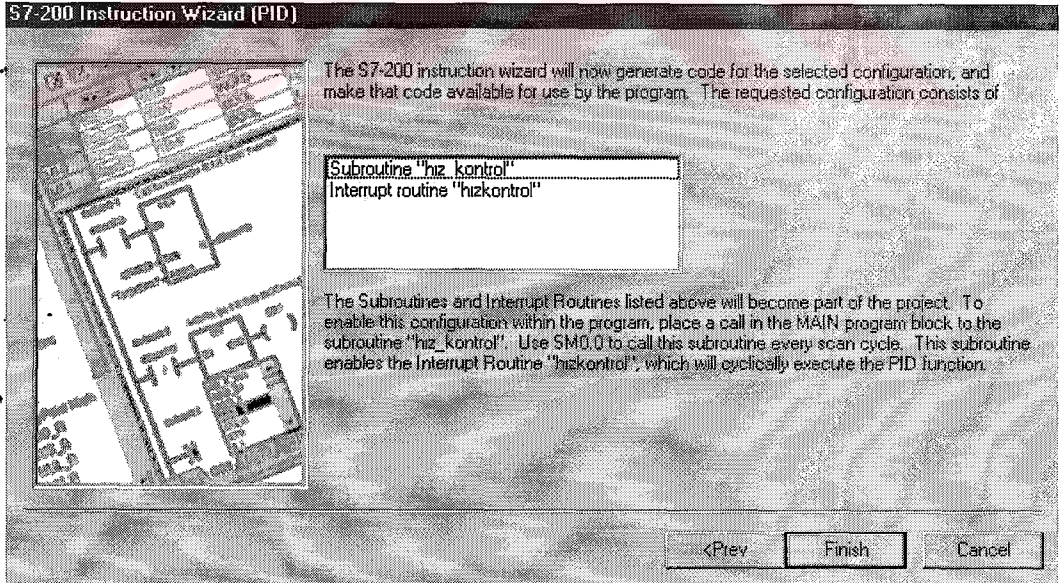
Şekil.11.8. Giriş ve Çıkış Değerlerinin Seçimi.

Beşinci adımda, oluşacak PID kontrol alt programına isim atanır.



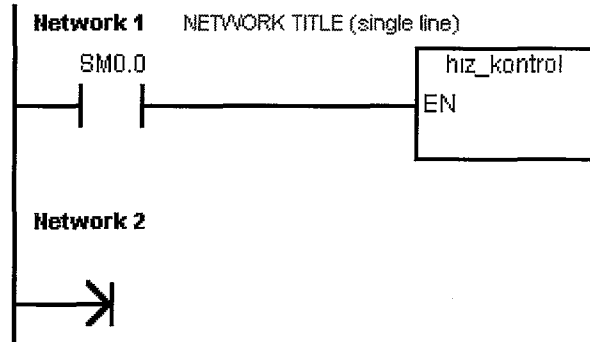
Şekil.11.9. PID Alt Programına İsim Atanması.

Son adımda ise, komut sihirbazı sonlandırılır.

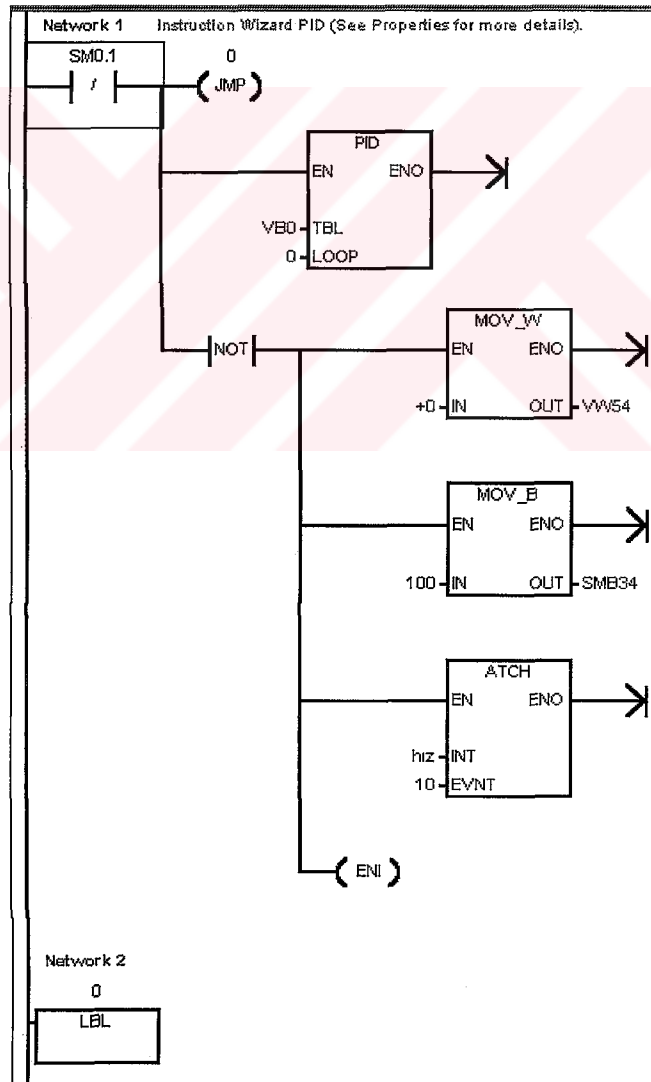


Şekil.11.10. Komut Sihirbazının Sonlandırılması.

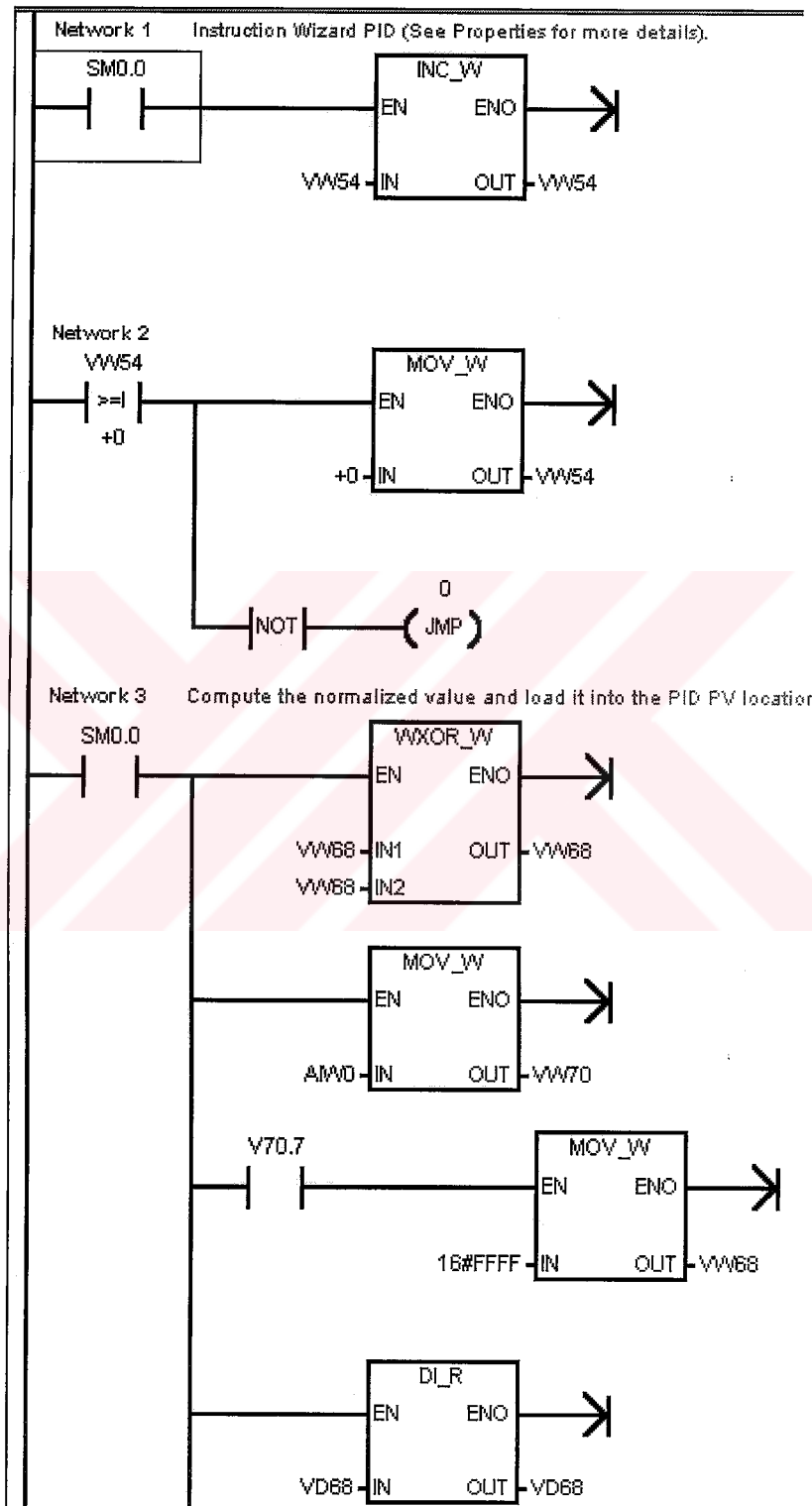
11.5. Hız Kontrolü İçin PLC'de LAD Programı

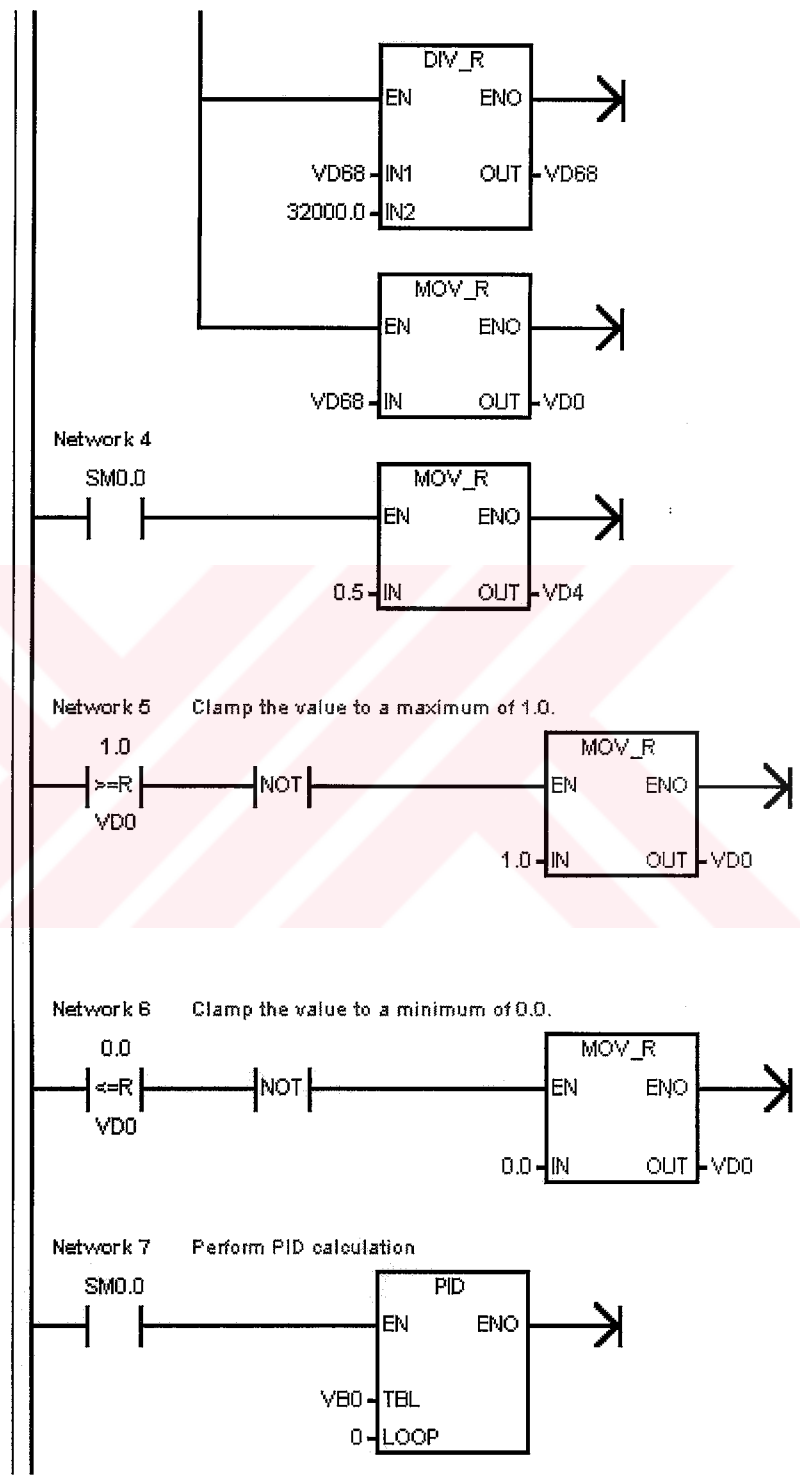


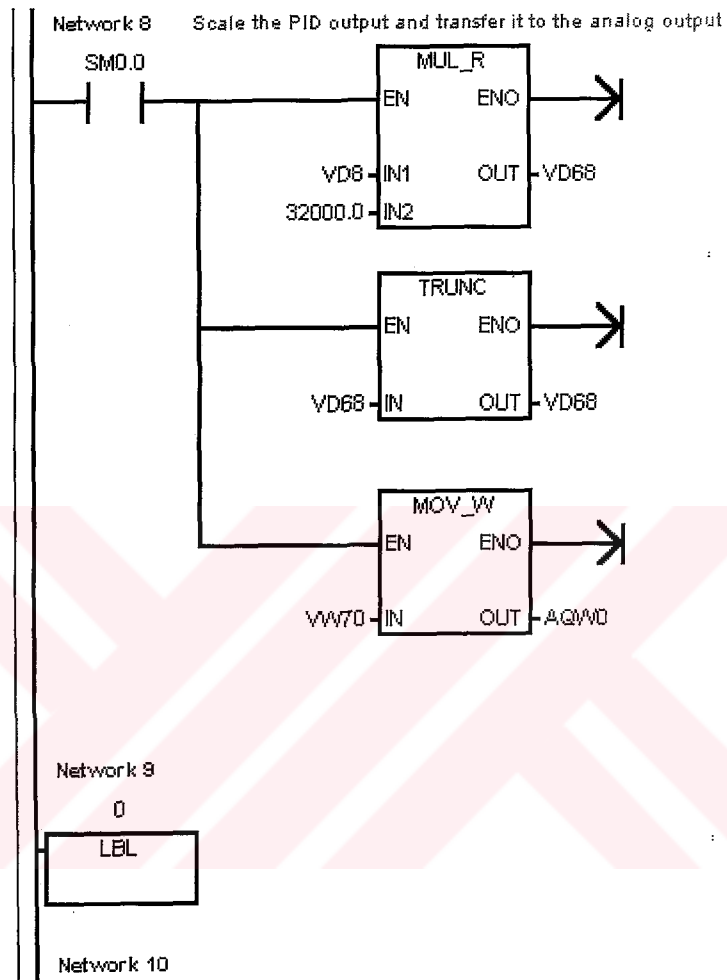
Şekil.11.11. Alt Programın Ana Programda Çağrılması.



Şekil.11.12. "hız kontrol" İsimli Alt Program.







Şekil.11.13."hız kontrol1" İsimli Alt Program

11.6. Hız Kontrolü İçin PLC' de STL Programı

```
//HIZ KONTROL
//Press F1 for help and example program

NETWORK 1 //NETWORK TITLE (single line)
//NETWORK COMMENTS
LD SM0.0
CALL hız_kontrol

//SUBROUTINE COMMENTS
//Preşs F1 for help and example program
NETWORK 1 //NETWORK TITLE (single line)
//
//NETWORK COMMENTS
NETWORK 1 //Instruction Wizard PID (See Properties for more details).
//PID Initialization and control.
//This subroutine initializes the variables used by the PID control logic and starts the PID
Interrupt "hız".

//routine. The PID interrupt routine is called cyclically based on the PID sample time. For
//a complete description of the PID instruction see the S7-200 System Manual.
//Note:
//When the PID is in manual mode the output should be controlled by writing a normalized
value
//(0.00 to 1.00) to the PID Output instead of changing the output directly. This will
automatically
//provide a bumpless transfer when the PID is returned to automatic mode.
LDN SM0.1
LPS
JMP 0
PID VB0, 0
NOT //initialize PID interrupt counter
MOVW +0, VW54 //Load time for PID interrupt routine
LRD //Set up an interrupt to invoke PID execution
NOT
MOVB 100, SMB34
LRD
NOT
ATCH hız, 10
LPP
NOT
ENI
```

```

NETWORK 2
LBL 0
NETWORK 1 //Instruction Wizard PID (See Properties for more details).
//Increment number of times routine is called
LD SM0.0
INCW VW54

NETWORK 2
LDW>= VW54, +0 //Check if time to do PID calculation
MOVW +0, VW54 //if so, clear the counter and continue
NOT
JMP 0 //otherwise, jump to the end of the interrupt routine

NETWORK 3 //Compute the normalized value and load it into the PID PV location
LD SM0.0 //Always
LPS
XORW VW68, VW68 //Clear the working area.
MOVW AIW0, VW70 //read the analog value
A V70.7 //Check the sign bit.
MOVW 16#FFFF, VW68 //Extend the sign.
LRD
DTR VD68, VD68 //and convert it to a real number and load it in the PV
/R 32000.0, VD68
LPP
MOVR VD68, VD0

NETWORK 4
LD SM0.0 //Always
MOVR 0.5, VD4

NETWORK 5 //Clamp the value to a maximum of 1.0.
LDR>= 1.0, VD0
NOT
MOVR 1.0, VD0

NETWORK 6 //Clamp the value to a minimum of 0.0.
LDR<= 0.0, VD0
NOT
MOVR 0.0, VD0

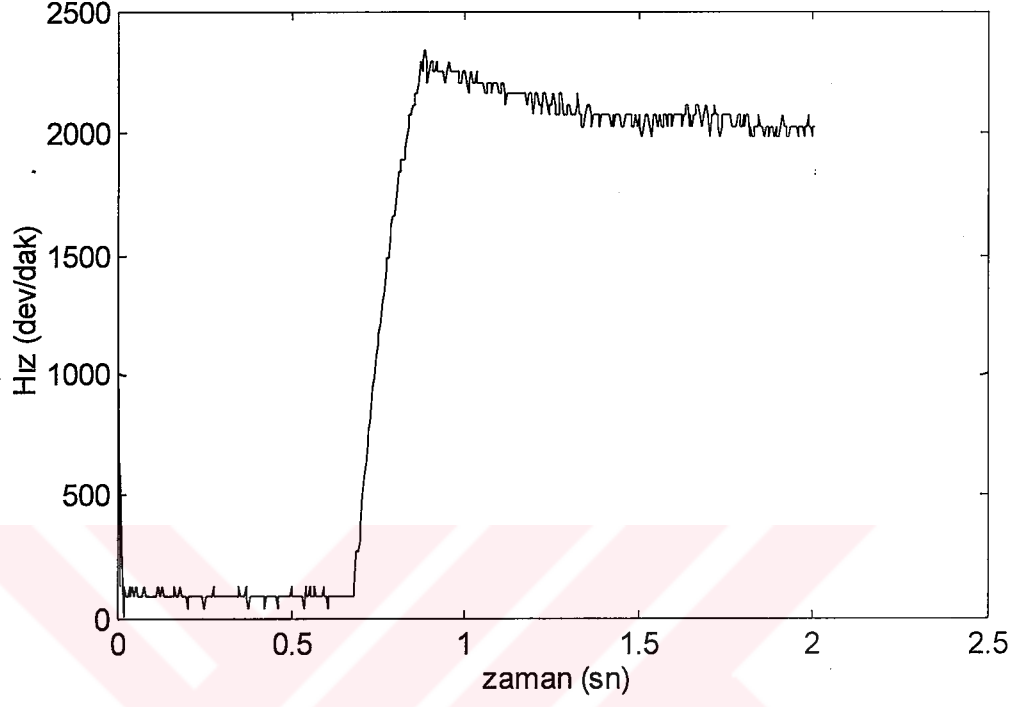
NETWORK 7 //Perform PID calculation
LD SM0.0 //Always
PID VB0, 0 //then perform PID calculation

NETWORK 8 //Scale the PID output and transfer it to the analog output
LD , SM0.0 //Always
MOVR VD8, VD68 //load the PID output to workspace
*R 32000.0, VD68 //scale the value
TRUNC VD68, VD68 //convert the value to an integer
MOVW VW70, AQW0 //and transfer it to the analog output
NETWORK 9
LBL 0

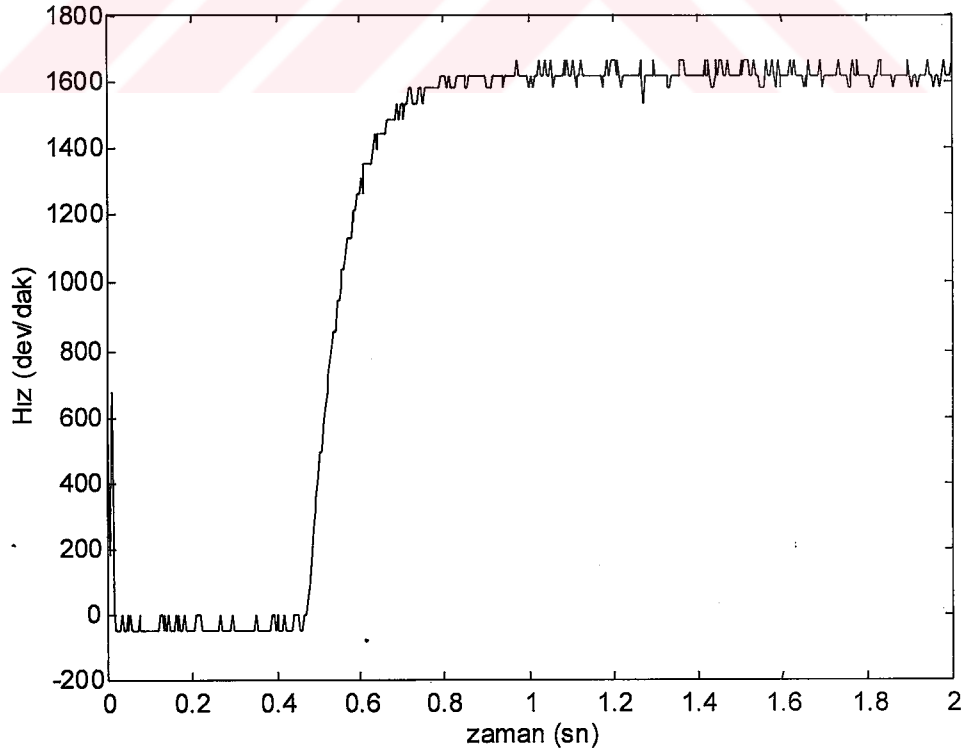
```

11.7. Deneysel Sonuçlar

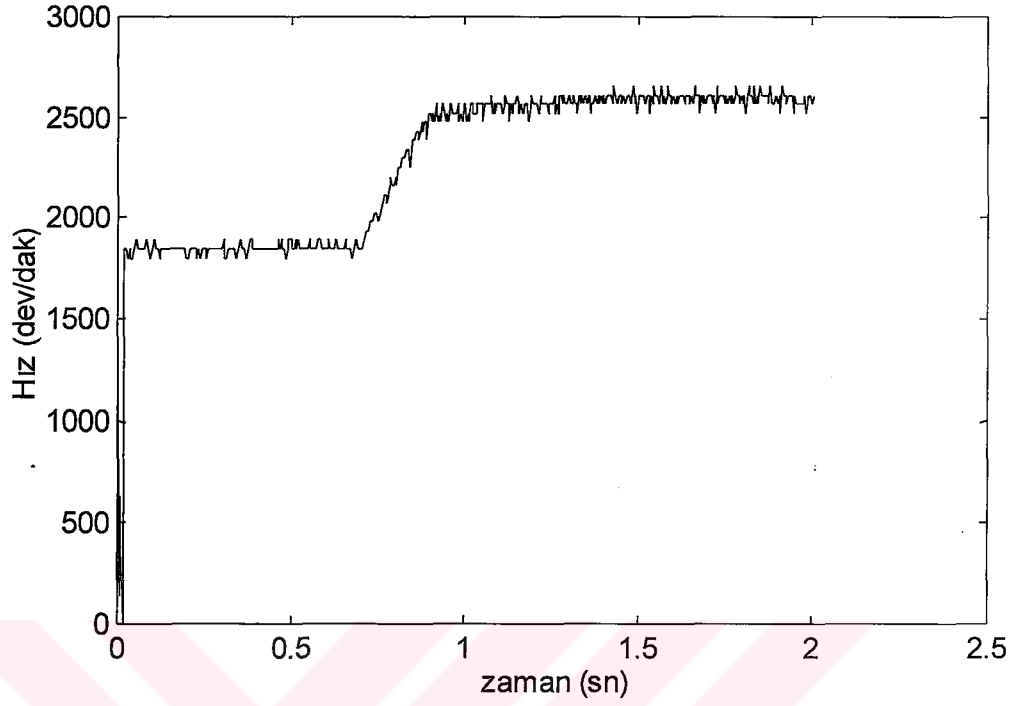
Deneysel çalışmada hız kontrolüne ait alınan denir sayısı-zaman grafikleri;



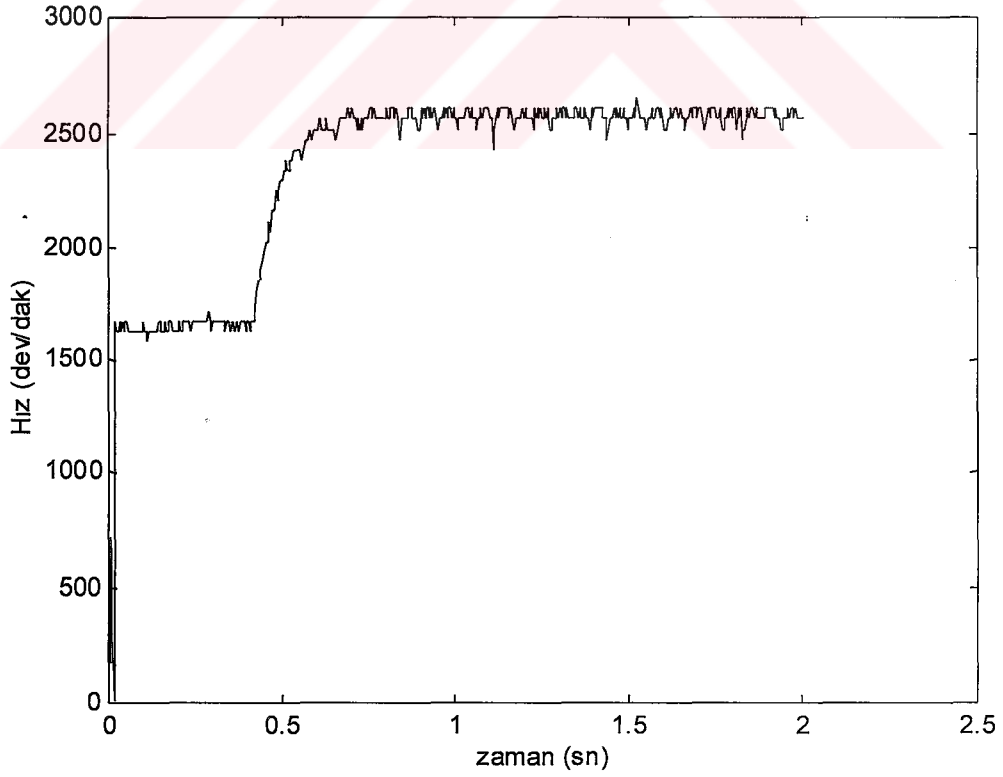
şekil 11.14. Birinci DC motor hız devrinin 0 d/d' dan 1950 d/d' ya ulaşması (PLC Kontrollü)



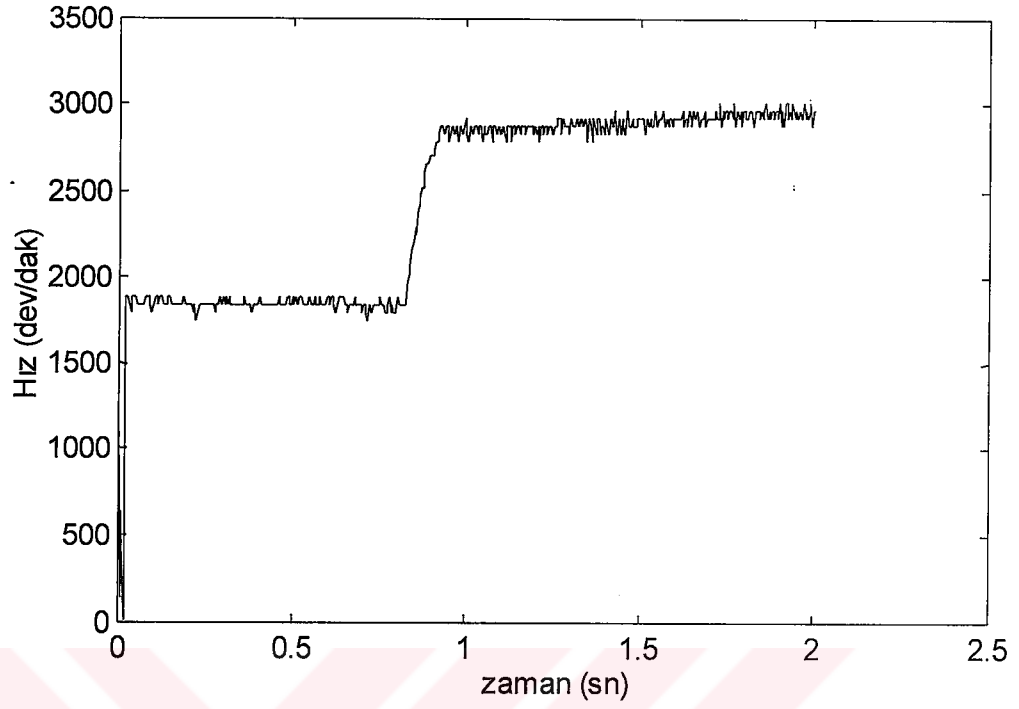
şekil 11.15. Birinci DC motor hız devrinin 0 d/d' dan 1950 d/d' ya ulaşması (Kontrolsüz)



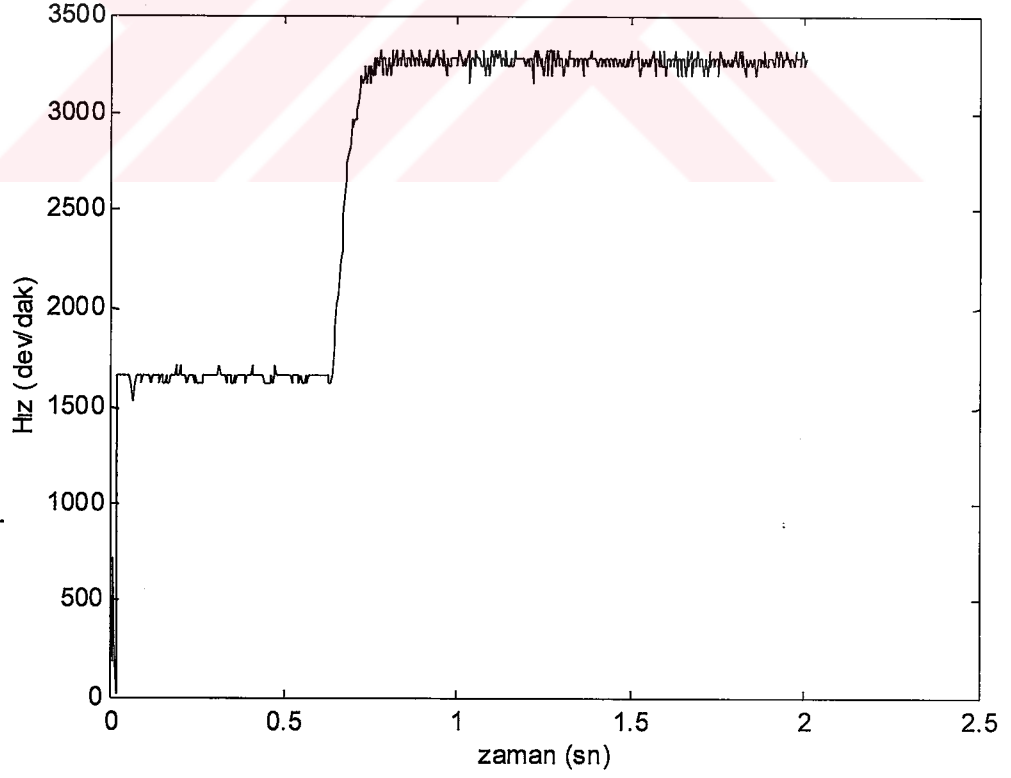
Şekil 11.16. Birinci DC Motor hız devrinin 1800 d/d' dan 2600 d/d' ya ulaşması (PLC Kontrollü)



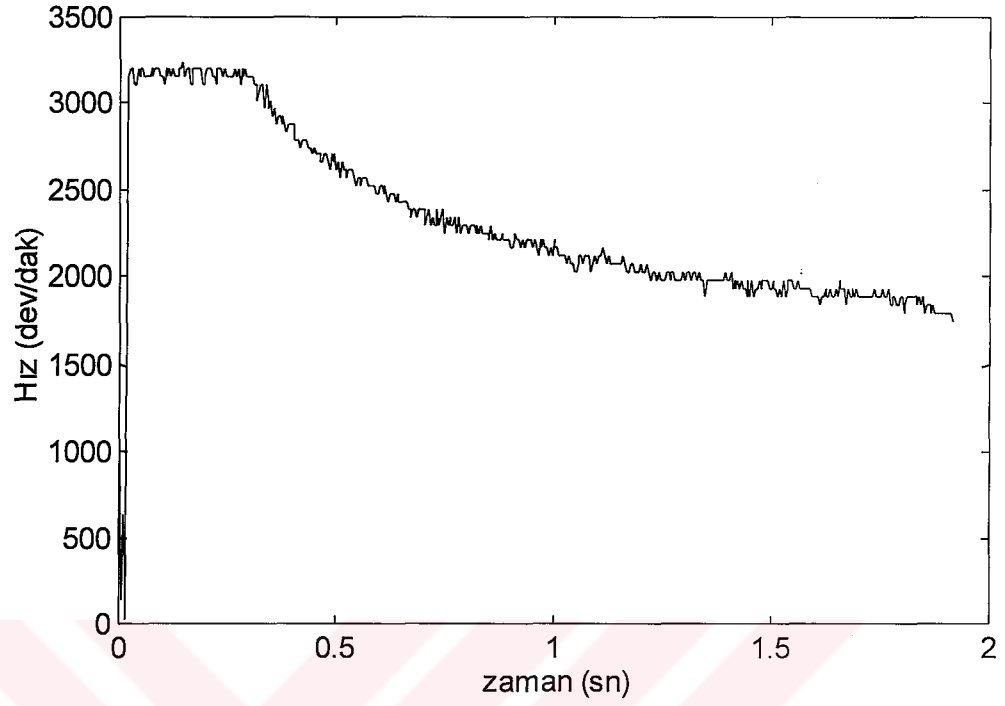
Şekil 11.17. Birinci DC Motor hız devrinin 1800 d/d' dan 2600 d/d' ya ulaşması (Kontrolsüz)



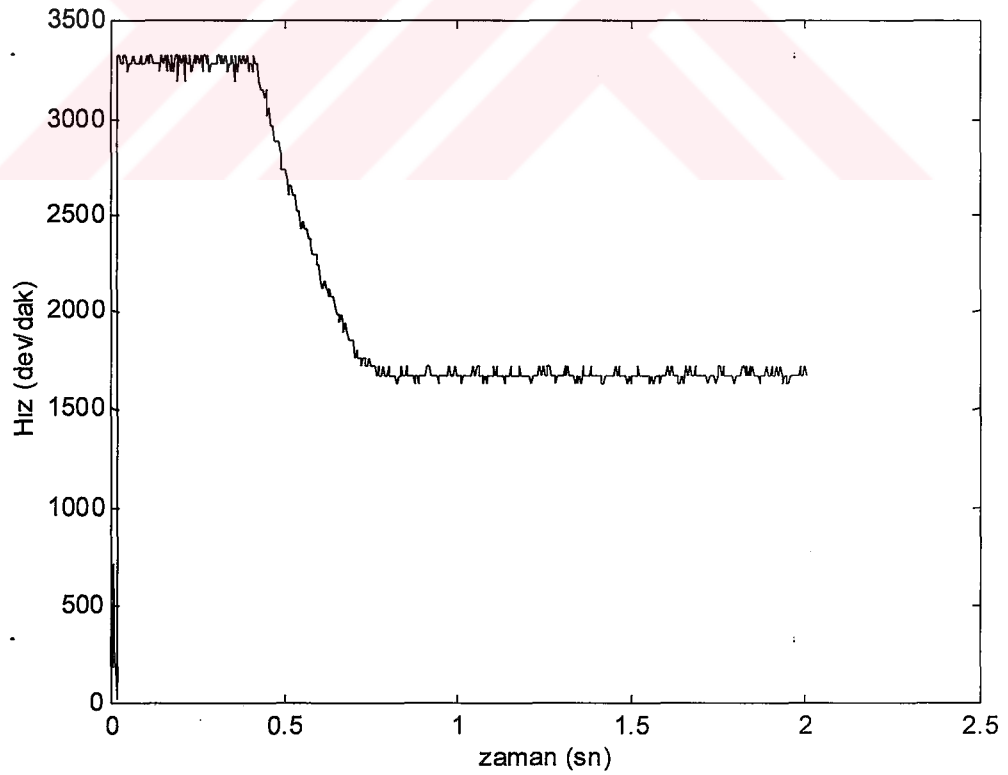
Şekil 11.18. Birinci DC Motor hız devrinin 1800 d/d' dan 3200 d/d' ya ulaşması (PLC Kontrollü)



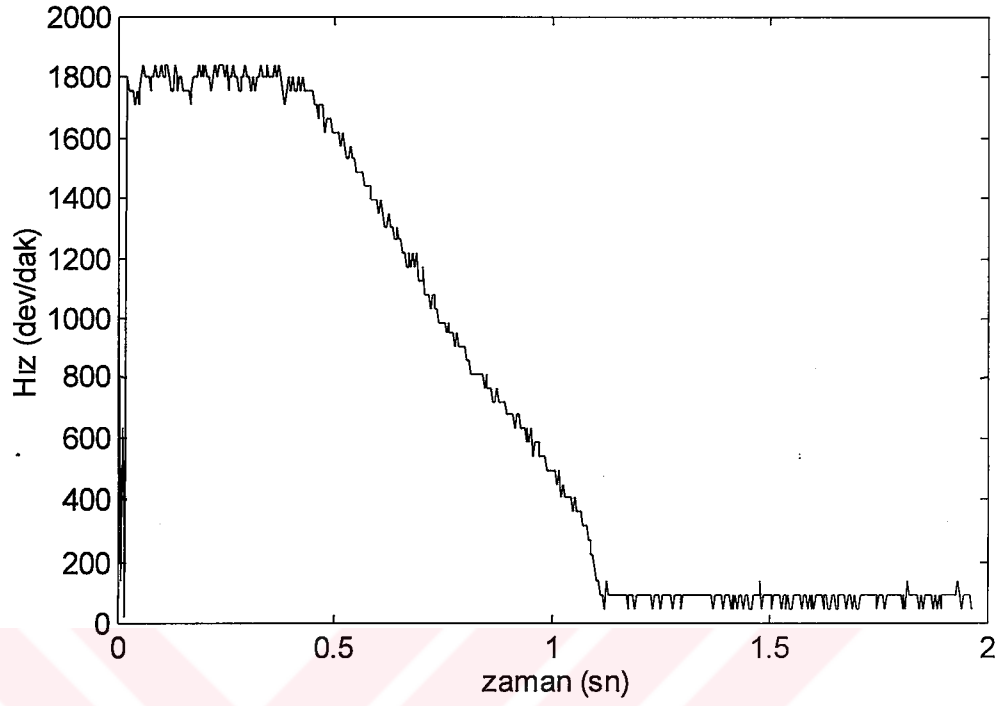
Şekil 11.19. Birinci DC Motor hız devrinin 1800 d/d' dan 3200 d/d' ya ulaşması (Kontrolsüz)



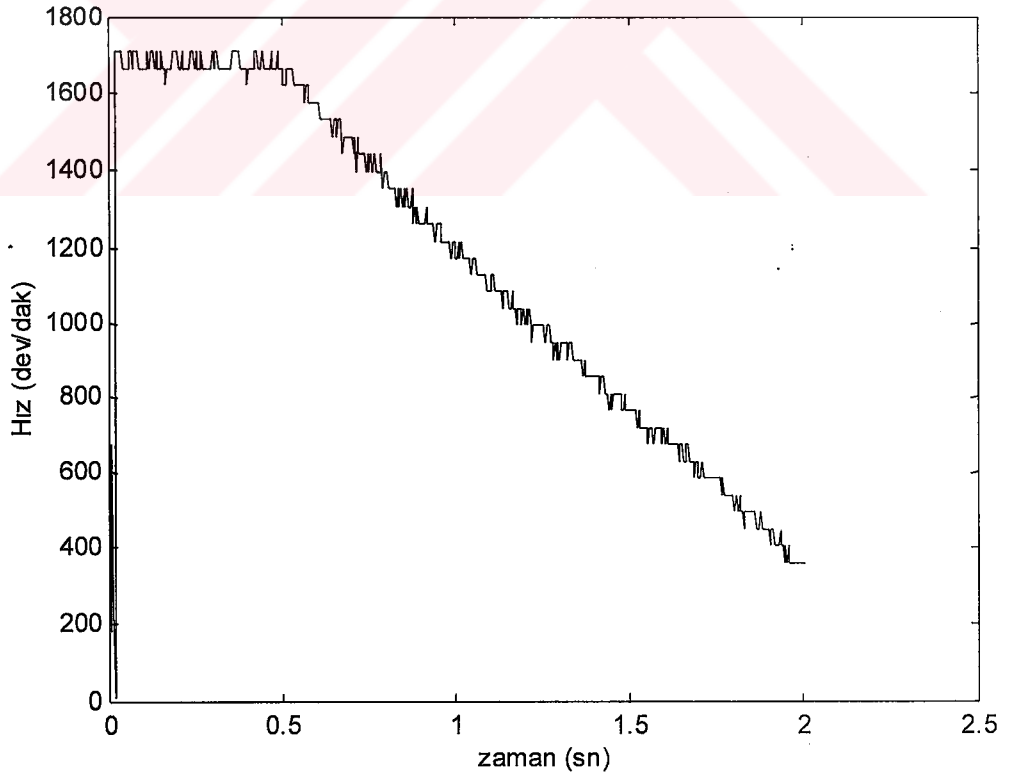
Şekil 11.20. Birinci DC Motor hız devrinin 3200 d/d' dan 1800 d/d' ya inmesi (PLC Kontrollü)



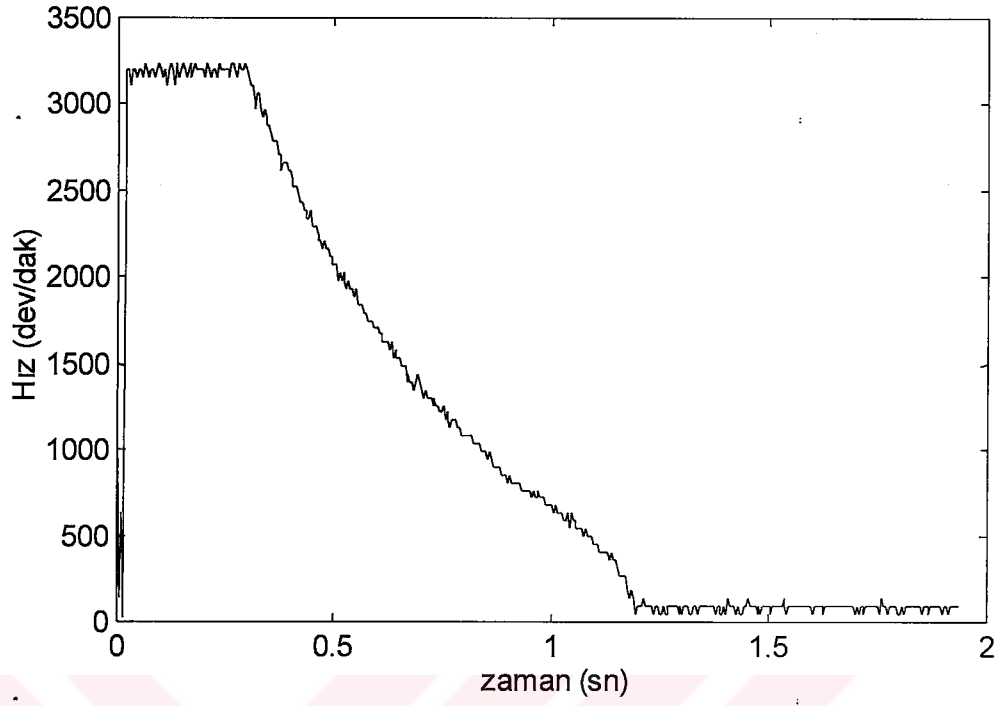
Şekil 11.21. Birinci DC Motor hız devrinin 3200 d/d' dan 1800 d/d' ya inmesi (Kontrolsüz)



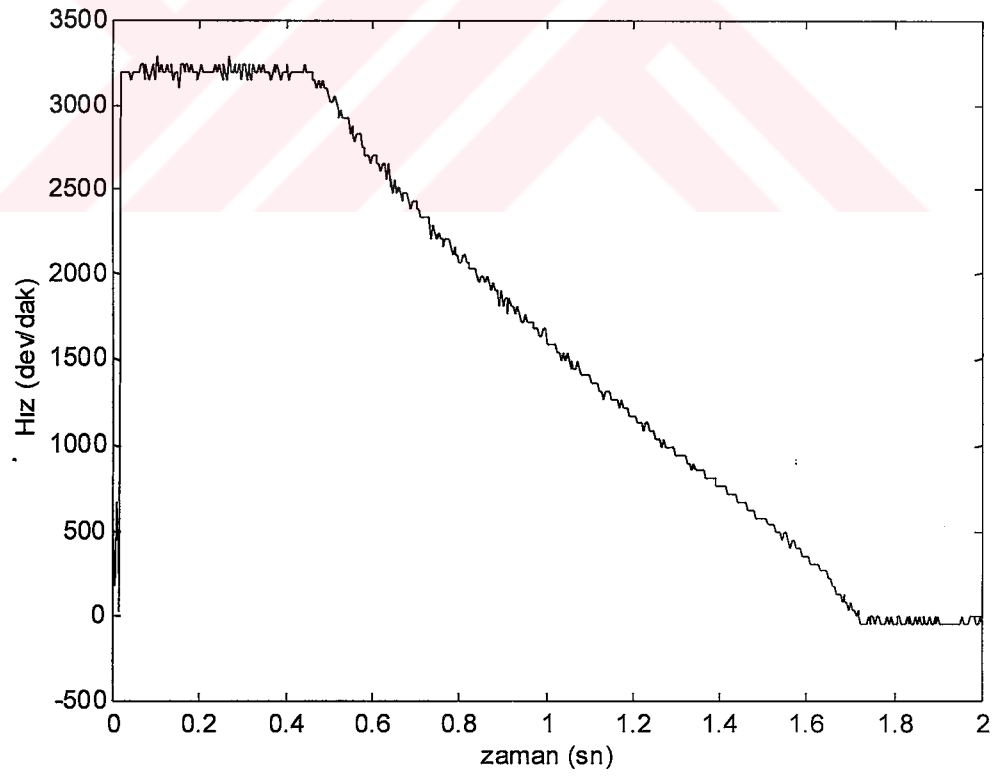
Şekil 11.22. Birinci DC Motor hız devrinin 1800 d/d' dan 0 d/d' ya inmesi (PLC Kontrollü)



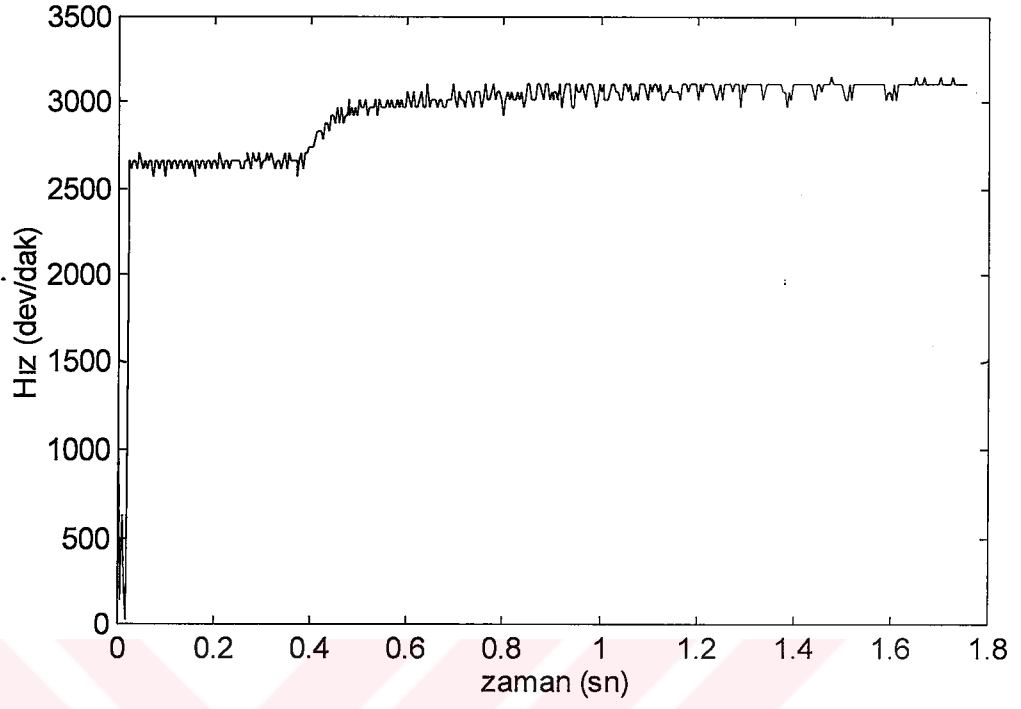
Şekil-11.23. Birinci DC Motor hız devrinin 1800 d/d' dan 0 d/d' ya inmesi (Kontrolsüz)



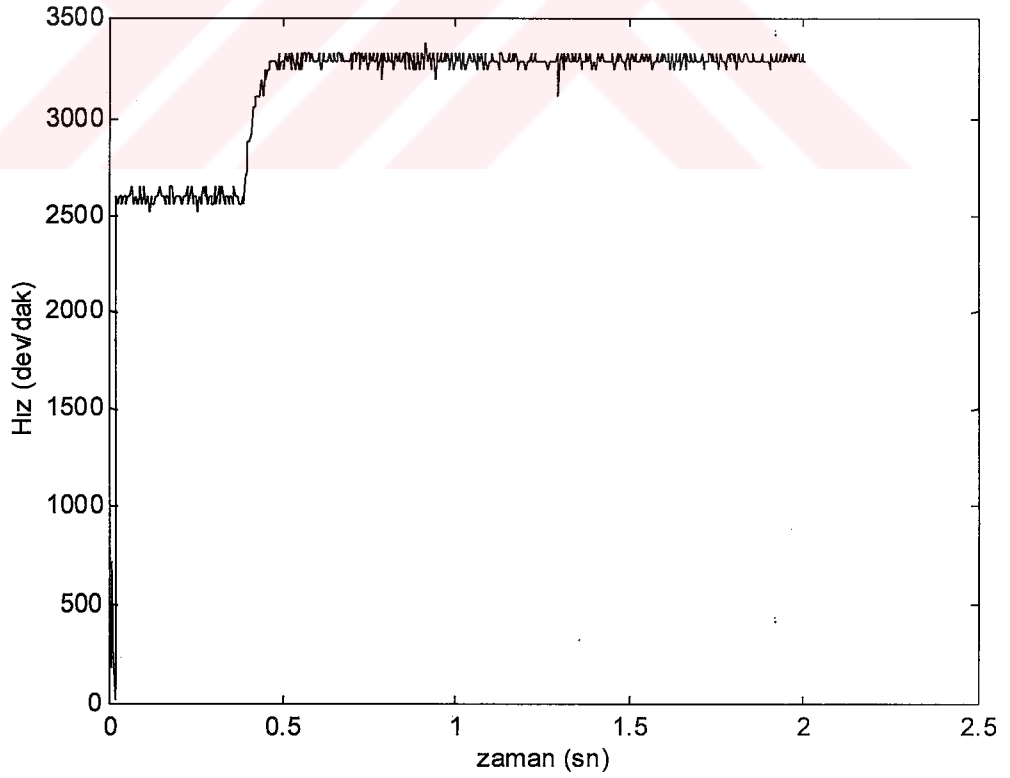
Şekil 11.24. Birinci DC Motor hız devrinin 3200 d/d' dan 0 d/d' ya inmesi (PLC Kontrollü)



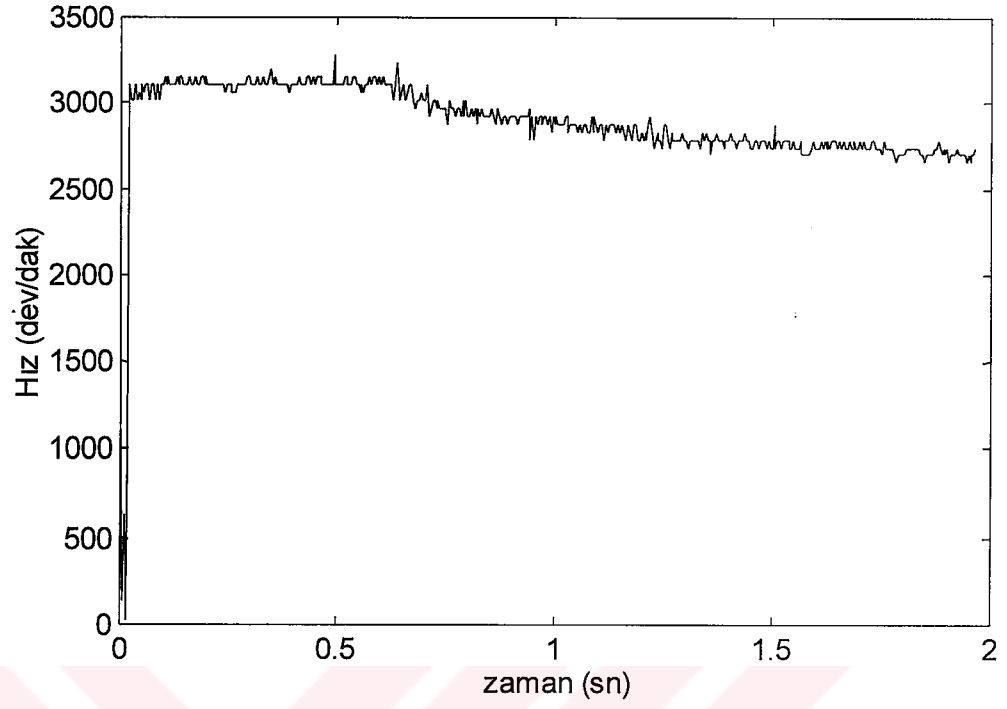
Şekil 11.25. Birinci DC Motor hız devrinin 3200 d/d' dan 0 d/d' ya inmesi (Kontrolsüz)



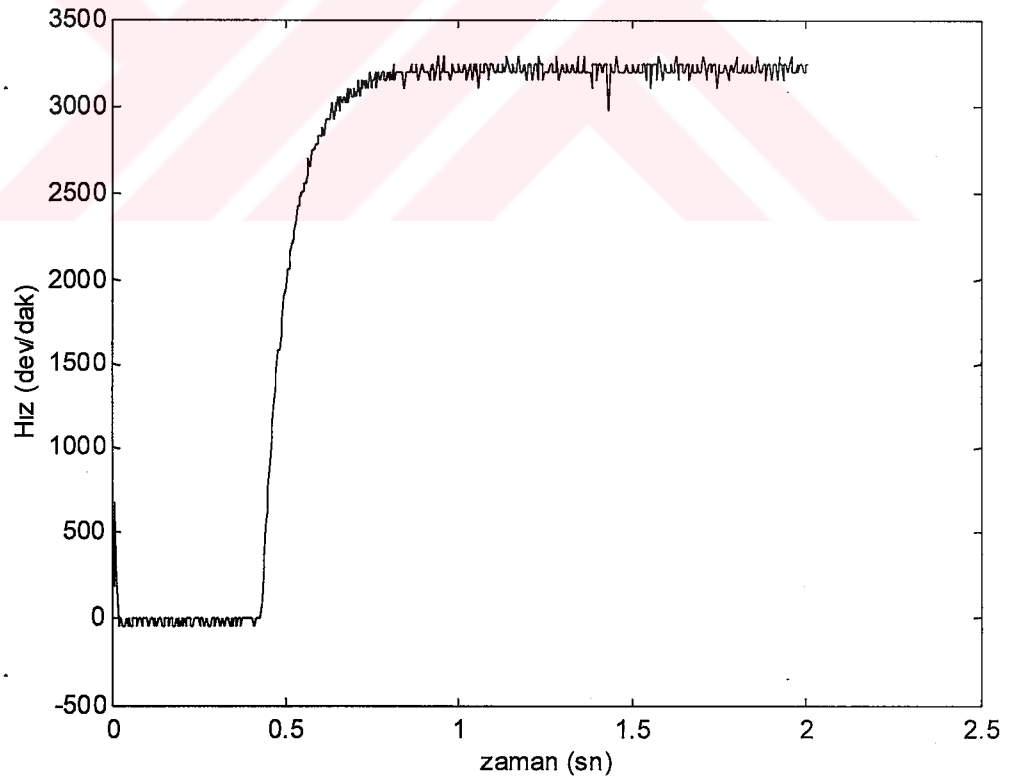
Şekil 11.26. İkinci DC Motor hız devrinin 2600 d/d' dan 3200 d/d' ya ulaşması (PLC Kontrollü)



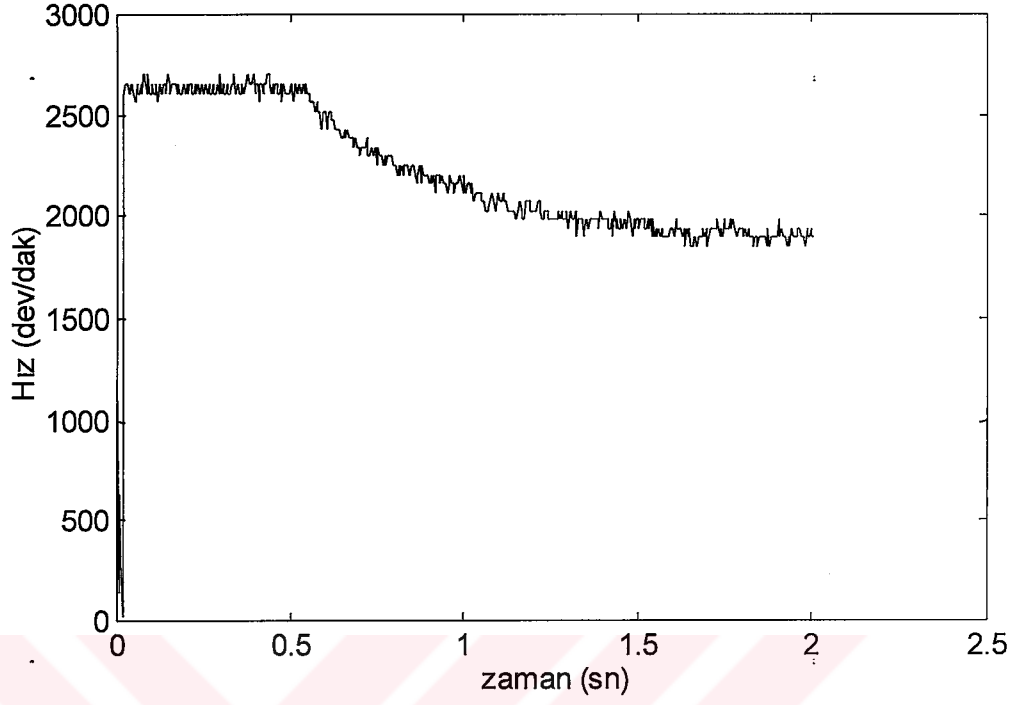
Şekil 11.27. İkinci DC Motor hız devrinin 2600 d/d' dan 3200 d/d' ya ulaşması (Kontrolsüz)



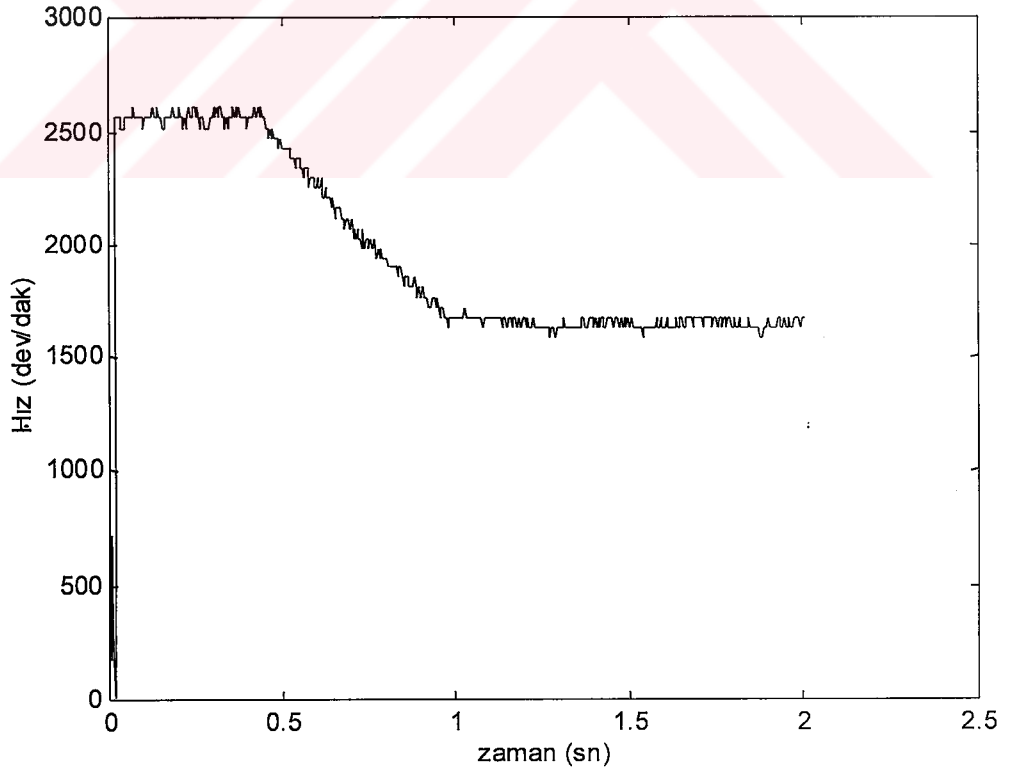
Şekil 11.28. İkinci DC Motor hız devrinin 0 d/d' dan 3200 d/d' ya ulaşması (PLC Kontrollü)



Şekil 11.29. İkinci DC Motor hız devrinin 0 d/d' dan 3200 d/d' ya ulaşması (Kontrolsüz)



Şekil.11.30. İkinci DC Motor hız devrinin 2600 d/d' dan 1800 d/ d' ya inmesi (PLC Kontrollü)



Şekil 11.31. İkinci DC Motor hız devrinin 2600 d/d' dan 1800 d/ d' ya inmesi (Kontrolsüz)

12. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu bölümde uygulamada gerçekleştirdiğimiz robot kontrolünde kullandığımız iki adet DC motorların hız kontrolü yapılmış ve sonucunda elde edilen grafikler hakkında değerlendirme yapılmıştır. Aynı zamanda PLC ile PID kontrolün uygulamadaki önemi açıklanmıştır:

PID kontrol endüstride en yaygın kullanılan kontrol yöntemidir. Bunun nedeni hemen hemen her sistemde uygulanabilir olmasıdır. Analog PID kontrolörler genellikle hidrolik, pnömatik, elektrik ve elektronik veya bunların kombinasyonlarından oluşur. Burada PID kontrolün, sayısallaştırılıp PLC’de uygulanabildiği görüldü. Tezde gerçekleştirilen uygulamada PLC’de PID yöntemi kullanılarak robot kontrolünde DC motorların hız denetimi yapıldı. Ayrıca DC motorların PID kontrol yapılmadan hız kontrolleri gerçekleştirilmiş ve PID kontrol ile aralarındaki farklar deneysel sonuçlarda gösterilmiştir.

Motor hız bilgisi PLC’ nin analog giriş kartına, deney seti üzerindeki takometre çıkışından geri besleme halinde getirildi. Bu değer, PLC’de PID yöntemi ile yaptığımız programda girdiğimiz set değerinden çıkartılarak hata “e” hesaplandı. Buradaki set değeri istenilen referans değeridir. Bir sonraki tarama esnasında bir önceki hata değeri başka bir veri alanına kaydırıldı, böylece “ e_n ve e_{n-1} ” hata değerleri her ikisi birden ayrı veri alanlarında tutulur. Bu iki değer ışığında P, I ve D değerleri hesaplandıktan sonra program üzerinde en uygun orantısal (P), integral (I) ve türevsel (D) değerleri girilmektedir.

PLC’de oluşturduğumuz programın tarama süresi 10ms’dir. Bu tarama süresine örnekleme zamanı diyoruz. Bu zaman çok önemlidir. Bu süreç içerisinde takometreden alınan analog değer PLC’ nin analog giriş kartına verilir. Burada sayısallaştırıldıktan sonra bulunan hataya göre PLC’ nin dijital kartından gerilim sinyali uygulanır. Bu fonksiyonların geçtiği süreye tarama zamanı veya örnekleme zamanı demekteyiz. Örnekleme zamanını deney deneyimleri sonucunda en uygun değer olarak belirlemekteyiz. DC motor sürücüsü olarak deney setinin darbe jeneratörü ve tristörlü sürücü devresi kullanıldı. Motorların PLC bağlantıları yapıp program çalıştırıldığında her bir motorun aynı anda istenilen hızlarına yani set değerlerini takip ettiği bilgisayar monitöründe görülebilmektedir. Parametre ayarları yapıldığında taşmanın ve oturma zamanının azaldığı kalıcı hatanın minimuma düştüğü görüldü.

Deney seti ile yapılan kontrolde robot kontrolünde motor hızlarının yüksek hız set değerini yakalamasında daha kararlı olduğu görülmektedir. Uygulamada kullanılan DC motorların hız grafik sonuçları dijital osilaskop ile ölçümler alındı. Takogeneratörlerden kontrol gerilimi diferansiyel probalar vasıtası ile osilaskopa verilerek burda kontrol data değerleri elde

edildi. Bu data değerleri ile MATLAB da grafikler çizildi. Uygulamada hız kontrolünün başarılı bir şekilde sonuçlandığını gördük. Fakat grafik sonuçlarını almak için kullandığımız diferansiyel problemler sisteme bağlandığında oluşan parazitler nedeniyle bir değere sabit olarak oturmayıp küçük salınımlar yaptığı görüldü.

Program içindeki K_p , K_i , K_d parametreleri değiştirilerek aynı program ile başka sistemler de (fırın sıcaklığı, tank seviyesi, pH değeri, ağırlık kontrolü gibi) uygulanabilir. Bu özelliği sayesinde program PID ve PLC konuları için bir deney seti olarak laboratuarda eğitim amaçlı kullanılabilir.

" Bu çalışmamızda kullandığımız Siemens S7-200 Micro PLC seti diğer PLC setlerinden çok daha hassas ve daha hızlı kontrolörler gerçekleştirdiğini görmüş olduk. Bu tip PLC' ler ile endüstride tam saha otomasyonunun yanında çok sayıda PID kontrol de yapılabilir.

13.TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada endüstride ve eğitimde kullanılmak üzere iki serbestlik derecesine sahip robotta kullandığımız iki adet DC motorun hız kontrolleri PLC kullanılarak yapılmaya çalışılmıştır. Gerçekleştirilen bu uygulamayla elde edilen bilgi birikimi ve deneyim derslerde ve daha sonraki araştırmalarda kullanılacak olması da ayrıca önem taşımaktadır. Laboratuvarımıza alınan PLC seti ile bir çok proje öğrenciler tarafından gerçekleştirildi. Bu projeler sayesinde öğrencilerin endüstri ve sanayi alanında ufukları gelişmiştir. Bu sonuç da bizleri ilim ve teknoloji yönden pozitif olarak etkilemektedir.

İleri aşamalarda, daha çok giriş/çıkış sayısına sahip PLC veya ek genişleme modülleri daha yüksek serbestlik derecesine sahip farklı uygulamalar için bu çalışmada kullanılacaktır. Bu sayede seçilebilecek farklı robot el ile de, farklı işlemleri de kapsayabilecektir. Bunun yanında PLC' nin yapay zeka metotları ile entegrasyonu üzerinde çalışılacak ve zeka gerektiren çeşitli robot hareketlerinin kontrolü de PLC ile gerçekleştirilebilecektir.

25 yıl önce sanayi uygulamalarında kullanılmaya başlanmış ve on yıldır IDEC, FESTO, MITSUBISHI, SIMATIC, AEG, OMRON, TOSHIBA, WESTING HOUSE, GENERAL ELECTRIC, GEC ve SIEMENS gibi firmaların tabanı ve programlama mantığı birbirine çok yakın, kendi aralarında değişik üstünlükler ile ayrılan PLC sistemlerini geliştirmeleriyle, otomatik kontrol sisteminde hız, kontrol, güvenlik, ürün kalitesi yanı sıra, yeni bir ürün imali için kumanda devrelerinin yeniden oluşturulması, montajı ve bağlantıları yerine sadece PLC programlama ile giderilmesi çok büyük bir avantaj sağlamıştır. Bu da PLC tabanlı kontrol sistemlerinin endüstriyel otomasyon alanında her geçen gün daha da gelişerek kullanılmasını sağlamıştır. Endüstride yaygın olarak kullanılan PLC Siemens firmasına aittir. Çok geniş kullanma tabanına sahiptir. Biz de tüm çalışmalarımızı S7-200 Siemens Micro PLC seti ile gerçekleştirdik.

PLC kullanımı ile, tesis ve arıza bakımlarından röleli, bilgisayar ve mikroişlemci kontrollü sistemlere göre bir çok avantajlar sağlamaktadır. Bilgisayar ve mikroişlemci kontrollü bir sistemde oluşacak arızaların tesbiti ve tamir zorluğu, sistemin gerçekleştirilmesi esnasında bu elemanların kumanda edilecek elemanlarla ara biriminin maliyeti ve zorluğu, özellikle PC' lerin gerçek zaman uygulamalarında güvenilir olmaması, röleli sistemlerde istenen her fonksiyonun elde edilmemesine karşılık; PLC' li sistemler maliyet, esneklik, güvenilirlik, arıza ve ayrıca tesislerde her zaman muhtemel olan bir değişiklik veya ilave durumlarına cevap verme bakımlarından üstündür.

KAYNAKLAR

1. Frank G., 1986, Design and Real-Time Control of A Flexible Arm, MSc. Thesis, Maryland University, Maryland.
2. Ergen, Ö. R., Design, 1995, Construction and Implementation of an Industrial Robot, MSc. Thesis , Middle East Technical Universty, Ankara.
3. Sagirolu, S., 1994, Modeling A Robot Sensor Using Artificial Neural Networks, Ph.D. Thesis , Wales University, Cardiff.
4. Chang, S., 1991, Redundant-Drive Backlash –Free Robotic Mechanism: Mechanism Creation, Analysis, and control, Ph.D. Thesis Maryland University, Maryland.
5. Edan Y., 1994, Miles G., Systems Engineering of Agricultural Robot Design, IEEE TANSCTIONS ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, Vol. 24, No.8, pp 1259-1265.
6. Babayigit, B., 2000, Ar-Ge Robot tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
7. Kurtulan S., Arapgiroglu K., 1998, ‘Simatic S7-2000İle Endüstriyel Otomasyon ‘ s.1-9, İTÜ Elek .Elektronik Fak. Ofset Baskı Atölyesi .
8. Bryan L.A and Bryan E.A, 1997, Programmable Controllers Industrial Text Company , Georgia.
9. Michel G., 1990, Programmable Logic Controllers and Architecture and Application, John Wiley and Sons , New York.
10. Warnock P., 2000, Control Engineering Europe, Fieldbus Special Issue, Cahners Europe, p. 43, July/August .
11. Güler B, 1999, PLC’ lerde PID Yöntemi Kullanarak DC motor hız denetimi Kocaeli Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümünde çalışma olarak yapılmıştı.

12. Siemens A.G, 1998, Simatic S7-2000 Programmable Controller, System Manuel, Nuernberg.
13. Özkan A, 1999, PLC ve SCADA destekli pozisyon kontrolü Erciyes Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans Tezi.
14. ABB Traction, 1998, "İstanbul Metro System: Instructional Training Program".
15. S.Kurtulan, 1992, Bir Elektrikli Ulaşım Sisteminin Modellenmesi Ve Simülasyonu Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü .
16. Josef Weigman, Gerhard Kilion., Crispin P, 2000, Decentralization with PROFIBUS-DP, Wiley-VCH.
17. M. Gökaşan, S. Kurtulan, S. Boğosyan, 2000, "İstanbul Metro Vagon Kumanda Sisteminin PLC' de gerçekleştirilmesi ve Testi Projesi", İTÜ Vakfı ve İstanbul Ulaşım A.Ş.
18. J. R. Leigh., 1992, Applied digital Control: Theory Design and Implementation .
19. G. Olsson, G . Piani., 1992, Computer Systems for Automation and Control, Prentice Hall .
20. M. Gökaşan, S. Kurtulan, M.Kalyon , S . Bogosyan, F. Caliskan, O.Yildiz, 1999, "Boğaziç, Hafif Metro Kontrol Sisteminin Analizi", Int. Advanc. Technol. Sysmp., İstanbul,8-10 March.
21. Hitachi, 1991, Opereation Manuel, Hitachi H-200 Series
22. Hitachi, 1991, Programming Manuel, Hitachi H-200 Seres
23. Zirekgür N, 1997, Ark Fırınlarında Elektrot Kaydırma Sistemi PLC İle Kumandası, Yüksek Lisans Tezi.
24. Yılmaz S, 1998, PLC' lerde bulanık mantık yöntemi ile motor hız denetimi Kocaeli Üniversitesi Elektrik Mühendisliği ve Haberleşme Bölümünde Yüksek Lisans Tezi.

25. Hurma H, 1998, PID Kontrolör ve PLC Uygulamaları İstanbul Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans Tezi.



ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Van' da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Van' da tamamladı. 1996 yılında girdiği F.Ü. Makine Mühendisliği Bölümünde bir yıl kayıt dondurduktan sonra 1997 yılında eğitime başladı. 2001 yılında bölüm birincisi olarak lisans eğitimini bitirdi. 2001 yılında F.Ü. Makine mühendisliği Makine Teorisi ve Dinamiği Ana Bilim Dalında yüksek lisansa başladı. Yüksek lisansı başarı ile bitirerek 2004 yılında Doktora'ya başladı.

