

47016

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PROGRAMLANABİLİR  
LOJİK KONTROL ELEMANLARI

Mak.Müh.Hüseyin Aytunç ERASLAN

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalında

hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. Muharrem BOĞOÇLU

İSTANBUL, 1995

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
T.C. İZMİR İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ

## İÇİNDEKİLER

<b><u>Konu Açıklama</u></b>	<b><u>Sayfa No</u></b>
<b><u>No:</u></b>	
İçindekiler	I
Teşekkür	IV
Türkçe Özet	V
İngilizce Özet	VI
1. GİRİŞ	1
2. PLC'NİN BİLEŞENLERİ VE ÇALIŞMA SİSTEMLERİ	2
2.1. PLC'NİN BİLEŞENLERİ	2
2.1.1. Merkezi İşlem Birimi	3
2.1.2. Programlayıcı/Monitör	4
2.1.3. Giriş/Çıkış (I/O) Modülleri	4
2.1.4. I/O Modüllerinin Uzağa Yerleştirilmesi	7
2.1.5. Tek ve Analog Modülleri	7
2.1.6. Yazıcılar	7
2.1.7. Program Kayıt Cihazları	7
2.1.8. İletişim Hızı Düzenleyicisi	8
2.2. PLC BİLEŞENLERİNİN ÇALIŞMA SİSTEMLERİ	8
2.2.1. Merkezi İşlem Biriminin Çalışması	8
2.2.2. PLC'lerde Kullanılan Bellek Çipleri	9
2.2.3. Güç Kaynakları	11
2.2.4. Sabit ve Değişebilir Bellek	12
2.2.5. İşlemci	13
2.2.6. Giriş Modülleri	14
2.2.7. Çıkış Modülleri	14
3. PLC TEMEL FONKSİYONLARI VE PROGRAM ÖZELLİKLERİ	16
3.1. ADIM DİAGRAMLARI VE ADIM LİSTELENMESİ	16
3.2. REGISTERLER VE ADRESLER	21
3.3. ZAMANLAYICILAR	24
3.3.1. (X) ve (0) ile Zamanlayıcı Durumunun Tanımlanması	24
3.3.2. Baskın Tip Zamanlama Fonksiyonları	25
3.3.3. Zamanlayıcı Fonksiyonu Örnekleri	25
3.3.4. Bir Endüstriyel İşlem Zamanlama Probleminin Çözümü	32
3.4. SAYICILAR	37
3.4.1. Temel PLC Sayıcı Fonksiyonu	37
3.4.2. Sayıcı Fonksiyonu Örnekleri	39
3.4.3. Hem Sayıcı Hem Zamanlayıcı Programlar	40
4. ORTA VE İLERİ DÜZEY FONKSİYONLAR	42
4.1. ARİTMETİK FONKSİYONLAR	42
4.1.1. Toplama Fonksiyonu	42
4.1.2. Çıkartma Fonksiyonu	43
4.1.3. Tekrarlama Saati	45
4.1.4. Toplama ve Çıkartma Fonksiyonlarının Bir Sınır Yerleştirme Kullanımı	45
4.1.5. Çarpma Fonksiyonu	47
4.1.6. Kare Alma Fonksiyonu	49
4.1.7. Bölme Fonksiyonu	49
4.1.8. Karekök Fonksiyonu	50
4.1.9. Çifte Hassasiyet Fonksiyonu	50

4.2. SAYI KARŞILAŞTIRMA FONKSİYONU	51
4.2.1. Altı Karşılaştırma Fonksiyonu	51
4.2.2. Genel Karşılaştırma Fonksiyonları	52
4.2.3. Karşılaştırma Fonksiyonlarının Uygulamaları	53
4.3. ATLAMA VE RÖLE KONTROL FONKSİYONLARI	57
4.3.1. Atlama Fonksiyonu	58
4.3.2. Ana Röle Kontrol Fonksiyonu	60
4.3.3. Sıçrama Fonksiyonu	62
4.4. VERİ TAŞIMA SİSTEMLERİ	64
4.4.1. Taşıma Fonksiyonu	64
4.4.2. Geniş Veri Bloklarının Taşınması	67
4.4.3. Tablo ve Register Taşınması	69
4.5. DİJİTAL BİTLERİN KULLANIMI	70
4.5.1. Bir Registerdeki Bit Şekilleri	70
4.5.2. Bit Toplama Kontakı	70
4.5.3. Register Bit Durumunun Değiştirilmesi	71
4.5.4. Bit Kullanım Uygulamaları	72
4.5.5. Kaydırma Register Uygulamaları	74
4.6. MATRİS FONKSİYONU	78
4.6.1. Matris Fonksiyonlarının Kullandıkları Yerler	78
4.6.2. "Ve" Matris Fonksiyonu	79
4.6.3. "Veya" Matris Fonksiyonu	81
4.6.4. "Özel Veya" Fonksiyonu	82
4.6.5. "Tamamlama" Fonksiyonu	83
4.6.6. Karşılaştırma Matrisi	84
4.6.7. Birleşik Matris İşlemleri	85
4.7. DİĞER İLERİ PLC FONKSİYONLARI	87
4.7.1. Bilgisayarla Bütünleşik I/O Modülleri	87
4.7.2. Çabuk Yenileme	87
4.7.3. Geçiş Fonksiyonu	89
4.7.4. Sürekli Seçme	89
4.7.5. Artan Sıralama	90
4.7.6. Yayınlama Yazısı	90
4.7.7. İlk Giriş/İlk Çıkış ve İlk Giriş/Son Çıkış	90
4.7.8. Program ve Watchdog Fonksiyonu	91
4.8. ANALOG PLC İŞLEMLERİ VE PID KONTROL	92
4.8.1. Analog Modül ve Sistem Tipleri	92
4.8.2. Analog Sinyal İşleme	93
4.8.3. BCD veya Multibit Veri İşleme	96
4.8.4. PID Kontrol	96
4.8.5. PID Prensipleri	96
4.8.6. Tipik İşlem Kontrol Eğrileri	98
4.8.7. Tipik PLC PID Fonksiyonları	100
5. TEMEL PROGRAMLAMA YOLLARI	104
5.1. GENEL PROGRAMLAMA YOLLARI	104
5.1.1. Programlama Formatları	105
5.1.2. PLC Adım Şemasının Uygun Tasarımı	105
5.1.3. İşlem Tarama	107
5.1.4. PLC Çalışma Hataları	107
5.1.5. Arıza Güvenlikli Devreler	108
5.2. AÇIK/KAPALI GİRİŞLERİN, AÇIK/KAPALI ÇIKIŞLAR ÜRETMEK İÇİN	

PROGRAMLANMASI	110
5.2.1. Girişler/Kontaklar	110
5.2.2. Çıkışlar /Bobinler	111
5.2.3. Çalışma Metodları	112
5.3. YARDIMCI KOMUTLAR VE FONKSİYONLAR	115
5.3.1. "Monitör" Modu Adım Diagramları	115
5.3.2. "FORCE" Modu	116
5.3.3. Adım Şemalarının Çıkışının Yapılması	117
5.4. PROGRAMLAMA YAZILIMI İLE PLC'LERİ PROGRAMLAMA VE PROGRAMLAMA DİLLERİ	121
5.4.1. Uygun Programlama Dilinin Seçimi	122
5.4.2. Seçilen Yazılım İle Donanım Arasında Bağlantı Kurma	123
5.4.3. Program Yapılanması	123
5.4.4. Alt Programların Planlanması ve Programlanması	125
5.4.5. Programın Yapılması	126
5.4.6. Yazılmış Programların Test Edilmesi	127
6. PLC SİSTEMLERİNİN MONTAJI, BAKIMI, HATA ARANMASI	129
6.1. Giriş Kontrolü	129
6.2. Çalışma Ortamının Hesaba Alınması	129
6.3. Montaj	129
6.4. Elektrik Bağlantısı ve Topraklama	130
6.5. Test etme	131
6.6. Devre Korunması ve Kablolama	132
6.7. Hat değişimleri	133
6.8. Hata Arama Prosedürü	135
6.9. Düzeltme İşlemleri	138
6.10. PLC'lerin Bakımı	138
7. PLC SİSTEMLERİNİN KLASİK SİSTEMLERLE KARŞILAŞTIRILMASI	139
8. SONUÇ	141
9. PLC KONTROL SİSTEMİNİN BİR KUTULAMA İŞLEMİNDE KULLANIMI	150
KAYNAKLAR	158

**TEŞEKKÜR**

Tezin hazırlanması sırasında konuya göstermiş olduğu iyi niyetli yaklaşımdan dolayı Yrd.Doç. Dr. Muharrem Boğoçlu'ya, sağladığı teknik imkanlar ve hoş görüsünden dolayı Bay Otto Bauer aracılığıyla bütün Festo San.Tic. A.Ő. Pnömatik ve Didaktik bölümü teknik danışmanlarına ve tezin basılmasına yardım eden sayın Ebru Eren'e teşekkür ederim.

Hüseyin Aytunç ERASLAN  
İstanbul, Şubat 1995



## ÖZET

Son yıllarda kontrol ve otomasyon teknolojisi alanlarında çarpıcı değişiklikler yaşanmaktadır. Geçmişte kontrol problemleriyle uğraşmak amacı ile röle ve kontaktör devreler kullanılmaktaydı, günümüzde ise bu iş için bilgisayar sistemleri kullanılmaktadır.

“Hard-wired Programmed Controls” olarak da bilinen klasik kontroller, yerlerini programlanabilir lojik kontrol elemanlarına (PLC) bırakmıştır. Bu gelişme, PLC'ye avantajlar getiren tamamen farklı bir sinyal işleme metoduyla kolayca açıklanabilmektedir.

Klasik kontrollerde sinyalin işlenmesi, sinyal jeneratörleri ve son kontrol elemanları arasındaki telleme ile sağlanmaktaydı. Sistem değişikliği işlem lojiginde de değişime sebep olduğundan, tellemenin de yenilenmesi gereklidir, eğer durum kötüleşirse yeni devre bölümlerinin yerleştirilmesi gerekmektedir.

Bir PLC'de telleme işi, bilgisayarın hafıza modülünde depolanan bir program ile değiştirilir ve mikroişlemciler ile işlem görür. Program değişiklikleri kolaylıkla yapılabilir; böylelikle yeniden telleme işlemi ortadan kaldırılmış olmaktadır.

PLC, merkezi kontrol birimi, program hafızası ve giriş ve çıkış modüllerini ihtiva etmektedir. Merkezi kontrol birimi ve bellek çoğunlukla “bilgisayar” olarak tanımlanır. Her modül, 0 ve 1 ikili değerlerini kabul eden belirli sayıda giriş ve çıkışa sahiptir. Sensörler, PLC ve aktuatörler, kontrol edilen harekete etki eden kontrol cihazını meydana getirmektedir. Giriş ve çıkış modülleri, merkezi kontrol birimi ve algılayıcılar/aktuatörler arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır.

Merkezi işlem birimi, kontrol cihazı içerisinde geçen sinyal akışını kontrol eder. Sensörler tarafından giriş modülleri aracılığıyla merkezi kontrol birimine gönderilen sinyaller kendi aralarında bağlanmıştır ve sonuçlar çıkış modüllerine gönderilmiştir. Çıkış modülleri aktuatörlerin, kontrol edilen hareket dahilinde işleme etki etmesine neden olmaktadır.

PLC programı işlemin metodunu belirlemektedir, örneğin hangi giriş sinyallerinin lojik olarak bağlanacağı ve bunların hangi çıkışlara tahsis edileceği gibi.

PLC programları, sinyallerin işlenmesine ait kurallar içerirler. Her program işlenen ve işleyen kısımları için açıklamalar içerirler. İşlem parçası hangi lojik operasyonların kullanılmakta olduğunu göstermektedir. İşlenen parça ise lojik operasyonlar için hangi giriş sinyallerinin kullanıldığını ve bunların hangi çıkışlara tahsis tahsis edildiğini, işlenen parça bir şeylerin nerede yer alacağını, işlem parçası ise neyin yer alacağını göstermektedir. Yürütülen bir programda tüm açıklamalar bir biri ardından belirli bir sıra içinde işleme girer.

Programın bu sıralama özelliği nedeniyle bir yerleşimin tüm durumlarını aynı anda görmenin imkanı yoktur. Bu nedenle program dairesel bir döngü içinde işlem görür. En son açıklama uygulamaya girdikten sonra program yeniden başa döner ve işlemler tekrar başlatılır.

Programın bir dönüşünün süresi milisaniyelerle ölçülecek bir olaydır. Böylelikle sinyal durumlarının işlenmesi bir anlık gibi görünür. PLC programları merkezi kontrol biriminin program hafızasında saklanır.

Sonuç olarak PLC'nin avantajlarının şunlar olduğu bulunmuştur:

- Kontrol problemine ait değişiklikler her zaman yapılabilir.
- Bunun için çok uzun zamana ihtiyaç yoktur.
- Mekanik işlemlerin dışarıdan kullanımı azaltılmıştır.
- Karmaşık birimlerdeki müdahaleler azaltılmıştır.
- Bir PLC ünitesi ile birden çok makina kontrol edilebilmektedir.
- Gelişen teknoloji sayesinde daha düşük maliyetlere sahip olması.
- Makina için yazılan program, makinaya bağlanmadan laboratuvarında test edilebilmektedir.
- Çalışmanın her kademesi, kontrol paneli üzerindeki ekrandan gözlenebilmektedir.
- Milisaniyelerle tanımlanan tarama süresi ile çok hızlı işleme.
- PLC ünitesi üzerinden gerektiğinde program çıkışı alınabilmektedir.
- Montaj, bakım ve hata aranması çok kısa zamanda tamamlanabilmektedir.

Böylece, PLC ile kontrol edilen sistemler daha güvenilir ve daha ekonomik olmuştur.

## ABSTRACT

In recent years big changes have taken place in the control and automation technology. In the past, relay and contactor circuits were applied to cope with control problems, today an increased use of computer systems can be noticed.

Conventional controls, also known as hard-wired programmed controls, are gradually replaced by programmable logic controllers (PLC). This development can easily be explained by the completely different method of signal processing bringing advantages to the PLC compared to the designs with contacts and relays.

In conventional controls, the signal processing is determined by the wiring between the signal generators and the final control elements. When the tasks for the system changed, causing changes in the processing logic, the wiring has to be altered, and if it comes to the worst, a new installation of circuit parts is necessary.

In a PLC the wiring is replaced by a program which is stored in a memory module of the computer and processed by microprocessors. Alterations in the program can be carried out easily; the problem of rewiring is eliminated.

The processing element, the core of control, is the PLC. It consists of a central control unit, its program memory and the input and out modules. Central control unit and memory often defined as "computer". Each module has defined numbers of inputs and outputs which took 0 and 1 binary value. Sensors, PLC and actuators make up the control device, which influence the controlled action. The input and output modules set up the connections between the central control unit and sensors/actuators.

The central control unit controls the signal flow tasks of the through the control device. Central control unit signals sent out by the sensors to the central control unit via the input modules are interconnected the results transmitted to the output modules. The output modules cause the actuators to influence the process within the controlled action.

The PLC program determines the method of processing, i.e. which input signals are to be logically connected and to which outputs they should be assigned.

The PLC programs contain the rules for the processing of the signals. Each program consists series of instructions, each instruction of an operation part and an operand part. The operation part indicates which logic operations are to be carried out. The operand part indicates which input signal are to be used for logic operation and to which output they should assigned. The operand shows where something is to take place, the operation part shows what is to take place. In a running program all instructions are worked up in sequence, i.e. one after the other.

Owing to this sequential execution of a program, it is not possible to include all conditions of an installations simultaneously. Therefore, the program is processed cyclically: after the last instruction has been performed the program returns to the beginning and the processing is restarted.

For the PLC the resulting advantages are:

- Alterations in control problems can be carried out at any time.
- Elimination of long down-time periods.
- Extensive use of mechanical processes are reduced.
- Reduction of interferences in complex units.
- A PLC unit can control more than one machine.
- With Hi-Tech, they have lower cost.
- Program which written for machine, can be tested at laboratory before commissioning.
- All working steps can control over control and display unit.
- With milliseconds scanning time, faster processing.
- If it is necessary, program can print out over PLC unit.
- Assembling, maintenance and troubleshooting takes short time.

Thus, installations controlled by PLC are more liable and economic.

## 1. GİRİŞ

Programlanabilir lojik kontrol elemanı, kontrol fonksiyonlarını uygulayan, birçok çeşit ve karmaşıklık düzeyindeki kontrol fonksiyonlarını kullanan bir bilgisayardır. Programlanabilir, kontrol edilebilir ve bilgisayar tecrübesi olmayan biri tarafından kullanılabilir. Esasen bir PLC, adım diagramının hatlarını ve donanımını çizmektedir.

Bilgisayarda son çizim, bir metodun kontrolü için gerekli dış yazılımların yerini alır. PLC, on veya off'a giden çıkış birimlerine sahip herhangi bir sistemi çalıştırabilmektedir. Aynı zamanda çeşitli çıkışlara sahip her sistemi de çalıştırabilir. PLC, bir bilgisayarın giriş biriminde on/off aletleriyle veya çeşitli giriş birimleriyle çalıştırılabilir.

10 veya 20 metre uzunluğunda, hem yüzlerce kontaktör veya röleli hemde sayfalarca uzunlukta devre şemalı muazzam büyük anahtarlar kabinleri ile, otomotiv endüstrisi veya tam otomatik bira fabrikasındaki gibi karışık işlemleri kontrol etmek gerekiyordu. Böyle sistemler hantal, komplike ve hatalı çalışmaya meyillidir. İşlemdaki en ufak bir değişiklik, uzak mesafeler üzerinden geniş ve karmaşık kablo döşenmesi demektir. Çalıştırma esnasında anahtarlar işini takip etmek için birçok kişi gerekmektedir. Kontaktörler ortalama bir kaç yüz anahtarlar çevrimi gibi sınırlı bir ömre sahiptir. Daha hızlı üretim işlemlerinde, bu sınırlara daha hızlı ulaşılmaktadır. Hata bulma da oldukça karmaşık işlemdir.

İlk PLC sistemi, 1960'ların sonu ve 1970'lerin başında kullanılan klasik bilgisayarlardan geliştirilmiştir. İlk PLC'ler çoğunlukla otomotiv sektöründeki makinalarda kullanılmıştır. Geleneksel olarak, otomotiv hattındaki bir makina yeni bir modelin geliştirilmesiyle birlikte değişmek zorundaydı. İlk PLC'ler, bu değiştirme zamanını azaltmak için diğer yeni otomasyon teknikleriyle birlikte kullanılıyordu. En çok zaman kayıplarından biri röle ve kontrol panellerinin düzeltilmesi veya kablo döşenmesiydi. PLC klavyesiyle yeniden programlama usulü; kablolarla, röle, zamanlayıcı ve diğer bileşenlerle donatılmış bir panele tekrar kablo döşenmesinin yerini almıştır. Yeni PLC'ler yeniden programlama zamanının kısalmasına yardımcı olmaktadır.

1970'lerin başlarında bilgisayar/PLC yeniden programlama usulleriyle ilgili çok önemli bir problem vardı. Programlar çok karışık ve değişikliklerin yapılabilmesi için yüksek düzeyde eğitim görmüş bir programcıya ihtiyaç vardı. 1970'lerin sonuna doğru, PLC programlarını kullanıcıya daha yakın hale getirmek için bazı düzeltmeler yapıldı. 1978'de mikroişlemci çipinin tanınmasıyla tüm otomasyon sistem çeşitleri içinde olan bilgisayarların gücünü arttırdı ve maliyeti düşürdü. Sonuç olarak robotik, otomasyon aletleri ve PLC dahil olmak üzere, her çeşit bilgisayar düzeltilmeden geçirildi. PLC programları bir çok insan için daha anlaşılır ve satın alınabilir hale geldi.

1980'lerde, maliyetlerin düşmesiyle beraber PLC artan bir oranda kullanılır hale geldi. Bazı büyük elektronik ve bilgisayar şirketleri ve çeşitli şirketlerin elektronik departmanları PLC'lerin çok geniş bir pazar potansiyeline ulaştığını gördüler. PLC pazarı hacmi, 1978'de 80 milyon dolar iken, 1990 yılında 1 milyar dolara yükselmişti.

PLC kontrol ünitesi makinalar şu anda başlıca otomobil, tekstil, ilaç, elektrik, elektronik, gıda, paketlenme, ambalajlama, cam ve cam işleme sanayilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Hatta geçmişte makina takım endüstrisindeki CNC kontrolleri de PLC'lerle yapılmaktadır. Aynı zamanda PLC'ler enerji üretim tesislerinin kontrolü, güvenlik sistemlerinin kontrolü, otel, bina, yüzme havuzu filtreleme işlemi gibi yerlerde de kullanılmaktadır. PLC'lerin evde ve tıpta olan kullanımı da önümüzdeki senelerde artacaktır.

Kısa zaman içerisinde PLC oldukça çabuk basitleşti ki bugün 10 yardımcı kontaktörlü veya 12 adımdan fazla pnömatik kontrole fiyat göz önüne alındığında alternatif olabilecektir.

## 2. PLC SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ VE ÇALIŞMA SİSTEMLERİ

### 2.1. PLC SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ

Giriş ve çıkış, veya I/O, modülleri elektriki sinyal çeviricileridir. Giriş modülleri işlem girişleri yani çeşitli tipte algılayıcılar (optik,indüktif,kapasitif...vb) tarafından hareketlendirilir veya enerjilendirilir. Daha sonra giriş modülü girilen elektrik sinyalini CPU'nun analiz edebileceği bir çıkış sinyaline çevirir. Giriş modülünden CPU'ya gönderilen sonuç sinyali 5 voltluk sayısal pulslara dönüşmektedirler. Pulslar, girişlerin açık veya kapalı olmasının saptanmasında CPU tarafından analiz edilirler. Çıkış modülü CPU'dan 5 voltluk dijital elektrik pulsları alır. Açık-Kapalı çıkışların tesbiti bu pulslarla düzenlenir. Pulse yolu, CPU lojik adım analizi tarafından tesbit edilir. CPU'dan gelen pulslar çıkış modülleri vasıtasıyla çözülmektedir. Çözümleme işlemi uygun elektrik çıkış sinyalleri olarak sonuçlanır. Açık veya kapalı çıkış hareketi kontrol edilmekte olan sistemi beslemektedir.

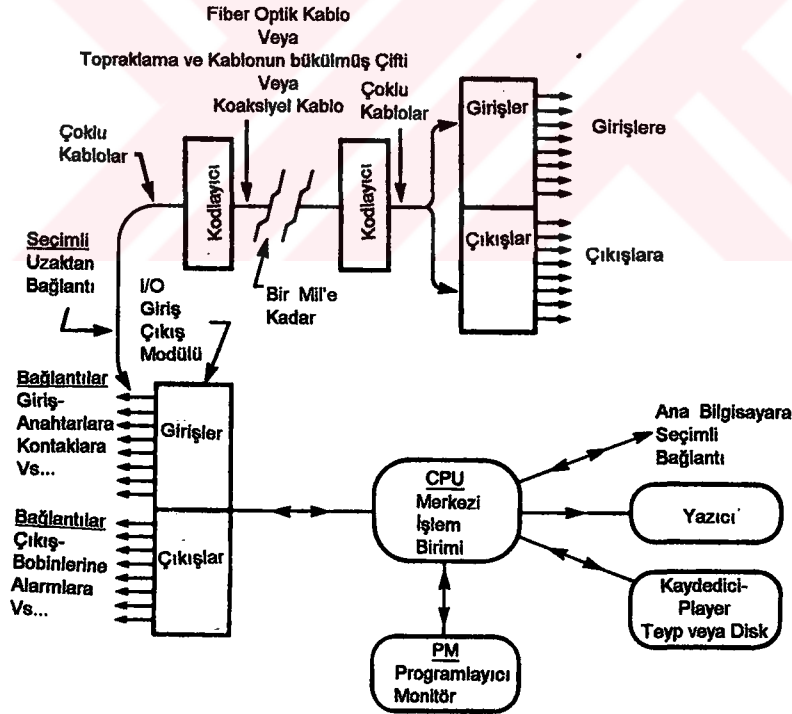
Şekil 2-1 blok formdaki PLC sisteminin başlıca 5 birimini ve bu birimlerin kendi aralarında nasıl bağlandıklarını göstermektedir.Bu başlıca 5 bölüm şunlardır :

\*) Merkezi İşlem Birimi (CPU):Sistemin "beyni" veya kalbidir.

\*) Programlayıcı/Monitör(PM):Programlayıcı, kullanıcının program komutlarını üzerinden yazdığı klavyedir. Monitör, televizyona benzeyen, yazılan veya çalışma komutlarının gösterildiği ekrandır.

\*) Giriş/Çıkış Modülleri (I/O):Giriş modülü ,kullanıcının dışarıdan elektrikselsinyallerin işleme girmesini sağlayan terminallere sahiptir. Çıkış modülü , işleme, hareket sinyallerinin çıkışını sağlayan terminallere sahiptir. Eğer istenirse uzak konumlardaki I/O modüllerine bir elektronik sistem eklenebilir. PLC kontrolü altındaki esas çalışma işlemi, CPU ve onun I/O modüllerinden yüzlerce metre uzakta olabilir.

\*) Yazıcı : Merkezi işlem birimindeki programının yazılı çıkışını yapabilen bir cihazdır. Buna ilaveten , çalışma komutlarının yazılı çıkışında yapılabilir.



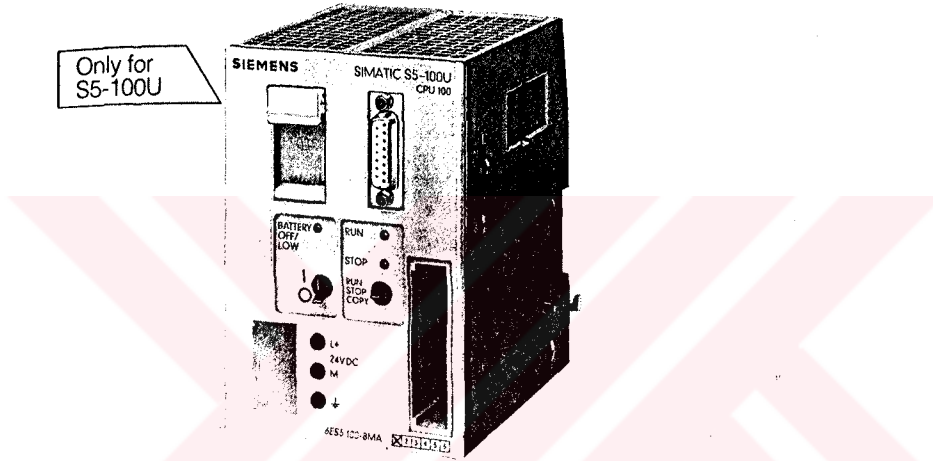
Şekil 2-1 :PLC sistem planı ve bağlantıları

\*) Program Kaydedici/Çalıştırıcı : CPU'daki programları dışarıdan kayıt edebilen cihazlardır. Bazı eski PLC sistemleri teyp cihazları, diğerleri ise floppy disk sistemleri kullanırlar. Daha yeni PLC sistemleri programlama ve kayıt için hard diskleri kullanırlar. Daha sonra saklanacak olan kaydedilmiş programların orjinalleri kayıp olduğunda veya bir hata oluştuğu taktirde bunlar CPU'ya yeniden yüklenebilir.

Daha geniş çaptaki çalışmalar için bir diğer seçenек de CPU'nun ana bilgisayara bağlanmasıdır. Ana bilgisayar, büyük fabrikalarda veya işlem sistemlerinde tek tek PLC sistemlerinin koordinesi için kullanılabilirler. Tek olan birimlerin kendi aralarında bağlanması genelde veri otoyolu olarak (BUS sistemleri) düşünülür.

### 2.1.1. MERKEZİ İŞLEM BİRİMİ

Merkezi işlem birimi PLC sisteminin kalbidir. CPU'nun büyüklüğü kontrol edilecek işlemin boyutlarına göre değişmektedir. Tipik bir PLC CPU'su şekil 2.2'de gösterilmektedir. İşlemi yürütecek iç bellek için, CPU sistemi elemanlarının boyutlarını belirlemek önemlidir. Küçük bir operasyonun kontrolü için sınırlı belleği olan küçük bir PLC birimine; geniş bir sistemin kontrolü için de daha geniş hafızalı ve fonksiyonlu bir birime ihtiyaç vardır.



Şekil 2-2 . Merkezi İşlem Birimi (CPU)

Bazı CPU'lar daha sonradan kolaylıkla eklenebilecek ek hafızaya sahip olabilirler, bazılarında ise bir ilave yapmak veya genişletmek mümkün değildir. Satıcı firma ile ileri düzey bir planlama yapılarak satın alınmakta olan sistemin boyutlarıyla birlikte şimdiki ve gelecekte doğacak ihtiyaçların karşılaştırılması gerekmektedir.

CPU, diğer PLC birimlerine giden kabloları birleştirecek çeşitli bağlantı bölümlerine sahiptir. Satıcı firma tarafından sağlanan doğru kablolarla doğru bölümleri birleştirmek çok önemlidir.

Birçok PLC, üzerinde çalışmakta olan programı herhangi bir güç kaybı esnasında koruyabilmek için yedekleme pillerine sahiptir. Tipik bir yedekleme pili ömrü bir ay ile bir yıl arasındadır. Temel çalışma programı CPU'da daimi olarak saklanır. Giriş gücü kesildiğinde de saklanmaya devam eder. Buna karşılık, işlem kontrolü adım programı daimi olarak saklanmaz. Yedekleme pili, bir güç kesintisi anında CPU'nun işlem kontrolü adım programını muhafaza etmesine yardımcı değildir, yani PLC CPU gücü kaybolduğunda yalnızca çalışma programı kaybolmakta veya silinmektedir.

Tüm CPU'ların çalıştırma anahtarları vardır, bunlar yetkilendirilmemiş personelin devre dışı bırakılmış bir işlemi yürütmesine mani olmak için gereklidir. Düğme tipi anahtar da sistemin çalışma programını korurlar. Anahtar pozisyonları üreticiden üreticiye değişmesine rağmen genelde benzerdirler. Bunlardaki tipik pozisyonlar:

- \* OFF :Sistem yürütülemez ,programlanamaz.
- \* RUN :Sistemin yürütülmesini sağlar,fakat program değişimleri yapılamaz.
- \* DISABLE :Tüm çıkışları kapatır veya işlem göremez konuma getirir.
- \* MONITOR : Çalışma talimatlarını sergileyen ekranı açar.

\* RUN/PROGRAM : Sistem yürütülebilir, program değişiklikleri yürütme anında yapılabilir. Bu modda program güvenlik açısından tamamıyla silinemez fakat değiştirilebilir. Tüm programın silinebilmesi için anahtarın "Disable" pozisyonunda olması gerekir.

\* OFF/PROGRAM veya PROGRAM :Sistem yürütülemez, fakat program değiştirilebilir veya yeniden programlanabilir.

Bazı üretici firmaların programcıları bunlara ek olarak başka özel anahtar pozisyonlarına da sahip olabilmektedir.



Şekil 2-3 Geniş ekranlı programlayıcı/monitör.

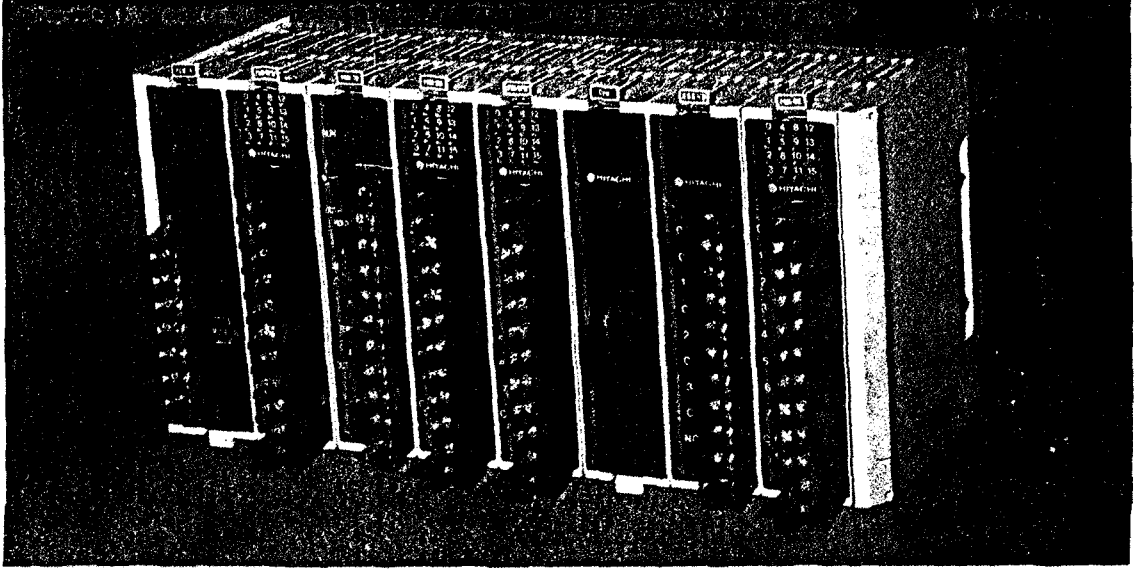
### 2.1.2. PROGRAMLAYICI/MONİTÖR

En önemli farklılık ekran boyutlarındadır. Dolayısıyla buda direkt olarak fiyata yansımaktadır. Fakat daha büyük olan bir birim, ekranda daha fazla bilgi verir. Şekil 2.3 geniş bir monitör ekranını göstermektedir. Geniş bir monitör ekranı, devrenin birden beşe tüm adımlarını gösterir. Daha küçük taşınabilir bir ekran bir seferde devrenin yalnızca bir bölümünü gösterebilir. Küçük bir birimle, yalnızca bir basamağın tamamını görmek için 2 veya 3 adım boyunca gitmek zorunda kalınabilir. Burada genellikle daha ucuz bir "lap top" program monitörü veya üretici firmanın kendisinin geliştirmiş olduğu programlama cihazları kullanılmaktadır.

Programlayıcı/monitör CPU'ya bir kablo ile bağlanır. CPU programlandıktan sonra programlayıcı artık CPU ve işlem çalışması için gerekli değildir ve devreden çıkartılabilir. Bunun için çok sayıda CPU için yalnızca bir programlayıcı/monitör cihazına sahip olmak yeterlidir. Aynı programlayıcı/monitör cihazı, bir laboratuvar veya ofiste ön test programlama için de kullanılabilir.

### 2.1.3. GİRİŞ VE ÇIKIŞ MODÜLLERİ

Giriş modül terminaleri, sınır anahtarları, göstergeler, algılayıcılar (optik,indüktif,kapasitif, basınç vb) ve diğer bilgi giriş cihazları ile olan bağlantı kabloları ile sinyal alır. Çıkış modül terminaleri, motor ve valfleri enerjilendirmek, gösterge cihazlarını çalıştırmak vs. için çıkış voltajı sağlar.



Şekil 2-4 : I/O Modülleri iç anahtar yerleşimi

Modül başına tipik olarak 4,8,12 veya 16 terminal düşmektedir. PLC giriş ve çıkış modülleri için de aynı sayıda terminal olabilir fakat genellikle giriş ve çıkış için farklı sayıda terminal bulunabilir; örneğin bir sistemin 12 girişi,8 çıkışı olabilmektedir.

Daha küçük sistemlerde, giriş ve çıkış terminalleri CPU'daki gibi aynı modül üzerinde olabilir. Diğer geniş PLC sistemlerinde giriş ve çıkış modülleri ayrı birimler halindedir. Bu geniş sistemlerdeki modüller yerlerine guruplar halinde yerleştirilmektedir.Bu modüller uygun birleştirici çoklu iletken kablolar (multipin) ile CPU'ya bağlanmıştır.

Tipik olarak, 256'ya kadar terminal 9'dan 24'e kadar kendi aralarında bağlanmış tel kullanılarak kontrol edilebilir. Bunun için, CPU'dan I/O terminallerine gönderilen elektriksel kontrol sinyalleri elektronik olarak önce kodlanmakta ve daha sonra kodları çözülmektedir. Bu işlem sayesinde 256 tel ve 256 terminal kullanımı önlenmiş olmaktadır.

Eğer çok sayıda modül kullanılıyorsa, giriş(input) anahtarlarını her modül için ayrı ayrı kümelemek gerekir. Bu kümeleme işlemi her modülün serideki çalışma numarasını belirler. Yine, modül yerindeki 256 giriş ve 256 çıkış için , CPU'ya bağlanmış kabloda 9 ile 24 arasında tel vardır.

Her modül grubu, "single in-line package" (SIP) sistemindeki algılayıcı anahtar düzenindeki hangi numaraya karşılık geldiğini bilir. Bu küçük algılayıcı anahtar düzenleri üretici firmalar tarafından belirlenmiştir. Örneğin, verilen 16 terminal modülüne karşılık 17'den 32'ye giriş sinyali istiyoruz. Üretici firma bize 17'den 32'ye kadar olan numaralar için modüldeki sekiz küçük SIP anahtarının 0-1-0-0-1-1-1-0'da gruplanmış olduğunu söylüyor. Anahtar 1 kapalı (0), 2 açık (1) vs. Değişik numaralardaki değişik modüllere karşılık, farklı algılayıcı anahtar grupları olmaktadır.

Bazı I/O modülleri dışarıda görülen algılayıcı anahtar grupları ile beraber içeride de ek anahtarlara sahip bulunmaktadır. Bunların olup olmadığı mutlaka kontrol edilmeli, eğer varsa doğru sayıya karşılık gelmesi için gruplaması yapılırken bunlara dikkat edilmelidir.

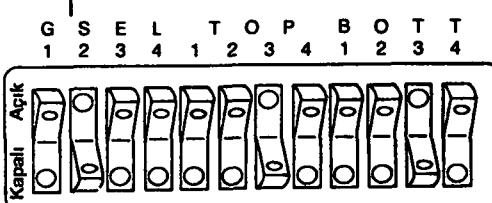
İki çıkış veya iki giriş modülü aynı SIP anahtar grubuna sahip ise, bunlar aynı şekilde hareket edecektir. Ters olarak belirli sayıda giriş ve çıkışlar için hiç bir modül gruplanmamışsa, örneğin 48'den 63'e kadar olan terminallere giriş, giriş modülünde elektriksel olarak ölü uçludur. Bunların sinyalleri CPU'ya geçmek için bir yol bulamaz. Aynı prensip çıkış terminallerine de uygulanmaktadır. CPU, SIP anahtarı gruplanmamış bir terminale hareket sinyalleri yolladığında dışarıda hiçbirşey olmaz.

Bir I/O modülü için modülün voltajı ve akım miktarı önemlidir. Hem voltaj hem de akım bağlanmış olduğu sistemin elektriksel gereksinimine uymalıdır. 24 volt DC bir giriş modülü, 120 volt AC'de çalışmayacak ve hatta çabuk hareket edilmediği takdirde modül sigortası zarar görecektir. 2.5 ampere ihtiyaç duyan bir çıkış cihazı 4.5 amperlik çıkış modülüyle çalıştırılmaz; modül sigortası atar. PLC üreticileri çeşitli boyutlarda giriş ve çıkış modüllerine sahip bulunmaktadır. Modül çalışma şartları, üretici firma tarafından, müşterilerinin en yaygın uygulamalarını karşılayacak şekilde belirlenmektedir.

Giriş modülü gibi çıkış modülünde CPU ile makina arasındadır. Çıkış modülünün en önemli işlevlerivoltaj uyumu, CPU'nun korunması, çıkış gücünü artırma, kısa devre korumasıdır.

Modül Anahtar Düzenleri ve I/O Devre Referans Numaraları

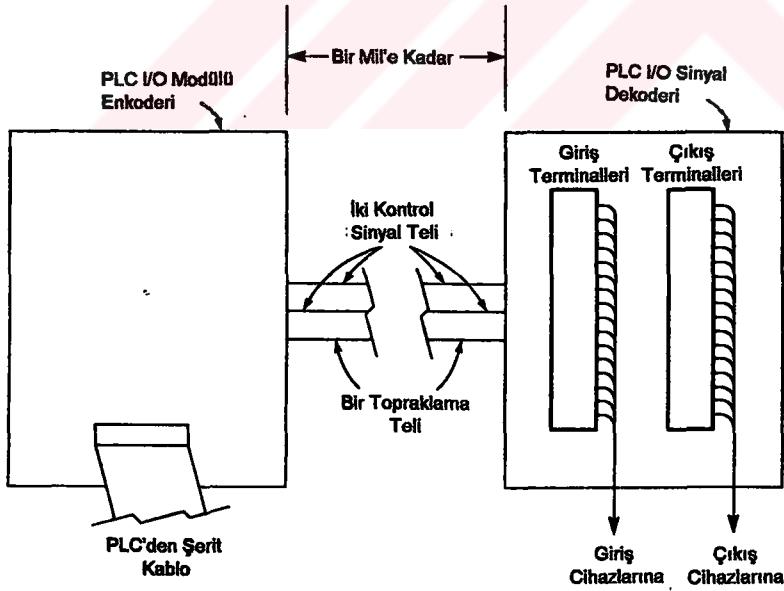
Modül Anahtar Düzeni			CPU Numarasına Karşılık Gelen
Grup Seçimi	Üst Seçim	Alt Seçim	
1	1	1	1-16
1	2	2	17-32
1	3	3	33-48
1	4	4	49-64
2	1	1	65-80
2	2	2	81-96
2	3	3	97-112
2	4	4	113-128
3	1	1	129-144
3	2	2	145-160
3	3	3	161-176
3	4	4	177-192
4	1	1	193-208
4	2	2	209-224
4	3	3	225-240
4	4	4	241-256



Diğer üç grubun anahtarları kapalı iken her grubun belirlenmiş anahtarı açıktır.

Not : Bu düzenler dış anahtarlar içindir.Kurulması gereken ek iç anahtarlar da olabilir.

Şekil 2-5 I/O Modülleri için sayı tanımlama anahtar yerleşimi



Şekil 2-6 : Uzaktan PLC çalışması

#### 2.1.4. GİRİŞ VE ÇIKIŞ MODÜLLERİNİN UZAĞA YERLEŞTİRİLMESİ

Bazen PLC tarafından kontrol edilecek işlemler CPU'dan veya birbirlerinden çok uzakta bulunmaktadır. Uzun bağlantı kabloları yüzünden modül tanınması için normal giriş ve çıkış sinyali çok düşük bir değere düşer. Bu tip durumlar için uzakta amplifikatör birimleri mevcuttur. Tipik bir uzaktan kurma sistemi şekil 2.6'de gösterilmektedir.

CPU'dan gelen giriş ve çıkış sinyalleri ,bitişik kodlama birimleri vasıtasıyla dijital elektriksel pulslara kodlanırlar. Pulslar iki tel üzerinden veya bir fiberoptik sistemle uzak konumlara gönderilir. Uzak konumdaki bir eşleştirici istasyon dijital sinyalleri çözer. Dijital pulslar uzaktan modülleri besleyen ayrı sinyaller olarak tekrar çözülür.CPU'dan çıkan ilk sinyaller uzak modüllerde çoğaltılır, bir kilometre ilerideki bir modül, 10 metre ilerideymiş gibi işlem görür. Diğer iletişim sistemleri telemetreleme ve sürekli radyo dalga iletişimine sahiptir.

#### 2.1.5 TEK VE ANALOG MODÜLLER

Tek tip modüldeki girişler açık veya kapalıdır ve çıkışlar enerjilendirilmiş veya enerjilendirilme\_ miştir. Analog modülleri farklı değerler alan çeşitli sinyallerle çalışır.

Bir çok yeni modülde işlem kontrol çalışmasını hızlandırıcı iç bilgisayar bulunur. Örneğin bir işlem, işlem personelinin acil güvenliği için kritik bir girişe sahip olabilir. CPU'ya sinyal gönderme, CPU analizi, sinyal çevrimi nisbeten uzun zaman alır. Modül, analizi sürekli ve çabuk yapabilir ve hemen harekete geçebilir.

PLC çıkış modülleri ile ilgili göz önünde bulundurulması gereken çok önemli bir önlem vardır; bir röle kontağı açık olduğunda birleştirilmiş kontrol edilmiş devrede akım geçişi olmaz. Buna karşın PLC çıkış modülleri kapatıldığında tamamen kapanmış olmaz. Çıkış modülü kapatılmış olmasına rağmen çıkış terminalinden çıkış modülüne halen bir akım kaçağı mevcuttur. Her modül terminalinin çıkış akımı, "triyak" adı verilen, thyristar, yarı iletkenin çıkışından gelir. Açılmadığı zaman bile triyaktan bir parça akım gelir.

Akım kaçağı birkaç mili amperliktir ve çözümü yoktur ki bazı uygulamalarda bu akım kaçağı göz önünde bulundurulmak zorundadır. Örneğin bir PLC çıkış terminalinin çıkışın açık olduğunu gösteren bir neon ampulüne sahip olabilir;neon, modül kapalı olduğunda akım kaçağına bağlı olarak belli belirsiz parlar. Elektriksel çıkış sistemine bir ampifikatör veya şönt (paralel) direnç eklenmesi gerekli olabilir.

#### 2.1.6. YAZICILAR

Yazıcılar, CPU'dan bilgi kaydetmek amacıyla görsel analizler için kullanılır. Uzun program adımlarının tamamı ekranda görülemez, tipik bir ekran birden beşe kadar adımları gösterebilir. Ancak rulo kağıtlardaki yazılı çıkışlar adım şemasının ve her uzunluktaki programın tamamını gösterebilir. Endüstriyel uygulamalarda tüm çizelge, tüm devrenin analizinde kullanılabilir. Eğitim uygulamalarında yazılı çıkışlar, yazılı düzenlemelerde ve program yapılarının düzeltilmesinde kullanılır.

PLC enformasyonunun yazılı çıkışı yapılabilen birçok değişik tipi vardır:

- \* Adım diagramları (bobin/çapraz referans kontağına sahip olabilirler)
- \* Kütüklerin durumu
- \* Durumlar ve zorunlu hallerin listelenmesi
- \* Kontakların zamanlama çizelgesi
- \* Kaydedicilerin zamanlama çizelgesi
- \* Diğer özel çizelge ve bilgiler

#### 2.1.7. PROGRAM KAYIT CİHAZLARI

Herhangi bir adım programı veya başka özel bilgiler CPU'dan disklere kayıt edilebilir. Aynı zamanda son zamanlarda kaydedilmiş program disk'ten CPU'ya hemen geri gönderilebilir. Kaydetme işlemi, CPU'daki program kaybolduğunda veya yanlış programlandığında kullanışlı olabilir. Disk'i sisteme geri yüklemek yaklaşık 1 dakika sürer. Bir programın tekrar yazılması ve yapılan hataların düzeltilmesi 15 dakika ile bir gün kadar zaman almaktadır.

Kaydetme işleminin bir diğer kullanım amacı ise orijinal programın güvenliğidir. Buna ek olarak, üzerinde çalıştırılan program değiştirilse bile kaydetme yöntemi sayesinde programın orijinali bir karşılaştırma veya referans için elde mevcuttur. Bazı eski PLC sistemleri veri kayıt işlemleri için teyp kaydedici kullanırlar. Yeni disk sistemleri artık bu teyp sistemlerinin yerine geçmektedir. Diğer bilgisayar sistemlerinde olduğu gibi, bir PLC disk işletim sistemi, PLC teyp işletim sistemine göre çok önemli 3 avantaja sahiptir: hız, hızlı program erişebilirliği ve saklanabilen veri miktarı.

### 2.1.8. İLETİŞİM HIZI DÜZENLEMESİ

PLC sistemin çeşitli bölümleri doğru operasyon için farklı bilgisayar çalışma hızlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu hızlar, baud hızı olarak adlandırılmaktadır. Bir PLC CPU bilgisayarı, klavyesi ile 4800 baud hızında "iletişim" kurabilir. Uzaktan işlem için 2400 baud kullanılabilir. İki çevre birimi 600 ve 1200 baud kullanabilmektedir. Baud hızı her üretici ve kendi PLC cihazı için değişiklik göstermektedir. Her cihazın baud hızı PLC açıldığı zaman otomatik olarak düzenlenir. Bazı belirli PLC çalışma modları için baud hızını yeniden düzenlemek zorunluluğu olabilir. Örneğin bir adım diagramı yazmaya kalkmış ve okunamaz bir sonuç alınmışsa, bu baud hızının yanlış düzenlenmiş olabileceğini gösterir. Çevresel baud hızının, üreticiye ve onun kendi programına uygun olarak düzenlenmesi gerekmektedir.

## 2.2. PLC BİLEŞENLERİNİN ÇALIŞMA SİSTEMLERİ

### 2.2.1. MERKEZİ İŞLEM BİRİMİNİN ÇALIŞMASI

Tipik bir PLC CPU'nun en önemli birimleri şekil 2.7'de gösterilmektedir. Bu bölümler işlemci, güç kaynağı, sabit bellek, değişebilir bellek, yedek pil'dir. Güç kaynağı, girilen elektriki gücü CPU ve tüm bilgisayar tarafından kullanılabilen elektriki güce çevirir.

Her PLC tek bir mikroişlemci ile (bazen bir tane gibi var sayılan, beraber kullanılan birkaç işlemci kullanılabilir) başlamaktadır. Genelde yaygın olarak Z80 cinsi mikroişlemciler kullanılmaktadır. Yalnız bu işlemci bütün bilgisayarların yaptığı gibi 0 ve 1 kullanarak hesaplama yapabilen küçük gerçek bir bilgisayardır. Birkaç ilave bileşenin yardımıyla, bu işlemcinin bir programa göre veri işlemesi ve çıkışı yapabilen mikrobilgisayara dönüştüğü kabul edilmektedir. İşlemcinin yalnız olarak çalışabilmesi elektriksel güç kullanılarak sağlanır. Bu durumda akım, lojik voltaj diye anılır, makine kontrol voltajı 24 V DC olarak verilir. Bunun arkasında merkezi işlem biriminde makinanın 24 V doğru akımından gerekli iç lojik voltajı sağlayabilecek bir DC dönüştürücü vardır. Bundan dolayı güç kaynağı CPU'nun yuvasını da içerir. Bir çok diğer durumda bu güç kaynağı CPU dışında ayrı bir modüldür.

Ufak çip başlamaya hazır olduğunu belirtecek özel bir sinyale ihtiyaç duymaktadır. Bu kurma girişi mikroişlemcinin bunun için hazırlanmış bir ayağına bağlıdır. Böylece, kuartz kristal saat sinyali ürettiğinde ve elektrik güç kaynağı açıldığında bile işlemci bu bağlantı noktasında durabilir.

Kurma bağlantısı PLC kullanıcılarına dışarıdan erişilebilir klavuzluk yapar: mikroişlemci ufak sürgülü bir anahtarla çalıştırılıp durdurulabilir. Akım açıldığı zaman kuartz kristal kurma anahtarıyla açılır ve daha sonra çalışmaya hazır hale gelir, çalışmaya başlar, işlemci güç alır.

İşlemcinin sadece içeride çalışmaması aynı zamanda dışarıyı görmesi için bir yol gerekmektedir. Bütün işlemciler bunu veri bağlantısı ve adres bağlantısı diye bilinen bağlantılarla yaparlar. Adres bağlantısıyla işlemci ne ile ilgileniyorsa onu seçebilir. Veri bağlantısıyla uygun bilgi almır veya yollar. Herşeyden önce bir programı okumak mümkün olmalıdır, böylece bir kullanıcı belleği kullanılır. Bu kullanıcı belleği biribiri arkasına sıralanmış, her biri numaralı bir çok tek hatlara bölünmüştür. Her hat sekiz veri bağlantısıyla tamamen okunabilecek yeterli uzunluğundadır. Yani her hat sekiz bit veya bir byte genişliğindedir. Adres bağlantısıyla işlemci geçerli bir hat seçebilir ve veri bağlantısı yoluyla içini okuyup yazabilmektedir. RD veya WR bağlantılarıyla işlemci okuyacağına veya yazacağına karar verebilir.

İşlemci devreye alındıktan sonra işletim sistemi denen özel bir programla 0'ncı hattı okumaya başlar. Bu işletim sistemi PLC üreticisi tarafından sağlanır ve PLC'nin içindeki mikroişlemciye göre çevrilir. Bu CPU'ya yerleştirilmiş kullanıcı tarafından değiştirilemeyen PROM'a kalıcı olarak depo edilmektedir.

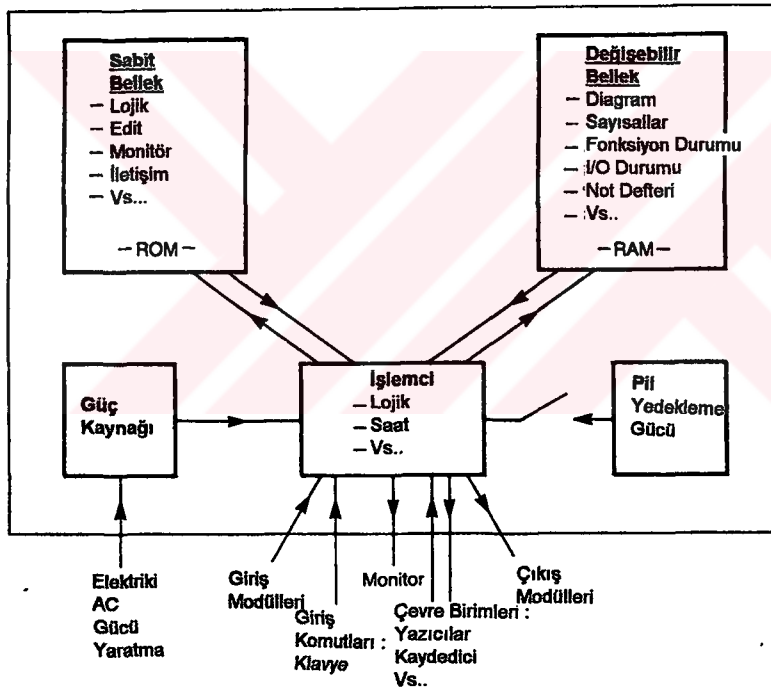
İşletim sisteminin kalıcı olarak yüklenmesine ilave olarak işlemciye “kendi kullanımı için” RAM diye bilinen bir depolama alanı gereklidir. Bu RAM sayıcılar, kütükler ve zaman için her çeşit geçici sonuçların depolanmasında kullanılır, bir bakıma CPU için not defteridir. Bir RAM daima kullanılır çünkü gerektiği kadar çabuk ve sık değiştirilebilen bir depolama şeklidir.

Makinesinin içine PLC koyan herkes onun için program yazmak zorundadır. Program makinaya PLC’yi koyan kişi ve PLC’nin kontrol edeceği makinenin sahibi tarafından yazılır. İşletim sistemi kullanıcı programın kuartz kristalinin izin verdiği kadar çabuk yüksek hızla bir hattan sonra diğerini işlemesini sağlar.

Girdilere ve çıktılara erişim için bağlantı gerekmektedir. Yalnızca sensörler tarafından makinadan gelen sinyali okudunda, çıkış sinyalini iş elemanına adreslediği zaman küçük işlemci sistemi bir PLC haline gelir. Buraya gereken giriş/çıkış bağlantılarını CPU’nun makina dışındaki yuvasına getirip bağlamak oldukça zor fakat gerekli bir işlemdir. Bunun için adres ve veri hatları ilk olarak özel çıkış hattına klavuzluk ederler. Bu I/O hattı adres ve veri hatlarına bağlanmış işlemci yollarına çıkan bir hattır. Bu hat giriş ve çıkışların bağlantısını sağlar. Hat fişi CPU ile I/O modülünü bağlar.

Sabit bellek, üretici tarafından düzenlenen programı içermektedir. Bunlar, yalnızca okunabilir bellek (ROM) adını alan özel çiplerin içine yerleştirmektedir. ROM’daki sabit program belleği, CPU çalıştırılması sırasında değiştirilemez veya silinemez. Genelde uçamayan bellek olarak adlandırılan sabit program belleği, CPU’nun gücü kesildiğinde kaybolmamaktadır.

Şekil 2.7’de gösterildiği gibi, işlemci bölümü, CPU’nun diğer alt bölümlerine ve dış cihazlara bilgisayar akış bağlantılarına sahiptir. İşlemci, bilgi transferinin doğru zamanda yapılabilmesi için bir saat devresine sahiptir.



Şekil 2-7 : PLC CPU'sunun işlevsel bölümleri

### 2.2.2. PLC'LERDE KULLANILAN BELLEK ÇİPLERİ

PLC CPU'sunda kullanılan diğer önemli bellek tipleri PROM ,EPROM ,EEPROM ve NOVRAM' dır. Şekil 2.8 bu çiplerin özelliklerini vermektedir.

PROM (Programlanabilir yalnızca okunabilir bellek) çip'i kullanıcı/programlayıcı tarafından yalnız bir kere programlanabilmesi dışında ROM'a benzemektedir. Başka bir deyişle üreticiler çip'i programlanmamış veya yarı programlanmış olarak donatmaktadır. Daha sonra kullanıcı kendi ihtiyacına göre programlamaktadır. Silmek mümkün değildir. Programlanmış PROM'daki programı değiştirmek için

mevcut olanın çıkarılması ve yerine yenisinin takılması gerekmektedir. Özel programlama devresi gerektirdiği için PROM nadiren kullanılır. Yinede ROM'a dönüşemeyen yedek olma avantajına sahiptir.

EPROM ;silinebilir PROM'dur. EPROM, silinebilir programlanabilir yalnızca okunabilir bellek'tir. EPROM, üstündeki pencere birkaç dakika ultraviole ışığa maruz bırakılarak silinebilmektedir. UV ışınlarına maruz kaldığında çip'in bellek bitleri sıfırlanır. Çip'in penceresi normal kullanımda istenmeyen silinmeleri önlemek amacıyla kaplanmıştır. EPROM'un avantajı tekrar kullanılabilir olmasıdır. EPROM'un dezavantajı ise tekrar programlanması için gereken zamandır. Bu zamana sökmek zamanı UV ışığı uygulama zamanı ve yeniden yerleştirme zamanı dahildir.

EAROM'da EPROM'a benzer. EAROM, elektrikle içeriği değiştirilebilir ROM demektir. Silme işlemi, EAROM pimine uygulanan elektrikli sinyali ile yapılır. Bunun EPROM'dan üstünlüğü yeniden düzenleme ve silinmesindeki kolaylık ve hızıdır.

ÇİP	SABİT (F) VEYA DEĞİŞİBİLİR (A)	UYGULAMA	... İLE SILİNEBİLİR
ROM	F	Sabit Çalışma Belleği	Hayır
RAM	A	Kullanıcı Programı	Hayır
PROM	F	Kullanıcı Programı	Hayır
EPROM	A	Kullanıcı Programı	UV Işığı
EAPROM	A	Kullanıcı Programı	Elektrik Sinyalleri
EEPROM	A	Kullanıcı Programı	Elektrik Sinyalleri
NOVRAM	A	Kullanıcı Programı	Elektrik Sinyalleri

Şekil 2-8 : PLC CPU'sunda kullanılan en yaygın bellek çipleri

EEPROM'da EAPROM'a benzer ve o da bir pimine gelen elektrik sinyali ile silinebilmektedir. Teknik açıdan farklı olmakla beraber hareket açısından EAPROM'a benzemektedir. Bilgisayar terimlerinde silme işlemi için harcanan zaman nisbeten uzundur. Dizayını nedeniyle işlem çevrimi sınırlıdır. Birkaç silmeden sonra yapılan silme işlemi tüm çipi silmeyebilir. Etkili silme işleminin sayısı çip'ten çip'e değişmektedir.

EEPROM, çip hafızasının her bölümü için ayrı ayrı programlamaya zaman harcamadan hızlı bir silme işlemi istendiğinde RAM'ın yerine kullanılmaktadır.

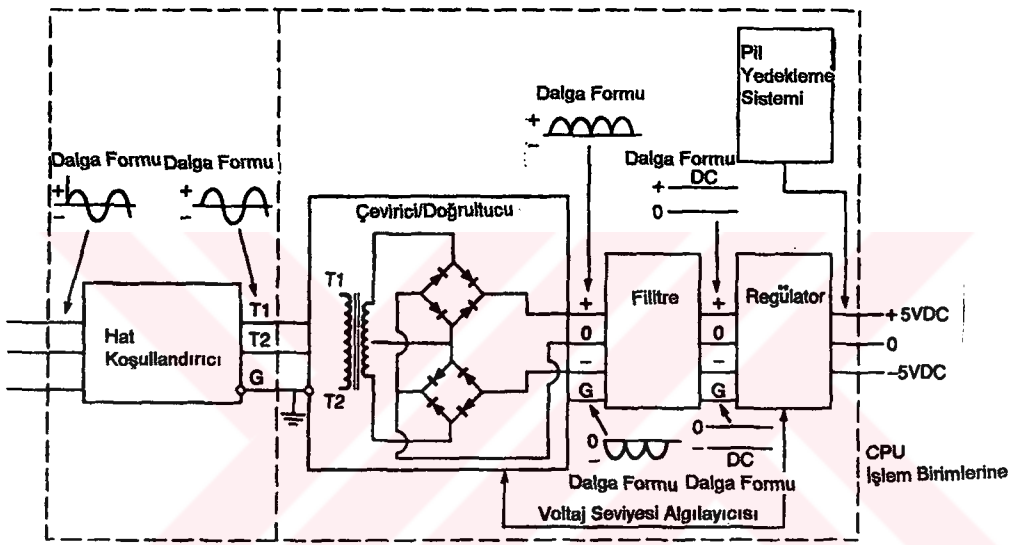
NOVRAM yeni bir bileşim çipidir. NOVRAM, uçucu olmayan rasgele erişilebilir bellek anlamını taşımaktadır. EEPROM ve RAM'ın bileşimidir. Bazı ileri düzey PLC'lerde kullanılır.

PLC ile kontrol edilmek istenen daha fazla işlem, PLC'nin daha fazla hafızaya sahip olmasını gerektirir. İhtiyaç duyulan hafıza miktarı üreticinin kendisi tarafından belirlenir. Bir analog kontrol için daha fazla hafızaya ihtiyaç duyulmaktadır. Hafıza kapasitesi arttıkça CPU birimlerinin fiyatıda artmaktadır. İhtiyaçlar doğru bir şekilde belirlenmediği takdirde gereğinden fazla hafıza satın almak da olasıdır. Hafıza boyutlarının saptanmasında en büyük problem genellikle gelecekteki işlem kontrol genişlemesinin planlanmasıdır. PLC'de bir uygulama yapıldığında gerek duyulan hafıza; girişlerin ve çıkışların sayısına ve kontrol çizelgesinin karmaşıklığına bağlıdır. PLC'nin en önemli özelliği, bu faktörler arttıkça genişleyen hafızadır. Bazı PLC modelleri hafıza genişletme kapasitesine sahip değildir; daha büyük işler için daha fazla hafıza gerektiğinde tümüyle değiştirilmek zorundadır. Yine de bazı PLC modelleri var olan CPU'ya eklenebilecek hafıza modüllerine sahiptir. Sisteme bir veya iki tane hafıza modülü eklemek tüm PLC sistemini değiştirmekten çok daha az masraflıdır. PLC satın alınırken hafızasının genişleyebileceğini de göz önünde bulundurmak gerekir.

### 2.2.3. GÜÇ KAYNAKLARI

Bir çok alanda mevcut olan güç 60 Hz.'deki 120 voltluk alternatif akımdır. PLC, (+5) ve (-5) Volt doğru akımda çalışır (DC). Onun için PLC CPU'nun ,120 volt AC girişini istenilen 5 volt DC değerine çevirmek için bir devreye ihtiyacı vardır. Sistemin içindeki bu çevrim işlemi voltaj çevirici güç kaynağı tarafından yapılır. Şekil 2.9 blok çizelge formundaki tipik bir güç kaynağını içermektedir. Şekil ayrıca, zamanla güç kaynağının değişik noktalandaki voltaj dalga formlarını göstermektedir.

Şekilde dört kısım ve pil yedekleme sistemi için bir anahtar sistemi gösterilmektedir. Soldaki 1.blok, PLC CPU'da bulunabilecek AC koşullandırma bloğudur. Genellikle bu, CPU akım oranına bağlı olarak boyutlandırılan ayrı bir dış birim olarak görülür. AC koşullandırıcısı giriş AC dalga formunu "temizler". Giriş dalga formu normalde mükemmel bir sinüs dalgasıdır,fakat zamanla iki dış faktörle bozulmaya uğrayabilmektedir. İlk olarak, güç firmasının üretim sistemi nedeniyle sistemi açma/kapama sırasında veya üretimden kaynaklanan problemlerle sinüs dalgası bozulabilir; ikinci olarak alandaki malzeme elektriksel geri dalgalara neden olabilir, bu da elektriki sinüs dalgasının temizliğini etkiler.



Şekil 2-9 : PLC CPU güç kaynağı

Yapıdan veya güç kaynağı firmasından dolayı girişteki elektriki sinüs dalgası değişiklik gösterebilir. En önemli varyasyonlar düşük voltaj, yüksek voltaj, darbeler veya yüksek değerlerdeki geçicilik ve değiştirilmiş dalge formu şeklindedir. Darbeli bir dalga formu şekil 2-9'da gösterilmiştir. Bir AC hat koşullandırıcısı bu hatalı hatları ortadan kaldıracak veya azaltacaktır. Eğer direkt olarak CPU'ya geçerse, bu dört kusurdan biri CPU'nun arızalanmasına neden olacaktır. Yalnızca bir milisaniyelik kötü voltaj dalga formu bile CPU'nun çalışmasında yıkıma sebep olur. Koşullandırıcı, değiştirilen dalga formlarını neredeyse mükemmel sinüs dalga formu olarak, bu tip bir arızaya engel olacak şekilde muhafaza etmektedir.

Şekil 2.9'daki çizelgede görülen 2 blok doğrultucudur. İki yönlü AC'yi, şekilde görüldüğü gibi, dalga şeklinde darbeli, tek yönlü DC'ye çevirmektedir. İçte bir değiştirici, voltajı uygun bir seviyeye indirir. Sonra iki doğrultucu darbeli DC çıkışları üretir. Bir çıkış +5 volt,bir çıkış -5 volt'tur.Bu ikili voltaj CPU'daki birçok çipin çalışması için gereklidir.

PLC'nin düzgün çalışabilmesi için sabit bir giriş (DC) voltajı gereklidir. Darbeli DC, doğrultucu çıkış dalga şekli, CPU'ya gönderilen bir grup çalışma işereti gibi görünsede bu yanlıştır. Bu bakımdan bunu sabit bir değerde düzgün olarak tutmak gerekir. Şekildeki 3.blok gerekli düzeltmeyi sağlayan filtre kısmıdır. Filtre: iç devre, kondansatör, direnç ve indüktörleri kapsayan bir iç devre'den ibarettir. Filtreleme ,bu filtreleme bloğu ile elektronik olarak yapılır.

Şekilde görülen 4. blok regülatördür ve genelde bulunur. Regülatör, voltajı gerekli 5 volt düzeyinde veya ona yakın bir değerde tutar. Filtre bloğundan karşılanan düzeltilmiş DC voltajı 5 volt'tan yukarı veya aşağı bir farklılık gösterebilmektedir. İstenen, 5 volt'tan sapmalar mutlaka düzeltilmelidir. Regülatör CPU'nun doğru çalışmasını sağlamak için elektronik olarak bu sapmaları 5,0 veya 5'e yakın bir voltaj'a indirmektedir.

Pil yedekleme anahtarı şeklini sağ üst köşesinde gösterilmiştir. Burada gösterilmemiş bir anahtar çıkışı güç kaynağından pile aktarabilir. Anahtar, giriş güç kaynağı kesildiğinde, çıkış güç kaynağından pil yedekleme gücünü çabuk ve otomatik olarak devreye girmek için düzenlenmiştir. Normal güç kaynağı voltajı, CPU fişten çıkarıldığında kesilir. Güç voltajının devamlılığı kullanıcı programını kaybolmaktan korur. CPU'da pil DC voltajını (örneğin 22 volt) istenen iki tane 5 volt DC düzeyine getirecek bazı devrelerde bulunmaktadır.

#### 2.2.4. SABİT VE DEĞİŞİBİLİR BELLEK

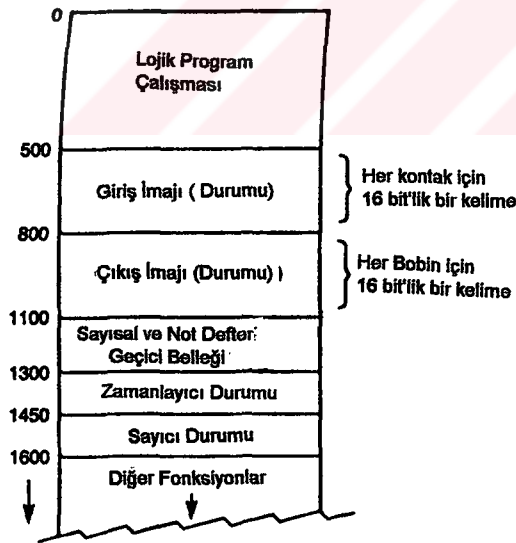
Sabit bellek, PLC'nin çalışma sistemidir. CPU'nun bir bölümü olan ROM çipleri de mevcuttur. Bunlar üretici firma tarafından düzenlenmiştir; PLC kullanıcısı tarafından değiştirilmesi veya silinmesi mümkün değildir.

Sabit bellek ve CPU'nun işlemci bölümünde tersi olarak, değişebilir bellek PLC çalışması sırasında kayıt edilecek değerleri sıklıkla değiştirebilir.

Şekil 2.10 tipik bir PLC CPU bellek sistemini göstermektedir. Bölümlerden her biri, sıraları ve karşılaştırıcı uzunlukları üretici firma ve modeller arasında değişiklik gösterir. Gösterilen ilk bölüm taranan adım şeması gibi yenilenen adım şeması durumunun yolunu takip eder. 2. bölüm giriş durumunun yolunu takip eder.

Girişlerin taranması sırasında, her girişin durumu (1 veya 0), bu hafıza bölümünde sırayla kaydedilir. 256 girişe sahip ise, yeterince hafıza 256 bitlik bilginin kaydedilmesi için paylaştırılmış olmalıdır.

3.bölüm, çıkış durumlarının yolunu izlemektedir. Girişin ve lojik çizelgenin taranmasından sonra sonuçlandırıcı lojik çıkış durumları, bu hafıza bölümünde sayısal sırayla yerleştirilmiştir. Çıkış taramasının sonucu sırasında her hafıza çıkış durumu (1 veya 0) çıkış modüllerine gönderilir.



Şekil 2-10 :Tipik PLC CPU değişebilir bellek yapısı

4. bölüm, sayısal verilerin yolunu izlemektedir. Bu sayıların veya işlemdeki lojiğin geçici olarak saklanması için kullanılır. Geçici saklama "scratch pad" olarak da düşünülebilir. Bundan sonra her fonksiyon için çeşitli kaydedici bilgiler gerektiren ayrı hafıza bölümleri gelmektedir.

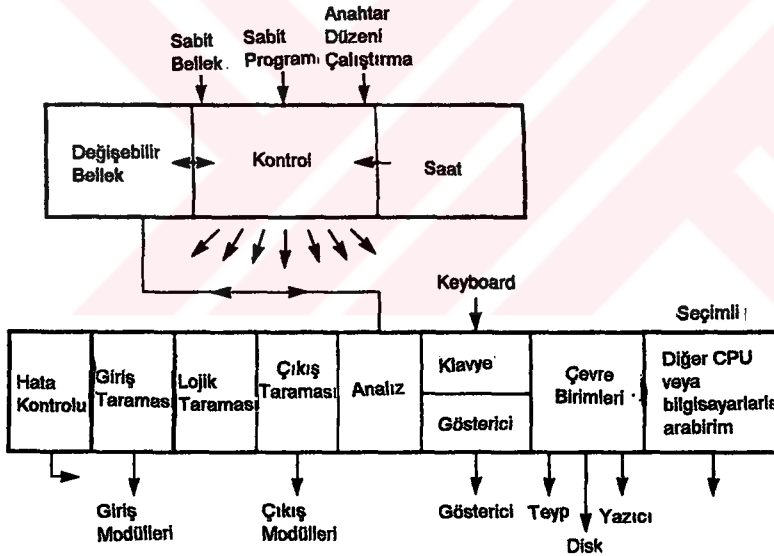
Şekil 2.10, 1300'de gösterilen zamanlayıcı fonksiyonu içindir. Bu, geçen zamanı izler ve verilerin zaman aralıklarını karşılaştırarak zamanı düzenlemek için analiz eden bölüm için donatır. Diğer bölüm sayıcı fonksiyon, öbürü ise sayı sisteminin değişimi içindir. Eğer istenirse diğer fonksiyonlarda diagramın sonunda devam ettirilebilir. Gereken ek hafıza boyutu, CPU'da bulunan farklı fonksiyonların toplam sayısına bağlıdır.

### 2.2.5. İŞLEMCI

İşlemci, PLC CPU'nun bilgileri karşılayan, analiz eden, işleyen ve gönderen bölümüdür. Dijital pulse formundaki bilgi şekil 2.11'te görüldüğü gibi gönderilmekte ve karşılanmaktadır. İç lojik kararlar ve hesaplamalar analiz bölümü tarafından yapılmaktadır. Analiz, sabit ve değişebilir belleğin birleşiminde yapılmaktadır.

Şekil 2.11 yapılan önemli görevler için çeşitli çalışma bölümlerini göstermektedir. İşlemcinin kontrol bölümü, hangi çalışma bölümlerinin hangi sırada ve uzunlukta fonksiyonel olduğunu saptar.

Çalışmaya bağlı olarak giriş tarama bloğu girişleri tarar, değişebilir bellekteki (ayrı ayrı) giriş durumlarını yerleştirir. Analizden sonra, sayısal tarama, çıkış lojiğini uygun bir konuma getirir. Daha sonra çıkışlar taranır ve yenilenir. Çıkış durumları lojik analize göre değiştirilir veya olduğu gibi bırakılır. Çıkış durumu, CPU'nun çıkış durumu sinyallerine dayanmaktadır. Diğer işlemci fonksiyonları da aynı veya aynı zamanda yer almaktadır. İşlemsel zaman aralıkları, kontrol fonksiyonunun çalışma önceliğine dayanmaktadır. Bazı PLC CPU'larda iki veya daha fazla bilgisayar çalışması aynı zamanda yer alabilmektedir. Bu da demek oluyor ki PLC, her zaman geçerli olan, daha yüksek bir hızda çalışabilmektedir. Her kısmın işlenmesi için zaman aralıkları kontrol bloğunun saat fonksiyonu tarafından işaretlenmektedir.



Şekil 2-11: PLC CPU işlemci

İşlemci tarafından yapılan diğer tipik fonksiyonlar şekil 2.11'de gösterilmektedir. Temelinde klavye çalışması olan durumlarda klavye/monitör çalışması vardır. Böylece, sonradan ekran uygun bir şekilde yenilenmiş olmaktadır. Teyp, disk veya yazıcı gibi diğer çevre birimleri katıldığında diğer birimler de aktif hale gelmektedir.

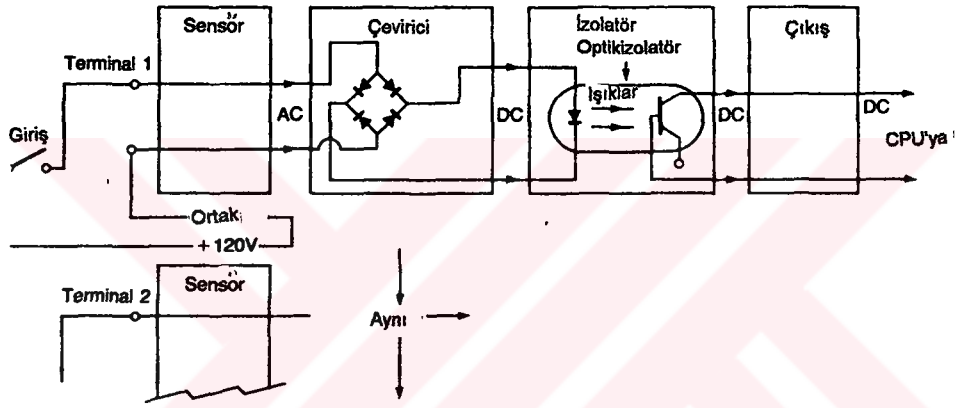
İşlemcinin bir diğer önemli kısmında şekil 2.11'in sol tarafında gösterilen hata -kontrol bölümüdür. Hata kontrolü, işlem üzerinde bilgisayar lojik hatalarının taranmasında kullanılır.

Şekil 2.11'in sağında görülen seçimli arabirim bölümüdür. Bu bölüme, PLC eğer geniş bir sistemin parçası ise ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bölüm eğer kullanılıyorsa diğer PLC CPU' larla ve anabilgisayar ile iletişimi sağlar.

## 2.2.6. GİRİŞ MODÜLLERİ

Giriş modülleri elektronik olarak dört görev üstlenir. İlk olarak giriş terminallerinin her birindeki giriş sinyallerinin varlığını veya yokluğunu algılar. Giriş sinyali, kontrol edilmekte olan işlem içindeki algılayıcı, anahtar veya diğer işaretlerin açık veya kapalı olduğunu söyler. İkinci olarak giriş sinyali modülünün elektronik devresi tarafından kullanılacak şekilde açık veya yüksek seviyeye çevirmektedir. Düşük veya kapalı için hiçbir sinyal çevrilmemişse kapalı olduğunu gösterir. Üçüncü olarak, giriş modülünün çıkışını elektronik olarak kendi girişinden izole ederek elektronik izolasyonu sağlar. Son olarak, elektronik devresi PLC CPU' su tarafından algılanabilen bir çıkış üretmektedir. Bütün bu fonksiyonlar şekil 2.12'de gösterilmektedir.

Tipik bir giriş modülü 4,6,8,veya 16 terminale ve yaygın ve güvenli toprak terminallerine sahip olmaktadır. Verilmiş bir modüldeki diğer terminaller eşit devrelere sahiptir. Birinci blok olan algılayıcı, çeviriciye direkt olarak bağlanmıştır. İkinci blok, algılayıcıdan gelen giriş sinyallerini almaktadır. AC voltajlı girişler için çevirici 2.blok bir doğrultucudan ibarettir, bu da voltajı kullanılabilir bir seviyeye indirmektedir. AC voltajlı girişler için, bazı tip DC' den DC'ye çeviricilere blok içinde gerek duyulmaktadır.



Şekil 2-12: PLC giriş modülü planı

Çeviricinin çıkışı direkt olarak CPU'ya bağlanmamıştır. Eğer direkt olarak bağlanmış olsaydı, giriş dalgası veya devre bozulması CPU'ya ulaşabilir. Örneğin çeviricideki doğrultucu devre dışı kalsaydı CPU 120 volt AC ile beslenebilirdi. CPU yalnızca 5 volt (DC) ile çalıştığı için zarar görebilirdi. Yalıtım bloğu CPU'yu bu tip zararlardan koruma görevi görmektedir.

Yalıtım genellikle şekilde görülen, optoizolatör tarafından yapılmaktadır. Açık/kapalı sinyali bir yöndeki ışık demeti tarafından taşınır. Elektrik dalgaları aynı yönde optoizolatör'den geçemeyecektir.

İzolatör, girişi açık olduğu zaman CPU'ya çıkış bloğu yoluyla bir sinyal göndermektedir. İzolatörün çıkışı açık olduğunda bu CPU'dan gelen kodlanmış bir sinyalle algılanır. Her modül, SIP ve DIP anahtar düzeniyle (örneğin 9' ile 16 arasında) numaraların kodlanmış serilerine tahsis edilmiştir. Modülün her terminal sayısı peşpeşe sıralanmış bir numaraya tahsis edilmiştir. Her numaranın açık/kapalı durumu giriş taramasının her bir seferinde kontrol edilir.

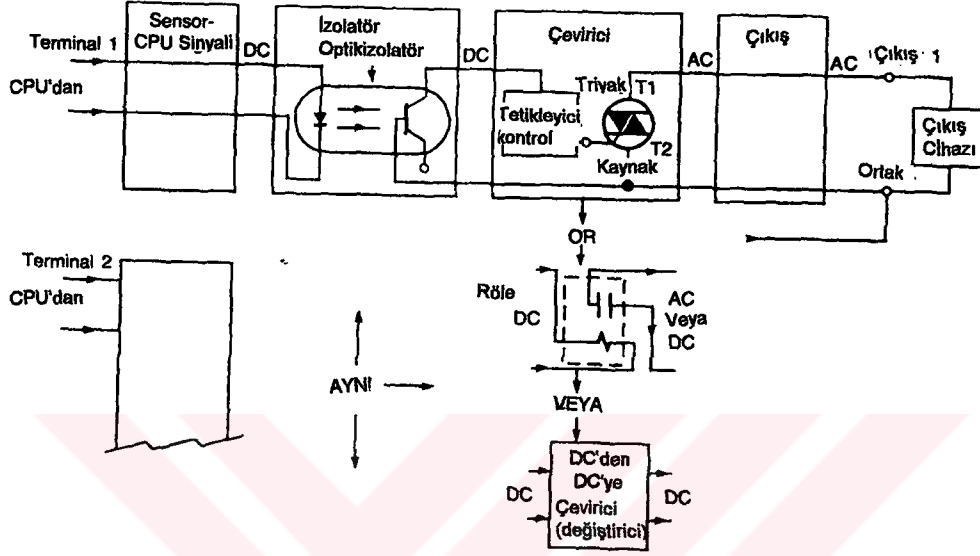
## 2.2.7. ÇIKIŞ MODÜLLERİ

Çıkış modülü, giriş modülünün tam tersi bir sistemle çalışmaktadır. CPU'dan gelen bir DC sinyali her bir modül bölümü (terminal) arasında kullanılabilir AC veya DC çıkış voltajına çevirmektedir. Çıkış modülünün bir blok şeması şekil 2.13' de gösterilmektedir.

CPU'dan bir sinyal, çıkış modülü algılayıcısı tarafından her bir tarama için bir kereliğine algılanır. Eğer CPU sinyali ayrılmış bir modül numarasıyla eşlenirse, modül bölümü açılmaktadır. Modülün tanımlayıcı sayıları tekrar saptanır. Giriş modülleriyle olduğu gibi 4,6,8 veya 16 terminal veya bölüm

vardır. Çıkış taraması sırasında bir terminal tarafından hiç bir eşleme sinyali alınmamışsa ,modül terminali enerjilendirilmemiştir demektir.

Eğer eşleştirici CPU sinyali alınmamış ise bu bir yalıtım aşamasından geçmektedir. Çıkış voltajından gelen her hangi bir değişken voltaj dalgasının CPU'ya geri dönüp bir arızaya neden olmaması için yalıtım gereklidir. Yalıtıcı çıkış daha sonra anahtar devresine veya çıkış rölesine gönderilir. AC anahtarlama genellikle bir triyak'ın açılmasıyla yapılmaktadır. Modül bölümünün çıkışı bir röle veya AC veya DC çıkışı ile olabilmektedir. Her üç tipte şekil 2.13' de gösterilmiştir.



Şekil 2-13 : PLC çıkış modülü planı

Tek bir modülün tüm terminalleri aynı çıkış sistemine sahip bulunmaktadır. Başka bir deyişle, 8 terminalli bir modül biraz AC birazda DC çıkışları veya değişken değerlerde hepsi aynı voltajlara sahip olacaktır.

### 3. TEMEL FONKSİYONLAR

#### 3.1. ADIM DİAGRAMLARI VE ADIM LİSTELEMESİ

Adım diagramı, elektronik olmayan kontrol devrelerinde en yaygın olarak kullanılan diagramlardır. Bunlar bazen başlangıç diagramı veya hat diagramı adını almaktadırlar.

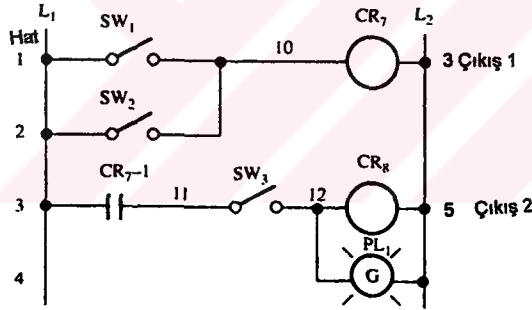
Adım çizelgelerinin iki çeşidi kontrol sistemlerinde kullanılır: kontrol adım çizelgesi ve güç adım çizelgesi.

Kontrol adım diagramlarının formatı için yaygın uygulamaların bazıları şekil 3.1-1'de gösterilmektedir. Bu uygulamalar aşağıdaki gibidir:

- Tüm bobinler, pilot ışıkları ve çıkışları sağdadır.
- Bir giriş hattı birden fazla çıkışı besleyebilir. Eğer öyleyse, çıkışlar paralel bağlanmıştır.
- Anahtarlar, kontaklar ve diğerleri adım diagramında soldan başlanarak yerleştirilmiştir.
- Anahtarlar, kontaklar ve diğerleri seri, paralel veya hem seri hem paralel gibi çeşitli kontaklar olabilir.

- Hatlar sol tarafta aşağıya doğru art arda numaralanmıştır.
- Her sistem düğümü bağlantısına tek bir tanımlama numarası verilmiştir.
- Çıkışlar sağ taraftaki düğümlerde fonksiyonlarla tanımlanabilirler.
- Çapraz tanımlama sistemi sağ tarafa dahil edilmiş olabilir. Hatların bobinleri veya çıkışlarla birleştirilmiş kontaklar hat konumlarıyla tanımlanmıştır. Şekil 3.1-1'deki 1. hattın sağındaki 3 numara röle CR7'ye ait, normalde açık kontakın 3. hatta konumlandırılmış olduğunu gösteriyor. Normalde kapalı bir kontak için bu numara, kendisinden sonra veya üzerindeki barda bir yıldız işareti bulundurmaktadır.

- Röle kontakları, röle bobin numarası ve buna ek olarak bir adım numarası ile tanımlanmaktadır. Örneğin, ilave edilmiş CR7-1 kontakına sahibiz. Eğer başka bir CR7 rölesi daha kullanılsaydı sonraki CR7-2 olurdu.



Şekil 3.1-1 : İki fonksiyonlu kontrol adım şeması.

Şekil 3.1-1'deki kontrol adım diagramı aşağıdaki gibi bir çalışma adımları zincirine sahiptir:

#### • Direkt-Geçiş Adımı

Tüm anahtarlar başlamak için açıktır; her iki bobinde KAPALI'dır.

SW1, SW2 veya her ikisini de kapatın; CR7 enerjilenmiştir.

3. hatta CR7-1, 3. hattı serbest bırakarak kapanır (CR8 halen kapalıdır).

SW3'ün kapatılmasıyla CR8 ve pilot ışığı PL, enerjilendirilir.

SW1 ve SW 2'nin açılması her şeyi kapatır.

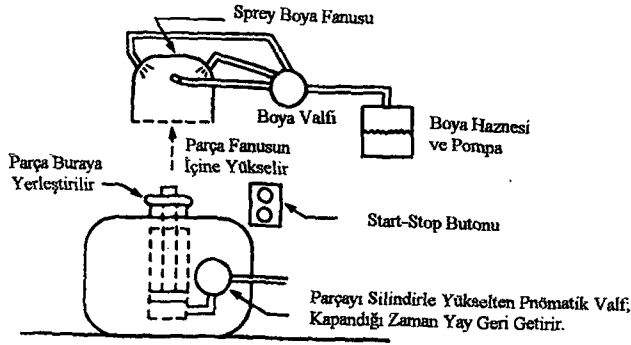
#### • Alternatif Olası Adım

İlk olarak SW3'ün açılması hiç bir şeyin enerjilenmesini sağlamaz.

Her şey açıkken SW3'ün açılması yalnızca CR8 ve PL'i kapamaktır.

Dışarı doğru hareketlendirilmiş adım diagramı şekil 3.1-2'te gösterilmektedir. İki SW3 kontağı arasında noktalı bir hat bulunduğuna dikkat edilmelidir. Noktalı hat, iki kontaklı ortak bir tek anahtarı



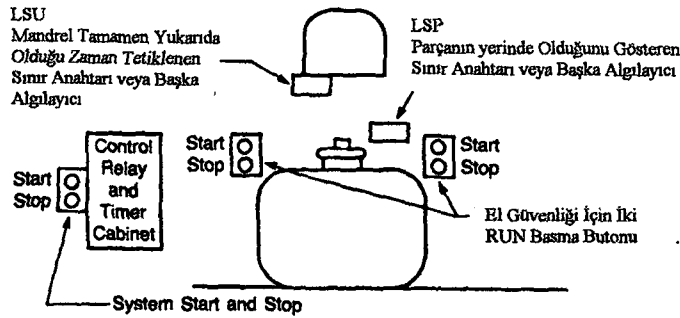


Şekil 3.1-4 : Sprey işleme sisteminin şeması.

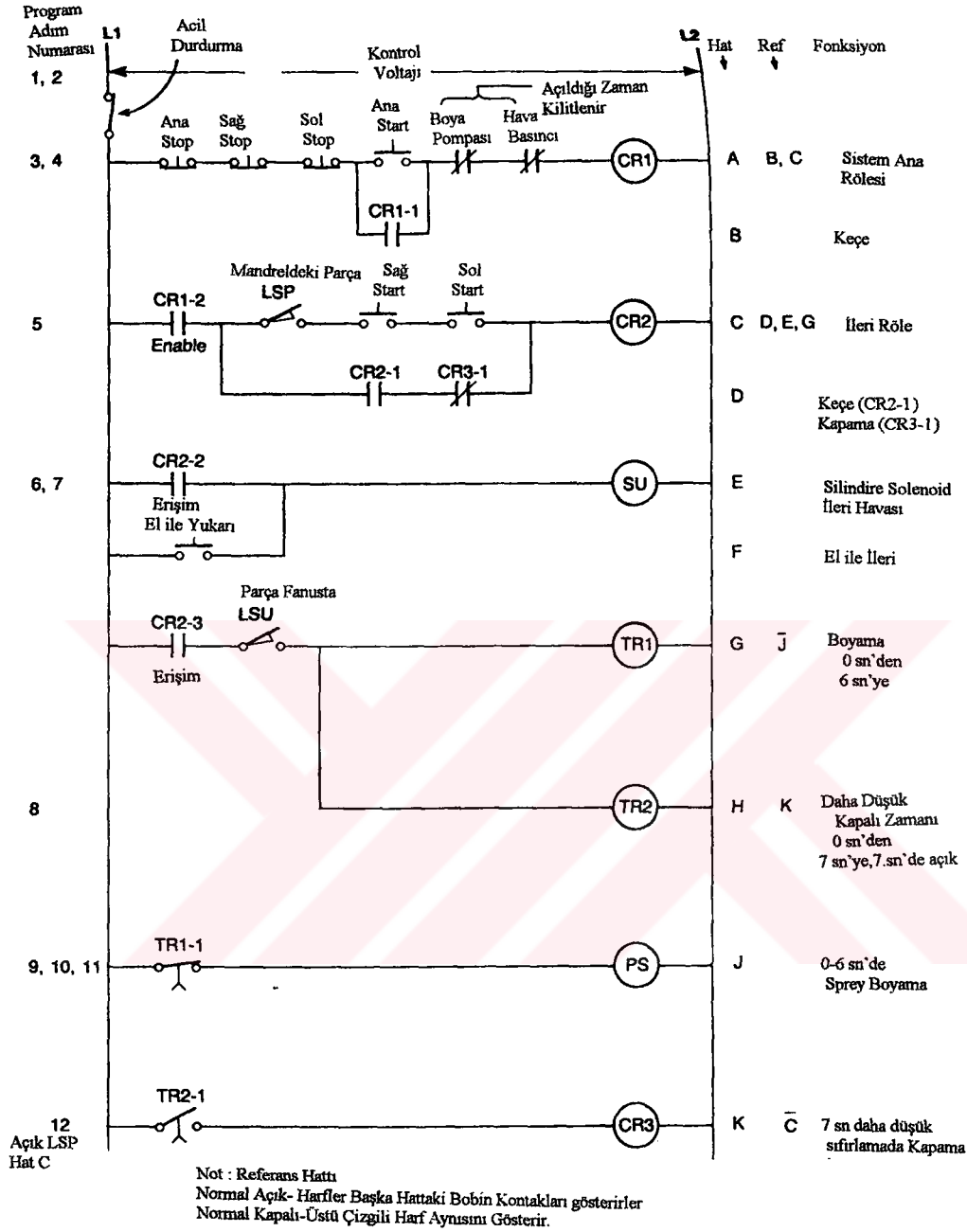
### 3. İşlem için yazılı adım sıralaması listesi yaratılacaktır.

Çalışma basamaklarına ait adımları mümkün olduğunca detaylı bir şekilde listelenir. Aşamalara ait basamaklar ikişer veya üçer boşluk bırakılarak düzenlenir ki daha sonrada atlandığı farkedilen basamaklar listeye eklenebilsin. Bu işleme ait aşamaların basamakları aşağıdadır:

- I. Boyama pompasını ve pnömatik hava kaynağı açılır.
- II. Sistem açılır. Sistem düğmelerinden başka ekstra düğmelere gereksinim vardır.
- III. Parça mandrel üzerine yerleştirilir. Algılayıcı, parçanın yerinde olduğu gösterir.
- IV. Sistem başlatma düğmesine veya düğmelerine basılır. İki elle birden iki düğmeye basılması çalıştırıcının ellerinin yükselen mandrel tarafından zarar görme olasılığını azaltır.
- V. Mandrel, elektriki olarak hareketlenen hava valfinin açılmasıyla enerjilenen pnömatik bir silindir ile yükseltilir. Yer çekimi ve valfin tekrar açıldığında aşağı doğru yay hareketi ile mandrel tekrar aşağıya doğru döner. Mandrel yükseldiğinde yerindeki parça ve dipteki algılayıcının enerjisinin kesildiğine dikkat edilmelidir.
- VI. Parça en tepeye ulaştığında hava basıncı ile bir durmaya karşı korunur. Algılayıcı, parçanın en tepeye ulaştığını gösterir.
- VII. Bir zamanlayıcı altı saniyeliğine çalışmaya başlar.
- VIII. Altı saniyelik zamanlama süresi sırasında boya sprey elemanı tarafından uygulanır.
- IX. Altı saniyenin sonunda boyama durur ve parça aşağı iner.
- X. Parça tepeden ayrıldığında yukarıdaki algılayıcının enerjisi kesilir.
- XI. Parça aşağıya ulaştığı zaman oradaki algılayıcı tekrar tetiklenir. (Algılayıcı yerindeki parçanın mandrelle birlikte yükselmediğini varsaydık.)
- XII. Parça mandrelden uzaklaştırılır.
- XIII. Sistem, 3. basamakta başlatılmak için yeniden kurulur.



Şekil 3.1-5 : Algılayıcı, ek, ve itme butonları yerleşimi



Şekil 3.1-6 :Adım lojik diagramı

4. Kontrol adımlarını taşıyacak olan taslağa, ihtiyaca göre, algılayıcıları eklenir. İşlem sıralaması listelendiği zaman, makinada işlem durumunu göstermek için algılayıcılara ihtiyaç olduğu açıktır. Parçanın en başta mandrelde yerleştirildiğini göstermek için bir algılayıcıya (LSP) ihtiyaç vardır. Mandrelin tamamen yukarı hareket ettiğini göstermek için bir algılayıcıya daha (LSU) ihtiyaç vardır. Bu tip bir işlemde gereksinim duyulabilecek diğer algılayıcılar arasında sprej boyacının boyamayı yaptığına, yerleştiricinin elini sistemden çektiğinden emin olmak için gereken kullanılanlar

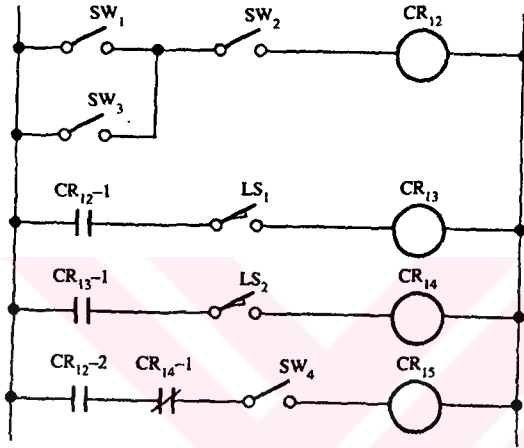
vardır. İşleme ve kontrolün detaylarına dayanarak başka algılayıcılara da gerek duyulabilir. Şekil 3.1-5, iki temel algılayıcı olan LSP ve LSU'yu ve bunların konumlarında kapsamaktadır. Şekil aynı zamanda başlatma ve durdurma düğmelerinin konumlarının yanısıra gereken eklemeleride göstermektedir.

5. İşlem kurgusuna veya çalışma kontrolüne , ihtiyaca göre elle kumanda edilen kontrolcüler eklenebilir.

Görevleri düzenlemek için mandreli en tepeye yükseltecek elle kumanda edilen bir düğmeye ihtiyacımız olabilir. Yukarı pozisyona elle getirmek , parçayı en yüksek düzeyde boyayla kaplamak için sprey tabancası basıncını ayarlama gerekir. Bu el kumandalı kontrolü yapmak için adım diagramına yukarı itme düğmeside (PBU) eklememiz gerekir.

6. Çalışan personelin güvenliği açısından ihtiyaç duyulabilecek ekleme ve ayarlamalar yapılır.

Makina operatörünün güvenliğini göz önünde bulundurulmalıdır. Elleri işlemden uzak tutmanın bir temel yöntemi iki tane başlatma düğmesine sahip olmaktır. Sonra iki elde bu düğmelere basarken işten uzak olmalıdır.



Şekil 3.1-7 : Adımlardan oluşan Adım Diagramı.

7. Güvenlik açısından ani bir kapama için ana kapama anahtarları eklenmesi gereklidir.

Bu operatörün güvenliği açısından eklenmesi gereklidir. Tüm basamaklar operatörün güvenliği ile ilgili olduğundan bu altıncı basamağın bir bölümü gibi görülebilir. Güvenlik konusunun bir devamı olmakla beraber acil kapama anahtarları o kadar önemlidir ki ayrı bir bölüm olarak ilgilenilmesi gerekir.

8. PLC programının temelini oluşturmada kullanılmak üzere bir adım lojik diagramı yaratılır.

Bu diagram ilk yedi basamağı ve ilgili düşünceleri kapsamalıdır. Spreyleme örneğimiz için bu şekil 3.1-6'da gösterilmiştir.

9. İşlem adımlarının çalışmayacağı durumlarda "Eğer ne.." tipi soruları göz önünde tutulmalıdır.

"Eğer ne...?" soruları veya potansiyel problem alanları saplanmalıdır. Adım çizelgesi tamamlandıktan sonra tüm olası ve acil durumlar listelenmelidir. Bu örnekte bunlardan bazıları şöyle olabilir:

- Eğer hiçbir parça yerinde değilken başlatma butonlarına basılmışsa ne olur?
- Eğer çevrim esnasında güç kesilirse, parça yükselirken, boyama esnasında, veya herhangi bir zamanda ne olacaktır?
- Eğer sprey elemanı boyasız çalışırsa ne olur?
- Eğer aynı parça ikinci kez boyamaya ayrılırsa ne olacaktır?
- Eğer durdurma düğmesine basılırsa ne olur? Durdurma düğmesi gerçekten yapılmakta olan işlemi durdururmu, veya mandrel hareket edebilir ve durdurma butonu indirildikten sonra bir güvenlik problemi yaratabilirmi?

Bu tip problemlerin tamamı adım şeması ve son adımda düşünülmelidir. Şekil 3.1-6'daki adım diagramı gözden geçirilmiş bazı önemli durumları içermektedir.

Program planlamasındaki bazı diğer adımlar işlem bozukluklarında arıza giderme, algılayıcı, röleler vs.'nin listelenmesi, terminal, borular ve yürütücüleri de kapsayan telleme çizelgeleridir.

### 3.2. REGİSTER'LER VE ADRESLER

Bütün bilgisayarlar veri ve komutların saklanması için içlerinde "yuva" lara sahiptir. Bazı PLC'lerin içinde yuvalar register olarak adlandırılır. Diğer sistemlerde adres olarak adlandırılır.

PLC registerleri çeşitli tiptedir ve çeşitli yollarla kullanılmaktadır. Yeni değerleri PLC içine herhangi bir yerden taşıyarak bazı PLC registerlerinin içeriğinin veya hacmini değiştirilebilir. PLC registerlerinin önceki değeri silinir ve kaybolur.

PLC registerlerinin diğer bazı tiplerinde değerler sabittir ve değiştirilemez. Diğer PLC register değerleri, PLC içinde başka bir yerden içine yeni değerleri yerleştirilerek değiştirilebilir. Diğer bazı PLC registerlerinin içerikleri, PLC çıkış modülleri ve çıkış terminalleri bulunan diğer PLC'lere taşınabilir. Diğer PLC registerleri hala sayıcı, zamanlayıcı ve diğer fonksiyonların yer aldığı tam anlamıyla dahili olanlarını kullanmaktadırlar.

Registerler, kullanmakta olduğunuz PLC sistemine bağlı olarak 4,8,16 veya 32 bit genişlikte olacak şekilde olabilirler. Her bit 0 veya 1 gibi bir değere sahiptir.

Bir ekran üzerinde, klavye vasıtası ile registerleri çağırarak içindekileri kontrol edebilirsiniz. İlave olarak, bir çok modelde register içeriğinin, bir yazıcı üzerinden yazılı çıkışını alabilirsiniz. Register içeriğini okumak veya yazılı çıkışını almak için çeşitli numaralama sistemi mevcuttur. PLC'nin yeteneklerine bağlı olarak, register değerlerinin yazılmasında bir veya bir çok farklı numaralama sistemi seçmek gerekmektedir. Örneğin, bir model size 1-Desimal,2-Binary,3-Hex,veya 4-ASCII arasından seçmenize izin verebilir. Diğer olasılıklar Oktal, veya kullanılmakta olan sistemin tek özel kodudur. Diğer PLC'ler hala görüntüleme ve yazılı çıkış almada yalnızca bir numaralama sistemiyle sınırlanmışlardır, buda genellikle desimal sistemdir.

Bazı PLC'ler numaraların takip edildiği örnekler kullanırlar. Diğer PLC'ler, özel bir ödeve veya fonksiyona ayrılanları adreslemede kesin numara serilerine sahiptir. Örneğin, bir PLC modelinde 901'den 930'a kadar olan adresler yalnızca zamanlayıcılar ve sayıcılara ayrılmıştır. Başka bir model 312den 351'e kadar iç registerleri adreslemede kullanmaktadır. PLC registerlerinin adreslenmesi için fonksiyonların belirlenmesi önemlidir.

Burada en önemli beş çeşit register tanımlanmaktadır. Bu tanımlayacağımız registerlerin hepsi 16 bit genişliğinde olduğuna dikkat edilmelidir.

**TUTMA REGİSTERİ (HOLDİNG REGİSTER) :** Bir tutma registeri, CPU'nun "orta"sındaki tip kütüktür. Bilgisayar işleminde iç çalışma yolunu korur. Giriş ve çıkışlara direkt olarak ulaşılamaz. PLC'nin kullanım klavuzunda PLC'de kaç tane tutma registeri bulunduğu bulunmaktadır. Küçük PLC'lerde yalnızca 16 tane yakalama-yazma registeri olabilmektedir. Geniş makinaların yüzlerce, programlamada kullanmak üzere hepsi ulaşılabilir, hareket edebilir ve optik analiz edilebilir tutma registerleri bulunmaktadır.

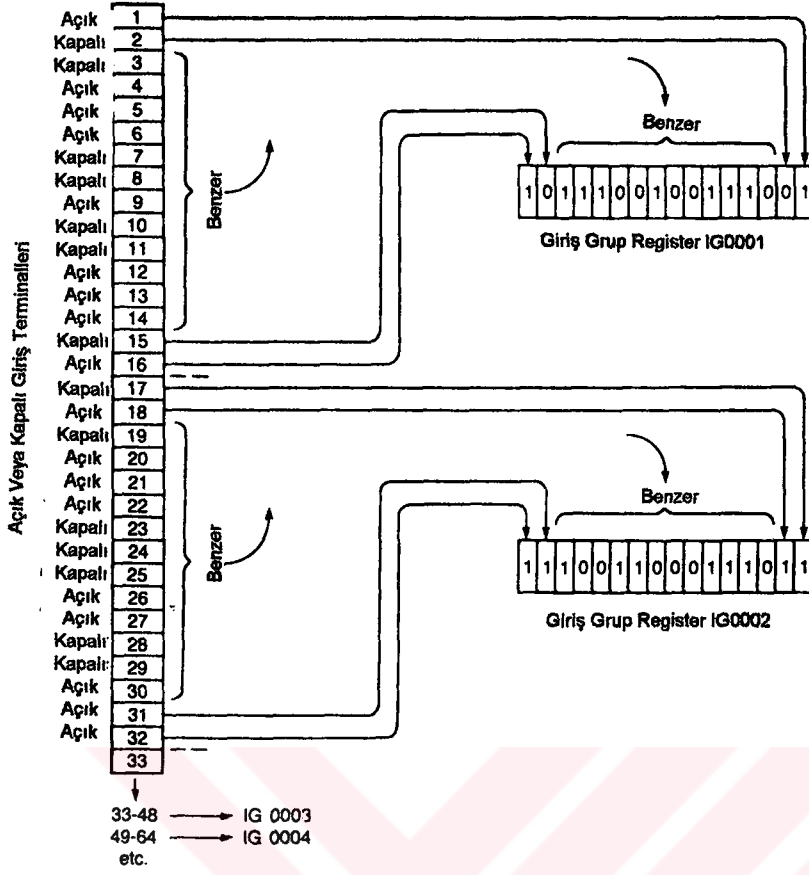
**GİRİŞ REGİSTERİ (INPUT REGİSTERS) :** Giriş registerleri, giriş modülünün terminaline veya portuna ulaşmaya hazır olmasının dışında, tutma registerleriyle temelde aynı karakteristiğe sahiptir. PLC'nin içindeki giriş registerlerinin sayısı, tutma registerlerine göre bire ondur.

**ÇIKIŞ REGİSTERİ (OUTPUT REGİSTERS) :** Çıkış registerleri, giriş registerleri gibi, tutma registerleriyle temelde aynı özelliklere sahiptir. Çıkış registerleri giriş registerlerinden ayrıdır, bununla beraber, çıkış modülünün terminaline veya portuna ulaşabilmeye hazırdır. Çıkış registerlerinin sayısı normalde giriş modüllerinin sayısına eşittir.

**GURUP GİRİŞ REGİSTERİ (INPUT GROUP REGİSTERS) :** Gurup giriş registerleri, IG, bir yere kadar giriş registerlerine benzer. Her bir tek 16 bit'e bir giriş portundan direk olarak ulaşabilmesi farklı yanındır. Bir gurup giriş registeri ardarda gelen 16 giriş portundan veri alır. Şekil 3.2-1, bu IG sistemin nasıl çalıştığını göstermektedir. IG sistemin avantajı yalnızca bir kütük için 16 girişin gerekmesidir. IG sistemsiz 16 giriş için 16 kütük gerekecektir. Grup giriş sistemsiz, programı çalıştırmak için daha çok bilgisayar alanı gereklidir.

Giriş modül portu, tek grup giriş register bit'ine karşılık gelir. Her IG register durumu bir bit'in durumu ile kontrol edilir. Bir giriş yapıldığı zaman, veya açıldığı zaman, bu karşılık gelen bit'in yuvasında bir 1 yaratır. Eğer port kapanırsa, bu karşılık gelen bit'in yuvasında bir 0 yaratır.

PLC'nizde giriş numaralarının karşılık geldiği grup giriş registerlerinin bilinmesi gereklidir. Tipik bir port numaralama şeması şekil 3.2-2'de gösterilmektedir.

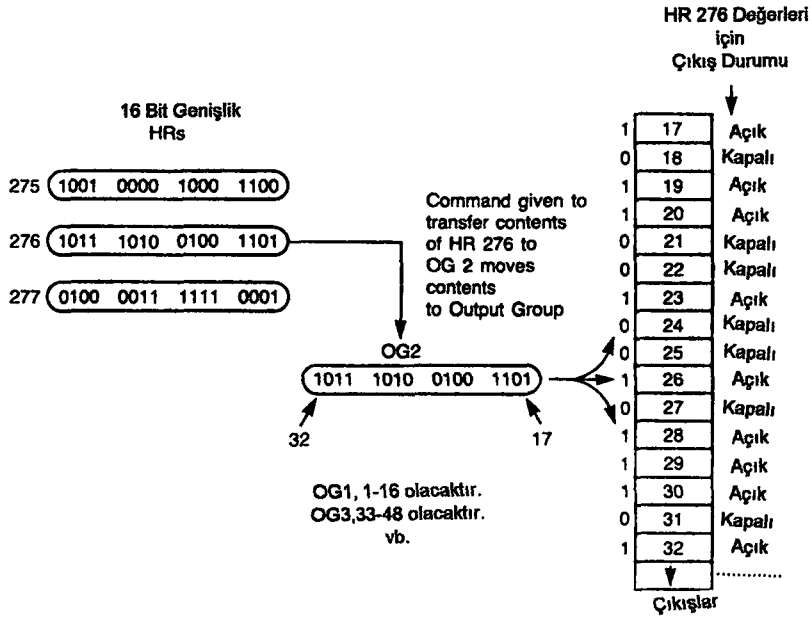


Şekil 3.2-1: Grup giriş registeri şeması

Giriş Grup Register Numarası	8 Bit Sistem Giriş Kontrolü	16 Bit Sistem Giriş Kontrolü
1	1-8	1-16
2	9-16	17-32
3	17-40	33-48
4	41-48	49-64
5	49-56	65-80
6	57-64	81-96
7	65-72	97-102
etc.	etc.	etc.

Şekil 3.2-2 : Grup giriş/giriş port numaralama şeması

**GRUP ÇIKIŞ REGİSTERİ (OUTPUT GROUP REGİSTERS)** : Grup çıkış registerleri, OG, bir anlamda grup giriş registerleri gibi organize edilirler. IG'den farkı, giriş registeri ile çıkış registerinin birbirine olan farkı ile aynıdır. Şekil 3.2-3 OG registerinin fonksiyonlarının nasıl olduğunu göstermektedir. Bir OG registeri 16 tane çıkışı kontrol edebilmektedir. Eğer bir (1), bir bit pozisyonunda ise, bit'e karşılık gelen çıkış açığa dönecektir. Bir (0)'a karşılık gelen çıkışı kapatacaktır. Grup çıkış registerleri için gruplama şeması, grup giriş register sistemiyle aynıdır. Gruplama şeması şekil 3.2-3'de gösterilmektedir. Grup çıkış registerleri özellikle adımlayıcı işlemlerde faydalıdır.



Şekil 3.2-3 . Grup çıkış register şeması

### 3.3. ZAMANLAYICILAR (TIMERS)

Bobinler ve kontaklardan sonra en yaygın kullanılan işlem kontrol cihazı zamanlayıcıdır. En yaygın zamanlama fonksiyonu, temel fonksiyon olan, açma zaman gecikmesidir. Hepsi bir veya daha fazla temel açma zaman gecikmesi fonksiyonundan türetilen bir çok zamanlama konfigürasyonu vardır. PLC'lerin sahip oldukları temel fonksiyonlardan biri zamanlayıcı fonksiyonudur. Temelde, PLC açma zaman gecikme fonksiyonu ve diğer yedi türetilmiş zamanlayıcı fonksiyonu yaygın olarak kullanılır. Temel olarak türetilen fonksiyonlar, kapama zaman gecikmesi, ara sinyal zamanlaması ve birden çok işlem çalışması sırasında çeşitli işaret zamanlamasıdır.

Bir PLC içerisinde normal olarak iki tür temel PLC zamanlama fonksiyon bloğundan yalnızca biri bulunur. Blok zamanlama fonksiyonları çeşitli kontak düzenlemeleri ve çok zamanlı çeşitli zamanlama görevlerini yapmada kullanılmaktadır. Tipik endüstriyel zamanlama ödevleri kaynak, boyama ve ısıtma işlem için zamanlama süresini içermektedir. Zamanlayıcılar iki operasyon arasındaki süreye de önceden karara verebilmektedir. Bir PLC ile, bellek sınırları içinde, gerektiği kadar çok zamanlayıcı bloğu kullanılabilir. PLC zamanlayıcı fonksiyonları, klasik endüstriyel zamanlayıcıların hepsinin yerine kullanılabilir.

Dijital, katı durumlu, elektronik zamanlayıcılar sadece sıralanan üç tip endüstriyel zamanlayıcıdan daha ileri teknolojik adımdır. PLC zamanlama fonksiyonu, endüstriyel veya dijital elektronik zamanlayıcılardan daha çok yönlü ve esneklerdir.

PLC zamanlayıcıların önemli bir özelliğide, değişken zamanının sabit zaman kadar iyi programlanabilir olmasıdır. Değişken zaman süresi register değerinin değişimi ile uygun olması gereklidir. PLC zamanlayıcı fonksiyonunun bir diğer avantajı, katı-durum (solid-state) teknolojisi temel alındığında, zamanlama hassasiyeti ve tekrarlanabilirliğinin oldukça yüksek olmasıdır.

#### TEMEL PLC ZAMANLAYICI FONKSİYONU

Tek bir giriş zamanlayıcısı bazen PLC'lerde kullanılır. Bir örneği şekil 3.3-1'de gösterilmektedir. IN001'in enerjilenmesi dört saniye için zamanlayıcının çalışmasına sebep olmaktadır. Dört saniyenin sonunda çıkış açılır. Girişin enerjisi kesildiği zaman, çıkış kapanır ve zamanlayıcı 0'a sıfırlanır. Eğer giriş IN001 zamanlama süresi esnasında durdurulursa, zamanlayıcı asla açılmaz ve 0'a sıfırlanmaz.



Şekil 3.3-1 : Tek-giriş zamanlayıcısı

Şekil 3.3-2'deki alçak giriş, enerjilendiğinde zamanlayıcının çalışmasını sağlayan sıfırlama hattıdır. Enerjisi kesildiği zaman, zamanlayıcı 0'ı korur, veya 0'a sıfırlanır. Üstteki hat zamanlayıcıya ulaştığı zaman çalışır. Ulaştığı zaman, çalışma girişinin enerjilendiği kadar uzun, zamanlayıcı çalışır. Zamanlayıcı çalışırken eğer çalışma enerjisi kesilirse, zamanlama neredeyse durur ve 0'a sıfırlanmaz.

Şekil 3.3-2'de format A için, IN002 kapandığını ve IN001'in açıldığını kabul edelim. Altı saniye sonra, IN001 açılır. Zamanlayıcı altı saniye tutar. Zamanlama ayarlanan değer olan 14 saniyeye ulaşamaz ve zamanlayıcı çıkışları hala kapalıdır. Zamanlayıcı IN002 açılmadıkça sıfırlanmaz. Bir süre sonra IN001'in tekrar kapandığını varsayarsak, IN001 kapandıktan sekiz saniye daha sonra, yani 6+8=8 olunca, zamanlayıcı bobini enerjilenecektir.

Şekil 3.3-2'deki format B'de, IN7, RT31=RN zamanlaması içindir. IN8, RT31=RS'e ulaşır. Zamanlayıcı açıldığı zaman, çıkış 31'i (iç), çıkış 78'i açar.

#### 3.3.1. (X) VE (O) İLE ZAMANLAYICI DURUMUNUN TANIMLANMASI

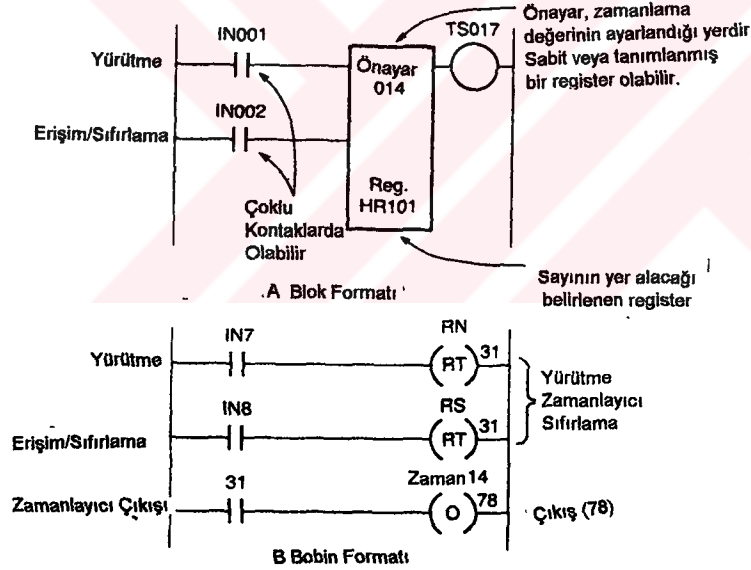
Zamanlayıcı kontak durumunun tanımlanmasına eklenen yardım şekil 9-3'te gösterilmektedir. Bir zamanlama çevriminde üç durum vardır: (a) başlangıç veya sıfırlanmış durum, (b) zamanlama esnasındaki durum ve (c) zamanlamanın tamamlanmasından sonraki durum. Bir sistemin normal olarak açığı için X ve kapalı için O kullanılmaktadır.

### 3.3.2 BASKIN TİP ZAMANLAMA FONKSİYONLARI

Yaygın olarak kullanılan zamanlama fonksiyonlarından bazıları :

- Açma gecikmesi: Çıkış A açıldıktan sonra, çıkış B kurulan özel bir zamanda açılır. A kapandıktan sonra, B'de kapanmaktadır.
- Kapama gecikmesi: A ve B'nin her ikisinde aynı zamanda açılmaktadır. Her ikisinde işlemde. A kapatıldığı zaman, B kapanmadan önce kurulan spesifik bir süre açık kalmaktadır.
- Sınırlı açık zaman: A ve B aynı zamanda açılırlar. B belirli bir süre sonra kapanır, fakat A açık kalır.
- Tekrar çevrimi: Bir çıkış sinyali açılmakta ve önceden ayarlanmış sabit bir sürede çabuk olarak kapanmaktadır.
- "Kısa darbe" fonksiyonu: Çıkış B açılır belli bir süre sonra çıkış A açılır. Çıkış B, çıkış A kapansa bile kendi özel zaman süresi boyunca açık kalmaktadır.
- İki çıkışın değişmeli açık ve kapalı olması: Bu zamanlama fonksiyonuna örnek iki tane değişmeli parlayan sinyal ışığıdır. Her iki lamba için zamanın açılması aynı olmalıdır, veya iki kere farklı süreler girilmelidir.
- Çoklu açılma gecikmesi veya çoklu kapanma gecikmesi: İki veya daha farklı haller, aynı referans zaman noktasından zamanlanmaktadır.
- Bir çevrim için ara zamanı: Bir çıkışın sistem çalışmaya başladıktan 7.5 saniye sonra açılması, 4.5 saniye açık kalması, kapanması ve kapalı kalması gerekebilir. Süre yalnızca makina kapatıldıktan sonra tekrar açılırsa tekrarlanacaktır.

Bununla beraber ,buradaki sekiz örnek PLC'nin zamanlama kabiliyetini göstermektedir.



Şekil 3.3-2 . Çift-giriş zamanlayıcı

### 3.3.3 ZAMANLAYICI FONKSİYONLARI ÖRNEKLERİ+

Yukarıda bulunan sekiz zamanlama sisteminin her birine bir örnek verilmiştir. Çoğu durumda, her örnek bir endüstriyel problemi canlandırmaktadır. Her örnek çıkış açık-kapalı durumuna karşı zamanı gösteren diagramlar içerirler. Zaman durum diagramları referans için (X) ve (O) işaretlemesini içermektedir.

Örnek A zaman gecikmesinin en basit şeklidir. Devre açıldığı zaman, bir hareket yer alır. Belirli bir süre sonra, başka bir hareket yer almaktadır. Şekil 3.3-4 örnek A için programı göstermektedir.

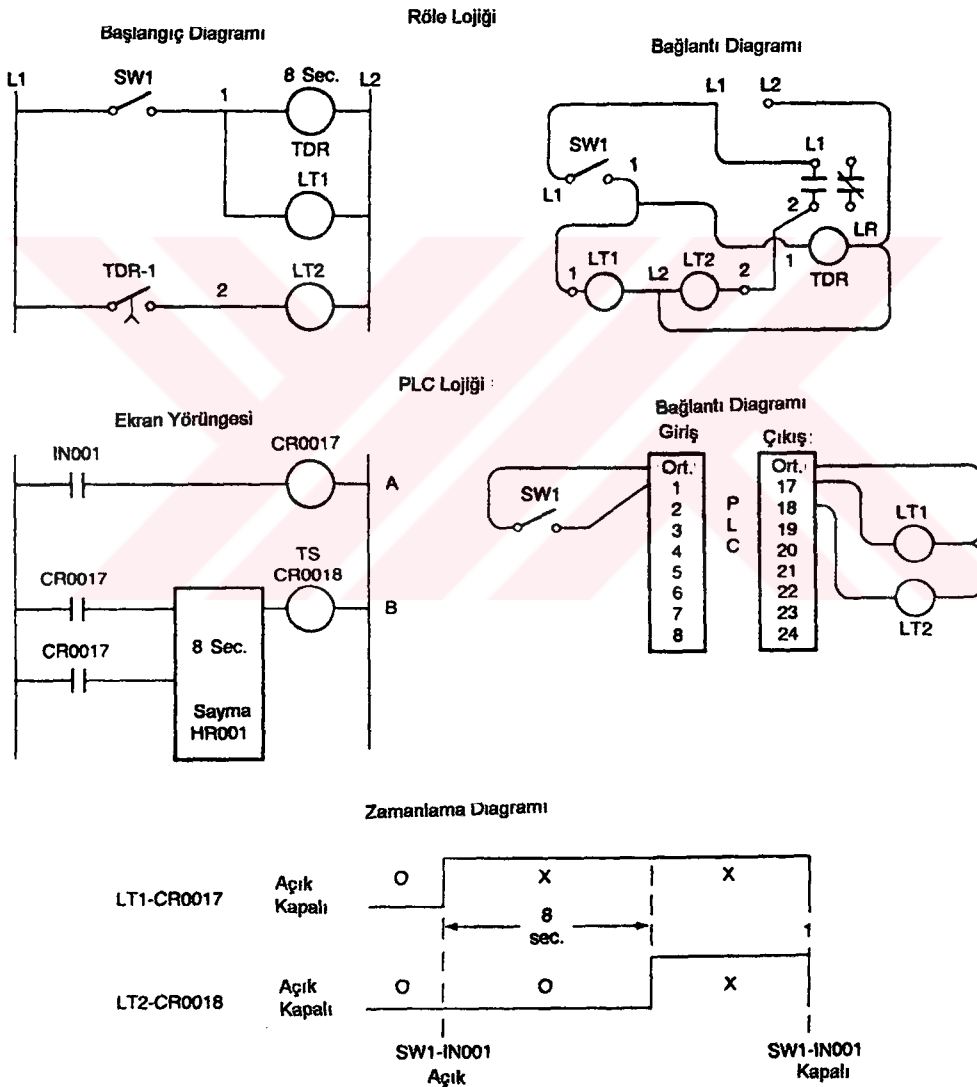
ANAHTAR : O—KAPALI X — Açık

Kurma Durumu	Zamanlama Sırasında	Taşan Zaman	Sonuç		
			→	O	X
Açık	Açık	Kapalı	→	O	X
Açık	Kapalı	Açık	→	O	X
Kapalı	Açık	Kapalı	→	X	O

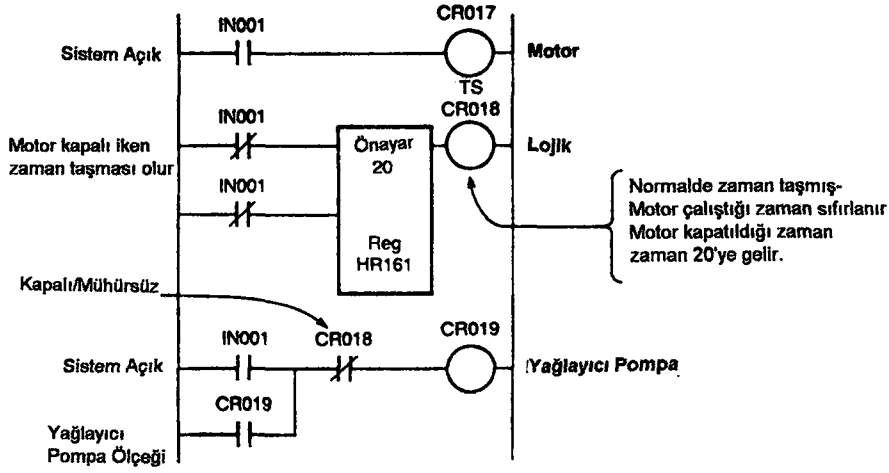
Etc. ...

X — Kontak Kapalı  
O — Kontak Açık

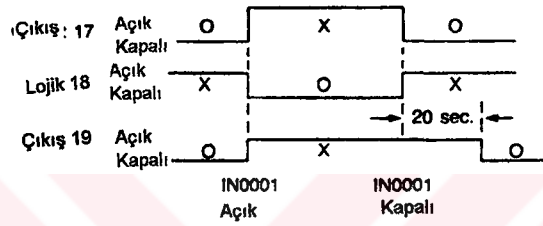
Şekil 3.3-3 : Adımlama şeması



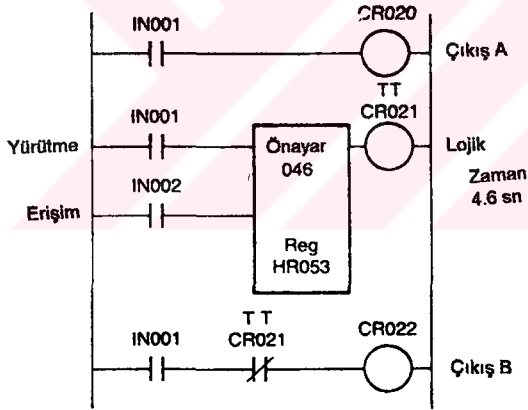
Şekil 3.3-4 : Örnek A. Açma zaman gecikmesi.



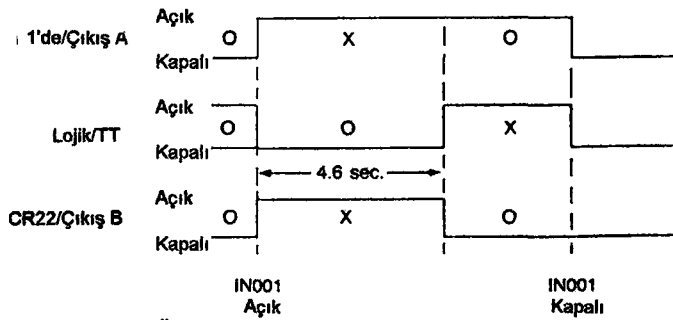
Zamanlama Diagramı



Şekil 3.3-5 : Örnek B. Kapama zaman gecikmesi.



Zamanlama Diagramı



Şekil 3.3-6 : Örnek C1. Bir çıkış, başlangıçta açık zaman süresi.

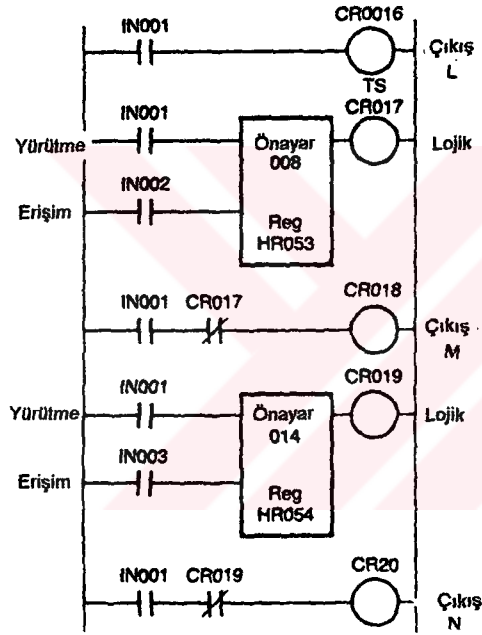
Örnek A için adımlar :

1. Anahtar 1 açıldığı zaman, lamba A yanar.
2. A yandıktan sekiz saniye sonra ,B yanar.
3. Anahtar 1 açılanana kadar bütün ışıklar kapanır veya kapalı kalır.

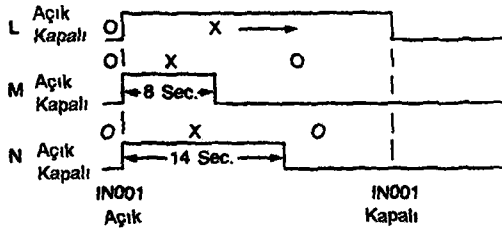
Örnek B bir kapama gecikmesi devresidir. Bir motor ve bunun yağ pompasının her ikisinde çalışmaktadır. Ana motorun rulmanları için yağ coast-down sırasında gerekmektedir. Ana motor durduktan sonra yağ pompası bir süre daha, coast-down olana kadar çalışmaya devam etmektedir. Bu örnekte, bir yağ pompası ana sistem kapatıldıktan sonra yirmi saniye daha çalışmaya devam etmektedir. Şekil 3.3-5 gerekli programı göstermektedir.

Örnek C1 iki girişin aynı anda açık olduğu bir durumu göstermektedir. Daha sonra, önceden belirlenmiş bir zaman periyodu geçtikten sonra bir tanesi kapanmaktadır. Şekil 3.3-6'da bu durum iki çıkış için gösterilmiştir. Bir çıkış, A, açık kalır, B, zaman süresinin sonunda kapanır. Kurma, IN001 ve 002'nin kapanmasıyla tamamlanmaktadır.

Şekil 3.3-7, örnek C2, çok yönlü kullanımlı bir zamanlama sistemini göstermektedir. Üç çıkış aynı anda açılmaktadır. Biri açık kalmakta, diğeri M, sekiz saniye sonra kapanmakta ve üçüncü çıkış N, 14 saniye sonra kapanmaktadır.



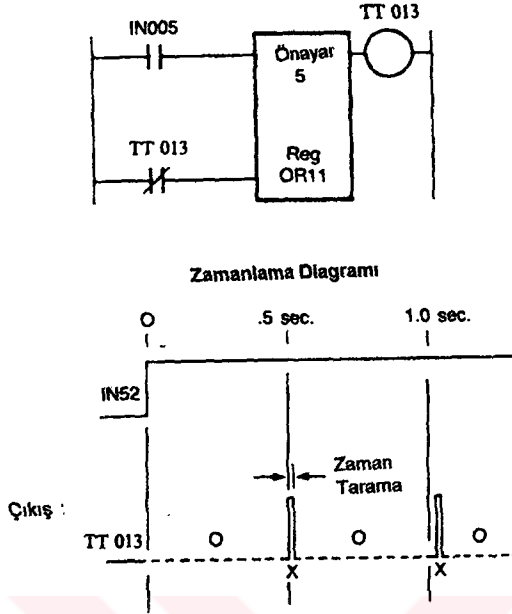
Zamanlama Diagramı



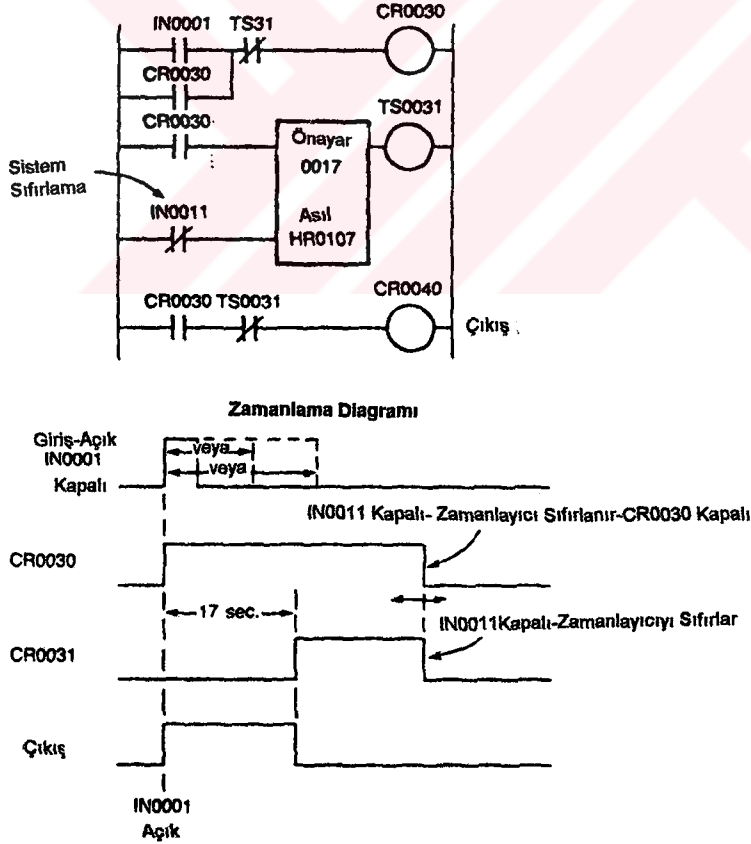
Şekil 3.3-7 : Örnek C2. İki çıkış, başlamada açık zaman süresi.

Örnek D darbeli zamanlayıcıdır. Kısa bir gerilim impuls'u her 12 saniyede bir üretilmektedir. Şekil 3.3-8'de gösterilen PLC devresi gereken sinyali üretmektedir. Zamanlayıcı, "zaman" girişi ile, başlangıç koşullarına getirilir. Zamanlama süresinden sonra, zamanlayıcı çıkışı açılmaktadır. Çıkış açıldığı zaman,

kontaklarından bir tanesi, TT013, aniden açılır ve zamanlayıcıyı 0'a sıfırlar. Zamanlayıcı 0'a sıfırlandıktan sonra, çıkış kapanır. Daha sonra, zamanlayıcıda kapalı olduğu zaman, TT013 çevrimi yeniden kapanır, yeniden açılır. Darbeleşmiş açma zamanı, bir tarama zamanı, oldukça kısadır. İşlem kendini sürekli tekrarlamaktadır

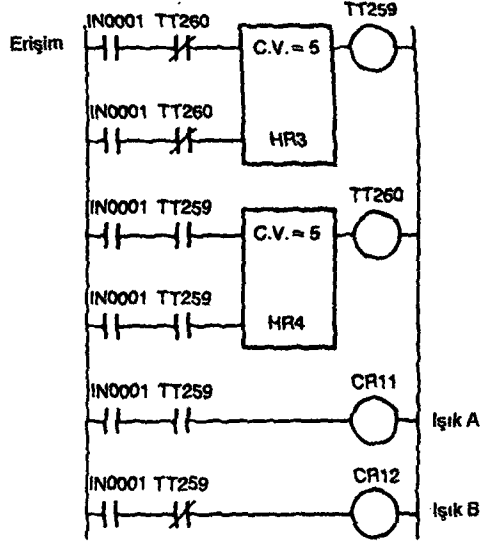


Şekil 3.3-8 : Örnek D : Darbe tekrarlamalı zamanlayıcı.

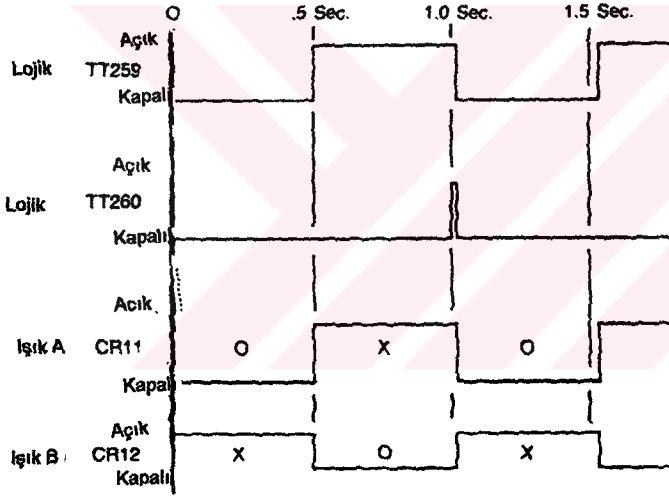


Şekil 3.3-9 : Örnek E. "Kısa darbe" zamanlayıcı işlemi.

Örnek E, şekil 3.3-9'da gösterilen, "kısa darbe" sistemidir. Zamanlama periyodu esnasında giriş kapansada, tanımlanan kendi zaman periyodundan sonra çıkış açılmaktadır. IN0011 açılmalı ve sistemi sıfırlamak için tekrar kapanmalıdır.



Zamanlama Diagramı

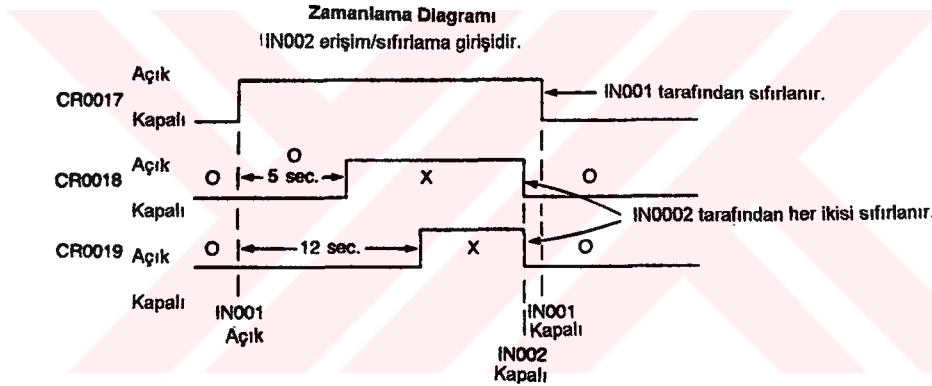
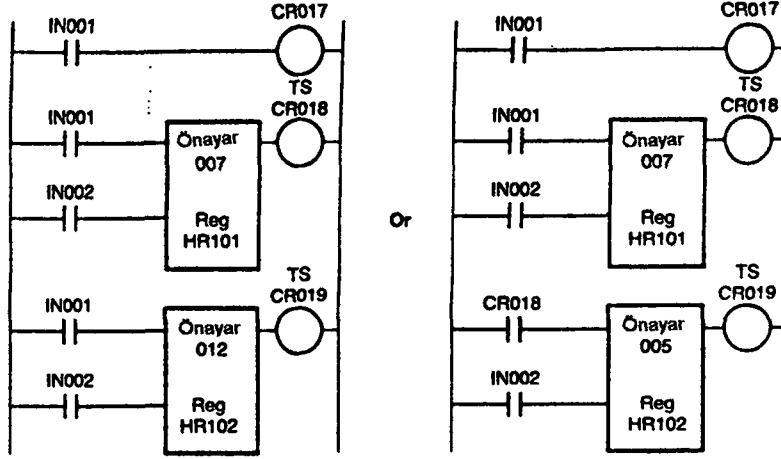


Şekil 3.3-10: Örnek F. Değişmeli parlayan sistem.

Şekil 3.3-10'daki örnek F değişmeli iki çıkış sistemidir. Bu değişmeli yanan iki ışığı, PLC programıdır. Çıkış 11 ve 12 iki ışığı kontrol etmektedir. Çıkışlar her 5/10 saniyede bir açık-kapalı ve kapalı-açık olarak değişecektir. Her lamba için açık zamanı, fonksiyonel bloktaki kurma zamanıyla değişebilmektedir. Programlanan değerler aynı değerler olabileceği gibi her biri farklı zaman değerlerine ayarlanabilir. IN0001 açık-kapalı kontrol sistemidir.

Örnek G, çıkışların çoklu zamanlaması içindir ve iki gösterim vardır. Şekil 3.3-11 çift açma zaman gecikmesi içindir. Şekil 3.3-12 çift kapama zaman gecikmesi içindir. Her ikisinde örnek A ve B'nin çoklu uygulamasıdır.

İsn. sonra Çıkış 018 enerjilenir ve IN001 enerjilendikten 12 saniye sonra 019 enerjilenir..



Şekil 3.3-11 : Örnek G1,çift açma zamanı gecikmeli -iki şema

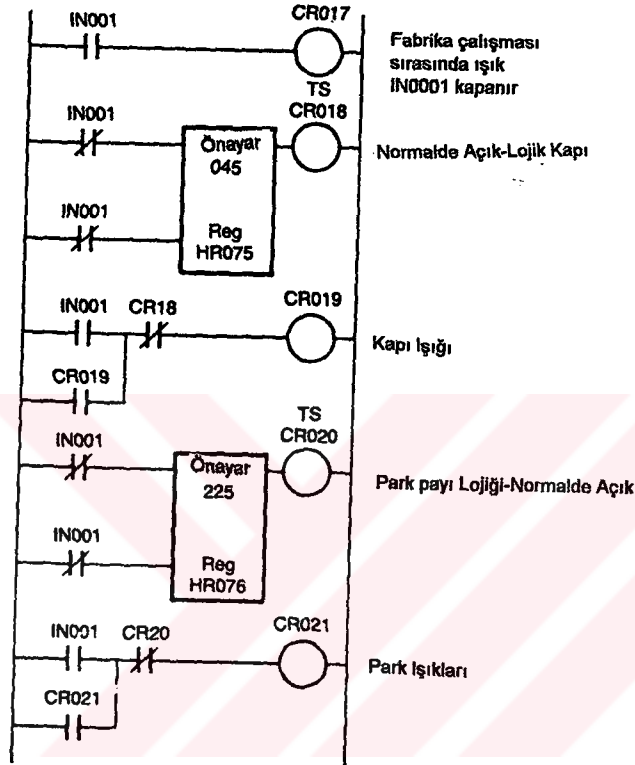
Çift zaman gecikmesi yapmak için iki yol bulunmaktadır. Her ikisinde şekil 3.3-11'de gösterilmektedir. Soldaki diagramda zamanlama süresi aynı zamanda başlamaktadır. Sağdakide aynı zamanlamayı yapmakta, fakat zamanlayıcılar zincirleme çalışmakta yani 1. zamanlayıcı kapandığı zaman 2. zamanlayıcı çalışmaya başlamaktadır.

Çift kapama zamanı gecikmesi şekil 3.3-12'dedir. Bir binada ışıklar kapandığı zaman bir çıkış kapısının ışığı 45 saniye daha ilave olarak açık kalmaktadır ve park ışıklarında kapı ışıkları kapandıktan sonra 3 dakika daha açık kalmaktadır.

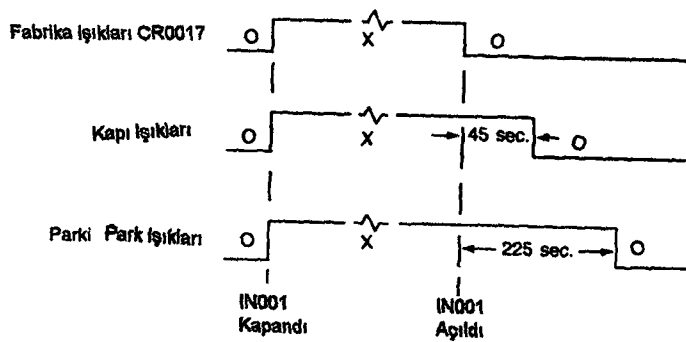
Örnek H, bir işlem operasyonu başladıktan sonra bir miktar zamanlanmış sürelerle ilgilidir. Bu çeşit zaman süreleri bazen "gömülmüş zaman süresi" olarak adlandırılmaktadırlar. Buradaki işlem bir fan'ın özel çalışması için kullanılmaktadır. Fan, bir sistem açıldıktan 8.7 saniye sonra açılacaktır. Sistem açıldıktan 16 saniye sonra ya kadar açık kalacaktır, yani net olarak 7.3 saniye. Şekil 3.3-13, bu zaman süresi ihtiyacını karşılayacak bir PLC programını göstermektedir.

### 3.3.4. BİR ENDÜSTRİYEL İŞLEM ZAMANLAMA PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜ

Burada, kontak/bobin lojik kadar iyi, çoklu zamanlama programı gerekmektedir. Bu bir tek, işlevsel, ısıtım işlem makinasıdır. İstasyon çelik bir halka üzerinde yüzey sertleştirme işlemi yapmaktadır. Sertleştirme işlemi çelik halkayı yüksek sıcaklığa çıkararak yapılır. Daha sonra bu aniden soğutulur. Metalurjik olarak bu çelik halkanın yüzeyi relatif olarak sertleşmiştir.

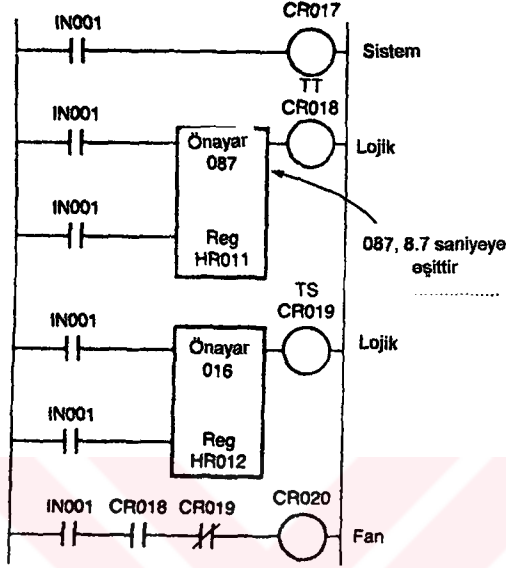


Zamanlama Diagramı

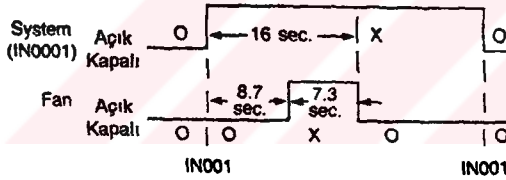


Şekil 3.3-12: Örnek G2. Çift kapama gecikmesi

Isıtma temassız indüksiyon ısıtma işlemi ile yapılmaktadır. Parçanın dışındaki dairesel bobin ile içindeki yüksek akım parçanın içinde yüksek çevresel akımı indükler. Parça bu nedenle çok çabuk ısınır. Bobin, parçanın aşırı ısıtılmasını veya ergimesini önlemek için, dışarıda kalan kısmının içinden su geçirilerek soğutulmaktadır. Ani soğutma, parça yüzeyine su püskürtülerek yapılmaktadır. Ani soğutma suyu, endüksiyon bobininin içerideki yarısına pompalanır. Bobinin içerisindeki birçok kanalın içerisinden parçaya soğuk su püskürtülmesi hızlı soğuma ile beraber sertleştirilmiş bir yüzeye sebep olur.



Zamanlama Diagramı

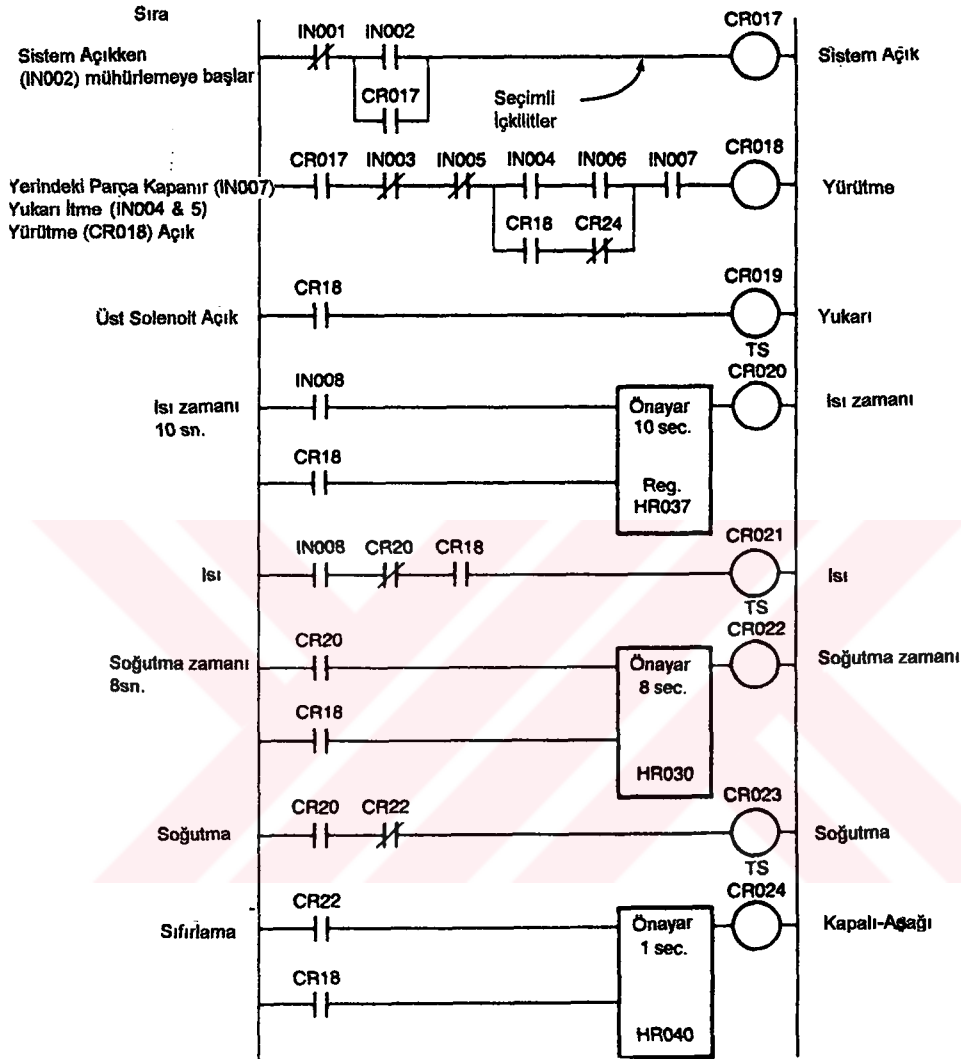


Şekil 3.3-13 : Örnek H : Gömülmüş süre zamanlaması.

Şekil 3.3-14'de işlem istasyonunun mekanik olarak şeması görülmektedir. Buradaki işlem adımları:

1. Ana basma butonuna basılarak sistem açılır.
2. Parça mandrel üzerine yerleştirilir.
3. Sağ ve soldaki basma butonlarının her ikisine birden basılır.
4. Bu noktada, veya başka bir zaman, herhangi bir stop butonuna basma bütün işlemi durduracaktır.
5. Parça aşağıdan yukarıya pnömatik hava hareketi ile sürülmektedir. Bu pnömatik kaldırma silindirene bir solenoid valf tarafından hava sağlanmaktadır. Aşağı sınır anahtarı parça yükselmeden önce anahtarlanmalıdır. Aşağı sınır anahtarının tetiklenmesi mandrelde parça olduğunu ve mandrelinde aşağıda olduğunu göstermektedir. Parça aşağıdan ayrıldığı zaman sınır anahtarı açılmasına dikkat edilmelidir.
6. Mandrel hareketinin sonunda bir sınır anahtarına temas eder.
7. Isı 10 saniye için açılır ve kapanır.
8. Ani soğutma 8 saniye için açılır ve kapanır.

- 9.Yer çekimi ve yay kuvvetiyle parça aşağıya doğru döner. Mandrel aşağı doğru hareketine başladığı zaman yukarıdaki sınır anahtarı kapanır.  
 10.Parça ve mandrel aşağıya ulaşır. Aşağı sınır anahtarı tekrar tetiklenir.  
 11.Sistem sıfırlanır.  
 12.Parça sökülerek alınır.

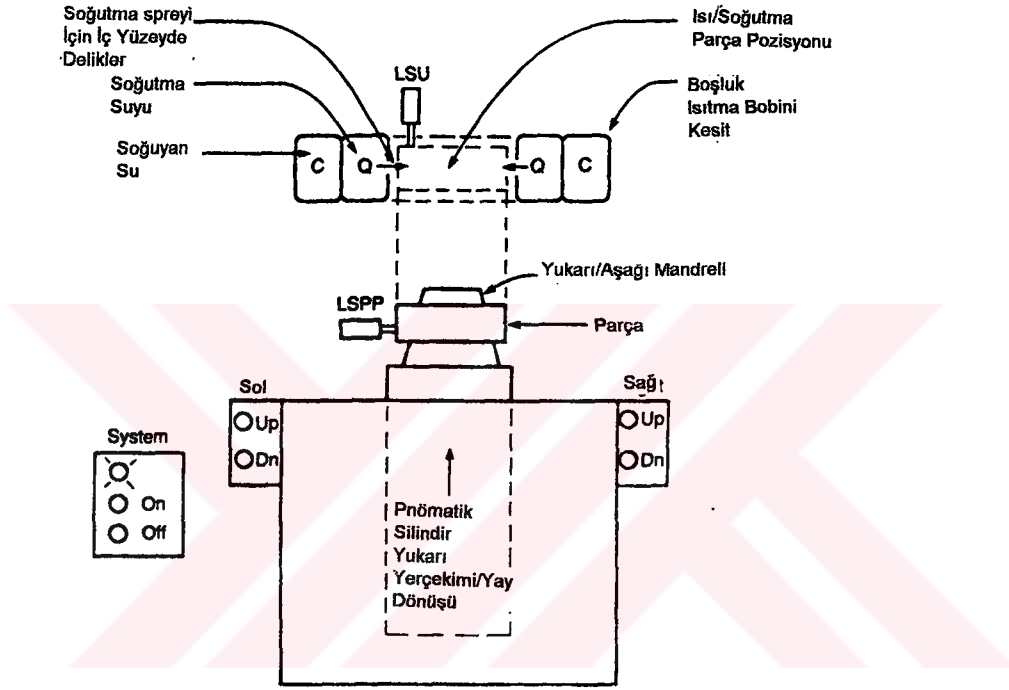


Girişler		Çıkışlar	
0001	Ana Stop	0019	Solenoid valfi-Yukarı
0002	Ana Start	0021	Kontaklayıcı bobinde ısı
0003	Sol Stop	0023	Soğutma spreyi su solenoidi
0004	Sol Start		
0005	Sağ Stop		Seçenekler
0006	Sağ Start	0017	Sistem Açık Pilot Işığı
0007	Sınır Anahtarı Aşağı	0018	Makina Açık/Yukarı Pilot Işığı
0008	Sınır Anahtarı Yukarı		

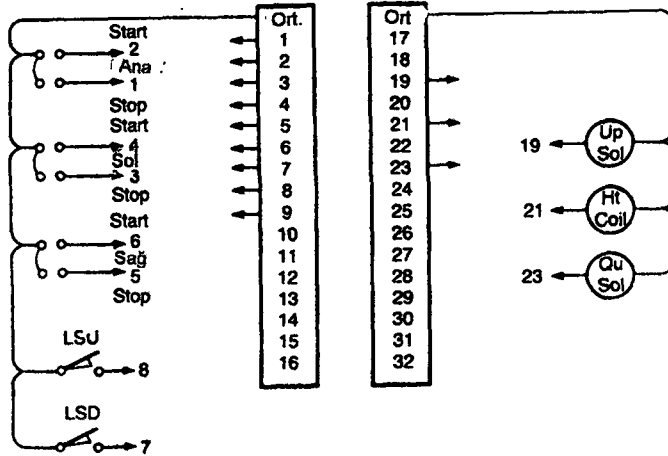
Şekil 3.3-15 : Isıtma/Ani soğutma makinesi programı

Bu programın içermediği bazı seçimli özellikler şunlardır:

- Eğer ısı jeneratörünün ve bütün su pompalarının açık olduğu varsayılırsa, işlemin her tarafında çalışan kilitlemeler sigortalanmayı sağlayabilir.
- Aynı parça iki veya daha fazla işlenebilir. Halka 12.adımdan sonra, sıfırlamadan önce, ayrılmalıdır.
- Geçerli sıcaklığa ulaşıp ulaşılmadığını görüntülemek için bir thermocouple algılayıcı işlem sıcaklığını görüntülemelidir.
- Kurma için elle kontrol eklenmelidir. Bunlar “Yukarı”, “Isıtma” ve “Ani soğutma”dır.
- Güvenlik önlemleri eklenmelidir, mesela ısıtma işleminden önce bir muhafaza inebilir.
- Diğer özellikler gerektiği gibi olmalıdır.



Şekil 3.3-14 . Isıtma /Ani soğutma istasyonu



Şekil 3.3-16 : PLC modülü için bağlantı diagramı, girişler ve çıkışlar.

Sonraki adım PLC kütüklerini veya adres numaralarını çeşitli girişler ve çıkışlar için ayırmaktır. İşlemi yapacak bir adım diagramı, şekil 3.3-15'deki gibi, daha sonra geliştirilmelidir.

Daha sonra PLC için bağlantı diagramı çizilir. Burada sekiz giriş ve üç çıkış (artı eğer eklenir ise iki pilot ışığı) bağlantısı bulunur. Bağlantı diagramı şekil 3.3-16'da gösterilmektedir.

Son iki gelişimsel adım işlem için PLC'yi programlama ve eğer gerekirse gerekli değişikliklerin yapılmasıdır.



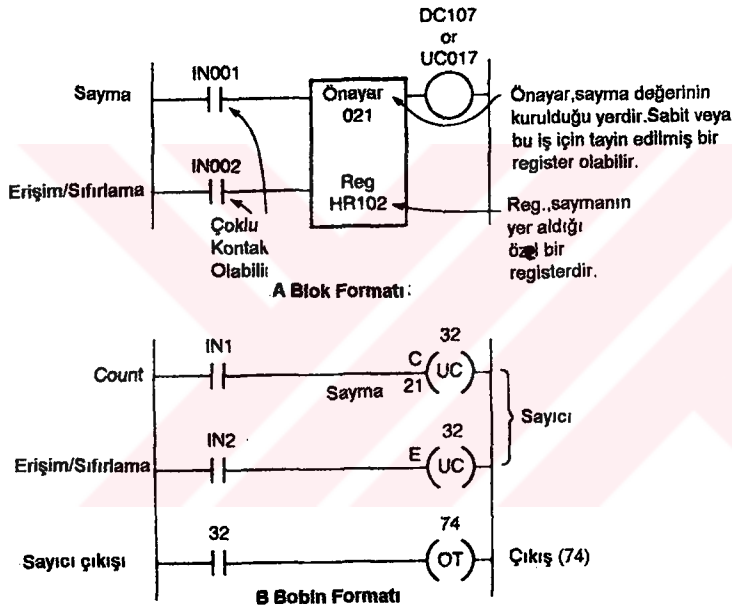
### 3.4. SAYICILAR (COUNTERS)

PLC sayıcıları, zamanlayıcılar ile aynı programlama formatına sahiptir. Bir giriş, PLC fonksiyonu nun analiz edeceği bir sayma sinyali hazırlar. Diğer bir giriş, zamanlayıcı fonksiyonu gibi, sıfırlama erişimi yapar. Bu PLC fonksiyonu ile yerleştirilen klasik sayıcılar mekanik,elektrikli veya elektronik olabilmektedir.

Bütün PLC'ler fonksiyonları birbirine benzeyen geri ve ileri sayıcıların her ikisinde sahiptir. İleri sayıcılar, 0'dan başlar ve bazı hareketlerin yer aldığı, önceden girilmiş bir sayıya kadar sayarlar. Geri sayıcılar, önceden girilen bir değerden hareketin yer alacağı 0'a doğru sayarlar. İki veya daha fazla sayıcı kullanmak kontrol işleminde faydalıdır.

#### 3.4.1. TEMEL PLC SAYICI FONKSİYONU

Temel PLC sayıcı fonksiyonu şekil 3.4-1'de gösterilmektedir. Sayıcı çift girişli olarak gösterilmiştir. Tek girişli sayıcı pratik değildir, çünkü tek bir giriş sinyaller arasında kapamayla, her sinyalden sonra fonksiyon sıfırlayacaktır. Tek bir giriş fonksiyonu asla 1 sayısından ileri gidemeyecektir. Şekilde gösterildiği gibi ayrı sayıcı ve sıfırlama girişi gerekmektedir.



Şekil 3.4-1 : PLC sayıcı fonksiyonu.

Şekil 3.4-1'deki B (bobin) formatı, benzer olarak çalışmaktadır. Sayma sinyalleri IN1'den UC 32'ye kadardır. Yerleştirilen sayı 21'dir. Erişim/sıfırlama IN2 tarafından. 21 sayısına ulaşıldığı zaman, kontak 32 çıkış 74'ü enerjilendirmektedir.

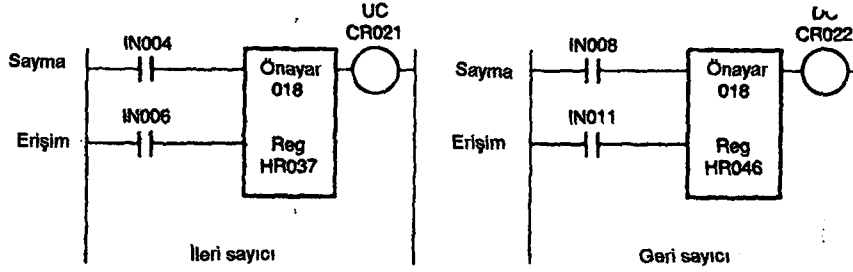
PLC sayıcı fonksiyon konfigürasyonu, birinin ileri diğerinin geri sayması dışında, ileri ve geri sayan sayıcılar için aynıdır. Şekil 3.4-1 PLC sayıcıları için iki tipik formatı göstermektedir. İki giriş sayıcı işleminin kontrolünü göstermektedir. Eğer IN002 açılırsa, sayıcı 0'a kurulu. IN002 kapatıldığı zaman, sayıcıya erişilebilir. IN002 yeniden açıldıktan sonra, işlem içinde her zaman sayıcı 0'a sıfırlanabilir.

Şekil 3.4-1'in A formatında, erişildiği zaman, IN001 her açıktan kapalıya geçtiğinde sayıcı bir defa saymaktadır. IN001 kapalıdan açığa geçerken saymaz. PLC ileri doğru 21'e kadar sayacaksa, sayıcı 0'dan başlayıp giriş sinyali her açıldığı zaman bir numara artacaktır. PLC sayması 21'e ulaştığı zaman, çıkış CR017 açılacaktır. IN001, 21'i geçtikten sonra da sinyal yollamaya devam ederken çıkışta bir değişiklik olmayacaktır yani açık kalacaktır ve sayıcı artmaya devam edecektir.

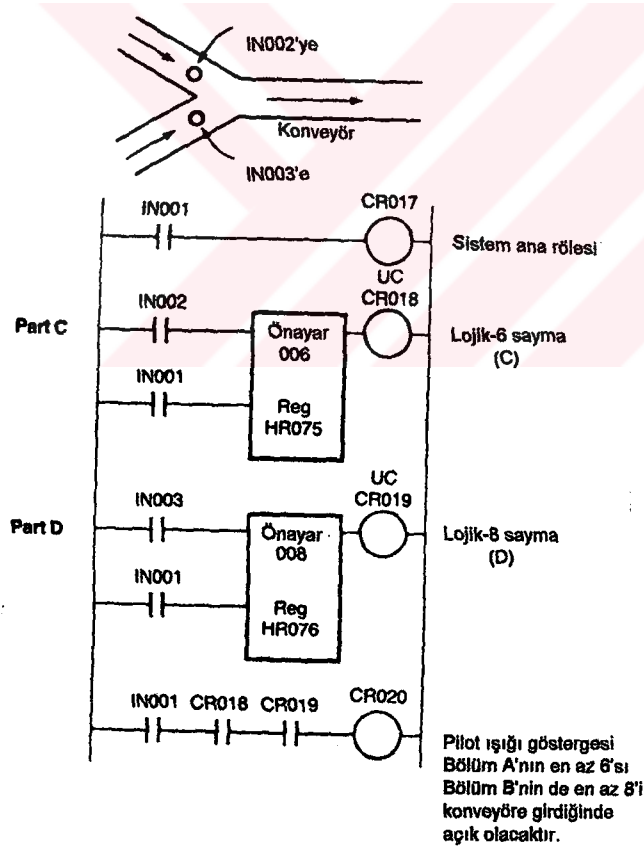
Geri sayıcılar, ileri sayıcılarla benzer şekilde çalışmaktadır. Giriş sinyalleri IN001'e ulaştığı zaman sayıcı geri doğru azalacaktır(21,20,19,...). Sayma 0'a ulaştığı zaman sayıcı çıkışı enerjilendirilecektir. Bundan sonra IN001'e yollanan sinyaller, çıkış durumlarında bir etkiye sahip olmayacaktır.

Bazı sayıcı formatları için her bloktaki sayıcı fonksiyonlarının bir hattı ulaşılabilinen hattır. Sayma hissi, bloktan giriş veya belirtilen kütüklerden blok fonksiyon tarafından yapılır. Sayıcı bloğu için bir sıfırlama hattı sonradan adım programı içinde yer almaktadır.

PLC zamanlayıcı işlemlerine benzemiyen yanı, sayıcı işleminin normalde akılda tutulmamasıdır. Erişim girişini açma, IN002, bir PLC sayıcısı için her zaman sayıcıyı 0'a sıfırlayacaktır. IN002 yeniden kapatıldığı zaman, sayı yeniden başlama noktası gibi unutulmamaktadır.



Şekil 3.4-2 .Örnek A. Temel PLC sayıcı işlemi.



Şekil 3.4-3 : ÖrnekB. Çift sayıcı uygulaması.

### 3.4.2 SAYICI FONKSİYONU ÖRNEKLERİ

PLC sayıcılarının genelde kullanıldıkları üç örnek ele alınmıştır. Birincisi temel sayma uygulamasıdır. İkinci ve üçüncü örnek de birden fazla sayıcı kullanılmakta veya bir işlem akışı kontrol edilmektedir. Bunlar:

1- Bir işlem içinde doğru sayma. Sayıcı girişine kalıcı sinyaller yollayarak, yerleştirilen sayıya ulaşıldığı zaman sayıcı çıkışı açılır.

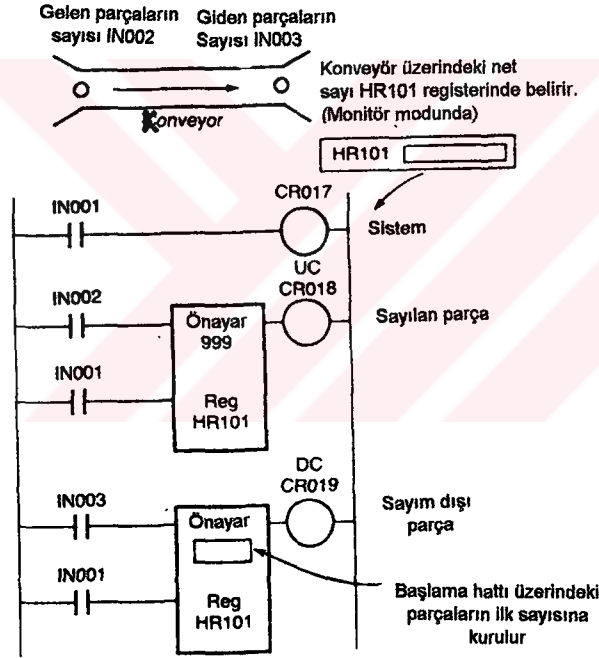
2- İki saymanın toplamını veren yaygın kütüklü iki sayıcı kullanılır.

3- İki saymanın farkını verecek ,yaygın kütüklü iki sayıcı kullanılır.

Şekil 3.4-2'de örnek A, PLC sayıcısını kullanma temellerini göstermektedir. Geçerli bir miktarda sayma oluştuktan sonra, çıkış açılmaktadır. Çıkış bir göstergiyi enerjilendirmek için kullanılır. Çıkış durumundan kontak şeklinde adım lojik diagramında yararlanılabilmektedir. Sayıcı fonksiyonu hem ileri sayıcı hem de geri sayıcı gösterilmektedir. Bu gösterimde her ikisini aynı fonksiyon yapmaktadır.

Şayet erişim hatları enerjilendirilirse, her ikisi de çalışabilir. Sayma girişi 18 sinyal'e ulaştığında, CR çıkışı enerjilenecektir.

Şekil 3.4-3'de bulunan örnek B'de, iki sayıcının kombinasyonu gösterilmektedir. Parça C'nin 6, parça D'nin 8'inin konveyör üzerinde olduğu zaman çıkış göstergesinin açılmasını istediğimizi kabul edelim. Bu çevrim geçerli sayılarla kontrol edilecektir. IN002 ve IN003, parça önünden geçtiği zaman sinyal yollayan temassız konum algılayıcı cihazlardır. Altı veya sekiz parçadan fazlasını devrenin gösteremeyeceğine dikkat edinilmelidir yani yalnızca yeterli parça olduğu zaman gösterecektir.



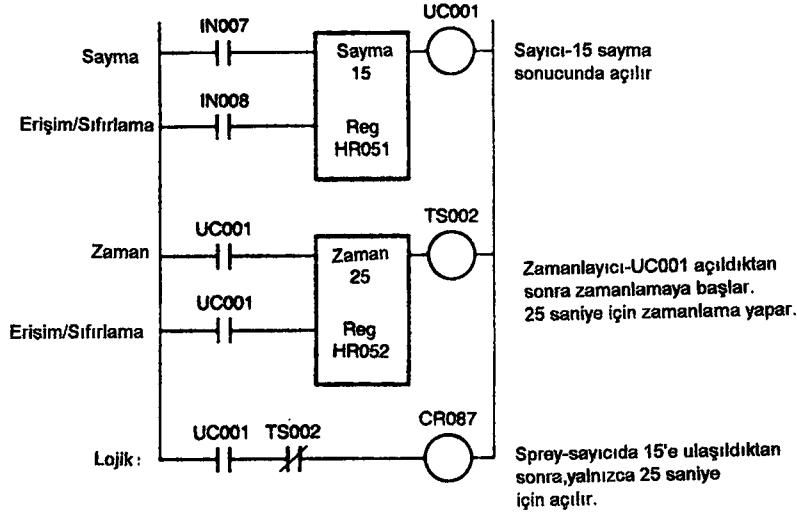
Şekil 3.4-4 :Örnek C. Net sayı için kullanılan sayıcılar.

İşlemin tekrarında, sistemi sıfırlamak için IN001 kapanır. Daha sonra IN001 yeniden kapanır.

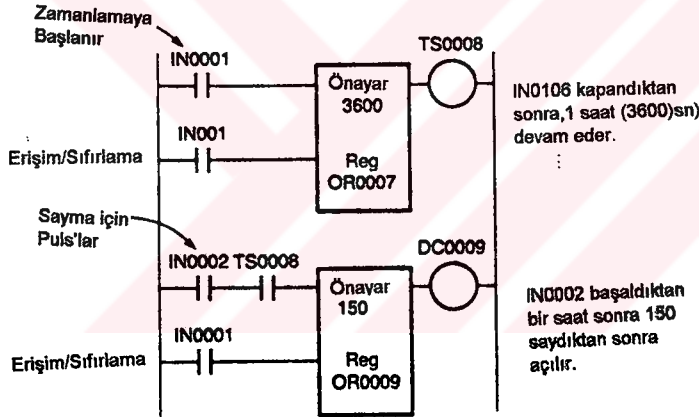
Şekil 3.4-4'te gösterilen örnek C, konveyör üzerindeki parçaların net sayısının korunmasıyla ilgilidir. Konveyör üzerinden geçecek parçaların sayısı bir temassız algılayıcının sayıcısı tarafından sayılmaktadır. Konveyörü terk eden miktar ikinci bir temassız algılayıcı ile sayılmaktadır. Her temassız algılayıcı kendi sayıcı fonksiyonunu bilgisi ile besler. Toplam net sayı, bütün sayıcılar için yaygın olan tutma registerinde tutulur.

İşleme başlarken konveyör üzerindeki parçaların sayısı belirlenmelidir. Bunun için doğru bir ilk sayma gereklidir. Bu sayı, yaygın registerin, HR101, içine programlanır. Normalde bu sayıyı geri sayıcının içine ön kurma sayısı olarak girmek gerekmektedir. Daha sonra, konveyör üzerinde giden her parça ileri sayıcıyı işaretler. Her geçen parça için sayıcı registeri (bütün sayıcılarla ortaktır) değeri bir

tane artacaktır. Benzer olarak, geri sayıcıda da geçen her parça kütük değerinden bir tane azaltır. HR101 registerindeki numara miktarı konveyör üzerindeki parçaların miktarını göstermektedir. Konveyörden hiç bir parçanın düşmediğini ve dışarıdan hiç bir şekilde parça eklenmediğini kabul ediyoruz.



Şekil 3.4-5 : Örnek D. Sayma ve zaman programı.

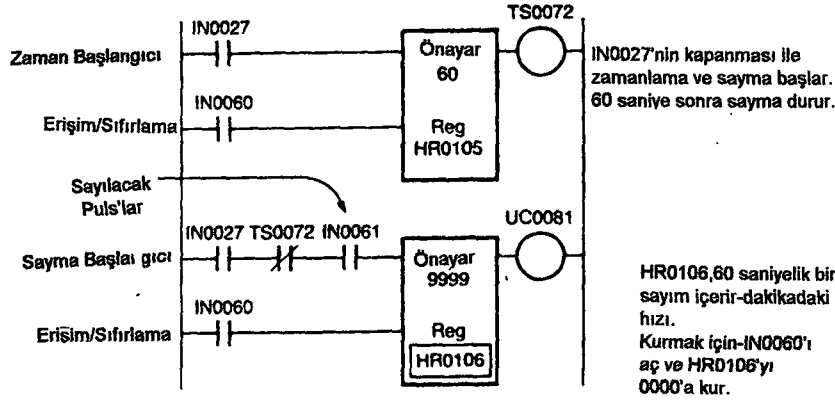


Şekil 3.4-6 : Örnek E. Sayma işleminde başlamanın gecikmesi.

İleri sayıcılarda ön kurma sayısı bu uygulamada gerekmemektedir. Sayıcı çıkışının açık veya kapalı olması önemli değildir. Çıkış açık-kapalı lojiji kullanılmamaktadır. İleri sayıcının ön kurma değerini maksimuma yerleştirebiliriz.

### 3.4.3. HEM SAYICILI HEMDE ZAMANLAYICILI PROGRAMLAR

Sayıcılı ve zamanlayıcı fonksiyonlarının her ikisinde kullanıldığı bir çok PLC uygulaması bulunmaktadır. Burada üç tanesi örnek olarak ele alınmıştır. İlk olarak (D), geçerli bir işlem sayısına ulaşıldıktan sonra oluşan zamanlama fonksiyonudur. Bir algılayıcıdan gelen işaret miktarı 15'i geçtikten sonra, bir boya spreyi 25 saniyelikliğine çalışacaktır. Şekil 3.4-5, sayma ve zamanlama işlemini yapan programı göstermektedir.



Şekil 3.4-7 : Örnek F. Zaman periyodu-hız programı.

Şekil 3.4-6'da görülen (E), geciktirilmiş bir sayma periyodu içindir. Burada, işlem başladıktan sonraki ilk bir saat içinde sayma yapmak istenmemektedir. Zaman periyodundan sonra, çalışma hattında zamanlayıcı çıkış kontağı kapanmaktadır. Kapatma'dan sonra sayıcı giriş sinyallerini sayabilmektedir. 150 saymadan sonra çıkış açılmaktadır.

Örnek (E)'de geçerli bir çalışma noktasından dakikada kaç parça geçtiği problemi işlenmektedir. Şekil 3.4-7, üretim parçaları akış hızını elde etmek için bir adım diagramı şemasıdır. Zamana ve sayıcıya aynı anda ulaşılabilir. IN0027'ye bağlı, sensöründen geçen her parça için sayıcı sinyallenmektedir. Sayma başlar ve aynı anda zamanlayıcı 60 saniyelik zaman süresini tutmaya başlar.

60 saniyenin sonunda ilgili kontak tarafından zamanlayıcının sayma adım hattı açılır. Sinyaller devam eder, fakat bu PLC sayıcısını etkilemez. Dakika içinde geçen parçaların sayısı şimdi sayıcı registeri HR0106'da kayıtlıdır. Dakika için parça sayısı el ile veya bir bilgisayar tekniği ile kayıt edilebilir ve HR0106'da IN0060 açılana ve sayıcı ile zamanlayıcı sıfırlanana kadar korunacaktır. IN0060 yeniden kapatıldıktan sonra, işlem başlar.

## 4. ORTA VE İLERİ DÜZEY FONKSİYONLAR

### 4.1. ARİTMETİK FONKSİYONLAR

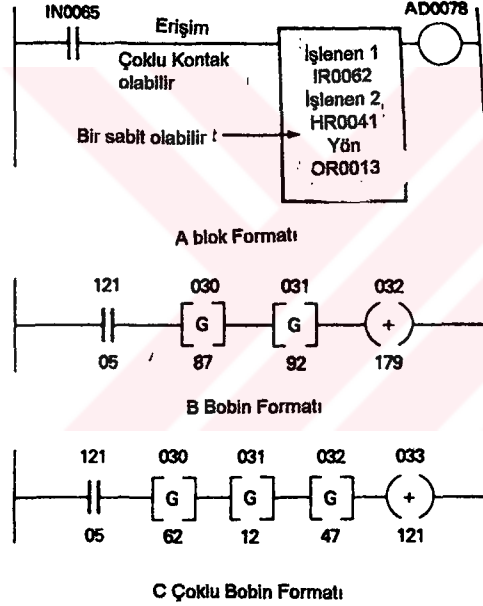
Orta dereceli ve büyük PLC'ler aritmetik fonksiyona sahiptirler. TOPLAMA, ÇIKARMA, ÇARPMA, BÖLME, KARE ve KAREKÖK olmak üzere altı tanesi bu aritmetik fonksiyonların en yaygın olanlarıdır.

Hız ve süreklilik esaslı birçok işlemin bu aritmetik işlemlere ihtiyacı vardır. Hızlı yenileme için gerektiği zaman PLC saniyede bir çok işlem yapabilmektedir. PLC aritmetik fonksiyonunun yenilenmesi arasındaki süre bir veya iki tarama süresidir.

İki tane dört dijitalik sayının çarpımının sonucu, dört dijitalik bir yuva'ya sığmayan, sekiz dijitalik bir sayıdır. İki yuva, veya register, sayı sonuçlama için PLC tarafından otomatik olarak kullanılır. Bu sistem ve diğer işlemler çiftte hassasiyeti gerektirmektedir.

#### 4.1.1. TOPLAMA FONKSİYONU

PLC toplama fonksiyonunun şekil 4.1-1'de gösterilmektedir. Şekil 4.1-1A'da, yalnızca erişilen hat kapalıdan açığa geçtiği zaman toplama yapar. Erişim açık olduğu için toplama sürekli yer almayacaktır. Erişildiği zaman, işlenen ikinci registerdeki nümerik değer işlenen birinci registerdeki nümerik değere eklenir. Sonuç değeri daha sonra belirlenen ayrılmış registre gönderilir. Bir çok PLC'de, ikinci işlenen ayrılmış registerde bir numara veya değer olabilir.



Şekil 4.1-1 :PLC TOPLAMA fonksiyonu

Benzer şekilde çalışan başka bir format, şekil 4.1-1B'de gösterilmektedir. Toplanacak iki sayı 30 ve 31.nci yerlere yazılır. Daha sonra, toplamının sonucu, giriş 121 enerjilendiği zaman 32.nci yerde oluşacaktır. Şekil 4.1-1C, bazı PLC'lerde bulunan başka bir şekli göstermektedir. Bir fonksiyon kullanılarak ikiden fazla sayı toplanabilmektedir. Diğer türlü, iki sayı önce toplanmalı ve daha sonra toplama üçüncü sayı ilave edilmelidir, buda programın iki hattını gerektirmektedir.

Çıkış bobini ne zaman açılmaktadır? Bazı PLC'lerde bu durum belirsizdir. Diğer PLC sistemlerinde, bobinin enerjilendirilmesi registerin taşıdığı veya negatif değeri gösterdiğini ifade etmektedir. Yani taşma için, sonuç sayısının register sayma kapasitesini geçtiği zaman bobin yalnızca açılır; aksi takdirde, kapalı kalmaktadır. Örneğin, desimal registerin limitinin (9999) olduğunu kabul edelim. Eğer (643)'e (568) eklerseniz, toplam (1211) register limitleri içindedir ve bobin açılmayacaktır. Toplam (1211) gidilecek yer registerinde oluşacaktır. Diğer bir taraftan, (8973) ile (8632)'nin toplamı (9999)'u aşan,

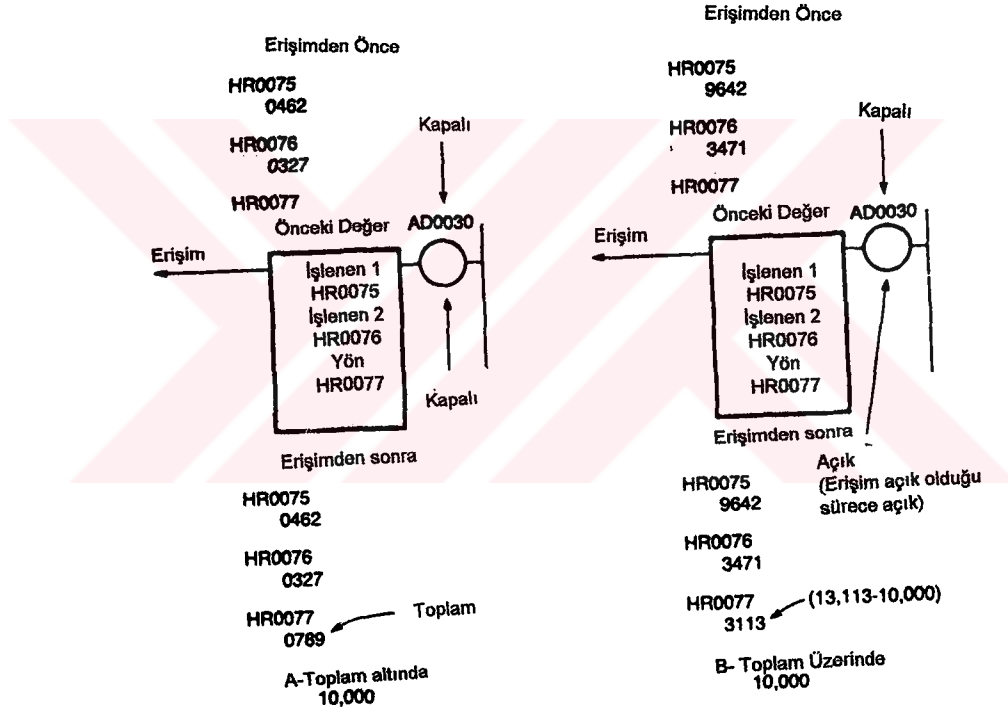
(17605)'dir, böylece bobin açılır. Bu durumda gidilecek yer registeri (10000)'in üzerinde artan (7605) okuyacaktır.

Aritmetik fonksiyonlar binary sayılarla ve diğer sayma sistemler içinde iyi çalışmaktadır. PLC model parçasının gereksinmelerine bağlı olarak bir sayma sistemi seçilmelidir. Yalnızca tedbir olarak aynı sayma sistemini aritmetik fonksiyonun her tarafında kullanılmak gerekmektedir.

İşlenen olarak hangi register tipinin, HR, OR, ..vb kullanılabilceği PLC'nin kullanım klavuzunda belirtilir.

Şekil 4.1-2, TOPLAMA fonksiyonunu içeren iki örnek bulunmaktadır. Bunlardan biri sonucu (9999)'dan küçük için, diğeri de sonucu (9999)'dan büyük olan içindir.

TOPLAMA fonksiyonu için olan bir endüstriyel problem şekil 4.1-3'te gösterilmektedir. İki konveyör bir ana konveyörü beslemektedir. Bazı sebeplerden dolayı ana konveyörü sayamamaktayız. Ana konveyördeki parça sayısı, diğer iki konveyörden giren parçalar toplanarak bulunmaktadır. Her besleyici konveyör üzerindeki parça sayısı bir sayıcı ile sayılır. Her parça konveyörü terk ederken bir temassız algılayıcı tarafından algılanır ve bir giriş sinyali yollar. Ana konveyöre giden parçaların toplam sayısı, besleyen her iki konveyörün sayıcılarındaki değerler TOPLAMA fonksiyonu kullanılarak hesaplanır. Kontrol için, toplam sayı her 30 saniyede bir gösterilmektedir. TOPLAMA fonksiyonuna giriş (input), fonksiyon erişimine pulse verip aniden kapatılarak olmaktadır. Sayı her 30 saniyede bir yazılacaktır.



Şekil 4.1-2. Örnek iki TOPLAMA

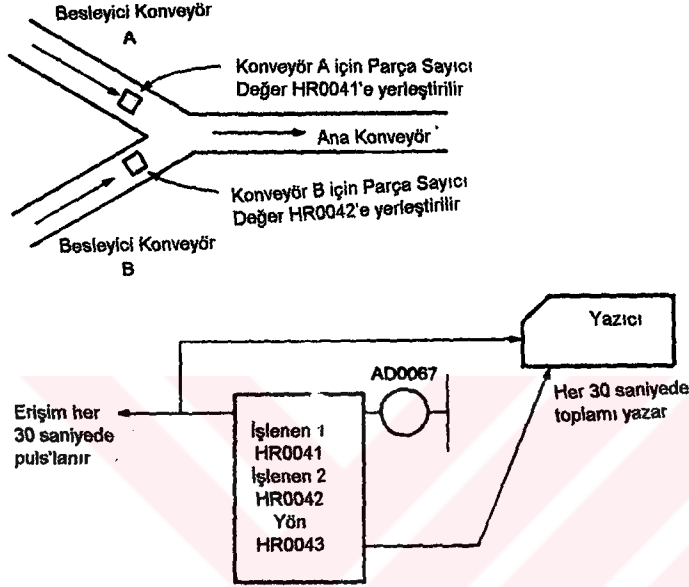
#### 4.1.2. ÇIKARTMA FONKSİYONU

ÇIKARTMA için PLC formatı TOPLAMA ile aynıdır ve fonksiyon işlemi aynıdır. ÇIKARTMA için 2. işlem gören 1. işlem görenden çıkartılır. Sonuç gidilecek yer registerine yazılır. ÇIKARTMA fonksiyonunu şekil 4.1-4'de gösterilmektedir.

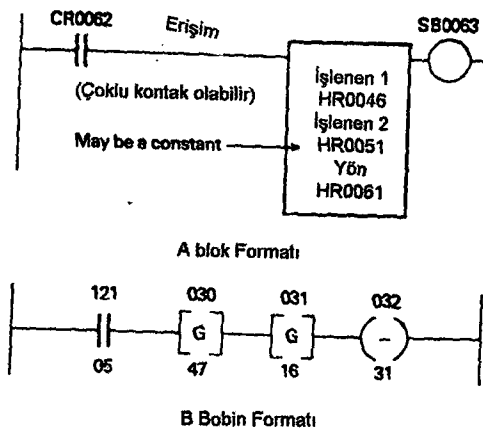
TOPLAMA formatına ilaveten ÇIKARTMA fonksiyonu yalnızca erişim hattı açık olduğu zaman işler. Bazı PLC'lerde direk olarak cevap belirlemektedir. Diğer PLC'lerde bobin durumları komple cevap tanımı için önemlidir. ÇIKARTMA için bobin açma-kapama işlemi TOPLAMA için olandan farklıdır.

Sonuç pozitif olduğu zaman bobin kapalıdır ve sonuç gidilecek yer registerinde bulunur. Sonuç negatif olduğu zaman, bobin açıktır ve negatif sonuç değeri gidilecek yer registerinde bulunmaktadır.

Hem pozitif hemde negatif cevaplı fonksiyon işlemi şekil 4.1-5'de gösterilmektedir. Pozitif cevap için bobin kapalı ve negatif cevap için açıktır. ÇIKARTMA için mümkün olan endüstriyel bir problem şekil 11-6'da gösterilmektedir. Bu örnekte, çıkış sayısı ve yalnızca bir giriş sayısı mevcuttur. Bazı sebeplerden dolayı konveyör girişlerinden birine ulaşamamaktadır. Giriş A'nın sayı değerini elde etmek için, çıkış sayısından, B girişinin sayı değerini çıkarmak gerekmektedir. Sonuç A konveyörünün sayısıdır. Sayı 30 saniyelik zaman süresi için tekrar hesaplanmaktadır. 30 saniye için sayı alınır, kullanılır ve daha sonra 0'a sıfırlanır. Hassas bir işlem için tekrar ilk koşullara dönmek gerekmektedir.



Şekil 4.1-3. TOPLAMA fonksiyonunun konveyör parça sayımında kullanımı



Şekil 4.1-4. PLC ÇIKARTMA fonksiyonu

#### 4.1.3. TEKRARLAMA SAATI

TOPLAMA ve ÇIKARTMA fonksiyonları genellikle sürekli işlememektedir. Fonksiyona erişildiği zaman toplama veya çıkartma işlemlerini yalnızca bir kere yapar. Eğer erişim açık kalırsa, hatta işlem görenler değişse bile, hiçbirşey daha olmamaktadır. Erişim kapandığında da hiçbirşey olmaz. Bu nedenle, sürekli bir işlem için tekrarlamalı bir açık-kapalı erişimi gerekmektedir.

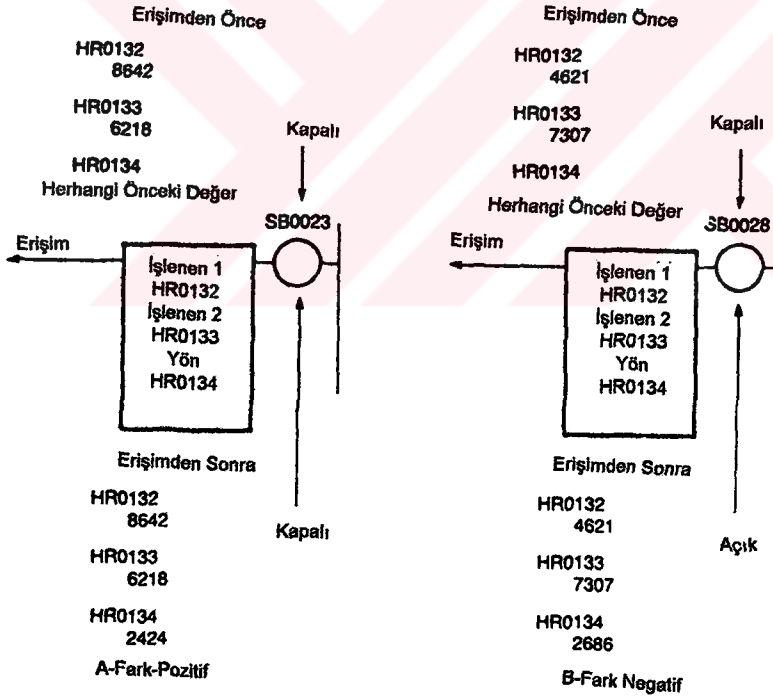
Şekil 4.1-7'de tekrarlamalı saat düzenlemesi görülmektedir. Bir bobin kendiliğinden oldukça yüksek hızda, yaklaşık iki tarama süresi kadar bir hızda, kapanıp açılmaktadır. Eğer bu bir erişim olarak kullanırsanız, her milisaniyeyi veya böyle bir şeyi sürekli kabul ettiğinizde bir aritmetik fonksiyonun işlemi devam etmek gereğindedir.

Birinci taramada, röle bobininin kendi kontakları arasında açılması, tekrarlama saati için adımdır. Bobin açıldığı zaman, normalde kapalı olan kendi erişim kontağını açar. Birinci taramanın sonunda, CR0043 NC kontak yenilenir ve açılır. Sonraki taramada, bobin kapanır. İkinci taramanın sonundaki işleme kendinden erişimli kontağı yeniden kapanır. İşlem daha sonra kendini tekrarlar.

Sabit, daha uzun süreler gerektiğinde, zamanlayıcılar yineleme saatinin yerine kullanılmaktadır.

#### 4.1.4. TOPLAMA VE ÇIKARTMA FONKSİYONLARININ BİR SINIR YERLEŞTİRMEDE KULLANIMI

Burada, TOPLAMA ve ÇIKARTMA fonksiyonları kullanılarak bir sınır yerleştirilerek, periyodik olarak değişen temel boyutlar ve toleranslar ile test etme sistemidir. PLC kolay ve çabuk olarak boyutlar ve toleransları sıfırlamaktadır. Önceden yerleştirilen boyutsal değerler, belirtilen iki PLC çıkışına iletilmektedir. Bu çıkış değerleri bir otomatik ayarlama sisteminin pozisyonlarının yerleştirilmesinde kullanılmaktadır.

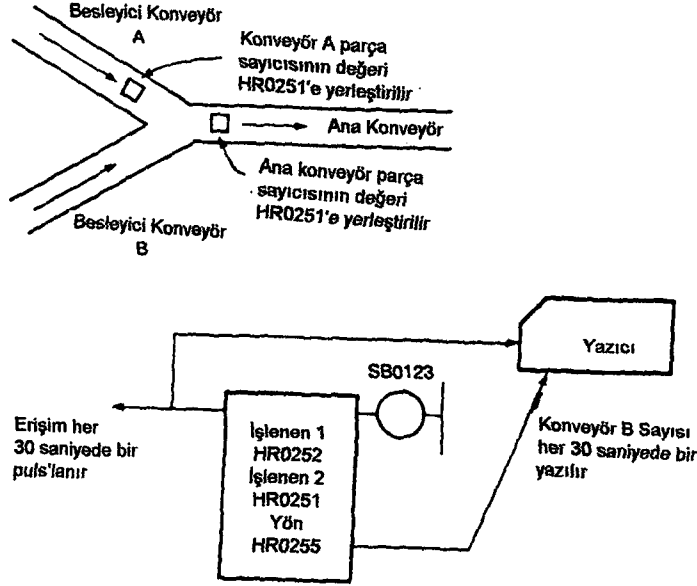


Şekil 4.1-5. Örnek iki ÇIKARTMA

Temel boyut veya kurma noktası (6.250) mm'ye kurulur. Burada müsaade edilebilir tolerans seçimi (+0.025) ve (-0.035) mm'dir. Grafik formdaki alan şekil 4.1-8'de göstermektedir.

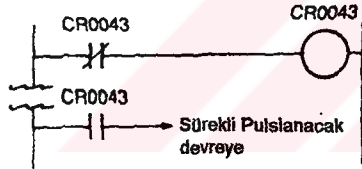
PLC programlama ile ayarların nasıl yapılabileceği şekil 4.1-9'da gösterilmektedir. Üç dış sabit değer için, PLC gerekli değildir. Boyutlar üretim değişkenleri gibi çabuk değiştiği zaman sistem değerlidir. Kurma noktası HR0001 içine girilir. HR0002 üst tolerans değerini alır ve HR0003 alt

tolerans değerini alır. Alt ve üst tolerans değerleri şekil 4.1-10'daki devreye ulaşıldığı zaman hesaplanır. Biri HR0004 ve diğeri HR0005'te görünmektedir.

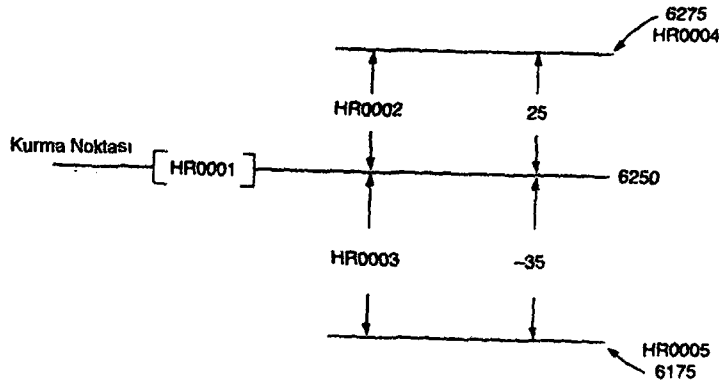


Şekil 4.1-6. Bir konveyör bant için ÇIKARTMA fonksiyonunun kullanımı.

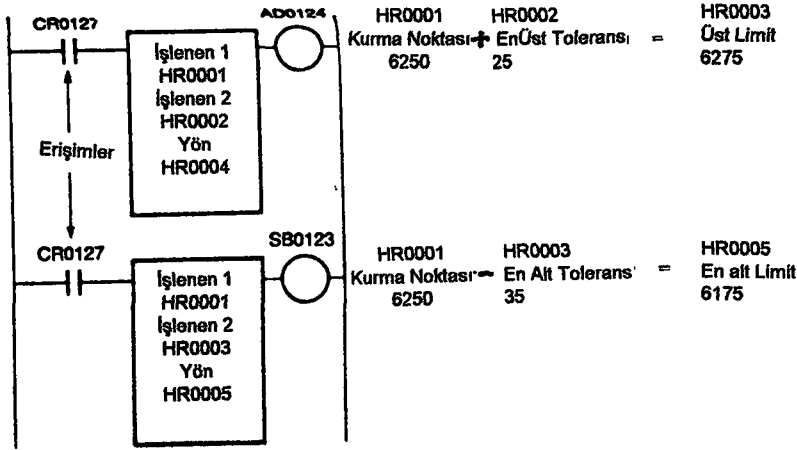
Boyutları veya toleransları gözden geçirmek ile, HR0001, HR0002 ve HR0003'deki matematik değerler değişir. PLC fonksiyonlarına yeniden erişmek ile yeni değerler anında (sonraki taramada) PLC çıkışında belirlemektedir. Bizim girdiğimiz alt ve üst limitlerin gerçek değerlerle karşılaştırılması, KARŞILAŞTIRMA fonksiyonu ile olmaktadır.



Şekil 4.1-7. Tekrarlanan saat devresi



Şekil 4.1-8. Boyutların grafik gösterimi

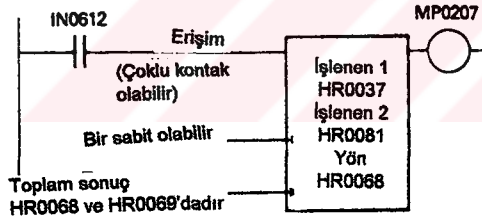


Şekil 4.1-9. Kurma noktası ve toleranslı PLC işlemi

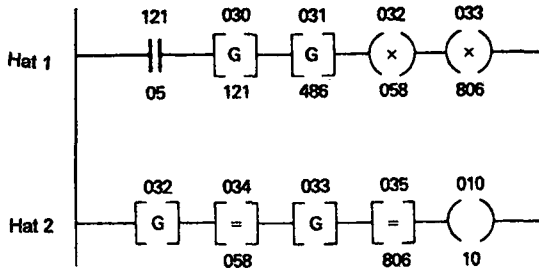
## 4.1.5. ÇARPMA FONKSİYONU

ÇARPMA formatı TOPLAMA ve ÇIKARTMA formatlarına benzemektedir. ÇARPMA fonksiyonu şekil 4.1-10'da gösterilmektedir. İşlenen (1) bir register numarasına ayrılır. İşlenen (2) başka bir register veya bir sabit olabilir. Fonksiyona erişildiği zaman çarpma işleminin sonucu gidilecek yerde görülür. Gidilecek yer gerekli genişlikte iki registerdir. (0034) ile (0086)'nın çarpımının sonucu için (2064) yalnızca, dört numara genişlikte bir register gerektirecektir. Bununla beraber (6453) ile (8933)'ün çarpımı sonucunu (57644649) yerleştirmek için sekiz bit genişlikte bir yuva veya iki register gerekmektedir.

Yalnızca erişim açık olduğu zaman çarpım yer almaktadır. Normalde, çarpım tamamlandığı zaman bobin açılır. Bobin açık-kapalı durumunun TOPLAMA ve ÇIKARTMA'da olduğu gibi, nümerik bir anlamı yoktur.



A Blok Format

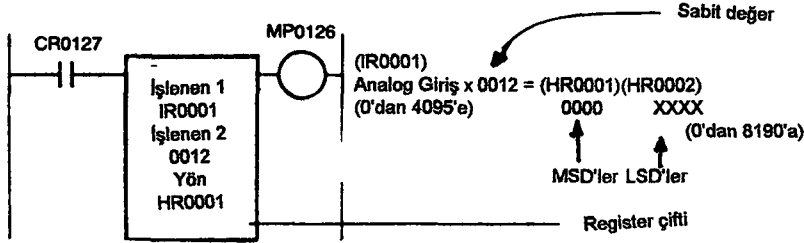


B Bobin Format

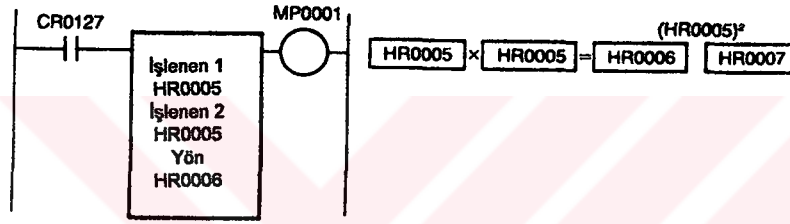
Not : 6 dijitten az sonuç için, yalnızca Hat 1 kullanılır

Şekil 4.1-10. ÇARPMA fonksiyonu

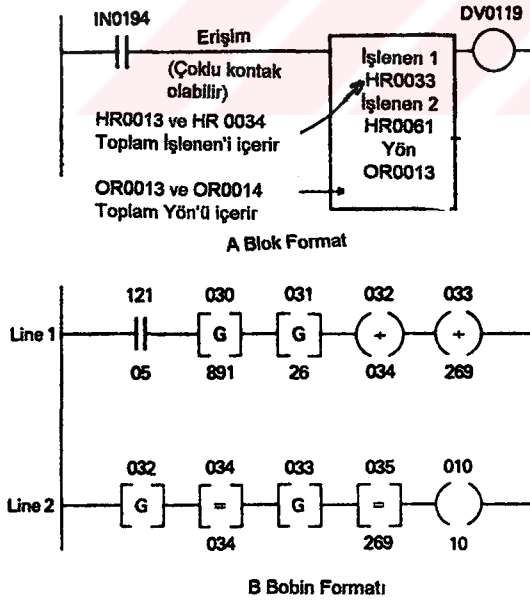
Karton sayılması için basit bir işlem uygulaması şekil 4.1-11'de gösterilmektedir. Bir karton sayıcıdan sayılar PLC'ye ve içinde bulunan IR0001'e ve daha sonra işlenen (1)'e girilir. Her karton 12 şişe içermektedir, dolayısıyla işlenen (2)'ye sabit olarak 12 girilir. Şişe çıkış miktarını bulmak için PLC toplanan karton sayısı ile 12'yi çarpacaktır. Gidilecek yer registeri (HR0001) fonksiyona her ulaşıldığında çıkan şişelerin sayısını verecektir. Bu ÇARPMA fonksiyonlarından bir kısmı kullanılarak toplam fabrika üretimi hesaplanabilmektedir. Her fonksiyonun sabiti, karton başına düşen şişe sayısı olacaktır. PLC toplama programı sonra fabrika toplam şişe sayısını verecektir.



Şekil 4.1-11. ÇARPMA örneği



Şekil 4.1-12. ÇARPMA fonksiyonu kullanılarak kare alma.



Şekil 4.1-13. BÖLME fonksiyonu.

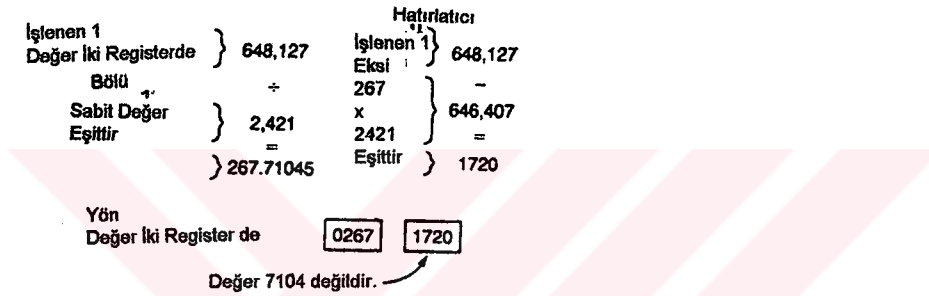
#### 4.1.6. KARE ALMA FONKSİYONU

Normalde PLC formatında KARE ALMA diye bir fonksiyon bulunmamaktadır. Kare almada ÇARPMA işleminde işlenen (1) ve (2) yerlerine karesi alınacak sayıyı koyularak yapılan basit bir işlemdir. Temel sayının karesi gidilecek yer registerinde belirir. KARE ALMA fonksiyonu şekil 4.1-12'de gösterilmektedir.

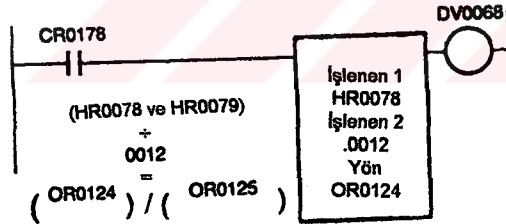
#### 4.1.7. BÖLME FONKSİYONU

ÇARPMA fonksiyonuna benzeyen BÖLME fonksiyonu şekil 4.1-13'de gösterilmektedir. İşlenen (1), bölünen, işlenen (2)'ye, bölünür, bölünür. Fonksiyona erişildiği zaman bölme işleminin sonucu gidilecek yer registerinde bulunur. Yalnızca erişimi enerjilendiği zaman bölme tekrar yer alır. Bölmeyi kolaylaştırmak için işlenen (1) iki kütük genişliğinde, ve işlenen (2) yalnızca bir kütük genişliğindedir. İşlenen 2 normalde bir kütük veya sabit bir nümerik değer olabilir.

PLC'lerde, gidilecek yer her zaman iki kütük genişliğindedir. Birinci gidilecek yer kütüğü bölmenin sayısal sonucudur. İkinci kütük değeri sayısal şeklin artığıdır. Artık desimal bir değer değildir. Bölmeye ait bir sayısal örnek şekil 4.1-14'de gösterilmektedir.



Şekil 4.1-14. BÖLME gidilecek yer kütüğü içerik tesbiti.



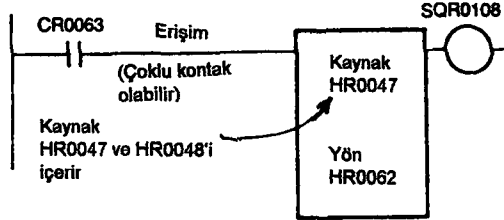
Şekil 4.1-15. BÖLME fonksiyonunun işlemden kullanımı.

Bölme ile ölçeklemeye bir örnek şekil 4.1-15'dedir. Milimetre olarak analog ölçülmüş sayısal bir değer bir PLC giriş registerini beslemektedir. Ölçme değeri PLC içinde giriş registeri IN0078'e aktarılır. PLC'den bir göstergeye çıkış alınırken değeri santimetre olarak elde etmek için BÖLME fonksiyonuyla 10'a bölünür. OR0124 registerinde meydana gelen sonuç şimdi gerekli santimetre boyutlarındadır.

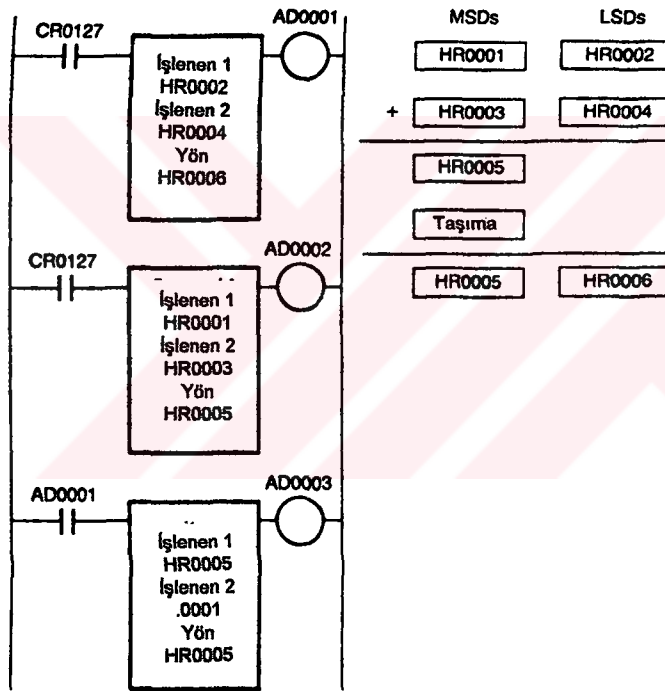
Eğer gerekli çıkış hassasiyeti tam santimetreden az ise, artık kısmi desimal şekile çevirmek gerekmektedir. Bu bir program basamağı ilave etmeyle daha faydalı hale gelmektedir: OR0125'deki sayısal artık 10'a bölünür ve sonucu bir başka çıkış registerine yerleştirilir, örneğin, OR0126. OR0126 çıkış register değeri bir milimetrenin onbin'debiri olarak tanımlandığı zaman, dört desimal yer hassasiyete sahip olunacaktır.

#### 4.1.8. KARE KÖK FONKSİYONU

Bazı PLC'lerde bulunan KARE KÖK fonksiyonu şekil 11-16'da gösterilmektedir. Karekök'ünü belirleyeceğimiz sayı kaynağa yerleştirilir. Kaynak giriş sayısı iki registerden oluşmaktadır, böylece 99,999,999'a kadar değerde olabilmektedir. Erişildiği zaman, fonksiyon karekökü hesaplar ve gidilecek yere yazar. Gidilecek yer 9999'a kadar değerde genişlikte bir register olabilmektedir. Genellikle normalde artık kütüğü bulunmamaktadır.



Şekil 4.1-16. KARE KÖK fonksiyonu.



Şekil 4.1-17. Tipik ÇİFTE HASSASİYET fonksiyon formatı.

#### 4.1.9. ÇİFTE HASSASİYET

Bir işlemin normalde hesaplanan sadece dört şekilli değil, yedi veya sekiz yer şeklinde hassasiyet gerektirdiğini kabul edelim. Bazı ileri düzey PLC'ler, çift çıkış desimal dijital sayı kabiliyetine sahiptir,örneğin,dört dijitten sekiz dijite kadar. Daha hassas işlemler için, bu artırılmış hassasiyetler gerekli olabilir. PLC'nin hassasiyeti arttıran sistem ÇİFTE HASSASİYET olarak anılmaktadır. ÇİFTE HASSASİYET'in TOPLAMA fonksiyonu için kullanılması şekil 4.1-17'de gösterilmektedir.

## 4.2. SAYI KARŞILAŞTIRMA FONKSİYONLARI

Orta ve büyük boy PLC'ler sayı karşılaştırma fonksiyonuna sahip bulunmaktadırlar. Sayı karşılaştırma mikrobilgisayarlar ve mikroişlemcilerde bir bakıma benzer fonksiyondur. PLC ile,operatör için iç programlamaya gerek yoktur. PLC programlaması, direk olarak klavye/ekran aritmetik mantığı içinde kurulmaktadır.

PLC ile iki sayının karşılaştırılması istenebilir. Çeşitli sayılar ile bir sabit değer karşılaştırılmak istenebilir. İki değişken giriş değerini her beş saniyede bir karşılaştırmak istenebilir. Hatta daha karmaşık durumda, periyodik olarak değişen sayıların iki sınır arasında kalması istenebilir. Bu karşılaştırma sınırlarının biri sabit veya her ikisinde değişken olabilmektedir.

### 4.2.1. ALTI KARŞILAŞTIRMA FONKSİYONU

Bir çok PLC sadece iki karşılaştırma fonksiyonuna sahiptir: eşit ve büyük eşit'tir. Diğer dört fonksiyondan (eşit değil, küçük, büyük ve küçük eşit) birinin yapılışı, bu temel iki fonksiyonun kombinasyonu ile yapılmaktadır. Bazı PLC'ler programlamayı kolaylaştırmak için bu altı fonksiyonun hepsine sahiptirler. Tabii ki, bazı ucuz PLC'lerde bu karşılaştırma fonksiyonlarının tamamı bulunmamaktadır.

Buradada iki fonksiyonlu PLC karşılaştırma sistemi örnek olarak ele alınmıştır. Diğer dört fonksiyon, bu iki fonksiyonun tersi veya kombinasyonu olarak kullanılacaktır.

KARŞILAŞTIRMA fonksiyonlarının bir tablosu şekil 4.2-1'de gösterilmektedir. Fonksiyon 1 ve 3 iki temel fonksiyondur. Diğer dört tanesi türetilmiş fonksiyondur.

Karşılaştırma için standart olarak kullanacağımız A'nın, işlenen 2'ye yerleştirildiğini ve 182'ye kurulduğunu kabul edelim. A ile karşılaştırılacak sayı olarak B, işlenen 1'e yerleştirilecektir. Verilecek örneklerde B değeri ile A değeri, 182, karşılaştırılacaktır.

1. Eğer B kesinlikle 182 ise eşit (EQ) doğrudur.
  2. Eğer B 181 veya daha az, veya 183 veya daha fazla ise Eşit değil (NE) doğrudur.
  3. B, 182 veya daha az olduğu zaman büyük eşit (GE) doğrudur.
  4. B, 183 veya daha fazla olduğu zaman küçük (LT) doğrudur.
  5. B, 181 veya daha az olduğu zaman büyük (GT) doğrudur.
  6. B, 182 veya daha fazla olduğu zaman küçük eşit (LE) doğrudur.
- Gerçek işlemde A sabit bir değer (182) değil değişken bir sayı olabilir.

Karşılaştırma	Fonksiyon	Eşitlik	(Eşitlik Doğru Olduğunda Oluşan)Dövre
*1	Eşit (EQ)	$A = B$	
2	Eşit değil	$A \neq B$	
*3	Büyük eşit (GE)	$A \geq B$	
4	Küçük	$A < B$	
5	Büyük	$A > B$	
6	Küçük eşit	$A \leq B$	

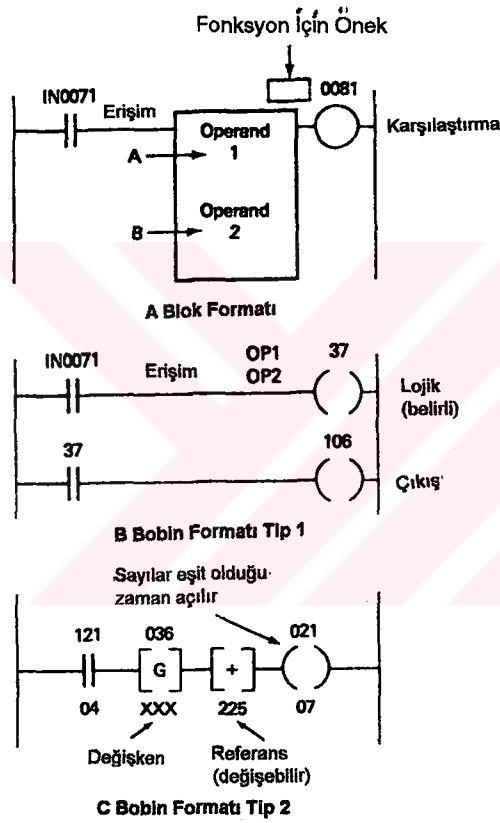
\* Temel fonksiyonlar

Şekil 4.2-1. Altı KARŞILAŞTIRMA fonksiyonu.

#### 4.2.1. GENEL KARŞILAŞTIRMA FONKSİYONLARI

Üç tipik programlama formatı şekil 4.1-2'de gösterilmektedir. (A) blok formatı, bu bölümde göstermek için kullanılan tiptir. B, bobin şeklinin bir tipidir. Karşılaştırma tipi, örneğin eşit (=), B için (37) bobin merkezine girilir. Lojik AÇIK (numaralar OP1 ve OP2 eşit) ve IN0071 AÇIK, (37) giriş kontağının içinden çıkış (106)'yı enerjilendirir. C, B'ye benzeyen başka bir bobin şekli tipidir, fakat yalnızca bir hat üzerindedir. C'de, canlandırmada "eşit" için bir fonksiyon gösterilmektedir. Eğer (30)'daki sayı 225'e eşit ise, çıkış 021 enerjilendirilir.

Üç temel KARŞILAŞTIRMA fonksiyonunun şeması şekil 4.2-2'de gösterilmektedir. Karşılaştırılan iki sayı, işlenen 1 ve işlenen 2'dir. Bir işlenen sabit ve diğer işlenen register olabilir. Her iki işlenen'de, sayısal değer içeren register de olabilir. Registerlerin tanımlama sayısı fonksiyonel blokta belirtilmektedir.



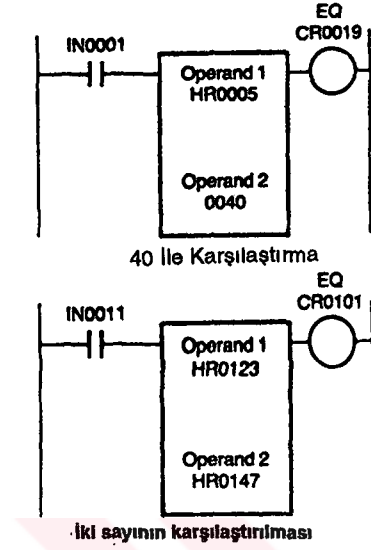
Şekil 4.2-2 : Tipik PLC KARŞILAŞTIRMA fonksiyonu.

Giriş kontağı vasıtası ile fonksiyona erişildiği zaman, karşılaştırma yapılır. Eğer karşılaştırma doğru ise, çıkış açılır. Eğer karşılaştırma doğru değil ise, çıkış kapanır veya kapalı kalır. Bazı PLC'lerde karşılaştırma, erişim açılana kadar uzun süreli yapılmaktadır. Her taramada karşılaştırma yapar. Diğer bazı PLC'lerin karşılaştırması yalnızca erişim açıldığı zaman yapılmaktadır. Başka sayısal karşılaştırma yapmak için, giriş kapanmalı ve daha sonra tekrar geri açılmalıdır.

İki temel KARŞILAŞTIRMA fonksiyonunun modeli normalde benzerdir. Bütün KARŞILAŞTIRMA fonksiyonlarında kullanılacak düzenin üç şekli şekil 4.2-2'de gösterilmektedir. İki temel fonksiyon arasındaki tek fark bobin gösterimidir.

## 4.2.KARŞILAŞTIRMA FONKSİYONLARININ UYGULAMALARI

PLC işlem kontrol durumunda altı KARŞILAŞTIRMA fonksiyonunun her birinin kullanımı ile ilgili birer örnek uygulama ele alınmıştır. İlave olarak, iki KARŞILAŞTIRMA fonksiyonlu kombinasyonun kullanımına ait işlem uygulaması yapılmıştır.

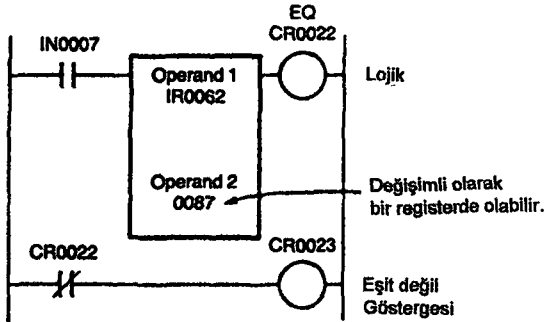


Şekil 4.2-3 :Örnek A.Eşit fonksiyonu.

Örnek A, eşit KARŞILAŞTIRMA fonksiyonunun kullanıldığı iki gösterimi içermektedir. Çiviler 40'lık desteler halinde paketlenmektedir. Bir sayıcı fonksiyonu bir paket içindeki çivi miktarını toplayarak saymaktadır. Çivi sayıcının sayma sayısı HR0005'de saklanır. Çalışma sayısı, şekil 4.2-3'de gösterildiği gibi, 40 ile karşılaştırılır. Sayı 40'a ulaştığı zaman, karşılaştırma doğrudur ve çıkış CR0019 açılır. Çıkış CR0019, 40'a ulaştığı zaman çalışan bir paketleyiciye bağlanmıştır. Paket kaldırılır. Sisteme diğer fonksiyonlar karışacaktır.

IR0071'in sayısı doğru sayma sisteminde olmalıdır. Burada desimal 40'ı karşılaştırmaktayız, böylece IR0071 gerçek işlem için desimal olmalıdır. Bazı PLC'ler gerçek sayma sistemine otomatik olarak çevirirler, bazıları da çevirmezler.

Başka bir eşit uygulaması şekil 4.2-4'de gösterilmektedir. Burada, iki sayı eşit olduğu zaman bir çıkış açılacaktır. Eşit olmaları dışında sayıların değerleri önemli değildir. Karşılaştırılacak iki sayı, HR0123 ve HR0147 içinde canlandırma için işlem tarafından beslenmektedir. İki kütükteki sayılar tam olarak eşit olduğu her zaman erişildiğinde, çıkış CR0101 açılacaktır.

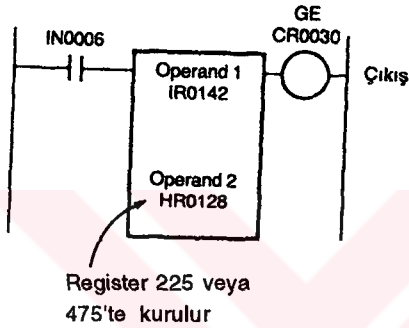


Şekil 4.2-4 :Örnek B.Eşit değil fonksiyonu.

Eşit değil fonksiyonuna ait bir örnek B'dir. Programlanması şekil 4.2-4'de gösterilmektedir. Örnekte, giriş sayısı tam 87 olduğu zaman dışında çıkış açık olacaktır. Giriş sayısı IR0062'ye girilir. İşlenen 2 sayı 0087 olarak programlanabilir. HR0183, bir register olarak da programlanabilir. 87 sayısı daha sonra register HR0183'e girilir.

Otomatik hapları şişelere doldurma işlemi için iki şişe boyu söz konusudur. Bir şişe 225 veya üzerinde sayıda doldurulur. Diğeride 475 veya daha fazladır. Bu C örneğinde büyük eşit KARŞILAŞTIRMA fonksiyonu kullanılmaktadır. Hap sayısını kontrol eden PLC fonksiyonu şekil 4.2.5'de gösterilmektedir. Hap sayısı bir girişten IR0142'ye şişe doldu olarak beslenir. Geçerli doldurma, 225 veya 475, için geçerli minimum hap sayısı HR0128'in içine girilir. Bir şişe hap dağıtıcının altına koyulur. Küçük bir şişe için (225) sınır HR0128 içine yerleştirilir; büyük bir şişe için (475) HR0128 içine girilecektir.

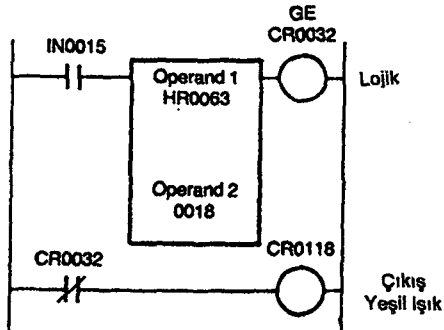
Şişe dolmaya başladığı zaman, erişim sürekli işaretlenecektir. Karşılaştırma doğru değildir ve çıkış CR0030 kapanır. Küçük şişe için hap sayısı bir kere 225'e ulaşırsa CR0030 açılır. Çıkış CR0030 kapaklama ve kaldırma işlemine bağlanmıştır. Şişe kapaklanır, kaldırılır, işlem sıfırlanır ve tekrarlanabilir. Aynı adımlar büyük şişe içinde HR0128'e 475 yerleştirilerek yapılmaktadır.



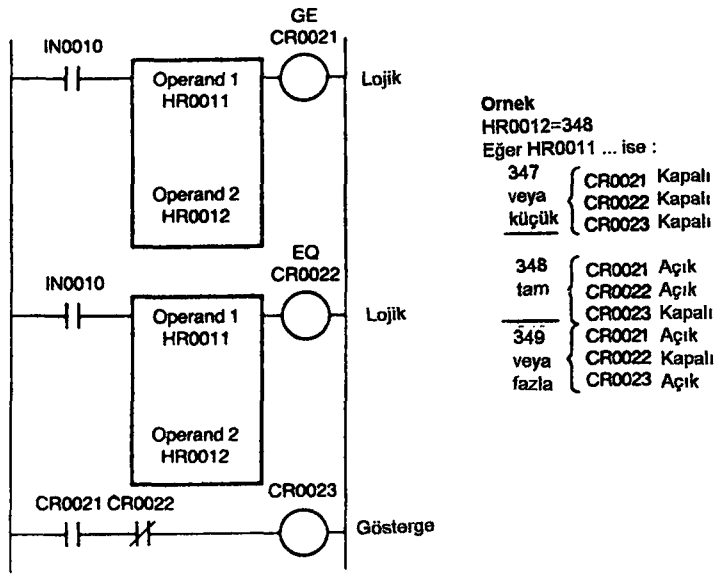
Şekil 4.2-5 :Örnek C. Büyükeşit fonksiyonu.

Örnek C için eşit fonksiyonu kullanılsaydı, EQ muhtemelen çalışacaktı fakat küçük şişe için sayının her nasılsa 226 olduğunu kabul edelim. Doldurma azaltılmadan devam eder. Eğer sayı 226 veya büyük şişe için 476'ya ulaşırsa, bununla beraber eğer GE fonksiyonu kullanılırsa, doldurma işlemi yalnızlıkla devam etmeyecektir.

Örnek D, şekil 4.2-6'da canlandırılmaktadır. Tamamlama montajında, üretim hattının akışını kapatmadır. Eğer bir montaj hat boyunca bir yerde yeniden işlenmek üzere kaldırılacaksa, yeniden işlenecek parça otomatik olarak sayılır. Eğer saatte 18'den fazla montaj kaldırılırsa, ustabaşının odasında bir ışık sönmektedir. Eğer bu sayı saatte 18 parçanın altına düşerse, ışık tekrar yanar. Eksik sayı HR0063'ün içinde işlenen 1 olarak korunur. Müsade edilebilir saatlik sayı (18) işlenen 2 olarak girilir.

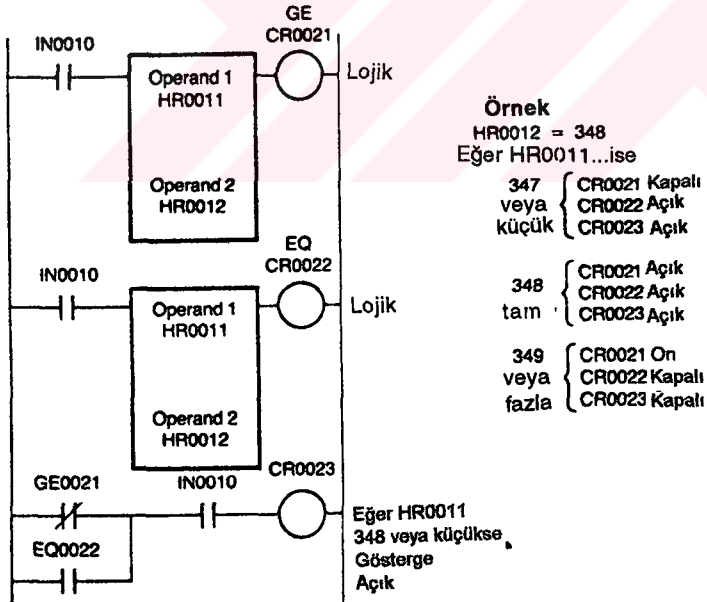


Şekil 4.2-6. Örnek D.Küçük fonksiyonu.



Şekil 4.2-7. Örnek E. Büyük fonksiyonu.

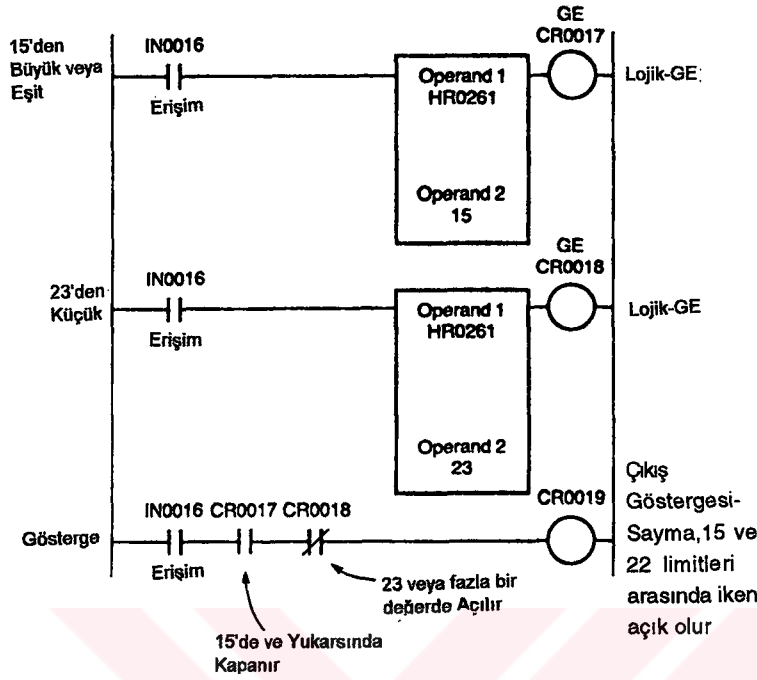
Büyük fonksiyonu, örnek E, şekil 4.2-7'de gösterilmektedir. Burada iki karşılaştırma fonksiyonu gereklidir. Çıkışı açmak için bu üretim işlemi, 348'den daha büyük bir sayma gerektirmektedir. 348 sayısı işlenen 2 olarak her iki fonksiyona girilir. 347'lik bir sayma için eşit fonksiyonu çıkışı kapalı tutar. 348'den aşağı sayılarda büyük eşit fonksiyonu çıkışı kapalı tutmaktadır. 349 veya daha fazlasında bütün kontaklar gösterge adım hattı için kapalı olacağı için, çıkış açık olmaktadır.



Şekil 4.2-8. Örnek F. Küçükeşit fonksiyonu.

Küçük eşit KARŞILAŞTIRMA fonksiyonu, örnek F, şekil 4.2-8'de gösterilmektedir. Bir üretim sistemi kırmızı, beyaz veya mavi olarak üç renkten birinde üretim yapmaktadır. Üretim günde 348 mavi ünite ile sınırlıdır. Mavi üniteler renk hassasiyetli algılayıcı kullanılarak sayılmaktadır. Algılayıcı sayısı PLC içindeki HR0111'i beslemektedir. Maksimum istenen sayı (348) HR0012 içine girilir.

Gösterge (348)'in altındaki sayılar için açıktır. Sayı 348'e ulaştığı zaman, büyükeşit (GE) açık kalır ve eşit (EQ) açılır. Çıkış açık kalır. Sayı (349)'a bir tane daha büyüdüğünde, EQ kapanır, gösterge mavi için sınıra ulaşıldı demektir. Çıkış şimdi kapalıdır ve daha yüksek değerler için de kapalı kalacaktır.



Şekil 4.2-9 : Örnek G. Çoklu karşılaştırma fonksiyonu.

Yalnızca saymanın 15 ile 22 arasında olduğu zaman gösterge ışığı yanması için bir çoklu karşılaştırma programı şekil 4.2-9'da örnek G'de gösterilmektedir. Başka büyük eşit fonksiyonu (22) için gösterge olarak kullanılmaktadır ve (23)'e kurulmuştur. IN0016 fonksiyonun erişimidir. 15'in altında, daha düşük adım hattının çıkışını kapalı tutmak için, en yüksek büyükeşit fonksiyonu kapalıdır.

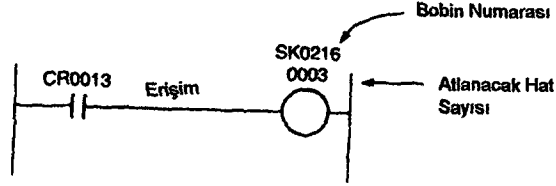
Sayma (0)'dan başlayıp (15)'e ulaştığı zaman en yüksek büyük eşit fonksiyonu açılır. CR0019 çıkışı, CR0017 kontağı kapandığı zaman açılır. Alt hattaki diğer kontak, CR0018, kapalı kalır çünkü daha düşük büyükeşit fonksiyonu henüz açılmamıştır.

İleri sayıcı (22)'ye ulaştığında çıkış hala açıktır. Sayı (23)'e ulaştığı zaman, daha düşük büyükeşit fonksiyonu açılır. Alt adım hattındaki kontağı açılır. Çıkış bu sebepten (23)'te ve daha yukarısında kapanmaktadır.

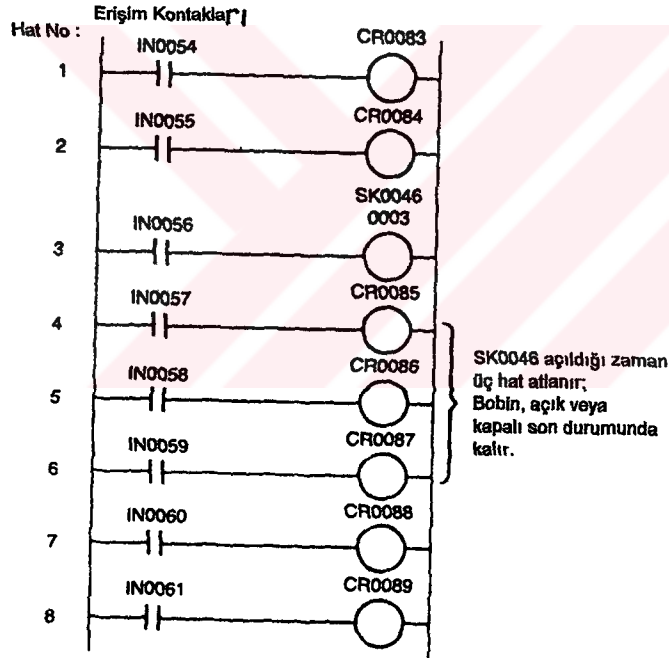
#### 4.3. ATLAMA VE ANA RÖLE KONTROL FONKSİYONLARI

ATLAMA (SK) ve ANA RÖLE KONTROL (ARK-MCR) fonksiyonlarının her ikisinde güçlü programlama elemanlarıdır. Atlama fonksiyonu, adım basamaklarından seçilen basamağını atlamamıza veya by-pas yapmamıza izin vermektedir. Bobinler ve röleler atlamaya erişilmeden önceki son tarama esnasındaki durumlarını korumaktadır. Atlama, programın farklı parçalarının etkili biçimde kollara ayırmayı sağlar.

Ana röle kontrolü benzer şekilde çalışmaktadır. Ana röle kontrolü erişimi açıldığında, adım şeması fonksiyonları normaldir. Ana röle kontrol' a ulaşamadığı zaman, belirtilen miktarda bobin ve fonksiyon kapalı konumda "dondur"ulur. "Dondur"ulmuş bölümdeki bobinler, kendi ferdi erişimleri açılrsa bile kapalı kalırlar.



Şekil 4.3-1 :ATLAMA fonksiyonu.



Şekil Şekil 4.3-2 :PLC işleminde ATLAMA fonksiyonu.

İki fonksiyon arasındaki fark, ATLAMA belirtilen adım hatlarını önceki açık veya kapalı durumlarında bırakır. Ana röle kontrolü belirtilen adım hatlarını kapalıya çevirir. Başka bir fark da ATLAMA erişildiği zaman aktiftir, ANA RÖLE KONTROLU erişilmediği zaman aktiftir, buda onu "arıza güvenliği" yapmaktadır.

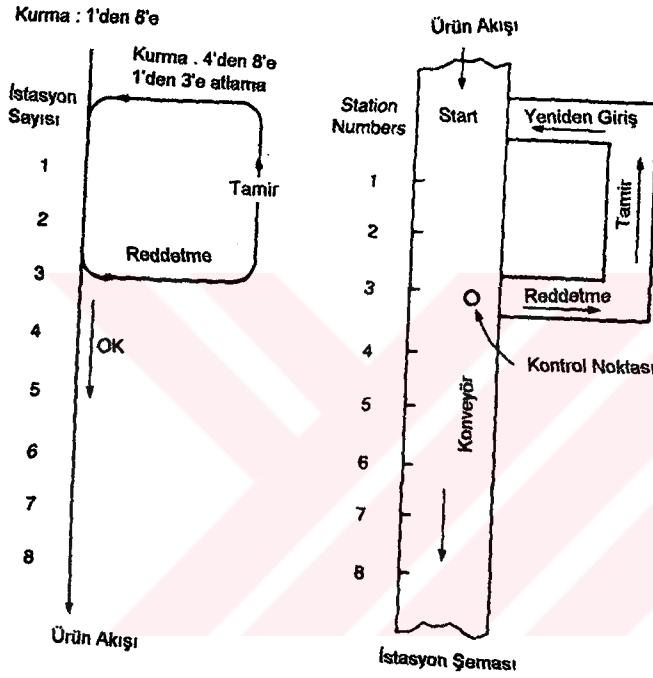
Birçok PLC programlama formatında bir SIÇRAMA fonksiyonu bulunmaktadır. SIÇRAMA ATLAMA' ya bazı farkları dışında benzemektedir. Birleştirilmiş geri dönüş kabiliyetli SIÇRAMA fonksiyonu ile SIÇRAMA'dan sonra, programın sonraki hatlarına geri dönmenize izin verir.

#### 4.3.1. ATLAMA FONKSİYONU

Bobinine erişildiği zaman, bir PLC programı parçasının by-pas edilmesine izin veren bir ATLAMA fonksiyonu şekil 4.3-1'de gösterilmektedir. Sonraki bir veya daha çok hat atlanmak istendiği zaman, fonksiyonun erişim hattı enerjilendirilir. Genel anlamda bobin numarası programlamaya ilave olarak atlanacak hat sayısı da belirtilmeli ve programlanmalıdır.

ATLAMA fonksiyonunun bir programda temel uygulaması Şekil 4.3-2'de gösterilmektedir. Burada kullanılan sekiz hatlı program, çıkış fonksiyonlu yedi hatta sahiptir.

ATLAMA fonksiyonu üçüncü hatta bulunmaktadır. ATLAMA fonksiyonu kapatıldığı zaman, diğer yedi fonksiyon normal anlamda çalışırlar. Girişlere uygun yedi hat açıldığı zaman, çıkışları da açılır ve girişleri kapandığı zaman çıkışları kapanır. Burada atlanacak hatların sayısı için değer 3 olarak kurulur.



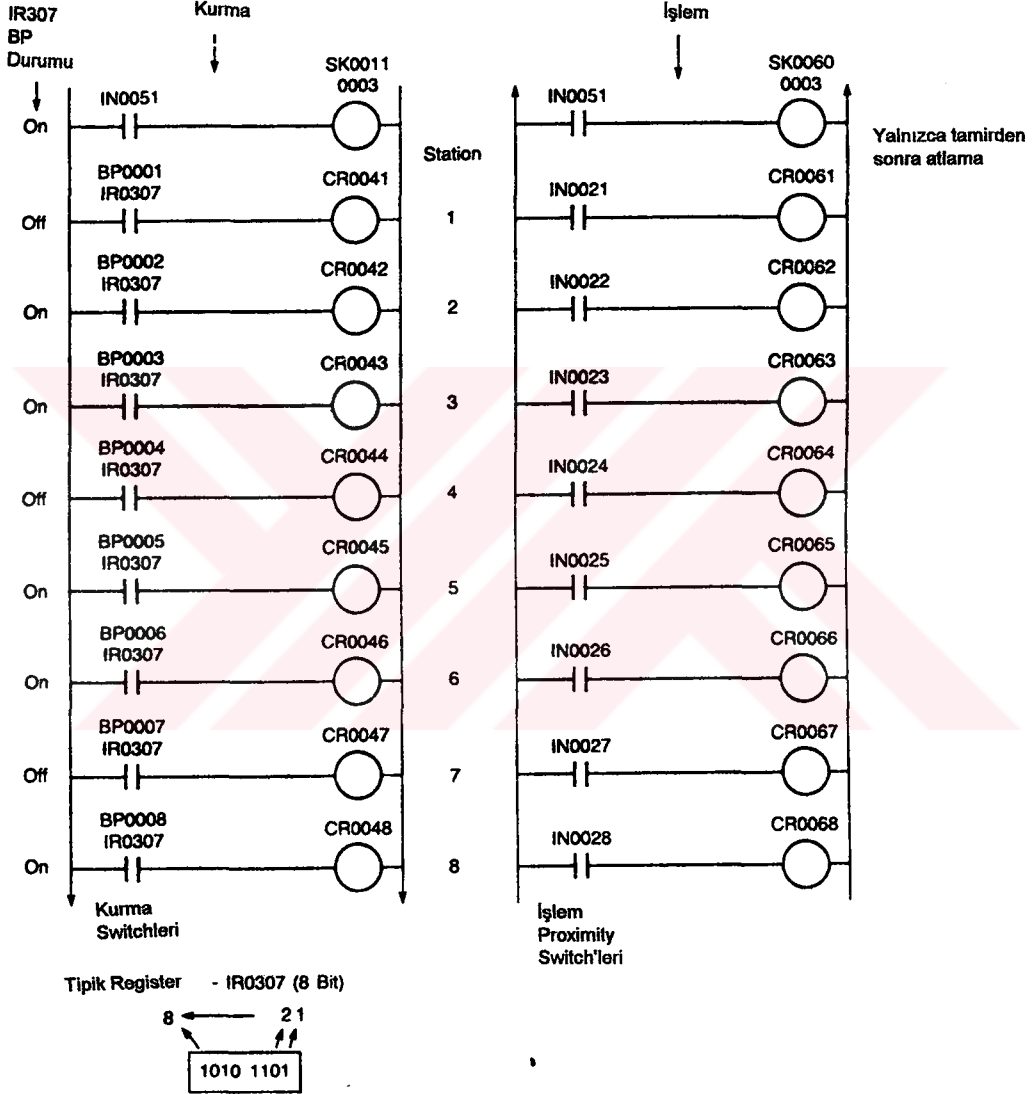
Şekil 4.3-3 :ATLAMA fonksiyonu uygulama şeması.

ATLAMA fonksiyonu (3'e yerleştirilmiş) açıldığı zaman, ilk iki hattın fonksiyonu normaldeki gibidir. Bununla beraber, 4'den 6'ya sonraki üç hat önceki durumlarında açık veya kapalı olarak kalacaklardır. ATLAMA açık ile, 4 ile 6 arasındaki hatlardaki bobinleri besleyen girişin açık-kapalı durumunun değişimi, 4 ile 6 arasındaki bobinlerin çıkışlarında bir etki yaratmamaktadır. 4 ile 6. hatlar arasındaki bobinler bir önceki durumlarını korumaktadırlar. 7. ve 8. hatlar ATLAMA fonksiyonundan etkilenmeden normal olarak işlemlerine devam ederler. Eğer fonksiyonda atlanacak hat sayısında 3 yerine 5 girilmiş olsaydı, 7. ve 8. hatlar da atlanabilirdi. ATLAMA kapatıldığında, adım normal olarak işleyecektir.

Her bir bir montaj işlemi yapan, aşağı doğru ürün oluşturan, sekiz istasyonlu bir üretim hattını ele alalım. Tek parça sayısına bağlı olarak, sekiz işlemin hepsi kurulabilir ve başarılı olabilir veya başarısızdır. İşlemin şablonu olsada, olmasada kurulacak ve yapılan. Sekiz istasyonun her biri, register bit durumuna göre, işleme kurulacak veya kurulmayacaktır. Bit'in 1 olması açığa kurulacağını ve 0 olması kapalıya kurulacağını göstermektedir.

Üçüncü istasyonda, test etme yer almaktadır. Eğer parça iyi ise, işlem hattında aşağıya doğru devam eder; eğer kötü ise, konveyör dışına alınır ve tamir edilir. Tamirden sonra parça konveyöre baştan yeniden girer. Malzeme akışı ve konveyör şeması şekil 13-3'de gösterilmektedir.

Bir parça hattın başlangıcına ulaştığı zaman, bir hattın başında parça bulunduğunu algılar ve sekiz istasyonu işlem için kurar. Algılayıcı sekiz kurma anahtar kontağının (BP/IR kontağı), kütük içeriğinin her birinin açık veya kapalı'ya dönmesine sebep olacaktır. Bu kurma sistemini şekil 4.3-4'de solda gösterilmektedir. Kurma fonksiyonları CR0041 ile CR0048 arasındakilerdir. Her istasyondaki algılayıcı parçayı tesbit ettiği zaman konveyörden aşağıya gelen parçalara her işlem uygulanır. Bu algılayıcılar şekil 13-4'ün sağında gösterilen IN0021' den IN0028'e kadar olanlardır. İşlemler CR0061'den CR0068'e kadar olanlardır.



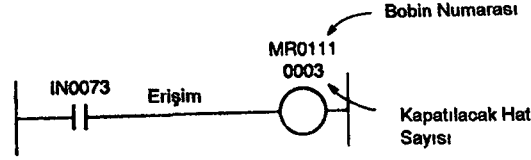
Şekil 4.3-4 :ATLAMA uygulama programı.

Eğer bir parça 3. istasyonda kabul edilmez ise tamire ayrılacaktır. Daha sonra, tamir edilen parça yeniden konveyöre giriş yaptığı zaman, 1'den 3'e kadar olan istasyonların kurulmaları yeniden sıfırlanmak zorunda değildir. Gereksiz sıfırlanma iki atlama fonksiyonu ile (0011 ve 0060) önlenmiştir. İki atlama fonksiyonu, tamir edilenlerin yeniden giriş yaptığı noktadaki algılayıcı tarafından açılmaktadır.

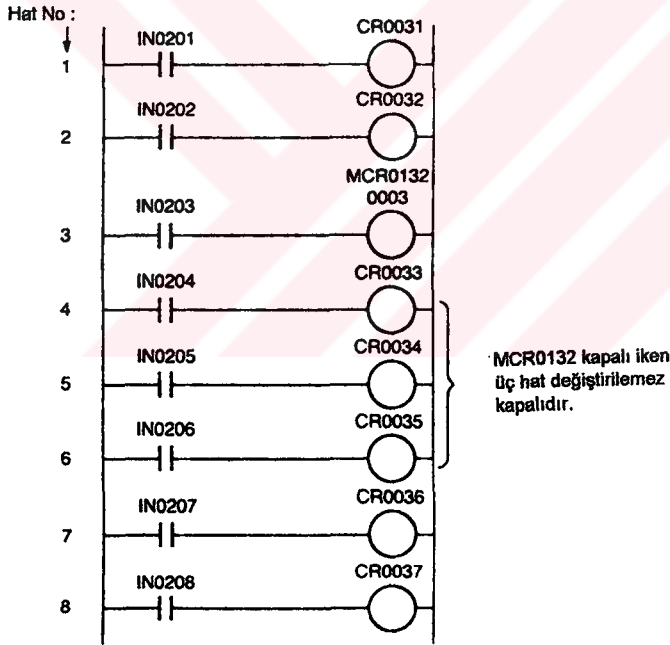
#### 4.3.2. ANA RÖLE KONTROL FONKSİYONU

ANA RÖLE KONTROL (ARK) fonksiyon işlemi ATLAMA fonksiyonuna benzemektedir. Şekil 4.3-5 tipik bir ARK fonksiyonunu göstermektedir. Erişim hattı enerjilendiği zaman açılmaktadır. MVR kapandığı zaman, belirtilen sayıda takip eden adım şeması hattı kapanır. ATLAMA işleminden farkı, atlanacak hatlarda belirtilen sayıda takip eden hattın kapalı duruma getirilmesidir.

Program içinde ANA RÖLE KONTROLU'nun nasıl işlediği şekil 4.3-6'da gösterilmektedir. Burada sekiz hat vardır. Üçüncü hat ARK'dır. Diğer yedi hat kontak-bobin hatlarıdır. "Hata-güvenlik" sebebi ile, ARK aktif olmadığı duruma açılmalıdır. Bazı sebeplerle eğer fonksiyon kapanırsa, aktif duruma geçer ve belirtilen hatlarında kapatır. ARK açık olduğu zaman, diğer yedi hat normal olarak işlemektedir. ARK kapandığı zaman, 4'den 6'ya sonraki üç hat kapanır. 1,2,7 ve 8. hatlar dokunulmazdır. ARK'yi kapatma ile, adım normal anlamda çalışacaktır.

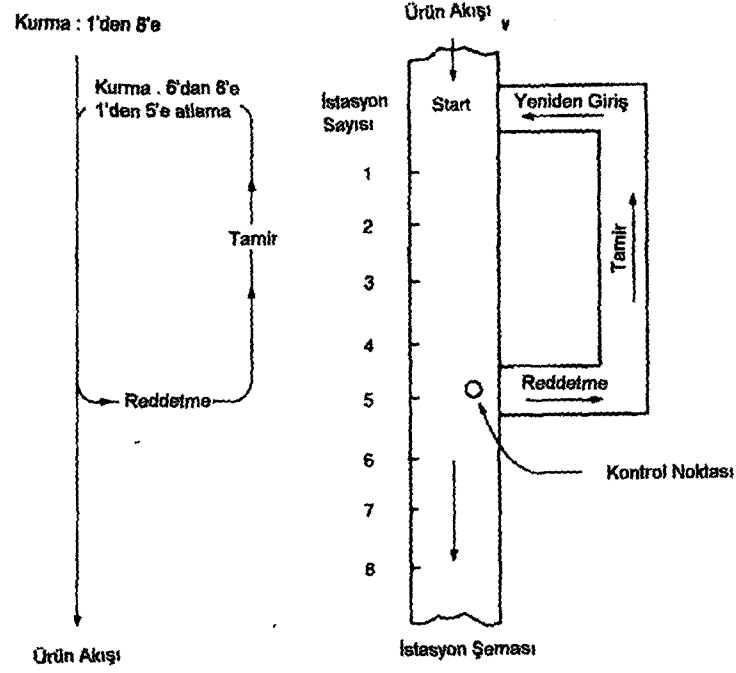


Şekil 4.3-5 :ARK fonksiyonu.

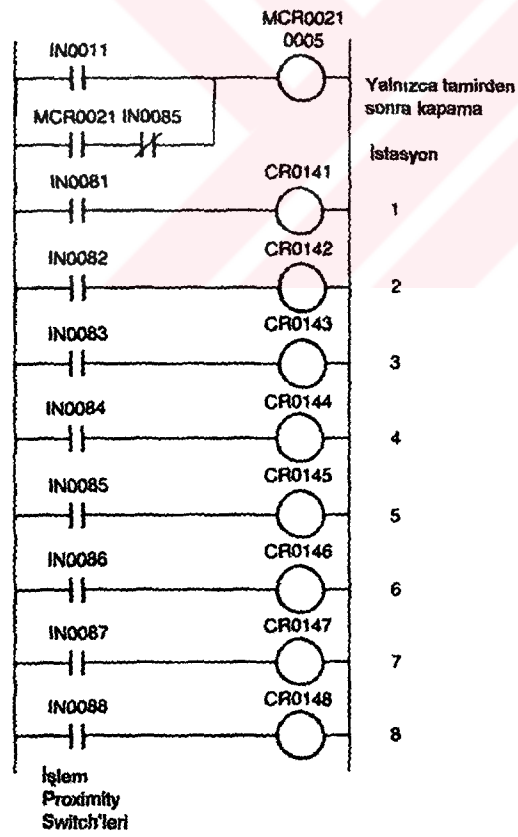


Şekil 4.3-6 : PLC işleminde ARK fonksiyonu.

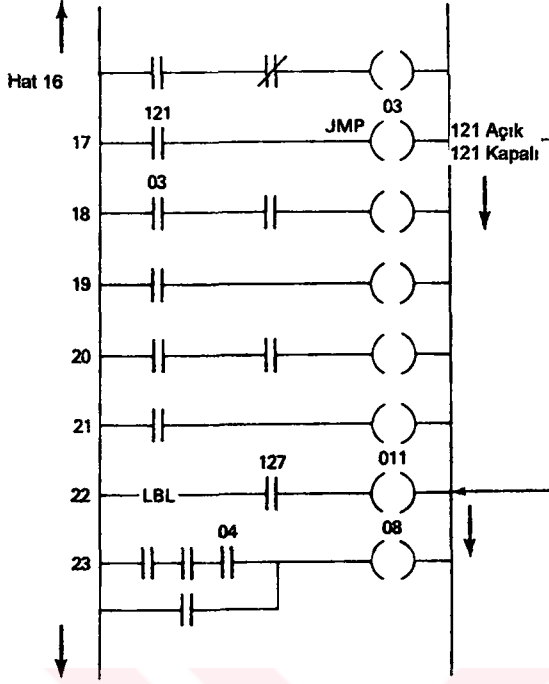
ATLAMA'dakine benzer bir üretim hattı ARK için ele alalım. Buradada sekiz üretim hattı vardır. Kurulmasına bağlı olarak parça geriye gittiği için, verilen parça numarası için her istasyon çalışmaktadır. Her istasyonun hareketi, her istasyondaki temassız algılayıcılar tarafından başlatılmaktadır. Temassız algılayıcılar IN0081 ile IN0088 arasındadır. Şekil 4.3-7 üretim hattının yerleşimini ve ürün akışını göstermektedir.



Şekil 4.3-7 : ARK uygulama şeması.



Şekil 4.3-8 : ARK uygulama programı.



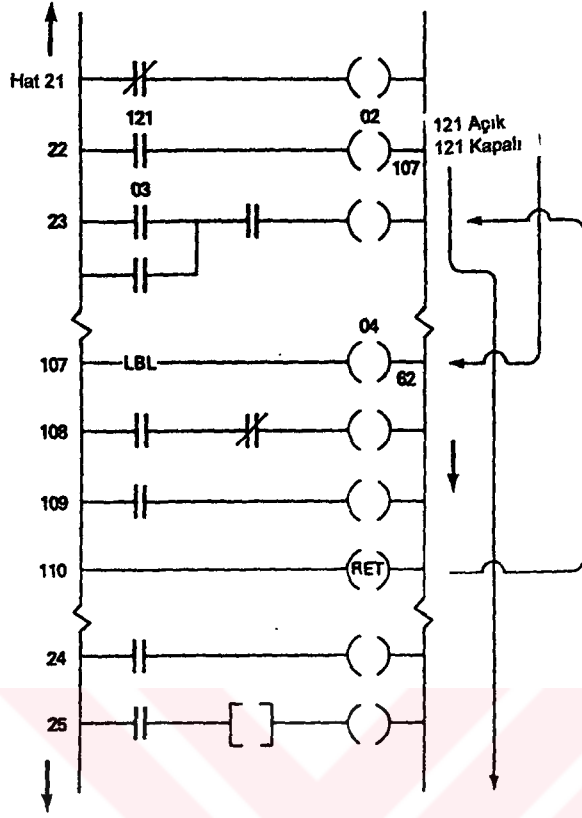
Şekil 4.3-9 : SIÇRAMA fonksiyonu.

5. istasyon bir kontrol istasyonudur. Hatalı parçalar tamir konveyörüne itilmektedir. Tamirden sonra, parça konveyöre geri döner. Yeniden girdiği zaman, bir ARK rölesini (CR0021) açan ve mühürleyen IN0011'i açar. Parça için, ilk beş adım bu nedenle tekrarlanmaz, çünkü ilk beş adım ARK tarafından önlenmiştir. Parça 5. istasyona geldiği zaman, ARK'nin mühürü çözülür, fonksiyona erişim istasyonları 6'dan 8'e kadardır. Bu son üç adım ilk kez baştan başa işlememiştir, fakat şimdi işlemi tamamlamak için çalışmıştır. Bu işlemler için ARK programı şekil 4.3-8'de gösterilmiştir.

#### 4.3.3. SIÇRAMA FONKSİYONU

Bazı PLC'ler "SIÇRAMA" fonksiyonel kabiliyetine sahiptir. SIÇRAMA, bilgisayar ve mikroişlemci programlamadaki kadar aynı işlemektedir. SIÇRAMA iki çeşittir: geri dönüşsüz ve geri dönüşlü. Şekil 4.3-9 geri dönüşsüz SIÇRAMA fonksiyonunu göstermektedir. Eğer giriş 121 açılırsa, program, LBL girişi bulunan, sonraki hatta sıçrayacaktır. ATLAMA ve SIÇRAMA arasındaki fark, ATLAMA atlanacak belli bir miktarda hat belirler. SIÇRAMA fonksiyonunda da ATLAMA gibi, orta hatlar bir önceki durumlarını korurlar.

Başka bir SIÇRAMA fonksiyonu "ALT PROGRAMAMA SIÇRAMA" fonksiyonudur ve şekil 4.3-10'da gösterilmektedir. SIÇRAMA'daki gibi, program sonraki LBL girişinin bulunduğu hatta kadar sıçramaktadır. Daha sonra program RET hattı bulana kadar hat hat gitmektedir. RET hattı gördüğü zaman, orijinal JSR hattından sonraki hatta geri dönmektedir. Bu ALT PROGRAMAMA SIÇRAMA, tekrar işlemlerini yaparken, programı tekrar etmeden tekrar işlemlerini yapmada faydalıdır.



Şekil 4.3-10 : ALT PROGRAMAMA SIÇRAMA fonksiyonu.

#### 4.4. VERİ TAŞIMA SİSTEMLERİ

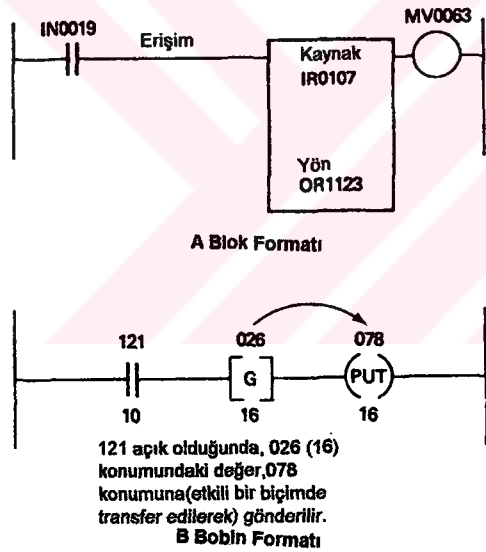
PLC'leri de içeren bütün bilgisayar sistemleri, bilgisayar işlemleri sırasında içerisinde bir yerden diğerine veri, sayı veya bit taşıma kabiliyetlerine sahiptirler. Daha küçük PLC'lerde, verinin bir registerden diğerine taşınması otomatik olarak içeride yapılmaktadır. Veri hareketi yer almaktadır fakat bu işlem ne görüntülenebilir ne de kontrol edilebilir.

Orta ve büyük boy PLC'lerde, veri hareketini kontrol eden programlama fonksiyonları mevcuttur. PLC'lerin programlanabilir veri taşınması veriyi bir yerden alır ve diğer yere taşır. Genelde yaygın olan üç çeşit bu veri taşıma programlama fonksiyonu bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, bir register içeriğini diğerine taşıyan "Temel TAŞIMA" sistemidir. Temel TAŞIMA fonksiyonu kelime, byte veya örnek grup bit'i bir yerden alır ve diğerine taşımaktadır.

İkinci tip PLC veri taşınması veri gruplarının iki veya daha fazla ard arda gelen registerden iki veya daha fazla registre taşınmasını gerektirir. Bu ikinci tip genellikle BLOK TAŞIMA olarak adlandırılmaktadır. Ard arda gelen register gruplarındaki veri şekillerini diğer bir ard arda gelen register grubuna taşır.

Üçüncü tip veri taşınması iki alt tipe ayrılmaktadır. Bir tipi ardışık ard arda gelen register gruplarındaki veriyi tek bir registre taşır. Diğer alt tip de tek bir registerden alınan veri değeri ard arda gelen parça tablolara taşınır.

Bütün taşımalarda, orijinal kaynak registerinin içeriği korunmaktadır. Daha sonra kaynak registerini başka bir registre kopyalamanız gerekmektedir. Aksi olarak, kopyalanmış yeni veriyi alan gidilecek yer registeri, önceki değerini kaybeder. Yani, alıcı registerin taşımadan önceki değeri normalde kaybolmaktadır. Referans için eğer orijinal değerini korumak istiyorsanız, taşımadan önce bunu başka bir yere kopyalayacak ilave bir programlam gerekmektedir.



Şekil 4.4-1 :TAŞIMA fonksiyonu

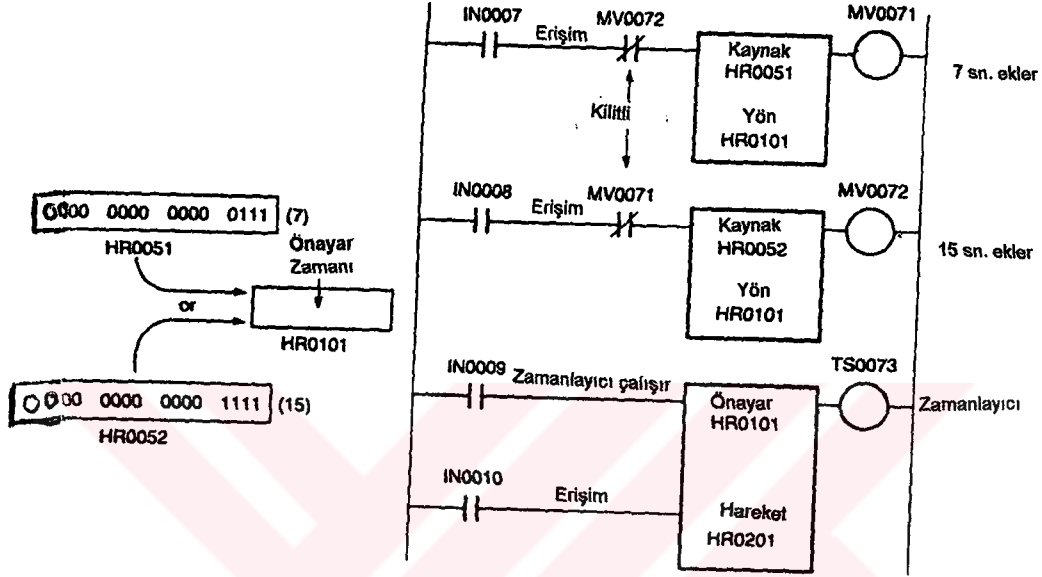
##### 4.4.1. TAŞIMA FONKSİYONU

Bir çok PLC modeli veri taşıma fonksiyonunu TAŞIMA (MOVE) olarak göstermektedir. Diğerleri veri taşınması yapmak için AL (GET) veya KOY (PUT)'u kullanmaktadır. TAŞIMA fonksiyonunun blok ve bobin şeklindeki bileşenleri şekil 4.4-1'de gösterilmektedir. Erişim devresi üzerinden fonksiyon açıldığı zaman, belirtilen kaynak registerindeki bit şekli, belirtilen gidilecek yer registerine kopyalanmaktadır. Kaynak registeri değişmemektedir. Gidilecek yer registeri, modeli yeni değer geldiği zaman yerleştirilir ve eskisi kaybolur. TAŞIMA fonksiyonu tamamlandığı zaman fonksiyon bobini açılmaktadır. Programda birden çok TAŞIMA fonksiyonu olduğu zaman, bobin işlemi

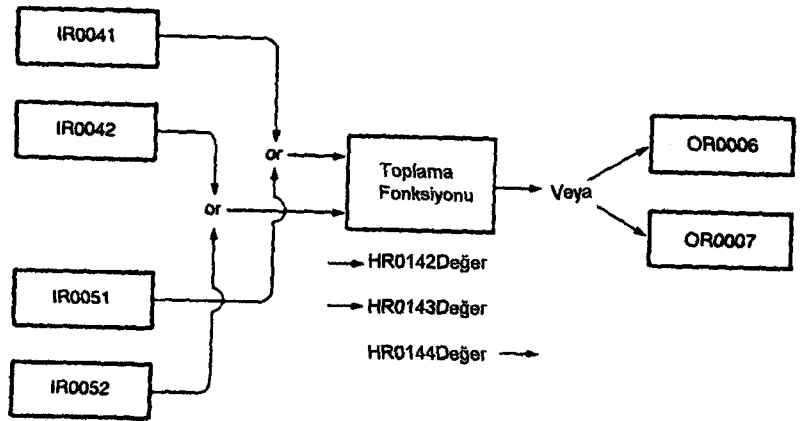
TAŞIMA işlemlerini birbirine bağlamada kullanılabilir. Bağlama, yalnızca bir tanesi istenirken, iki veya daha fazla birbirine zıt hareketin enerjilenmesini önlemektedir. Örneğin, aynı registre iki taşıma aynı zamanda yer almaz.

Taşıma ile erişilebilecek register tipleri, PLC modelleri arasında değişmektedir. Kaynak yerleşimi genellikle giriş registerleri, çıkış registerleri, yakalama registerleri veya iç registerlerdir. Kaynaklar giriş ve çıkış gurup registerlerini de içermektedir. Gidilecek yer registerleri olarak aynıları kullanılmaktadır, yalnızca giriş ve çıkış gurup registerleri gidilecek yer registeri olarak genellikle mevcut bulunmaktadır.

PLC'lerde, zamanlama süresi olarak bir kütüğün sayısal içeriğini kullanabilmekteyiz. Bu durum için, tutma kütüğündeki sayısal değer, zamanlayıcı fonksiyon bloğunda zaman süresi olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 4.4-2 : TAŞIMA zamanlama örneği.

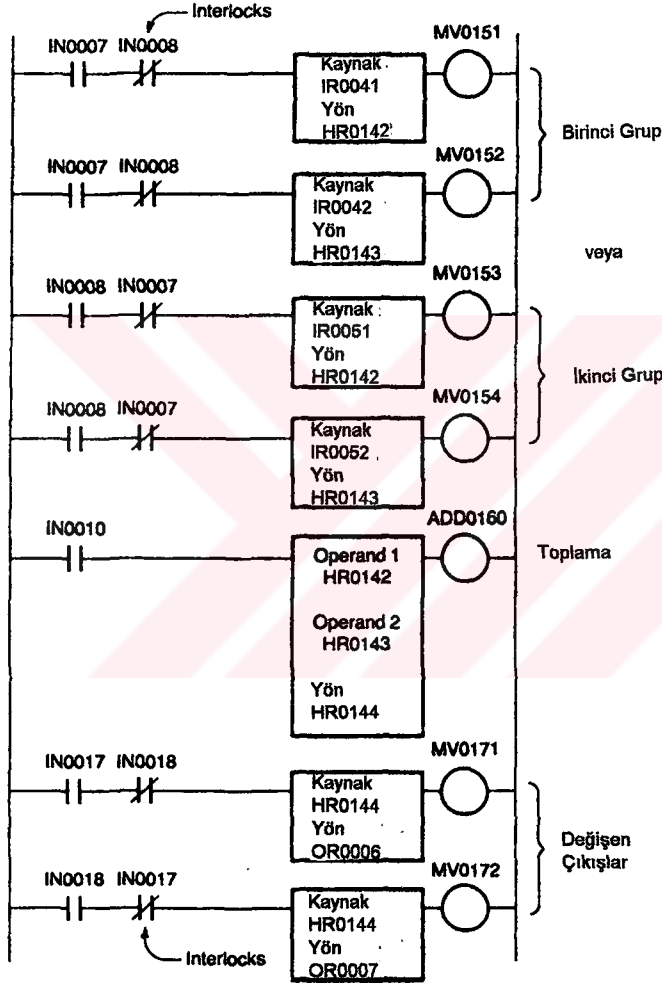


Şekil 4.4-3 :TAŞIMA-toplama sistemi

Bir işlem zamanlayıcısı için zaman sürelerini sürekli değiştirmek sık olarak gerekmektedir. Bu zamanlayıcının zaman-süre yakalama registerinin sayısal değerinin değişimi TAŞIMA fonksiyonu ile yapılmaktadır.

Şekil 4.4-2 iki zaman değerinin PLC'nin içine nasıl taşınabileceğini göstermektedir. İki farklı zaman 7 ve 15 saniyedir (binari olarak gösterilmiştir.). Her iki zaman da zamanlayıcının içine IN 0007 veya IN 0009 anahtarlarından biri kapatılarak girilebilir.

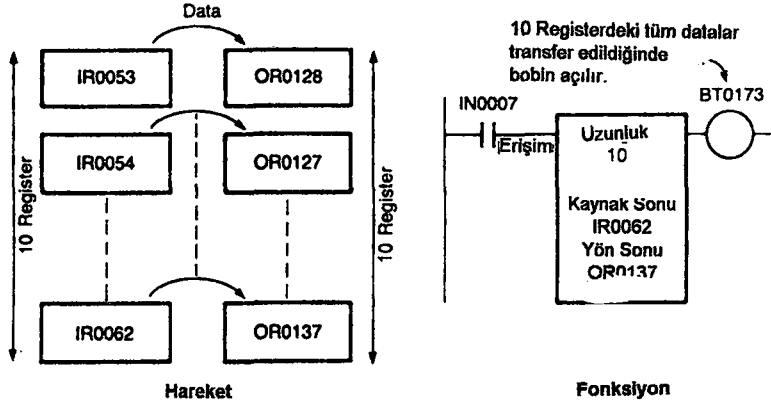
Tek register taşınmasının ikinci örneği bir toplama işlemi kullanılarak verilecektir. PLC TOPLAMA fonksiyonunun işlenen olarak yalnızca tutma registerleriyle çalışabileceğini kabul edelim. Toplanacak sayıların PLC'de girişi tutma registerlerine değil de giriş registerlerine olması gerektiğini kabul edelim. Bundan başka toplamın sonucu PLC dışına bir çıkış registeri içinden gitmektedir. Bu nedenle PLC veri taşınmasında toplam register düzenlemesini yapmak gerektirmektedir.



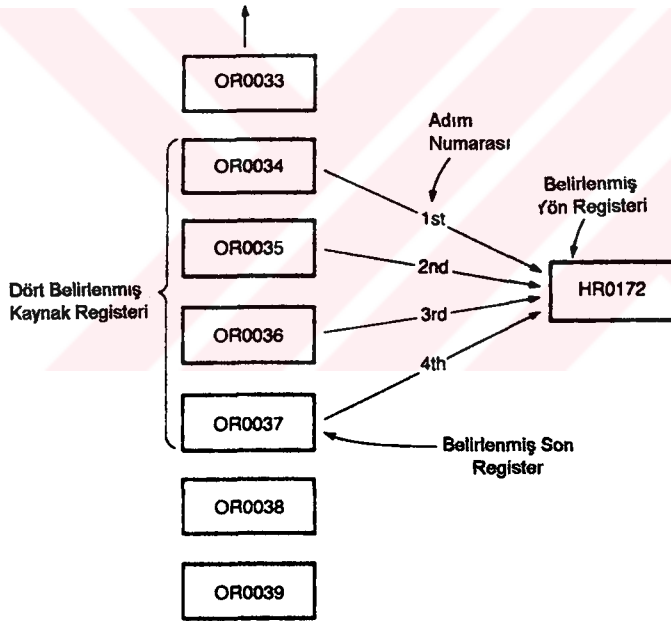
Şekil 4.4-4 : TAŞIMA-toplama programı

Şekil 4.4-3, blok diagram şeklinde register tanımlama problemini göstermektedir. Toplanacak iki sayı PLC giriş registerine girilir. Toplam yer almadan önce veri yakalama registerine transfer edilmelidir. Toplama yapıldıktan sonra sonuç bir tutma registerine yerleştirilmektedir. Toplamının çıkışı bir çıkış registerinde görünmesi gerekmektedir. Başka bir TAŞIMA transferi daha sonra çıkışta da gerekmektedir.

Toplam toplama işlemini başarmak için PLC'nin nasıl programlanacağı şekil 4.4-4'de gösterilmektedir. IN0007'nin kapanması, TOPLAMA fonksiyonunun içine bir grup sayının yerleştirilmesine sebep olmaktadır. IN0008 diğer sayıları taşır. IN0010 toplamamın yer almasına sebep olmaktadır. IN0017 veya IN0018, işaretlenmiş iki çıkışın her ikisine sonuç sayısının yollanmasını sağlar.



Şekil 4.4-5 : BLOK TRANSFER fonksiyonu



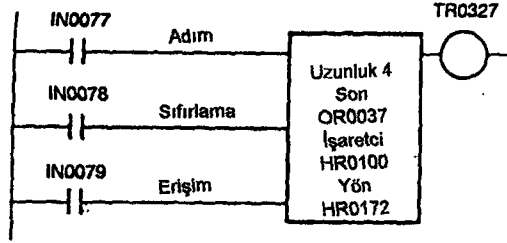
Şekil 4.4-6 : TABLO-REGİSTER TAŞIMA sistemi

#### 4.4.2. GENİŞ VERİ BLOKLARININ TAŞINMASI

Bazen bir register veya adresin içine sığacak kadardan daha çok veriyi taşımak gerekmektedir. Bir miktar TAŞIMA fonksiyonu kullanmak bir seçenektir. Daha iyi bir çözüm ise birçok ardışık registerin verisini bir seferde taşıyacak bir PLC fonksiyonu kullanmaktır. Bu "BLOK TRANSFER" (BT) fonksiyonu olarak anılır. 147 bit'in, bir yerleşimden diğerine taşınmasına ihtiyaç olduğuna, fakat yalnızca 16 bit registerin mevcut olduğunu kabul edelim. Dokuz 16 bit registre (144 bit) artı başka bir

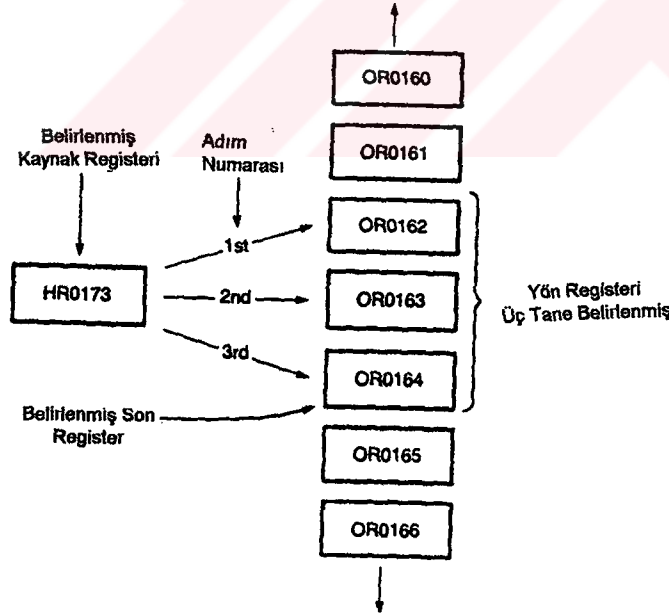
parçayı (3bit) kullanmaya ihtiyaç olacaktır. Bu durumda, bir BLOK TAŞIMA fonksiyonu on tane TAŞIMA fonksiyonunun işini yapmaktadır.

BLOK TRANSFER fonksiyonu şekil 4.4-5'de gösterilmektedir. Fonksiyonel blokta, taşınacak blokların sayısı belirtilmiştir. Verinin geldiği giriş sırasında son registerde belirtilmiştir. Bazı PLC sistemleri sonuncusunun yerine birinci registeri belirlemek için programlayıcı gerektirmektedir. Gidilecek yer register adımı, verinin verileceği son register belirlenir. Girişe erişim, verinin transferine sebep olmaktadır.



Şekil 4.4-7 : TABLO-REGİSTER TAŞIMA fonksiyonu.

Bütün registerler tamamen transfer olduğu zaman çıkış bobini açılmaktadır. Bobin işlemi, çıkış registerinde yeni veri modelinin tamamlandığını onaylamada kullanılabilir. BLOK TRANSFER boyutuyla orantılı tarama zamanı kullanır; BT işlemi için geniş miktarda bilgisayar zamanı gerekebilmektedir. Eğer çıkış verisi transferin ortasında kullanıldı ise, eski ve yeni veriler alıcı registerin içinde olması bazı işlemsel problemler çıkartabilecektir.



Şekil 4.4-8 : REGİSTER-TABLO TAŞIMA sistemi.

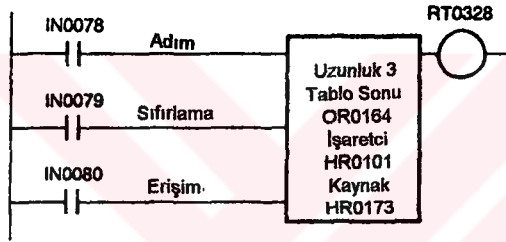
#### 4.4.3. TABLO VE REGİSTER TAŞINMASI

Üçüncü tip veri taşıma fonksiyonu tablo ve tek register içermektedir. "TABLO'DAN REGİSTERE" (TR) fonksiyonunda, geniş veri listesinin belirlenen sıralı kısımlarından veri sıralı olarak tek bir registre taşınmaktadır. Tam tersi olarak, "REGİSTER'DEN TABLO'YA" (RT) fonksiyonu, tek bir registerden register tablosunun sıralı olarak belirtilen kısmına veri taşımaktadır.

TR fonksiyonunu nasıl veri taşıdığı şekil 4.4-6'daki blok diagramda gösterilmiştir. Tipik bir uygulamada, alıcı register, bit yakalama ile bir miktar makineyi işletmektedir. Tablo register şekli farklı olarak alıcı registerin içine taşınırken, makinenin açık-kapalı şekli değişmektedir.

TR taşınmasında kullanılan tipik PLC fonksiyonu şekil 14-7'de gösterilmektedir. Diğer TAŞIMA fonksiyonlarına benzer olarak çalışmaktadır. TR fonksiyonu ilk olarak sıralı girilecek registerlerin sayısı genişliğindeki tablo için programlanır. TR fonksiyonunda ikinci hat tablo transfer işlemindeki son noktadır. Örneğin, işaretlenen tablo genişliği 14 ve işaretlenen son register IR0058 ise kullanılan registerlerin tablosu IR0045 ile IR0058 arasında çalıştırılacaktır.

Bloğa programlanan üçüncü çıkış, PLC'lerin RT ve TR fonksiyonlarının bir çoğunda bulunan fakat hepsinde bulunmayan işaretçi yeridir. İşaretçi her verilen anda taşınmakta olan registerleri işaretlemekte kullanılmaktadır. İşaretçi yeri yalnızca bilgilenme amacı ile veya kontrol amacı için kullanılabilir. Sonuç olarak, ardışık veri miktarları için tek register gidilecek yeri fonksiyonel blokta dördüncü bir çıkış olarak işaretlenmiştir.



Şekil 4.4-9 : REGİSTER-TABLO TAŞIMA fonksiyonu.

Fonksiyona alçak giriş hattı açıldığı zaman erişilebilmektedir. Orta hat, sıfırlama kapandığı zaman fonksiyon ilk registre sıfırlanmaktadır. İşlemsel işaretçi, eğer fonksiyonda içeriliyorsa, sıfırlama kapatıldığı zaman da birinci register ayarlanır. Sıfırlama açıldığı zaman, fonksiyon işletmededir ve adımlanabilir. En üstteki hat, adım hattıdır. Adım hattı açıldığı her zaman, fonksiyon veri transfer eder ve aşağı bir register taşır. Adım tekrarlamada, en üst adım hattı kapanmalı ve geri dönmelidir. Tabloda zaman süresi işlemi için bir zamanlayıcı, adımlamayı yapmada kullanılabilir.

REGİSTER'DEN TABLO'ya (RT) fonksiyonu TR fonksiyonuna benzemektedir. Veriyi tek bir registerden belirtilen miktarda, sıralı registerlerin içine taşımaktadır. RT taşınmasının blok diagramı şekil 14-8'de gösterilmektedir.

RT taşınmasının programlanması, TR taşınmasının programlanmasına benzerdir. Giriş hatları aynı şekilde işler. Tablo boyu, kaç tane gidilecek yer registeri kullanıldığını göstermektedir. Tablo sonu, kullanılan son gidilecek yer registeridir. RT fonksiyonundaki işaretleyici, TR fonksiyonundaki işaretleyici ile benzer şekilde çalışmaktadır. RT fonksiyonundaki kaynak veri geldiğinde bir register belirler.

Bir RT uygulaması verinin periyodik olarak kaydedilmesidir. Bir tek register, değişen işlem parametrelerinin değerlerini göstermeye programlanabilir. Tek bir registerin değeri, işlem değişmesi gibi devamlı değişmektedir. Bu register kaynak olarak kullanılmaktadır. Her 5 dakika için, 10 saniye değerini kaydetmek, 6 tane 5, veya 30 registre sıralı okumaları kaydetmek için ihtiyaç vardır. Fonksiyonun adım hattı hep 10 işaretli olacaktır. Tablo gidilecek yer boyu 30 register gerektirecektir. 10 saniye süre sonunda sıralı kaydedilecektir. 30 sıralı değer belirtilen seride 30 gidilecek yer kütüğünde belirmektedir.

#### 4.5 DİJİTAL BİTLERİN KULLANIMI

Orta ve büyük PLC'ler dijital bitlerle çalışma kapasitesine sahiptirler. Bu PLC'ler çıkış cihazlarını tek tek kontaklardan kontrol etmek yerine gruplar halinde kütük bitlerini kullanmaktadırlar. Örneğin 16 makinanın açık-kapalı'sı kontrol edilecek ise, 16 bitlik kütükteki 16 bittten yalnızca biri 16 makinanın her birini ayrı ayrı kontrol edebilir. Eğer açılıp kapanacak 157 makina varsa bunların açık-kapalı kontrolleri için bu 16 bitlik kütüklerden 10 tanesine ihtiyaç vardır ( $157/16=9.815$  veya 9 kütük ve onuncunun bir kısmı). Bunun tersi olarak, bir kontak-bobin adım kontrolü program içinde 157 adım hattına ihtiyaç duyulmaktadır.

PLC'ler yalnızca kütük bitlerinin sabit yörüngesini kullanmazlar, tek tek bitleri de kolaylıkla çalıştırıp değiştirebilirler. PLC seçilmiş registerlerde tek bitleri toplar, düzenler, kilitler ve çalıştırabilir. Aynı zamanda register içeriklerindeki sağa veya sola kaydırabilir. Register kaydırmaları, bitleri her giriş puls'unda bir pozisyona getirecek şekilde düzenlenebilir. Kaydırmalar bir çok pozisyon için de düzenlenebilir (iki, üç veya daha fazla). Bu "ÇOKLU BİT DEĞİŞTİRME" fonksiyonu çoğunlukla N-BİT kaydırması tarafından tayin edilmektedir.

Diğer fonksiyonlar dijital bitlerle yapılan işlem kontrolünde de yer almaktadır. Örneğin, TAŞI (MOVE) 16 çıkış komutunu değiştirmek yerine tüm register içeriğinin yer değiştirmesini sağlamaktadır. Eğer değiştirilmiş bir açık-kapalı şekli isteniyorsa, uygun yeni bir register yörüngesinde kaydırma yapılabilir. Register verinin hareketi, yalnızca bir register için yapılabilir, fakat veri hareketleri art arda gelen bir çok register serisi için yapılabilir.

Dijital bit sistemi, çoklu makina kontrolünün temelini oluşturmaktadır. Bit sistemi çoğunlukla otomasyon sistemlerinin tüm tiplerinde kullanılmaktadır.

##### 4.5.1. BİR REGİSTERDEKİ BİT ŞEKİLLERİ

Bazı PLC'lerde bellek ve işlem için olan iç yuvalar adresler adını almaktadırlar. Diğerlerinde bu yuvalar register olarak adlandırılmaktadır.

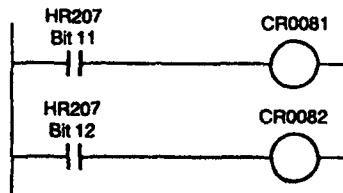
Burada registerin 1 ve 0'larla oluşmuş iki bitlik yörünge durumu önemlidir. Örneğin, şekil 4.5-1'de gösterilen register bit düzenlerini ele alalım. Bir bit yörüngesi (pattern) ekrana çağrılır ve klavye ile istenilen bit değerleri girilerek registre sokulmuş olur. Örnek için, HR 0207 'deki register bitleri keyfi değerler olarak verilmektedir. HR 0207 şimdi, 7851 eşdeğer ikili ondalık koduna ve 30,801 eşdeğer ondalık değere sahiptir. Yalnızca gösterilen ikili yörünge kullanılmaktadır. Bu ikili bit yörüngeleri yalnızca tutucu registre değil, herhangi bir tip registre veya registerden uygulanabilir.

0111 1000 0101 0001 HR 207

Şekil 4.5-1 : İkili değerli register

##### 4.5.2. BİT TOPLAMA KONTAĞI

Bir register bit durumu ile kontrol edilen CR 0081 ve 0082 çıkışlarına sahip olmak istendiğini kabul edelim. HR 0207'de bit 11 ile kontrol edilen CR 0081 ve bit 12 ile kontrol edilen CR 0082'ye sahip olmak için kontakları şekil 4.5-2'de gösterildiği gibi tayin edilir. Klavyede kontak tuşuna basıldığında ekranda bir menü belirlemektedir. Şu ana kadar yapıldığı gibi CR veya IN'yi seçmek yerine bu durum için BP seçilebilir.



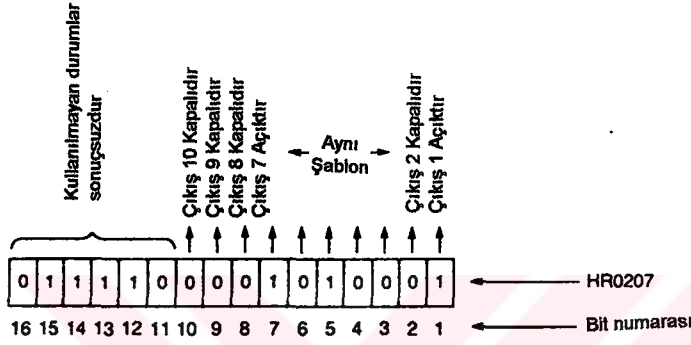
Şekil 4.5-2 : "BİT-TOPLAMA KONTAK" kontrolü

İlk 10 bit şekil 4.5-3'te gösterildiği gibi 10 çıkışı kontrol etmekte kullanılır. 1 besleyici bitli çıkışlar açık, 0 bitliler kapalı olacaktır. Eğer HR 0207'yi bitlerden oluşan başka bir yörünge şekline getirirseniz, buna bağlı olarak çıkışlarda durum değiştirecektir. Uygun bir BP kontak sistemi kullanılacaktır.

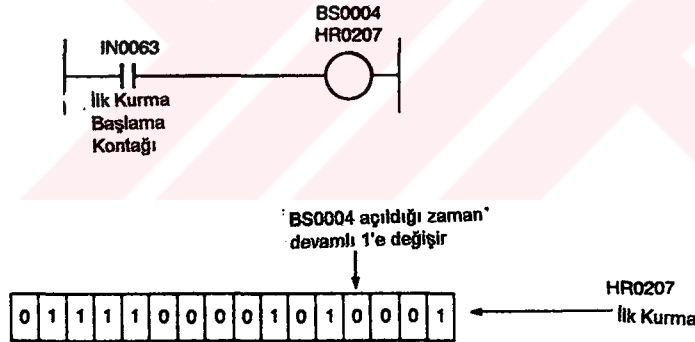
#### 4.5.3. REGİSTER BİT DURUMUNUN DEĞİŞTİRİLMESİ

HR 0207'deki bit 4'ün 0'dan 1'e değiştirilmek istendiğini kabul edelim. Register HR 0207 ekrana çağrılır ve bit yörüngesinin tamamı tekrar yazılır. Return tuşuna basılmasıyla yörünge PLC CPU'ya sokulmuş olacaktır. Aksi halde, kursör bit 4 üzerinden hareket ettirilir ve yalnızca bit 4 değiştirilir. Bu değişim işlemi çok yavaştır.

Bit durumu değişimlerinin üç PLC fonksiyonlarından biri kullanılarak daha çabuk yapılması sağlanabilir. Bunlar BIT SET (BS), BIT CLEAR (BC) ve BIT FOLLOW (BF)'dur. Yakalayıcı register HR 0207'nin dördüncü bitini kullanarak birinci fonksiyonu şekillendirilir.



Şekil 4.5-3 :On register biti tarafından kontrol edilen on çıkış.

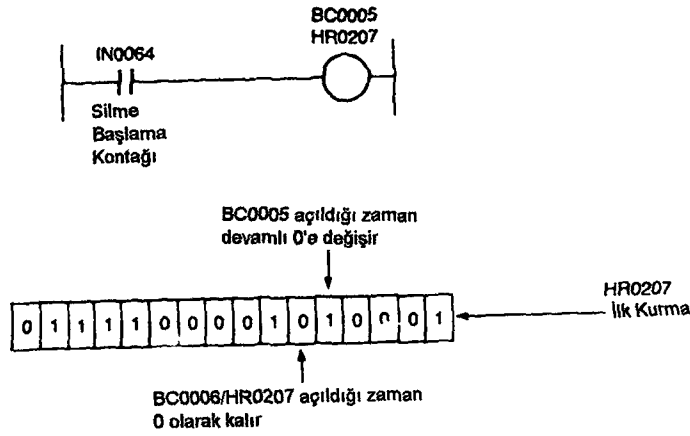


Şekil 4.5-4 : "BIT DÜZENLEME" fonksiyonu.

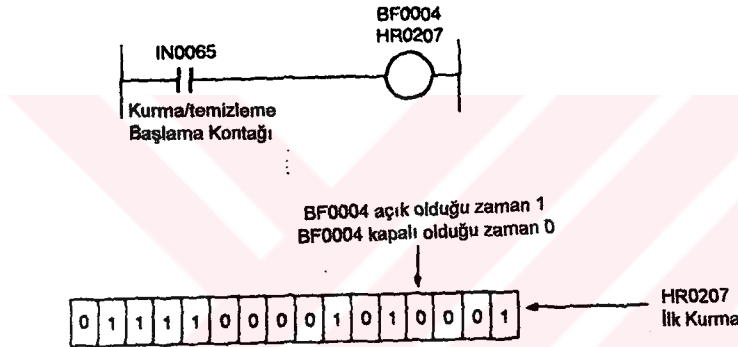
Şekil 4.5-4'de BS fonksiyonu sağlandığında, HR 0207'nin bit 4'ü 1'e düzenlenir (eğer zaten 1'de değilse). Fonksiyonun kapatılması bit'e artık etki etmeyecek, 1'i koruyacaktır.

BIT DÜZENLEME (BIT SET) fonksiyonu ile ters etkiye sahip "BIT TEMİZLEME" fonksiyonu şekil 4.5-5'de gösterilmektedir. Şekil 4.5-5'de verilen örnek HR 0207'nin bit 5'i ile çalışmaktadır. Bu sağlandığında, BC fonksiyonu bit 5'i 1'den 0'a çevirir. Eğer BC, bit 6'ya uygulandıysa hiç bir şey olmamıştır. Çünkü bit 6 zaten (0)'dır. BC kapatıldığında artık hiçbir şey olmaz.

BIT TAKİP veya BF(BIT FOLLOW) fonksiyonu adında bir tane daha bit çalıştırma fonksiyonu bulunmaktadır. HR 0207'nin bit 4'üne geri dönelim. Bu bite uygulanan BF fonksiyonunu şekil 4.5-6'da gösterilmektedir. Bu sağlandığında fonksiyon bit'i 1'e düzenler. Sağlanmadığında veya kapandığında fonksiyon bit'i 0'a düzenler. BF'in, BS'den BC'ye nasıl değiştiğine dikkat edilmelidir; açık ve kapalıının her ikisinde BIT takip fonksiyonunda aktif ve önemlidir.



Şekil 4.5-5 : "BİT TEMİZLEME" fonksiyonu.



Şekil 4.5-6 : "BİT TAKİP" fonksiyonu.

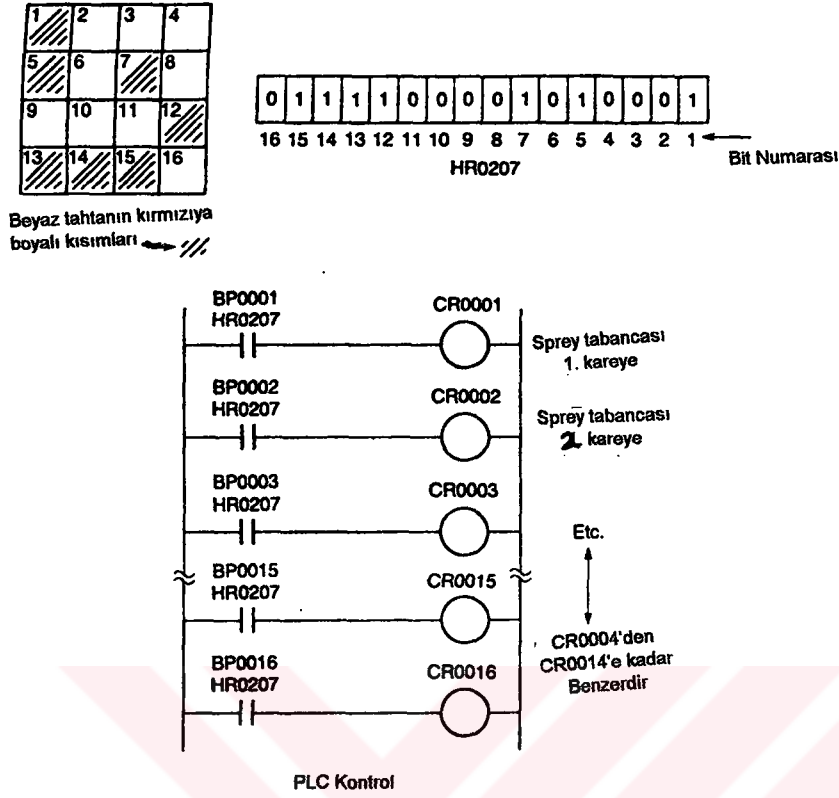
#### 4.5.4. BİT KULLANIM UYGULAMALARI

bit değişim fonksiyonlarının kullanıldığı bir tahta-boyama işlemi şekil 4.5-7'de gösterilmektedir. Beyaz kare tahtalar bazı belli alanlarda kırmızı'ya boyanacaktır. Görüldüğü gibi tahta üzerinde 16 tane kare bölme mevcuttur. Bu 16 tane bölmeden, her birinin üzerinde bir şablon arasından bu kareleri boyayan sprey tabancası mevcuttur.

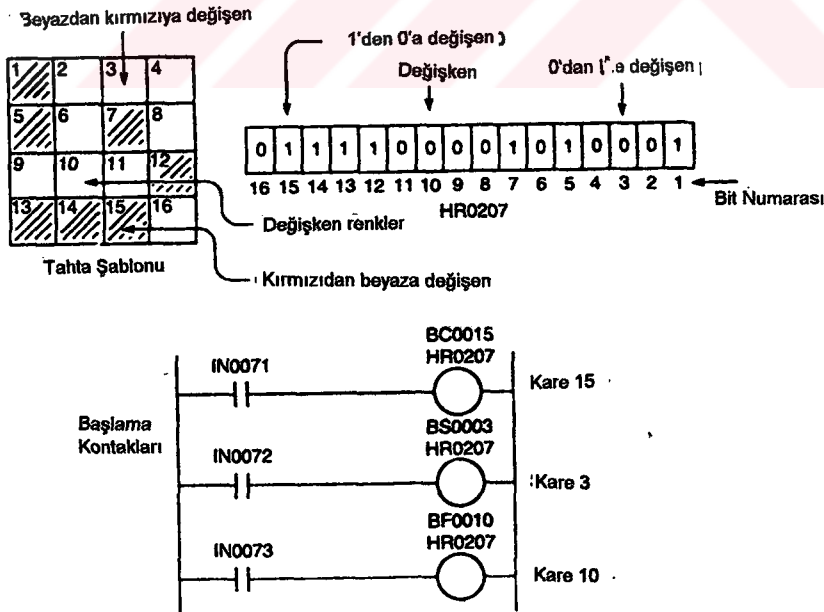
Sprey tabancaları (kırmızı) orijinal HR 0207 yörüngesinde çalıştığında kırmızı/beyaz yörünge gösterildiği gibi olacaktır. Her sprey tabancasının çalışması, gösterilmiş olduğu gibi PLC kontağı tarafından kontrol edilen karşılıklı bir PLC çıkış bobini ile kontrol edilir. Giriş kontakları belirlenmiş 2 tane hat ile tanımlanır: bir register numarası hattı ve bir bit numarası hattı, 16 çıkış bobini yerine bir çıkış grubu registeri kullanabilecektir. Burada tek çıkış bobinleri kullanır.

Gün içinde tahta modeli yörüngesi değiştikçe, kırmızı/beyaz yörüngeler de değişmektedir. Örneğin; 15.kare kırmızıdan beyaza değiştirilecek. Bu değişiklik, şekil 4.5-8'de gösterildiği gibi BC fonksiyonu uygulanarak yapılabilir (sürekli olarak). 3. kareyi beyazdan kırmızıya çevirmek için, bit 3'e BS fonksiyonu uygulanır. 10. kareyi ileri geri tekrarlanarak kırmızı ve beyaz arasında çevirmek için, şekilde gösterildiği gibi bir BF fonksiyonu uygulanır.

Aynı bit'te BS veya BC ile birlikte BF'nin kullanılması problem yaratabilir. Örneğin BC ve BF'nin her ikisi de HR 0207'ye ait bit 7'de çalışıyor olsaydı, BF muhtemelen bir çok PLC modelinde BC'nin üzerine yazılırdı.



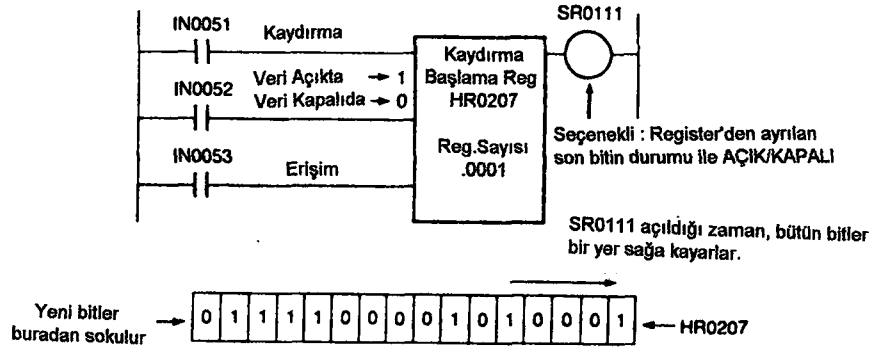
Şekil 4.5-7 : Sprey boyama şablonu ve program.



Şekil 4.5-8 : Düzeltilmiş sprej boyama şablonu ve programı.

#### 4.5.5. KAYDIRMA REGİSTER FONKSİYONLARI (SHIFT REGISTER FUNCTIONS)

“KAYDIRMA REGİSTER” fonksiyonu çalıştırıcının dijital bitleri, PLC kaydedicileri içinde ve arasında hareket ettirilmesini sağlamaktadır. Bu “SAĞA KAYDIRMA”, “SOLA KAYDIRMA”, “DÖNDÜRME” ve “ÇOKLU KAYDIRMA” fonksiyonları ile elde edilmektedir.



Şekil 4.5-9 : Sağa kaydırma fonksiyonu-bir register.

		Bit															
		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	İlk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kaydırma Veri	Kurma Hat:																
1	Açık	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Kapalı	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Kapalı	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Kapalı	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Açık	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Kapalı	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Açık	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Kapalı	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Kapalı	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	Kapalı	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
11	Kapalı	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
12	Açık	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
13	Açık	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
14	Açık	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
15	Açık	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Son	Kapalı	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1

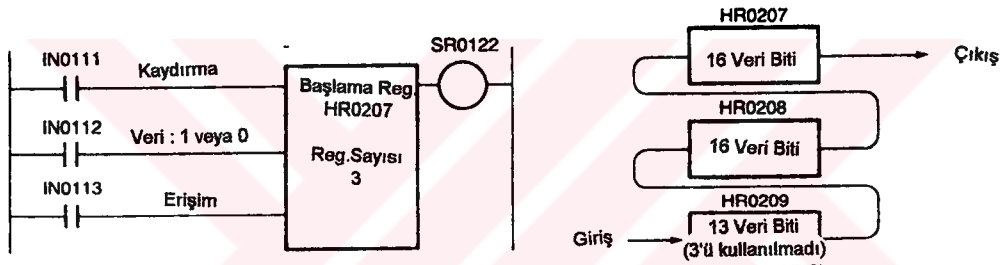
Şekil 4.5-10 : SR fonksiyonunun işleme.

“SAĞA KAYDIRMA” (SR) fonksiyonunun çalışması şekil 4.5-9’da gösterilmektedir. Fonksiyonel blokta normalde 3 giriş mevcuttur. En alt giriş normalde erişim girişidir; ortadaki giriş kaydırma sırasında registre bir “1”mi “0”mı sokulduğuna karar verir; ve en tepedeki giriş harekete geçirildiğinde kaydedici tüm bitleri sağda bir tek pozisyona kaydırmakta ve solada yeni bir bit eklenmektedir.

Sol tarafta bırakılmış registerdeki bit, kaydırma yer aldığı sırada, orta girişin açık veya kapalı olmasına bağlı olarak “1” veya “0”a dönüşür. Eğer orta veri hattı açıksa bir “1”, kapalıysa bir “0” girilmektedir. Şekil 4.5-10’daki yörünge, bir kaydırma registerinin HR 0207’deki orijinal değerleri (şekil 15-1) üretmekte nasıl kullanıldığını göstermektedir. Bir kaydırma 16 kere yapılır. Bu şekillendirme, registerdeki tüm 0’larla başlar. Register her hangi bir başka yörüngeye de sahip olabilir; bu, bir önceki bit “1” ve “0”lar 16. adımdan sonra dışarı itildiği sürece en son yörüngeyi etkileyememektedir.

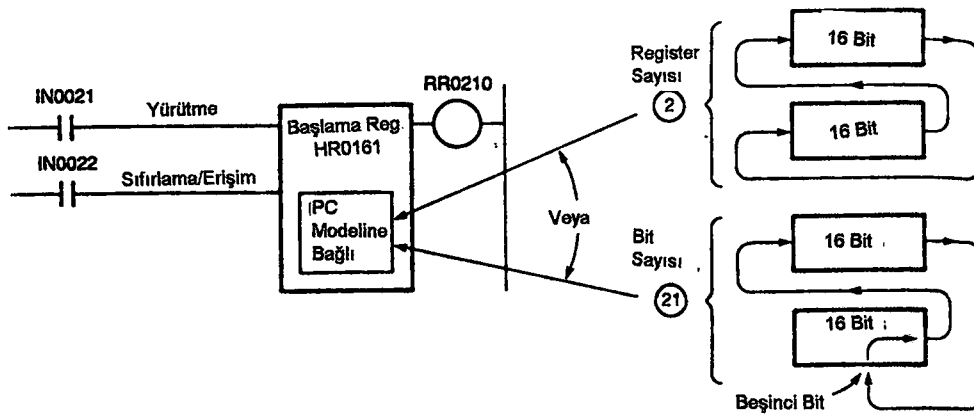
Bu SR fonksiyonu ile ilgili bir başka önemli bölüm de bobin, veya çıkış durumu sağındaki bitin durumunu takip edecektir. “1” açık bir çıkış üretir ve “0” kapalı bir çıkışla sonuçlanır. Eğer çıkış durumu bit ayrılmasını takip etmezse, kaydırma registerinin son bit’ini almak durumundadır. Bitler normalde sağa itildiklerinde kaybolurlar; buna karşılık bit durumu saklanıp, yer değiştirme (rotate) fonksiyonu tekrar kullanılabilir.

45 makina veya fonksiyonun kontrol edilmek zorunda olduğunu kabul edelim. 16 bit işlemi kontrol etmek için yeterli olmayacaktır; registerlerin sayısı için soracak fonksiyon bloğunda 3 sayısını yerleştirerek 45 çıkış arasından üç register kaydırılabilecekti. Eğer HR 0207, başlangıç registeri olarak yerleştirilirse, HR 0207, HR 0208 ve HR 0209’u arasından kaydırılmış olur. Çoklu register kaydırma şekil 4.5-11’de gösterilmektedir.



Şekil 4.5-11 : Register sağa kaydırma-çoklu register.

“SOLA KAYDIRMA” (SI) fonksiyonu, sağa girilen bit durumu hariç, tamamen “SAĞA KAYDIRMA” ile aynı çalışmaktadır. Çıkış bobin durumu normalde soldaki en son bit durumu takip etmektedir.



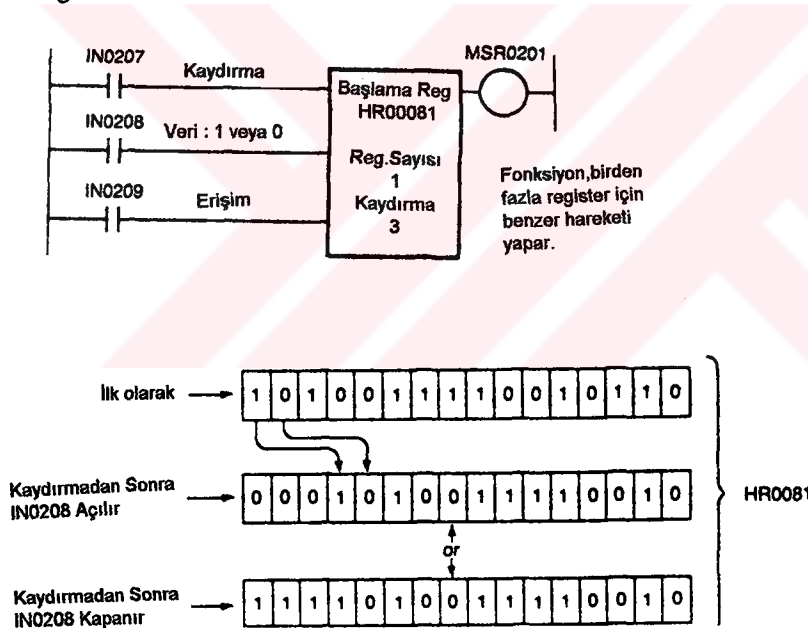
Şekil 4.5-12 : “REGISTER DÖNDÜRME” fonksiyonu.

Kayıdırma registerleri kullanıldığı sırada giden ve kaybolan bit adım durumunun kurtarılacak istendiğini düşünelim. Ayrıca bir yörünge sürekli tekrarlanmak istenebilir. Bu bazı PLC'lerde bulunan, fakat hepsinde olmayan "REGISTER DÖNDÜRME" fonksiyonu kullanılarak sağlanabilir. Çalışması şekil 4.5-12'de gösterilmektedir. Bu örnek, şekil 4.5-11'deki 45 fonksiyonla aynı yörüngeyi kullanmaktadır. Şimdi bu yörünge hareketi, döndürme otomatik yeniden girme sisteminin sonucu olarak tekrar tekrar gerçekleşmektedir. Önceki kaydırma registerleri için yörünge el ile veya her sefer "TAŞIMA" ile yeniden girilmelidir. "DÖNDÜRME" fonksiyonları otomatik olarak tekrarlanır.

"DÖNDÜRME" fonksiyonları sağa döndürme (RR) veya sola döndürme (RL) olabilmektedir. "DÖNDÜRME" sistemleri diğer iki genel tipe ait olabilir: tam kaydedicili yeniden giriş veya kısmi kaydedicili yeniden giriş. Tam yeniden giriş sisteminde yeniden giriş noktası yalnızca kaydedicinin başlangıcında olabilmektedir. 16 bit register ile 32, 48, 64 ve diğer 16 çoklu bitler arasında kaydırılabilir. Örneğin yalnızca 27 bit'e ihtiyaç varsa 11 bit olan 27-eksi-16 noktasındaki ilk register yeniden girilebilir. Bu nokta, 27 bit'i blok fonksiyona girilerek belirlenmiş olmaktadır.

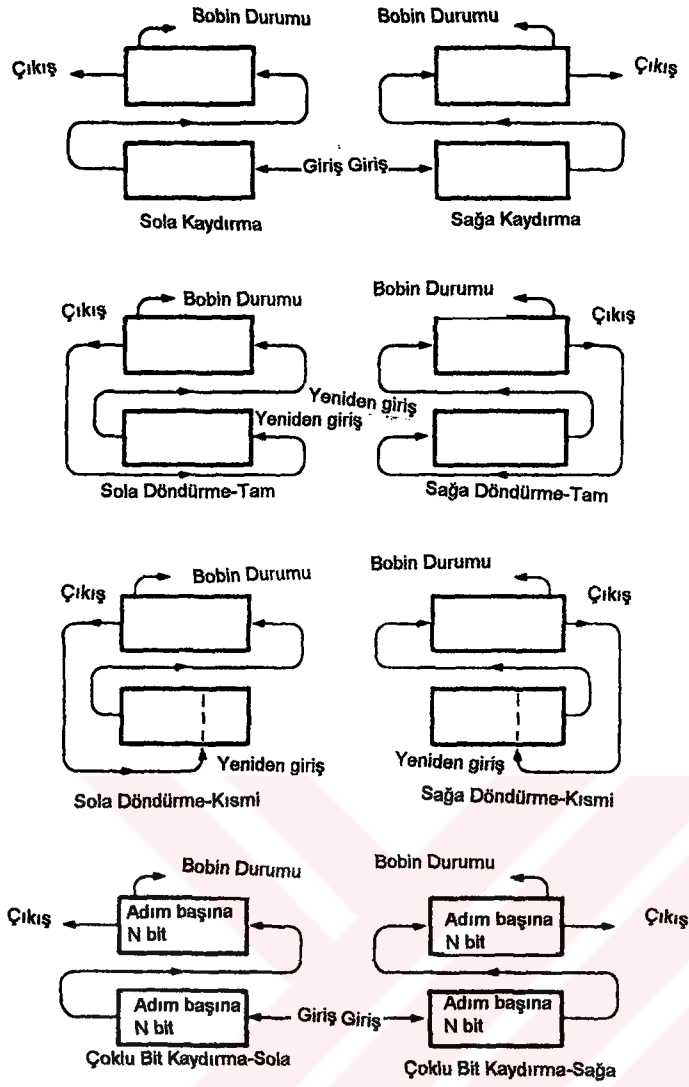
Bazı ileri düzey fonksiyonlu PLC'ler birden fazla bit'i bir kerede kaydırabilecek "SAĞA KAYDIRMA" ve "SOLA KAYDIRMA" fonksiyonlarına sahiptir. Bunlar "ÇOKLU SAĞA KAYDIRMA" (MSR) veya "ÇOKLU SOLA KAYDIRMA" (MSL) veya "N-BİT" sağa ve "N-BİT" sol olarak adlandırılmış olabilmektedir. MSR veya MSL veya MSR fonksiyonları SR ve SL fonksiyonlarından bir parça daha fazla giriş bilgisine ihtiyaç duymaktadır: bir anda yapılacak kaydırmaların sayısının belirlenmesi, "N".

Örneğin, kaydırma basamaklarının (N) sayısı 3'te düzenlenmiş olduğunu kabul edelim. Bir MSR fonksiyonu için serideki anahtarın kapalı veya açık olmasına dayanarak üç tane 1 veya üç tane 0 vermektedir. Orijinal register HR 0207'den başlayarak sonraki ve önceki kaydedici yörüngesi Şekil 4.5-13'te gösterilmektedir.



Şekil 4.5-13 : Tipik "ÇOKLU SAĞA KAYDIRMA" fonksiyonu.

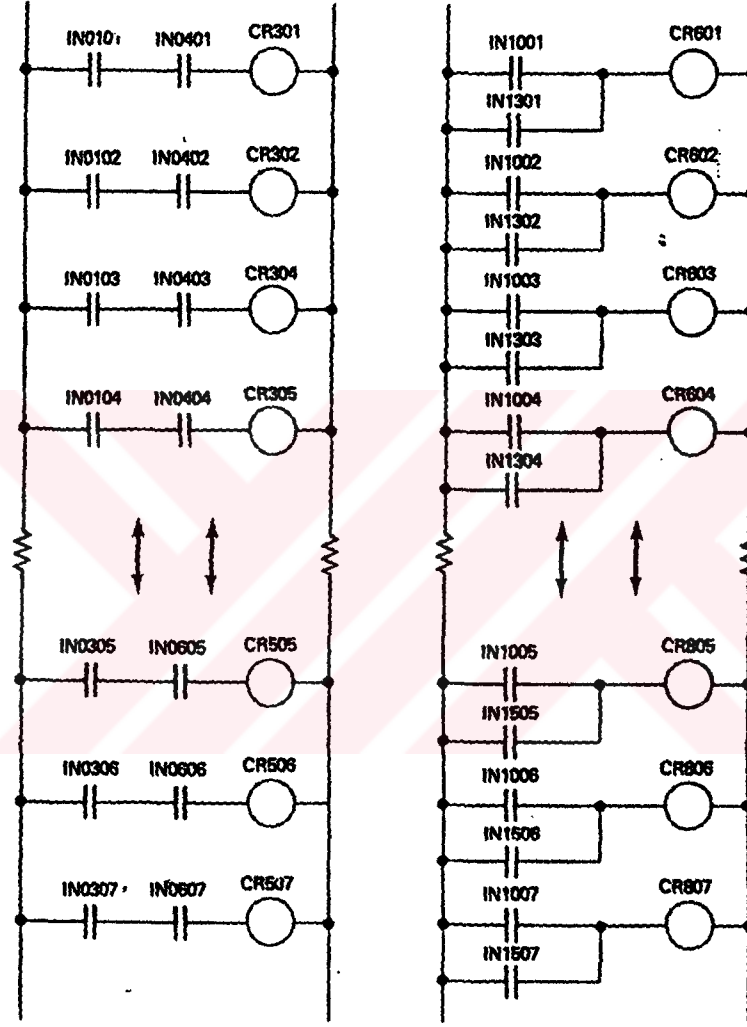
Şekil 4.5-14, sekiz tip register kaydırma işleminin özetini vermektedir. Tüm bunlardaki bit tanımlama numarası sistemi iki tipte olabilir: iki kaydedici için, HR0207 ve HR 0208, toplam bit numaraları 1 ile 32 arasında; üç kaydedici için 1 ile 48 arasında, ..... Her register için numaralama sistemi yalnızca 1 ile 16 arasında olabilmektedir.



Şekil 4.5-14 : Register kaydırma işlemi özeti.

#### 4.6. MATRİS FONKSİYONU

Matris kelimesi, determinantlar, karşılaştırmalar, çapraz çarpımlar ve diğer zaman harcamayı gerektiren karmaşık ve sıkıcı matematiksel işlemleri akla getirebilir. PLC matris sistemi, geniş sayıda karşılaştırmalar veya lojik çalışmalara ait karmaşıklıkları düzenli, az ve öz olacak bir şekilde yapmanıza yardımcı olmaktadır. Düzenli matris cebirine dahil numaralar herhangi bir onluk düzende olabilir: 13, 28, 45, 782 veya 134567,2 vs. PLC matris sistemi yalnızca 1 ve 0'lerden oluşmuştur. Bundan başka PLC matris sistemi çapraz çarpımları da kullanmaz. Geniş veri işletimlerini ele almada kullanılan özel bir metoddur. PLC matrisi bir veya iki matris içinde bitlerle çalışır ve bir sonuç matrisi üretmektedir.



(A) VE

(B) VEYA

Şekil 4.6-1 :Uzun tekrarlı programı.

##### 4.6.1. MATRİS FONKSİYONLARININ KULLANILDIĞI YERLER

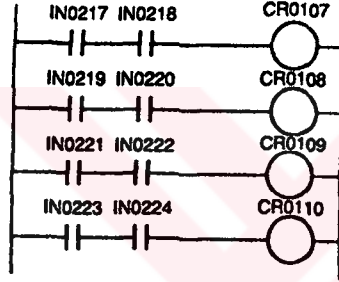
Yalnızca her iki kontakta kapatıldığı durumlarda açılan 207 tane pilot ışığa sahip olunduğunu kabul edelim. Bu da, iki kontaklı ve her hattaki bir pilot ışığı için bir bobinli 207 hat programlanmak zorundadır. 207 hat için alışılmış bir PLC programı şekil 4.6-1A'da gösterilmektedir. 207 hatlı bir programlamaya alternatif, matris fonksiyonunun bir hatıdır. Matris fonksiyonunun etkili olarak

enerjilenmesi, deneme AÇIK (Examine ON) için 207 hattı tarar ve pilot ışığını açar veya kapatır. Burada bir tutma vardır. Her kontağın AÇIK/KAPALI durumunu ("1" veya "0") "TAŞIMA" veya "BLOK TAŞIMA" çalışması ile uygun registerlere ve daha sonra benzer bir karakterle sonuç durumları pilot ışıklarına kaydırılır.

Sonra, her iki kontakta birinin veya her ikisinin birden açık (ON) olduğu ve her biri açılan 207 pilot ışığa sahip olunduğunu kabul edelim. Bu klasik programlama şekil 4.6-1B'de gösterilmektedir. VEYA matrisini kullanarak, programlamanın yalnızca bir hattı daha önceki ile aynı işlemle birlikte kullanılabilir. Daha başka karşılaştırılabilir matris fonksiyonları da mevcuttur. Bu, eğer registerlerden içeri ve dışarı veri hareketi mümkünse, programlayıcının geniş miktarda programlama hatı tasarrufunu sağlar.

#### 4.6.2. "VE" MATRİS FONKSİYONU

Her biri seriler halinde iki girişte enerjilenen 4 bobin, 4 "VE" durumu ile sonuçlanır. Bobinler, PLC'de şekil 4.6-2'de gösterilen genel karakterle programlanır. Şekil 4.6-3'ün üst kısmı dört orijinal bobinin ve sekiz girişin 2x2 matriste nasıl düzenlendiğini göstermektedir. Klasik karakterlerde bir "1" açık, "0" ise kapalı olduğunu göstermektedir. Matris A'nın her biti, matris B'de karşılık gelen bitle kullanılır. Bitler PLC "VE" matrisinde kullanıldığı zaman bir "VE" durumu için analizlenir. Analizin sonucu matris C'nin karşılık gelen bir konumuna konur.

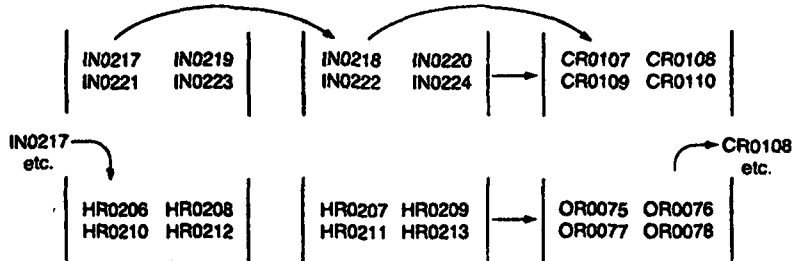


Şekil 4.6-2 : Her biri iki seri giriş'li dört çıkış.

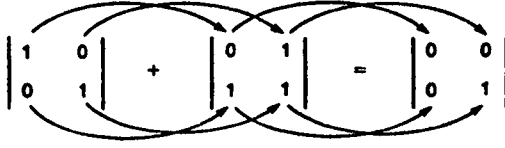
Gerçek çalışmada giriş verisi veya durumu iki register serisi içinde barındırılmaktadır. Daha sonra iki seri için "VE" çalışması yer alır ve sonuçlar bir başka register serisi içine yerleştirilir. Bu veri daha sonra çıkış registerlerine taşınır. Eşdeğer register çalışması şekil 4.6-3'ün alt kısmında gösterilmiştir.

Bir matris "VE" çalışması olan şekil 4.6-4, şekil 4.6-3 için bazı girişleri açık bazılarını kapalı kabul etmektedir. Gösterilen çıkış sonuçları PLC çoklu "VE" analizi ile açıklanır.

4 "VE" fonksiyonu için 2x2 bir matris kullanıldı. Sonra hareketlendirme için, her biri 2 seri girişli 53 bobin olduğunu kabul edelim. 106 kontağın ve 53 bobinin programlanması çok uzun zaman alır ve bir çok PLC belleği kullanılmasına neden olurdu. "VE" matris sisteminin kullanılması programlamanın çok daha kısa yoldan yapılmasını sağlar. Tipik bir PLC, 256 bit matris vermek için, 16 tane 16 bitlik register kullanır. İki giriş register matrisi ve bir çıkış matrisinin kullanılması 256'ya kadar olan VE fonksiyonunu bir bir kerede yapmaktadır. Bu şekillendirme 256 mevcut register bitin ve dört registerin yalnızca 53'ünü kullanır.



Şekil 4.6-3 : Şekil 4.6-2 için matris düzenlemesi.



Şekil 4.6-4 : Şekil 4.6-3 için 2x2 "VE" analizi.

Matrix 1

HR0001	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0			
HR0002	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17			
	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0			
HR0003	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33			
	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0			
HR0004	64												54	53	52	51	50	49	
	~												~	~	1	0	1	1	0

Kullanılmayan

Şekil 4.6-5 : 53 fonksiyon için bir PLC matris fonksiyonu.

Matrix 1

HR0001	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2					
	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0				
HR0002	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17				
	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0				
HR0003	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33				
	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0				
HR0004	64													54	53	52	51	50	49	
	~													~	~	1	0	1	1	0

Matrix 1 Sonu

Matrix 2

HR0010	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1				
HR0011	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17				
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1				
HR0012	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33				
	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
HR0013	64													54	53	52	51	50	49	
	~													~	~	0	0	1	1	1

Matris 2 Sonu

Yön Matrisi

OG0001	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0				
OG0002	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17				
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0				
OG0003	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33				
	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0				
OG0004	64													54	53	52	51	50	49	
	~													~	~	0	0	1	1	0

Yön Sonu

Matrix A

Matrix B

Sonuç Matrisi

Şekil 4.6-6 : "VE" matris sonucu.

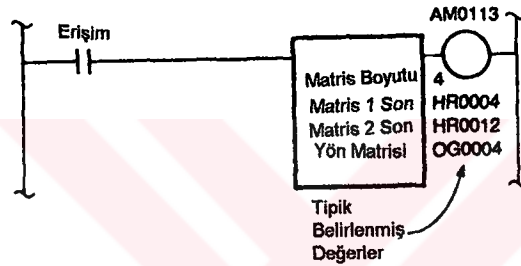
Şekil 4.6-5, 16 mevcut registerden 4 tanesinin, 53 “VE” fonksiyonu meydana getirmede nasıl kullanılacağını göstermektedir. Bu durumda, çalışma sırasında dört tane register kullanılacaktır. İlk 3x16 için üç tam register veya 48 bit kullanılır. En son 5 bit, bir sonraki (dördüncü) registerin ilk bölümüne gider. Bu dördüncü registerde kullanılmamış 11 bit bırakılır. Bu yolla diğer 13 register dahil edilmeyerek böylece bellekten tasarruf sağlanır.

53 girişli “VE” matrisi için bazı AÇIK, bazı KAPALI durumları düşünelim. Matris çalışmasının sonucu, şekil 4.6-6’da gösterildiği gibi bir başka matrisin içinde belirir.

Tipik bir PLC “VE” fonksiyonunu şekil 4.6-7’de gösterilmektedir. Bobin genel olarak bir numaraya tahsis edilmiştir. Diğer birçok fonksiyonda olduğu gibi, giriş AÇIK duruma getirildiğinde “VE” fonksiyonu taşınmaya devan etmektedir. Şekil 4.6-7’de, PLC’ye her giriş ve çıkış registerini belirlemede hangi registerleri kullanacağı söylenmelidir. Bazı program sistemleri son değil ilk registeri belirlerler. Bu durumda, her bölüm için kullanılan registerler, belirlenmiş olanlar ve en son üç tanesidir.

Tüm matris fonksiyonlarının bobini, fonksiyonel çalışma tamamlandığında da devam eder.

Matris ebatları üreticiden üreticiye değişir. Kullanılan register tipine bağlı olarak, en çok kabul gören ebatta da farklılıklar görülmektedir. Şekil 4.6-8, bir üreticinin kabul edilebilir değişikliklerini göstermektedir.



Şekil 4.6-7 : Tipik PLC “VE” matris fonksiyonu.

Tip	Limit
HR	≤ 1792
IR	≤ 32 (PLC-700) ≤ 8 (PLC-900A) ≤ 16 (PLC-900B)
OR	≤ 32 (PLC-700) ≤ 8 (PLC-900A) ≤ 16 (PLC-900B)
IG	≤ 16 (PLC-700) ≤ 8 (PLC-900A/B)
OG	≤ 32 (PLC-700) ≤ 8 (PLC-900A) ≤ 16 (PLC-900B)

Çeşitli PLC Model Numaraları

Şekil 4.6-8 : Tipik register tipi ile izin verilebilir PLC matris boyutu.

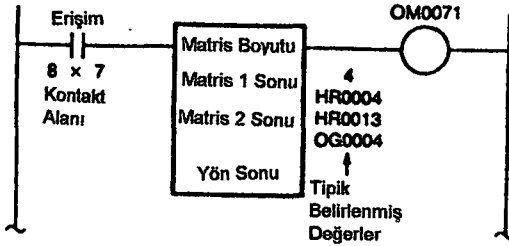
#### 4.6.3. “VEYA” MATRİS FONKSİYONU

İki matrisdeki bitlerin bir “VE” analizi yerine “VEYA” lojik temelinde karşılaştırılması haricinde, “VEYA” matrisi “VE” matrisi ile benzer çalışmaktadır. Şekil 4.6-9, şekil 4.6-6’daki “VE” örneğinde A ve B için kullanılan aynı 53 açık ve kapalı şablonu kullanılmaktadır. Matris C’deki sonuçlar şimdi “VE” yerine “VEYA” prensibinde açıklanır.

Şekil 4.6-10 tipik bir "VEYA" fonksiyonu taslağıdır. Matrisin ebat sınırlaması, şekil 4.6-8'de gösterildiği gibi "VE" ile aynı karakterde değişiklik gösterebilmektedir. Çalışma metodu da büyük ölçüde aynıdır.

#### 4.6.4. ÖZEL "VEYA" FONKSİYONU

"ÖZEL VEYA" kapısı (XOR), bütün girişler açık olduğu zaman çıkışın açık olmaması dışında bir yere kadar "VEYA" fonksiyonu gibidir. "VEYA" fonksiyonundaki gibi girişlerin hiçbiri açık olmadığı zaman, çıkış kapalıdır ve "VEYA" fonksiyonundaki gibi her giriş açık olduğu zaman, çıkış açıktır. Bununla beraber, bütün girişler açık olduğu zaman, çıkış kapalıdır. Şekil 4.6-11, son örneklerde kullanılan aynı 53 giriş kullanılmaktadır. Bu XOR örneğindeki çıkış matrisi, XOR'un nasıl uygulandığını göstermektedir. XOR için PLC fonksiyonu şekil 4.6-12'de gösterilmektedir. Boyut sınırlamaları ve çalışması "VE" ve "VEYA" fonksiyonları ile aynıdır.



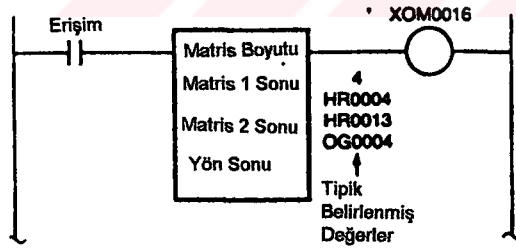
Şekil 4.6-10 : "VEYA" matris fonksiyonu.

Matrix 1																
HR0001	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
HR0002	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
HR0003	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HR0004	64	Kullanılmayan						54	53	52	51	50	49			
									1	0	1	1	0			
Matrix 1 Sonu																
Matrix 2																
HR0010	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
HR0011	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
HR0012	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33
	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
HR0013	64	Kullanılmayan						54	53	52	51	50	49			
									0	0	1	1	1			
Matrix 2 Sonu																
Yön Matrisi																
OG0001	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
OG0002	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
OG0003	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33
	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
OG0004	64	Kullanılmayan						54	53	52	51	50	49			
									1	0	1	1	1			
Yön Sonu																

Şekil 4.6-9 : "VEYA" matris sonucu.

		Matrix 1																
HR0001		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	} Matrix A
		1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	
HR0002		32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	
		1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
HR0003		48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	
		1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
HR0004		64	← Kullanılmayan →										54	53	52	51	50	49
			← Kullanılmayan →										1	0	1	1	0	
Matris 1 Sonu																		
		Matrix 2																
HR0010		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	} Matrix B
		0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	
HR0011		32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	
		0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
HR0012		48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	
		1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
HR0013		64	← Kullanılmayan →										54	53	52	51	50	49
			← Kullanılmayan →										0	0	1	1	1	
Matris 2 Sonu																		
		Destination Matrix																
OG0001		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	} Sonuç Matrisi
		1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	
OG0002		32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
OG0003		48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OG0004		64	← Kullanılmayan →										54	53	52	51	50	49
			← Kullanılmayan →										1	0	0	0	1	
Yön Sonu																		

Şekil 4.6-11 : XOR matris sonucu.



Şekil 4.6-12 : XOR matris fonksiyonu.

#### 4.6.5. "TAMAMLAMA" FONKSİYONU

Uzun PLC programlarında bazı durumlarda belli sayıda cihazları, onların ters durumuna getirmek istenebilir. "TAMAMLAMA" fonksiyonu bu işi yapılabilmesine izin vermektedir. Açık olan tüm cihazlar kapatılabilir...vs. Etkili olarak, uygulanabilen registerlerin matrislerindeki tüm "1"leri "0"a ve tüm "0"ları "1"e çevirmektedir. Şekil 4.6-13 son örnekteki tamamlama registeri A'nın sonucunu C registerinde göstermektedir. "TAMAMLAMA" için PLC fonksiyonu şekil 4.6-14'de gösterilmektedir. Sınırlar ve çalışma aynıdır.

HR0001	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	
HR0002	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	
	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
HR0003	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	
	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
HR0004	64	← Kullanılmayan →										54	53	52	51	50	49
												1	0	1	1	0	

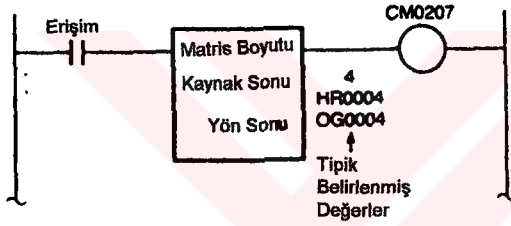
Orjin Matris

	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
OG0001	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	
OG0002	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
OG0003	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
OG0004	64	← Kullanılmayan →										54	53	52	51	50	49
												0	1	0	0	1	

Tamamlama Matrisi

Şekil 4.6-13 : "TAMAMLAMA" matris sonucu.



Şekil 4.6-14 : "TAMAMLAMA" fonksiyonu.

Girişler		Çıkış	Aynı ? ↓ Evet Hayır
A	B	C	
0	0	1	Evet
0	1	0	Hayır
1	0	0	Hayır
1	1	1	Evet

Şekil 4.6-15 : "TAMAMLAMA" fonksiyonu doğruluk tablosu.

#### 4.6.6. KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ

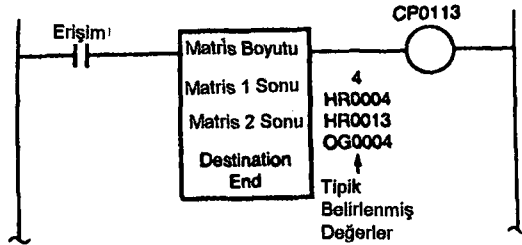
Matris lojiğin bir diğer şekli de iki bit'i karşılaştıran "KARŞILAŞTIRMA" fonksiyonudur. Bitler aynı ise çıkış 1 olur. Orijinal bit'ler farklı ise çıkış 0'dır. Bu fonksiyon için doğruluk tablosu şekil 4.6-15'de gösterilmektedir.

Matris'deki 53 bit kullanılarak, şekil 4.6-16'da gösterildiği gibi matris A bitlerini matris B'ninkilerle karşılaştırmaktadır. Matris C sırasıyla "1" ve "0"lar vererek hangilerinin aynı hangilerinin değişik olduğunu gösterir.

“KARŞILAŞTIRMA” için PLC fonksiyonu şekil 4.6-17’de gösterilmektedir. Genel boyut ve işleme tanımlaması tekrar uygulanır. “KARŞILAŞTIRMA” fonksiyonunun sıkça kullanılan şekli benzer olarak işleyen “ARAMA” matrisidir.

		Matrix 1																		
		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
HR0001		1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1			
HR0002		32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17			
		1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0			
HR0003		48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33			
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
HR0004		64	← Kullanılmayan →										54	53	52	51	50	49		
													1	0	1	1	0			
Matris 1 Sonu																				
		Matrix 2																		
		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
HR0010		0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0			
HR0011		32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17			
		0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1			
HR0012		48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33			
		1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0			
HR0013		64	← Kullanılmayan →										54	53	52	51	50	49		
													0	0	1	1	1			
Matris 2 Sonu																				
		Yön Matrisi																		
		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
OG0001		0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0			
OG0002		32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17			
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
OG0003		48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33			
		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	-1	1	1	1			
OG0004		64	← Kullanılmayan →										54	53	52	51	50	49		
													0	1	1	1	0			
Yön Sonu																				

Şekil 4.6-16 : “TAMAMLAMA” matris sonucu.

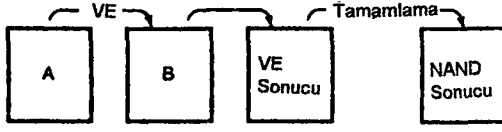


Şekil 4.6-17 : “KARŞILAŞTIRMA” fonksiyonu.

#### 4.6.7. BİRLEŞİK MATRİS İŞLEMLERİ

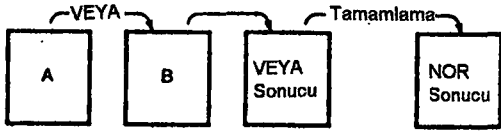
Bir çok matris çalışması, özel fonksiyonlar meydana getirmek için birleştirilebilir. “HAYIR-VE” (NAND) kapısı ters çıkışlı bir VE kapısıdır. “HAYIR-VE” matrisi meydana getirmek için şekil 4.6-18’de gösterildiği gibi seri halindeki iki matris çalışması programlanır. İlk olarak “VE” matris çalışması iki giriş matrisinden meydana getirilir. Sonuç, çıkış matrisinde yer alır. Sonra, “VE” çıkış matrisi

“TAMAMLAMA” matris fonksiyonu tarafından tamamlanır. “TAMAMLAMA” fonksiyonundan en son çıkış, iki orijinal matris için olan “HAYIR-VE” sonucudur.



Şekil 4.6-18 : “HAYIR-VE” fonksiyonu bileşimi.

“HAYIR-VEYA” (NOR) matris çalışması da iki ardışık matris çalışmasının bir bileşimidir. “VEYA” matrisinin sonuçları bir “TAMAMLAMA” matrisi arasından yürütülür. Tamamlanmış sonuç değerleri iki orijinal matrisin “HAYIR-VEYA” sonucudur. Şekil 4.6-19, bu fonksiyonunu nasıl programlandığını göstermektedir. İşlem bir önce anlatılan olan “HAYIR-VE” fonksiyonu ile benzerdir.



Şekil 4.6-19 : “HAYIR-VEYA” fonksiyon bileşimi.

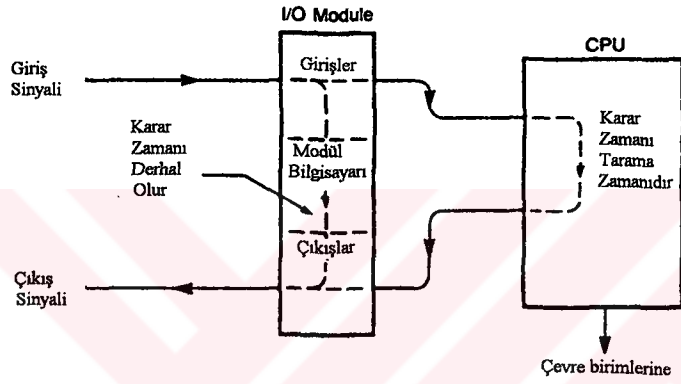
Girişlerin tersinmeleri, matris çalışmalarının ön sonunda “TAMAMLAMA” fonksiyonu kullanılarak gerçekleştirilir. Eğer yalnızca bir kısım giriş kullanılmadan önce tersine çevrilecek ise başka detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır. Bunlar, belli sayıda “TAŞIMA” fonksiyonu veya PLC fonksiyon listesinde mevcut olan diğer veri taşıma sistemleri olabilmektedir.

#### 4.7. DİĞER İLERİ PLC FONKSİYONLARI

İleri PLC fonksiyonlarının mevcudiyeti üreticiden üreticiye, modelden modele değişmektedir. Bu fonksiyonların isimleride değişmektedir. Verilen ileri fonksiyonlar, farklı tanımlamalara ve formatlara sahip olmaktadır. Yaygın olarak mevcut olan dokuz fonksiyon bulunmaktadır. İlk ileri fonksiyon yazılım ve donanımı kapsayan "akıllı" I/O modülüdür. Diğer sekiz fonksiyonun hepsi yazılım esaslıdır.

##### 4.7.1. BİLGİSAYAR İLE BÜTÜNLEŞİK I/O MODÜLLERİ

Bazen "akıllı" modüller olarak anılan I/O modülleri, bilgisayar üzerine monte edilmişlerdir. Bunlar yardımcı bilgisayarlardır ve ana CPU'ları hesaplama gücüne sahip değildir. Bu modüllerin nasıl kullanılabileceği şekil 4.7-1'de gösterilmektedir. CPU kararı beklenemiyek kadar ani karar gerektiren hareketlerde I/O modülü bilgisayarı kullanmaktadır. Örneğin, yüksek basınç olduğunu gösteren bir basınç göstergesi sinyali giriş portu 03'e yollar. I/O bilgisayar monitörü, giriş 03 yüksek basınç gösterdiği zaman çıkış terminali 07'nin derhal enerjisinin kesilmesine programlanmıştır. İşlem erişimi çıkış terminali 07'dir ve böylece işlem kapanmaktadır.



Şekil 4.7-1 : Bilgisayara monte I/O modülleri.

Bütün diğer kritik olmayan lojik analizler CPU tarafından yapılmaktadır. "Derhal", milisaniyeler veya mikrosaniyelerde belirlenmesine dikkat edilmelidir. İşlem çalışmasının zaman süresi performansını etkilemektedir.

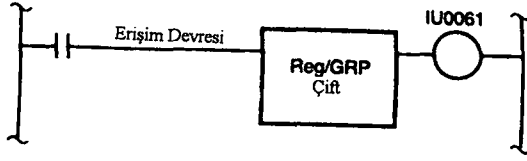
##### 4.7.2. ÇABUK YENİLEME

Adım programının bir kısmını yenilemede taramanın sonuna kadar beklenemediği zaman "ÇABUK YENİLEME" (IU) fonksiyonu kullanılmaktadır; emniyetli işletim şartları bunu gerektirmektedir. Tarama zamanın 6 milisaniye ve kritik bir girişin görüntülenmesinin her 1.5 milisaniye veya daha çabuk yenilenmesi gerektiğini varsayalım. Adım programında dört veya beş eşdeğer boş noktada kritik girişler için "ÇABUK YENİLEME" fonksiyonu yerleştirilerek 1.5 milisaniyelik yenileme başarılabilir. Eğer eşit boşluklu 4 IU fonksiyonu yerleştirdiyse, en sondaki otomatik olanı da dahil 5 yenilemeniz olacaktır. Altı milisaniye bölü 5 yenileme demek 1.2 milisaniye yani gereken 1.5 milisaniyeden daha az yenileme zamanı demektir. I/O bilgisayarına sahip olmadığımız zaman kullanabileceğiniz tipik IU fonksiyonu şekil 4.7-2'de gösterilmektedir.

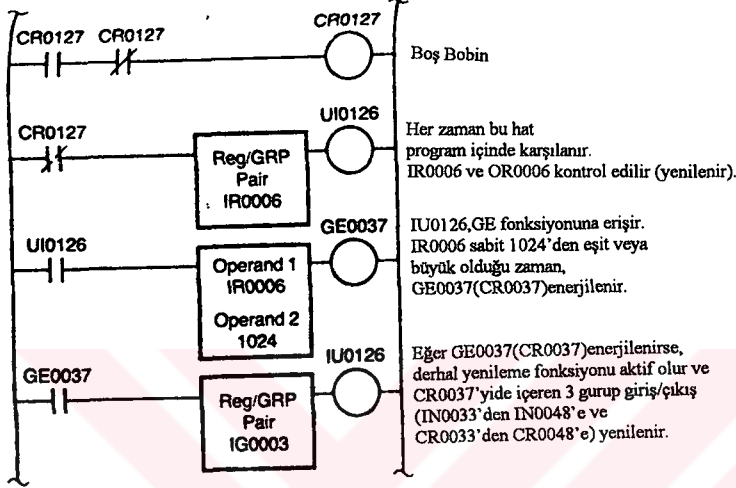
IU fonksiyonu hareket için bir çift register kullanarak programlanabilir. Bunlar tek register veya OG veya IG registerleri olabilmektedir. Erişildiği zaman, giriş belirlenen register, çıkış belirlenen registre transfer edilir. Tek lojik cihaz durumu girilmeli ve belirlenen registerden çıkılmalıdır.

Birleştirilmiş adım hattı içinde fonksiyonun nasıl yerleştirilebileceği şekil 4.7-3'de gösterilmektedir. Bu yenileme adım diagramı boyunca, önceki örnekteki gibi 1.5 milisaniye tekrarlanan süreler yerleştirilebilir. Aynı IU fonksiyonlarını, PLC'nin tekrarlama kurallarını bozmaksızın tekrarlanabileceği

hakkında PLC'nin kullanma klavuzundan bilgi alınır. Fonksiyon için IU bobin numarası yalnızca iç lojik için normal kullanılır ve yenileme tamamlandıktan sonra açılır.



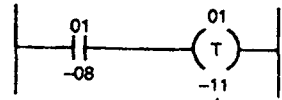
Şekil 4.7-2 : "ÇABUK YENİLEME" Fonksiyonu.



Şekil 4.7-3 : "ÇABUK YENİLEME" Uygulaması

#### Geçiş Çıkış Komutları

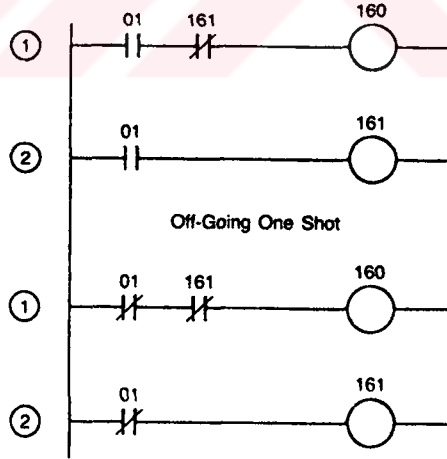
Bir geçiş çıkışı işlemcinin bellekte tarama yaptığı zaman açık olan bir çıkıştır (Bir sonraki taramada kapalıdır). Çıkışı tekrar açmak için,giriş şartlarını kontrol eden çıkış kapalıdan açığa ve tekrar kapalıya geri geçiş yapmalıdır.



Devre işlemi .  
Kontak 01-08 açıktan kapalıya geçiş yaptığı zaman,çıkış 01-11 açılacaktır.Sonraki taramada, çıkış 01-11 kapanacaktır.

A

#### On Going One Shot



B

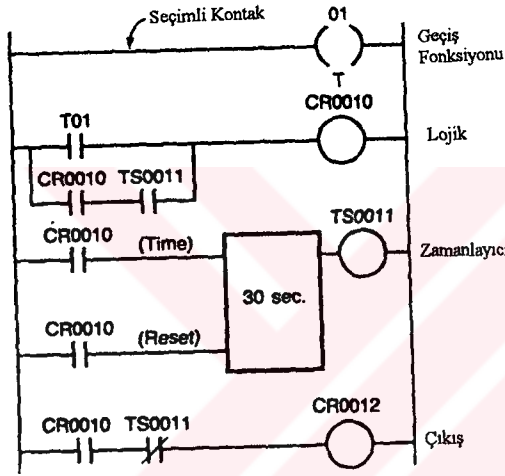
Şekil 4.7-4 : GEÇİŞ Fonksiyonu.

IU fonksiyonu adım lojik sıralama gereksinimleri için de kullanılabilir. Tarama sonundan önce bir çıkış veya lojik bobin yenilenmesi gerekmektedir. Geçerli sıralama için gerekli taramanın sonunda normal yenileme, lojik sıralamadan dışarı olabilmektedir. Bu problem nadirdir, fakat bazı uygulamalarda bir faktördür.

#### 4.7.3. GEÇİŞ FONKSİYONU

GEÇİŞ fonksiyonu, programın ilk kez çalıştırılmasında, yalnızca bir kere tesirli olur ve çalışmaktadır. Şekil 4.7-4A'da gösterildiği gibi bazı PLC'lerde bir direkt fonksiyon gibi bunu yazılabilir. Diğer PLC'lerde ise, şekil 4.7-4B'de gösterildiği gibi, bu "tek atışlık" kontrol olarak yaratılmalıdır.

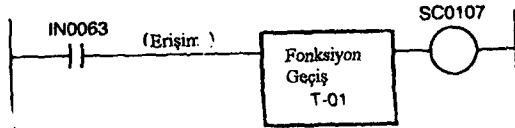
GEÇİŞ fonksiyonunun bir uygulaması, yeni bir değişikliğin başlangıcında kullanıcı için emniyet kurallarının aydınlatılmasında da 30 saniye için bir ışığın açılması olabilir. Kural ışığı, değişikliğin geri kalanında ilk etkinin arttırması esnasında kapanır. Şekil 4.7-5 işaret kontrolunun nasıl yapılabileceğini göstermektedir.



Şekil 4.7-5 : "GEÇİŞ" Fonksiyonu Uygulaması.

#### 4.7.4. SÜREKLİ SEÇME

Eğer yeni bir donanım operatörü "ÇABUK YENİLEME" örneğindeki işlemle vazifeli olarak konulduysa, bir süre için işaretin açık kalması istenebilir. Bu "GEÇİŞ" fonksiyonunun bir kerelik işlemin üzerine yazabilmeye uygun olmalıdır. Sürekli üzerine yazma, şekil 4.7-6'da gösterildiği gibi "SÜREKLİ SEÇME" (SC) fonksiyonu kullanılması ile başarılabılır. Açık olduğu zaman, fonksiyon T-01'de sürekli tutulur.

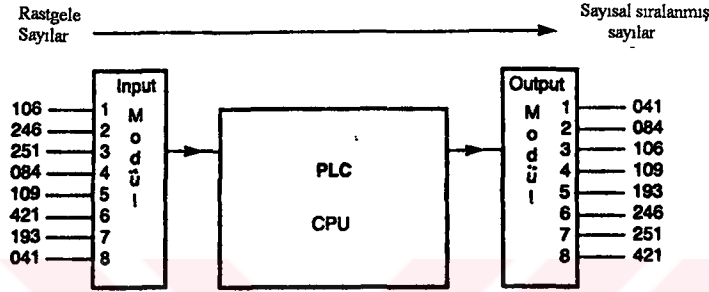


Şekil 4.7-6 : "SÜREKLİ SEÇME" Fonksiyonu.

#### 4.7.5. ARTAN SIRALAMA

Bir çok ileri PLC, bir grup değeri alçaktan yükseğe doğru listeleyebilen “SIRALAMA” fonksiyonuna sahiptir. PLC “SIRALAMA” işlemi diğer bilgisayarlardakine benzemektedir. Tipik bir PLC “SIRALAMA”sı şekil 4.7-7’de gösterilmektedir.

“SIRALAMA”yı yaparken, sıralanmamış değerlerin bulunduğu adres veya register serilerini fonksiyon bilmelidir. Fonksiyon ardışık listede yeniden düzenlendikten sonra tasnif edilmiş ve sıralanmış değerlerin nereye koyulacağını da bilmek zorundadır. Giriş değerleri ve tasnif edilmiş değerlerin alınması için eşit sayılı registerler gerekmektedir. Bazı PLC’lerde üçüncü grup bir registerin ayrılmış olması gerekmektedir. “Kazıma yastığı” registeri olarak tanınan bu üçüncü grup registerler orta düzeyli hesaplamalar için kullanılmaktadır. Sıralamayı tamamlamak için bir taneden fazla taramaya ihtiyaç olacaktır. “ARTAN SIRALAMA” fonksiyonu şekil 4.7-8’de gösterilmektedir. Sıralama tamamlandığı zaman son taramadan sonra bobin açılmaktadır.



Şekil 4.7-7 : “ARTAN SIRALAMA” Problemi.

Fonksiyon için, uzunluk kaç tane sayının sıralanacağıdır; bu örnekte 53. Giriş sonu kullanılan son giriş registeridir. HR 0001’den HR 0053’e kadar kullanılacaksa, HR 0053 girilir. Çıkış sonu için, eğer OR 0150’den OR 0202’ye kadar kullanılacaksa, OR 0202 girilir. Ayrılmış olmak zorunda olan bazı “kazıma yastığı” registerleri gerekli olabilecektir. Bu registerlerden kaç tanesinin ayrılmasına karar vermek için PLC’nin işletim klavuzuna bakılmalıdır. Erişimi enerjilendiği zaman fonksiyon sıralar.



Şekil 4.7-8 : “ARTAN SIRALAMA” Fonksiyonu.

#### 4.5.6. YAYINLAMA YAZISI

ASCII yazılı çıktısı olarak da bilinen “YAYINLAMA YAZISI” fonksiyonu, ikili kodlu şekilde bir grup registerin veya adresin içinde bir mesajı depolamaktadır. Fonksiyon enerjilendiği zaman, depolanan register bitleri tekrar elde edilir ve belirlenen çıkış alfanümerik ekrana veya diğer bir çevre birimine veya CPU’ya sıralı olarak yollar. ASCII kodu en çok yaygın kullanılan koddur.

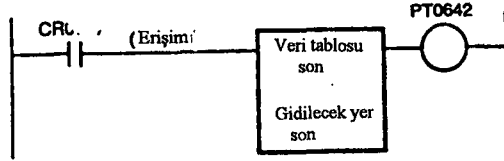
Şekil 4.7-9’da gösterilen “YAYINLAMA YAZISI” fonksiyonunun tipik bir uygulaması, “Motor \*7 aşırı ısındı” gibi, arıza mesajının ekranda gösterilmesidir. “YAYINLAMA YAZISI” fonksiyonu, motordaki aşırı sıcaklık cihazından bir girişle erişilebilecek, işlem içindeki geçerli noktada adım diagramının içine sokulmalıdır.

#### 4.7.7. İLK GİRİŞ/İLK ÇIKIŞ VE İLK GİRİŞ/SON ÇIKIŞ

“İLK GİRİŞ/İLK ÇIKIŞ”(FI/FO) ve “İLK GİRİŞ/SON ÇIKIŞ”(FI/LO) fonksiyonları uygulama klavuzunda verilen diğer kullanımlarının arasında, liste akışının kontrolünde bilhassa faydalıdır.

FI/FO'nun kullanımına bir örnek günlük üretim düzenlemesi işlemi için programlama işlemindedir. Günde 125 farklı parça üretimi gerektiğini varsayın. Her farklı parçanın işlenmesi için gereken kodlar sırayla girilecektir. 125 parça için üretim başladığında, işlemsel kodlar FI/FO tarafından üretim için dışarı çekilmektedir.

FI/LO kalite kontrolde kullanılabilir. Örneğin, bütün hatalı parçalar için hata kodları hata olaylarında registerlere yazılır. Analiz için veri çekildiği zaman, son hataya ilk kez bakmada FI/LO kullanılacak ve günün probleminden geri doğru ilerlenir.



Şekil 4.7-9 : “YAYINLAMA YAZISI” Fonksiyonu.

#### 4.7.8. PROGRAM VE WATCHDOG ZAMANLAYICI KONTROLU

“PROGRAM ve WATCHDOG ZAMANLAYICI KONTROLU” fonksiyonları başlıca, ardışık yaklaştırma gibi adım programı içindeki ardarda gelen yineleme işlemlerinde kullanılmaktadır. Tekrarlanan kısmın sonucu önceden belirlenmiş sınırların içerisine gelene kadar adım diagramının bir kısmı tekrarlanır. İşletim klavuzları bu fonksiyonun nasıl kullanılacağını açıklamaktadır.

#### 4.8 ANALOG PLC İŞLEMİ

Analog PLC kontrolü, kontrol düşüncesi olarak değişkenli bütün işlemlerin kontrolünde kullanılabilir. Bir çok orta ve büyük PLC'lerde ayrı fonksiyonlara sahip olarak analog sinyallerle sunulurlar. Analog işlem için, PLC giriş sinyalinin seviyesi, bir analog giriş modülü tarafından algılanır. İlave olarak, çıkış seviyesi, analog çıkış modülünden işleme yollanmış olan değişken bir değer olabilir. PLC analog giriş kabiliyeti, değişken sinyal değerli termal göstergeler, basınç dönüştürücüler, elektriksel potansiyometreler ve diğer veri giriş cihazları olarak böyle cihazların görüntülenmesini sağlar. PLC analog çıkış kontrol cihazları bir çok orta pozisyonda yerleştirilebilir. Bu çıkış kontrolü, yalnızca iki aşırı noktada çalışan, ayrı kontrolden farklıdır.

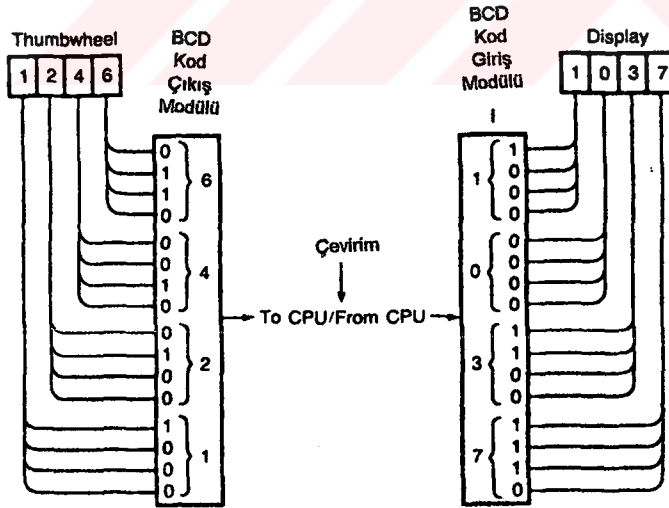
BCD PLC analog giriş ve çıkış değer aralığı bir miktar aralıklara bölünmüştür. BCD thumbwheels, enkoder ve bunun gibi analog giriş cihazlarını içermektedir. Analog çıkış cihazları dijital sayılar, yedi-parçalı ekran ve step motorlar gibi cihazları kontrol ederler.

PLC analog kabiliyeti bir giriş değerine bağlı olarak, bir giriş için bir çok harekete izin verir. Örneğin, bir tankın ne kadar dolu olduğunu gösteren 20 lamba kullanılan bir işlemde %5'lik artışlar için yalnızca bir giriş ve bir algılayıcı gerekmektedir; farklı bir sistem için 20 açık/kapalı algılayıcı ve 20 ayrı giriş gerekmektedir. Analog çıkış programı benzer avantajlara sahiptir. Örneğin, tek bir analog çıkış bir valfi bir çok farklı pozisyonlarda konumlayabilir. Analog kabiliyeti kimya ve petrol gibi endüstrilerde sürekli işlemi kontrol etmeyi sağlar. Her sayıda değişken giriş sinyali bir PLC modülü tarafından alınır ve daha sonra CPU tarafından matematiksel olarak işlenir. Analog sonucun değeri veya değerleri daha sonra bir çıkış modülüne yollanır. Analog çıkış modül sinyali değişken işlemi veya işlemleri kontrol eder.

##### 4.8.1 ANALOG MODÜL VE SİSTEM TİPLERİ

Analog PLC sistemleri genel olarak iki tiptedir: BCD ve doğru sayısal.

BCD analog PLC sistemi bazen multi-bit tip olarak adlandırılmaktadır. Şekil 4.8-1, thumbwheel işleminin bir BCD modülüne girişi gösterilmektedir. BCD kodları thumbwheel çıkışından PLC giriş modülü içine beslenmektedir. Diğer muhtemel BCD-tip giriş barkod okuyucular ve encoder'lerdir. Bir BCD çıkış modülü de şekil 4.8-1'de gösterilmiştir. Bu durumda, BCD kodları çıkış modülünden sayısal gösterge cihazına beslenmektedir. BCD çıkış cihazları böyle şeyleri dijital sayı göstergesi, değişken pozisyon eyleyicileri ve step motorlar olarak içermektedir.



Şekil 4.8-1 : Analog BCD giriş ve çıkış sistemleri.

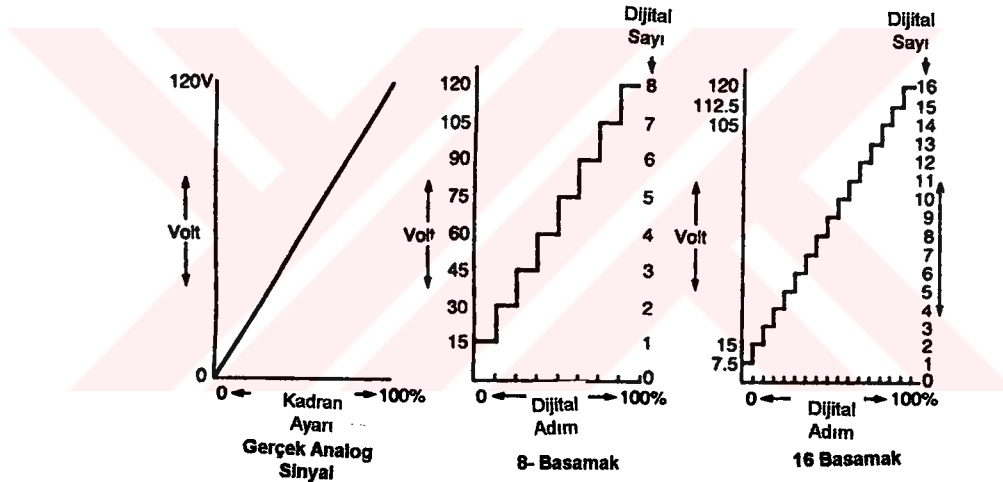
Diğer genel PLC analog sistemleri doğru sayısal tiptir. Böyle sistemler için mevcut modüllerin bazı tipik genişlikleri şekil 4.8-2'de gösterilmektedir. PLC sayısal tip modülü geniş çeşitli giriş cihazları için kullanılmaktadır, en yaygın kullanılanı elektriksel potansiyometredir. Potansiyometre doğrusal,

değişken elektriksel değerleri giriş modülüne girmek için kullanılırlar. Potansiyometreler sıcaklık, basınç, mesafe, pozisyon veya elektriksel değerleride okuyan biri olabilmektedir. Diğer girişler termik bağlayıcı, uzama ölçer veya doğru elektriksel sinyal içerirler.

2-10 mA  
4-20 mA  
10-50 mA  
0 to + 5 Volts DC  
0 to + 10 Volts DC  
± 2.5 Volts DC  
± 5 Volts DC  
± 10 Volts DC

Şekil 4.8-2 :Tipik analog I/O modülü çalışma aralığı.

Dikkat edilmelidir ki farklı adımlarda sürekli analog sistemler kullanır. Sürekli değişken giriş sinyali PLC CPU'suna ulaştığı zaman kesinlikle sürekli değildir. Giriş sinyalini içinde birçok sinyale böldüğümüz gibi, giriş sinyalinin tam olarak iki misline çok yaklaşır. Hassasiyeti arttırmak için giriş sinyalinin bir çok parçaya nasıl bölündüğü şekil 4.8-3'de gösterilmektedir. Giriş bölümlerinin sayısı 8 ile 16 arasındadır, dijital sinyal aktüel giriş sinyalini oldukça yaklaşık tanımlar. Bazı normal kullanılan PLC bölümleri 1024 ve 4092'dir. Bölüm sayısı arttığı gibi, PLC sisteminin fiyatıda artmaktadır. Kontrol işleminin gerektirdiği miktarda adıma sahip olunmalıdır, aksi taktirde sistemin maliyeti içinden çıkılmaz bir hal almaktadır.

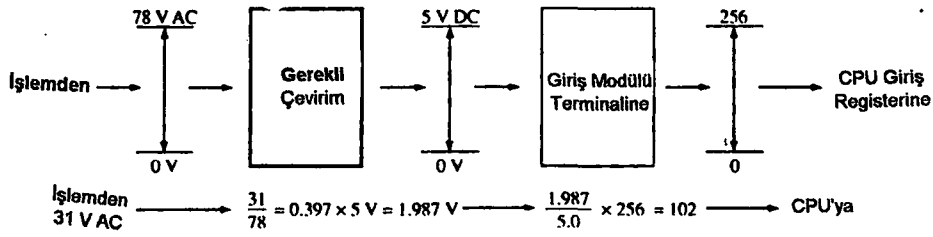


Şekil 4.8-3 :Dijital adımlarla analog sinyal çevrimi.

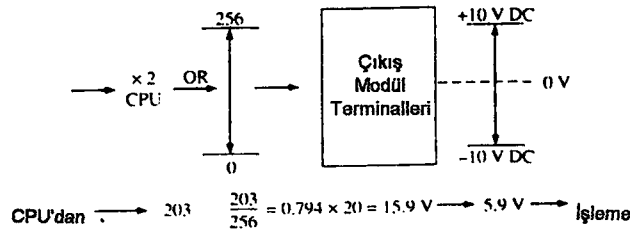
#### 4.8.2 ANALOG SİNYAL İŞLEME

Giriş modülünü besleyen algılayıcı veya sinyal cihazı genellikle giriş modülü gibi aynı elektriksel genişlikte değildir. Düşük sınırdaki elektriksel değeri giriş modülünün daha düşük sınır elektriksel değerine uydurulmalıdır. Girişin üst sınır sinyal değeri orta seviyeli sinyal çevrimi kullanılarak giriş modülünün üst sınır elektriksel değerine de eşlemek gerekmektedir. Benzer şekilde, çıkış modülü ve çıkışlar bir çevirici tarafından uygun olarak eşlenmelidir. Orta değerler çeviriciler tarafından, girişler ve çıkışlar'ın her ikisi için doğrusal olarak eşlenebilir.

Mevcut giriş sinyalleri çevrilmek ve mevcut bir modüle uydurulması hesaplanmak zorundadır. Örneğin, 0 V ile 78 V AC arasında değişen sinyale sahibiz, 78 V %100 giriş voltajını temsil etmektedir. 0-5 V DC giriş modülü kullanmaya karar verildi. Bundan dolayı, şekil 4.8-4' de gösterildiği gibi 0-78V AC'yi doğrusal olarak 0-5V DC'ye çevirmelisiniz. Çeviriciden modül içine beslenen DC voltajı daha sonra dijital sayıya çevrilir. Bu dijital sayılar analog modülden CPU'daki bir giriş registerine, şekilde gösterildiği gibi yollarır.

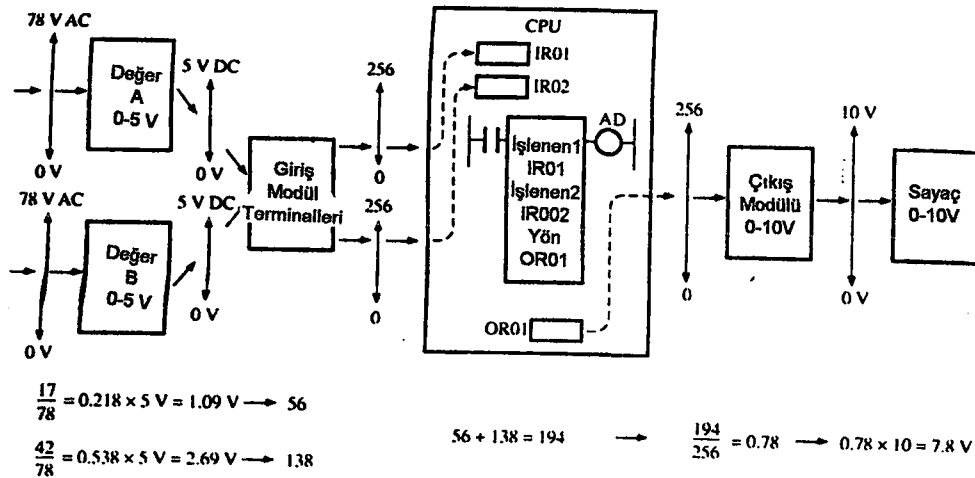


Şekil 4.8-4 : Analog giriş sinyal yolu ve değerleri sistemleri.



Şekil 4.8-5 : Analog çıkış sinyal yolu ve değerleri.

Giriş çevirimi nasıl çalıştığını göstermek için, iz 31V AC olarak kabul edelim. Çevirici 78'in 31'i temsil eden kısmı hesaplar. Bu 0.397'dir. Tasarlayıp temin etmeniz gereken çevirici, 5V DC 'nin buna oranında DC çıkış verir. Bu DC değeri, 1.987 V'dur, giriş modülüne yollanır. Farz edelim giriş modülü, 256 desimal'e kadar değerleri yakalayabilen, sekiz bit esaslıdır. Giriş modülü daha sonra 256'nında bu aynı oranını alır, 102, ve değeri CPU giriş registerine yollar. Veriyi, 102, hangi registerin alacağı modüldeki DIP anahtarlarının yerleşimine bağlıdır. Giriş'in 256 adımı adımlanmış olduğuna dikkat edilmelidir ve CPU veriyi aldığı zaman bu kusursuzca lineer değildir. Bu sistemin hassasiyeti  $1/256$ 'dır, veya yaklaşık 0.4% hassasiyet. 10 ve 12 bit'lik, daha hassas olan, diğer giriş modülleri eğer uygulama için gerekiyorsa daha yüksek fiyata elde edilebilir. Bunlardan biri 1024, diğeri 4096 adımdır.



Şekil 4.8-6 : Analog TOPLAMA uygulaması.

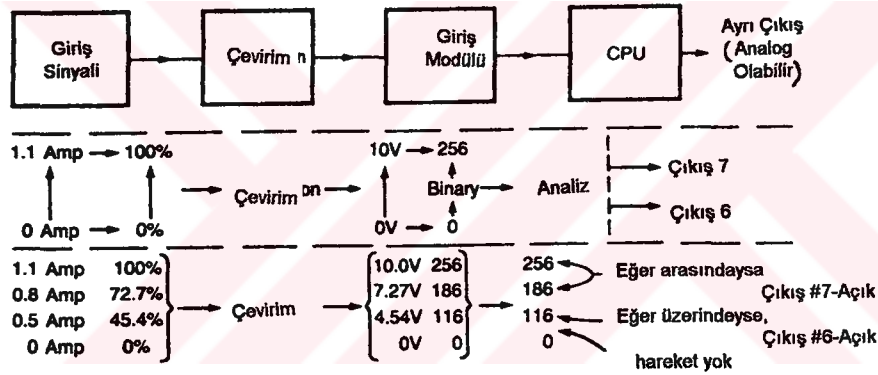
CPU'dan bir analog çıkış cihazına çıkış sinyali yolladığı bir çıkış sistemi şekil 4.8-5'de gösterilmektedir. Şekil 19-4'deki sinyal CPU'da 2 ile çarpıldığını farz edelim. 256'lık skala üzerinden 203 adım olacaktır. -10 V, +10 V çalışma aralıklı bir (op amp) cihazın çıkış modülü tarafından beslenmekte olduğunu varsayalım. Matematiksel gösteren göstergede çıkış 5.9 V DC değerindedir.

Bir analog sistemi kullanabilmek için, bir ADD uygulaması şekil 19-6'da gösterilmiştir. Bir çıkış ölçer, iki analog çıkışın toplamını göstermektedir. İki giriş değeri çevirme içine ve daha sonra giriş modülünün içine gider. Dijital değerler IR01 ve IR02 içinde biter. Bir TOPLAMA fonksiyonu, TOPLAMA fonksiyonuna erişildiğinde iki değeri toplar. Toplam, TOPLAMA fonksiyonunun hızlı erişimi ile oldukça hızlı yenilenebilir. Toplam OR01'in içine konur. Toplam daha sonra bir çıkış modülüne ve daha sonra gösterge oranlayıcıya yollanır. Canlandırma için, oranlayıcıya 7.8 V çıkış vermek için, 17 V ve 41 V AC eklenir ve çevrilir. Oranlayıcı tam skalası, giriş ve çıkış skala değerlerini eşleyebilmek için 2 kere 78'e veya 156 V AC'ye ayarlanabilir.

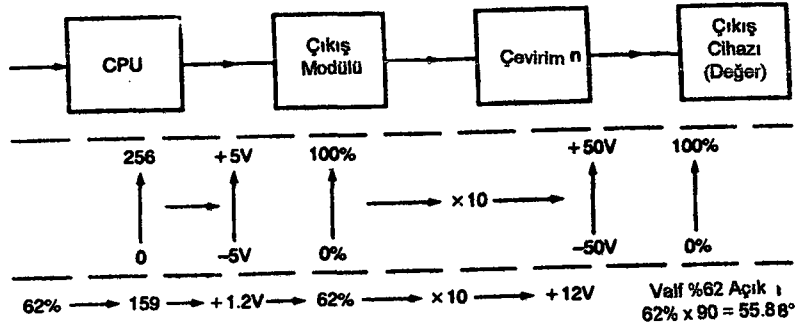
Şekil 4.8-7 çevirme işlemin blok diagramını, iki sayısal örnek boyunca göstermektedir. Bu modül 1024 adıma sahiptir, fakat 512,4096 veya 2'nin bir başka kuvvetine sahiptir. Bunlar modülün bölünmesi tipik değerlerdir.

Sabit değerli giriş değerlerini karşılaştırmanın gerektiğini varsayalım. Örneğin, eğer sinyal 0.5 amperi geçerse, çıkış 6'ya açın. Daha ileri, eğer algılayıcı sinyali 0.8 ve 1.1A arasında ise, çıkış 7'yi açın. Bu durumda analog bir giriş ve ayrı çıkış vardır. Bu elektriksel değerlerin sinyal-seviye işlemesi şekil 19-7'de gösterilmektedir.

Çok tipik bir durum analog giriş ve analog çıkıştır. Şekil 4.8-8'de analog çıkış sistemine bir örnek göstermektedir. Her blokta yukarı ve aşağı sınırlar gösterilmektedir. Toplamın %62'si analog çıkış sistemi üzerinden izlenmektedir.



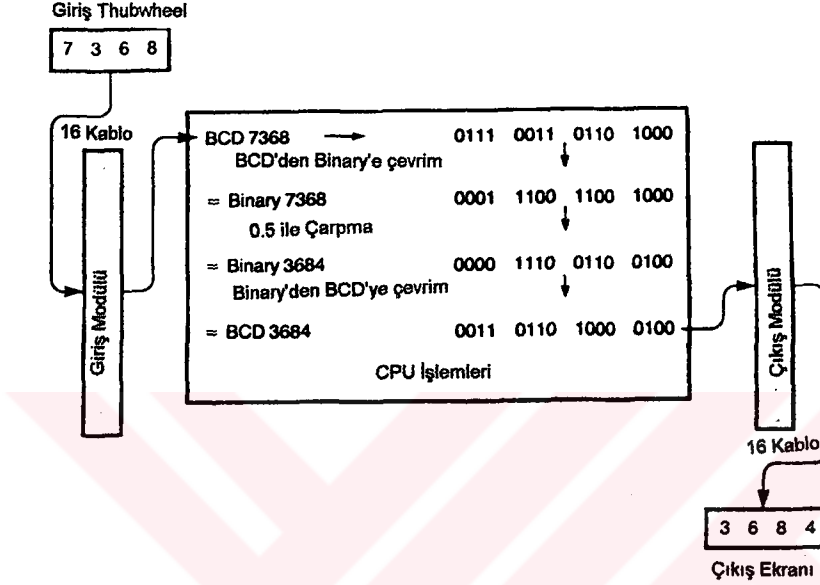
Şekil 4.8-7 :Analog giriş sistemi.



Şekil 4.8-8 :Analog çıkış sistemi.

#### 4.8.3. BCD VEYA MULTİBİT VERİ İŞLEME

BCD veri analog veriye benzer şekilde kullanılmaktadır. Şekil 4.8-9, BCD cihazları ve veri PLC tarafından nasıl kullanıldığını gösteren bir blok diagramdır. Giriş ve çıkış cihazları, giriş ve çıkış modülleri tarafından matematiksel olarak direkt karşılaştırılır. Giriş ve çıkış cihazları modüle direkt olarak monte edilip eşlendiğinden veri değerlerin çevrimi gerekmez. Burada, giriş numarasının thumbwheels'den direkt olarak girildiği kabul edilir. Giriş verisi, çıkış göstergesi için ayrıca hesaplanır. Sonuç yarı değer, dört dijital, yedi- parça gösterge çıkış cihazına yollanmaktadır. CPU'nun matematiği binary yaptığından veri, BCD ve binary çevirim gösterildiği gibi yapılmaktadır.



Şekil 4.8-9 : BCD (multibit)giriş ve çıkış sistemi.

#### 4.8.4. PID KONTROL

İşlem kontrolü, ayrı PLC programlaması ile başarılabilir. İşlem kontrolü analog PLC programlaması ile başarılabilir. Bununla beraber, analog işlem kontrolü yeterli hızda fonksiyon veya yeteri kadar etkili olmada hassas değildir.

Bir çok orta boy ve bütün geniş PLC'ler, işlem kontrolünü etkili şekilde başarabilecek PID kontrol fonksiyonuna sahiptirler.

Çevrim ve PID kontrolü, farklı üreticiler tarafından değişik olarak kullanılan tanımlamalardır. Gerçekte, bazı çevrim kontrolleri kesinlikle PID tipte değildir.

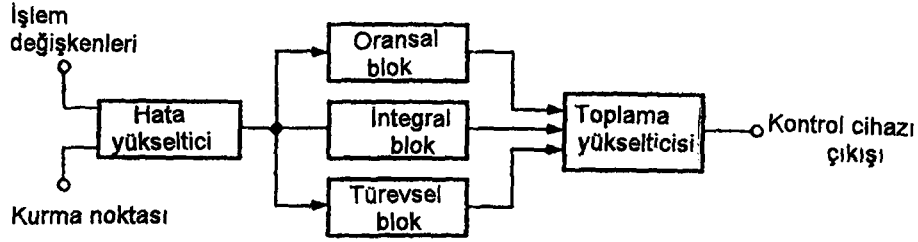
#### 4.8.5. PID PRENSİPLERİ

PID, Oransal-İntegral-Türevsel'dir (Proportional-Integral-Derivate). PID sürekli işlem için etkili kontrol sistemidir. PID iki kontrol görevini yapmaktadır. Birincisinde, değişken işlem parametreleri, çıkışı belirlenen ayar değerini değiştirmeye sebep olacak şekilde zorlansa bile, PID kontrol çıkışı ayar edilen seviyede tutar. İkincisi, PID işlem seviyesini bir set noktası seviyesinden diğerine çabuk ve hassas olarak değiştirir.

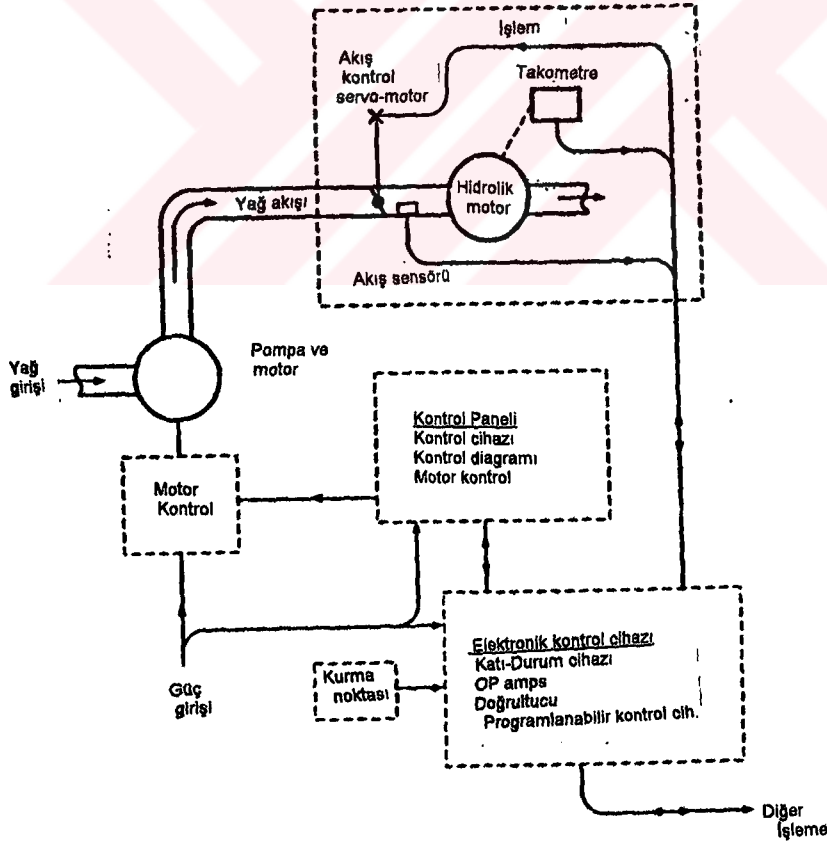
Oransal kontrol, işlemin ayar noktası seviyesine olan sapmasını, ayar noktasına düzelten kontrol sistemidir. Düzeltme hata miktarıyla orantılıdır. Örneğin, bir hava akış sisteminde 575 Lt/Dk'lik bir ayar noktasına sahip olduğumuzu farz edelim. Eğer akış bazı nedenlerle 580 Lt/Dk'ya çıkarsa, hava tahliye çıkışının kontrolüne, akışı 575 Lt/Dk'ya düşürecek düzeltme sinyali uygulanır. Eğer akış bazı nedenlerle 585 Lt/Dk'ya çıkarsa, ayar noktasından iki kere sapmada, düzeltme için dört kez büyük bir

sinyal uygulanacaktır. Daha büyük düzeltme sinyali, teorik olarak 575 Lt/Dk'ya daha hızlı bir geri dönüş vermektedir. Gerçekte, hızlı düzeltme tam değildir. Düzeltmenin sonunda yeni bir set noktasına gelirsiniz, örneğin 575 Lt/Dk değil, 576.5 Lt/Dk. Oransal kontrol kendi başına etkili çalışmaz.

Akışı orijinal ayar noktasına geri döndürmede, integral kontrol eklenir. Yalnızca oransal kontrollu da, orijinal ayar noktasından bir çıkış hatası bulunmaktaydı. 575 Lt/Dk'da değil 576.5 Lt/Dk'da bitmişti. İntegral kontrol, 1.5 Lt/Dk hata üretimini ve hatanın ısrarlı olduğu zamanı algılar. Bu üründen bir sinyal gelişir. İntegral kontrol ürün sinyali, orijinal ayar noktasına dönmede kullanır. Bir integral kontrol işareti sık sık oransal düzeltme sinyali ile birleşik kullanılmaktadır. Kontrol cihazında eklenen sinyal, ayar noktasından sapmaya sebep olan hata sinyalini azaltır. Bundan dolayı, bir zaman periyodunun üzerinde, orijinal 575 Lt/Dk değerinden sapmalar minimuma indirilir. Bununla beraber, bu düzeltme relatif olarak uzun zaman süresi almaktadır.



Şekil 4.8-10 . Tipik bir PID kontrol cihazının Blok Diagramı.



Şekil 4.8-11 : Hidrolik pompa -Genel kontrol sistemi diagramı.

İşlem kontrol noktasına geri dönüşü hızlandırmak için, sapma kontrolü oransal-integral sisteme ilave edilir. Türevsel kontrol, sinyal değişim oranı esaslı düzeltme sinyali üretir. Ayar noktasından daha hızlı bir değişim, daha geniş düzeltme sinyali demektir. Türevsel sinyal, oransal-integral sisteme eklenir. Bu bize yalnızca oransal-integral sistemden daha fazla bir hareket alanı sağlar. Tipik bir PID kontrol sistemi şekil 4.8-10'da gösterilmektedir. Bu tip genellikle paralel tip olarak kullanılır.

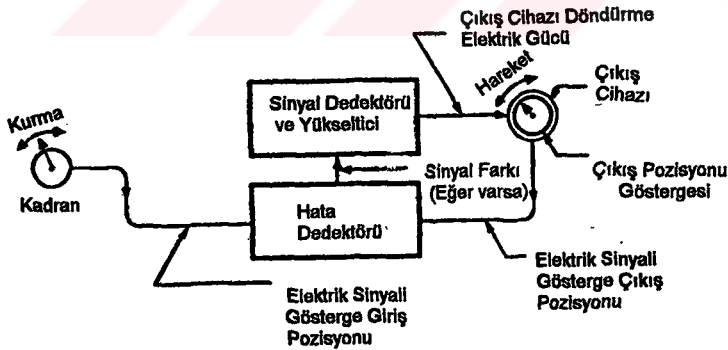
Şekil 4.8-10'un kontrol cihazının çıkış sinyali, işlem değişkenlerini noktalarına döndürmede kontrol sisteminin içinde kullanılır.

PID kontrolün kullanıldığı bir sistem şekil 4.8-11'de canlandırılmıştır. Bu sistemde tam bir yağ çıkış akış hızına ihtiyaç vardır. Akış hızı pompa motor hızı ile kontrol edilmektedir. Pompa motor hızı, değişken hız tahriklerinden oluşan bir kontrol panelinden kontrol edilir. Tahrik hızı kontrol çıkışı bir elektronik kontrol cihazı tarafından dönüş olarak kontrol edilir. Tahriğe elektronik kontrol cihazı çıkışı iki faktör tarafından belirlenir. Birinci faktör kadran ayarı ile belirlenen ayar noktasıdır. İkincisi, elektronik kontrolöre gerçek çıkış akış hızını geri besleyecek bir akış algılayıcısıdır. Kontrol cihazı, ayar noktasıyla gerçek akışı karşılaştırmaktadır. Eğer bazı sebeplerden dolayı fark varsa, düzeltici bir değişim sinyali motor kontrol cihazına yollar. Motor kontrol cihazı, motora uygulanan voltajı değiştirmek sureti ile motor hızını değiştirmektedir. Örneğin, eğer çıkış yağ akış hızı ayar noktasından aşağıya gidiyorsa, motoru hızlandıracak bir sinyal yollar. Ayar noktası akışına dönüşte, zamanında ve hassas düzeltme yapmak için kontrol cihazı PID kontrol kullanır. Eğer kadran yeni bir değere ayarlanırsa, PID sistemin fonksiyonu mümkün olduğu kadar çabuk ve hassas olarak yeni ayar noktasına ulaşmaktadır.

#### 4.8.6. TİPİK İŞLEM KONTROL EĞRİLERİ

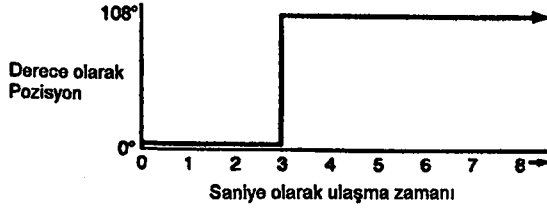
İşlem kontrolü için mümkün bazı sistemlerin cevap eğrilerinde, şekil 4.8-12'de gösterilen elektromekanik sistemler kullanılmaktadır. Gösterilen eğriler PID içeren değişik tipte kontrol içindir.

Şekil 4.8-12, PID olabilecek geri beslemeli çevrimli kontrol sistemini göstermektedir. Kadran dereceli bir pozisyona ayarlanır ve çıkış cihazı kadrandaki ayar pozisyonunu almaktadır. Çıkış, bir kadran ayarından diğerine bütün değişiklikleri hızlı ve hassas olarak takip etmektedir. Bundan başka, çıkış pozisyonu bir zaman periyodundan sonra pozisyon dışına çıkmaya meyilli olmamalıdır. Başka bir faktörde, uygulamaya bağlı olarak göstergenin iki farklı ağırlığa sahip olabilmesidir. Bunlar 5 ve 20 gram'dır. Geçerli PID kontrolü ağırlık farkları için telafiye kurulmadıkça, çıkış tahriği belirlice 20 gram'lık için 5 gram'lıktan daha yavaş işlemeye meyilli olacaktır.

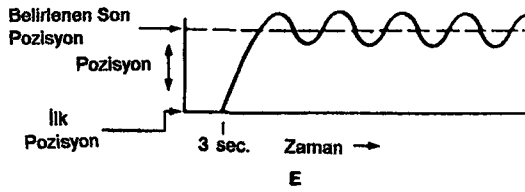
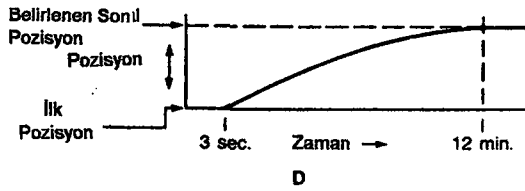
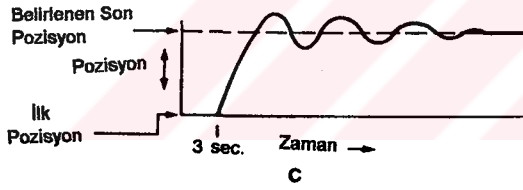
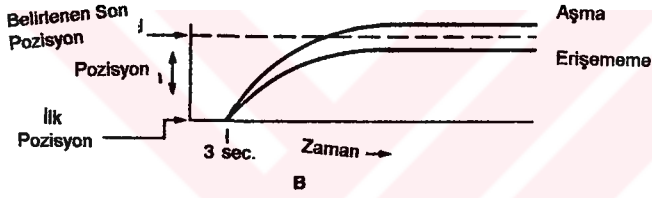
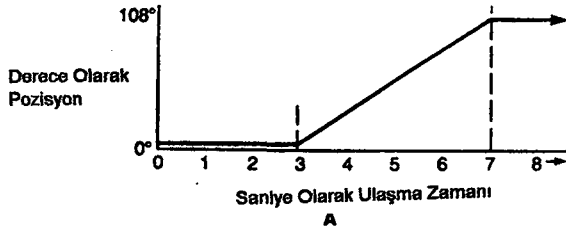


Şekil 4.8-12 : PID kontrollü pozisyon göstergesi.

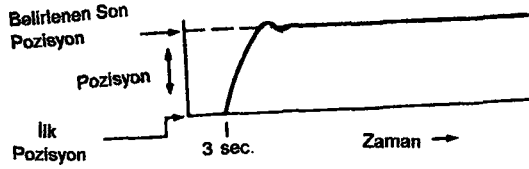
Örnek olarak, zaman tabanı 0'dan sonra 3 saniyede, kadrandaki 0 dereceden 108 dereceye oldukça hızlı döneceğiz. İdeal olarak, pozisyon göstergesi, şekil 4.8-13'de gösterildiği gibi, 108 dereceye aniden ulaşacaktır. Açık olarak, gerçek uygulamada bu böyle olmaz.



Şekil 4.8-13 : İdeal konum kontrol konumlama eğrisi.



Şekil 4.8-14 : Tipik cevap eğrileri.



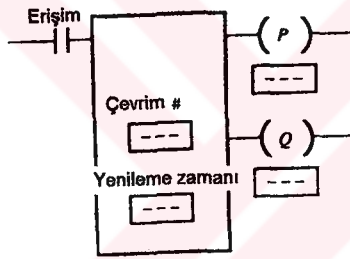
Şekil 4.8-15 : İdeal PID pozisyon kontrolü

Şekil 4.8-14, farklı tipte kontrol için beş muhtemel eğri gösterilmektedir. A, ideal bir harekettir, fakat 4 saniye alır. B, işaretin altında veya üzerindedir. C, ayar noktasının yakınına açısız olarak ulaşır, fakat geçerli noktaya ulaşmadan önce bir kaç saniye için salınır. D, yeni konumuna eksponansiyel olarak ulaşır fakat uzun zaman alır. E, yeni konumuna ulaşır, fakat son konumu etrafında sürekli salınım yapar. Bu eğrilerden hiçbiri hassas ve hızlı işlem için geçerli kabul edilebilir kontrol karakteristiği gösterememektedir.

Karşılaştırma ile, PID ile mümkün olan en ideal cevap alınır, kusursuz değildir fakat yapılabilenin en iyisidir. Bu kontrol için bir eğri şekil 4.8-15'de gösterilmiştir.

#### 4.8.7 TİPİK PLC PID FONKSİYONLARI

Şekil 4.8-16, çevrim kontrol PID kontrolünü temsil etmektedir. Bu fonksiyon gösterilmeyen bir PID fonksiyonunu kontrol etmektedir. Çevrim tanımlama sayısı bloкта belirtilmiştir. Bloktaki yenileme sayısı da belirtilmiştir. Bu sefer saniyeler yenileme yöntemi frekansı süre kontrolüdür. Fonksiyona erişildiği zaman P bobini açılır. Bir tarama için yenileme zamanına ulaşıldığı zaman Q bobini açılır.



Şekil 4.8-16 : Tipik çevrim kontrol fonksiyonu

Orta düzeyde karmaşık tipik bir PID fonksiyonu şekil 4.8-17'de gösterilmiştir. Bazı PLC'ler çevrim kontrol fonksiyonu ile PID fonksiyonunu birleştirmektedir. Bu örnek yalnızca PID fonksiyonu içindir.

Giriş, çıkış ve fonksiyonel tanımlamanın fonksiyonları şunlardır:

##### Girişler :

EN- Erişim hattı olağan fonksiyonu

MANUAL/AUTO-EI ile veya otomatik mode'da

HOLD- "Yakalama" için ve lojik geçiş kontrolü için kullanılır

##### Çıkışlar:

P-Bobin numarası belirler

Q-Lojikte kullanılan bir çıkış sınır bobini

Fonksiyonel tanımlamalar ve değerler :

PID numarası-PID bloğu tanımlama numarası

INPUT-İşlem değişkenlerinin depolandığı register

OUTPUT-Çıkış algoritmasının depolandığı register

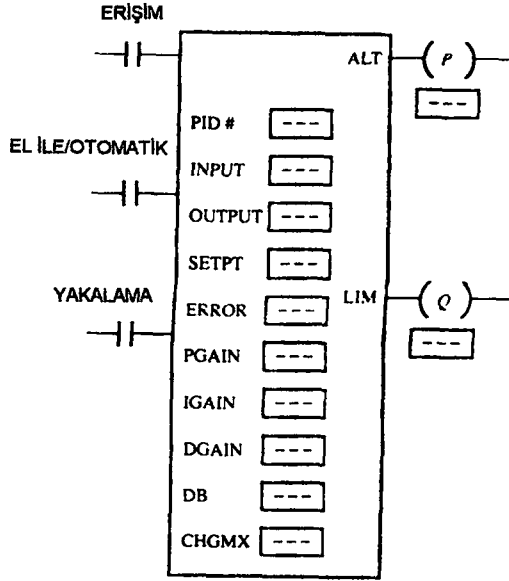
SETPT-Kurma noktasının depolandığı register

ERROR-HATA=(SETPT-INPUT) değerinin depolandığı register

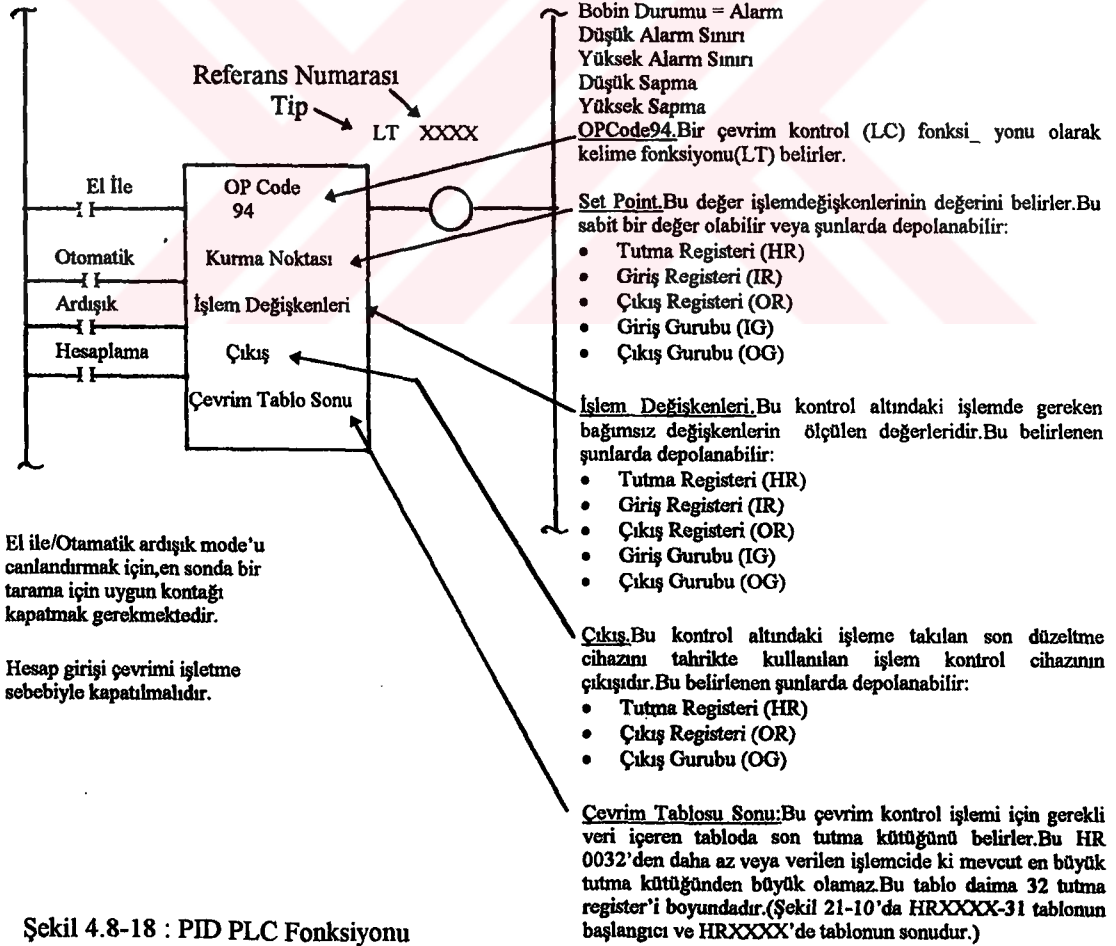
DB-Ölükuşak değeri için register

CHGMX-Azami müsaade edilebilir değişim hızının depolandığı register

PGAIN-Oransal kazancın depolandığı register  
 IGAIN-İntegral terimin depolandığı register  
 DGAIN-Oransal terimin depolandığı register



Şekil 4.8-17 : Tipik PID fonksiyonu



Şekil 4.8-18 : PID PLC Fonksiyonu

Bloktaki fonksiyonların çoğu kurma noktasının bir yüzdesi olarak yazılmıştır. Blok değerleri sabit olarak veya diğer registerlerden taşınarak programlanır. DB, ölü kısım, işlem için (yüzde olarak) bulunabilecek ekili toleranstır. Son üç fonksiyonel blok girişi, optimum işlem kontrolü için çalışan sistemin "akort"u için ayarlanmıştır.

Çevrim Tablo Register Pozisyonları	Çevrim Tablosu Gerçek HR Ataması	Nicelik	Değer/İşaret
HRXXXX-31		Oransal Sınır (- 32.767)	C
HRXXXX-30		Tam Sınır (- 32.767)	C
HRXXXX-29		Türetme Sınırı (- 32.767)	C
HRXXXX-28		SFn-Bu Örnekte Kurma Noktası	C
HRXXXX-27		PVn-Bu Örnekte İşlem Değişkeni	C
HRXXXX-26		Zaman Sayıcı-Geçen Örnek Zaman	C
HRXXXX-25		SFn 1 - Önceki Örnek Kurma Noktası	C
HRXXXX-24		Pvn 1 - Önceki Örnek İşlem Değişkeni	C
HRXXXX-23		En 1 - Önceki Örnek Hata	C
HRXXXX-22		Meyil (0'dan maksimuma)	C
HRXXXX-21		AYIRILMIŞ	
HRXXXX-20		Düzenleme Giriş Kelimesi(Aşağıya Bakın)	U
HRXXXX-19		AYRILMIŞ	
HRXXXX-18		AYRILMIŞ	
HRXXXX-17		Tamlama Toplamı (- 32.767)	C
HRXXXX-16		En- Bu Örnek Hata	C
HRXXXX-15		Td-Türetme Zamanı (0-327.67 Dakika)	U
HRXXXX-14		Ti-Tamlama Zamanı (0-327.67 Dakika)	U
HRXXXX-13		Ts-Örnek Zamana (0-3276.7 Dakika)	U
HRXXXX-12		Kc-Oransal Kazanç (0.01-99.99)	U
HRXXXX-11		İç Çevrim Noktalayıcısı (Çevrim Tablosu Sonu)	U
HRXXXX-10		Dış Çevrim Noktalayıcısı (Çevrim Tablosu Sonu)	U
HRXXXX-9		Alarm Ölü Kısım (0-Maks.PV)	U
HRXXXX-8		Yığın Birim Önyükü (0-Maks.Çıkış)	U
HRXXXX-7		Yığın Birim Üst Sınır (0-Maks.Çıkış)	U
HRXXXX-6		Eksi Kesme Sınırı (Maks.- Çıkış/Örnek)	U
HRXXXX-5		Artı Kesme Sınırı (Maks.+ Çıkış/Örnek)	U
HRXXXX-4		Alçak Sapma Alarm Sınırı (0- Maks. PV)	U
HRXXXX-3		Yüksek Sapma Alarm Sınırı (0- Maks. PV)	U
HRXXXX-2		Alçak Alarm Sınırı (0 - Maks.PV)	U
HRXXXX-1		Yüksek Alarm Sınırı (0 - Maks.PV)	U
HRXXXX		Çıkış Durum Kelimesi	C

C = İşlemci tarafından hesaplanır.

U = Kullanıcı Girecektir.

Düzenleme Giriş Kelimesi (HRXXXX-20)

16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Bit Nr.	Tanımlama	Durum	Bit Nr.	Tanımlama	Durum
1	1=Oransal Mod Seçildi		9	1= PV Üzerinde Sapma Seçildi	
2	1=Tamlama Mod Seçildi		10	0= Hata Üzerinde Sapma Seçildi	
3	1=Türetme Mod Seçildi		11	1= Yığın Birim Seçildi	
4	1= Sapma Alarmı Seçildi		12	KONTROL CİHAZININ KULLANIMI İÇİN AYRILMIŞTIR.	
5	1= Hata Ölü Kısım Seçildi		13	0= Kesme Sınırı Oluşturduğu Zaman Sıfırlamaya Karşı Kaldırma	
6	1= Hata Eğim Kontrolü Seçildi		14	GELECEK KULLANIMLAR İÇİN AYRILMIŞ	
7	1= Kesme Sınırı Seçildi		15	GELECEK KULLANIMLAR İÇİN AYRILMIŞ	
8	1= Ters Hareket Seçildi		16	GELECEK KULLANIMLAR İÇİN AYRILMIŞ	
	0= Direk Hareket Seçildi				

Şekil 4.8-19 : PID PLC Komut Seti.

Daha karmaşık bir PID fonksiyonu şekil 4.8-18'de gösterilmektedir. Bu fonksiyon için bir çalışma sayfası şekil 4.8-18'de gösterilmektedir. PID fonksiyonu, bu şekilde çevrim kontrolü olarak tanımlanmıştır. Bu fonksiyon, giriş kontağı tarafından uygun olarak erişildiği zaman, PID analizi ve kontrolü yapar. Erişilen fonksiyon kurma noktasını ve işlem değişkenini karşılaştırır. Eğer önceden kurulan değerden çok farklı ise, uygun bir düzeltme sinyali fonksiyon çıkışından kontrol cihazının kontrolörüne yollar. Giriş parametreleri "çevrim tablosu sonu" olarak registeri belirli 32 ardarda gelen registerin içine yerleştirilir. Gereken registerlerin miktarı model ve üreticiye göre değişmektedir.

Çalışma sayfasında, bütün register fonksiyonları bütün işlemler için kullanılmaz. Anahtar registerler 13'den 16'ya kadar sistem "akort" için, 27 ve 28 kurma noktası ve müsade edilebilir sapma ve 29'dan

30'a zaman ayarı içindir. Register 20 "düzenleme kelimesi" için yukarıdaki tabloda detaylarıyla belirlenmiştir.

8



PLC GÖRÜŞÜMÜ  
ANILASTON KİMLİK

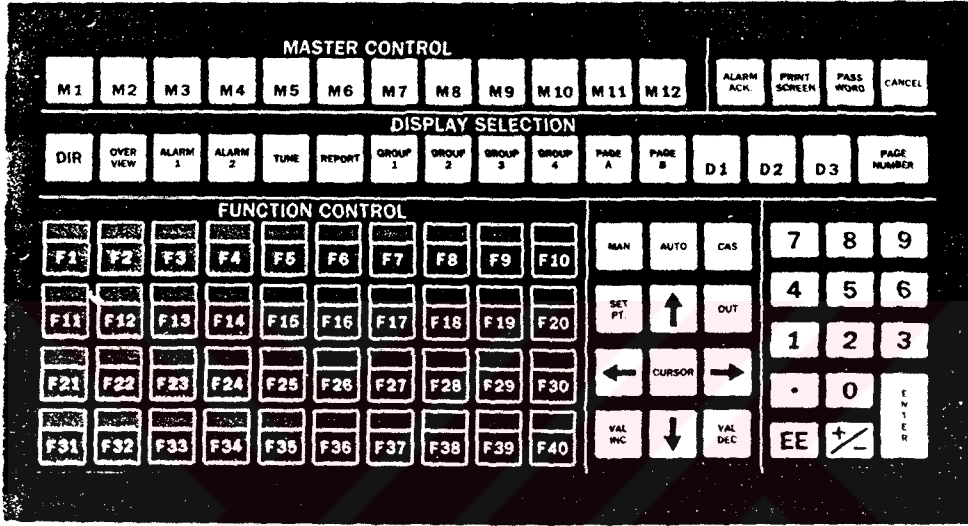
## 5. TEMEL PROGRAMLAMA

### 5.1. GENEL PROGRAMLAMA YOLLARI

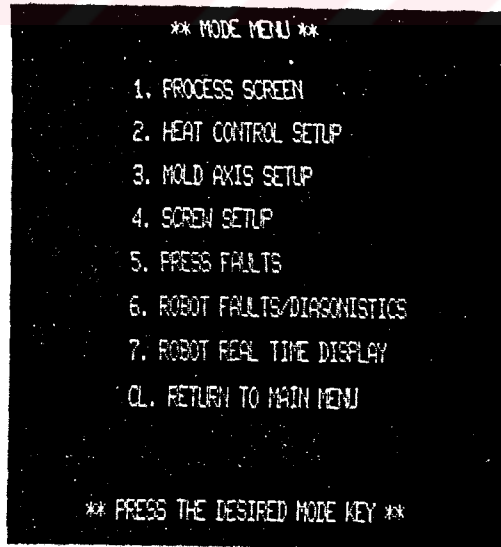
Burada PLC malzemelerinin kullanımı ve programlaması anlatılmaktadır. Genelde PLC'ye uygulanan tanımlar, verilmiş bir PLC'nin doğru çalışması amacıyla her durumda tam ve doğru anlama için üreticinin kendi referansına gereksinim duyulur.

Küçükten büyüğe değişen bazı tipik klavye planları bulunmaktadır. Küçük, elle taşınabilir birimlerde klavye küçüktür, tuşlarında çeşitli fonksiyonları vardır. Bu çok fonksiyonlu tuşlar hesap makinelerindeki 2. fonksiyon tuşları gibi çalışır.

Daha geniş monitör sistemlerinde iki fonksiyonlu tuşlar yerine çoğunlukla bir "menü" sistemi kullanılmaktadır. Şekil 5.1-1' de geniş bir klavyenin ayrıntıları gösterilmektedir.



Şekil 5.1-1 : Geniş bir PLC klavyesi



Şekil 5.1-2 : Menü gözüken bir PLC monitör ekranı

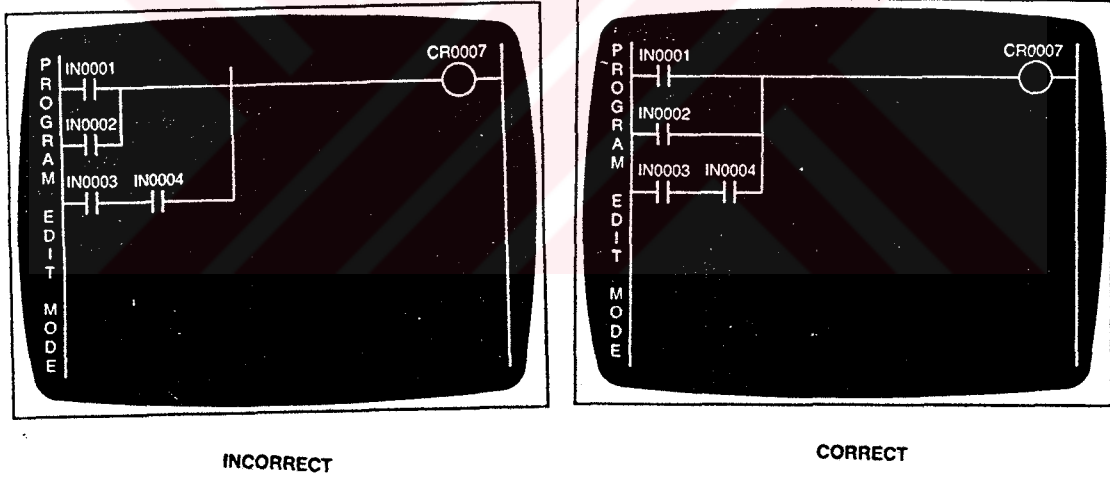
Belirli bazı tuşlara basıldığında ekranın altında kelimeli bir takım bloklar belirlemektedir. Sonra, blokların hemen altında 2. bir tuş seçilmeli ve ona basılmalıdır. Şekil 5.1-2'de tipik bir menü ekran gösterilmiştir. Klavyeler ve onların çalışma sistemleri üreticiler arasında değişiklik gösterir. Bunların çalışmaları üretici tarafından kullanıcılara, kullanım klavuzları vasıtası ile anlatılmaktadır.

### 5.1.1. PROGRAMLAMA FORMATLARI

Burada günümüz PLC pazarının büyük bölümüne sahip olan firmalarınkine benzer genel bir format kullanılacaktır. Tecrübeler göstermiştir ki herhangi bir PLC tipini programlamayı öğrenen bir kişi formatları farklı da olsa başka bir PLC sisteminde öğrenebilir.

Formatlar arasında farklılık gösteren faktörlerin bazıları genelde projelerin numaralandırılması ve ekran oluşumlarına isimlerini verir. Bir başka format değişikliği de, kontaktlar için format numaralandırmasında, çıkışlarda ve kaydedicilerdedir. Bu formatlar kelimeler, numaralar veya her ikisinin kombinasyonunu içermektedirler. PLC işletim klavuzları fonksiyonlar ve kütüklerin tanımlanmasının çeşitli sistemlerini açıklamaktadır.

PLC monitörünün ekran oluşumunda ki en büyük farklılık taşınabilir tiple tam-monitör arasındadır. Elle taşınabilir veya küçük klavye-monitör sistemleri, bir anda kontakt adımının yalnızca bir bölümünü gösterebilir. Daha geniş sistemler tüm adımları veya kontak planında ki adımları ekranda gösterir. Daha geniş olan bu ekran izleyiciye tam bir görüntü vermektedir. Eğitim işlerinde ki bir çok konuda geniş monitörler tercih edilir, çünkü bu öğrenme işlemine görüntüyü bir kerede görebilme açısından yardımcı olur. Geniş monitörlerde PLC programlamayı öğrendikten sonra küçük ve taşınabilir bir birimi programlamayı öğrenmek oldukça kolaydır. Ekranın boyutu bir PLC satın almadan önce kolaylık ve fiyat açısından göz önünde bulundurulması gereken önemli bir faktördür.



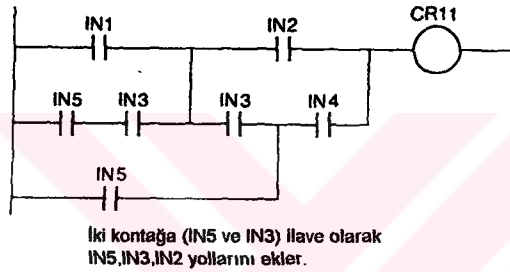
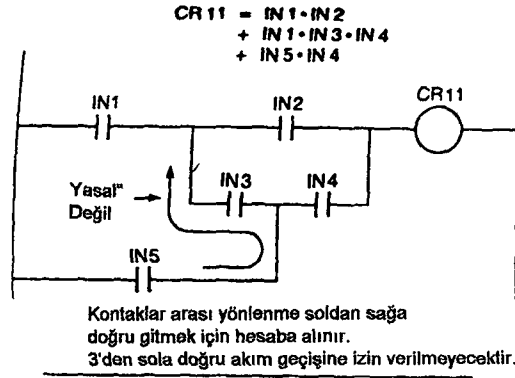
Şekil 5.1-3 : İççe yerleştirme gerektiren yönlendirmeli uygun program

### 5.1.2. PLC ADIM ŞEMASININ UYGUN TASARIMI

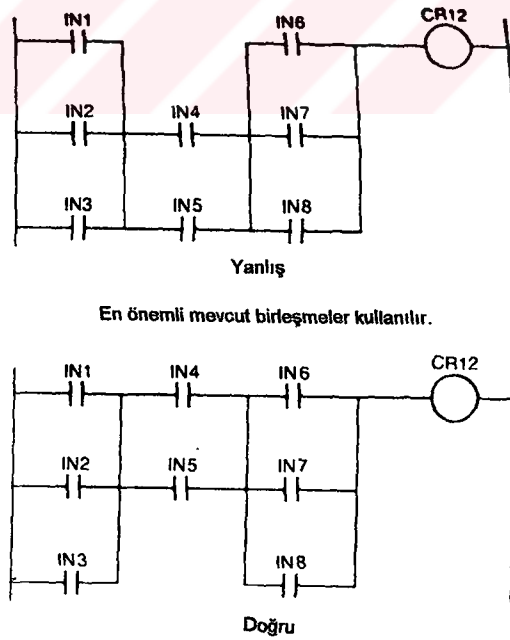
PLC adım şeması programlanırken, PLC programlama formatının limitlerine dikkat edilmelidir. Aksi halde, PLC CPU ekranda programlanmış adım şemasını hafızasına kabul etmeyecektir. Kabul edilmeyen yanlış formatlanmış adım şemalarının bazı durumlarında, bir hata mesajı ekranda belirir. Hata mesajı programın girilmediğini ve bunun nedenini gösterecektir. Tipik PLC'ler için bazı adım yapısı limitleri şunlardır:

1. Bir bobin veya çıkış ilk olarak girilmelidir,
2. Bir bobin veya kontakt son olarak girilmelidir,

3. Ekranda bir kerede yalnızca bir çıkış ve ona ait kontaklar görülebilir. Ekran limitlerine bağlı olarak diğerlerinde beşe kadar görülebilir.
4. Bir grup kontağa yalnızca bir tek çıkış bağlanabilir.
5. Bir kontak mutlaka sol üstteki yuva 1'e girmelidir.
6. Tüm kontaklar mutlaka dikey olarak yürütülmelidir. Yatay kontaklara müsaade edilmez.
7. Çıkış başına düşen kontakların sayısı limilidir. Örneğin, 8 çapraz 10 aşağı, 11 çapraz 7 aşağı vs.



Şekil 5.1-4 : Akış yönlendirmeli uygun program



Şekil 5.1-5 : Kontak yerleşimi için uygun "düz çapraz" yönlendirimi

8.Kontaklar doğru bir şekilde içiçe yerleştirilmelidir (Şekil 5.1-3). Yerleştirme ihtiyaçları bir PLC'den diğerine farklılık göstermektedir. Şekil 5.1-3, bir üreticinin ihtiyaç duyduğu formatı göstermektedir.

9.Akış soldan sağa doğru olmalıdır (bakın şekil 5.1-4).

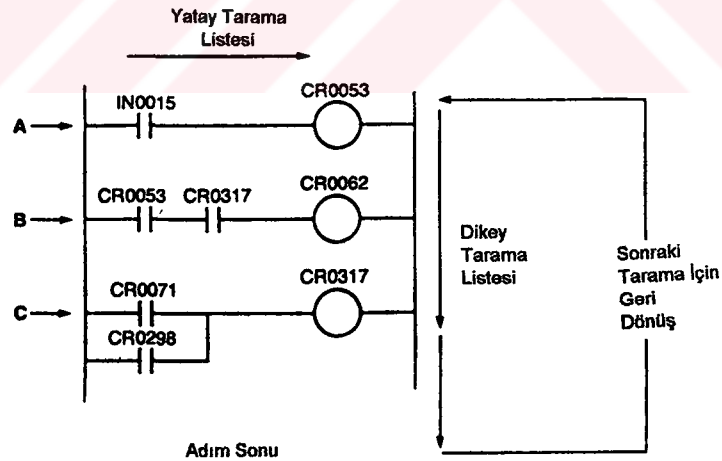
10.Kontakların ilerlemesi tam çapraz olmalıdır (bakın şekil 5.1-5).

İşlem klavuzu, verilen PLC sisteminin doğru programlanması için gerekli bilgileri içerir.

### 5.1.3. İŞLEM TARAMA

Tüm PLC'lerin çalışma programlarını tamamen tarayabilmek için ayrı bir zamana ihtiyaç vardır. Tarama işlemi soldan sağa, her kontak planındaki adıma karşı sırayla en tepeden, dip adıma doğru yapılır. Tipik olarak, tam adım tarama zamanı yalnızca birkaç milisaniyedir. İlk bilgisayarlar tam bir tarama yapmak için birkaç saniye harcarlardı. Günümüz mikroişlemci temelli PLC'leri çok daha hızlı tarama yaparlar ve bu mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin elimizdeki diagramda her milisaniyede iki kere monitörlenmesi gereken bir kritik güvenlik noktası vardır. Tarama zamanının beş milisaniye olduğu düşünelim. Kritik güvenlik noktası buna karşın her beş milisaniyede yalnızca bir kere kontrol edilmiş olur ki bu da her yarım milisaniyede bir gereken tarama değildir. Bu programlama probleminin üstesinden gelecek ileri düzey teknikler mevcuttur.

Bir diğer tarama ile ilgili düşüncede olayların düzgün çalışma sıralamasını içerir. Bir çıkış, röle lojik sisteminde olduğu gibi, hemen işlem sıralamasına giremeyebilir. Bir röle lojik sisteminde, adım kontrol sisteminin herhangi bir yerinde meydana gelen bir olay çabuk bir hareket içinde sonuçlanır. Bir PLC adım kontrol şemasında, yinede, kontak planındaki adım taranana kadar hiç bir etki yeralmaz. Birçok durumda bu PLC lojik gecikme etkisi normal değildir. Yine de hızlı hareket eden, kilitlenmiş veya çok hızlı adımlı PLC programlarında, tarama işlemi için geçen zaman göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin şekil 5.1-6' da görülen açık-kapalı konumdaki çıkış CR 0062 ile tanımlanmış. CR 0062 iki kontak ile kontrol edilmektedir, CR 0053 ve ayrılmış giriş numarası CR 0317. IN 0015'e bağlanmış giriş anahtarı kapalıdır. A hattındaki CR 0053 kontak IN 0015 ile açılır. Sonra, B hattındaki CR 0053 kapanır. Eğer CR 0317 B'ye geçildikten hemen sonra iki kontağından biri ile enerjilendirilirse, CR 0053 hemen devreye girmeyecektir. B hattındaki CR 0317 kontağı buna rağmen sonraki taramada biz B'ye geçene kadar kapanmayacaktır.



Şekil 5.1-6 : PLC adım tarama örneği

### 5.1.4. PLC ÇALIŞMA HATALARI

Her PLC, yanlış programlama ve çalışma için kodlara sahiptir. Yalnız bir şey olduğunda, küçük sistemlerde kod şeklinde, büyük sistemlerde ise kullanıcıya yakın bir dille monitörde bazı kodlar

gözükür. Örneğin, küçük sisteminizin ekranında “24” görülebilir. Elinizdeki çalışma kodlarıyla ilgili listeye göre “24”ün anlamı hafızada taşmadır. Daha geniş bir sistemde “Hafızada taşma” kelimeleri (veya hata neyse) olduğu gibi ekranda gözükülebilmektedir.

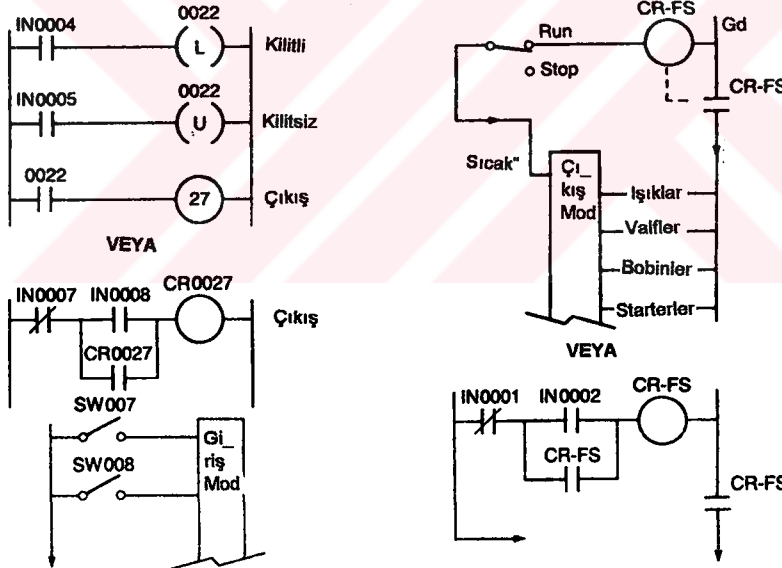
Sistemin bağlantısızlığı veya zayıf bağlantısı durumunda “iletişim hatası” gibi bir mesaj alırsınız. Diğer problemler için genellikle ekranın alt tarafında farklı mesajlar belirlemektedir.

İç programlama “tehir” durumunda, CPU’ da bir hata ışığı devreye girer. Doğru yorumlama için işlem klavuzu’nun referansına ihtiyaç vardır. Tipik olarak, CPU’da görülen bir hata ışığının anlamı bir hafıza temizleme işleminin yapılması gerektiğidir. Yeniden düzenleme işlemi PLC program hafızasının tamamen temizlenmesini gerektirir. Eğer kullanılmakta olan program bir teyp’e veya diskete kaydedilmiş ise, klavye üzerinde elle yeniden girişe gerek duyulacaktır. Elle tekrar girişin uzun zaman alacağı düşünülecek olursa herhangi bir hatanın meydana çıkması halinde her çalışma programının kaydedilmesi iyi bir fikir olacaktır. Temizleme işleminden sonra kaydedilmiş programın CPU’ ya yeniden girilmesi çabuk olacaktır.

### 5.1.5. ARIZA GÜVENLİKLİ DEVRELER

Bazı PLC devreleri bir sinyal voltajı uygulanarak kapatılmak üzere programlanmıştır. Örneğin, Kilitli/Kilitsiz fonksiyonu, bobini veya çıkışı kapamak için kilitsiz bir sinyale ihtiyaç duyar. Eğer kontrol gücünü kaybederseniz, stop düğmesine basmanın hiç bir etkisi yoktur, sistemin kapatılması için kontrol gücüne ihtiyaç duyulana kadar bobin aynen devam eder.

Acil durdurma anahtarı veya itme düğmeleri PLC açık-kapalı devrelerinden bağımsız olarak bulunmalıdır. Şekil 5.1-7 gerçek bir hatasız sistem olarak kullanılan bir devreyi göstermektedir. Sağdaki arıza güvenli devrede ana yürütme durdurma anahtarının kapatılmasıyla tüm bobinlerin enerjileri kesilmiş olur.



**Arıza güvenliksiz**  
Hepside çıkış 0027’yi çevirmek için kontrol gücünün mevcudiyetine ihtiyaç vardır.

**Arıza Güvenlikli**  
PLC devreyi kapamasına ilaveten devreyi kapama kullanılmıştır. Stop düğmesine basıldığında veya kontrol gücünün kesilmesi durumunda çıkışları kapatır.

Şekil 5.1-7 :Emniyetli “arıza güvenli” devre

Elbette sistemdeki “arıza güvenlik” açıklanmalıdır. Acil durum anahtarı veya itme düğmesi basıldığında, bütün bobinlerin kapanmasını arzu etmeyebilirsiniz. Yay geri dönüşlü bir cihaz olduğunu düşünün. Acil durum anahtarının makinayı olduğu yerde durdurması beklenirse bu olmaz geri yayanır. Gerçek “hata emniyeti” için kontrol sisteminin tam bir analizine ihtiyaç vardır.

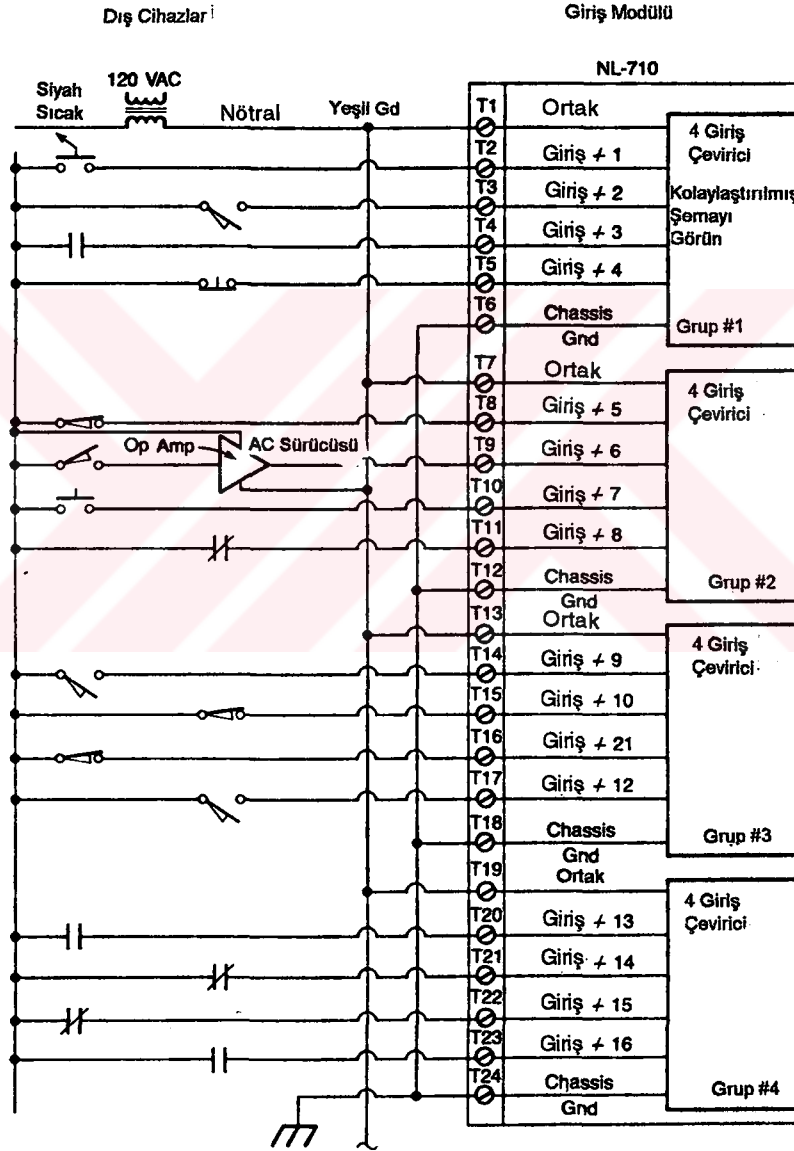


## 5.2. AÇIK-KAPALI GİRİŞLERİN AÇIK-KAPALI ÇIKIŞLAR ÜRETMEK İÇİN PROGRAMLANMASI

### 5.2.1. GİRİŞLER/KONTAKLAR

Bir PLC sistemindeki kontaklar genelde girişlerle ilgilidir. Giriş modülüne her bir girişe karşılık CPU'da programlanmış bir PLC kontağı mevcuttur. Buna karşın, program içindeki her kontağın kendisine karşılık gelen bir girişe ihtiyacı olmayabilir.

Bir PLC sisteminde her giriş, giriş modülü ve CPU'da ki bir numaraya tahsis edilmiştir. Bu numara tam sayılardan veya kelimelerden oluşan ayrılmış bir blok olabilir. Diğer PLC'lerde IN gibi bazı önekler kullanılabilir. Bir önek sisteminde 5. giriş PLC program numarası IN 0005'e karşılık gelebilir. Tipik bir giriş projesi şekil 5.2-1'de gösterilmektedir.



Şekil 5.2-1 : Tipik PLC giriş plan

Giriş terminalleri, IN 0001'den IN 0016'ya kadar gibi, bir seri numaraya karşılık gelir. Modülün numaraları SIP veya DIP anahtarları ile düzenlenmiştir.

Terminal 5'e güç uygulandığını farzedelim. Programlanmış tüm kontaklar, IN 0005 gibi, durum değiştirecektir. Giriş incelenir ve doğru hareket yerini alır. Normalde açık olan tüm IN 0005 kontakları PLC programında kapalı duruma gelecektir. Normalde kapalı olan kontakların bu şekilde açılışı PLC programlamasının anlaşılmasında anahtar bir kavramdır.

Bazı tipik giriş kontak cihazları şekil 5.2-2'de gösterilmektedir. Giriş besleme voltajının değeri giriş modülünün voltaj değerine karşılık gelmek zorundadır (şekil 5.2-2).

Basınç ve Vakum Switch'leri		Sıvı Seviye Switch'leri		Isı Etkili Switch'ler		Akış Switch'leri (Hava, su...)													
N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.												
Hız (Tıkamalı) Tıkamasız		Seçici																	
     		2 Pozisyon		3 Pozisyon		2 Poz. Seçici Bama Butonu													
		   I-Kontak kapalı		   I-Kontak kapalı		   I-Kontak kapalı													
						<table border="1"> <tr><th colspan="2">Seçici pozisyon</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th></tr> <tr><th>Buton</th><th>Buton</th></tr> <tr><th>Serbi Basılı</th><th>Serbi Basılı</th></tr> <tr><td>1-2</td><td>I</td></tr> <tr><td>3-4</td><td>I</td></tr> </table>		Seçici pozisyon		A	B	Buton	Buton	Serbi Basılı	Serbi Basılı	1-2	I	3-4	I
Seçici pozisyon																			
A	B																		
Buton	Buton																		
Serbi Basılı	Serbi Basılı																		
1-2	I																		
3-4	I																		
Basma Butonları				Sınır Anahtarlar		Ayak Pedalı													
Anlık Kontak				Devamlı Kontak		Normalde													
Tek Devre		Çift Devre		İki Tek Ckt.		Açık													
N.O.	N.C.	N.O. & N.C.	Mantarlı Kafa	Wobble Stick	Bir Çift Ckt.	Kapalı													
						  Tutulu Kapalı Tutulu Açık													

Şekil 5.2-2 . Tipik PLC giriş cihazları

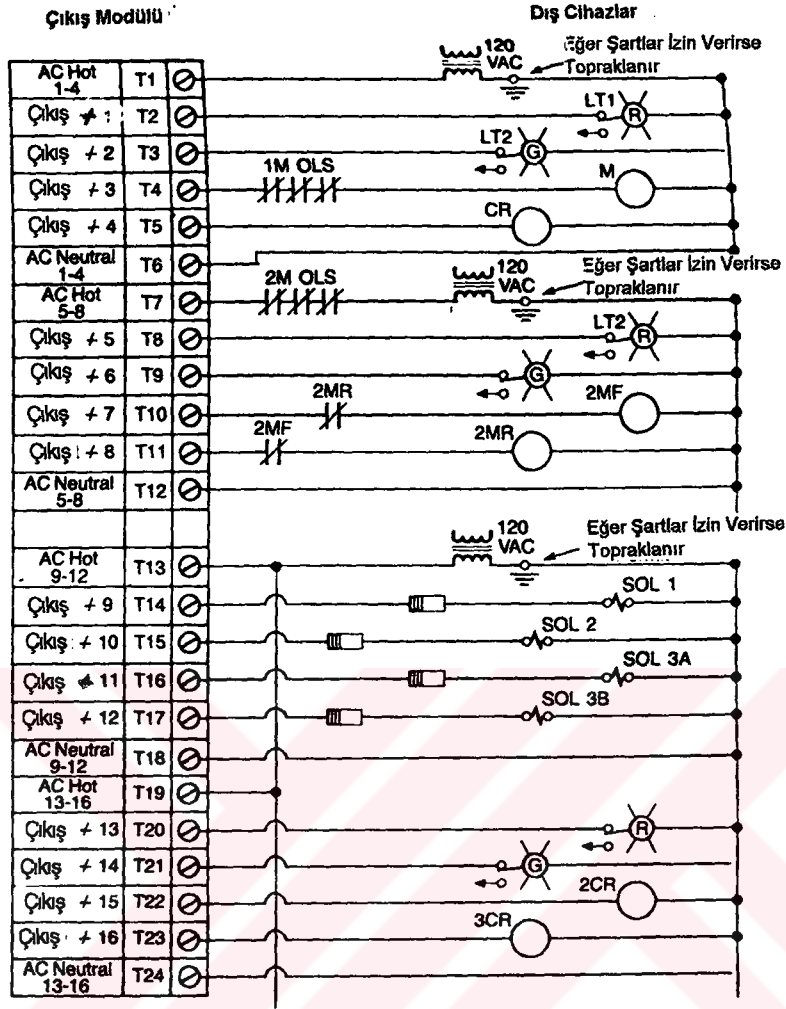
Girişlere bağlı olarak kontaklar üzerinde bir diğer anahtar noktası mevcuttur. Program içindeki bir kontakın IN0018 ile belirtildiğini ve bağlanan girişlerin yalnızca IN001 ile IN0016 arasında olduğunu kabul edelim. IN0018 programlanmış kontak, dıştan gelen sinyallerle durum değiştiremez. Giriş modülünden gelen ve CPU'nun iç durumuna etki edebilecek herhangi bir enerjileme sinyali mevcut değildir.

### 5.2.2. ÇIKIŞLAR / BOBİNLER

Bir PLC programının içindeki bobinler, dış cihazlara gönderilen çıkış sinyalleriyle ilgilidir. Bir çıkış, PLC adım çizelgesinde kendisine karşılık gelen bobin numarası açıldığında çıkış modülü yoluyla enerjilendirilmiş olmaktadır. Bir programdaki her bobinin kendisine karşılık gelen bir çıkışı olmadığını unutmayın. Birçok bobin yalnızca iç lojik için kullanılabilir. Tipik bir çıkış projesi şekil 5.2-3'de gösterilmektedir. Çıkış cihazının voltajları ve akım gereksinimleri, çıkış modülü değerleriyle eşit olmak zorundadır.

Girişlere benzer olarak çıkış numaraları da karşılaşmalıdır. Örneğin, yalnızca CR0017'den CR0032'ye kadar olan çıkışlar bir çıkış modülü yoluyla CPU'ya bağlanmıştır. Eğer program bobinleri CR0014 ve CR0034 gibi numaralara sahipse, herhangi bir çıkışı etkilemeyecektir. Çünkü etkilenmesi gereken çıkış sinyaline karşılık gelen bir bobin yoktur. Eğer CR0018 açılırsa, çıkış 18'de açılacaktır.

Bobin çıkışları için bazı tipik çıkış cihazları şekil 5.2-4'te gösterilmektedir. Son olarak gösterilmiş bir anahtar noktası, PLC çıkışı kapalı olduğunda küçük bir çıkış modülü akım kaçağı olduğunun göstergesidir. Bu akım kaçağı, eğer çıkış cihazı düşük değerli bir voltaja karşı duyarlı ise mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Çıkış modülü teknik olarak kapalı konumda olmasına rağmen çıkış cihazı kapanmamış olabilir. Şekil 5.2-4 işlemlerde kullanılan bazı tipik çıkış cihazlarını göstermektedir.



Şekil 5.2-3 :Tipik PLC çıkış planı

### 5.2.3.ÇALIŞMA METODLARI

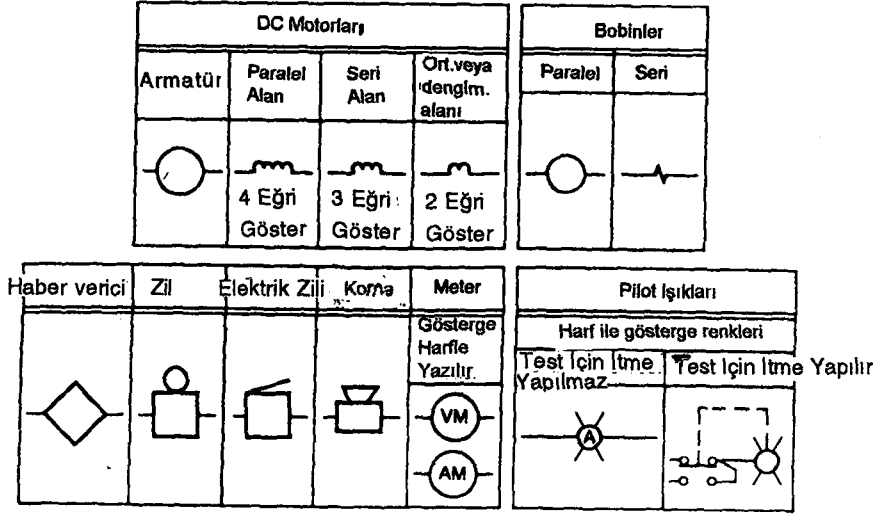
Basit bir program PLC'den nasıl yararlanılmaya başlanacağını gösterir. Aşağıdaki çalışma metodunu meydana getirmek için bir PLC yerleştirmek istendiğini düşünelim. İki mandallı ve bir sınır anahtar uyarıldığı zaman bir röle bobini uyarılır.

İlk basamak, her bir PLC tanımlama numarasının giriş ve çıkışlara ayrılmasıdır. Girişler genellikle IN önekini almaktadırlar. Çıkışlarda genellikle CR önekine sahiptirler (kontrol röleleri için). Aşağıdaki numaralar şu şekilde ayrılabilir:

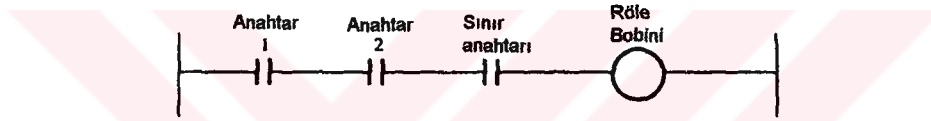
Röle için anahtar 1	IN 001
Röle için anahtar 2	IN 002
Röle için sınır anahtarı	IN 003
Röle çıkışı	CR 001

Daha sonra çalışma devresini temsil edecek bir adım lojik diagramı tasarlanır. Bu, şekil 5.2-5'de gösterilmektedir. Sonra, girişlerin ve çıkışların giriş ve çıkış modüllerine nasıl bağlanacağı düşünülür. 8 terminalli bir giriş ve 8 terminalli bir çıkış kabul edelim. Modül anahtarlarının düzenlemesi, modüllerin

sinyalleri 1 ile 8 arasındaki girişler ve 1 ile 8 arasındaki çıkışlar olarak algılaması açısından gereklidir. Girişlerden çıkışlara bağlantılar daha sonra şekil 5.2-6'ya göre yapılmaktadır. Her bileşen modüllerden birine bağlanır. Dışarıdan hiç bir bağlantı yapılamaz.



Şekil 5.2-4 : Tipik PLC çıkış cihazları



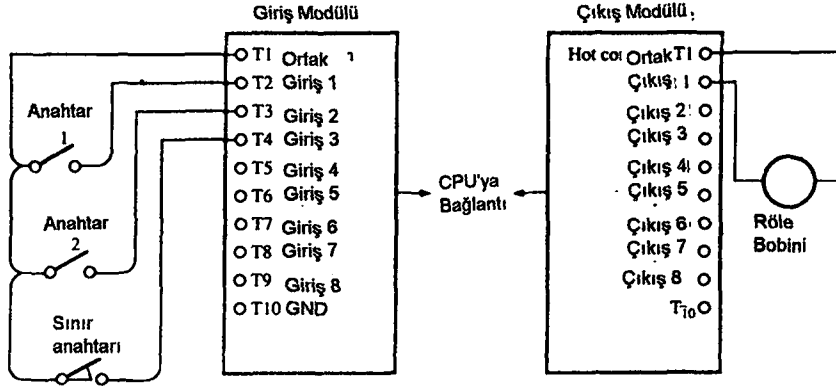
Şekil 5.2-5 : Röle çıkışı için adım lojik diagramı

Son olarak, adım programı CPU'ya klavye yardımıyla girilmelidir. Programın, adım formatında girilmesinin genel metodu şöyledir:

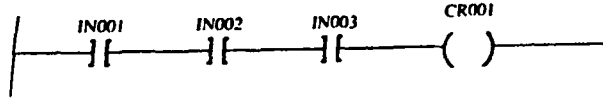
1. PLC program hafızasını kapalı durumdaki CPU ile temizlenir. Metod, ekran menüsünde veya PLC için İşletim klavuzunda belirtilmektedir.

2. EDIT modunda röle kontrol hattı aşağıdaki gibi yerleştirilir :

- NO kontak anahtarına basılır.
- Giriş (INPUT) anahtarı itilir.
- 001 sayısal anahtarı itilir.
- Giriş (Enter) anahtarı itilir. Kontak monitörde görünmelidir.
- Kursörü sağa doğru bir boşluk ilerletilir.
- (a) ve (b) adımları tekrarlanır.
- 002 sayısal anahtarı itilir.
- Giriş (Enter) anahtarı itilir. Monitörde 2. kontak görünmelidir.
- Kursör bir boşluk daha sağa doğru ilerletilir ve işlem 003 için tekrarlanır.
- Sağa doğru hatta devam edilir.
- Bobin/çıkış anahtarı itilir. Bobin monitörde görünmelidir.
- 001 sayısal düğmesine basılır.
- Giriş'e (Enter) basılır
- Eğer hat doğru görünüyorsa "adım yerleştirme" düğmesine basılır ve giriş yapılır.



Şekil 5.2-6 : Şekil 5.2-5'deki devre için bağlantı şeması



Şekil 5.2-7 : Şekil 5.2-5'deki devre için PLC monitör adımı.

PLC çizelgesinin son hali şekil 5.2-7'de gösterilmektedir. PLC anahtarı yürütmeye (RUN) ayarlandığında, devre taslaktaki gibi çalışmaya başlayacaktır.

Eğer programlayıcı küçük, elle taşınabilir ve ekransızsa programlama (a)'dan (k)'ya kadar olan basamaklardaki gibi olacaktır. Sıralamadaki üç değişiklik aşağıda anlatıldığı gibi olabilir:

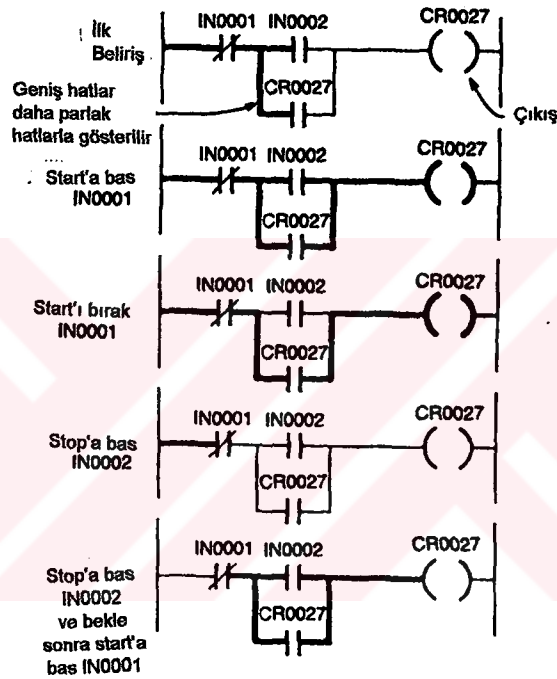
1. Kursörü (e) adımımda olduğu gibi sağa doğru ilerletmek yerine AND düğmesine basılabilir.
2. (k) adımımdaki CR'ye basmadan önce LOAD düğmesine basılır.
3. Giriş ve çıkışın her ikisi içinde aynı numarayı (001) kullanılmayabilir. İşletim klavuzu'na göre numaraların giriş ve çıkışlara nasıl tahsis edildiğini kontrol edilir.

### 5.3 YARDIMCI KOMUTLAR VE FONKSİYONLAR

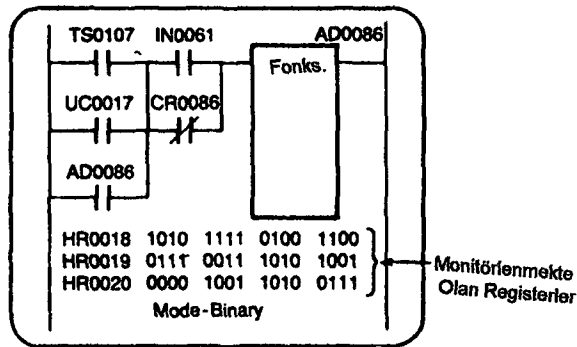
Üç önemli PLC fonksiyonu kullanım alanları bakımından önemlidir: MONITOR modu, FORCE/OVERRIDE fonksiyonu ve çeşitli PRINT yetenekleri.

#### 5.3.1.MONİTÖR MODU-ADIM DİAGRAMLARI

Adım diagramı çalışması için MONİTÖR modu ekranda bir çok yolla gösterilebilir. Voltajın geçtiği yörünge aydınlatılarak veya diğer durumlarda yörüngeyi noktalı bir hatta veya flaş etkisine dönüşmesiyle de gösterilebilir. Adım hatlarının tamamını gösteren geniş monitörler, kuvvetlendirilmiş parlaklık etkisini kullanırlar. Hattın yalnızca bir kısmını gösteren daha küçük monitörler, diğer göstergeler sistemlerini kullanırlar. Şekil 5.3-1 standart, üç telli, motor kontrolü ve tek hatlı adım diagramı için kuvvetlendirilmiş parlaklığı göstermektedir. Şekil, iki giriş (stop ve start) enerjilenmiş ve enerjisiz ekranı göstermektedir. Yörünge değişimleri bizim devre çalışmasını izlememize müsaade etmektedir.



Şekil 5.3-1 .MONITOR moduna örnek

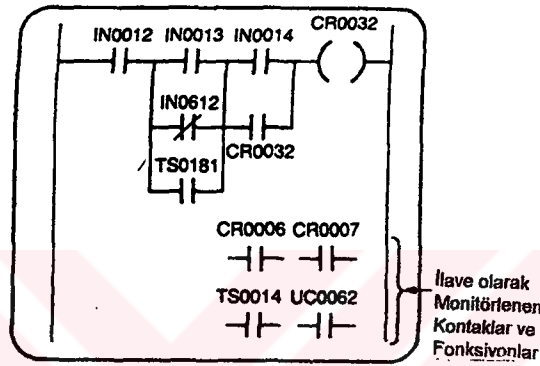


Şekil 5.3.-2 : Tek registerregisterlerin durumlarının gösterimi

MONITOR fonksiyonu genellikle geniş sayıdaki adım hatlarının analizinde kullanışlı olmaktadır. MONITOR modu çalışmasında bozukluk olan bir sistemin arızasının giderilmesinde operatöre yardımcı olmaktadır. Bazı PLC modellerinde ekran EDIT modundayken aynı zamanda MONITOR modunda da olur; diğer PLC'lerde MONITOR modu ayrı bir şekilde çağırılmış olmalıdır.

Adım diagramına ek olarak monitörlenene diğer sistem karakteristikleri de mevcuttur. Bunlar içinde kaydedici durumu, bobin ve kontak durumu mevcuttur. Diğer monitörlenebilen sistem parametrelerine güçlendirilmiş fonksiyonların listelenmesi dahildir. Bazı ileri düzey PLC sistemleri hızlı analiz için bozukluk gösteren çıkış cihazlarını da listeleyebilmektedir.

Şekil 5.3-2 dört tutucu registerin durumunun nasıl gösterildiğini göstermektedir. Şekil, register değerini ikili ikili göstermekte; bir çok PLC size yazılı çıkışta kullanmak üzere istediğiniz numaralama sisteminin seçeneğini sunar: ikili olduğu gibi, ondalık, altılı, sekizli veya ASC II.



Şekil 5.3-3 .Kontak durumunun monitörlenmesi

PLC sistemlerinin bir çoğunda yalnızca bobinler, kontaklar veya her ikisi birden çağırılabilir. Örneğin 32. hatta iken, ekran dışında 6. hattaki giriş kontaklarında ne olup bittiği görülmek istenebilir. 6. hatta ait kontaklar ve bobinler kendilerini boş bir alan içine sokabilirler ve açık-kapalı durumundayken gözlemlenebilirler. Şekil 5.3-3, bu tek kontakların adım çizelgesi gibi diğer PLC bilgileri ile birlikte nasıl belirdiklerini gösterilmektedir.

### 5.3.2 FORCE MODU

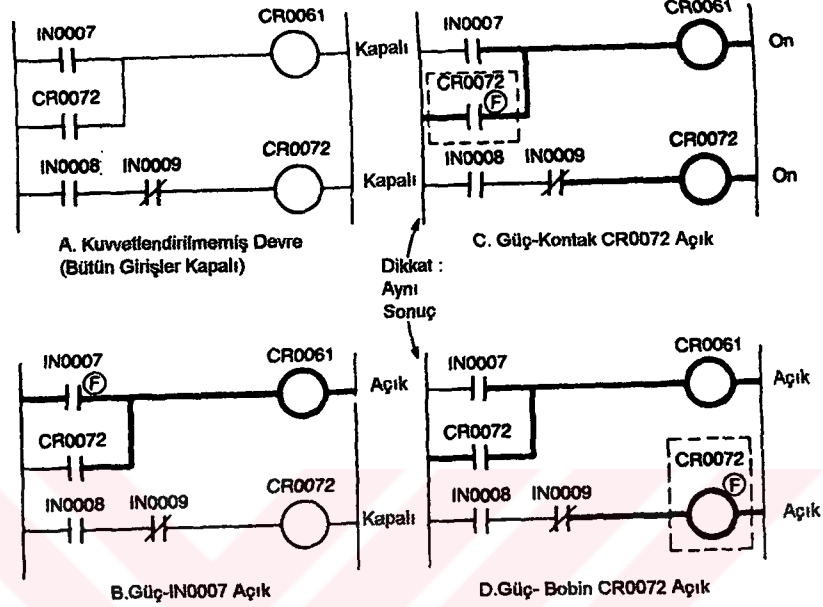
Birçok PLC bir FORCE fonksiyonunu taşıma kabiliyetine sahiptir. Fonksiyon esas olarak program klavyesinden devreyi çalıştıran operatör veya programcıya olanak sağlayan bir üzerinden geçme kontroldür.

Force modu normalde MONITOR modunda taşınır. İlk olarak kontak, bobin veya güçlendirmek istediğiniz fonksiyon üzerine kursör yerleştirilir. Daha sonra görevlendirme için gerekli klavye işlemleri takip edilir. FORCE'un açılması, kursörün altındaki kontak veya bobinin durumunu değiştirir. Normalde açık olan bir kontak kapanır, normalde kapalı kontak açılır. Bir bobin veya fonksiyon güçlendirilirse, etkileyici dış komutlardan bağımsız olarak devam edecektir.

Birçok durumda, herhangi bir rölenin (CR) kontaklarını güçlendirmek, diğer CR numarasına ait kontakları güçlendirmenin yanı sıra röle bobinini de açar. Force işlemlerinin bir örneği şekil 5.3-4'te gösterilmektedir. Force fonksiyonunu hareket ettirmek için önce kapatılır ve sonra temizleme (clear) tuşuna basılır.

Güçlendirilen tek bobin veya kontaklar girişleri yapıldığında sürekli olarak güçlendirilmiş durumda kalabilirler. Bu süreklilik işlemi, çalışma zincirinde istenmeyen kalıcı bir değişikliğe sebebiyet vermemek için çok dikkatli yapılmalıdır.

Force modunun bazı kesin sınırlamaları vardır. Güçlendirildiğinde bütün fonksiyonlar, bobin ve kontaklar gibi davranmazlar. Kontak ve bobinlerde kontakın güçlendirilmesi, bobini ve diğer tüm kontaktlarının da aynı zamanda güçlendirilmesine neden olur. Diğer bir çok fonksiyonda aynı tarzda çalışır. Belirli bir PLC'nin çalışma metotlarını, her bir fonksiyonun FORCE komutuna nasıl karşılık verdiğini görmek için tekrar gözden geçirmek gerekir.



Şekil 5.3-4 : FORCE prosedürü

Örneğin bazı PLC'lerde "ANA KONTROL RÖLE" (MCR) fonksiyonunun güçlendirilmesi, normal çalışma adım programında MCR'yi açmakla aynı etkiyi yaratmaz. MCR bobinin güçlendirilmesi onun fonksiyonuna etki etmez fakat birleştirilmiş kontaktlarını açar.

Aynı özel düşünce SKIP ve DR/ADIMLAYICI fonksiyonlarla da uygulanabilir. FORCE çalışma karakteristiğindeki fonksiyonlar için işletim klavuzu kontrol edilmelidir.

Eğer endüstriyel bir işlem işletimde ise, işlemi kontrol eden ve yalnız giriş sinyalleri içinde güçlendiren CPU'ya, klavyeyi askıya alarak periyodik yalnız sinyaller sokturmak elbetteki yalnız durum olurdu. Bu yalnızca donanım için tehlikeli olmaktan çok birinin zarar görmesine de neden olabilir. Alan içindeki tüm personel uyarılmadan bir çalışma sisteminde FORCE fonksiyonu kullanılmamalıdır. En iyisi, bir çalışma sisteminde bunun tamamını kullanmamaktır; eğer mümkünse kullanımı sınırlanmalıdır.

### 5.3.3. ADIM ŞEMALARININ ÇIKIŞININ YAPILMASI

Bir ekrandaki adım şemaları PLC'nin modeline göre 1'den 4'e veya 5'e kadar adımı içerebilir. Örneğin tüm çalışma devreleri yirmi veya daha fazla adıma sahipse, bu devrenin tamamı bir kerede görmek istenebilir. Eğer kullanılan PLC'nin PRINT modu sistemi varsa, tüm adım çizelgesinin çıkışı sürekli olan klasik bir bilgisayar printerinden yapılabilir.

Adım çıkışı istemenin elbette başka sebepleri de vardır. Örneğin, kalıcı bir yazılı kayıt istenebilir. Eğitim ve araştırmada da çıkış, laboratuvar sonuçlarının yazılı birer kayıdır.

Adım çıkışlarının ekstra bir yardımcı özelliğide, her adımın çıkışının çapraz referans sistemiyle yapılabilmesidir. Bu çapraz referanslar standart adım çizelgelerinde kullanılan klasik olanlara benzerler. Bir bobin veya fonksiyonlu her adım hattı ardarda gelen numaralara ayrılmıştır. Daha sonra her hatta, o hatta ait bobin veya fonksiyonun olduğu diğer hatların listesinin çıkışı yapılır.



IR0706	1010	1111	1100	0000	HR0062	0087
IR0707	0101	0010	0110	1101	HR0063	0642
IR0708	1001	0101	0011	1111	HR0064	7410
IR0709	1100	1000	1010	1101	HR0065	0007
	(In Binary)				(In Decimal)	

Şekil 5.3-6 : Register durumu yazılı çıkışı

Zaman	HR0307	OR0072	IR1072
0	0682	0167	6421
5	0682	0268	6421
10	0683	0167	6421
15	0683	0167	6421
20	0684	0268	6421
25	0685	0411	6421
	↓	↓	↓

5 Saniyelik sabit bir düzende kurulur (Desimal)

Şekil 5.3-7 : Register zamanlama yazılı çıkışı

Sabit zamanlı zaman aralığının bir alternatifi istisna zaman, kağıt tasarrufu yapar ve verilere harcanan zamanı azaltır. İstisna zamanlama, yalnızca monitörlenilen parçalardan biri durum değiştirdiği zaman çıkış yapar. Şekil 5.3-9, şekil 5.3-7 ve şekil 5.3-8'de gösterilen kaydedici ve kontakların ayınları için istisna zamanın nasıl çalıştığını göstermektedir. Durum değişiminin zamanı yazılı çıkışın solunda gösterilmektedir.

Zaman aralıklarında istisna ile zamanlama ekranda gösterilebilir veya printerden çıkışı yapılabilir.

Zaman	Binary Düzende 8 Bitlik registerler			
	HR0061		IR0004	
0	1010	1110	0001	0110
12.6	1110	1110	1111	1010
21.7	0000	0110	1111	1111
68.4	1111	1001	1010	1111
71.3	1111	1001	1101	1111
97.8	1101	1001	1101	0001
109.1	1000	0001	1101	0001
	↓	↓	↓	↓
	Registerler			
Zaman	CR0702	CR0641	TS0061	
0		010		
6.2		010		
7.2		011		
7.3		111		
14.1		010		
14.2		111		
41.3		110		
116.4		000		
	↓	↓		

Şekil 5.3-8 : İstisna zamanlama yazılı çıkışı

Zaman	CR0121	CR0071	CR0006
0	101		
2	101		
4	111		
6	001		
8	101		
10	000		
12	001		
14	011		

2 Saniyelik sabit bir düzende kurulur (Desimal)

Anahtar  
1 0 1  
Means:  
CR0121 - 1 - Açık  
CR0071 - 0 - Kapalı  
CR0006 - 1 - Açık

Şekil 5.3-9 : Kontak zamanlama yazılı çıkışı

#### 5.4 PROGRAMLAMA YAZILIMI İLE PLC PROGRAMLAMA VE PROGRAMLAMA DİLLERİ

PLC programının gelişmesi problemin tanımıyla başlamaktadır. Program yol-adım diagramı veya işlev şeması gibi grafik yardımcıları yapılmaktadır. Yazılım ve donanım atama listesiyle birbirine bağlanmaktadır. Bunu programın detaylandırılması çalışmaları ve program dökümantasyonunun başlaması takip eder. Daha sonra program uygun bir yazılımla, bir programlama ünitesi yani bir PC, kullanılarak girilir. Test edildikten sonra bütün hatalar düzeltilir ve işletmeye alınır, sonuç dökümanlaması yazılabilir ve işletici personel eğitilir.

Fakat kontrol düzenlemesi işi doğru tanımlanabilmesi, pratikte duyulduğu kadar kolay değildir. Makina mühendisi ve PLC planlama mühendisi/programlayıcı genellikle aynı kişi değildir ve netice olarak aynı dili konuşmazlar. Hepsi kendi özel alanının (mekanik, elektronik) ışığında kontrol mühendisliğini görmektedir. Böylece, eğer sonradan pahalı hataların oluşmasının önlenmesi isteniyorsa, makina veya sistem hassas tanımlanması, gerekli özelliklere göre yapılmak zorundadır. Akılda doğan fikirler şunları da içermelidir:

- Dış ödevler nedir, esas işlem (mümkün olduğu kadar çok detaylı tanımlanmış); teks, konum şeması, yol-adım diagramı , işlevsel sıra?
- Ne gibi ilave şartlar dikkate alınmak zorunludur?
- Hangi işlem modülleri gerekecektir: otomatik, el ile, dur-çalış işlemi, sürekli/tek çevrim, ayar modu.
- ACİL DURDURMA'nın sonucunda hangi şartlar üstün gelmektedir ve yeniden başlama şartları nelerdir?
- Güvenlik önlemi alınması gereken yerler var mıdır?
- Üretim verileri ve makine durumları bilgisayara girilmiş ve değerlendirilmiş mi? Eğer böyleyse, bu nasıl görüntülenmeli ve dökümanlanmalı?
- Hesaplamalar, kontrol veya konumlama fonksiyonları tamamlanmalı mı ,veya 30 Hz'den büyük sinyaller bilgisayara girilmelimi ?
- Diğer makinalarla veya kontrol seviyeleriyle iletişim veya şebekeleme gereklimi?
- Hangi iş elemanları kontrol edilmek zorundadır ve güç ihtiyacı nedir?

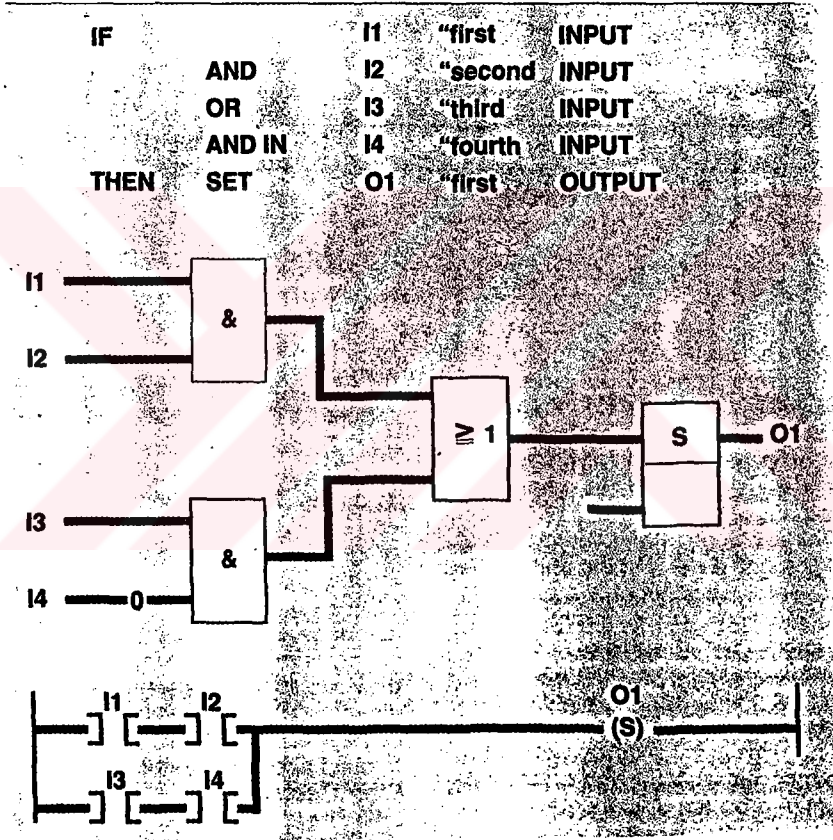
DİL	AVANTAJLARI	TERCİH EDİLEN UYGULAMALAR
Deyim Listesi (STL)	Çok esnek, kolay genişletilebilir ve uygulanabilir, dökümanlaması kolay	Makina mühendisliği
Adım şeması (LDR)	Basit bağlanmalar için çok açıktır. Birçok üretici "canlı" adım şeması şeklinde iyi test yardımı sunarlar.	Otomotiv endüstrisi
İşlev Şeması (FCH)	Adımların mükemmel tarifi; kolay dökümanlama ; iyi planlama yardımı	Proses mühendisliği
IEC 65A'da graphcet	Geniş programlar için göze çarpan planlama ve yapılanma yardımı	
BASIC	İyi bilinir, sevilir veya hoşlanılmaz	Kolay veri değişimi, kolay iletişim, kullanıcı klavuzu
Assembler	Oldukça hızlı programlama	Özel fonksiyonlar için üretici standart modülleri
Pearl/PLI/ADA	Henüz PLC'lerde mevcut değildir; yalnızca işlem kontrol bilgisayarlarında kullanılır.	

Şeki 5.4-1 : PLC programlama dilleri

Hangi PLC sisteminin kullanılacağına, yani giriş ve çıkış sayısı, bellek kapasitesi, kelime işleme, ilave modüller kullanılabilir mi, sistemin iletişim kabiliyetine bu soruların cevabında karar verilir.

Tamamlanmış kontrol sisteminin dökümanlaması, DIN 57113 ve VDI/VDE 3683'ün içerdiği özelliklere göre en azından uygulanabilir, aşağıdakileri içermelidir:

- Kontrol sisteminin kısa yazımı (gerekli bağlanmaların detaylı olduğu işlem modu, acil anahtarlama, el ile kontrol ve yeniden yerleşme işlemi)
- Terminal atamalı giriş çıkış listesi, donanım/montaj'ın kısa tanımı, donanım/montaj 'ın fonksiyonları, donanım /montajların hedef gösterimli çizimi.
- Fonksiyonel tanımlama.
- Devre şeması (yardımcı güç, uç bağlanmalar) ve/veya pnömatik veya hidrolik diagramlar.
- Program akışı (fonksiyon diagramı)
- Donanım tanımlamasına göre sisteme bağlanması gereken (sınır anahtarları, manyetik anahtar, valfler, gösterge ışıkları) elemanların listesi.
- Eleman listesi (yedek parça)
- İşletim komutları



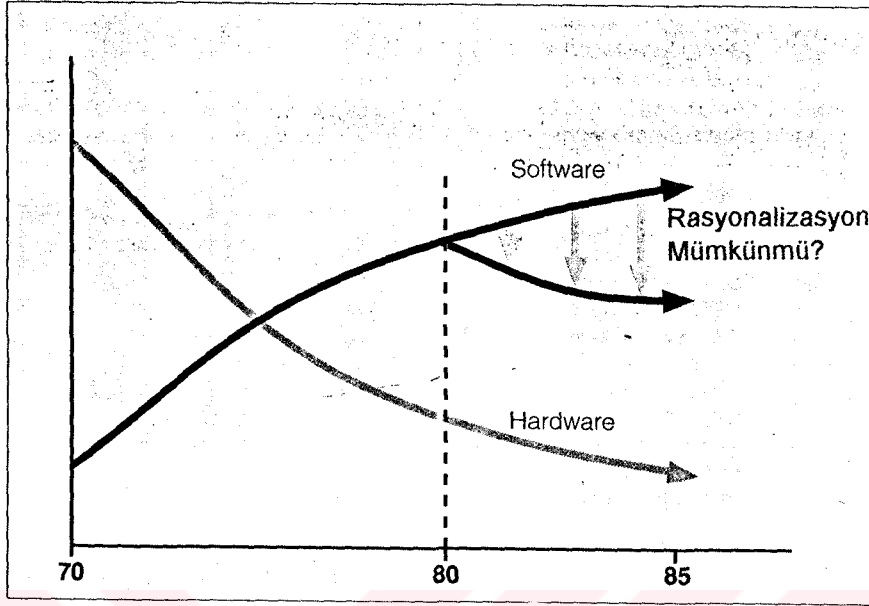
Şekil 5.4.-2 : STL, FCH ve LDR 'de bir mantık işlemi

#### 5.4.1 UYGUN PROGRAMLAMA DİLİNİN SEÇİMİ

Kullanılmakta olan PLC için sistem gereksinimleri belirtilmelidir. Bununla beraber, burada diğer talepler dikkate alınacaktır. PLC programlamada şu programlama dilleri kullanılabilir: adım şeması, işlev şeması, deyim listesi, graphcet, basic, assembler. Hangi programlama dilinin PLC'ler için uygun olduğunun tartışılması uzun bir süredir devam etmektedir.

Esas üretimleri ve geliştirme felsefelerine bağlı olarak, PLC üreticileri şimdi bir veya daha fazla genellikle özel dil sunmaktadırlar. Spesifik PLC'ler için veya bunlara karşı olmanın kararı programın

nasıl güçlü olacağına, yani nasıl iyi dökümanlanabilir ve test edilebilirliğine bağlıdır ve programlama yazılımı bunu başarmak için hangi yardımı sunar şekil 5.4-2'de gösterilmiştir.



Şekil 5.4-3 : Donanım ile karşılaştırıldığında yazılım maliyeti dik olarak artmaktadır.

#### 5.4.2 SEÇİLEN YAZILIM İLE DONANIM ARASINDA BAĞLANTI KURULMASI

Donanımı kuvvetlendirmek (giriş ve çıkışların kablolanması) program yazılırken yapılmaktadır. Programlama cihazı, program yazılmadan önce yerleştirilir. Hangi sinyal üreticilerini hangi PLC girişi ve hangi iş elemanı hangi PLC çıkışı ile kontrol ettireceği planlanacaktır. Bu amaç için giriş-çıkış atama listesi olarak bilinen bir liste yazılır. PLC programlama atölyeleri böyle atama listelerinin hazırlanmasını desteklerler. Özellikle çeşitli uygunluk dereceli sensör/eylemci fonksiyon açıklama metni:

- Desteksiz : Bu durumda liste kağıt üzerinde hazırlanmak zorundadır, ve bu komut eklemeninde tek yoludur.
- Programlama atölyesinde listenin statik hazırlanması :Listenin komutları, programın yazılı çıkışı alındığı zaman, yalnızca program içinde ihtiva edilir.
- Dinamik (canlı) atama listesinin programlama atölyesinde hazırlanması: Listeden komutlar, programlama esnasında ekranda uygun noktalara otomatik olarak yerleştirilir (Şekil 5.4.-4).

Atama listesi, komutlarla doğrulanmış ve tamamlanmış, elektriki devre şemasını hazırlamak için de esas olarak alınabilmektedir.

#### 5.4.3. PROGRAM YAPILANMASI

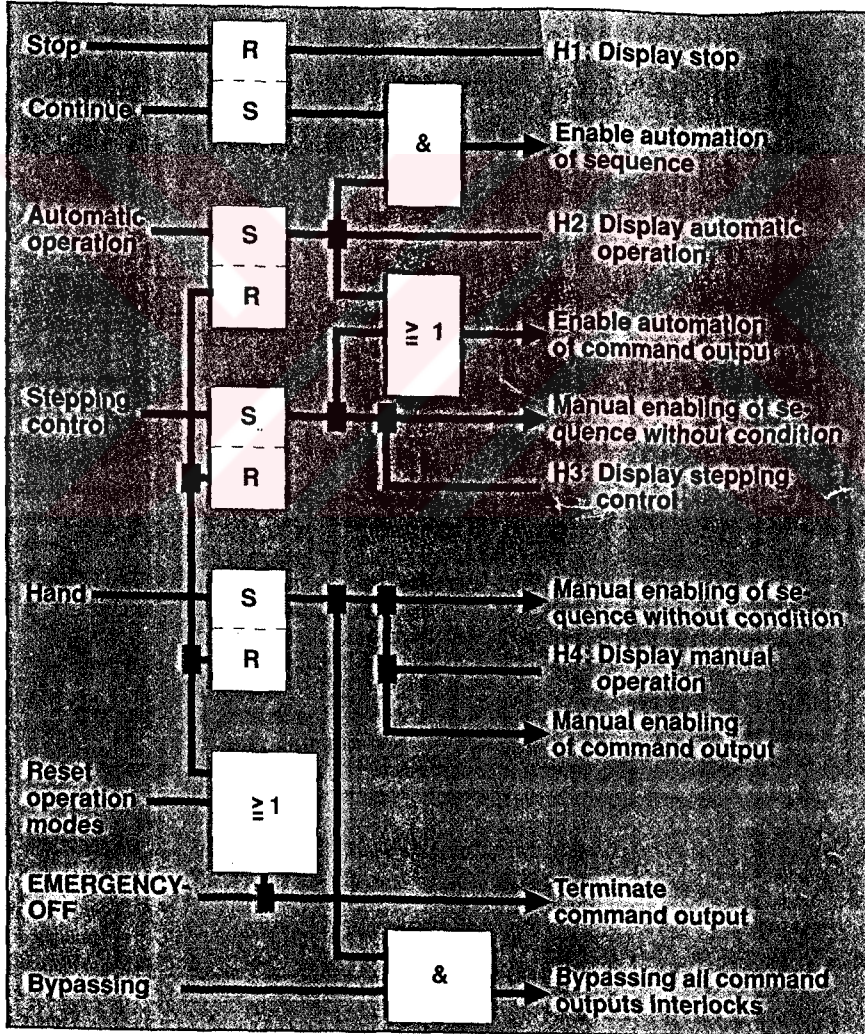
Program yazımı genellikle PLC projesinin en pahalı parçasıdır. Fakat bir sistematik benimsenerek bu fiyat hayli büyük ölçüde azaltılabilmektedir. İlk adım programı yapılamaktır. Özelliklere bağlı olarak, PLC programı bir kaç fonksiyonu yapmak zorunda olacaktır, yani :

- Makina çevriminin otomasyonu
- ACİL DURDURMA, işletim şekli ve güvenlik şartları
- İletişim, görüntüleme ve üretim verilerinin kaydedilmesi, kullanıcı protokolü gibi ek şartlar.

Bu farklı fonksiyonların organizasyonun bir ifadesinde modüler programlama tekniğidir. Program kendi içinde alt programlara ayrılır. Açık olarak, çekirdek program otomatik işlemdir. Bu esas program olacaktır. Takip eden ilave şartlar ve işlem modları şunlarla uğraşmak zorundadır: tek/sürekli çevrim, dur-çalış emri işlemleri, üretim verilerin bilgisayara girilmesi.

[ FST [ Editor = Statement list editor ]		
Allocation listing ON	Line: 6	Column: 25
P.8.8 U1		
STEP Init		
THEN LOAD	U5	
AFTER	R0	Delay in 10ths/sec
STEP Wait		
IF	I1.0	Wait for off signal from I1.0
THEN LOAD	U1	
TO	OW1	All outputs being activated
CMP 1		
STEP Loop		
IF	OW1	All outputs being activated
[ Operands in allocation list entries [ Esc ]		
Absolute Op.	Symbolic Op.	Comment
I1.8	Mode	
ROL	OW 1	All outputs being activated
TO		
F 1	Entries	F 2
		F 3
		F 4
		F 5
		F 6
		F 7
		F 8
		Abort

Şekil 5.4-4 : Atama listesinin girişleri program girişleri esnasında düzeltilebilir.

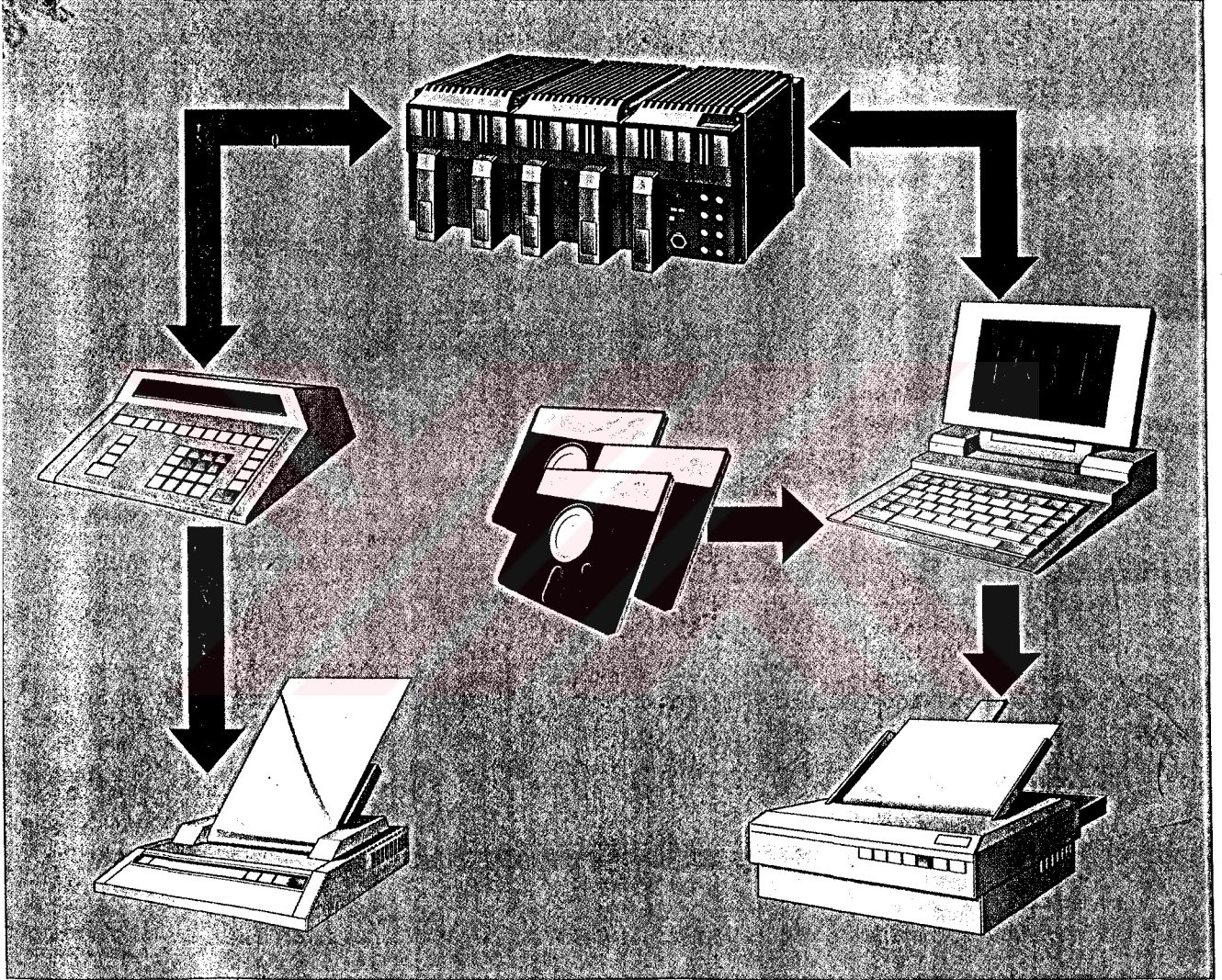


Şekil 5.4-5 : İşlev şeması şeklinde gösterilmiş alt programların yapılanması.

Ya aynı zamanda otomasyonla uğraşmayacak yada ona paralel çalışmayacak ilave şartlar için daha alt programlar :

- Kurma programı,
- Emniyet şartları programı,
- İşlem görüntüleme programı,
- Hazır işareti programı (diagram 6 ),
- Kontrol seviyeleri ile iletişim için programdır.

Bu programlardan hangisi ne zaman çalışmak zorunda olduğu, her zaman aktif olacak ve alt programları gerektiği gibi aktif hale getirecek, denetim programı tarafından organize edilmektedir.

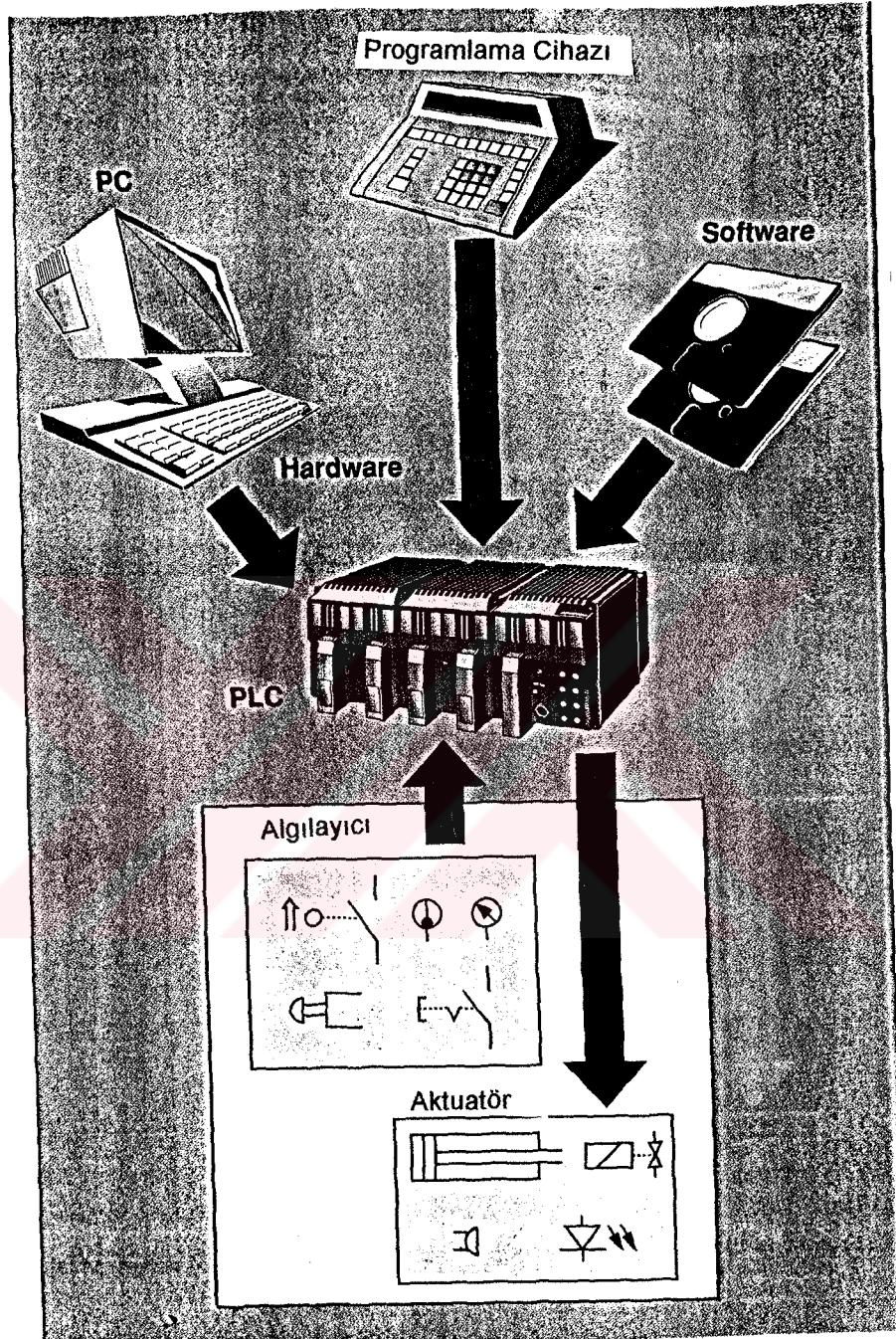


Şekil 5.4-6 : Tam bir PLC sisteminin bileşenleri olarak programlama birimi ve PC

#### 5.4.4 ALT PROGRAMLARIN PLANLANMASI VE PROGRAMLANMASI

Program yapısı sabittir. Alt programlar ne programlama ünitesinde basitçe bulunabilen sabitlenmiş şeylerdir nede bunun için mevcut planlama yardımcıları mevcuttur. DIN 66001'e göre, program akış şemasında paralel lojik programlar ön-programlanabilir; aynı DIN 40719'a göre, işlev şeması ile programın adımlanmasında da uygulanabilir. Bu taslak planlamanın daha detaylandırılması, daha

sonra programa girişten daha kolaydır. Program akış ve işlev şeması program dökümantasyonu ile gözetilecek bir şey yaratmanın iyi yoludur.



Şekil 5.4-7 :Bir PLC' nin bileşenleri

#### 5.4.5 PROGRAMIN YAPILMASI

Planlaması olan programların, PLC'nin içindeki belleğe girişini kolaylaştıran yardımcıları mevcuttur. PLC pazarıyla ilgilenenler için buradaki belli bir yönelme, yani programlama ve test cihazı, çok iş bilen IBM- uyumlu kişisel bilgisayarların yerine özel PLC programlama birimleri almaktadır.

Sadece özel programlama birimleri ile değil, aynı zamanda PC'leri uygun dökümanlama istasyonu olarak kullanmanın mümkün olduğu zaman bu eğilim başladı (Şekil 5.4- ve ).

Günümüzde, özelleştirilmiş programlama birimlerinin şimdiye kadar ki çözümleri uzun süreli değildir. PLC üreticileri şimdi kendi PLC'lerini programlayacak yazılım paketleri sunmaktadır.

Programlama birimi olarak PC'nin avantajları şöyledir:

- Çok geniş uygulama alanı bulunduğu için fiyatı çeşitli fiyat merkezlerinin üzerine dağıtılabılır. (Her departman hepsinden sonra kendinin bir bilgisayarına ihtiyaç duyar, böylece PC'nin çok işliliği istismar edilemez.)
- Çeşitli yapımlar PLC'ler için standart donanım olarak kullanılabilir.
- İlk tanışma periyodundan sonra kullanıcı donanımı tanır: yalnızca yazılım değişir.
- Programlama kütüphaneleri onları diskete depolayarak kolayca basitçe derlenebilir.
- Birçok durumda merkezileştirilmiş veri yedeklemesi için PC'yi merkezi bilgisayar sistemine bağlamak kolaydır.

Diğer bir taraftan, tahsis edilmiş programlama ünitesinin avantajları şunlardır:

- Basit işlem, çünkü özel fonksiyon tuşlarıyla özel amaçlı optimum adapte edilmiştir.
- Basit bir kaynak donanım ve yazılımın her ikisinden de sorumludur.
- Açıkça yapılanmıştır.

PC'nin avantajları, çok işliliği ile, daha inandırıcıdır. Tahsis edilmiş programlama ünitesi şimdi yalnızca hata bulma için bulgu birimi olarak sunulmaktadır.

Mevcut yazılımlar, inandırıcılık ve konumlamada ayrılırlar. Yazılım bir programlama birimi içinde PC'ye döner, uygunluk derecesini belirlemek, hız, kabiliyetleri ve gayretler böylece PLC'nin performans potansiyelini kullanmayı tamamlamaktadır.

Parçalı yapılmış PLC sistemlerinin seçimi, PLC kullanıcılarına birleştirilmiş yazılım gerektirir. Donanıma kıyasla özellikle karmaşık kontrol durumunda maliyeti daima parlayan bu yazılım PLC projesinin maliyetini etkilemektedir.

Kullanıcı için, iki anahtar soruyu göz önüne katması gerekmektedir: ilk olarak ne çeşit bir PLC'ye ihtiyaç vardır ve kabiliyetleri ne olmalıdır; ikincisi, programlama yazılımının kısmi problemlerle boy ölçüşebilirliği ne olmak zorundadır.

Bu problem ya geleneksel yaklaşımla (Hangi PLC sistemi şirkette bulunmaktadır, tasarım mühendisi/programlayıcı ne bilmektedir?) yada sistematik olarak çözülebilir.

Program girmenin nasıl kolay olduğu seçilen PLC programlama iş istasyonunun kabiliyetine bağlı olacaktır. Şu yetenek özelliklerinin geçerli durumları onaylanmaktadır:

- Menüler
- Kullanılan programlama dilinin komutlarına göre, fonksiyon anahtarlarının çeşitli atamaları
- Atama listesinden komutların otomatik dahil edilmesi
- Bir bütünleşik adımlayıcı ile adımlama programlarının desteği
- Program ve farklı dosyalardaki program modül numaralarını CCU'ya depolayarak program yapılamaya destek
- Alt programların kopyalanması
- Çapraz referans listesinin otomatik derlenmesi

#### 5.4.6 YAZILMIŞ PROGRAMLARIN TEST EDİLMESİ

Programlama gibi testlerde adımlarla yapılmaktadır. Örneğin, eğer kontrol edilmekte olan makina bu sırada yerleştirilmekte ise, otomatik yürütme programı makina üzerinde ilk olarak programlanabilir ve test edilebilir. Daha sonra yalnızca ilave şartlar/programlar eklenir.

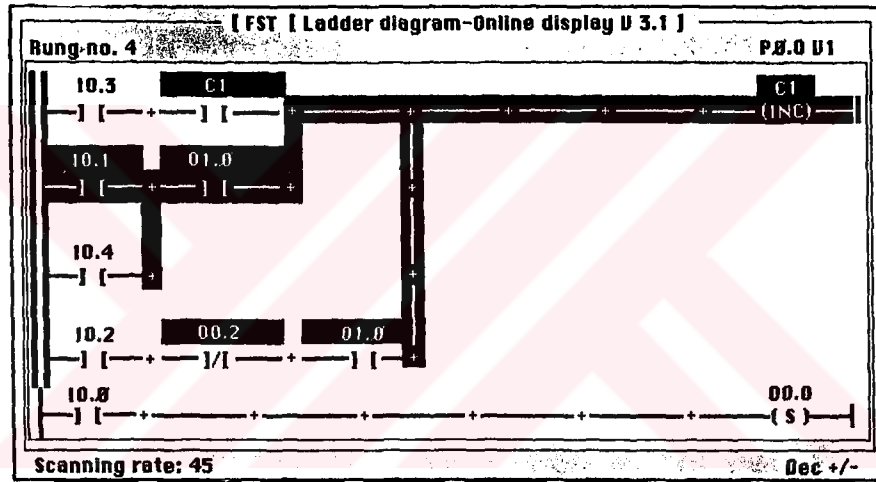
Makinayı işletmeye almada problem, PC'lerin çevresel uygunluk ve güvenilirliklerin işletme standartıyla buluşamamalarındadır. Bu nedenle, özel programlama birimler işletmeye alma ve test etmede tercih edilmektedir.

Bununla beraber, piyasada sonderece güvenilirlikte, oldukça çok miktarda, içine monte edilmiş pil sayesinde kesintisiz güç kaynağı garantisi veren PC'ler bulunmaktadır. Böylece programlama yazılımı makinayı işletmeye almada da kullanılır.

[ FST Statement list-Online display V 3.1 ]				
+/- DEC	STEP Loop	3	Line: 1/19	Active P8.0 U1
<b>STEP Init</b>				
Then	LOAD	U5		
	TO	R8	5	'Delay time in TSC
<b>STEP Wait</b>				
If		I1.8	OFF	'Wait for signal from I1.8
Then	LOAD	U1		'Toggle between modes
	TO	OW1	146	'All outputs activated
	CMP			
<b>STEP Loop</b>				
If		OW1	146	'All outputs activated
		U8		
Then	LOAD	U1		'All outputs activated
	TO	OW1	146	'All outputs activated
OTHRW	LOAD	OW1	146	'All outputs activated
	RDL			
	TO	OW1	146	'All outputs activated

Scanning rate: 5 H

F Display 1 faster F Display 2 slower F Modify 3 operand F Repeat 4 modify F F 5 F Toggle 6 display F Delete 7 error F Stop 8 display



Scanning rate: 45

F Display 1 faster F Display 2 slower F Modify 3 operand F Show 4 operand F 5 F Display 6 format F 7 F Stop 8 display

Şekil 5.4- 8 : Eğer sistemde 100 tane valf varsa ve bunlardan bi tanesi yalnız çalışıyorsa bunu deneme-yanılma ile bulmak uzun zaman alır. İyi dökümanlanmış bir program ve yardımcı bir test sistemi çok zaman kazandırır ve üretim kaybına karşı korunmadır.

PLC işletmeye almada ve hata bulmada -test sistemi diye anılan -yardım sağlamalıdır:

- Bir dinamik işletme program durumu gösterimi, yani program ekranda STL veya bir LDR olarak ekranda üretilir ve işlenenlerin durumu gösterilir.
- Bütün işlenenlerin statik ve dinamik gösterimi.
- Anında dinamik olarak yerleştirilebilen, birkaç tane serbestçe seçilebilir işlenen.
- PC'yi iletişim terminali olarak kullanma kabiliyeti.
- Direk emir ve görüntüleme modu.

Karşı tüm etkilere rağmen ,bütün makineler er veya geç bir hata geliştirirler. Daha net dökümanlama ve bakım ve kullanıcı personelin daha iyi eğitimi, bir sistemi daha ekonomik çalıştıracaktır, çünkü bozulmaya daha az duyarlı olacaktır. Ve programlama yazılımı bu güvenilirliği elde etmede en önemli faktördür.

## 6. PLC SİSTEMLERİNİN MONTAJ, HATA ARANMASI VE BAKIMI

PLC devreye girmeden önce geçerli montaj ve tam olarak test edilmesi, güvenilir ve sürekli fonksiyonlu olmasının garantisidir. Güç hattı değişiklikleri ve bozucu etkiler PLC gibi elektronik cihazları etkilemektedirler.

PLC'yi de içeren bütün elektromekanik cihazlara uygulanan bir uluslararası hata arama yöntemi bulunmaktadır. PLC'nin özelliğine göre uygulanan birçok özel arama yöntemi de vardır.

### 6.1. GİRİŞ KONTROLÜ

Üreticiden PLC aldığı zaman, büyük belirli hasarlar için ambalaj kutusunu araştırılır. Eğer ambalaj zarar görmüşse, içindeki parçalarında zarar görebileceğini varsayarak, açmadan önce bir resmi çekilmelidir. Daha sonra, ambalaj içeriğine karşı parçaların içeriği ve kullanım klavuzu alınır. Satın alma emri ile karşılaştırılmalıdır. Sipariş edilen malzeme listesi ile ele geçen malzeme listesi farklı olabilir. Satın alma ile ele geçen arasında herhangi bir farklılık olma durumunda bu hemen kaydedilmelidir. Eğer donanım hasar görmüş, kırılmış veya kaybolmuşsa, alınan firma uyarılmalıdır. Endüstriyel organizasyonlarda, uyarılar şirket satın alma bölümleri tarafından yapılmaktadır. Yenileme, onarma ve geri alma durumları daha önceden konuşulup anlaşılmalıdır.

### 6.2. ÇALIŞMA ORTAMININ HESABA ALINMASI

Bu faktörler, montajdan sonra PLC sisteminin sürekli ve güvenilir işlemini garantilemek için göz önüne alınmalıdır :

**Muhafaza (yuva) :** PLC'ler NEMA-tip bir metal muhafazaya monte edildikleri gibi, oldukça sık olarak açığa da monte edilebilirler. NEMA, the National Electrical Manufacturer Association (Ulusal Elektrik Üreticileri Birliği), montaj kodlarını birleştirmede muhafazanın boyutları için standartlar yerleştirmiştir. NEMA muhafazaları, güç kablosu ve kontrol kabloları için uygun yerlere izin verecek şekilde planlanmalı ve montaj, gelecekteki değişiklikler ve hata arama için bütün parçalarına ve kablolarına kolay ulaşılmalıdır. Muhafaza boyunca kablo gruplarını destekleyen uygun yuvalara ihtiyaç vardır. Muhafazalar gelecekteki genişletmelere ihtiyaç verecek şekilde yeteri kadar geniş olmalıdır.

**Sıcaklık :** PLC'nin çalışma sıcaklığı, normalde 0 C (32 F) ve 60 C (140 F)'dir. Fabrika çalışması esnasında veya mevsimlik sıcaklık değişimleri esnasında PLC'nin çevre koşullarından etkilenmemesi için bu sınırlar aşılmamalıdır. Örneğin, bir tavlama fırınının üzerine monte edilmiş bir PLC'de, özellikle yazın, kısa zamanda aşırı sıcaklığa bağlı olarak işletim arızaları gelişecektir.

**Nem, toz ve korozyon atmosfer :** Bir PLC'nin rutubeti yüksek bir yerde çalışması gerekebilir. Çok yüksek olduğu zaman elektrik ve elektronik olarak arızalara sebep olabileceği dikkate alınarak nemin seviyesi verilmelidir. Toz soğutma kanallarını kapatabilir ve elektrik kaçakları için yollar yaratabilir. Rafineriler veya kimya fabrikaları gibi oksitleyici buhar gibi böyle işlemlerin olduğu korozyon atmosferin bulunduğu yerlerde, kablo ve bağlantı elemanında oksidin oluşması sebebiyle elektrikli bağlantı noktası kaybedilebilir. Bütün bu üç durumda, korozyon tipine uygun olarak uygun korumalı yuva kullanılmalıdır.

**Titreşim :** Eğer CPU aşırı titreşime maruz kalırsa, iletim titreşim elemanının yanındansa, hatalı çalışabilir. Titreşim CPU'nun erken servis dışı kalmasına ve PLC donanımının ömrünün azalmasına da sebep olmaktadır. Titreşim etkileri darbe emici elemanlarla azaltılabilir.

### 6.3. MONTAJ

Bir çok elektrikli parçalar ve montajlar küçük statik elektrik yükleri ile kolaylıkla zarar görebilirler. Bu parçaları statik boşalmaların zararlarından korumak için üreticiler normalde bunları anti-statik paketlerin içine koymaktadırlar. Paket'den ayrıldıkları zaman, bu parçaları özel olarak tutmak gereklidir. Bu paket içinde alınan üniteler ve modüller ilk olarak hasar için kontrol edilmelidir. Eğer bu pakette hasar varsa, alınan firmaya yenilemeleri veya değiştirmeleri için bunlar geri yollanır. Daha sonra parçalar statik olmayan bir ortamda paketlerinden çıkarılırlar. Modüller sisteme yerleştirilirkende aynı ön uyarılar gereklidir. Tutma esnasında parçaların statik hasar görmesini önlemek için bazı PLC üreticilerinin portatif topraklama hatları mevcuttur.

Pratik olarak bütün PLC'ler, hatta ucuz olanlar bile, yedekleme pili (back-up battery) sistemine sahiptir. Bazı pil sistemleri yaygın olan 1.5 veya 9 volt'luk yaygın uzun ömürlü pilleri kullanmaktadırlar. Diğerleri ise özel voltajlı çeşitli tipte pil kullanmaktadırlar. Bazı PLC'ler, CPU'dan bir küçük güç kaynağı ile sürekli akımla beslenen şarj edilebilir pil kullanırlar. Paketlenirken bütün piller bağlanmış durumda değildir; yerlerinde olabilirler fakat PLC işlemi için iki ara levhası ile ayrılp pil klipsleri izole edilmişlerdir. Diğer durumda, ayrı olarak paketlenen piller üreticinin tarifi ile monte edilirler. Montaj esnasında özel önlemlere, CPU'nun bazı parçalarına elektrik akımı veya statik hasarı önlemede bazı modülleri veya kabloları kaldırmak dahil edilmiştir. Bütün durumlarda, montajdan önce PLC klavuzunda listelenen voltaj özelliklerine uymak için pil voltajı kontrol edilmelidir. Bütün PLC sistemleri bir sigortaya sahiptir; çok sayıda farklı sigorta mevcuttur. PLC paketlenirken bunlar yerlerinde olmalıdır. Eğer yerinde değilse, sigortalar el klavuzundaki çalıştırma talimatlarına uygun olarak yerleştirilmelidir.

#### 6.4. ELEKTRİK BAĞLANTISI, TOPRAKLAMA

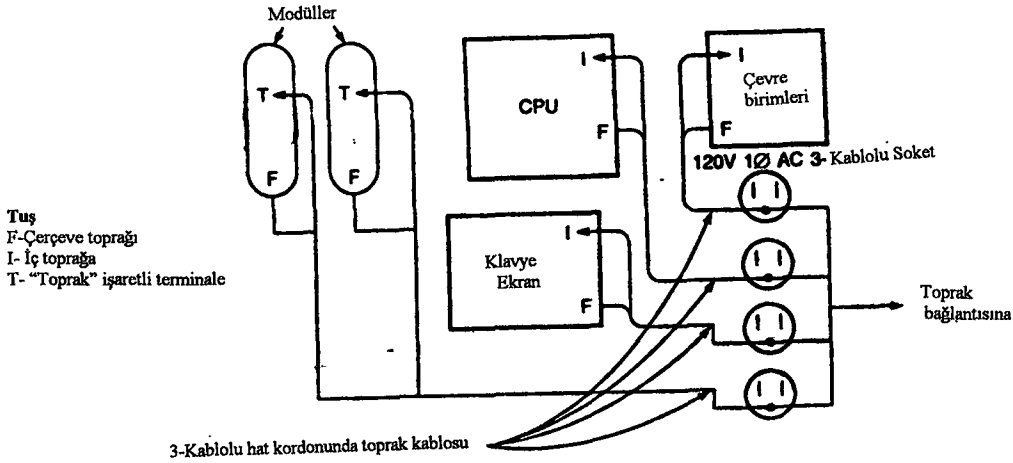
Bir kere bütün parçalar monte edildikten sonra, CPU için hat teli fişli yapılabilir. Anahtar kolunu veya ana anahtarı pozisyondan pozisyona çevirerek geçerli işlemler için CPU kontrol edilir. Bütün işlem pilot ışıklarının uygun zamanda geldiği görülerek kontrol edilir.

Eğer PLC CPU'su bu noktada geçerli olarak çalışmıyorsa, iç görsel kontroller listelenmiştir. Pano veya bir uygun panel ayrılmıştır. Bütün bağlantı kayıpları buradan görsel olarak kontrol edilebilir.

Giriş ve çıkış modüllerinin montajı geniş birimlerin üzerinde gerekir. Tek modüller üretici tarafından yapılmış yuvalara yerleştirilirler. Yuvalar yalnızca mekanik destek için değildir, elektrik kablolarının bağlantısı ve içindeki bağlantılara sahiptir. Modüllerin yerlerine titizlikle takılmasına dikkat etmek gerekir.

Giriş ve çıkış modülleri daha sonra uygun kablo ile CPU'ya bağlanırlar. Montaj esnasında bağlantı kablosunun çok çevrilmemesine ve çekilmemesine dikkat edilmelidir. Bu işlem sırasında güç kaynağı kapatılmış olmalıdır. Modül anahtarları daha sonra kurulabilir. Daha sonra, dış cihazların ve anahtarların kabloları I/O (giriş/çıkış) terminallerine bağlanır. Giriş ve çıkış cihazlarından gelen kablolar terminale güvenli bir şekilde sabitlenmelidir. Standart alıştırma "el ile sıkma" normal olarak takip edilir.

Yazıcılar, disk sürücüler ve teyp sürücüler gibi çevre cihazları kabloları vasıtasıyla sisteme bağlanırlar. Uzak istasyonlar ve bus sistemleri diğer PLC'lere ve bilgisayarlara, PLC'nin kontrolü bitmeden bağlanmamalıdır.



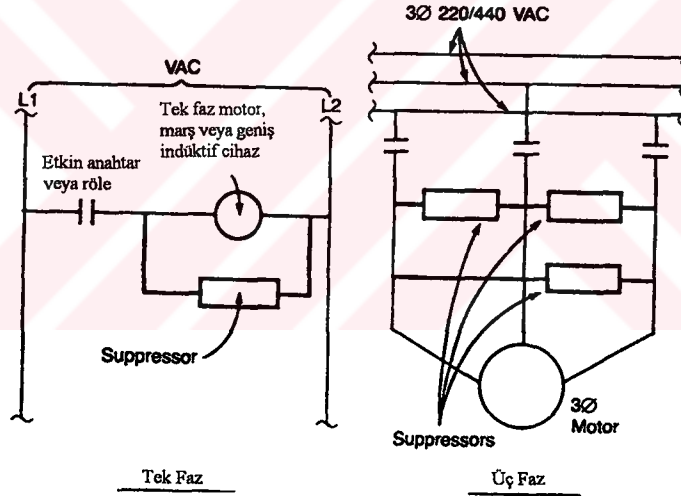
Şekil 6-1 : PLC sistemi topraklama sistemi.

Donanım ve kabinin kablolanmasının geçerli elektriki topraklanması personel güvenliği ve uygun donanım işlemini garanti etmesi bakımından gereklidir. Topraklanmamış veya geçersiz topraklanmış kablo ve parça metal kabine veya yuvaya elektrik kaçağı ile kullanıcı için elektrik şoku tehlikesi oluşturacaktır. PLC bilgisayar esastır ve bilgisayarlar kararlı hatasız çalışma için geçerli ve katı topraklama sistemine ihtiyaç duyarlar. Topraklama için tipik bir kablolanma şeması şekil 6-1'de gösterilmektedir.

PLC sisteminin dışındaki cihazların elektriki bozucu etkileri, program çalışmasında hatalara sebep olmaktadır. Solenoidler, başlatıcı bobinler, motorlar ve geçerli diğer cihazlar normalde elektriki olarak indüktiftir. Bu indüktif cihazlar enerjilendiğinde veya enerjisi kesildiğinde, PLC sistemini geri beslenecek bir elektriki sinyale sebep olmaktadır. Geri besleme sinyali PLC sistemine girdiği zaman, bir bilgisayar sinyali için PLC tarafından yanlış anlaşılmaya sebep olabilir. Yalnızca bir hatalı sinyal alınması, PLC işlem adımının düzenli akışında hata yaratmaktadır.

Havadaki elektriki karışıklık da PLC'de hatalı sinyal yaratılmasına sebep olabilir. Bu karışıklıklar koruyucu bağlantı kablosu kullanılarak azaltılır veya ortadan kaldırılır. Koruyucu kablo çevresindeki örgülü bakır dış kılıf kablo telinin içinden gelen karıştırıcı sinyallerden korur. Karışıklıklar kabloların kendi iç yapılarında sebep olmaktadır. Bu direk karmaşıklıklar bastırma tekniği ile azaltılabilir veya ortadan kaldırılabilir. Bu azaltma metodlarından bir kısmı şekil 6-2'de gösterilmiştir. Esasen, indüktif bastırıcı emişler, elektriki karışıklığa sebep olurlar. Bundan dolayı, PLC içerisine geri yollanabilecek karıştırıcı sinyal yoktur.

PLC işlemini güvenli kapatmak için bir çok sistem ana kontrol rölesi sistemine sahiptir. Bu bütün PLC programının üstesinden gelmektedir. Açık olduğu zaman, emniyet kapaması PLC işlemine izin vermektedir. Enerjisi kesildiği zaman PLC çalışmayacaktır. Tipik bir ana kapama sistemi şekil 6-3'de gösterilmektedir. Eğer kontrol gücü kesilirse PLC işlemi kapanır.



Şekil 6-2 : Giriş ve çıkış bastırma tekniği.

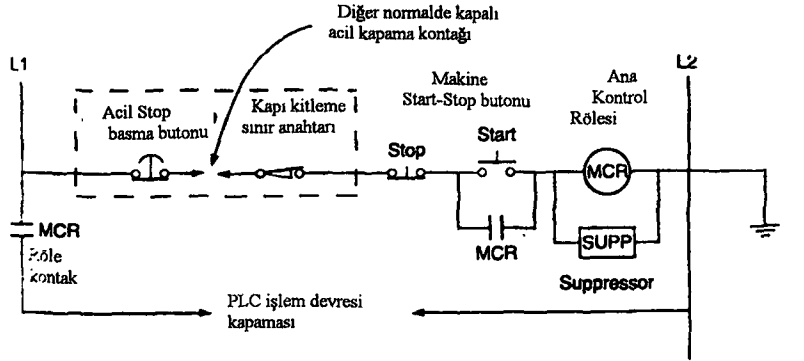
#### 6.5. TEST ETME

PLC tamamen monte edildiği zaman kontrole hazırdır. Test etme, üç moddan biri ile yapılabilir. Birinci olarak, PLC hiç bir giriş/çıkış modülü bağlanmadan, test edilebilir. İkincide, bir simülasyon ile test edilebilir. Üçüncüde ise, sisteme bağlandıktan sonra çalışırken test edilebilir.

Her test prosedüründe, bütün testlerin ve bunların sonuçlarının dökümanları sonraki referanslar için kaydedilmelidir. Daha önemlisi, dökümanların gözden geçirilmesi bütün gerekli testlerin çalışmakta olduğunu garanti edecektir.

Üzerine hiç kablo bağlanmadan PLC test edilirken, elektriki köprüler girişleri enerjilendirmelidir. Köprüler, giriş çevresinden doğru işlem için kontrol girişine taşınır. Daha sonra programı

enerjilendirecek olan çıkış işlemleri, çıkış modülündeki karşılık gelen gösterge lambasının yanması işlemi ile gösterilir. "FORCE" modu, doğru giriş işlemi için kontrol etmede kullanılabilir. Girişlere hareket verilmesi için köprü kabloların çevreden taşınması yerine klavye kullanılabilir. Simulasyon için "FORCE"u kullanmanın dezavantajı, girişler simüle edildiği için giriş modülünün işlemlerinin kontrol edilememesidir.



Şekil 6-3 : Ana kontrol güvenlik kapama şeması.

Bütün testler "MONITOR" modunda yapılmalıdır. Bu modda, PLC iç işlemi için daha iyi bir görüntü veren PLC ekranında program işlem adımına daha dikkatli bakılabilecektir.

Bir simülasyon kullanan ikinci test metodu, birinci metoda benzer şekilde çalışır; buna rağmen, köprü kabloları gereklidir. Her girişe bir anahtar ve gösterge ışıkları her çıkışa takılmıştır.

Üçüncü PLC test metodu, kontrol etmek için kontrol sistemine PLC'yi bağlamaktır. Bu metodun bir önemli dezavantajı vardır. Eğer PLC elemanı hatalı ise, bu şekilde kullanmak hasar verebilir. Bundan başka, bir kullanıcı yada programlayıcı hatası adımlama problemine veya elemanların hasar görmesine sebep olabilir. PLC'nin kontrolü altındaki alanda personel her hangi bir hata durumunda yaralanabilir.

"KUVVET" modu bütün bu üç test metodunun hepsi için, PLC'nin geçerli çalışmasını kontrol etmek için sık sık kullanılır. "KUVVET" modu klavyeden giriş ve çıkışların açılıp kapatılmasını gerektirir. Bu giriş modülü içinde yapılan sistemin normal bir işlemidir. Bundan dolayı, "KUVVET" modunun kullanımı elemanlar veya personel için tehlikeli olabilmektedir. Elemanların bazı parçaları veya bileşenleri kasıtlı olmadan klavyeden açılabilir.

Bazı PLC'ler, analog çalışma yeteneğine sahiptirler. Böyle PLC'lerin test edilmesi özel donanımlar ve prosedürler gerektirir. Özel bir simülasyon, ayrı modüllerden diğerleriyle birlikte sistemi test etmek için emir verir. Böyle ayrı olmayan analog modüller için, açık-kapalı ışık göstergeleri ve çıkış işlemi ve geçerli CPU seçimine yardımsız karar verebilir. Bir açık-kapalı ışığı değişken değer göstermez.

Yazıcılar, disk sürücüler ve teyp sürücüler gibi çevre birimlerinin test edilmesi de özel test prosedürü gerektirir. Her çevre birimi cihazı mümkün olabilen bütün işletim modlarında tamamen test edilmelidir. Örneğin, eğer bir yazıcı beş ayrı tipte bilgiyi yazabiliyorsa, beş işletim modunun hepsi test edilmelidir.

PLC sistemi ve CPU'nun tamamen test edilmesi, orta düzey işlem uygulamalarında kullanılan sadece bir fonksiyonu değil, her fonksiyonun kontrol edilmesini kapsar. Eğer 200 tane varsa, her bir giriş-çıkış kontrol edilmelidir. Hatta, her fonksiyon çalıştırılmalı ve dikkat edilmelidir. Hatta tek olarak kullanılmasalar bile her fonksiyon kontrol edilmelidir. Bir defa PLC garantisi çalıştırılmalıdır çünkü bir hata yerleştiği zaman ücretsiz tamir ettirmek için çok geç olabilir. Bundan başka, hatalı olan test edilmemiş bir fonksiyon sonradan bulunursa düzeltilene kadar gecikmelere sebep olacaktır.

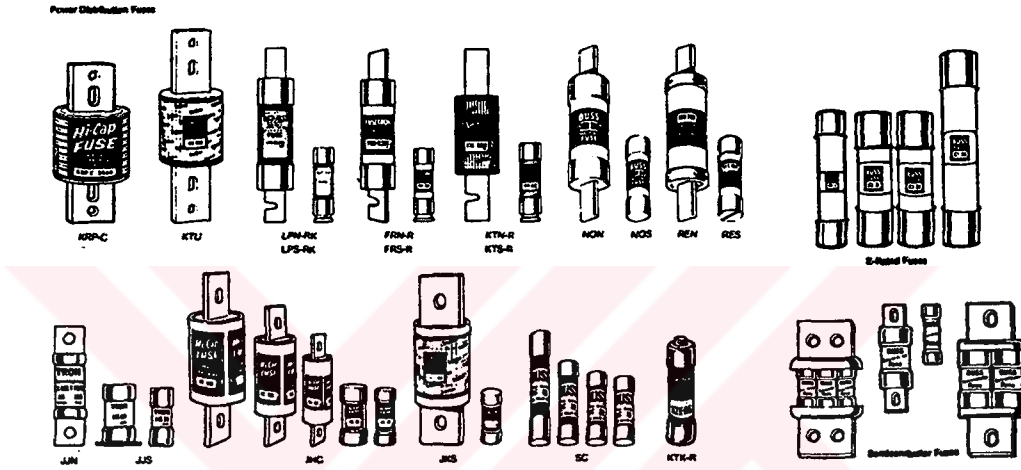
## 6.6. DEVRE KORUMASI VE KABLOLAMA

Elektrik devre koruması sigortalar, devre kesiciler ve aşırı yük koruyucu cihazlar tarafından yapılır. Elektrik devre koruması, kabloları ve dağıtıcıları veya/ve sisteme bağlanan cihazları koruma için yerleştirilmişlerdir. PLC'yi koruma uygun sigorta ve besleyici devresinde uygun kablolama gerektirir.

Uygun olmayan sigorta PLC'yi hasara götürür ve uygunsuz kablolama geçersiz işlem sağlar. Şekil 6-4 mevcut olanlardan bazı değişik tipte olanlardan bazılarını göstermektedirler.

Seçilen sigortadaki bazı önemle dikkat edilmesi gerekenler şunlardır :

- 1.Ergime ve erime için anma akımı.
- 2.PLC'nin anma akımı.
- 3.Kesme kabiliyeti.(20 amperlik bir sigorta 20000 amperi durduramayacaktır. Akım üzerinden atlayacaktır.)
- 4.Sigortanın çalışacağı ortamın sıcaklığı. (Daha yüksek sıcaklık demek hızlı hareket ve anma değerinin altında erime demektir.)
- 5.Montaj tipi.
- 6.Değiştirilebilir bağlantı veya kerelik kullanım.
- 7.PLC'ler için zaman gecikmesi veya düzenli-zaman kullanmayan-gecikme sigortaları; düzenli kullanılan sigortalardır.
- 8.Diğer özel gereksinimler.



Şekil 6-4 : Sigortaların çeşitli tipleri.

Eğer doğru sigorta tipinin seçiminde zorluklarla karşılaşıyorsa bir sigorta uzmanına başvurulur.

Devre kesiciler sigortalara karşı avantajlara ve dezavantajlara sahiptirler. Devre kesiciler, çabuk olarak sıfırlanabilir ve değiştirilmeleri gerekmez. Bununla beraber, sigortalar çabuk eriyerek PLC'ye daha çok koruma verirler. Devre kesici tiplerinin seçimi için dikkat edilmesi gerekenler sigortalar için olanlarla benzerdir.

Aşırıyük koruması, PLC'nin kendi içinde özel olarak ayarlanan aşırıyük rölesi tarafından yapılır. Bunlar birim üzerinde bir kırmızı butona basarak sıfırlanır. Fiyatları bunların dezavantajlarıdır. Avantajı ise, sigortalar adım adım artarken (örneğin 10,15,20 ve 30Amper) bunlar PLC'nin anma akımına (örneğin 16.3Amper) ayarlanabilirler.

Kablolama uygun olmalıdır. Kablo boyutu PLC'ye akım verildiğinde aşırı hat kayıplarını önleyecek kadar genişlikte olmalıdır.Hat kaybı,besleyici kablonun direnci yüzünden voltaj düşüşüne sebep olur.

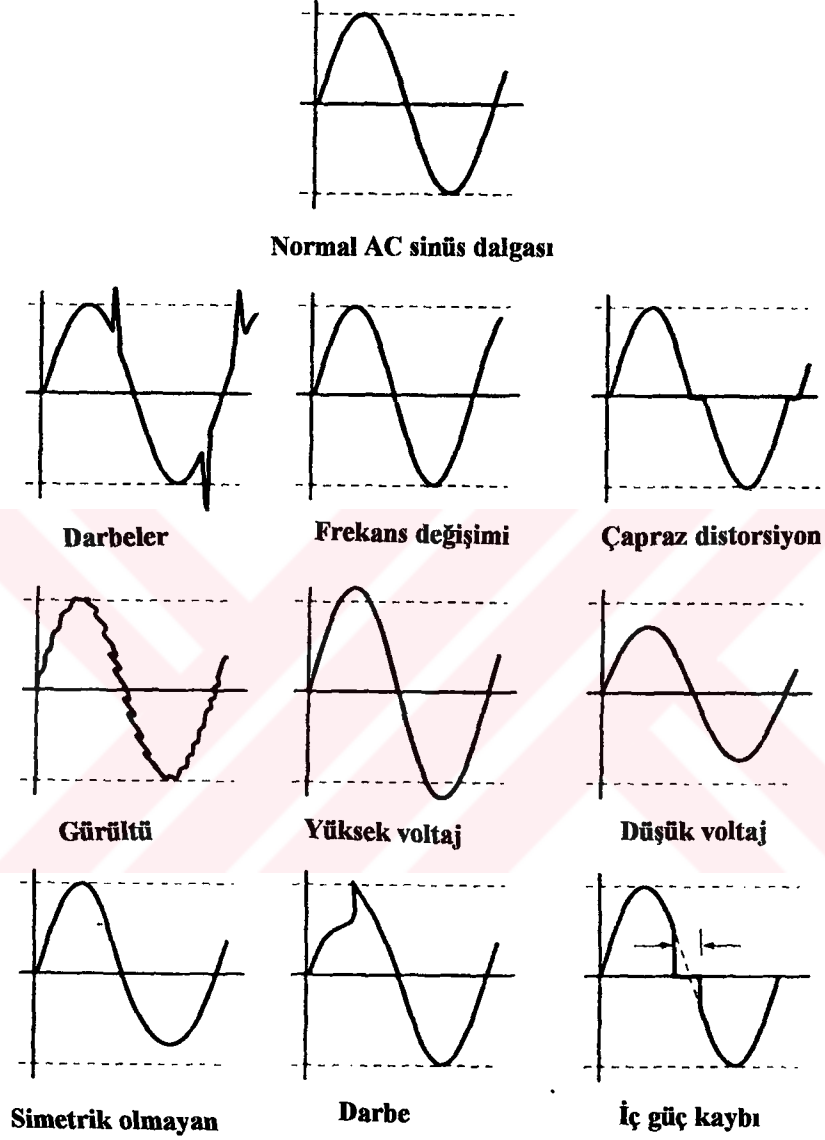
En iyi yol, PLC ve diğer elektronik elemanların güç besleme hatlarını ayrı olarak tahsis etmektir. Örneğin, PLC ile 5 HP gücündeki motoru aynı hatta bağlamak iyi bir uygulama olmaz. Motor çalıştığı zaman, kendisine gereken akımı çekerek hat düşüşü olacak ve hat bozulacaktır.

## 6.7. HAT DEĞİŞİMLERİ

PLC'ler dahil elektronik donanımlar, güç dalga formu distorsiyonundan etkilenebilirler. Şunlardan bir tanesi bu distorsiyonlara sebep olur:

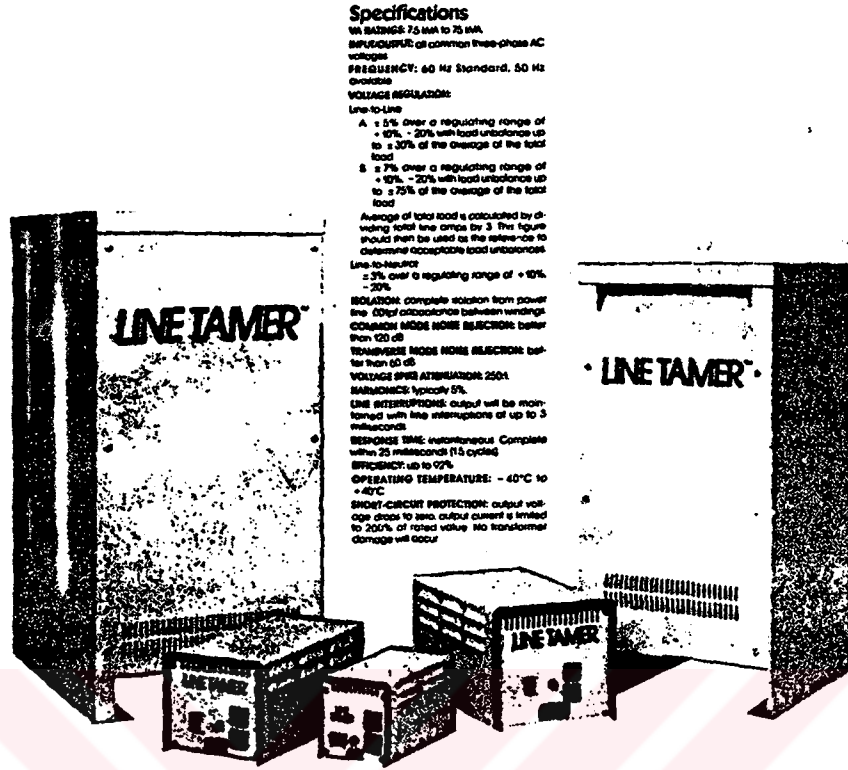
- 1.Güç hattına vuran yıldırımın büyük dalgası.

- 2.Komşu binalar ve fabrikaların bozucu etkileri.
  - 3.Elektrik şirketinin veya fabrikadaki anahtarlama hareketinin büyük dalgası.
  - 4.Fabrika içi güç dalga formunun bozulması.
- Bu dalga formu distorsiyonlarının bazıları şekil 6-5'de gösterilmiştir.



Şekil 6-5 :Muhtemel AC dalga formu distorsiyonları.

Bu dalga şekli, distorsiyonlarının düzeltilmesi hat temizleme ünitesinin kullanılması ile (şekil 6-6) başarılabilir. Bu birimler sadece dalga formunu temizlemezler, aynı zamanda iki fonksiyonu daha yaparlar. Hat voltajı çok düşük veya çok yüksek olduğu zaman temizleyici bunu üzerine alır. Ayrıca, güç tamamen kesildiği zaman bir pil yedekleme sisteminden AC güç üretebilir. Üzerinden anahtarlama bir an sürer, böylece hiç bir veri veya işlem kabiliyeti kaybolmayacaktır.



### Specifications

**VA RANGE:** 75 kVA to 75 MVA  
**INPUT/OUTPUT:** all common three-phase AC voltages  
**FREQUENCY:** 60 Hz Standard, 50 Hz available  
**VOLTAGE REGULATION:**  
 Line-to-Line  
 A.  $\pm 5\%$  over a regulating range of  $+10\%$  -  $-20\%$  with load unbalance up to  $\pm 30\%$  of the average of the total load  
 B.  $\pm 7\%$  over a regulating range of  $+10\%$  -  $-20\%$  with load unbalance up to  $\pm 75\%$  of the average of the total load  
 Average of total load is calculated by dividing total line amps by 3. The figure should then be used as the reference to determine acceptable load unbalance.  
 Line-to-Neutral:  
 $\pm 3\%$  over a regulating range of  $+10\%$  -  $-20\%$   
**ISOLATION:** complete isolation from power line 50pf capacitance between windings  
**COMMON MODE NOISE REJECTION:** better than 120 dB  
**TRANSVERSE MODE NOISE REJECTION:** better than 60 dB  
**VOLTAGE SPOKE ATTENUATION:** 250:1  
**EFFICIENCY:** typically 97%  
 Line impedance: output will be maintained with line interruptions of up to 3 milliseconds  
**RESPONSE TIME:** instantaneous. Complete within 25 milliseconds (1/3 cycles)  
**EFFICIENCY:** up to 97%  
**OPERATING TEMPERATURE:**  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+40^{\circ}\text{C}$   
**SHORT-CIRCUIT PROTECTION:** output voltage drops to zero, output current is limited to 200% of rated value. No transformer damage will occur.

Şekil 6-6 : Güç düzeltme ve temizleme üniteleri.

## 6.8. HATA ARAMA PROSEDÜRÜ

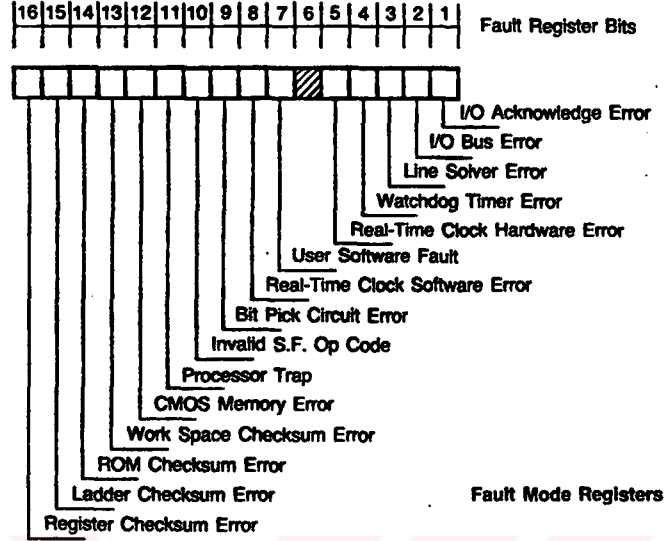
Bazı hata arama prosedürleri, bütün elektromekanik cihazlarda genel bir uygulamaya sahiptir ve PLC'lerin bir istisnası yoktur.

Emniyet, hata arama prosedürü esnasında ilk olarak hesaba katılması gereken şeydir. PLC tarafından kontrol altındaki işlem, donanım kontrolü esnasında istemeden ilerliyebilirmi? Eğer böyleyse, işlem bir bakıma işlevsel olarak kilitlenmelidir. Cihazın içinde güçsüz çalışıldığı zaman gücün kapatılması analiz için gereklidir. Devre kontrolü esnasında küçük elektrik patlamaları veya bir elektrik flaşı durumuna karşı emniyet gözlüğü kullanılmalıdır. Uygun izole edilmiş elektrik aletleri kullanılmalıdır. En önemlisi, kontrol prosedürünün her adımın sonucu düşünülmeli ve ihtiyatlı çalışılmalıdır.

Bir önemli adım, hatanın ne olduğunu tamamen anlamaktır. Eğer mümkünse problem hakkında bir fikirden fazlası edinilmeye çalışılır. Hatanın tarih, zaman, şiddet ve durumunda içeren daha detaylı olarak problem dökümanlanmalı ve eğer bir fikir edinildiyse ikincisi edinilmeye çalışılmalıdır. Daha sonra, gerçekte var olan, rapor edilen problem çözmeye çalışmadan önce tasdik edilir. Bundan sonra hata belirlenmiştir ve kontrol başlar. Bütün sigortalar kontrol edilir ve yerleştirilir. Daha sonra, tamamen görsel bir kontrol hatanın sebebini gösterebilir. Bütün kontrol devrelerinde enerji var mıdır? Dökümanlanmamış parça değişikliği bulunmakta mıdır? Terminal kablolama diagramına bir göz atışla hataya sebep olabilecek kaydedilmemiş değişiklik bulunabilir.

Bazı hata arama prosedürleri PLC'lere özeldir. Birincisi, dışarıdan bir parça veya sistemin sebep olmadığı sistem hataları için kurulmuştur. Daha sonra, her uygulanabilir geçerli mod için PLC kendisini kontrol eder. Daha geniş PLC'ler CPU durumunun okunabileceği mevcut bir ekrana sahiptir. Durum çağrılır ve işletim klavuzundan CPU ekranının geçerli işlemsel şartlardan ne göstereceğine karar verilir. Normal ile uyuşmayan her kısım, işlemsel problemleri bir kısım göstermektedir. Bazı durumlarda, sadece CPU belleğini temizleme ve PLC'yi tekrar programlama hatayı ortadan kaldıracaktır.

PLC problemini analiz etmenin bir yolu da, alt birimi değiştirmedir. Eđer başka bir CPU'nuz varsa, birini servise yerleştirilir. Yeni yerleştirilen CPU, eski CPU'nun programıyla, yeniden programlanır. Eđer problem dűzelirse, ayrılan CPU arızalı olacaktır. Eđer orijinal CPU'nun problemsiz olduğuna karar verilirse, diğer parçaları da benzer yolla çıkararak PLC analiz edilebilir.



Bit	Indicated Fault	Suggested Action
1 to 3	*See Table 22-1.	*See Table 22-1.
6	1 = I/O Image Memory Error	** See Flow Chart #7.
7	1 = Real-Time Clock Error	** See Flow Chart #8.
8	1 = Line Solver Error	
10	1 = Watchdog Timer Error	This fault normally results from: 1. A program that takes longer to execute than the 100 msec the processor allows. 2. Possible cause: a program with too many complex functions being performed on the same scan.  If this fault occurs during programming installation and checkout, re-examine the program and reprogram, as necessary. If this fault occurs after a program has run successfully for an extended period of time, the program may not be at fault. In this case, perform the troubleshooting procedure in figure 5-2.

↓  
Fault Register Interpretation

\*Table not included in this text.  
\*\*Typical flow charts in figure 5-2.

şekil 6-7 : CPU hata modu registeri ve ağıklaması.

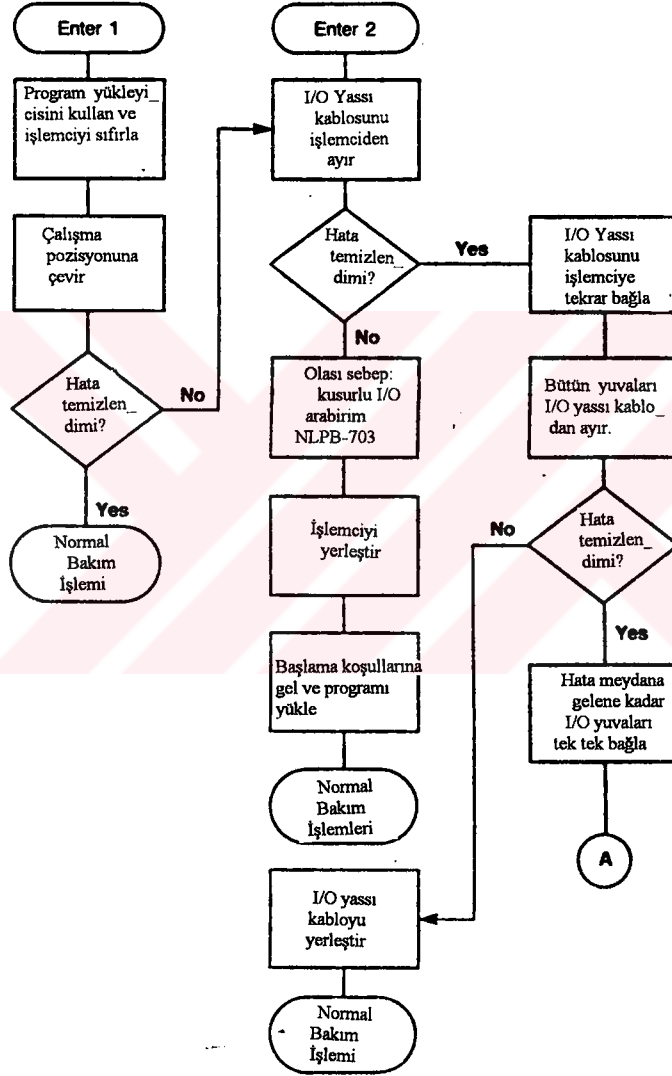
"MONITOR" modun kullanımı hata arama modunun içinde faydalıdır. Ekranda program adım işlemlerinin dikkatle izlenmesiyle, bütün işlemeyen kısımlar bulunabilir. Test için, "FORCE" modu, çalışma şartlarının simülasyonunda faydalıdır. Buna rağmen, bir kısım program "FORCE" moduna uygun olarak çalışırken, aktif işlem sırasında çalışmayabilir. Örneğin, giriş IN 0045 "FORCE" modunda doğru olarak çalışabilir. Fakat aktif işlemde çalışmaz. Bu, giriş IN 0045 iç veya dış sebeplerle hatalıdır demektir.

CPU durumu ekran gösterimine ilave olarak, birçok PLC hata gösterme register ekranına sahiptir. Hata ekranı, otomatik olarak görünebilir veya çağırılmak zorundadır. Bir tipik hata ekranı şekil 6-7'dedir.

Şekil, işletim klavuzunda bulunan yorumlama sayfası ve bir ekranı içermektedir. Daha özel bilgili diğer ekranlar bazı PLC'lerde mevcuttur. Bu PLC'lerin bazılarındaki mesaj örneğin "ÇIKIŞ 0024 ATLANDI" veya "REGİSTER 043 ÇALIŞMAMAKTA" dır. Daha sofistike PLC sistemleri hangi dış cihazın ve neden çalışmadığını göstermektedirler (örneğin, "45 NO'LU MOTOR AŞIRI ISINDI").

Başka bir PLC hata arama yardımı, bir işletim klavuzundaki hata bulma adımlarının sıralı olarak listelenmesidir. Liste bu örnekte gösterildiği gibi sıralı şekilde olabilir:

- 1.7 nolu işlem anahtarını açın
2. Anahtar düğmesi çalışacak
- 3.4 numaralı ışık yanmalı
4. Eğer 4 no'lu ışık yanmazsa, ampul'ü kontrol edin.
5. Eğer ampul sağlamısa, hepsini birden adres 909'a koyun....., gibi.



Şekil 6-8 : PLC hata arama akış şeması.

Diğer adımsal listeleme şekil 6-8'de örnek olarak gösterildiği gibi bilgisayar akış diagramı şeklindedir. Akış diagramını takip ederek, altsistem doğru işlem veya hata belirlemek için kontrol edilebilir.

## 6.9. DÜZELTME İŞLEMİ

Daha önce belirlenen PLC hatasının sebebini düzeltme işlemi yer almaktadır. Genellikle, düzeltme işleminde hatalı parça yerine yeni parçanın yerleştirilmesi bulunmaktadır. Hatalı parça genellikle basılı bir devre kartı veya tek bir elektronik bileşendir. Kartlar bu durumda genellikle tamamen değiştirilirler. Kayıp'a neden olan kartın hatalı bileşenlerinin analizi için PLC baskılı devre kartı dışarıdan test edilmelidir; bu test yalnızca üreticinin sağlayacağı kolaylık ile mümkündür.

Hatalı parça yenilendiği zaman sistem hala çalışmıyorsa, mümkün olan üç sebep vardır. Birincisi, yeni yerleştirilen parça da hatalıdır. Yerleştirilen parça kontrol edilmelidir. İkincisi, birim içerisinde hatalı başka bir parça mevcuttur. Daha fazla analiz gereklidir. Üçüncüsü, değiştirilirken değiştirme parçası da kaybedilir, çünkü bazı diğer sistem hataları sebebiyle aşırı yüklemeye dolayı orijinal hatalı parça kaybedilmiştir. Değiştirme parçası aynı problem yüzünden kaybedilmektedir. Eğer ikinci sefer değiştirdiğiniz bir sigorta ise kaybınız fazla değildir, fakat yerleştirdiğiniz 1500 dolarlık bir devre kartı ise ikinci hata oldukça pahalıya mal olur.

Pahalı parçalar için, kaybedilen parçayı yerleştirmeden önce bazı tipte ön test mevcuttur; örneğin, devre kartı yerleştirmeden önce çabuk bir önkontrol için besleme kaynağını kontrol etmektir.

Her PLC için kayıpların ve düzeltmelerin yazıldığı bir register tutulmalıdır. Register, bir miktar hatadan sonra bir kayıp oluşuyorsa bunu gösterecektir. Kayıpların bütün şekilleri hangi PLC problemleri getireceğini gösterecektir. Parça kaybı modu için daha çok yedek parça elde tutulabilir. Register için başka bir sebepte tabii olarak geçmişini içindir. Eğer bir hata tekrar oluşursa, registre gözetme, hata arayıcıya geçmiş tecrübelerden faydalanma imkanı verecektir. Kütük, olayın tarihi ve kaçınıcı tekrarı gibi hata tanımlanması ve düzeltme hareketini içermektedir.

## 6.10. PLC'LERİN BAKIMI

PLC bakımı ve koruyucu bakımı şunları içermektedir:

1. Giriş/Çıkış modülü terminallerindeki vidaların sıkılığı düzenli olarak kontrol edilmelidir. Bir süreden sonra zayıflayabilir.

2. Bağlantı terminalleri korozyona karşı düzenli olarak kontrol edilmelidir. Rutubet ve korozif atmosfer zayıf elektrik bağlantısına sebep olabilir. İçeride, baskılı devre kartları son bağlantı elemanları da korozyona uğramış olabilir.

3. Bileşenlerin kirsiz olduğuna emin olunmalıdır. Bir kir tabakası üzerinden PLC'nin geçerli soğutulması mümkün değildir.

4. Stok genellikle yedek parça gerektirir. Giriş ve çıkış modülleri oldukça sık kaybedilen PLC parçasıdır. Eğer uygun üreticinin servis istasyonu ve parça deposu yakında yoksa, stoklama özellikle gereklidir. Yedek parça envanterinin uygun seviyede devam ettirilmesi, pahalı envanter ve parçasız uzun durma arasında ticari bir olaydır.

5. Kullanılmakta olan işletim programının iki kaydı hazır tutulmalıdır. Bu belki kağıda, teyp'e veya bilgisayar diskine kaydedilebilir. Bu kayıtlarda, PLC'nin çalışma alanının uzağında fabrika içinde bir yerde tutulmalıdır. Uzun ve pahalı programların kopyaları yangın ve hırsızlığa karşı fabrika dışında emniyetli bir yerde korunmalıdır.

## 7. PLC'LERİN KLASİK SİSTEMLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

Kontrol teknolojisindeki gelişmelerle artık işletmecilerin makinadan veya fabrikadan saatte elde edilen ürünü ve o anda fabrika içinde hangi makina nasıl çalışıyor gibi bilgiler bimleri gerekmektedir. Bunun için de öncelikle makinaların tek tek kontrol edilmesi ve daha sonra bütün bu makinaların tek bir merkezde kontrol edilmesi gerekmektedir. Yani artık makinadaki bazı parametrelerin değişimi çalışanın insiyatifine bırakmak istenemektedir. Bununla beraber PLC'lerin en önemli ve en yaygın avantajları şöyledir :

**ESNEKLİK :** Geçmişte elektronik olarak kontrol edilen her makina üzerinde kendi kontrolcüsü vardı. Örneğin, 15 makina 15 ayrı kontrolcüye gereksinim duyabilirdi. Şimdi ise PLC'nin bir tek modülü 15 ayrı makina için kullanılabilir. Bundan başka, bir PLC birçok makinada kolaylıkla kullanılabilirdi için, 15 kontrolcüden daha azına ihtiyaç duyulacaktır. PLC kontrolündeki 15 makinanın her biri kendi ayrı programına sahip olacaktır.

**PROGRAM DEĞİŞİMLERİ VE HATALARIN DÜZELTİLMESİ:** Kablolü röle tipi panelde, herhangi bir program değişiminde panellere ve aletlere kablo döşenmesi için zamana ihtiyaç vardır. Bir PLC program devresi veya adım dizayn değişimi yapıldığında PLC programı klavyeden birkaç dakika içinde değiştirilebilmektedir. Bir PLC kontrol sistemi için kablo döşeme işlemi gerekli değildir. Ayrıca bir PLC kontrol adım çizelgesinde bir program hatası düzeltilecekse, bir değişiklik çabuk olarak girilebilir.

**GENİŞ SAYIDA KONTAKLAR:** PLC, programı içinde bulunan her bobin için çok sayıda kontakta sahiptir. Bir kablolü panelli rölenin, 4 kontakta sahip ve bu kontakların hepsi 3 tane daha kontak yapılmış bir dizayn değişiminde kullanıldığını kabul edelim. Bunun anlamı, yeni bir röle veya röle bloğunun yapılıp yerleştirilmesi için zamana ihtiyaç olduğudur. PLC kullanıldığında, yalnızca 3 tane daha içeri girilecek kontakta ihtiyaç duyulur. Bu 3 kontak PLC'de otomatik olarak mevcuttur. Gerçekte, eğer yeterli bilgisayar hafızası mevcutsa tek bir röleden 100 tane kontak kullanılabilir.

**DAHA DÜŞÜK MALİYET:** Gelişen teknoloji daha fazla fonksiyonun daha küçük ve daha az pahalı paketlerde toplanmasını mümkün kılmaktadır. Çok sayıda röle , zamanlayıcı sayıcı, adımlayıcı bulunduran bir PLC'yi birkaç yüz dolara satın alınabilmektedir.

**ÇALIŞMA KONTROLÜ.** PLC programlanmış devresiyle ofiste veya laboratuvarda önceden çalıştırılıp kullanılabilir. Program, değerli olan fabrika zamanından tasarruf edilerek girilebilir, test edilebilir, araştırılabilir, gerekiyorsa değiştirilebilir. Bunun karşısı olarak klasik röle sistemleri en iyi olarak fabrika alanında test ediliyordu ki bu da çok fazla zaman kaybına neden olmaktadır.

**OPTİK GÖZETLEME.** Bir PLC devresinin çalışması, çalışma alanında direkt olarak bir ekrandan görülebilir. Bir devrenin çalışması veya çalışmaması o anda gözlemlenebilir. Lojik devre enerjilendirilirse ekranda ışıklandırılır. Hata giderme optik gözlemlerle daha çabuk yapılabilir.

İleri PLC sistemlerinde, olabilecek her arıza için bir çalışma mesajı programlanabilir. PLC lojisi bir hata bulduğunda, bu hatanın tanımı ekranda belirir. (Örneğin, Motor 7 fazla yüklenmiş.) Aynı zamanda ileri PLC sistemleri her devre bileşeninin fonksiyon tanımını bulundurabilir. Örneğin, çizelgedeki 1 numaralı giriş, çizelgede tanım olarak "Konveyör Limit Anahtarı"na sahip olabilir.

**ÇALIŞMA HIZI:** Röleler, kumanda için kabul edilemez miktarda zaman alabilirler. PLC programı için çalışma sürati çok hızlıdır. PLC lojik operasyonun hızı için milisaniye ile tanımlanabilecek bir tarama süresi tayin edilmiştir.

**BASAMAK VE BOOLEAN PROGRAMLAMA METODU:** PLC programlaması basamak modunda bir elektrikçi veya teknik eleman tarafından yapılabilir. Dijital veya Boolean kontrol sisteminde çalışan bir programcı da PLC programını kolaylıkla yapabilir.

**GÜVENİLİRLİK:** Genelde sabit haldeki cihazlar, mekanik veya elektronik röle ve zamanlayıcılardan daha güvenilirdir. PLC, çok yüksek güvenilirlik oranına sahip, katı haldeki elektronik bileşenlerden yapılmıştır.

**KOLAYLIK VE KONTROL SİSTEMİ BİLEŞENLERİNE KOMUT VERME:** Bir PLC tek teslim tarihli tek bir cihazdır. PLC ulaştığı zaman bütün sayıcılar, röleler ve diğer bileşenlerde ulaşır. Bir röle panelinin dizayn edilmesinde, 12 ayrı satıcı firmadan 20 farklı zamanlayıcı ve röleye sahip olunabilir. Parçaların zamanında elde edilmesi çeşitli teslim tarihlerini ve olanaklarını gerektirir. Bir PLC ile, bir ürün ve teslim için bir kesin zamana sahip olunur. Bir röle sisteminde bir bileşeni almayı unutmak, o bileşen elinize ulaşana kadar kontrol sisteminin çalıştırılmasının gecikmesi anlamına gelir. PLC'de fazladan bir röle her zaman mevcuttur, bu da programcıya yeterli ekstra hesaplama güçlü PLC sağlar.

**DÖKÜMANTASYON:** Eğer gerekirse, gerçek PLC devresinin doğrudan yazıcıdan çıkışı birkaç dakika içinde mümkün olur. Devrenin ozalitini uzaktaki dosyalarda aramaya gerek yoktur. PLC, çalışır durumdaki gerçek devrenin yazılı çıkışını verilen zamanda yapar. Çoğunlukla, röle panelleri için yazılmış dosyalar zamanında sağlanamaz. PLC yazılı çıkışı şu anki devreninkidir; doğrulanması için kabloların izlenmesine ihtiyaç yoktur.

**GÜVENLİK:** PLC'nin kilidi açılmadan PLC program değişikliği yapmak mümkün değildir. Röle panelleri, döküman edilmemiş değişimleri koymaya müsaittir. Gece vardiyasındaki insanlar, gece ofis kapanırken, yapılan panel değişimlerini kaydetmemiş olabilirler.

**YENİDEN PROGRAMLAMA İLE DEĞİŞİMLERİN KOLAYLAYLAŞTIRILMASI:** PLC'lerin yeniden programlanması çabuk yapılabildiği için, karışık üretim metodları da uygulanabilmektedir. Örneğin, A kısmı işlem görürken B kısmı montaj hattına girerse, B kısmının işlem görmesi için bir program, üretim makinasına birkaç saniyede programlanabilir.

Bu 13 başlıkla, programlanabilir lojik kontrol elemanı kullanımının bazı avantajları anlatılmıştır. Elbetteki, kişisel uygulamalarda ve endüstrideki uygulamalarda başka avantajları da olacaktır.

Aşağıdakiler PLC'nin dezavantajlarını ve belkide alınacak önlemleri anlatmaktadır:

**YENİ TEKNOLOJİ:** Bazı çalışanların düşüncelerini adımlayıcı ve rölelerden, PLC bilgisayar kavramına değiştirmesi zor olmaktadır.

**BELİRLİ PROGRAM UYGULAMALARI:** Bazı uygulamalar tek fonksiyonlu uygulamadır. Dolayısıyla çok fazla programlama kapasitesine sahip olan bir PLC'ye yatırım yapmak gereksizdir.

**ÇEVRESEL ETKİLER:** Yüksek ısı ve titreşim gibi bazı çalışma ortamları PLC'deki elektronik birimleri, kullanım limitlerini kısıtlayan bozucu etkiye maruz bırakırlar.

**HATA RİSKSİZ İŞLEM :**Röle sistemlerinde stop düğmesi elektriksel olarak devreye bağlı değildir, güçte bir aksaklık olursa sistem durur. Güçteki aksaklık giderildiği halde röle sistemi otomatik olarak çalışmaya başlamaz. Elbette bu , PLC'ye programlanabilir. Buna rağmen bazı PLC programlarında bir cihazın durmasını sağlamak için bir giriş voltajı kullanmak zorunda kalınmaktadır. Bu sistemler hatadan uzak değildir. Bu dezavantaj PLC sistemine güvenlik rölesi eklenerek giderilebilir.

**SABİT DEVRE ÇALIŞMASI :** Çalışan bir devre asla değiştirilmezse, mekanik drum gibi sabitlenmiş bir kontrol sistemi PLC'den daha ucuza malolabilir. Çalışmada periyodik değişimler yapıldığı takdirde en etkili olan PLC'dir

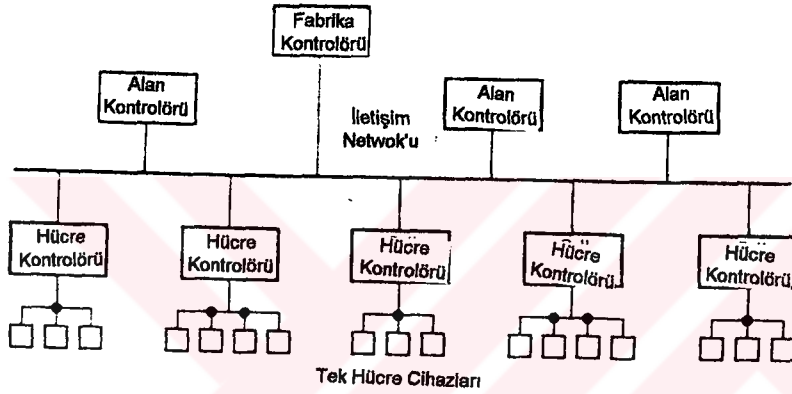
Röle lojik sistemleriyle ilgili bilgisi olan bir kişi PLC fonksiyonlarını birkaç saat içinde öğrenebilir. Bu fonksiyonlara bobinler, kontaklar, zamanlayıcı ve sayıcılar da dahildir. Aynı şey, dijital lojik bilgi birikimi olan bir kişi için de geçerlidir. Adım şemalarına ve dijital kanunlara yabancı birinin bunları öğrenmesi daha uzun zaman alır.

Lojik röle konusunda bilgili bir kişi, doğru talimatlarla, birkaç gün içinde ileri düzey PLC fonksiyonlarını öğrenebilir. Şirket okulları ve çalışma birimleri, ileri düzey PLC fonksiyonları öğrenme konusunda faydalı olmaktadır.

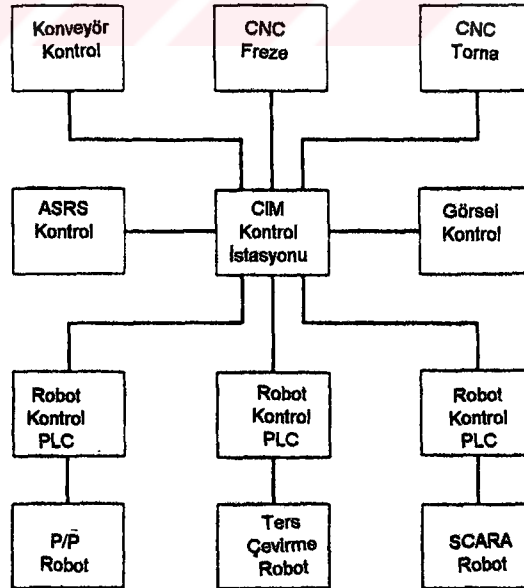
## 8. SONUÇ

Artık Türkiye’de ve Dünya’da Programlanabilir Lojik Kontrol elemanlarının kullanımı son derece hızlı bir şekilde artmaktadır. Ülkemizde de dondurma’dan cam’a, televizyon’dan tekstil’e, süt’den deterjan’a kadar orta büyüklükteki her fabrikada PLC’ler yaygın olarak kullanılmakta ve sürekli artan makina parklarında PLC kontrollü makinalar büyük çoğunluktadır. Bunların yanısıra, kam veya röle kontrollü sistemlerde de PLC kullanmaya yönelik modernizasyon işleri büyük bir önem kazanmıştır.

Günümüzde her çeşit işe uygun PLC’ler üretilmektedir. Yani 8-10 giriş/çıkışlı kompakt PLC’lerden, 2000-2500 giriş/çıkışlı modüler PLC’lere kadar her büyüklükte işe uygun çeşitlerini bulmak mümkün olmaktadır. Bunun yanısıra analog ve PID fonksiyonları sayesinde her çeşit işe uygulanabilmektedirler. Basit sistemlerin PLC programlaması,artık teknisyenler tarafından yapılabilecek kadar kolaylaştırılmıştır. Bu da firmaların PLC’lere daha sıcak bakmalarına sebep olmaktadır. Zaten seçimi ve uygulamasıda oldukça kolaylaşmıştır. Kontrol edilecek iş seçildikten sonra gerekli giriş/çıkış, sayıcı, zamanlayıcı sayısı seçimde önem verilen değerlerdir. PLC’yi satan firma genellikle programlamasında da alıcıya yardım etmektedir.

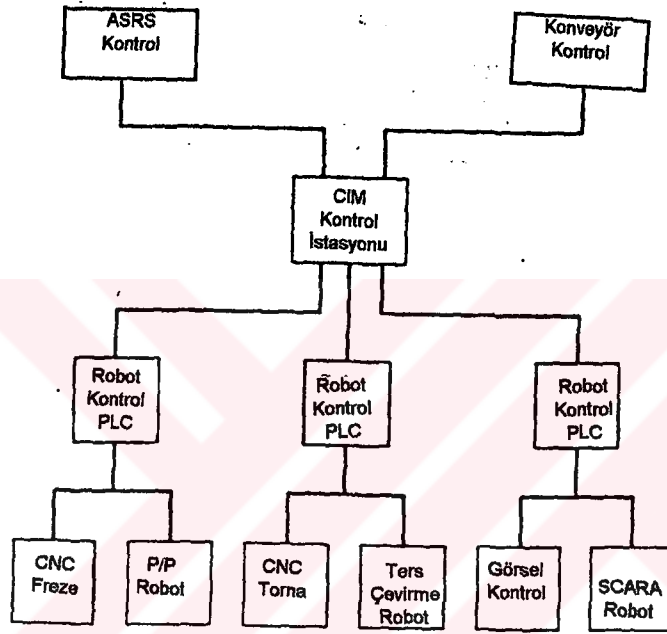


Şekil 8-1 : Bir fabrikada fonksiyonlara göre işleme görevinin dağıtılması.



Şekil 8-2 : CIM (C0mputer Integrated Manufacturing) kontrol hücresi için yıldız network konfigürasyonu.

Günümüzde artan rekabet işletmeleri daha seri, verimli, esnek, uzun süreli ve hatasız çalışmaya itmektedir. Daha yeni teknolojiler hem üretimin kalitesini arttırmakta hem de birim maliyeti minimuma indirmektedir. Üretim hattındaki her 5 dakikalık duruşun bile rapor edildiği düşünülürse, büyük bir fabrikada bütün makinaların her tarafını her zaman kontrol etmek için bir eleman görevlendirmek uzun vadede sosyal hizmetler, ücret, sigorta vb. gibi, hem işletmeye bir takım sorumluluklar katmakta hemde yapılan işin her zaman aynı kalitede olmasını güçleştirmektedir. Örneğin boya tabancasını kullanan kişi bir süre sonra yorulabilir, veya bir takım sorunlardan dolayı moralsız geldiği işinde yeterli verimde çalışamayabilmektedir. Bu nedenle önce yapılan işlerde otomasyona geçilmiş ve daha sonra bunların kontrol işleri tek bir merkezde toplanmıştır. Bilgisayarla bütünleşik üretim (CIM) tüm otomasyona ulaşmada yazılım ve donanımı birleştirmek için bir düşüncedir. Şekil 8-1 ve şekil 8-2'de CIM'e ait şebekeler gösterilmektedir. Bunlardan da anlaşılacağı gibi, sistemin ilk elemanı tek makinalardır. Bu sebebe mimarisinin her yerinde PLC'ler kullanılabilir.

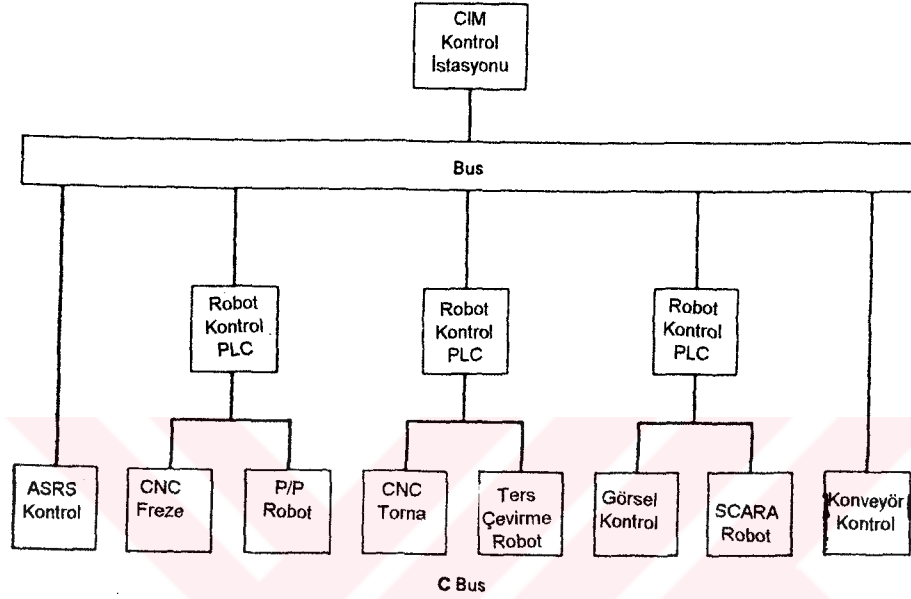


Şekil 8-3 : CIM hücresi için yarı-yıldız network konfigürasyonu.

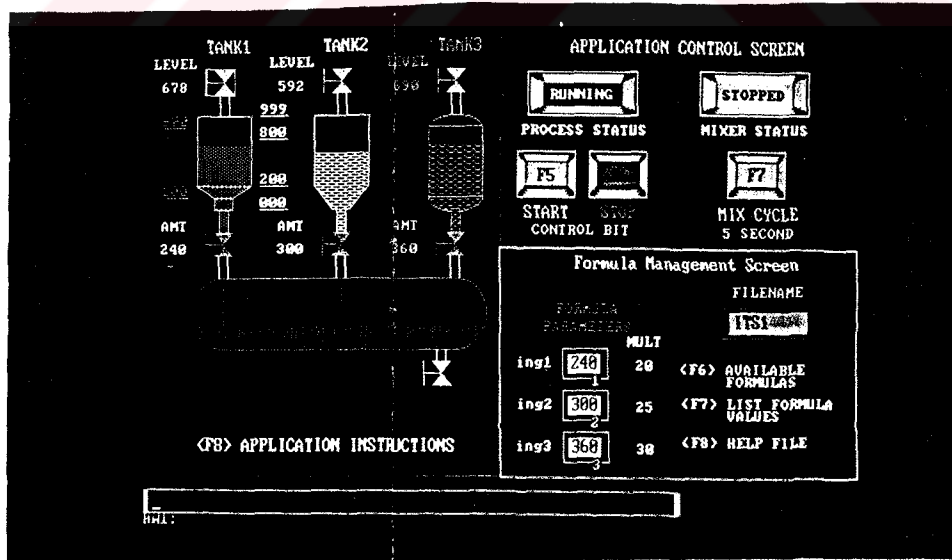
PLC kullanımı ilk bakışta büyük bir maliyet olarak görülsede yapılan işin hızı bakımından orta vadede kendisini amorti etmektedir. PLC içerisinde ki işlemlerin milisaniyeler mertebesinde yapıldığı düşünülürse, bir makinadan algılanan sinyallerin ve hareketlerin işlenip sonuç sinyalinin yollanması bir insanın veya röle sisteminin yapabildiğinden çok daha kısa sürecektir.

Genel bir fabrika otomasyonu düşünüldüğü zaman PLC'ler ilk basamak olarak karşımıza çıkmaktadır. Yani PLC'ler makinaları kontrol etmektedir. Bu makinalar kendi aralarında işlev bakımından guruplandırılırlar. Ve her bir gurubu kontrol eden bir kontrolör bulunmaktadır. Fabrika içindeki kademelendirme böyle devam eder ve en sonunda en yukarda tek bir makinada bütün kontroller toplanır. Bu fabrika içi iletişim organizasyonunda çeşitli sistemler kullanılmaktadır. Daire ve yıldız mimarisi makinaların birbirlerine bağlanmasında kullanılan en yaygın sistemlerdir. Özellikle geniş alana yayılmış tesislerde seri iletişim tercih edilmektedir. Yani, tesisi dolaşan bir tek kablo ve bu hat üzerinde istasyonlar bulunmaktadır. Tabii olarak bir tesisdeki bütün PLC'lerin aynı marka olması imkansızdır. Farklı markaların birbirleriyle iletişim kurabilmesi için aynı "Dil"i konuşmaları gereklidir. Tabii olarak her marka kendine özgü bir dil'e sahiptir. Bu nedenle seri iletişim için çeşitli protokoller geliştirilmiştir. Yani, farklı dildeki PLC'leri tek bir merkezden kontrol etmek için Profibus, InterBus-S, Fieldbus, CanBus, D-Bus gibi protokoller geliştirilmiştir. Farklı markadan makinaları tek bir hat da buluşturup tek merkezden kontrol etmek için yapılması gereken sisteme bağlanacak işletmedeki PLC'lerin ortak olarak kullanabileceği protokol belirlenmeli daha sonra bus sistemine uygun

bağlantı nod'ları belirlenip takılır. Bu fieldbus (veri yolu) sistemi olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemde dolaşan verilerin baş kısımlarında ait oldukları istasyonun kodu bulunmaktadır. Her istasyon gelen verinin kodunu kendi kodu ile karşılaştırır. Eğer kod numarası tutarsa veri, o istasyona gelmiş demektir. Gelen veri alınır ve deşifre edilir. Eğer veri o istasyona ait değilse bir sonraki istasyona aktarılır. İşletmenin içerisinde büyük bir kablo yığını ortadan kaldırılmış olmaktadır. Çift damarlı bir tek kablo işletmedeki makinaları dolaşır. Veri alışverişi bu kablo üzerinden sağlanmaktadır. Bu sistemin ucunda genellikle "Visualitisation" sistemleri bulunmaktadır. Bunlar sayesinde görüntülü olarak üretim verileri anında izlenmektedir.

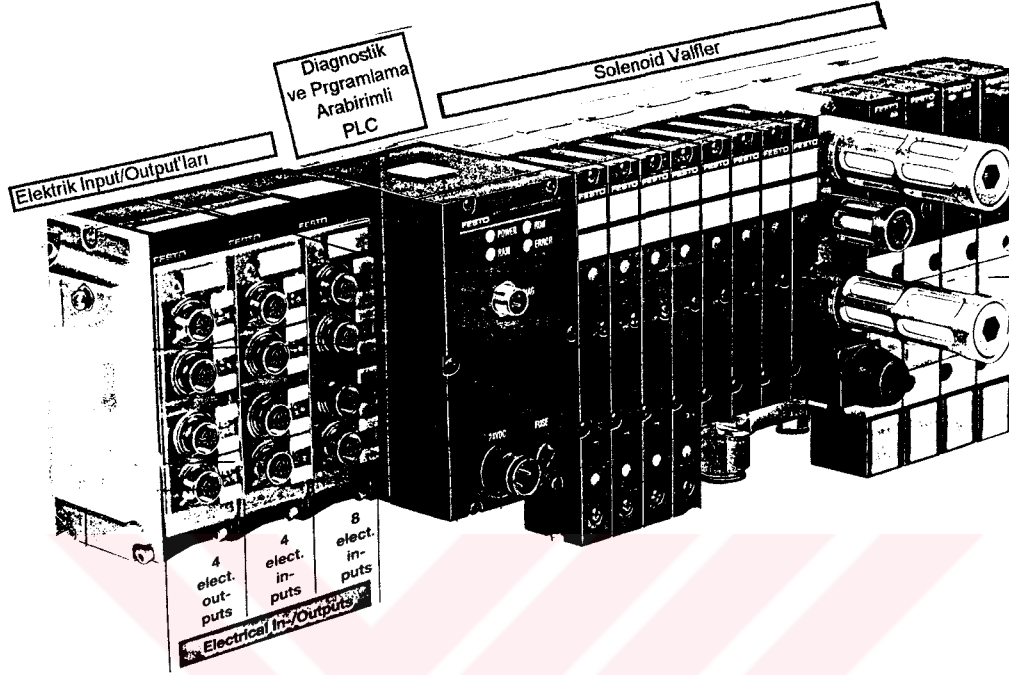


Şekil 8-4 : CIM hücresi için taşıt network konfigürasyonu.



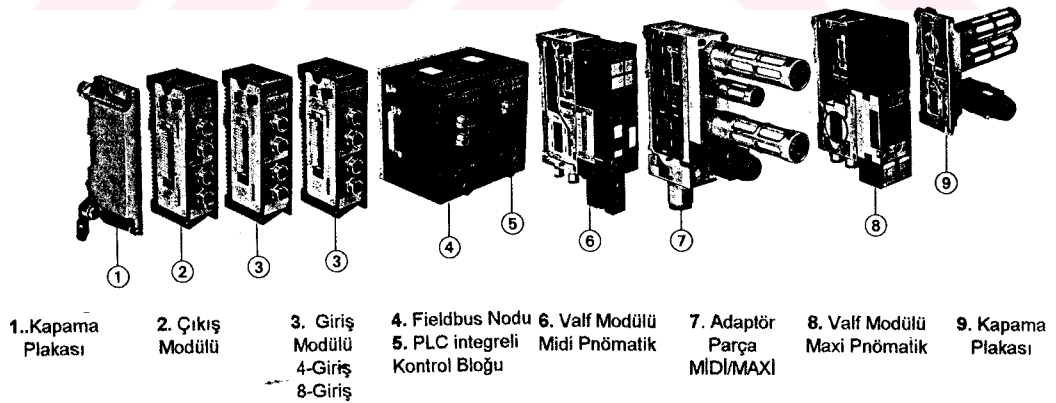
Şekil 8-5 : "Visualisation" sistemi ile üretim verileri her aşamada bir ekrandan kontrol edilir.

Şu anda PLC pazarında etkili olan markalar şunlardır : Siemens, Allen Bradley, Mitsubishi, Omron, AEG Modicon, Telemecanique, GE Fanuc, Hitachi, Klockner Moeller, Toshiba, Fuji, Sat Control, Bosch, Cegelec, B&R, ABB, Eberle, Philips, EAW, Schleicher ve Festo'dur. PLC pazarında firma olarak Siemens başı çekmektedir. Bu pazarda da Japon ürünleri en büyük pazar payını almaktadırlar.



Şekil 8-6 : Valf terminalleri sayesinde algılayıcı, PLC ve valfler tek bir blok üzerine taşınmıştır.

PLC Entegre Edilmiş Bir Modüler Valf Adasının Kısımları

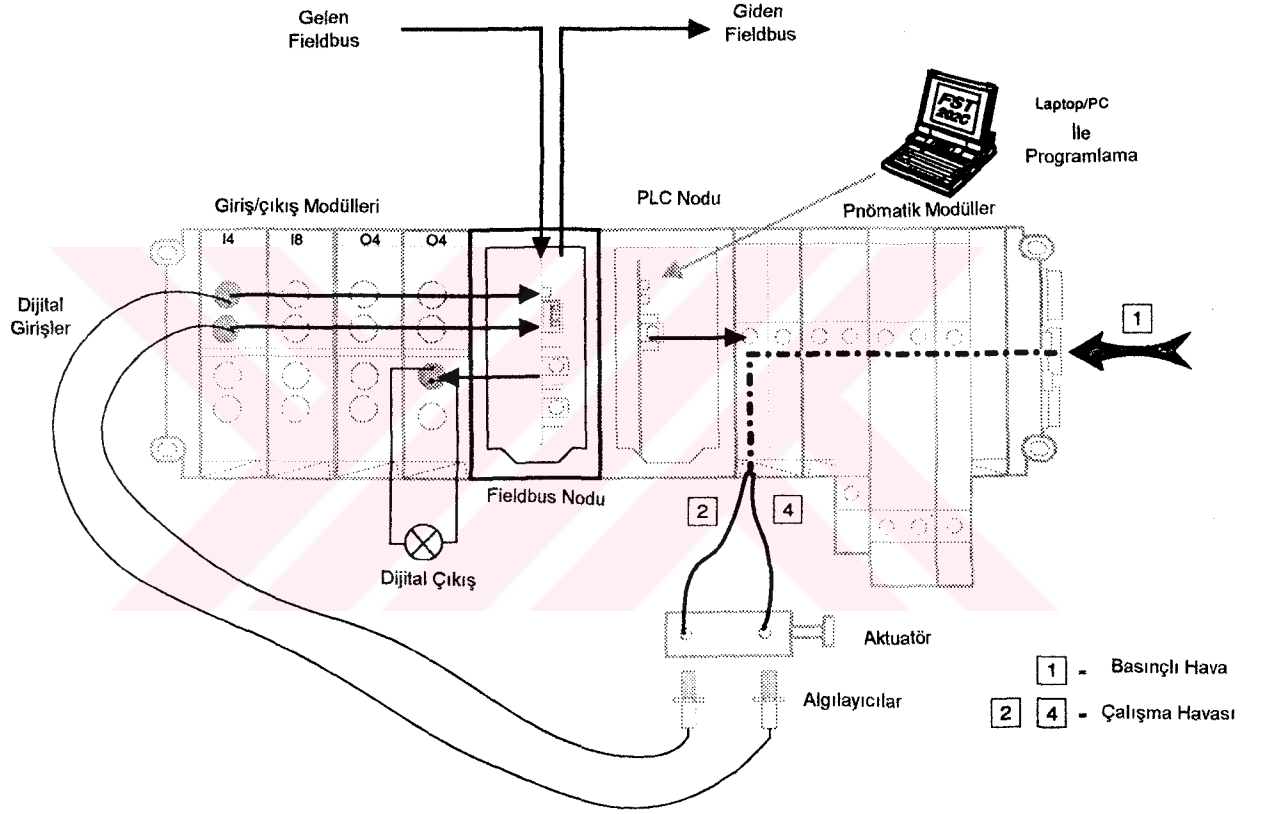


Şekil 8-7 : Valf terminallerinin bir özelliğide montaj zamanının çok aza indirilmiş olmasıdır.

Genel olarak, makina üretimi hızlı bir şekilde PLC kontrollü sistemlere doğru gitmektedir. Üretim, montaj gibi konulardaki avantajlarının yanısıra her geçen gün fiyatları biraz daha düşmekte ve böylece uygulanabilirlikleri de artmaktadır. Pek tabii ki tamamen yerleşmesi bir zaman alacaktır. Fakat bu güne kadar olan gelişimleri göz önüne alındığında bu zamanın çok yakın olduğunu anlamak gayet kolaydır.

Bu sayede, gün geçtikçe işsiz fabrikalara doğru yaklaşmaktadır. Japonya'da ve Almanya'da bu gibi fabrikalara örnekler bulunmaktadır. Fakat ülkemizde de PLC kullanımının yanı sıra "Visualisation" sistemleri, Fieldbus sistemleri, ASI sistemleri bir iki tane de olsa artık uygulanmaya başlanmıştır. Bu da, sanayimizin batı teknolojisini çok yakından takip ettiğini göstermektedir.

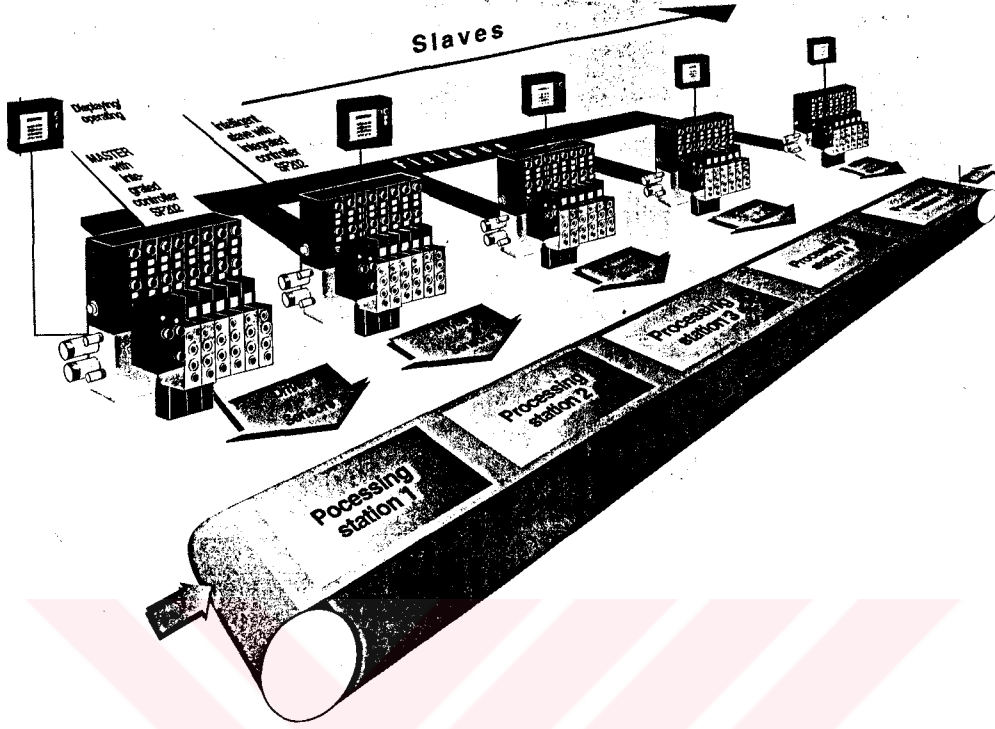
PLC uygulamalarındaki bir yenilik de son kontrol elemanlarına yaklaşmalarıdır. Yani PLC'ler gittikçe kontrol ettikleri elemanlara entegre olmaktadır. Bunlardan en önemlisi, kontrol teknolojisinde çok sık kullanılan pnömatik valflerle PLC adası ve algılayıcı girişlerinin tek bir terminal üzerinde birleşmesidir. Şekil 8-6'da gösterilen pnömatik valfler, PLC ünitesi, algılayıcı girişleri ve çıkışların üzerinde bulunduğu bir valf terminalidir. Bu terminal pratik uygulamada kullanıcıya oldukça büyük avantajlar sağlamaktadır. Öncelikle montaj kolaylığı bakımından valfler tek bir yerde toplanmıştır, hepsi göz önündedir ve montaj süresi bakımından daha kısa süre istemektedir. Algılayıcı girişleri terminal üzerine taşınmıştır. Üzerlerindeki led'ler sayesinde aktif olup olmadıkları kolayca anlaşılabilir. PLC ünitesi valf terminali üzerine taşınarak makina üzerinde büyük bir kablo yığımından kurtarılmıştır.



Şekil 8-8 : Valf terminalleri üzerine istendiği takdirde Fieldbus nod'u da takılabilmektedir.

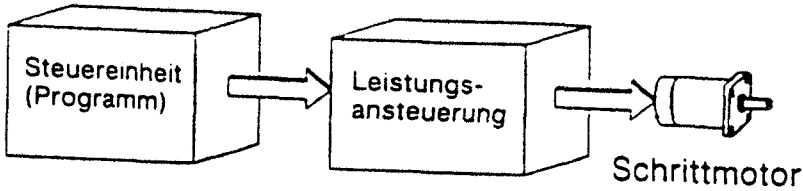
Kullanıcının bir sefer programı yapıp yüklemesi sistemin çalışması için yeterlidir. Bundan sonra işlem akışını kontrol etmek için belki bir ekran terminal üzerine takılabilir. Valf terminalleri kullanmanın bir avantajı ise bir hata durumunda hızlı bir hata bulunmasıdır. Bütün elemanlar tek bir parça üzerindedir ve çalışıp çalışmadıkları buradan takip edilebilir. Bir temassızlık veya bir kablunun gevşemesi söz konusu değildir. Normal bir röle sisteminde, bir gevşemeden dolayı oluşan arızanın bulunması bazen saatler alabilmektedir. Bu PLC'li bir sistemde çok kısa bir süreye indirilirken, valf terminallerinde de sıfırlanmıştır. (Şekil 8-7). Bu terminaller modüler olarak tasarlanmıştır. Yani kullanıcı ihtiyacı kadar valf bloğu, giriş/çıkış almaktadır. Bir terminale maksimum 26 tane valf, 56 tane elektrik girişi, 64 elektrik çıkışı bağlanabildiği gibi Fieldbus nod'u da takılabilmektedir (şekil 8-8). Bu

sayede, pratik de 16 tane valf terminali bir hat üzerinden birbirilerine bağlanabilmektedir. Yani 416 valf'e tek bir kablo üzerinden kontrol edebilmektedir. (Şekil 8-9/10)



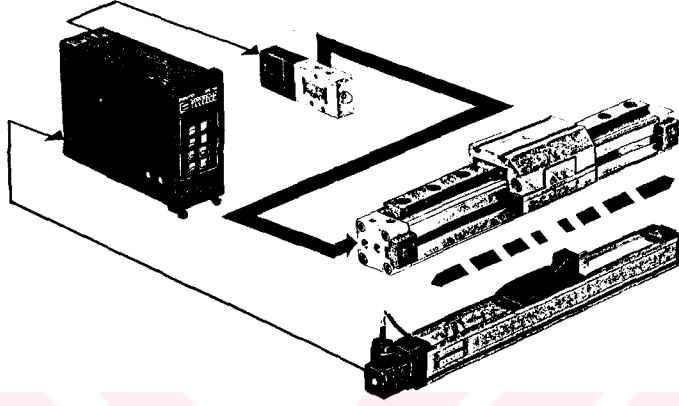
Şekil 8-9 : Tek bir kablo aracılığı ile 16 adet terminale ulaşabilmektedir.

Yani PLC üniteleri gün geçtikçe uygulamalara özel spesifikleşmekte ve bu sayede kullanıcının işini büyük ölçüde hafifletmektedir. Gelecek senelerde sadece endüstri tesislerinde değil, günlük yaşamın her aşamasına ulaşacaklardır. Sanayii de otomasyonla beraber kompleksleşmektedir. Bu da daha özel makinalara daha özel kontrol sistemleri gerektirmektedir.



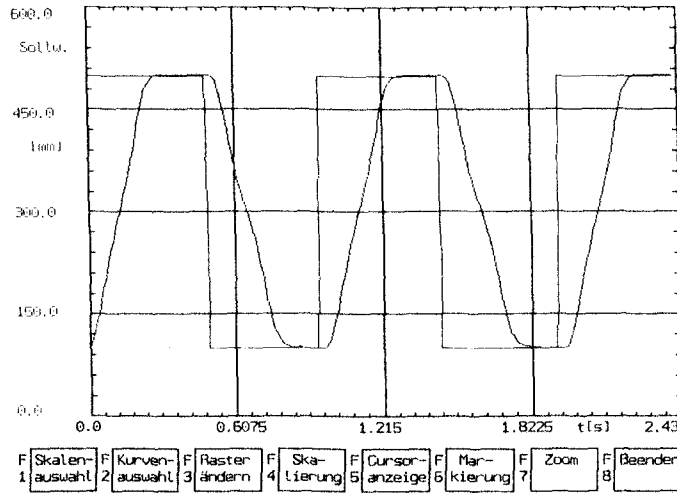
Şekil 8-10 : Açık çevrim bir motor kontrolü

PLC sistemleri ayrıca açık ve kapalı sistemlerin kontrolünde da kullanılmaktadır. Şekil 8-10'da, bir açık çevrimi kontrol sistemi görülmektedir. Burada, PLC kontrol ünitesinden programa göre analog veya dijital olarak bir sinyal adım motorunun sürücüsüne yollanmaktadır. Burada motordan istenecek görev belirli bir devir sayısını sabit tutmasıdır. Ve bunun için gerekli olan PLC kontrol sistemi tarafından hesaplanıp sürücüye yollanmıştır. Fakat daha sonra motorun bu devir sayısında olup olmadığı kontrol edilmemektedir.



- 5/3 Oransal Pnömatik Yön Kontrol Valfi
- Pnömatik Silindir
- PLC Kontrol Cihazı
- Lineer Enkoder

Şekil 8-11 : Kapalı çevrim olarak çalışan bir servopnömatik sistem.



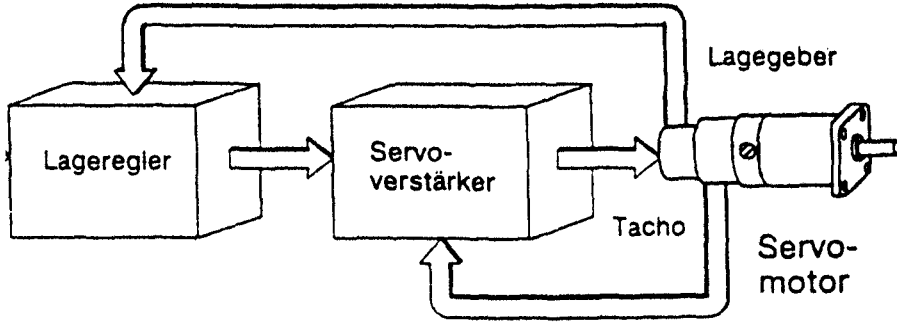
Şekil 8-12 : Servopnömatik sistemin istenen konuma yaklaşım eğrisi.

Şekil 8-11'de ise, kapalı çevrim çalışan PLC kontrollü servopnömatik bir sistem gösterilmektedir. Bu sistem bir adet özel PLC kontrol ünitesi, oransal 5/3 pnömatik valf, pnömatik milsiz silindir ve ölçüm yapan bir adet lineer enkoder'den oluşmaktadır. Daha önceden yüklenmiş programa göre PLC kontrol ünitesi, silindirin gideceği konuma bağlı olarak valf'e 0 ile 10 Volt arasında bir gerilim yollayarak, valfin çıkış debisini kontrol etmektedir. Böylece silindirin istenen bir konuma gitmesi sağlanmaktadır. Silindirin miline bağlı olan enkoder ise konum değerini ölçümleyip PLC'ye analog bir sinyal olarak geri yollamaktadır. PLC'de enkoder'den gelen değer ile silindirin bulunması gereken değer karşılaştırılır. Şayet bu değerler arasında bir sapma varsa bunu verilen toleranslar içinde tutmaya çalışmaktadır. Şekil 8-12'de, silindirin istenen konuma nasıl yaklaştığı gösterilmektedir. Bu işlemler için PID fonksiyonu olan özel PLC'ler bulunmaktadır. Böyle bir kaç sistem birleştirilerek, 2 veya 3 eksenli doğrusal hareket elde edilmekte ve kolayca "Pick & Place" işi yapacak robotlar tasarlanmaktadır.



Şekil 8-13 : Mikroişlemci kontrollü, PID fonksiyonlu DC motor sürücüsü.

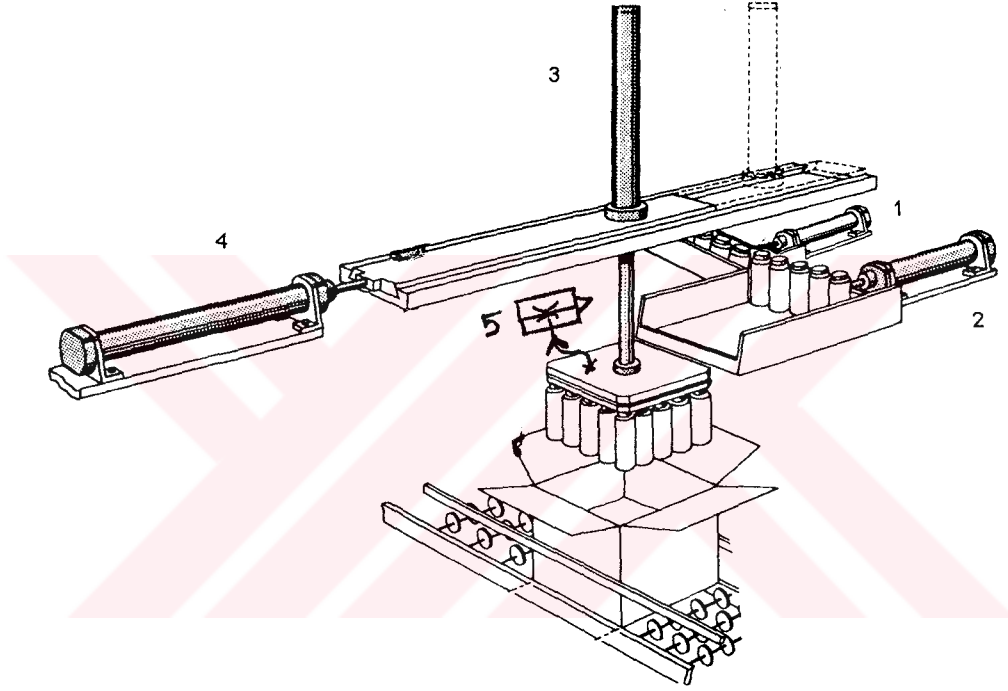
Bu çeşit kapalı ve açık çevrim kontrol işlemleri PLC'lerle yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar özellikle elektrik motorlarını süren sistemlerde ve tork-hız kontrolü yapmada ki kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bunun için bir çok firma özellikle bu alanda kullanılan ve şekil 8-13'de gösterilen özel mikroişlemcili PID kontrol üniteleri üretmektedir. Şekil 8-14'de de, bir servo motorun kapalı çevrimde kontrolü gösterilmektedir.



Şekil 8-14 : Bir servomotorun kapalı çevrimde kontrol edilmesi.

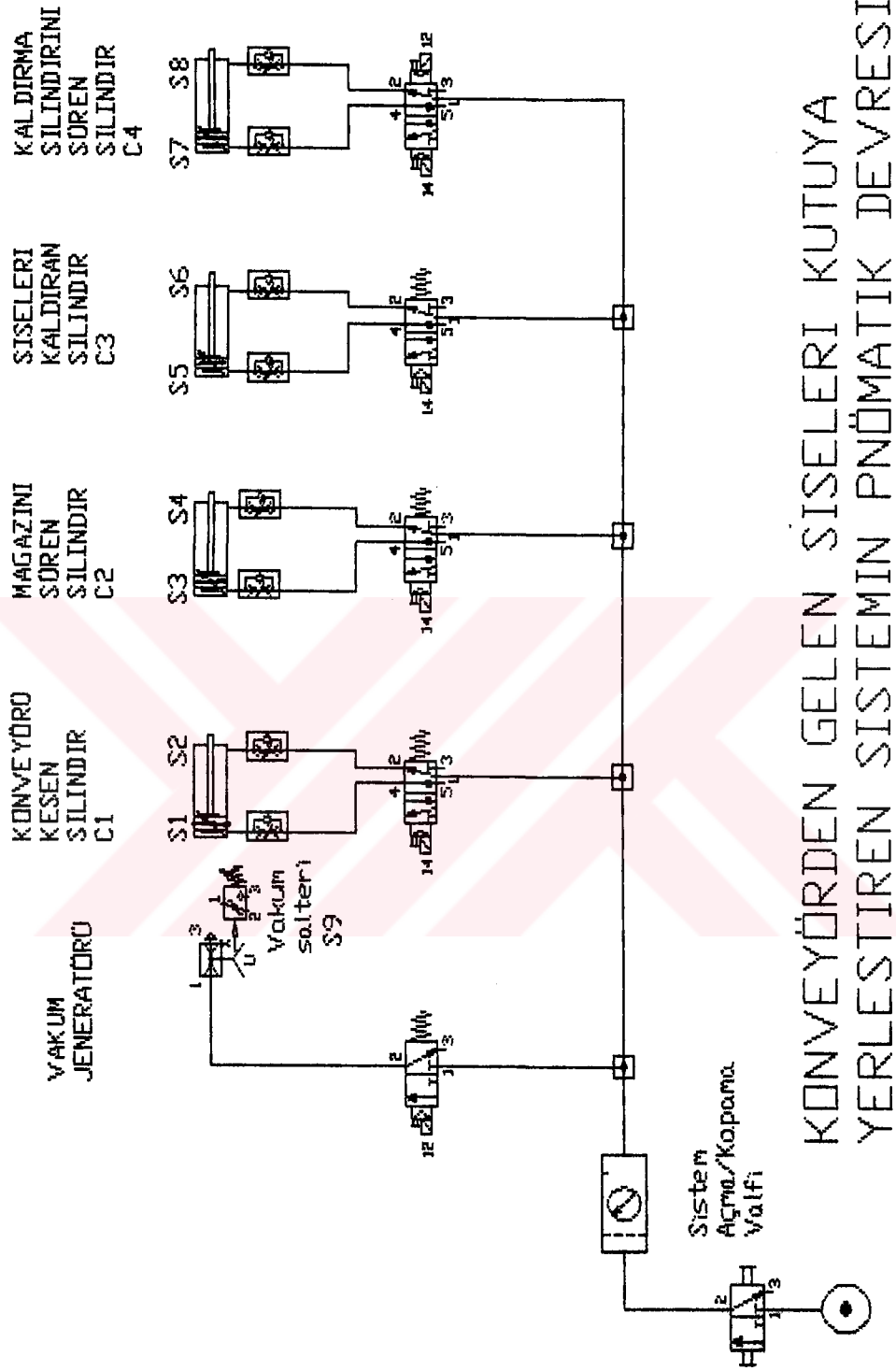
### 9. PLC KONTROL SİSTEMİNİN BİR KUTULAMA İŞLEMİNDE KULLANIMI

PLC kontrol sistemlerinin uygulanmasına örnek olarak, şekil 9-1'de gösterilmekte olan ilaç şişelerinin kutulama devresi ele alınmıştır. Bir ilaç fabrikasında konveyörden gelen şişelerin 5x5'lik kutulara yerleştirilmesi işleminin PLC kontrollu otomasyonu düşünülmüştür. Üretim programına bağlı olarak günlük üretilecek kutu sayısı belirlenmekte ve bu sayıya ulaşıldığı zaman sistem otomatik olarak durmaktadır. İşlemi kontrol etmek için iş elemanı olarak 4 adet pnömomatik silindir ve bir adet vakum jeneratörü kullanılmıştır. Sistemden bilgi alınmasıda silindirlerin üzerlerine yerleştirilmiş manyetik algılayıcılar ve bir adet optik sensör tarafından sağlanmaktadır.

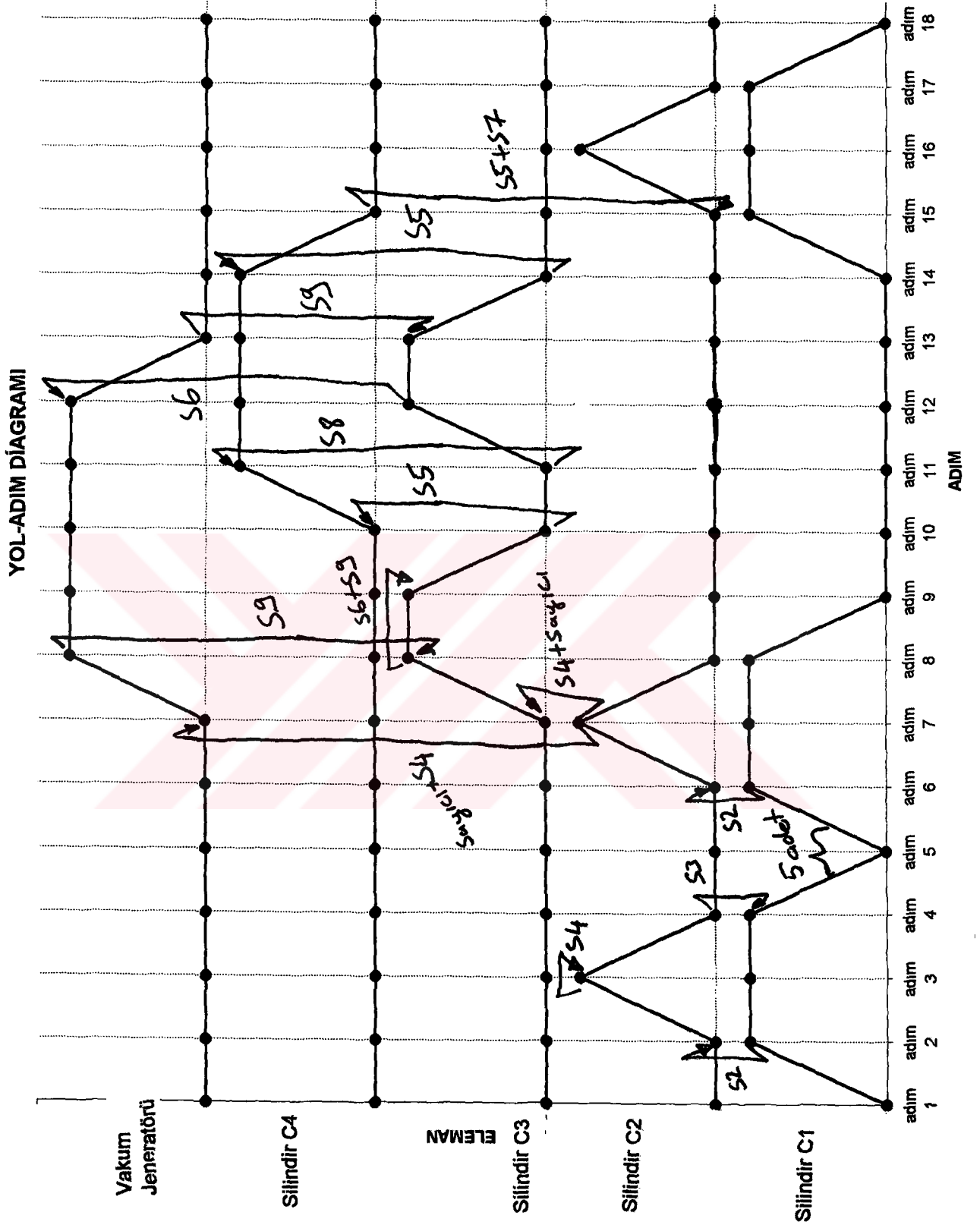


- 1 : Konveyör hattını kesen silindir (C1)
- 2 : Şişeleri ileri süren silindir (C2)
- 3 : Şişeleri kaldıran silindir (C3)
- 4 : Kaldırma silindirini süren silindir (C4)
- 5 : Vakum jeneratörü

Şekil 9-1 : Konveyörden gelen şişelerin kutulara yerleştirilmesi işi.



Şekil 9-2 : Şişe kutulama sisteminin pnömatik devresi.



Şekil 9-3 : Kutulama devresinin yol adım diagramı.

Burada otomatik kontrol sistemi kullanarak üretici

- Fabrikadaki insan gücünün azaltılması
- Tam otomatik üretim sistemlerine geçme
- İnsan kadrosunun sadece izleme fonksiyonu için tutulması ölçülerini göz önünde bulundurmaktadır.

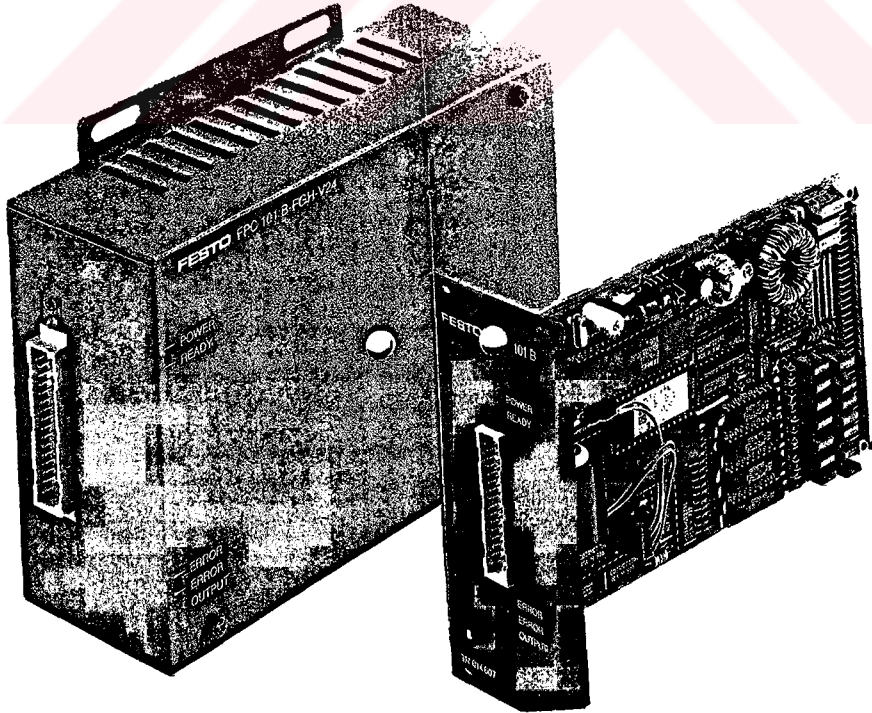
Kutulama makinasının çalışmaması şu sıralamayı takip etmektedir:

- I. Konveyör üzerinden gelen şişeler bir optik algılayıcı tarafından algılanmakta ve banttan 5 adet silindir geçtiği zaman C1 silindiri ileri çıkararak hattı keser.
- II. C2 silindiri ileri çıkararak şişeleri bir adım ileri sürer.
- III. C2 silindiri 5 sefer ileri çıktığı zaman, bir kutuluk şişe birikti demektir. C3 silindiri şişeleri yakalamak için aşağıya inerken, aynı anda vakum jeneratörü çalışmaya başlar.
- IV. C3 silindiri aşağıya indikten sonra, şişelerin yakalanması için gerekli vakumun oluşması için 1 saniye bekler ve tekrar yukarı çıkar.
- V. C3 silindiri geri geldiğinde, C4 silindiri ileri çıkar.Şişeler kutunun üzerine gelmiş demektir.
- VI. C3 silindiri tekrar aşağıya inerek şişeleri kutuya yerleştirmiş olur.
- VII. Vakum jeneratörü kapanır.
- VIII.C3 silindiri geri gelir
- IX. C4 silindiri geri konumuna gelir ve sistem tekrar çalışmaya başlar.

Bu sisteme ilave olarak bir çok sistemler eklenebilir. Karton kutuları açma, kutu kapatıp yapıştırma gibi. İşlemler arttıkça programda karmaşıklaşarak gelişmektedir.

Şekil 9-2'de çalışmakta olan sistemin pnömomatik devresi gösterilmektedir. Şekil 9-3'de ise devre elemanlarının hangi sıra ile hareket edeceğini belirten yol-adım diagramı bulunmaktadır.

Giriş ve çıkış sayıları, gerekli sayıcılar programlama yazılımının temini ve diğer özellikler göz önüne alınarak, sistemin Festo firmasının FPC-101-B model, dijital 26giriş/14 çıkışlı kompakt PLC'si ile kontrol edileceği kabul edilerek, şekil 9-4, bu kutulama sistemine ait şekil 9-5'de bulunan program hazırlandı. Program Statement List programlama dilinde yazılmıştır. Programlama yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli husus istenen hareketlerden çok, istenmeyen hareketlere karşı önlem almaktır. Beş eleman için bu kontrol sisteminin programının bu kadar sürmesi nedeniyle sistem daha fazla detaylandırılmamıştır.



Şekil 9-4 : Kutulama işlemi için seçilen Festo FPC 101-B PLC.

```

=====
=                               SISE KUTULAMA ANA PROGRAMI                               =
=====
= PROJE : SISELEME PROGRAMI                                             =
= PROJEYI YAPAN : AYTUNC ERARSLAN                                       =
= PROJENIN YAPILIS TARIHI : 18/02/1995                                   =
=====

```

## Operands of allocation list

Absolute	Symbolic	Comment
00.0		SISTEM LAMBASI
00.1		C1 SILINDIRI ILERI
00.2		C2 SILINDIRI ILERI
00.3		C3 SILINDIRI ILERI
00.4		C4 SILINDIRI ILERI
00.5		C5 VAKUM ACIK \ KAPALI
00.6		STOP LAMBASI
00.7		ACIL STOP LAMBASI
01.0		SUREKLI CEVRIM LAMBASI
01.1		TEK CEVRIM LAMBASI
I0.0	S0	START ANAHTARI
I0.1	S1	C1 ILERIDE SENSORU
I0.2	S2	C1 GERIDE SENSORU
I0.3	S3	C2 ILERIDE SENSORU
I0.4	S4	C2 GERIDE SENSORU
I0.5	S5	C3 ILERIDE SENSORU
I0.6	S6	C3 GERIDE SENSORU
I0.7	S7	C4 ILERIDE SENSORU
I1.0	S8	C4 GERIDE SENSORU
I1.1		KUTU SORGULAYICI SENSORU
I1.2		C5 VAKUM SENSORU
I1.3		SAYICI SENSORU
I1.4		STOP ANAHTARI
I1.5		ACIL STOP
I1.6		RESET TUSU
I1.7		SUREKLI \ TEK CEVRIM
F0.0		KONTROL MERKERI
F0.1		START MERKERI
F0.2		PROGRAM SONU MERKERI
C0		ILK SAYICI
C1		IKINCI SAYICI
CP0		ILK SAYICI YUKLEYICI
CP1		IKINCI SAYICI YUKLEYICI
CW0		ILK SAYICI CIKARTICISI
CW1		IKINCI SAYICI CIKARTICISI

```

=====
=                               SISE KUTULAMA ANA PROGRAMI                               =
=====
= PROJE : SISELEME PROGRAMI                                             =
= PROJEYI YAPAN : AYTUNC ERARSLAN                                       =
= PROJENIN YAPILIS TARIHI : 18/02/1995                                   =
=====

```

```

0001 STEP 1 (1)
0002 THEN CFM 0
0003 WITH V0
0004 IF I1.6 'RESET TUSU
0005 AND N I1.5 'ACIL STOP
0006 THEN RESET 00.1 'C1 SILINDIRI ILERI
0007 RESET 00.2 'C2 SILINDIRI ILERI
0008 RESET 00.3 'C3 SILINDIRI ILERI
0009 RESET 00.4 'C4 SILINDIRI ILERI
0010 RESET 00.5 'C5 VAKUM ACIK \ KAPALI
0011 RESET 00.7 'ACIL STOP LAMBASI
0012 OTHRW JMP TO 1 (1)
=====

```

Şekil 9-5 . Kutulama sistemi için yazılmış program.

```

0013 STEP 2 (2)
0014 IF N I1.5 'ACIL STOP
0015 AND N I0.1 'C1 ILERIDE SENSORU
0016 AND N I0.3 'C2 ILERIDE SENSORU
0017 AND N I0.5 'C3 ILERIDE SENSORU
0018 AND N I0.7 'C4 ILERIDE SENSORU
0019 AND N I1.2 'C5 VAKUM SENSORU
0020 AND I0.2 'C1 GERIDE SENSORU
0021 AND I0.4 'C2 GERIDE SENSORU
0022 AND I0.6 'C3 GERIDE SENSORU
0023 AND I1.0 'C4 GERIDE SENSORU
0024 THEN SET F0.0 'KONTROL MERKERI
0025 OTHRW JMP TO 1 (1)
=====

0026 STEP 3 (3)
0027 IF I1.7 'SUREKLI \ TEK CEVRIM
0028 THEN SET O1.0 'SUREKLI CEVRIM LAMBASI
0029 OTHRW SET O1.1 'TEK CEVRIM LAMBASI
0030 IF I0.0 'START ANAHTARI
0031 AND N I1.4 'STOP ANAHTARI
0032 THEN SET F0.1 'START MERKERI
0033 SET O0.0 'SISTEM LAMBASI
0034 RESET O0.6 'STOP LAMBASI
0035 IF I1.5 'ACIL STOP
0036 THEN SET O0.7 'ACIL STOP LAMBASI
0037 JMP TO 1 (1)
=====

0038 STEP 4 (4)
0039 IF F0.1 'START MERKERI
0040 THEN SET O0.1 'C1 SILINDIRI ILERI
0041 IF I1.5 'ACIL STOP
0042 THEN SET O0.7 'ACIL STOP LAMBASI
0043 JMP TO 1 (1)
0044 OTHRW JMP TO 5 (5)
=====

0045 STEP 5 (5)
0046 IF I0.1 'C1 ILERIDE SENSORU
0047 AND I1.3 'SAYICI SENSORU
0048 THEN LOAD V5
0049 TO CP0 'ILK SAYICI YUKLEYICI
0050 LOAD V5
0051 TO CP1 'IKINCI SAYICI YUKLEYICI
0052 SET C0 'ILK SAYICI
0053 SET C1 'IKINCI SAYICI
0054 IF I1.5 'ACIL STOP
0055 THEN SET O0.7 'ACIL STOP LAMBASI
0056 JMP TO 1 (1)
0057 OTHRW JMP TO 6 (6)
=====

0058 STEP 6 (6)
0059 THEN RESET O0.1 'C1 SILINDIRI ILERI
0060 IF I1.3 'SAYICI SENSORU
0061 THEN INC CW0 'ILK SAYICI CIKARTICISI
0062 IF I1.5 'ACIL STOP
0063 THEN SET O0.7 'ACIL STOP LAMBASI
0064 JMP TO 1 (1)
0065 OTHRW JMP TO 7 (7)
=====

0066 STEP 7 (7)
0067 IF C0 'ILK SAYICI
0068 THEN JMP TO 6 (6)
0069 OTHRW SET O0.1 'C1 SILINDIRI ILERI
0070 IF I1.5 'ACIL STOP
0071 THEN SET O0.7 'ACIL STOP LAMBASI
0072 JMP TO 1 (1)
0073 OTHRW JMP TO 8 (8)
=====

```

Şekil 9-5 . Kutulama sistemi için yazılmış program. (Devamı)

```

0074 STEP 8                (8)
0075 IF                    N      C0                'ILK SAYICI
0076 AND                   I0.1          'C1 ILERIDE SENSORU
0077 THEN SET              OO.2          'C2 SILINDIRI ILERI
0078 INC                   CW1           'IKINCI SAYICI CIKARTICISI
0079 SET                   C0            'ILK SAYICI
0080 IF                    I1.5          'ACIL STOP
0081 THEN SET              OO.7          'ACIL STOP LAMBASI
0082 JMP TO                 1            (1)
0083 OTHRW JMP TO          9            (9)
=====

0084 STEP 9                (9)
0085 IF                    C1            'IKINCI SAYICI
0086 THEN RESET           OO.2          'C2 SILINDIRI ILERI
0087 JMP TO                 6            (6)
0088 IF                    I1.5          'ACIL STOP
0089 THEN SET              OO.7          'ACIL STOP LAMBASI
0090 JMP TO                 1            (1)
0091 OTHRW JMP TO          10           (10)
=====

0092 STEP 10               (10)
0093 THEN RESET           OO.2          'C2 SILINDIRI ILERI
0094 IF                    N      C1            'IKINCI SAYICI
0095 AND                   I0.4          'C2 GERIDE SENSORU
0096 AND                   I1.0          'C4 GERIDE SENSORU
0097 AND                   I0.6          'C3 GERIDE SENSORU
0098 THEN SET              OO.5          'C5 VAKUM ACIK \ KAPALI
0099 SET                   OO.3          'C3 SILINDIRI ILERI
0100 IF                    I1.5          'ACIL STOP
0101 THEN SET              OO.7          'ACIL STOP LAMBASI
0102 JMP TO                 1            (1)
0103 OTHRW JMP TO          11           (11)
=====

0104 STEP 11               (11)
0105 IF                    I0.5          'C3 ILERIDE SENSORU
0106 AND                   I1.0          'C4 GERIDE SENSORU
0107 AND                   I1.2          'C5 VAKUM SENSORU
0108 THEN RESET           OO.3          'C3 SILINDIRI ILERI
0109 IF                    I1.5          'ACIL STOP
0110 THEN SET              OO.7          'ACIL STOP LAMBASI
0111 JMP TO                 1            (1)
0112 OTHRW JMP TO          12           (12)
=====

0113 STEP 12               (12)
0114 IF                    I0.6          'C3 GERIDE SENSORU
0115 AND                   I1.2          'C5 VAKUM SENSORU
0116 AND                   I1.0          'C4 GERIDE SENSORU
0117 THEN SET              OO.4          'C4 SILINDIRI ILERI
0118 IF                    I1.5          'ACIL STOP
0119 THEN SET              OO.7          'ACIL STOP LAMBASI
0120 JMP TO                 1            (1)
0121 OTHRW JMP TO          13           (13)
=====

0122 STEP 13               (13)
0123 IF                    I1.1          'KUTU SORGULAYICI SENSORU
0124 AND                   I0.7          'C4 ILERIDE SENSORU
0125 AND                   I1.2          'C5 VAKUM SENSORU
0126 AND                   I0.6          'C3 GERIDE SENSORU
0127 THEN SET              OO.3          'C3 SILINDIRI ILERI
0128 IF                    I1.5          'ACIL STOP
0129 THEN SET              OO.7          'ACIL STOP LAMBASI
0130 JMP TO                 1            (1)
0131 OTHRW JMP TO          14           (14)
=====

```

Şekil 9-5 . Kutulama sistemi için yazılmış program. (Devamı)

```

0132 STEP 14                (14)
0133 IF                    IO.7      'C4 ILERIDE SENSORU
0134     AND                IO.5      'C3 ILERIDE SENSORU
0135     AND                I1.2      'C5 VAKUM SENSORU
0136     AND                I1.1      'KUTU SORGULAYICI SENSORU
0137 THEN RESET            OO.5      'C5 VAKUM ACIK \ KAPALI
0138 IF                    I1.5      'ACIL STOP
0139 THEN SET              OO.7      'ACIL STOP LAMBASI
0140     JMP TO              1         (1)
0141 OTHRW JMP TO          15        (15)
=====

0142 STEP 15                (15)
0143 IF                    N         I1.2      'C5 VAKUM SENSORU
0144     AND                IO.5      'C3 ILERIDE SENSORU
0145     AND                IO.7      'C4 ILERIDE SENSORU
0146 THEN RESET            OO.3      'C3 SILINDIRI ILERI
0147 IF                    I1.5      'ACIL STOP
0148 THEN SET              OO.7      'ACIL STOP LAMBASI
0149     JMP TO              1         (1)
0150 OTHRW JMP TO          16        (16)
=====

0151 STEP 16                (16)
0152 IF                    IO.6      'C3 GERIDE SENSORU
0153     AND                IO.7      'C4 ILERIDE SENSORU
0154 THEN RESET            OO.4      'C4 SILNDIRI ILERI
0155 IF                    I1.5      'ACIL STOP
0156 THEN SET              OO.7      'ACIL STOP LAMBASI
0157     JMP TO              1         (1)
0158 OTHRW JMP TO          17        (17)
=====

0159 STEP 17                (17)
0160 IF                    IO.6      'C3 GERIDE SENSORU
0161     AND                I1.0      'C4 GERIDE SENSORU
0162 THEN SET              FO.2      'PROGRAM SONU MERKERI
0163 IF                    I1.5      'ACIL STOP
0164 THEN SET              OO.7      'ACIL STOP LAMBASI
0165     JMP TO              1         (1)
0166 OTHRW JMP TO          18        (18)
=====

0167 STEP 18                (18)
0168 IF                    I1.5      'ACIL STOP
0169 THEN SET              OO.7      'ACIL STOP LAMBASI
0170     JMP TO              1         (1)
0171 IF                    I1.4      'STOP ANAHTARI
0172     AND                FO.2      'PROGRAM SONU MERKERI
0173 THEN SET              OO.6      'STOP LAMBASI
0174     RESET              FO.1      'START MERKERI
0175     JMP TO              2         (2)
0176 IF                    I1.7      'SUREKLI \ TEK CEVRIM
0177     AND                FO.2      'PROGRAM SONU MERKERI
0178 THEN SET              O1.0      'SUREKLI CEVRIM LAMBASI
0179     JMP TO              4         (4)
0180 OTHRW SET              O1.1      'TEK CEVRIM LAMBASI
0181     JMP TO              3         (3)

```

Şekil 9-5 . Kutulama sistemi için yazılmış program. (Devamı)

**KAYNAKLAR :**

- 1- Deppert W. (Editör),1992-1994, "Pneumatic Electronic Tips No: 77-85", Festo K.G. , Esslingen
- 2- Deppert W. , Stoll K. ,1983, "Pneumatics İn Packaging", Vogel Buchverlag, Würzburg
- 3- Deppert W. , Stoll K. ,1990, "Pneumatische Steuerungen" , Vogel Buchverlag, Würzburg
- 4- Festo , 1994 , "Cost Saving Installation Technology", Festo K.G. , Esslingen
- 5- Festo , 1994 , "Servopneumatic Positioning Systems", Festo K.G. , Esslingen
- 6- Festo, 1986-1994, "Didacticum No: 2,56,7,8" , Festo Didactic K.G. , Esslingen
- 7- Festo, 1994, " Servopneumatic Positioniert Dynamischer ?" , Festo K.G. , Esslingen
- 8- Kantel M. , Plagemann B. , Schwer T. , Speidel R. , 1989 , "The Function Chart" , Festo Didactic K.G. , Esslingen
- 9- Kantel M. , Plagemann B. , Schwer T. , Speidel R. , 1990 , "The Ladder Diagram" , Festo Didactic K.G. , Esslingen
- 10-Klotz E. , Rechenberger S. , " Valve Terminal Type 03/05 Electronics Manual Control Blok SB-202" , Festo K.G. , Esslingen
- 11-Siemens , 1994 , "SIMATIC S5, Catalog ST 52.1, Siemens A.G. , Nürnberg
- 12-Webb J. ,1992 "Programmable Logic Controllers" , Maxwell Macmillan International Editions, Ontario



**ÖZGEÇMİŞ :**

Hüseyin Aytunç Eraslan 1969 yılında Ankara'da doğdu. İlköğretimini Çanakkale Cumhuriyet İlkokulu'nda, orta öğretimini İstanbul Fenerbahçe Lisesinde Tamamladı. 1986 yılında girdiği Yıldız Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden 1991 yılında Makina Mühendisi olarak mezun oldu. 1992 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Anabilim Dalı Konstrüksiyon Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı.Derslerini başarıyla tamamladıktan sonra tez çalışmalarına başladı. 1994 yılında Festo Sanayii ve Ticaret Anonim Şirketinde Teknik Danışman olarak çalışmaya başladı.

