

**YÜKSEK DERECELİ FIRINLARIN
PLC İLE KONTROLÜ**

RAİF GÜNDÜZ
Yüksek Lisans Tezi

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
HAZİRAN-1997

Raif Gündüz' ün Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığı Yüksek Dereceli Fırınları PLC ile Kontrolü başlıklı tez19.9.1997..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Öğretim Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı) : Prof. Dr. Atila BARKANA

Üye : Prof. Dr. Altuğ İFTAR

Üye : Yrd. Doç. Dr. Osman PARLAKTUNA

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu' nun
26.9.1997. tarih ve 17./1..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Ersan BÜTÜN
Fen Bilimleri Enstitüsü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Yüksek Dereceli Fırınları PLC ile Kontrolü

RAİF GÜNDÜZ

Anadolu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. ATİLA BARKANA

Teknolojik gelişmelerle birlikte gelişen bilgisayar sistemleri, hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Özellikle endüstri alanında bilgisayar destekli sistemleri kullanmak artık zorunlu hale gelmiştir. Bu nedenle, PLC (Programlanabilen lojik kontrolcüler) adı verilen, bugün endüstrinin her dalında ve hemen hemen kontrol gereken her yerde kullanılabilen sistemler geliştirilmiştir.

Bu çalışmada da, endüstri de çokça kullanılan yüksek dereceli fırınlardan kamara tipi bir fırın ve SIEMENS firmasının SIMATIC S5-115U PLC sistemi ile fırının kontrolü tasarlanmıştır. Birinci bölümde genel olarak PLC' ler ve yüksek dereceli fırınlar hakkında bilgi verilmiş, ardından ikinci bölümde kamara tipi fırınlardan bahsedilmiş ve tezde kontrol edilecek fırının çalışma prensipleri incelenmiştir. Ayrıca bu bölümde fırında kullanılan elemanların tanıtımı ve fırın kontrol panosu yer almıştır. Fırının elektrik projesi, programa geçiş olarak kabul edilebilecek olan röle merdiven diyagramı ve giriş/çıkış bağlantı diyagramları üçüncü bölümde gösterilmiştir. Son bölümde fırını kontrol eden program, merdiven diyagramı ve komut listesi şeklinde SIEMENS PLC ailesi için geliştirilmiş olan STEP 5 dilinde yazılmıştır.

ABSTRACT**Master of Science Thesis****The Control of High Temperature Furnaces With PLC****RAİF GÜNDÜZ****Anadolu University****Graduate School of Natural and Applied Sciences****Electrical and Electronical Engineering Program****Supervisor: Prof. Dr. ATILA BARKANA**

The computer systems which is developed along with the technological developments are an important part of our lives. Especially in industrial, the use of computer supported systems is unavoidable. For this reason Programmable Logic Control (PLC) systems are developed, and these systems are used in many sectors of industry.

In this study , a high degree furnace called chamber furnace and its control is planned with SIEMENS SIMATIC S5-115U PLC. In the first chapter some general information about PLC and high degree furnaces , is gives in the second chapter, chamber furnaces and operation principles of the furnace to be used in this study are explained. Also, in this part, elements that are used in the furnace and the control board are introduced. The electrical project of furnace ,relay ladder diagram which can be used to programme and input/output connection diagrams are introduced in the third chapter. In the last chapter, the programme that controls the furnace, ladder diagram and instruction list are written in STEP 5 language which is developed for SIEMENS PLC family.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 PLC Nedir ?.....	1
1.2 PLC' lerin Tarihsel Gelişimi.....	2
1.3 Fırınlara Genel Bakış.....	4
1.4 Bu Tezdeki Fırının Kontrolü İçin Kullanılan PLC ve Özellikleri.....	5
1.4.1 Simatic S5-115U PLC Sistemi.....	5
1.4.2 Sistem Bileşenleri ve Özellikleri.....	5
1.4.3 Fonksiyonel Birimler.....	7
1.4.4 Programlama Dili ve Yapısı.....	8
1.4.4.1 Operand Alanları.....	10
1.4.4.2 Programın Yapısı.....	10
2. TEZDEKİ FIRININ TANITIMI.....	12
2.1 Seramik Fırınları ve Kamara Fırın.....	12
2.2 Fırında Kullanılan Belli Başlı Elemanlar.....	12
2.3 Tezde Kullanılan Fırının Çalışma Prensipleri.....	17
2.4 Fırın Kontrol Panosu.....	20
3. FIRININ ELEKTRİK PROJESİ VE RÖLE MERDİVEN DİYAGRAMI.....	21
3.1 Fırının Elektrik Projesi.....	19
3.2 Röle Merdiven Diyagramı.....	29
3.2.1 Röle Merdiven Diyagramında Kullanılan Kısaltmalar.....	35
3.3 Giriş Modülü Bağlantı Diyagramı.....	37
3.4 Çıkış Modülü Bağlantı Diyagramı.....	38
4. STEP 5 DİLİNDE YAZILMIŞ FIRIN KONTROL PROGRAMI.....	40
4.1 Fırın Kontrol Programı Açıklaması.....	40
4.2 LAD (Ladder Diagram) Şeklinde Yazılmış Fırın Kontrol Programı...	44

İÇİNDEKİLER (DEVAM)

4.3	STL (Statement List) Şeklinde Yazılmış Fırın Kontrol Programı.....	50
4.4	Fırın Kontrol Programındaki Giriş ve Çıkışlar	58
5.	KAYNAKLAR.....	61
6.	EKLER.....	62

EKLER

Ek-1	Ölçülen sıcaklık ile termokupllardan elde edilen gerilimin değişim tablosu.....	62
Ek-2	Analog giriş modülüne gelen analog gerilim ile modülün CPU' ya gönderdiği dijital bilginin değişim tablosu.....	63
Ek-3	STEP 5 komut listesi.....	64
Ek-4	LAD programında kullanılan komutların açıklaması.....	80

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
1.1. PLC' nin genel yapısı.....	1
1.2. STEP 5 CSF gösterimi.....	8
1.3. STEP 5 LAD gösterimi.....	9
1.4. STEP 5 gösterim metotlarının uyumluluğu.....	9
2.1 Fırının genel yapısı.....	16
2.2. Fırın kontrol panosu.....	20
3.1. Fırının elektrik projesi.....	21
3.2. Röle merdiven diyagramı.....	29
3.3. Giriş modülü bağlantı diyagramı.....	37
3.4. Çıkış modülü bağlantı diyagramı.....	38
4.1. LAD şeklinde yazılmış fırın kontrol programı.....	44

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ADC	: Analog sinyali dijital sinyale dönüştüren eleman.
Ag	: Gümüş.
AMA	: Ana motor ana kontakları.
AMG	: Araba motoru geri rölesi.
AMİ	: Araba motoru ileri rölesi.
AMY	: Ana motor yıldız kontakları.
AMΔ	: Ana motor üçgen kontakları.
Au	: Altın.
BK	: Brülör sayısı kadar kontak kapatan röle.
C	: (sayıcılar) Sayıcının içeriğinin bulunduğu hafıza.
C°	: Celcius derecesi.
CSF	: Kontrol sistemi akış çizelgesi.
D	: (veri) Sayısal işlemlerin ara sonuçları için hafıza.
DAC	: Dijital sinyali analog sinyale dönüştüren eleman.
DMA	: Damper motoru açma.
DMK	: Damper motoru kapatma.
F	: (flagler) Binary işlemlerin ara sonuçları için hafıza.
F°	: Fahreneit derecesi.
I	: (girişler) İşlemden PLC' ye olan bağlantılar.
Ir	: İridyum.
K	: (sabitler) Tanımlanan nümerik değerler.
KMA	: Motoru kapıyı açma yönünde çalıştıracak kontakları kapatan röle.

KMK	: Kapı motoru kapatma.
LAD	: Merdiven Diyagramı.
LS1	: Kapı kapandı limit anahtarı.
LS2	: Damper kapalı limit anahtarı.
LS3	: Damper açık limit anahtarı.
LS4	: Kapı açık limit anahtarı.
LS5	: Fırının dip kısmındaki raylar üzerindeki limit anahtarı.
LS6	: Fırının dış kısmındaki raylar üzerindeki limit anahtarı.
P	: (I/O modülü) PLC ve işlemler arasındaki ara birimler.
PB1	: Kapıyı kapatma butonu.
PB2	: Kapıyı açma butonu.
Pd	: Palladyum.
PB3	: Araba motoru ileri, geri çift yönlü anahtarı.
PL1	: Kapı kapandı lambası.
PL2	: Motor çalıştı lambası.
PL3	: Damper kapalı lambası.
PL4	: Damper açık lambası.
PL5	: Gaz açık lambası.
PL6	: Ürün hazır lambası.
PL7	: Kapı açık lambası.
PL8	: Araba motoru stop lambası.
PL9	: Araba motoru ileri lambası.

- PL10** : Araba motoru geri lambası.
- PS** : Basınç anahtarı.
- Pt** : Platin.
- SEV** : Selenoid valf.
- STL** : Durum listesi.
- T** : (zamanlayıcılar) Zamanlayıcının içeriğinin bulunduğu hafıza.
- Q** : (çıkışlar) PLC' den işleme olan bağlantılar.
- W** : Tungsten.

1. GİRİŞ

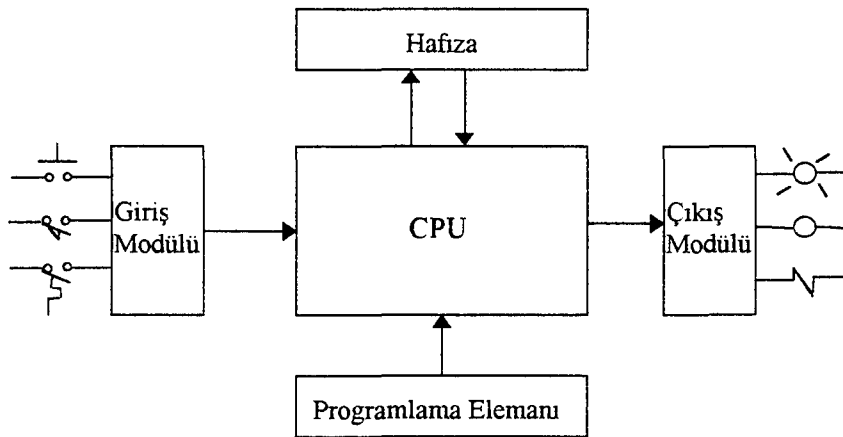
1.1 PLC Nedir?

PLC için genel olarak iki tanım yapılır. Bunlardan ilki genel ve basit anlamdaki ikinci tanımı ise daha kapsamlı olan tanımıdır.

- 1- Hafızasındaki programa göre girişlerinden gelen sinyalleri okuyup onları işleyen ve buna göre çıkışlar üreten özel amaçlı bir mikrobilgisayardır.
- 2- Makine ve süreçleri denetlemek için mantık, sıralama, zamanlama, sayma ve aritmetik gibi bazı belirli işlevleri gerçekleştirmeyi sağlayacak komutların depolandığı programlanabilir hafızası olan dijital elektronik bir araçtır.

PLC güç kaynağına ve kasaya ek olarak dört ana bölümden oluşur:

- CPU (Merkezi işlem birimi)
- Hafıza
- Giriş/ Çıkış Modülleri
- Programlama Cihazı



Şekil 1.1. PLC' nin genel yapısı

CPU (Merkezi İşlem Birimi): PLC' ye zeka veren kısımdır. Giriş modüllerinden giriş sinyallerini okur, bu giriş değerlerine göre kontrol programını işletir ve bir denetim işlevi gerekiyorsa çıkış modüllerine gerekli sinyalleri gönderir. CPU içerisinde genel olarak mikroişlemci, RAM, accumülatör, zamanlayıcılar, bayraklar, PII ve PIQ bulunur.

Burada PII ve PIQ işlem görüntüleri (Process Image) olup dahili RAM içinde Giriş/ Çıkış Modüllerinin sinyal durumlarının bulunduğu alanlardır.

HAFIZA : Kontrol programının saklandığı birimlerdir. Hafıza birimi olarak çoğunlukla RAM, EPROM, EEPROM kullanılır.

RAM (Rasgele Erişimli Bellek) : Enerjisi kesilmediği sürece bilgi rahatlıkla yazılıp okunabilir. Fakat enerjisi kesildiğinde içinde saklanan bilgi kaybolur. Eğer kontrol programı bu tip hafızalara yüklenirse enerjinin kesilmemesi garanti edilmelidir.

EPROM (Silinebilir Programlanabilir Sadece Okunabilir Hafıza) : Üzerine yazılan bilgi enerjisi kesilse bile saklı kalır kaybolmaz. Üzerine yazılan bilgi değiştirilmek istendiğinde mor ötesi ışıkla önceki bilgi silinebilir ve bir EPROM programlayıcı ile yeni bilgi yazılabilir.

EEPROM (Elektrikle Silinebilir Programlanabilir Sadece Okunabilir Hafıza) : EPROM'a benzer fakat içerisindeki bilgi mor ötesi ışık yerine elektrik ile silinir.

GİRİŞ / ÇIKIŞ MODÜLLERİ : Giriş/ Çıkış Modülleri sensörler ve kontrol edilecek elemanlar ile CPU arasındaki ara birim görevini yapar. İki çeşittir :

a- DİJİTAL I/O MODÜLLERİ : Bu modüller basit lojik kontrol görevleri için kullanılır. Sinyal durumları sadece " 0 " veya " 1 " olabilir.

b- ANALOG I/O MODÜLLERİ : PLC hız, sıcaklık, basınç gibi analog niceliklerin kontrolünde kullanılıyorsa, bu analog değerlerin CPU' nun anlayabileceği iki tabanlı sayıya çevrilmesi gereklidir. Ayrıca işlenen bilgilerden elde edilen çıkış işaretlerinin yine analog değere dönüştürülmesi gereklidir. (Bunun için DAC ve ADC kullanılır.) İşte bu işlevleri gerçekleştiren modüllere analog I/O Modülleri denir.

PROGRAMLAMA ELEMANI : Programlayıcı kişi ile PLC arasındaki bağlantıyı sağlar. Uygulama programının kişi tarafından PLC' ye yüklenmesini ve gerekli bazı PLC modlarının çalıştırılmasını sağlar.

1.2 PLC' lerin Tarihsel Gelişimi

PLC' lerin endüstriye girişi ilk defa 1969 yılında otomotiv sanayiinde üretim bantlarının otomatik kontrolünde kullanılmasıyla olmuştur. Bu bantlara ardışık bazı

hareketleri yaptıran otomasyon sistemleri; önceleri zaman röleleri, limit şalterleri, sayıcılar, vs, gibi bir çok elektro mekanik cihazdan oluşmakta idi. Her yeni ürün modeline adaptasyon, uzun süreli duruşlar ve yoğun bir çalışma devresine ihtiyaç gösteriyordu. Model değişiminin önemli maliyetide kaçınılmazdı. Otomotiv sanayiinde ilk kurulan programlanabilir kontrolcüyü General Motor Fabrikaları için Bedford Associates geliştirdi. Bu ilk programlanabilir kontrolcü Hard Hat 084 olarak tanınmıştır. 1970' li yılların başlarında sistem üzerinde yapılan geliştirme ve değişiklikler devam etmiş ve 1972' de 184 modeli ve bir süre sonrada 384 modeli geliştirilmiştir. 184 ve 384 modelleri bugünkü programlanabilir kontrolcülere çok benzer şekilde çalışmaktaydı. Bedford Associates bu gelişmeleri yaparken bu sanayide tek firma değildi. Örneğin Allen Bradley aynı konuda 1959 yılından beri çalışmaktaydı. Firmanın yukarıda sözü edilen General Motor ihalesini kazanamamasına rağmen geliştirdiği ve PLC adını verdiği cihazlar bugünkü PLC' lere oldukça benziyordu. Aynı şekilde Texas Instruments, Square D gibi diğer imalatçılarda PLC gelişimine büyük katkılarda bulunmuş rakip firmalardır. Bugün bunlara yirmiden fazla isim katılmıştır [1].

PLC' ler elektro mekanik röleli kontrol sistemlerine göre çok fazla avantaja sahiptir. Daha ucuz olması, daha uzun süre çalışabilir durumda kalması, hata arama (diagnostik) programları ile hatanın kısa sürede bulunması, çalışma hızı, değişikliklerin program ile donanım gerektirmeden yapılabilmesi, daha az yer kaplaması ve daha az enerji harcaması gibi pek çok sebepten dolayı PLC elektro mekanik röleli kontrole tercih edilirler. İşte bu avantajlardan dolayı Türkiye' de bugün hemen hemen her fabrikadaki kontrol PLC ile yapılmaktadır. Eski sistem ile kontrol edilen fabrika veya tesislerde hızla PLC ile kontrole geçmektedirler. PLC' ler fabrika ve işletmelerde şu amaçlarla kullanılır (Bunlara daha pek çok alan eklemek mümkündür.) :

- 1- Otomobil Endüstrisinde : Otomatik delme, montaj ve test ekipmanlarında.
- 2- Plastik Endüstrisinde : Üfleme, enjeksiyon ve termal kalıp makinelerinde sentetik üretim tesislerinde.
- 3- Ağır Sanayide : Kalıp ekipmanlarında ve endüstriyel fırınlarda.
- 4- Kimya Endüstrisinde : Oranlama ve karıştırma sistemlerinde.
- 5- Besin ve İçki Endüstrisinde : Santrafujlerde.

- 6- Makinelerde : Paketleme, makine kontrolü, kaynak teknolojisinde.
- 7- Bina Servislerinde : Asansör teknolojisinde, klima kontrolünde, havalandırma ve ısklandırma kontrolünde.
- 8- Enerji, Su, Gaz, Hava : Basınç artırma istasyonlarında ve pompa kontrolünde.
- 9- Seramik Endüstrisinde : Yürüyen bant sistemlerinde ve yüksek dereceli fırınlarda.

1.3 Fırınlara Genel Bakış

İçerisine yerleştirilen ya da sürekli olarak yüklenen malzemeleri, ekonomik bir şekilde ısıtmak suretiyle, işlem sıcaklığına yükselten ve bu sıcaklıkta gereken süre tutan teknik ünitelere, fırın ya da ocak denir. Fırın hacmi, ısıtılacak maddeleri içine alacak ve ısıyı ekonomik olarak üretecek tarzda düzenlenmiştir. Genel olarak, 300 C dereceye kadar ısınan tiplerine ocak, daha yüksek sıcaklıkta olanlara ise fırın denilmektedir. Sadece kurutma amacı ile kullanılan küçük tip fırınlara ise etüv adı verilir [2].

Endüstri fırınlarında enerji gereksinmesi katı, sıvı veya gaz yakıtların yakılması suretiyle kimyasal enerji olarak ya da elektrikten direnç, ark veya indüksiyonla ısıtma tarzında fiziksel enerji olarak karşılanır.

Konstrüksiyon açısından fırınları, düsey ve yatay fırınlar olarak gruplara ayırmak mümkündür. Fırınların çalışması, sürekli ya da kesintili olabilmektedir. Sürekli çalışmada hiç ara vermeksizin, fırında arıza oluncaya ve tamir edilinceye kadar, günlerce devam eder. Kesintili çalışmada ise periyodik çalışma tarzında ya da herhangi bir programa bağlı kalmaksızın (Tezde kullanılan fırın bu tip çalışan bir fırındır.) rasgele çalışma yapılır.

Fırınlarda sıcaklık ve atmosfer kontrolü büyük önem taşır. İşletmelerde ölçme ve kontrol otomatik olarak yapıldığında insan emeği azalmakta, kumanda ve bakım kolaylaşmaktadır.

Fırınların genel kullanım alanları şöyle sıralanabilir :

- 1- Demir ve diğer metal ve alaşımların ergitme ve rafinasyon fırınları.
- 2- Metallerin sıcak şekillendirilmesi için ısıtma fırınları.
- 3- Metallerin ısıl işlemleri için kullanılan fırınlar.
- 4- Cevher hazırlamada zenginleştirme, topraklama, vb. gibi fırınlar.

- 5- Seramik, çimento, tuğla, vb. üretiminde kullanılan fırınlar.
- 6- Emaye, vb. diğer kaplama yöntemlerinde kullanılan fırınlar.
- 7- Cam endüstrisinde kullanılan fırınlar.
- 8- Kimyasal tesislerde ve plastik üretiminde kullanılan fırınlar.
- 9- Laboratuvar fırınları.
- 10- Kağıt, tekstil ve diğer endüstri dallarında kullanılan fırınlar.
- 11- Kok, havagazı gibi yakıt üretiminde kullanılan fırınlar.

1.4 Bu Tezdeki Fırının Kontrolü İçin Kullanılan PLC ve Özellikleri

1.4.1 Simatic S5-115U PLC sistemi

Simatic S5-115U PLC sistemi, Siemens firması tarafından geliştirilen Simatic S5 PLC ailesinin orta dereceli otomasyon problemlerine cevap verebilecek şekilde tasarlanmış versiyonudur. Sistem çeşitli modüler bileşenlerden oluşur ve her bir modüler bileşen özel bir görev üstlenir. Sistem istenilen performans özelliklerine göre genişletilebilir. S5-115U sistemi kullanıcılar için operatör paneli, proses görüntüleme cihazları ve değişik özelliklere sahip programlayıcılar gibi operatör-proses iletişimini sağlayan arabirimler sunar. Ayrıca Simatic S5 PLC ailesi için geliştirilen Step 5 paket programı ile kolay ve esnek programlama yeteneği kullanıcılara sunulmuştur.

1.4.2 Sistem Bileşenleri ve Özellikleri

S5-115U sistemi değişik modüler bileşenlerin bir araya getirilmesi ile oluşturulur. Bu bileşenler şunlardır :

- a- Güç Kaynağı Birimi : Güç kaynağı birimi harici voltaj kaynaklarından dahili çalışma voltajı üretir.S5-115U sistemi için çalışma voltajı , 115V/ 230V AC veya 24V DC kaynaklardan elde edilebilir. Kart sayısına ve güç harcamalarına göre 3A, 7A, 15A akım çıkışı verebilen kartlar kullanılabilir. Bir lityum pil vasıtasıyla program hafızası, dahili bayrak, zamanlayıcı, sayıcı içerikleri enerji kesilmelerine karşı muhafaza edilir.

Bir LED yardımıyla pilin enerji durumu gözlenebilir. Güç düştüğünde pil değiştirilmek istenirse hafızanın ve diğer birimlerin beslenmesini sağlamak amacıyla soket vasıtasıyla harici bir kaynaktan voltaj temin edilebilir.

- b-** Merkezi İşlem Birimi : CPU, PLC' nin beynidir. Giriş kartları vasıtası ile giriş değerlerini okur, kontrol programını yürütür ve oluşturulan çıkış değerini (kontrol değişkenini) çıkış kartlarına gönderir. İstenen performans özelliklerine göre CPU 941/ 942/ 943/ 944 olmak üzere dört farklı CPU seçeneği vardır.
- c-** Giriş/ Çıkış Kartları : 1.1' de bahsedildi.
- d-** Akıllı Giriş/ Çıkış Kartları : Zaman ve hız ölçümü ve kapalı çevrim kontrolleri yerine göre kısa zamanda belirlenmesi gerekli zaman-kritik işler olabilir. Merkezi kontrolör kendi kontrol görevine ek olarak bu zaman-kritik işleri yeterli hızda yapamayacağından S5- 115U sisteminde akıllı giriş/ çıkış kartları bulunur. Bu kartların kullanımı açık ve kapalı çevrim kontrol görevlerinin kontrol programına paralel olarak hızlı bir şekilde yapılmasını sağlar. Bu kartlar görevlerini bağımsız olarak yapabilmek için kendi işlemcilerine sahiptir.
- e-** Haberleşme İşlemcileri : Haberleşme işlemcileri, operatör PLC ve PLC-PLC iletişimini sağlayan kartlardır. Genel olarak iki gruba ayrılırlar :
- * Local area network (LAN) için haberleşme işlemcileri.
 - * Bağlantı ve sinyal için haberleşme işlemcileri.
- f-** S5-115U İçinde Haberleşme Sistemleri : Kontrolörün esnekliği işletme verimliliği bakımından kritik bir özelliktir. Karmaşık kontrol görevleri, daha iyi esneklik elde edebilmek için birkaç kontrolöre bölünebilir veya dağıtılabilir. Dağıtım şu avantajları sağlar :
- * Küçük birimler daha kolay yönetilebilir. Planlama, sistemin çalıştırılmaya başlatılması, uyumlaştırılması ve tüm prosesin daha kolay gözlenmesi mümkündür. Ayrıca herhangi bir birimin arızalanması durumunda sistem, fonksiyonunu devam ettirecektir. Dağıtılmış kontrolör arasında şu sebeplerden dolayı data akışı zorunludur;
 - PLC' ler arasında data alış verişi olur.
 - Merkezi görüntüleme, işletim ve sistemin kontrolü.

- Yönetim datalarının toplanması.

Bu sebeplerden S5-115U sistemi şu haberleşme özelliklerine sahiptir :

- CP 524 ve CP 525 haberleşme işlemcileri ile nokta-nokta bağlantısı.
- SINEC L1 LAN şebekesi yardımıyla LAN haberleşmesi.
- SINEC H1
- SINEC H2
- CPU 943/944 ile nokta-nokta bağlantısı.
- Yazıcı, klavye için (CPU 943/944) ASCII ara birimi.
- CPU 944 için 3964/3964R protokolü ile bilgisayar bağlantısı.

g- Genişletme Kapasitesi : S5-115U, montaj raflarına belirli sayıda yerleştirilir. Örnek bir konfigürasyon olarak, güç kaynağı CPU ve I/O kartlarına merkezi kontrolör denir. Merkezi kontrolörün montaj raflarının yuvaları yeterli olmaz ise montaj raflarına ek olarak CPU içermeyen genişletme birimleri eklenebilir. Bu amaçla genişletme birimleri ile merkezi kontrolörü birbirine bağlayan arabirim modülleri kullanılır.

1.4.3 Fonksiyonel Birimler

- 1- Program Hafızası (Dahili program hafızası ve hafıza alt birimleri) : Kontrol programı, hafıza alt biriminde veya dahili program hafızasında saklanır. CPU 943 ve CPU 944 tüm programı dahili program hafızasında tutabilir. CPU 941 ve CPU 942 programı hafıza alt biriminden, CPU 943 ve CPU 944 ise programı dahili program hafızasından işletir.
- 2- Proses İmajları (PII ve PIQ) : Dijital giriş/çıkış kartlarının sinyal durumları PII (Proses input image) ve PIQ (Proses output image) denen dahili RAM içinde rezerve edilmiş alanlarda saklanır.
- 3- Seri Arabirim : Programlayıcı, operatör paneli SINEC L1 LAN ve monitörler bu arabirime bağlıdır.
- 4- Zamanlayıcı, Sayıcı ve Bayraklar : Bütün CPU' lar kontrol programında gerektiği zaman kullanılmak üzere zamanlayıcı, sayıcı ve bayrak içerir. Bayraklar, sinyal

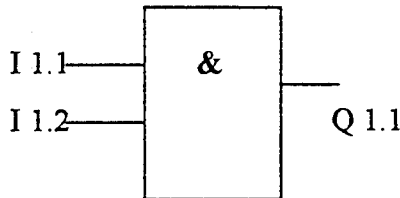
durumlarının saklandığı hafıza bölümlerdir. Bu birimler kontrol programında “kalıcı” olarak set edildiğinde enerji kesilmesi durumunda içerikleri kaybolmaz.

- 5- Akümülatör : Akümülatör bir aritmetik kaydedicidir. Karşılaştırma, aritmetik ve çevrim işlemleri akümülatörde yapılır.
- 6- Mikroişlemci (80386) : Mikroişlemci, program hafızasından komutları sıra ile çağırarak icra eder. Program dairesel olarak icra edilir. Ayrıca zaman kontrollü ve kesilim sürücülü program icrası da mümkündür. Her bir program taraması başlangıcında dijital sinyal durumları okunur ve PII’ a kaydedilir. Sinyal durumlarına ve gerekiyorsa sayıcı, zamanlayıcı ve bayrak içeriklerine göre çıkış durumları oluşturulur ve PIQ’ ya saklanır. Program taraması sonunda ise PIQ içerikleri ilgili dijital çıkış kartlarına aktarılır.
- 7- I/O Bus : CPU ve diğer kartlar arasında bilgi bağlantısını sağlar.
- 8- Hafıza Alt Birimleri : Kontrol programının saklanması için veya PLC’ ye kontrol programının aktarılması için üç farklı hafıza alt birimi kullanılır. Bunlar; RAM, EPROM, EEPROM hafızalardır. Hafıza alt birimi olarak RAM fazla kullanılacaksa enerjinin kesilmemesi garanti edilmelidir.

1.4.4 Programlama Dili ve Yapısı

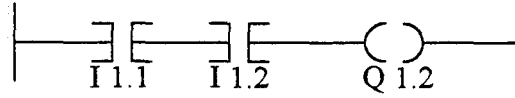
SIMATIC S5 PLC ailesinin programlanması amacıyla STEP 5 adı altında bir programlama dili geliştirilmiştir. STEP 5 aşağıdaki program gösterim tiplerine sahiptir :

* Kontrol Sistemi Akış Çizelgesi (Control System Flow Chart CSF) : Örnek ile açıklayacak olursak; iki dijital giriş bilgisinin her ikisinde lojik 1 olması halinde çıkışın lojik 1 olması durumu CSF ile şu şekilde gösterilir :



Şekil 1.2. Step 5 CSF gösterimi

* Merdiven Diyagramı (Ladder Diagram LAD) : Yukarıdaki örneği merdiven diagramı ile gösterirsek :



Şekil 1.3. Step 5 LAD gösterimi

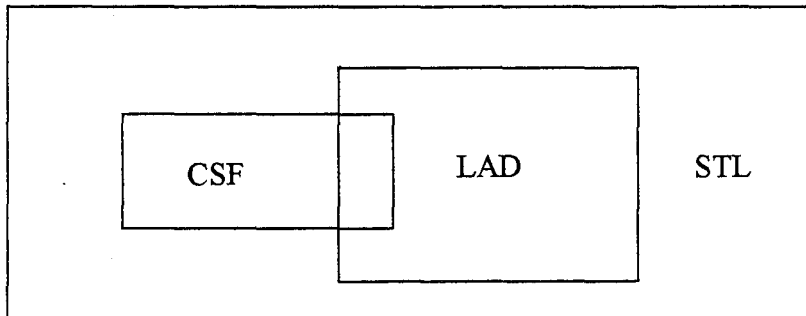
* Durum Listesi (Statement List STL) : Yine yukarıdaki örneği STL ile gösterelim :

A I 1.1

A I 1.2

= Q 1.1

Gösterim metotlarının her birinin, kendine has karakterleri mevcuttur. Böylece STL diyagramlanmış bir program bloğu, CSF veya LAD formda, hiçbir şeyi ifade etmeyebilir. CSF ve LAD' nin grafik gösterimi, STL' ye uygun değildir, fakat STL formuna çevirmek mümkündür. Aşağıdaki şekilde sembolik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Step 5 gösterim metotlarının uyumluluğu

Step 5 programlama dili, aşağıdaki üç işlem tipini içermektedir:

- Temel
- Eklenen (ilave)
- Sistem

Tablo 1.1' de, bu işlemler hakkında, daha fazla bilgi verilmektedir.

STEP 5 PROGRAMLAMA DİLİ			
	Temel İşlemler	İlave İşlemler	Sistem İşlemleri
Uygulama	Bütün Bloklar İçinde	Sadece Fonksiyon Blok İçinde	Sadece Fonksiyon Blok İçinde
Gösterim Metotları	STL, CSF, LAD	STL	STL
Özellikler			İyi sistem bilen kullanıcılara

Tablo 1.1 : İşlem Tiplerinin Karşılaştırılması

1.4.4.1 Operand alanları

Step 5 programlama dili aşağıdaki operand alanlarına sahiptir:

- I** (girişler) İşlemden PLC' ye olan bağlantılar.
- Q** (çıkışlar) PLC' den işleme olan bağlantılar.
- F** (flagler) Binary işlemlerin ara sonuçları için hafıza.
- D** (veri) Sayısal işlemlerin ara sonuçları için hafıza.
- T** (zamanlayıcılar) Zamanlayıcının içeriğinin bulunduğu hafıza.
- C** (sayıcılar) Sayıcının içeriğinin bulunduğu hafıza.
- P** (I/O modülü) PLC ve işlemler arasındaki ara birimler.
- K** (sabitler) Tanımlanan nümerik değerler.
- OB, PB, SB, FB, DB** (bloklar) Program yapılandırma yardımcıları.

1.4.4.2 Programın yapısı

S5-115U programı lineer ve yapılandırılmış şeklinde ikiye ayrılır.

- **Lineer Programlama :**

Basit otomasyon işlerinde, bir blok içindeki özel işlemleri programlamak için lineer programlama yeterlidir. S5-115U olduğu durumda organizasyon bloğu (OB) 1 olur. Bu blok periyodik olarak taranır. İşlemci son satırı işleme tabi tuttuktan sonra ilk satıra geri

döner. Diğer bütün bloklar gibi OB 1 bloğu da blok sonu (BE) ifadesi ile bitirilmelidir[3].

- Yapılandırılmış Programlama :

Karmaşık problemlerin çözümü için yapılan programı kendi içinde program bloklarına bölmek tavsiye edilir. Bu işlem programcıya aşağıdaki avantajları sağlar.

1. Basit ve anlaşılır programlama, büyük programlar içine dahildir.
2. Program bölümleri standartlaştırılabilir.
3. Kolayca değiştirilebilir.
4. Basit program testleri yapılabilir.
5. Çalıştırılması kolaydır.
6. Alt program teknikleri kullanılabilir.

2. TEZDEKİ FIRININ TANITIMI

2.1 Seramik Fırınları ve Kamara Fırın

Seramik endüstrisinde fırınlar ürünün pişirilmesi ve sırlanma sonrası sırn pişirilmesi amacı ile kullanılır. Genel olarak aralıklı ve sürekli çalışan fırınlar diye ikiye ayrılabilir. Aralıklı çalışan fırınlar Sahra Fırın, Kamara Fırın, Kubbeli Yuvarlak Fırın, Kassel Fırın ve Çan Fırın, sürekli çalışan fırınlar ise Ring Fırın, Zigzag Fırın ve Tünel Fırın' dır.

Tezde PLC ile kontrolü yapılan fırın kamara tipi fırındır. Kamara tipi fırınlar orta boy pişirme fırınları olup pişirme sıcaklıkları ürünün tipine ve cinsine göre değişmekle beraber 1200 C derece civarındadır. Ayrıca bu fırınlar sırlama sonrası sır fırını olarak da kullanılabilir. Bu tip fırınlarda ateşleme genellikle yan duvarlardan yapılmaktadır. Baca çekişleri tavanda ve dikdörtgen biçimlidirler. Kemerin yükünü oldukça kalın örülmüş yan duvarlar taşır. Dış duvarlar, demir konstrüksiyonlar ile deforme olmamaları için iyice sıkılır. Yakıt olarak kömür, gaz ve petrol kullanılır [4]. Aslında seramik endüstrisinde daha çok tünel fırınlar kullanılmaktadır. Çünkü bu tür fırınlar kamara fırınlara göre daha kısa sürede daha çok mamül pişirebilmektedir. Daha küçük çaptaki, daha az ürün çıkaracak olan seramik işletmeleri kamara fırınları tercih etmektedirler. Ayrıca fiyatının diğer fırınlara göre daha ucuz olmasında tercih sebepleri arasında sayılabilir.

Bu fırınların üretiminde çoğunlukla seramik endüstrisinde ileri bir seviyede olan İtalya ve Almanya söz sahibidir. Ayrıca İngiltere' de bu tür fırınları üretmektedir.

2.2 Fırında Kullanılan Belli Başlı Elemanlar

Fırında kullanılan belli başlı elemanlar, şekil 2.1' deki fırının genel yapısında görülmektedir ki şunlardır:

- 1- Bir adet 30 KW' lık fan motoru, bir adet 1.1 KW' lık ve iki adet 0.12 KW' lık motor.
- 2- Bir adet termokupl
- 3- Bir adet basınç anahtarı.

- 4- Altı adet limit anahtarı.
- 5- Dört adet brülör.
- 6- Bir adet selenoid valf.
- 7- Şalterler, Kontaktörler, Röleler, Sigortalar, ...

30 KW' LİK FAN MOTORU : Üç faz asenkron elektrik motorudur. Motora yol vermek için Y-Δ yol verme bağlantısı kullanılmıştır. Bu bağlantı elektrik projesinden ve röle merdiven diyagramından ayrıntılı şekilde incelenebilir. Fırının içerisindeki atık gaz ve tozların temizlenmesi, içeriye oksijen sağlanması ve ürün piştikten sonra ürünün soğutulması için kullanılmıştır.

1.1 KW' LİK MOTOR : Trifaze motordur. Pişirilecek malzemenin yüklendiği arabaların hareketini sağlamak amacı ile kullanılmıştır.

0.12 KW' LİK MOTORLAR : Trifaze motorlardır. Baca damperinin ve kapının açılıp kapanmasında kullanılmıştır.

TERMOKUPL : Buldukları ortamın sıcaklığının ölçülmesinde kullanılır. Bu cihazların ucunda farklı iki metalden yapılmış kısım bulunur ve bu farklı iki metalden dolayı belirli sıcaklıklarda bu metallerin uçları arasında bir potansiyel farkı oluşur, oluşan bu potansiyel farkından yararlanılarak termokuplun içinde bulunduğu ortamın sıcaklığı ölçülebilir.

Termokupl yapımında kullanılan malzemenin tipine bağlı olarak, temel metal termokupllar ve hassas metal termokupllar olarak iki gruba ayrılabilirler.

Temel metal termokupllar 1400 C dereceye kadar kullanılabilen termokupl tipleridir. -50 C dereceden 400 C dereceye kadar olan sıcaklık aralığında doğrusal bir karakteristik gösterirler. B (platin-rodyum), K (nikel:krom-konstantan), J (demir-konstantan), R (rodyum-platin), S (platinyum:rodyum-platin), T (bakır-konstantan) tipi termokupllar bu gruba girer.

Değerli metal termokupllar ise sürekli kullanmada 1500 C derece, aralıklı kullanımlarda ise 1650 C dereceye kadar kullanılabilir. Au-40 % Pd&Pt-10%, Ag-Pt, Ir-W, W&W-26%, Pt&Pt-13%, Ir&Ir-40% gibi termokupllar değerli metal termokupllardır. Değerli metal termokupllar donma sıcaklıklarını ölçmek içinde kullanılabilir. Demir-Altın/

Nikel-Krom veya Demir-Altın/ Gümüş (% 0.37 atomik yüzdeli altınlı normal gümüş) 1 K dereceden 300 K derece üstündeki sıcaklıklar için kullanılır.

1650 C derecenin üzerindeki sıcaklıklarda çalışmalar için diğer özel termokupllar geliştirilmiştir. Tungsten %5 Renyum/ %20 Renyum Hidrojen, vakum ve durgun gaz atmosferinde 2320 C dereceye kadar ve Tungsten/ Molibden ve Tungsten/ İridyum 2100 C derece sıcaklığa kadar kullanılır.

Termokupllar mekanik yapılarına (konstrüksiyonlarına) görede şu şekilde ayrılırlar :

Düz Telli termokupllar : Bunlar bina içlerinde, laboratuar gibi korunmuş çevrelerde ve mümkün olan en hızlı tepkinin verilmesi istenen fabrikalarda kullanılırlar.

Kılıflanmış Termokupllar : Bunlar fabrikalarda (daha çok ağır sanayii) veya bir başka sıcaklık ölçme cihazı ile değiştirilebilme ihtiyacının duyulduğu yerlerde ve doğrudan işlem kabının içine konulan yerlerde kullanılır.

Mineral izolasyonlu Termokupllar : En çok çeşidi olan termokupl mineral izolasyonlu (MI) yapıya sahip olmaktadır. Bunlarda termokupl teli ve kılıfı ekseriya paslanmaz çeliktendir. Bu yüzden sağlıklı kablo tesisatı istenen yerlerde daha çok kullanılır [5].

BASINÇ ANAHTARI : İçinde buldukları ortamın basıncının yükselmesi ile bağlı oldukları devreye bir sinyal gönderirler. Bağlandıkları kontrol elemanında kullanış şekillerine göre (normalde kapalı veya normalde açık) buldukları ortamın basıncı yükseldiğinde devreyi açar veya kapatırlar. Tezde fırın içerisinde kullanılan anahtar fırının iç basıncı 2.1 bar olduğunda sinyal gönderecek şekilde ayarlanmıştır. Yani fırın içerisindeki basınç 2.1 bar olduğunda basınç anahtarı sinyal gönderecek ve bacadaki damperleri açacaktır [5].

Bourdon tüplü basınç anahtarı, Piezo dirençli basınç anahtarı, Kuvars elektrostatik basınç anahtarı gibi çok çeşitli tipleri vardır.

LİMİT ANAHTARI : Bu anahtarlar kullanılarak bir mekaniki hareket ile devrenin çeşitli zaman aralıklarında veya herhangi bir noktadan sonra açılıp kapatılması sağlanır. Genellikle asansörlerde kat kontakları ve vinç gibi cihazların sınırlı çalışmaları, takım tezgahlarında tablo vesairenin belirlenen noktalar dışına çıkmamaları limit anahtarları

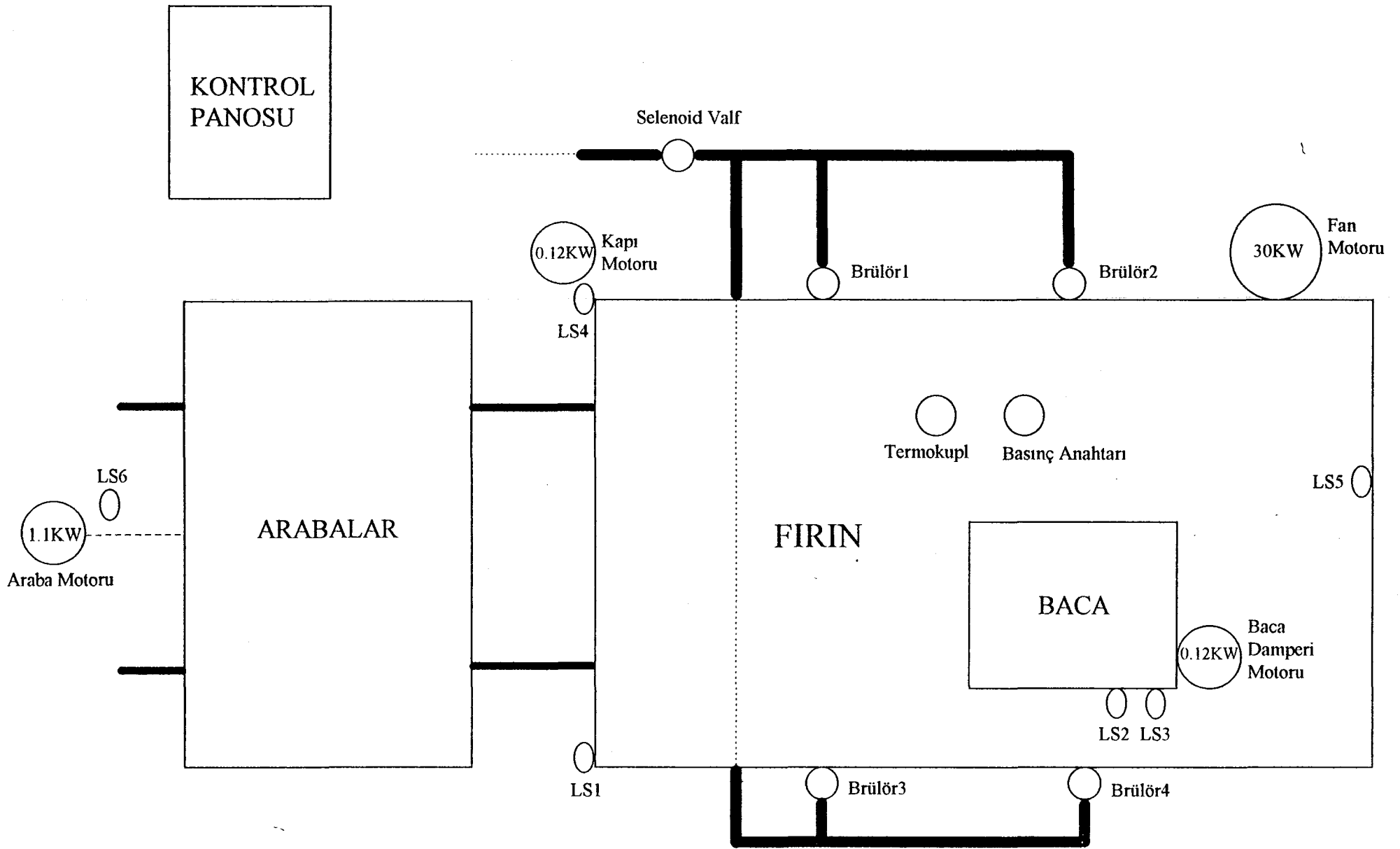
vasıtası ile temin edilir. Anahtarın etrafındaki mekaniki hareketi algılaması üzerindeki bastırılarak itilen bir mil, dönerek itilen bir tekerlek veya her iki yönde de yuvarlanarak bastırılan bir tekerleğin fiziksel olarak uyarılması iledir.

BRÜLÖR : Brülörün görevi yakıt tankından sevk edilen akaryakıtı atomize edip küçük zerrelere haline ayırarak gerekli oranda hava ile karıştırıp yanmaya hazır duruma getirdikten sonra ateşleyerek en iyi bir şekilde yanmasını sağlamaktır. Günümüzde evleri, fırın ve hamamları ısıtmak sıcak su ve buhar üretmede ve özellikle cam, seramik ve madeni eşya sanayiinde gerekli ısıyı temin etmek maksadıyla akaryakıt yakan brülör cihazları çok kullanılır. Bu cihazlar özel yanma odalarında mazot, LPG veya ağır yağ yakarak gerekli ısıyı temin ederler [6].

Brülör genellikle 220/380 voltluk şebekelerden beslenirler. Evlerde rastlanan çok küçük brülörler bir fazlı hatlara bağlanıp yaklaşık 750 W'lık bir ısıtıcı ve 160 W'lık bir motorla çalışırlar. Endüstride kullanılan brülörler ise oldukça büyük güçtedir. Bazılarında 7.5 KW' a kadar trifaze motorla 15 KW' a kadar trifaze ısıtıcılar kullanılır.

SELENOİD VALFLER : Selenoid valflere bobinli valfler veya elektromanyetik kumandalı valflerde denir. Valfin içinde bulunan bobinlere gönderilen 24V-110V-220V değerindeki elektrik sinyalleri ile valfin konumu değiştirilir. Uzaktan kumanda için çok elverişli olan bu valfler için gerekli elektrik sinyalleri limit anahtarlarından, zaman ayarlı valflerden ve diğer anahtarlardan gönderilebilir. Selenoid valfler üç yollu iki konumlu, dört yollu iki konumlu, üç yollu üç konumlu, beş yolu iki konumlu gibi farklı yapılara sahiptir [7].

SALTERLER, RÖLELER, KONTAKTÖRLER, SİGORTALAR ... : Bu tür elemanlar elektriğin olduğu her yerde kullanılan elemanlardır. Elektrikle ilgili hemen hemen her kitaptan bu elemanlarla ilgili bilgi bulunabilir.



Şekil 2.1 . Fırının genel yapısı

2.3 Tezde Kullanılan Fırının Çalışma Prensipleri

Fırının çalışma prensiplerini maddeler halinde inceleyecek olursak :

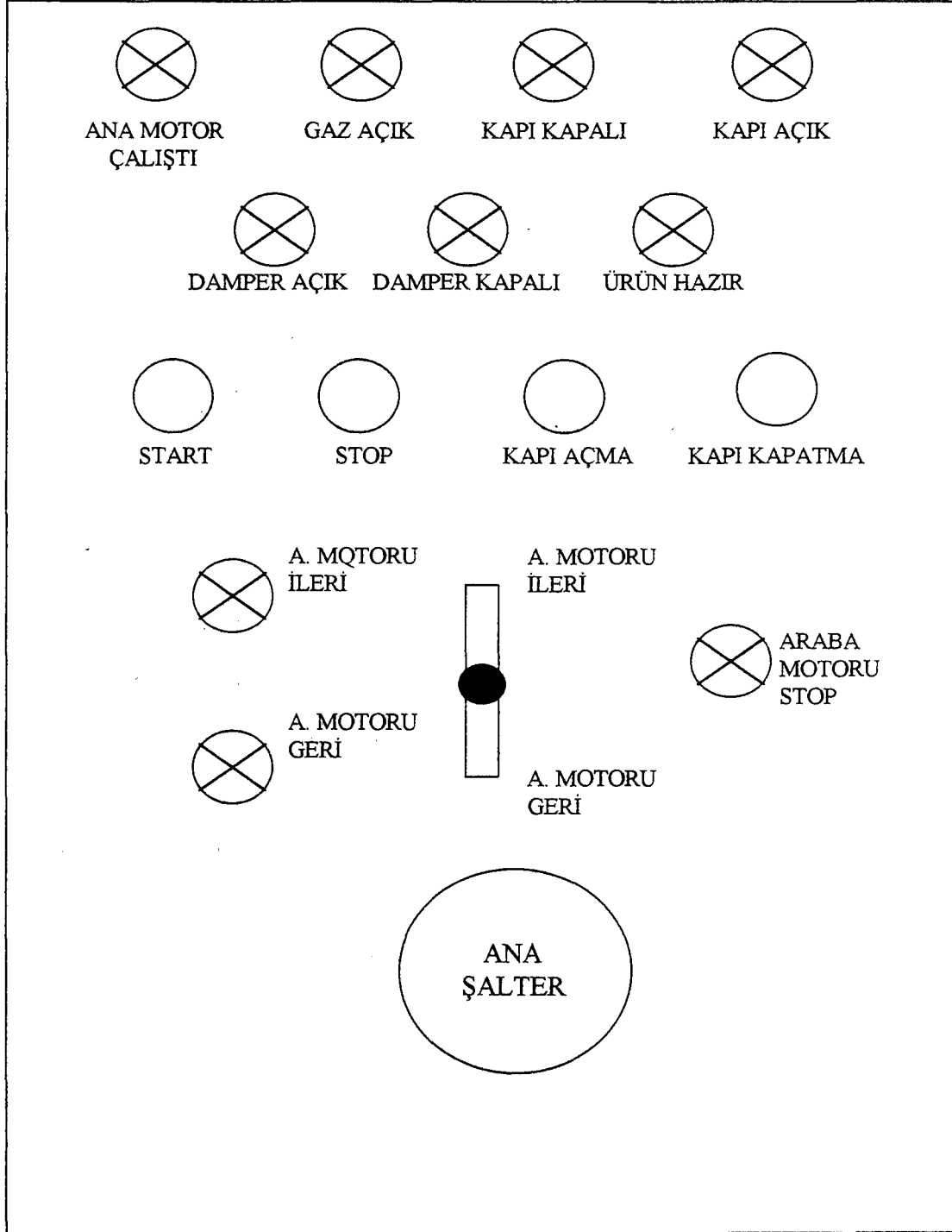
- 1- Fırın arabalarına pişirilecek ürünler forklift veya insan gücü ile yüklenir.
- 2- Arabalar kontrol panelinden fırın içerisine doğru araba motoru ile hareket ettirilebilir. Ancak bu motor fırın kapısı açık ise çalışabilecektir, aksi takdirde kullanıcının motoru çalıştırması imkansızdır. Arabalar fırının içerisine girip dip kısmına geldiğinde fırının dip kısmındaki limit anahtarı uyarılır ve kullanıcı hala arabaları ileri hareket ettiren “ileri” butonuna basıyor olsa dahi motorun hareketi otomatik olarak kesilir.
- 3- Arabalar fırın içerisine yerleştirildikten sonra fırın kapağı kapatılmalıdır. Fırın kapağı bu halde iken tekrar açılabilir, fakat start butonuna basılmış ve fan motoru çalışmış iken kesinlikle, açılmak istense dahi, fırın kapısı açılmaz. Fırın kapısının kapandığı “kapı kapandı” limit anahtarı ile anlaşılır ve kapı kapandığında kapıyı hareket ettiren motor durur.
- 4- Start butonuna basılır ve 30KW’ lık fan motoru çalışmaya başlar. Bu çalışma 10 dakika sürer ve içerideki atık gazlar ve tozlar fırın dışına atılır. Bu arada baca damperleri açıktır. Zaten damperlere kullanıcının müdahalesi olmamaktadır.
- 5- 10 dakikalık zamanın geçmesi ile birlikte damper motoru uyarılır ve damper kapanmaya başlar. Damperin kapandığı “kapalı” limit anahtarının uyarılması ile anlaşılır ve damper motoru durdurulur. Artık damper kapanmıştır.
- 6- Damperin kapanması ile birlikte brülörlerin ateşlenmesi zamanı gelmiştir. Bunun için önce gaz gönderilmeli ve selenoid valf açılmalıdır.
- 7- Selenoid valfin açılması ile birlikte brülörler ateşlenir. Bu arada 30 KW’ lık motor çalışmaya devam eder. Çünkü yanma olayının olması için oksijen gerekmektedir ve fırın içerisindeki oksijen bu motordan sağlanır.
- 8- Fırın içerisinin sıcaklığı sürekli artmakta ve bu artan sıcaklık termokupl tarafından CPU’ ya sürekli bildirilmektedir. Eğer bu sıcaklık 1190 C derecenin altında ise brülörler çalıştırılmaya devam edecektir. 1210 C derecenin üstüne çıkmış ise brülörler durdurulacaktır, çünkü fırının maksimum sıcaklığının 1200 ±10 C derece olması istenmektedir.

- 9- Fırın içerisindeki basıncı ürünlerdeki suyun buharlaşmasından ve gaz basıncından dolayı artmaktadır. Bu basıncın tehlike değeri 2.1 bardır. Fırın içerisine yerleştirilen bir basınç anahtarı fırının iç basıncının bu değere ulaşması ile birlikte baca damperini açmakta ve içerinin basıncını düşürmektedir. İç basıncın bu tehlike değerin altına düşmesi ile birlikte baca damperi tekrar kapanmaktadır.
- 10- Damperin açıldığı “damper açıldı” limit anahtarı ile anlaşılmalı ve damper motoru durdurulmaktadır. Bu arada baca damperinin motoru, baca damperini açma yönünde çalışırken kapatma yönünde çalıştırılmaz, kapatma yönünde çalışırken açma yönünde çalıştırılmaz.
- 11- İçerideki ürün 7.5 saatte pişeceğinden (bu pişme süresi ürünün cinsine göre değişebilir.) starta basılması ile birlikte zamanlayıcı 7.5 saatlik süreyi saymaya başlamaktadır ve bu süre dolduğunda “zaman bitti” kontağını kapatacaktır.
- 12- Zaman dolduğunda ürün pişti demektir. Bu zamanın dolması ile birlikte gazın brülörlere ulaşmasını sağlayan selenoid valf kapatılır, dolayısı ile brülörler durdurulur. Baca damperi açıktır. 30 KW’ lık motor çalışmaya devam edecektir, çünkü bu seferde fırın içinin ve ürünün soğutulması görevini üstlenecektir.
- 13- Pişirme zamanı dolduktan sonra soğutma süresini tutan zamanlayıcı saymaya başlar. Bu süre 3 saattir.
- 14- İçerisi soğudu sinyali ardından fırın kapısı kendiliğinden açılacaktır. Fırın kapısının kapının açıldığı tarafta bulunan bir “kapı açıldı” limit anahtarı ile anlaşılacaktır. Limit anahtarından gelen sinyal ile kapı motoru durdurulacaktır. Bu arada kapı motoru, açma yönünde çalışırken kapatma yönünde çalıştırılmaz, kapatma yönünde çalışırken açma yönünde çalıştırılmaz.
- 15- Kapının açılması ile birlikte bir hoparlörden alarm çalmaya başlar. Bu ürünün piştiğini ve soğutulduğunu, yani hazır olduğunu göstermektedir. Bu alarm ancak stop butonuna basıldığında durur. Stop’ a basılması ile birlikte 30 KW’ lık motorda durur. Yani motor start ile çalışmakta ve stop ile durmaktadır.
- 16- Fırının çalışmasının herhangi bir anında stop’ a basılması durumunda motor dahil bütün sistem durmaktadır.

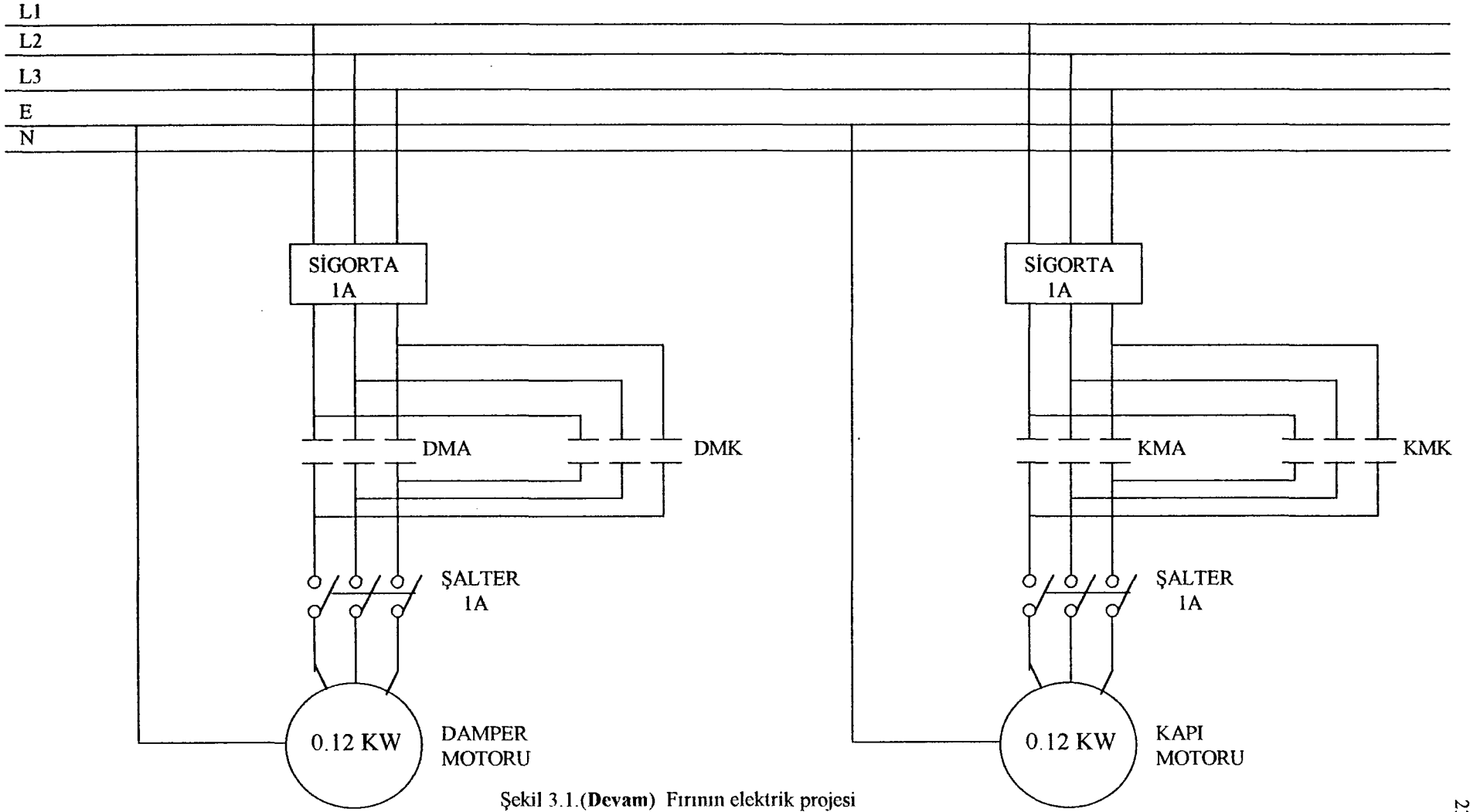
17- Ürün hazır ve fırın kapısı da açık olduğundan kullanıcı arabalar ile ürünü dışarı çıkarabilir. Arabalar araba motoru ile geri yönlü hareket ettiğinde yolun bittiği yine dışarıdaki bir başka limit anahtarı ile anlaşılacak ve kullanıcı arabaları geriye doğru hareket ettirmek isteminde bulunsa bile araba motoru çalışmayacaktır.

18- Daha sonra ürün insan gücü ile veya forklift ile alınabilir.

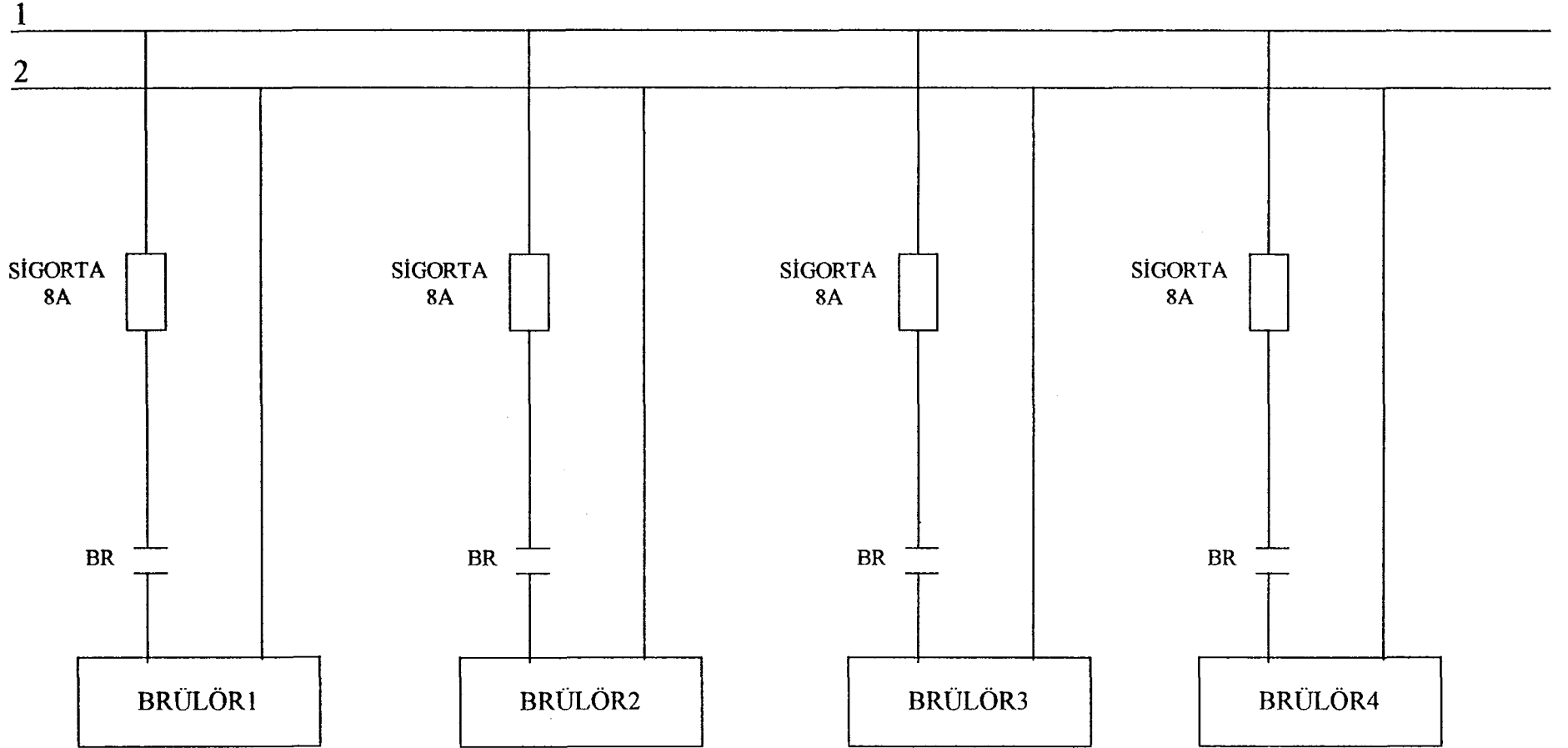
2.4 Fırın Kontrol Panosu



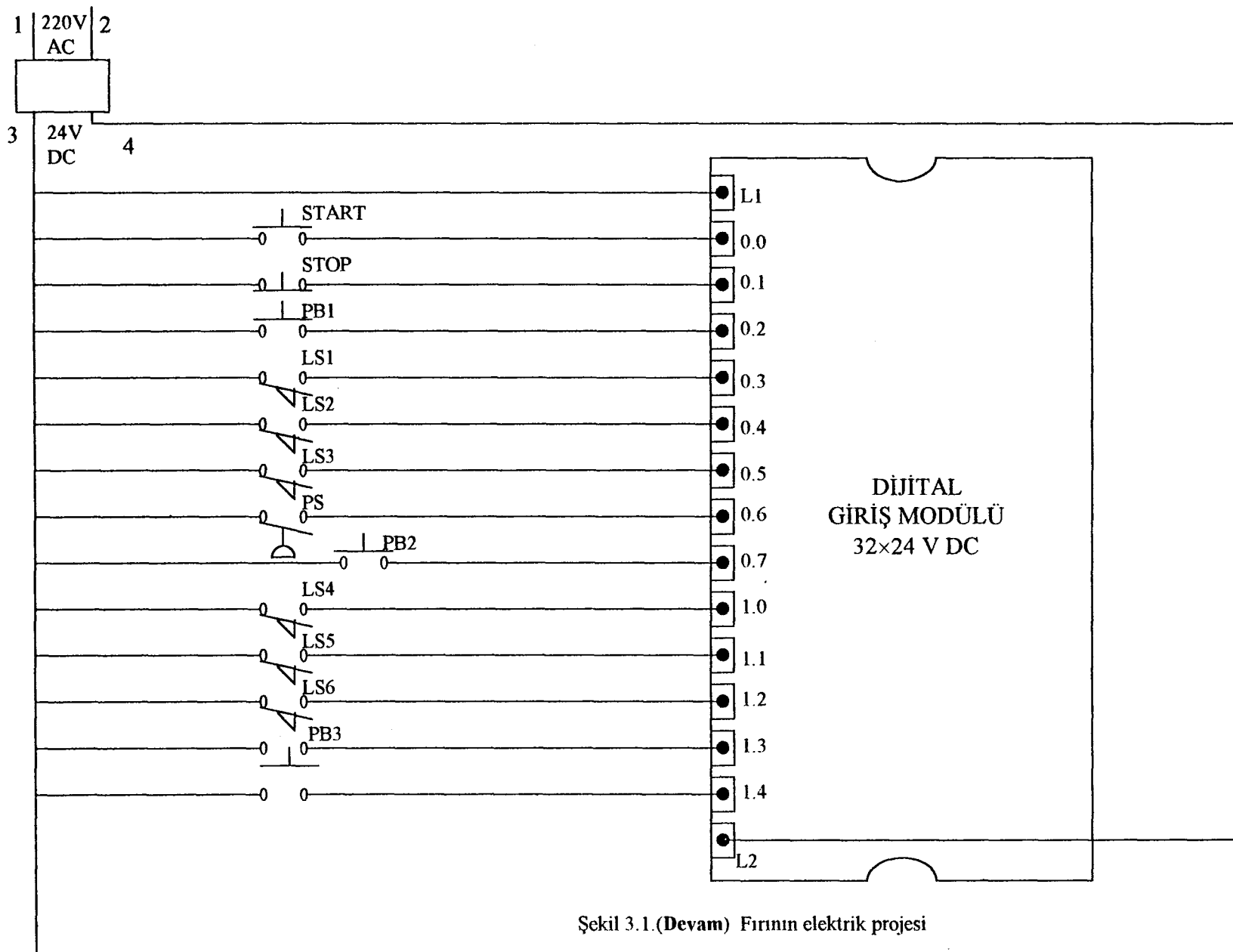
Şekil 2.2. Fırın kontrol panosu



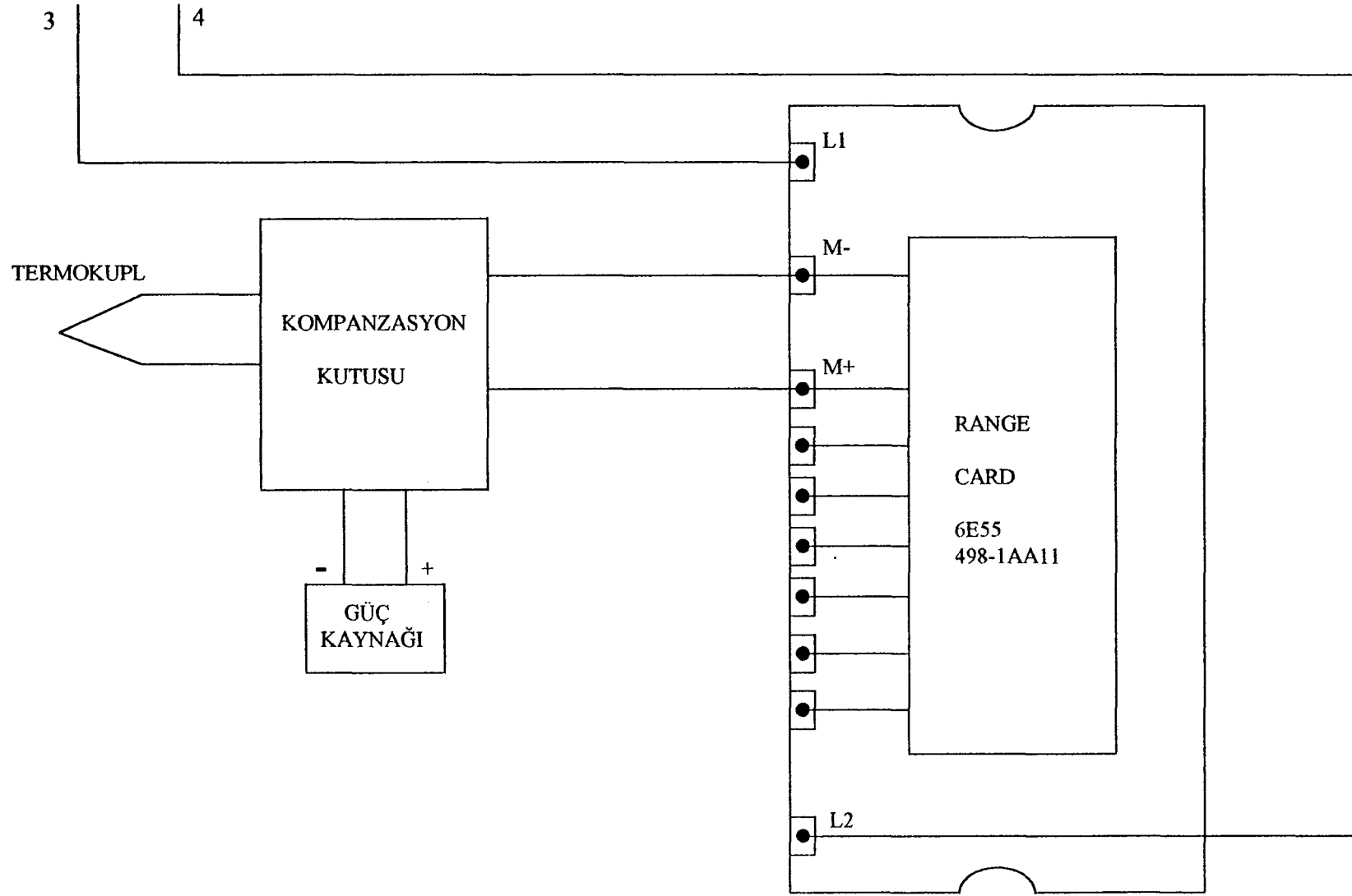
Şekil 3.1.(Devam) Fırının elektrik projesi



Şekil 3.1.(Devam) Fırının elektrik projesi

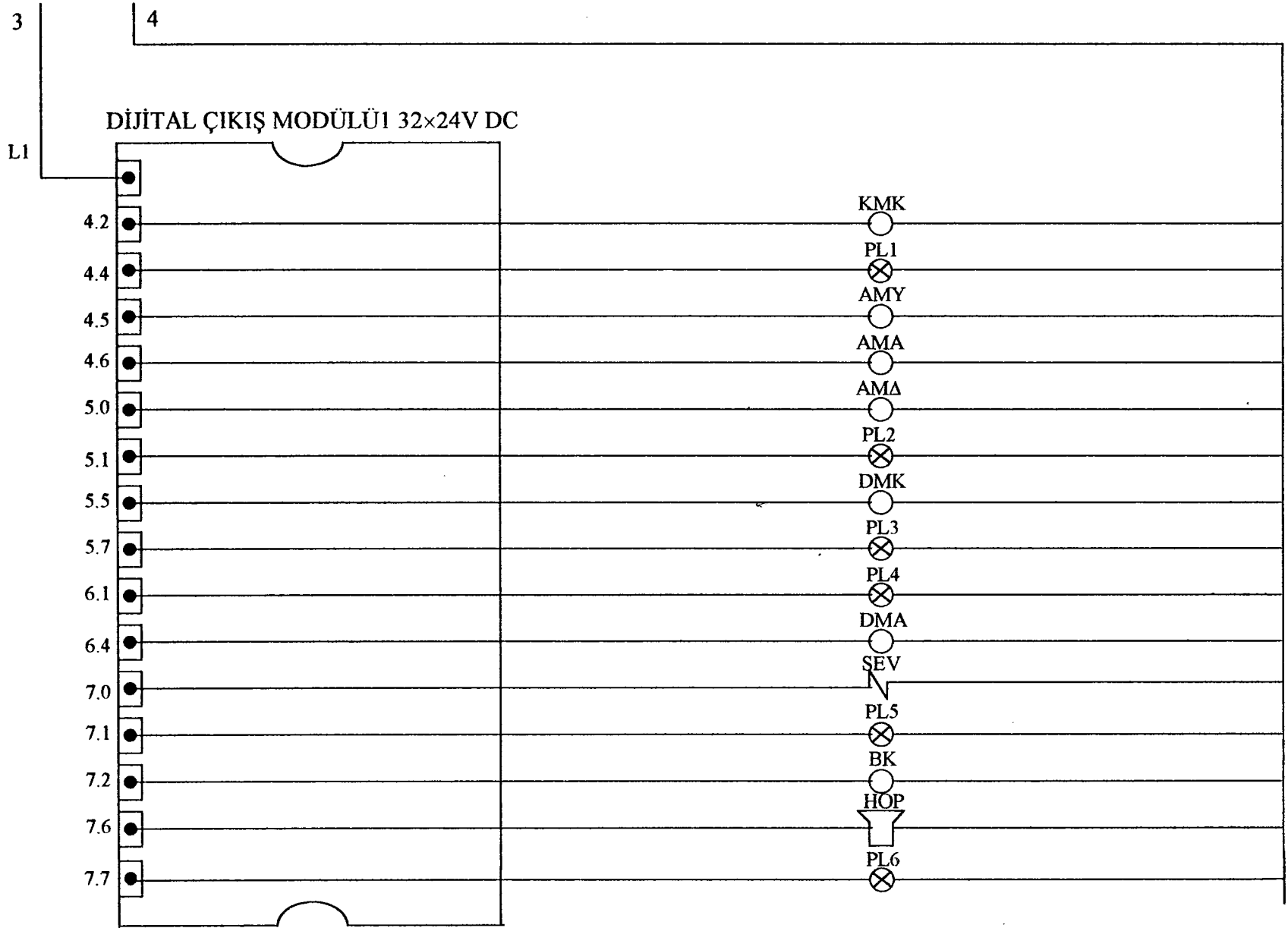


Şekil 3.1.(Devam) Fırının elektrik projesi



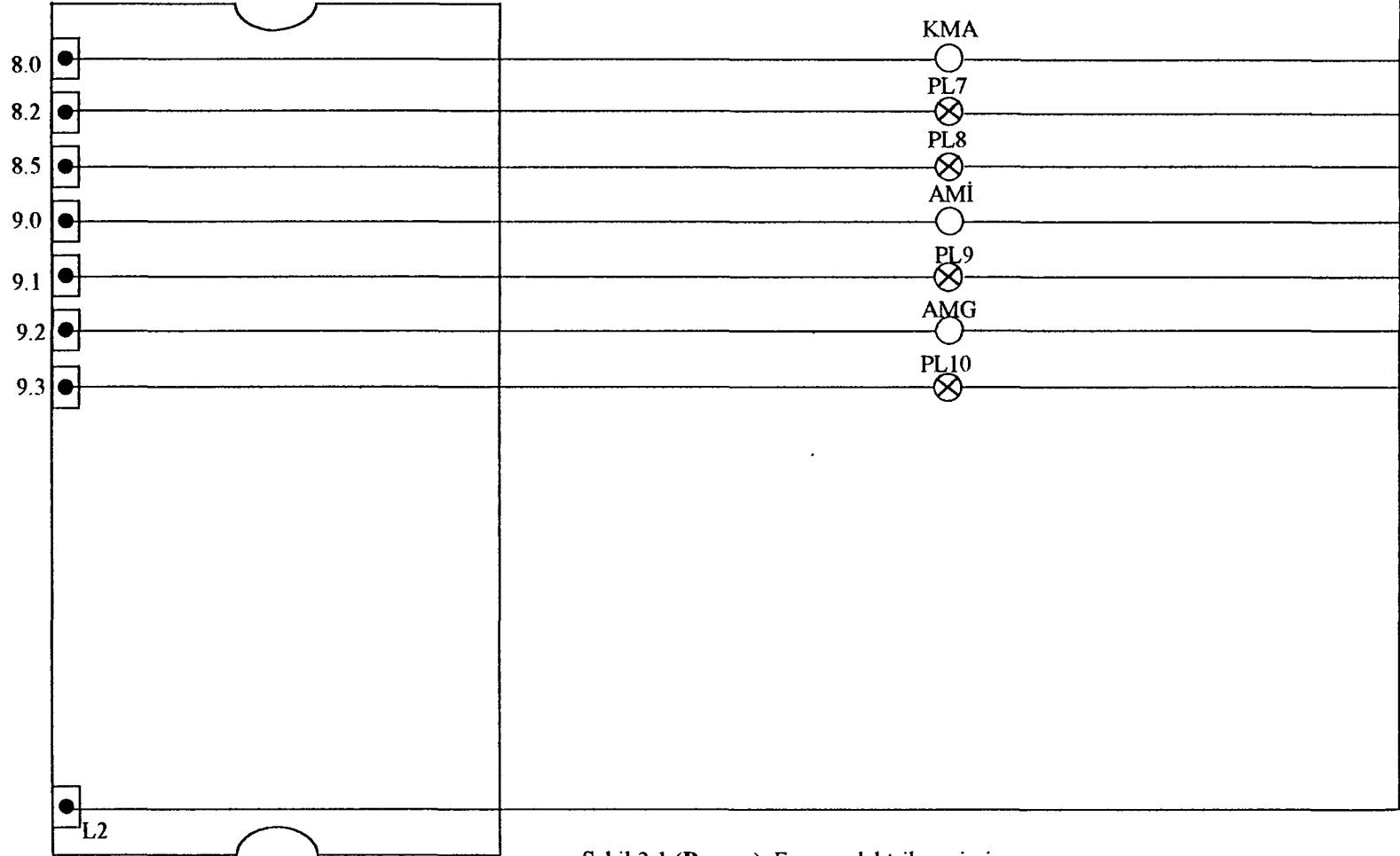
Şekil 3.1.(Devam) Fırının elektrik projesi

ANALOG GİRİŞ MODÜLÜ 8x24 V DC



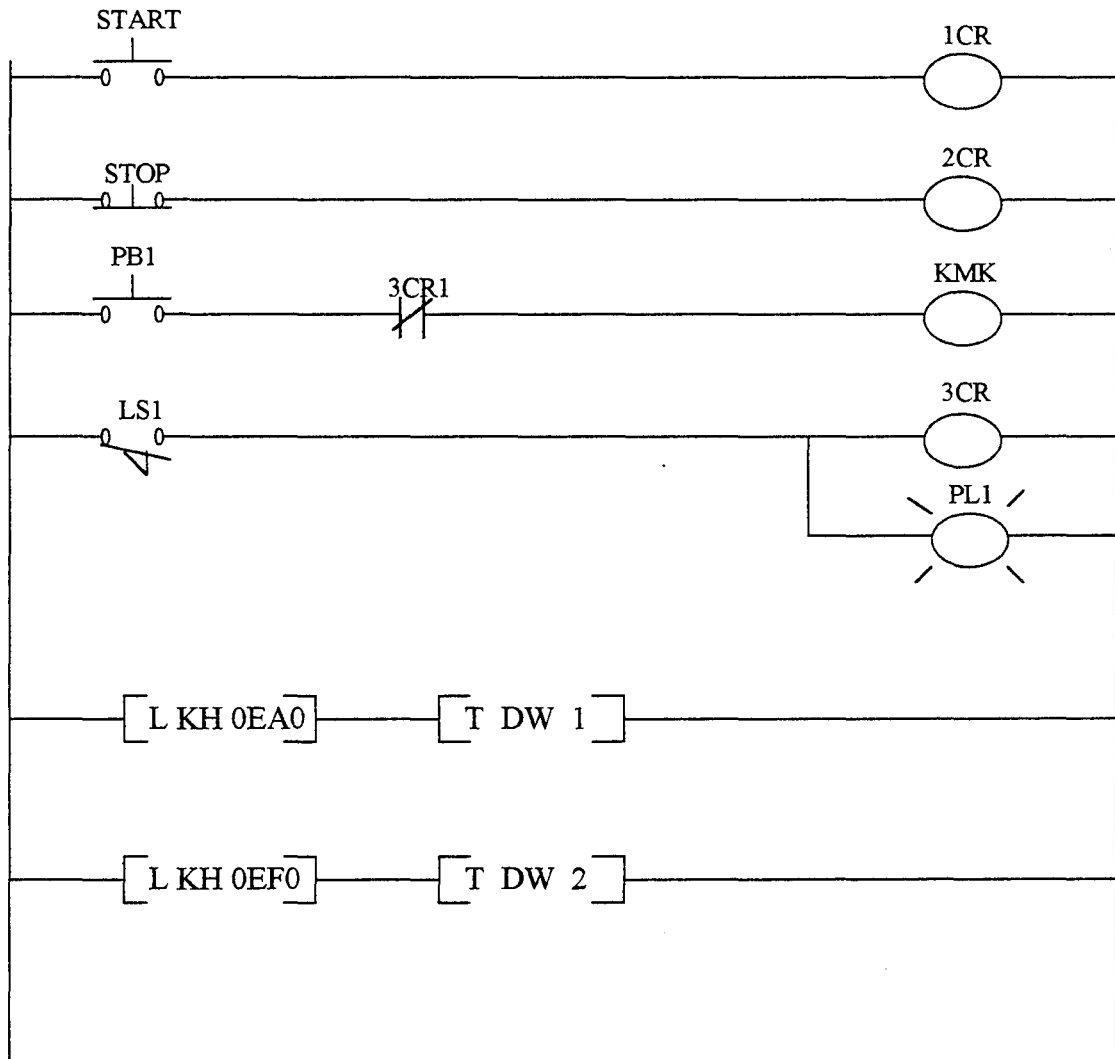
Şekil 3.1.(Devam) Fırının elektrik projesi

DİJİTAL ÇIKIŞ MODÜLÜ2 32x24V DC

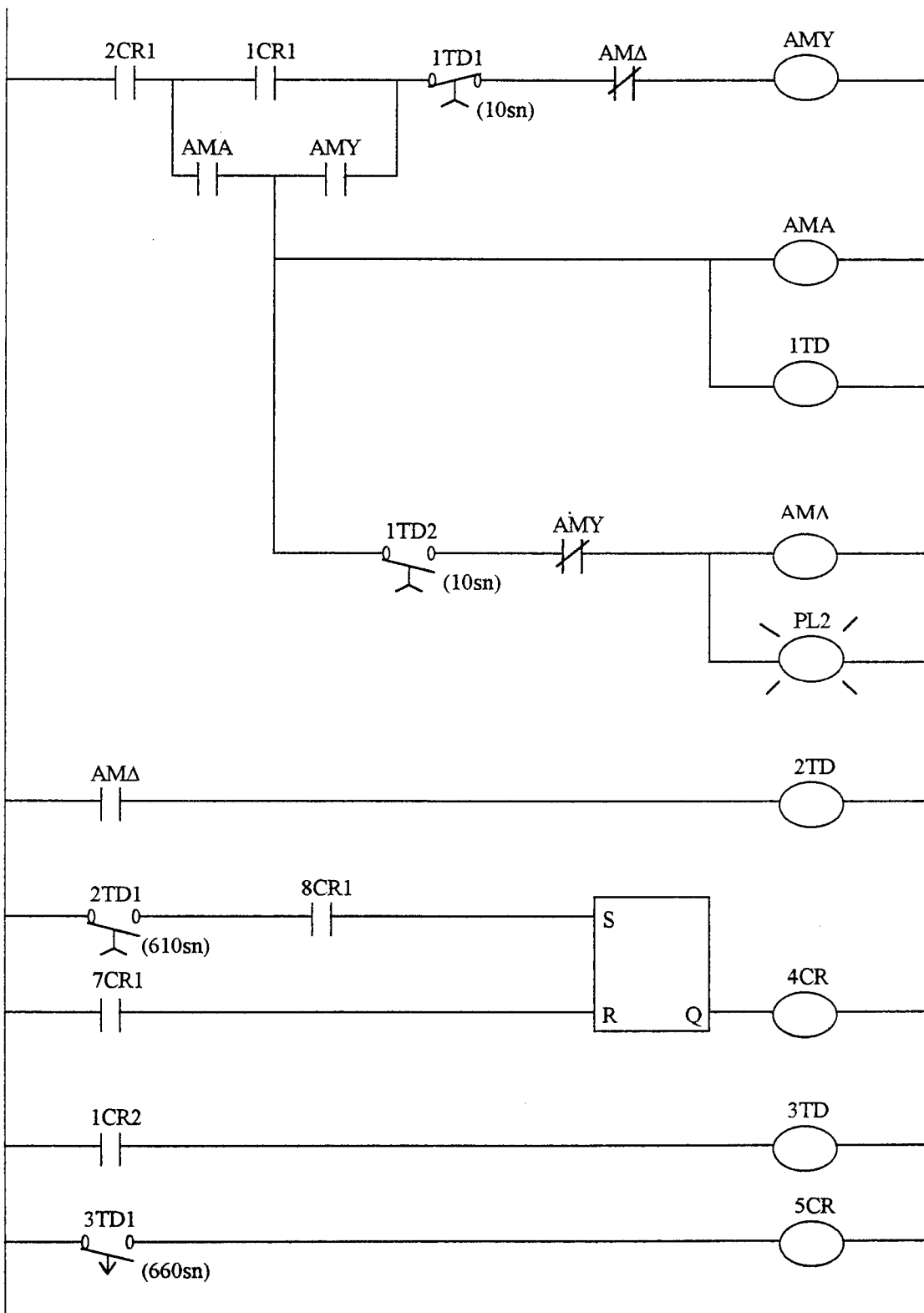


Şekil 3.1.(Devam) Fırının elektrik projesi

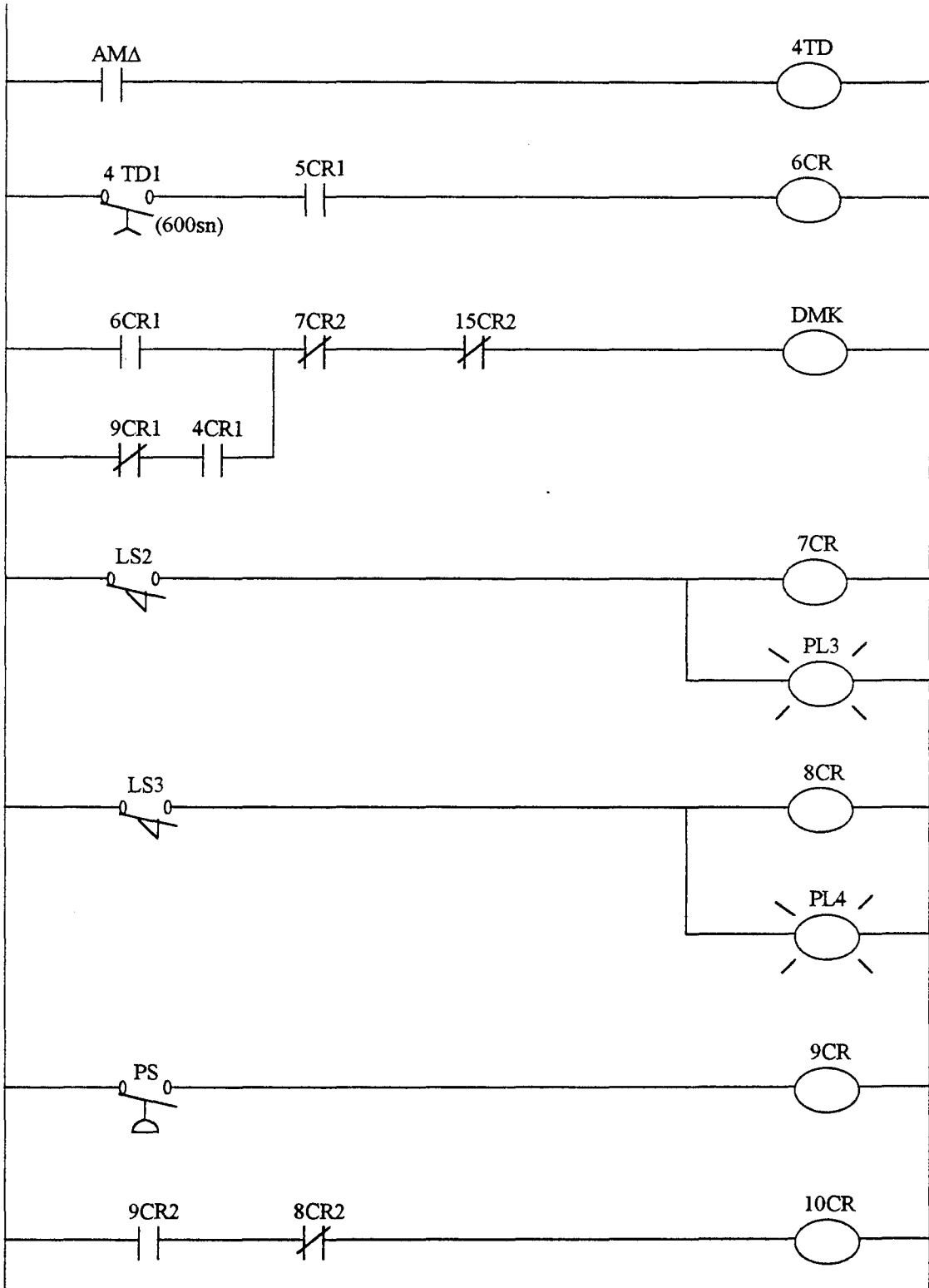
3.2 Röle Merdiven Diyagramı



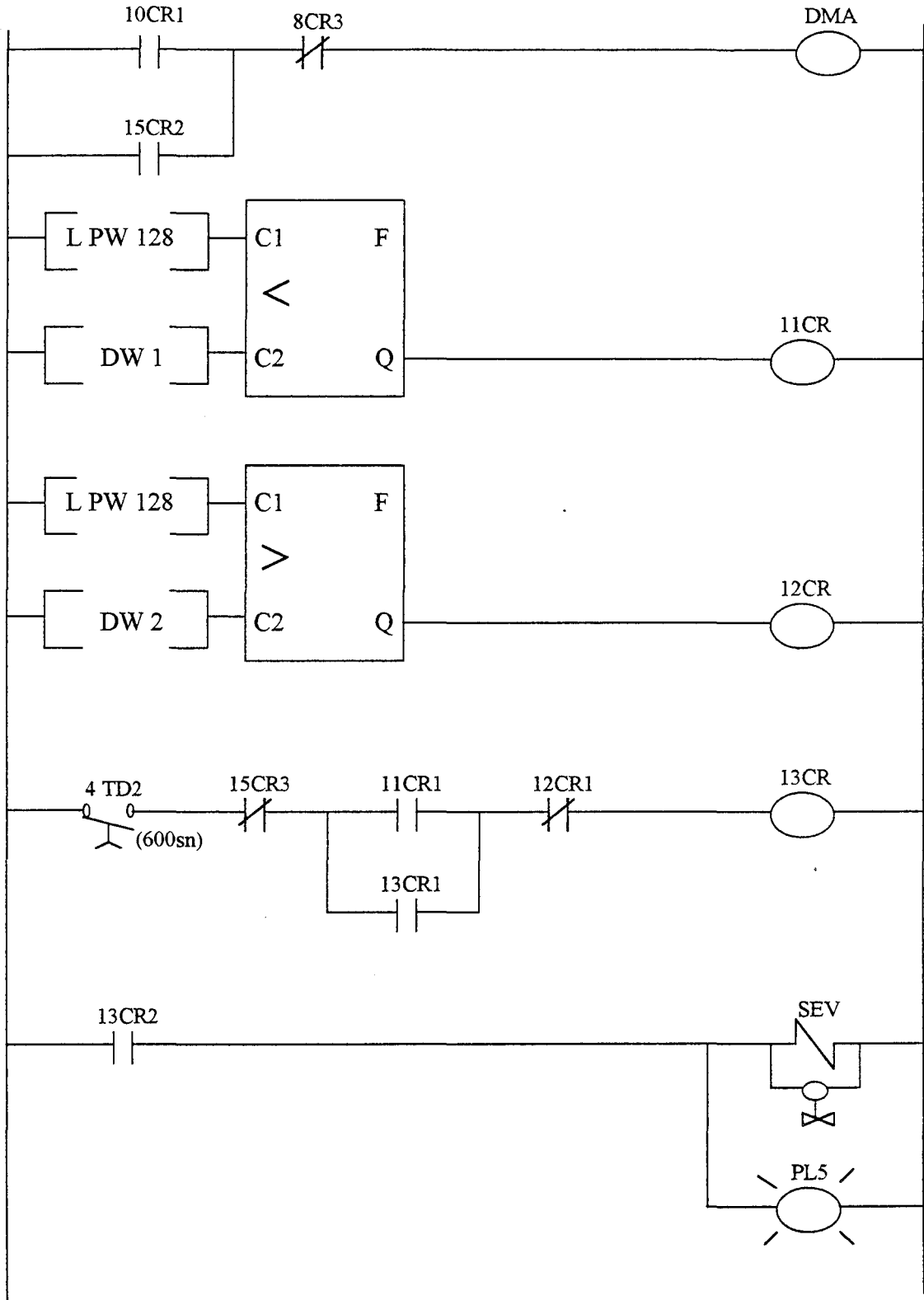
Şekil 3.2. Röle merdiven diyagramı



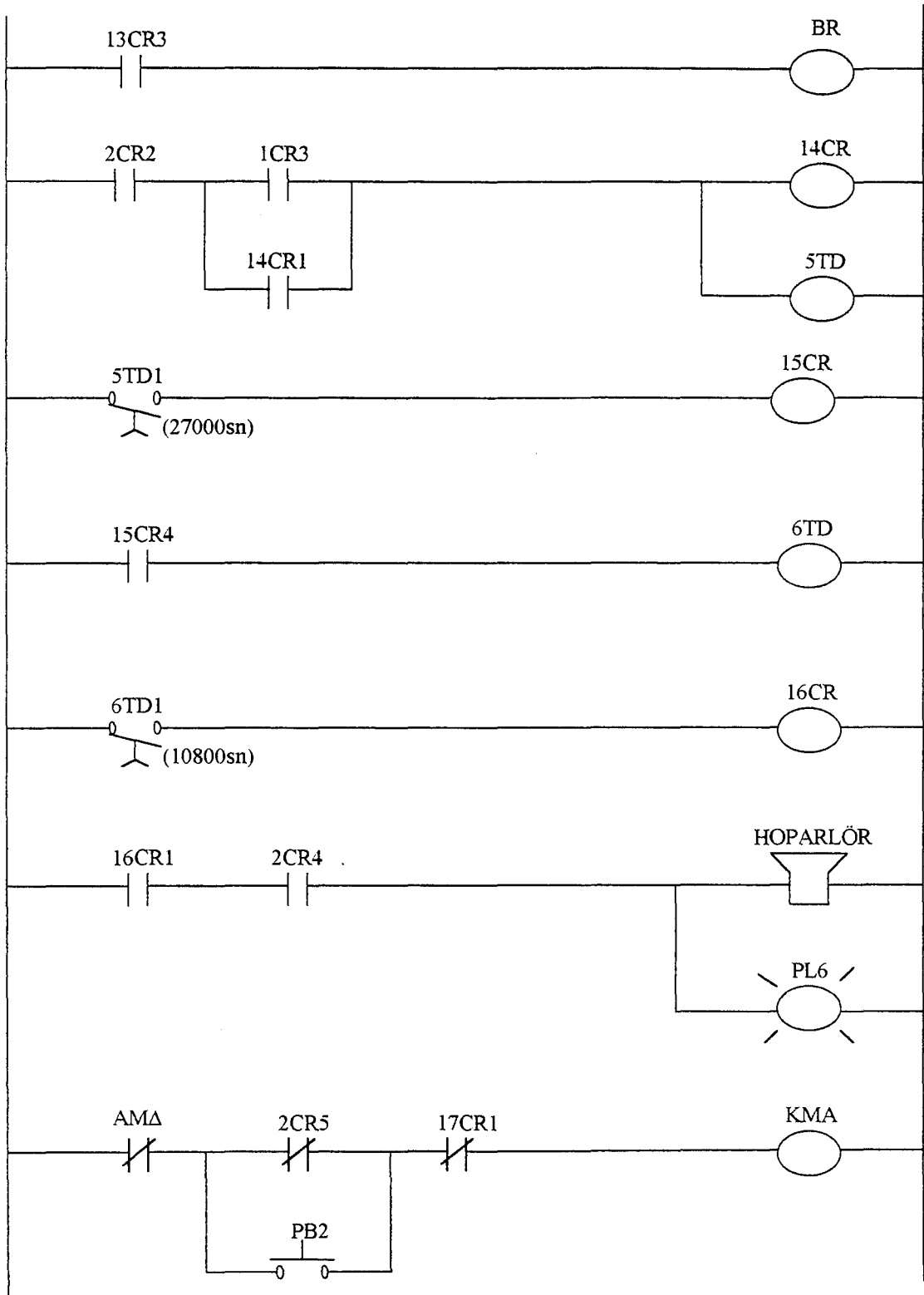
Şekil 3.2. (Devam) Röle merdiven diyagramı



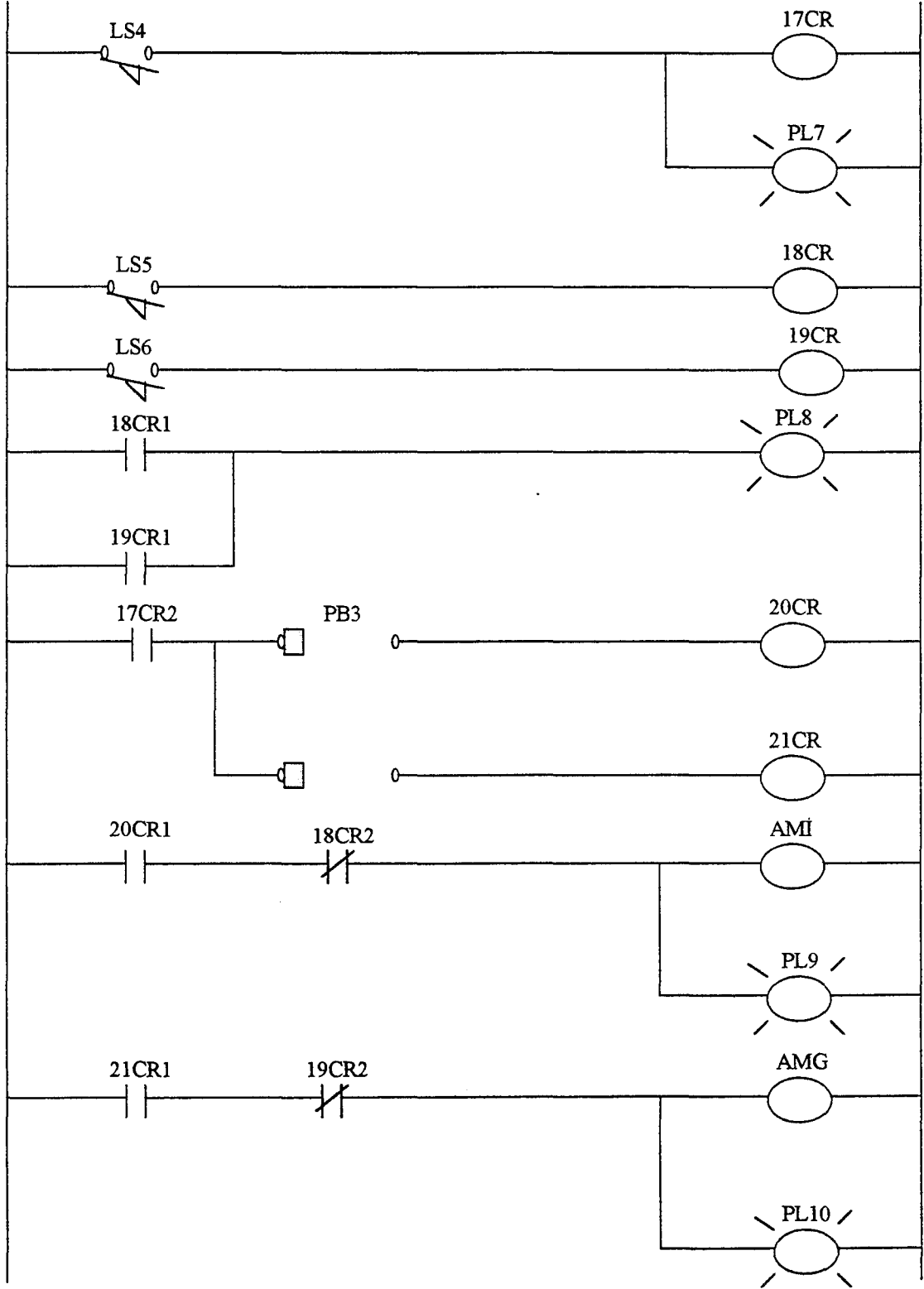
Şekil 3.2. (Devam) Röle merdiven diyagramı



Şekil 3.2. (Devam) Röle merdiven diyagramı



Şekil 3.2. (Devam) Röle merdiven diyagramı



Şekil 3.2. (Devam) Röle merdiven diyagramı

3.2.1. Röle merdiven diyagramında kullanılan kısaltmalar

AMA : Ana motor ana kontakları.

AMG : Araba motoru geri rölesi.

AMI : Araba motoru ileri rölesi.

AMY : Ana motor yıldız kontakları.

AMΔ : Ana motor üçgen kontakları.

BK : Brülör sayısı kadar kontak kapatan röle.

DMA : Damper motoru açma.

DMK : Damper motoru kapatma.

KMA : Motoru kapıyı açma yönünde çalıştıracak kontakları kapatan röle.

KMK : Kapı motoru kapatma.

LS1 : Kapı kapandı limit anahtarı.

LS2 : Damper kapalı limit anahtarı.

LS3 : Damper açık limit anahtarı.

LS4 : Kapı açık limit anahtarı.

LS5 : Fırının dip kısmındaki raylar üzerindeki limit anahtarı.

LS6 : Fırının dış kısmındaki raylar üzerindeki limit anahtarı.

PB1 : Kapıyı kapatma butonu.

PB2 : Kapıyı açma butonu.

PB3 : Araba motoru ileri, geri çift yönlü anahtarı.

PL1 : Kapı kapandı lambası.

PL2 : Motor çalıştı lambası.

PL3 : Damper kapalı lambası.

PL4 : Damper açık lambası.

PL5 : Gaz açık lambası.

PL6 : Ürün hazır lambası.

PL7 : Kapı açık lambası.

PL8 : Araba motoru stop lambası.

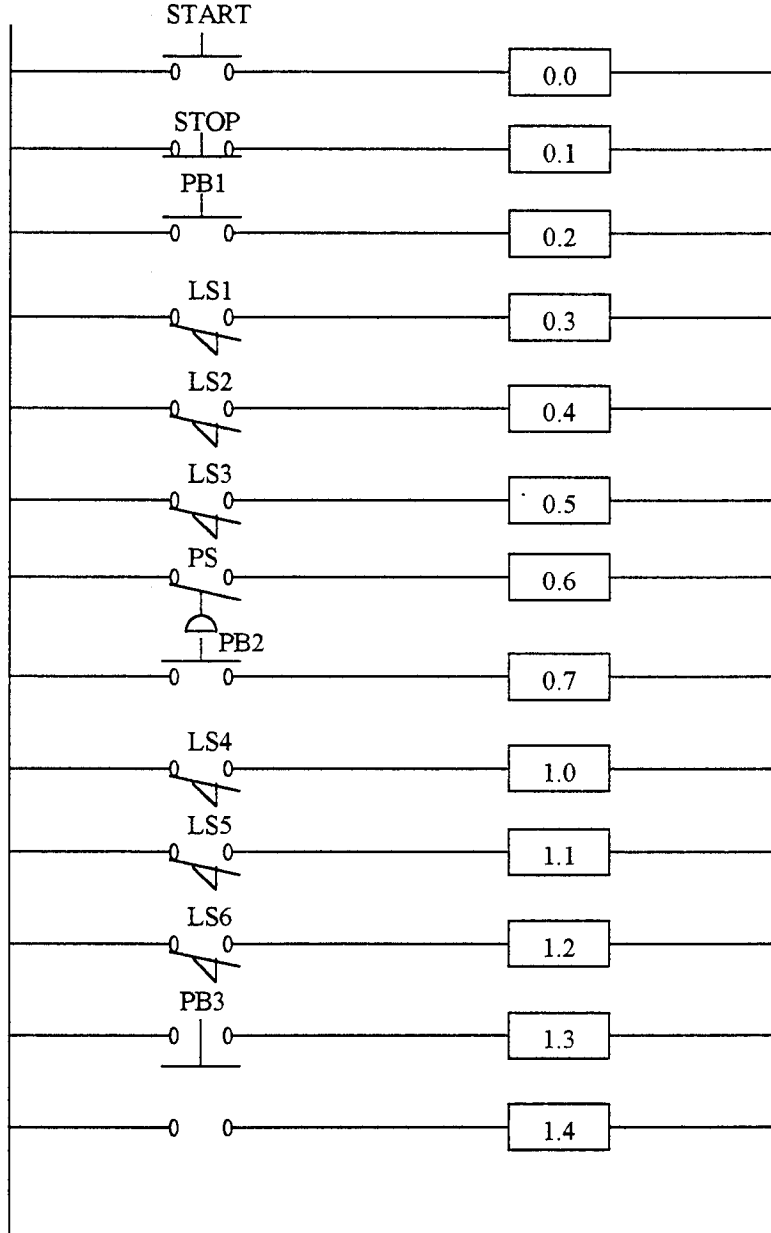
PL9 : Araba motoru ileri lambası.

PL10 : Araba motoru geri lambası.

PS : Basınç anahtarı.

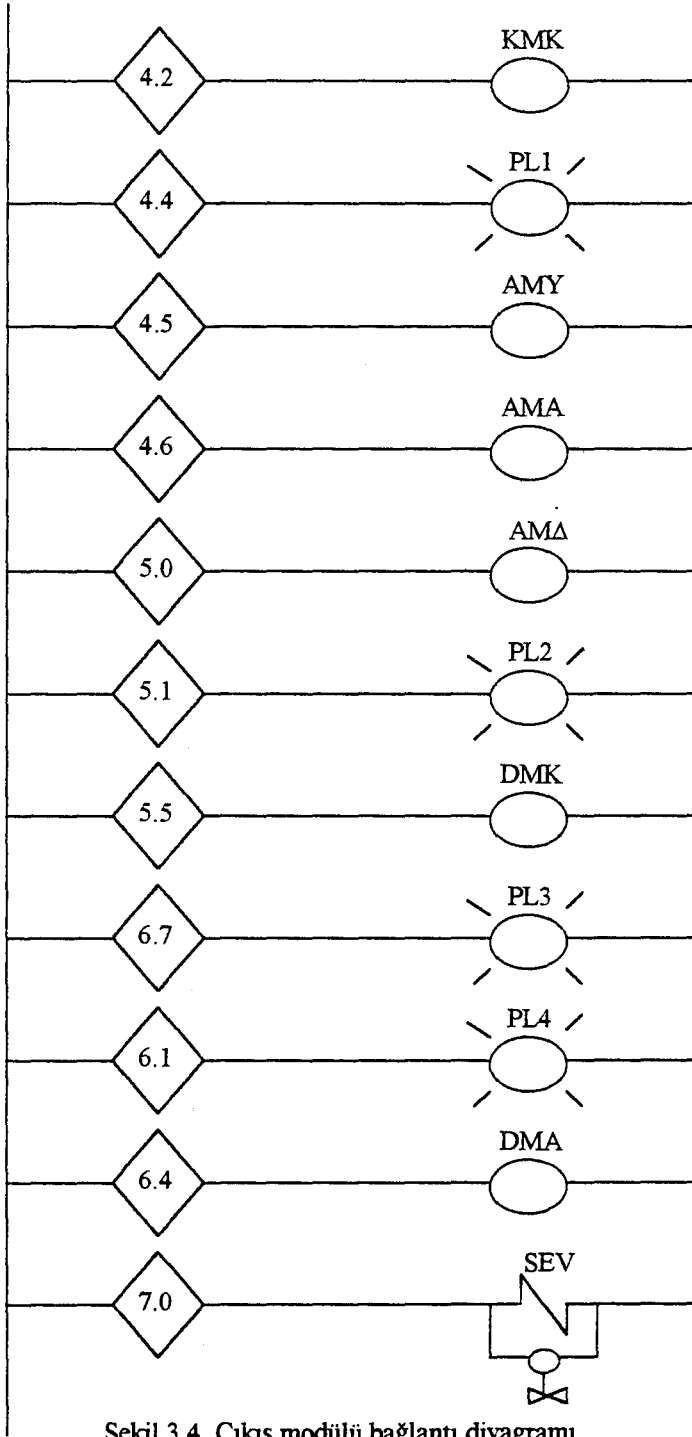
SEV : Selenoid valf.

3.3. Giriş Modülü Bağlantı Diyagramı

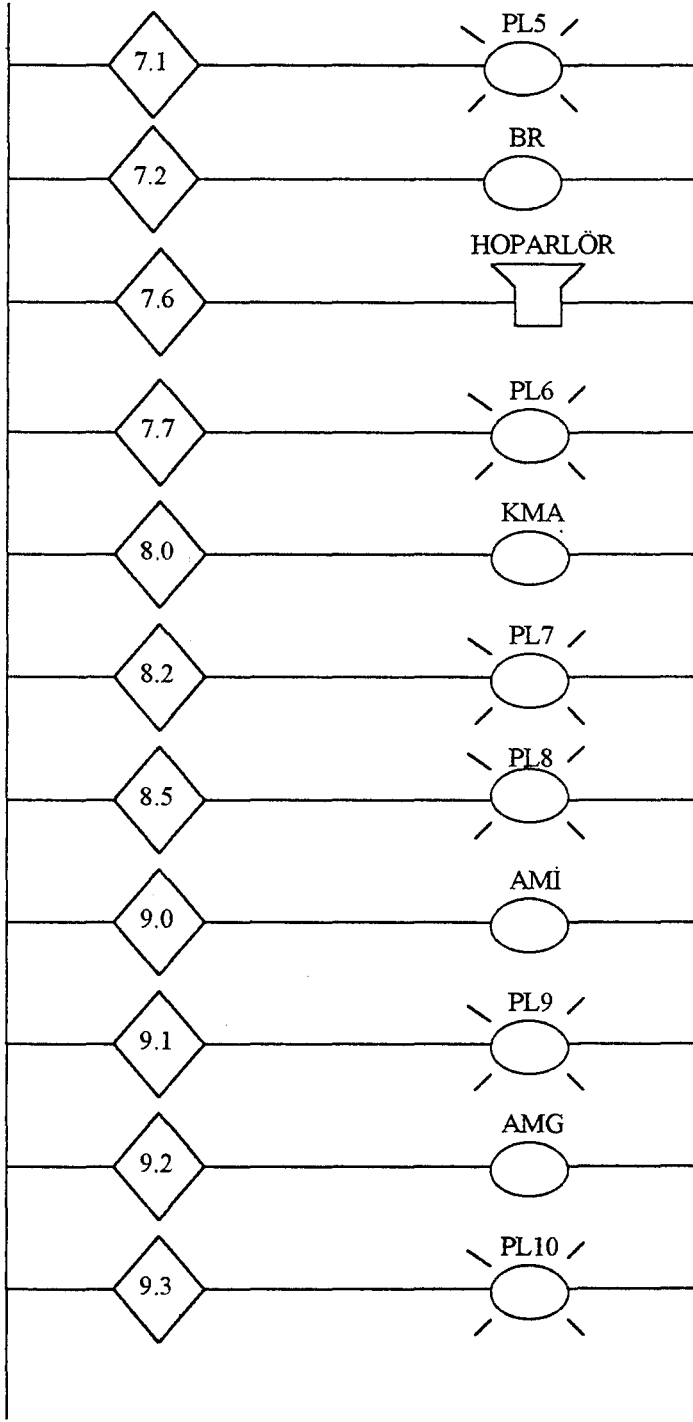


Şekil 3.3. Giriş modülü bağlantı diyagramı

3.4. Çıkış Modülü Bağlantı Diyagramı



Şekil 3.4. Çıkış modülü bağlantı diyagramı



Şekil 3.4. (Devam) Çıkış modülü bağlantı diyagramı

4. STEP 5 DİLİNDE YAZILMIŞ FIRIN KONTROL PROGRAMI

4.1. Kontrol Programının Açıklaması

Programın açıklaması verilen satır numaralarına göre yapılmıştır. STEP5 programlama dilinin STL şeklindeki komut setinin tamamı Ek 3' te verilmiştir. Ayrıca LAD şeklinde yazılmış fırın kontrol programında kullanılan komutlar hakkındaki detaylı bilgi için de Ek 4' e bakılabilir.

1-Start butonu. Fırının çalışmasını sağlar. Basıldığında Q 4.0 iç çıkışına bağlı olan açık kontakları kapar, kapalı kontakları açar.

2-Stop butonu. Fırının durdurulmasını sağlar. Basıldığında Q 4.1 iç çıkışına bağlı olan açık kontakları açar, kapalı kontakları kapatır. Çünkü stop butonu normalde kapalı bir butondur.

3-Fırın kapısını kapatma anahtarı ile kapı motoru ileriye doğru (kapının kapanma yönü) hareket ettirilir ve kapı kapatılır. Bu arada kapının kapalı olduğunu söyleyen Q 4.3 çıkışına bağlı kontak açık olmamalıdır. Burada kapı kapalı iken kapı motorunun ileri yönde hareket ettirilmesi engellenmiştir.

4-Kapı kapandı limit anahtarı fırın kapısı kapandığında kapanır ve Q 4.3 iç çıkışı çıkış verir. Aynı zamanda kapı kapandı ışığı yanar.

5-Burada 1190 C° nin dijital bilgisi DW 1' e yüklenmiştir. Ek 1' de görülen Tablo 1' de çeşitli termokuplların hangi sıcaklıkta hangi gerilimi ürettikleri görülmektedir. Fırında PT + 10 %RH - Platinum termokuplu kullanılmaktadır ve hesaplamalar bunun üzerinden yapılmıştır. Bu tabloda sıcaklıklar F° cinsinden verilmiştir. 1190 C° yi F° ne

çevirirsek: $C^{\circ} = \frac{5}{9} F^{\circ} - 32 \Rightarrow 1190 C^{\circ} = 2084 F^{\circ}$

Tablodan 2084 F° için elde edilen gerilim 11.224 mV' dur. S5- 115U' nun analog giriş modülüne bağlanan bu termokupldan gelen analog sinyaller dijitale dönüştürülür ve PLC' nin CPU' suna gönderilir. Ek 1' deki Tablo 2' de analog modüle gelen analog gerilime karşılık CPU' ya gönderilen dijital bilgi gösterilmektedir. Bu tablodan

yararlanarak 1190 C°' nin dijital bilgisinin : 0000111010100000=0EA0 olduğu görülmektedir.

6-Burada 1210 C°' nin dijital bilgisi DW 2' ye yüklenmiştir. Yukarıda 1190 C°' nin dijital bilgisinin hesaplanmasında izlenen yol aynen 1210 C° içinde izlenirse 1210 C°' nin dijital bilgisinin 0000111011110000 = 0EF0 olduğu görülür.

7-Starta basılması ile birlikte 30 KW' lik motorun yol verme işlemi başlar. Startla birlikte önce yıldız kontaklar ve ana kontaklar kapanır, 10 saniyelik zamanlama periyodu başlar ve 10 sn sonra Q 4.7 çıkış verir. Bu çıkışla birlikte yıldız kontaklar açılıp üçgen kontaklar kapatılır, motor çalıştı ışığı yanar. Bu arada motorun yıldız kontakları kapalı iken üçgen kontakların kapanması, üçgen kontaklar kapalı iken yıldız kontakların kapanması engellenmiştir. Start butonundan el çekilse bile ana kontaklara bağlı bir kilit kullanıldığı için motor çalışmaya devam eder. Stop butonuna basılırsa motorun çalışması sona erer.

8-9-10-11-12-13-14-15-16- Motor çalıştıktan yani motorun üçgen kontağı kapandıktan 10 dk sonra (fırın içerisindeki atık gaz ve tozların açık olan bacadan dışarı çıkması için 10 dk) baca damperi kapatılır. T3 enerjisi kesildikten sonra zamanlama periyodunu başlatan ve bu periyot sonunda çıkış vermeyi kesen tip zamanlayıcı (off delay zamanlayıcı), T4 enerjilendikten sonra zamanlama periyodunu başlatan ve bu periyot sonunda çıkış veren tip zamanlayıcıdır (on delay zamanlayıcı). T4 zamanlayıcısı motorun çalışmaya başlamasından 10 dk sonra çıkış verir ve baca damperini kapatır. T3 zamanlayıcısı ise start butonuna basıldıktan 11dk sonra (yani bacanın kapanması garantiye alındıktan sonra) çıkış vermeyi keser. Böylece fırının ilk çalışmasında baca kapatılmış ve daha sonra bacayı kapatmak için müdahale edilmemiş olur. Çünkü bundan sonra bacanın açılıp kapanması fırın içerisindeki basıncın durumuna göre olacaktır.

Damper kapandığında damper kapandı limit anahtarından gelen uyarı ile damper motoru durur. Yanan gazın atıkları ve pişen üründen çıkan su buharı ile fırın içerisinde basınç artar. Bu artan basıncın, fırının kendisi ve içinde pişen ürün için tehlike sınırı 2.1 bardır. Fırın içindeki basınç 2.1 barı geçerse fırın ve pişen ürün zarar görebilir. İşte bu nedenle 14 numaralı kolda fırın içerisindeki basınç 2.1 bar olmuşsa basınç anahtarı kapanır ve Q 6.2 çıkış verir. Q 6.2 eğer damper açık değil ise Q 6.3' e çıkış verir ve damper motorunu ters yönde çalıştırarak baca damperini açar. Aynı zamanda baca

damperi 7.5 saatlik zamanın dolması ile birlikte içerideki ürünün soğuması için son olarak açılır ve tekrar kapanması engellenir. Baca damperi açıldığında baca açıldı limit anahtarı ile Q 6.0' a çıkış verilir ve damper motoru damper açıldığında durdurulur. Baca açıldığı için içerideki gazlar ve su buharı fırın dışına çıkacağından dolayı fırın İçindeki basınç düşmeye başlar. Basınç 2.1 barın altına düştüğünde basınç anahtarı açılır. Basınç anahtarının açılması ile birlikte baca damperinin tekrar kapanması 11 numaralı kolda sağlanmıştır.

8. kolda SR kullanılarak bacanın açılması ile Q 5.2 çıkış verir. Bu çıkış damper kapanıncaya kadar yani Q 5.6 çıkış verene kadar devam eder. Yine burada Q 5.2' nin çıkış vermesi motor çalıştıktan 10 dk 10 sn sonra gerçekleşmektedir ki bu da ilk başlangıçta karışıklığın çıkmasını engellemek için yapılmıştır. Yani başlangıçta baca damperinin kapalı olması garantiye alınmış olur. Baca damperi açık iken motorun damperi açmaya çalışılması ve kapalı iken damperi kapatmaya çalışması engellenmiştir. Ayrıca damper açık iken damper açık ışığı, damper kapalı iken damper kapalı ışığı yanmaktadır.

17-Bu kolda termokupldan gelen dijital sıcaklık bilgisi ile 1190 C° nin sıcaklık bilgisi karşılaştırılmakta ve fırın içerisindeki sıcaklık 1190 C° den az ise Q 6.5' e çıkış verilmektedir.

18-Yine termokupldan gelen dijital sıcaklık bilgisi ile 1210 C° nin sıcaklık bilgisi karşılaştırılmakta ve fırın içerisindeki sıcaklık 1210 C° den fazla ise Q 6.6' ya çıkış verilmektedir.

19-20-21-Motorun çalışmasından sonra 10 dk geçti ise (Q 5.4), zaman dolmadı ise (Q7.4), sıcaklık 1190 C° nin altında ise (Q 6.5) ve sıcaklık 1210 C° nin üstüne çıkmadı ise (Q 6.6) Q 6.7' ye çıkış verilir. Bununla birlikte Q 6.5 kilitlenir, selenoid valf gazı açar, gaz açık lambası yanar. Zaman dolduğunda ve sıcaklık 1210 C° nin üzerine çıktığında ise Q 6.7' nin çıkış vermesi engellenir ve selenoid valf kapatılır. Aynı zamanda Q 6.7 çıkışı ile 21 nolu kolda brülör sayısı kadar kontak, Q 7.2 brülör ateşleme rölesi tarafından kapatılır ve böylece brülörler ateşlenmiş olur.

22-Start ile birlikte ürünün 7.5 saatlik pişme süresi olan zamanlama periyodu başlar. Starttan el çekilse bile Q 7.3 çıkışı startı kilitlediğinden dolayı zamanlama periyodu

devam eder. 7.5 saatlik zamanın geçmesi ile birlikte Q 7.4 çıkış verir. Stop butonu ile birlikte Q 7.4, çıkış vermeyi keser.

23,24-7.5 saatlik zamanın dolması ile birlikte ürün artık pişmiştir ve soğutulması gerekmektedir. Ürünün soğutulması için 3 saatlik bir zamana ihtiyaç vardır ve bu T6 zamanlayıcısı tarafından sağlanmaktadır. 3 saatlik zamanın dolması ile birlikte Q 7.5 çıkış vermektedir. Bu çıkışla birlikte ürün hazır sinyali çalmaya ve ürün hazır ışığı yanmaya başlar. Stop butonuna basılana kadar bu böyle devam eder.

25-Bu satırda kapı motoru fırın kapısını açar. Fırın kapısının açılabilmesi için öncelikle ana motorun çalışmaması ve kapının zaten açık olmaması lazımdır. Eğer bu şartlar sağlanırsa ürün piştikten sonra stopa basıldığında kapı otomatik olarak açılacaktır. Ayrıca bir kapı açma butonu ilede kapı açılabilir.

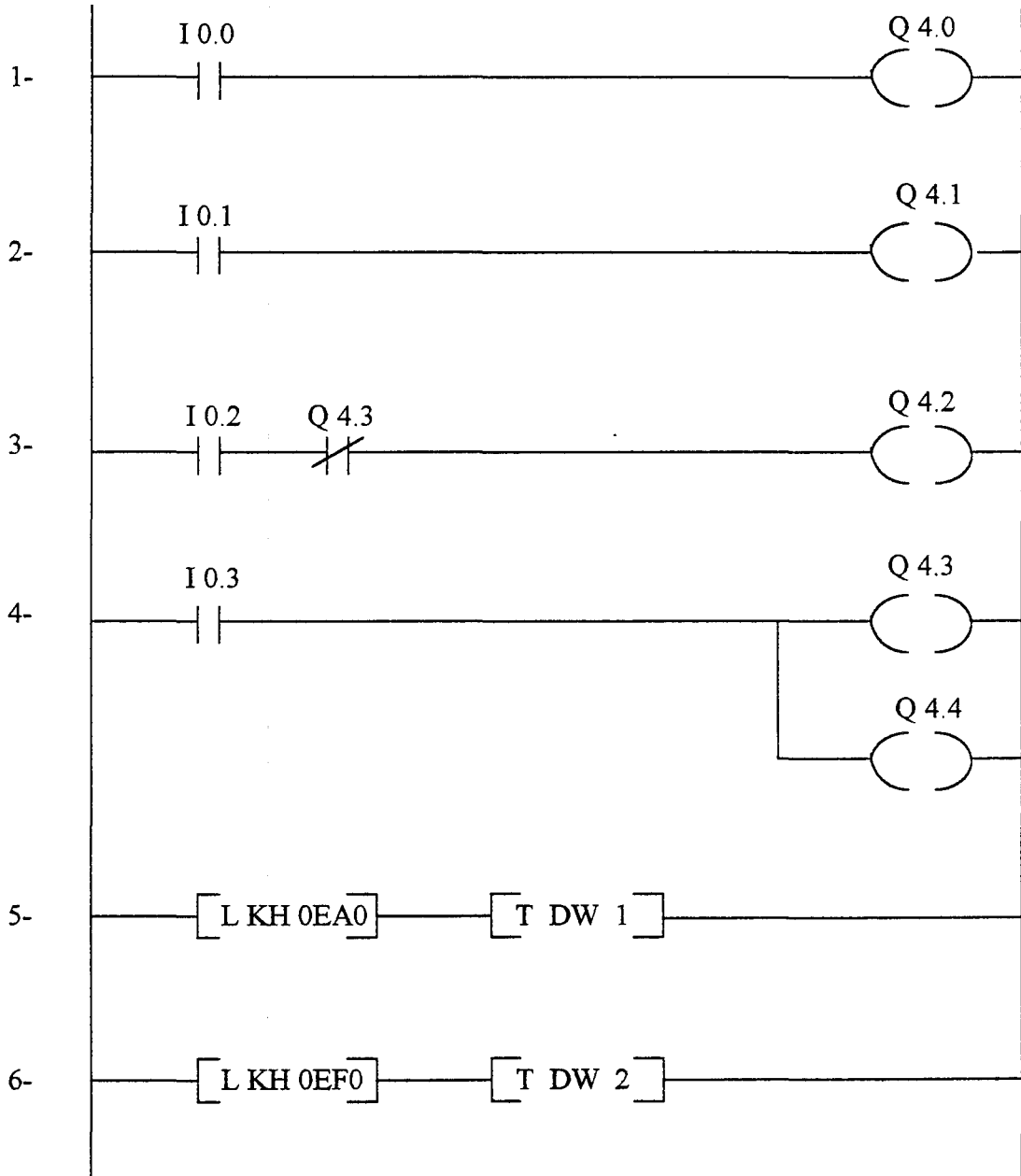
26-Kapının açıldığı kapı limit anahtarı ile anlaşılır. Kapı açık iken kapı açık ışığı yanmaktadır.

27-28-29-Fırının dip kısmındaki ve dış kısmındaki rayların uç kısımlarına yerleştirilen limit anahtarlarından (I 1.1 ve I 1.2) uyarı gelirse arabaları hareket ettiren motor durur. Q 8.3 ve Q 8.4 çıkışları motoru durdurmakla birlikte araba motoru stop lambasını da yakar.

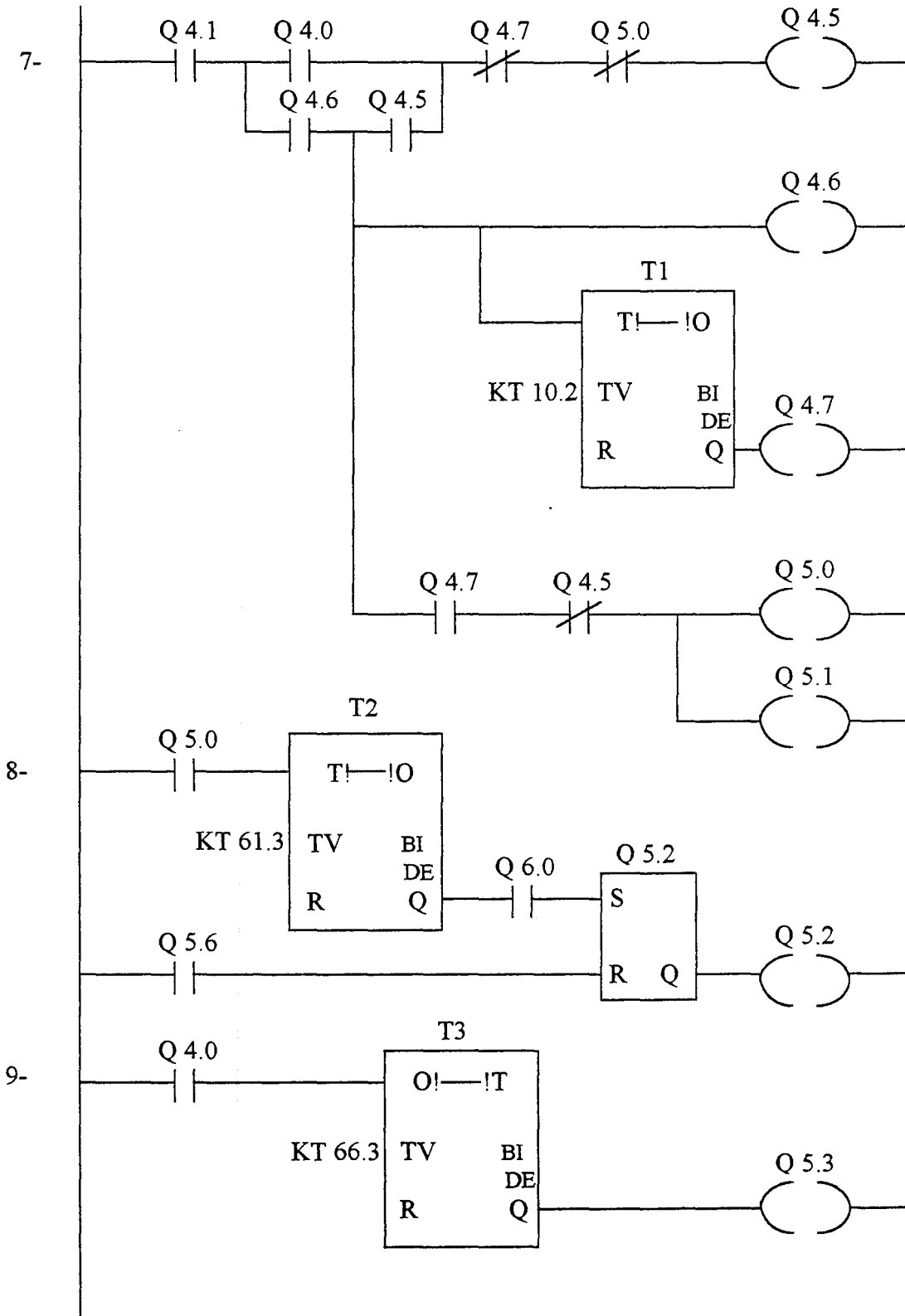
30-Arabalar fırın içerisine doğru yani ileri hareket ettirilecek ise I 1.3 ve Q 8.6 ile arabalar ileri, I 1.4 ve Q 8.7 ile de arabalar geri hareket ettirilir. Yalnız bu hareketlerin yaptırılabilmesi için fırın kapısının açık olması (Q 8.1) gerekir. Aksi takdirde bu arabaları hareket ettiren motorun çalışması imkansızdır.

31-32-Arabalar ileri hareket ediyor ise ileri ışığı, geri hareket ediyor ise geri ışığı yanmaktadır. Q 9.0 araba motorunu ileri hareket ettiren kontakları kapatan röle, Q 9.2 araba motorunu geri hareket ettiren kontakları kapatan röle çıkışıdır. Tabi ki motorun ileri yönde çalışması için arabaların fırının dip kısmında olmaması ve geri hareket etmesi için arabaların fırının dışındaki raylarının uç kısmında olmaması gerekir.

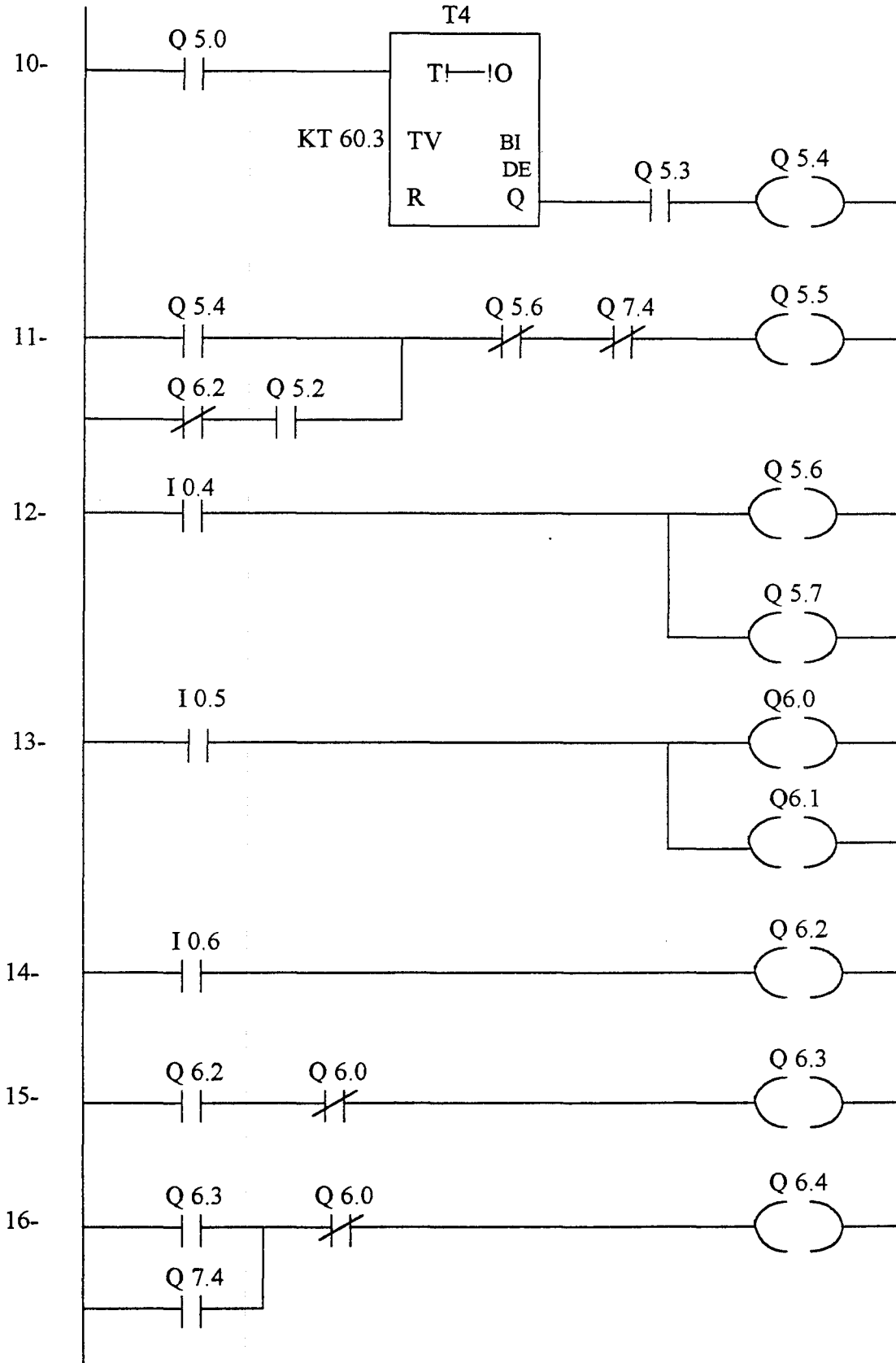
4.2. LAD (Ladder Diagram) Şeklinde Yazılmış Fırın Kontrol Programı



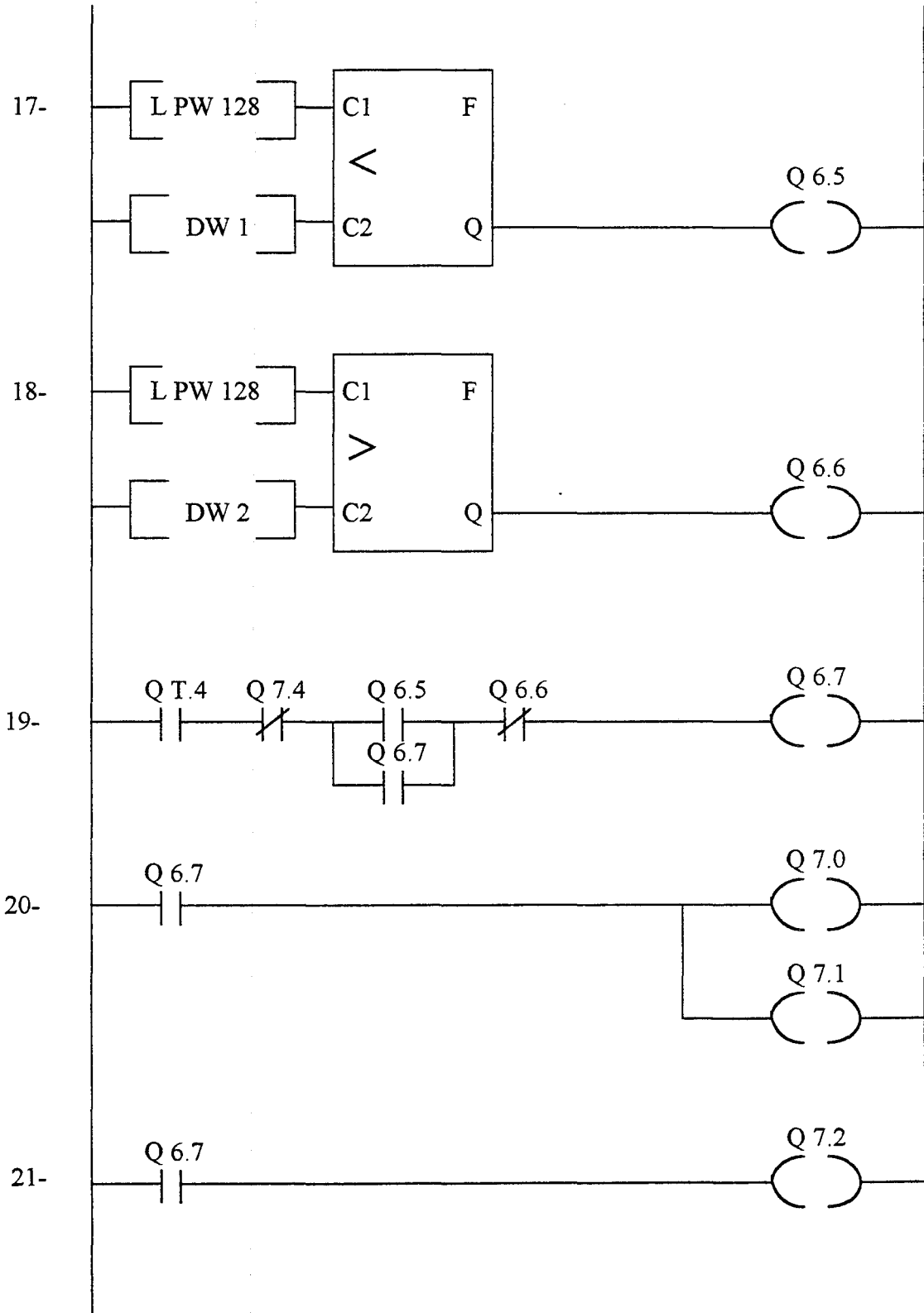
Şekil 4.1. LAD şeklinde yazılmış fırın kontrol programı



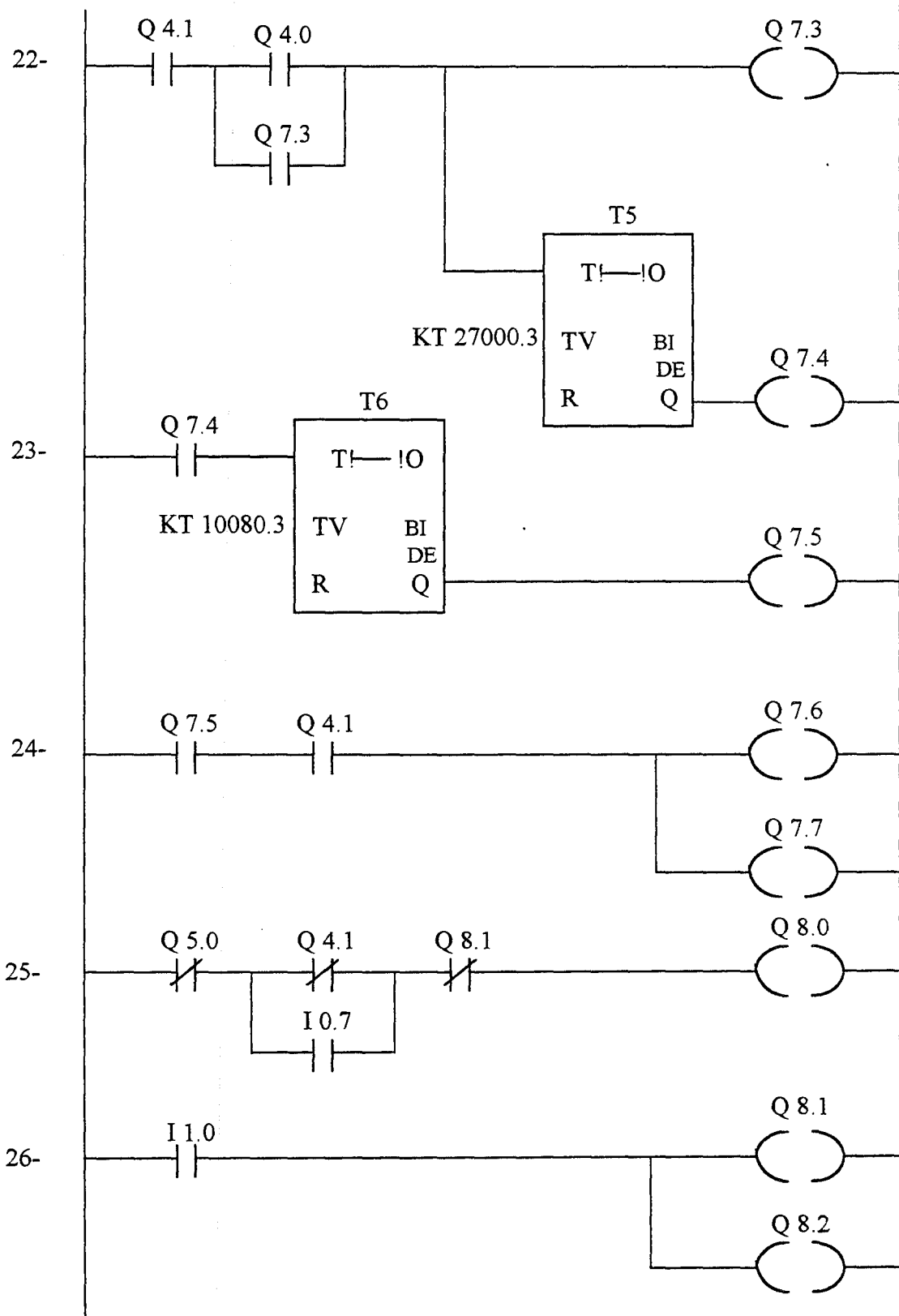
Şekil 4.1. (Devam) LAD şeklinde yazılmış fırın kontrol programı



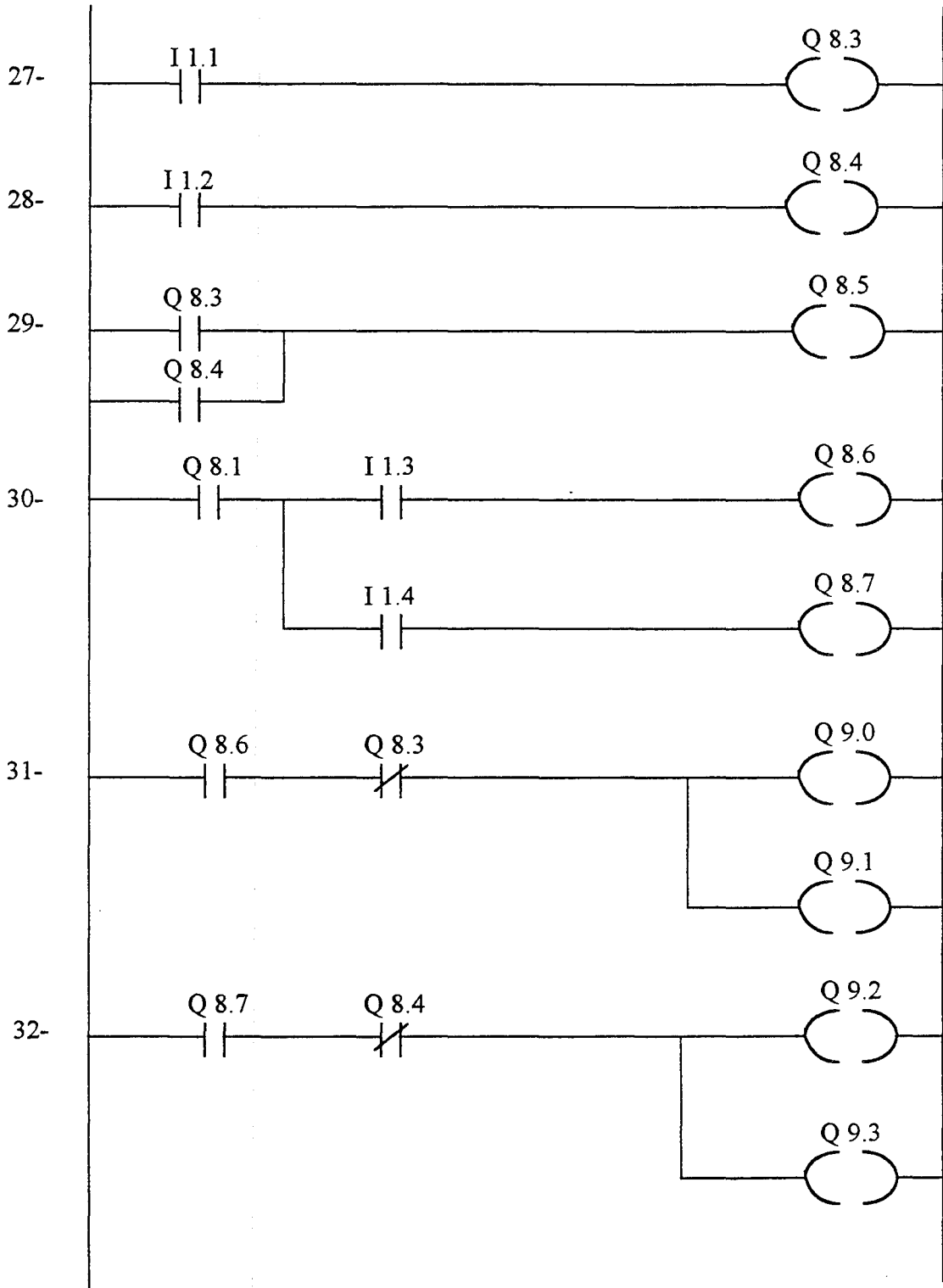
Şekil 4.1. (Devam) LAD şeklinde yazılmış fırın kontrol programı



Şekil 4.1. (Devam) LAD şeklinde yazılmış fırın kontrol programı



Şekil 4.1. (Devam) LAD şeklinde yazılmış fırın kontrol programı



Şekil 4.1. (Devam) LAD şeklinde yazılmış fırın kontrol programı

4.3 STL (Statement List) Şeklinde Yazılmış STEP5 Fırın Kontrol Programı

```

AI 0.0
=Q 4.0      } 1
AI 0.1
=Q 4.1      } 2
AI 0.2
AN Q 4.3
=Q 4.2      } 3
AI 0.3
=(
O Q 4.3
O Q 4.4
)           } 4
L KH 0EA0
T DW 1      } 5
L KH 0EF0
T DW 2      } 6
A Q 4.1
A(
O Q 4.0
O(
A Q 4.6
A Q 4.5
)           } 7
)
AN Q 4.7
AN Q 5.0
=Q 4.5
O(
A Q 4.1

```

A Q 4.0
 A Q 4.5
)
 O(
 A Q 4.1
 A Q 4.6
)
 =(
 O Q 4.6
 O(
 L K T 10.2
 S D T 1
 N O P 0
 N O P 0
 N O P 0
 A T 1
 =Q 4.7
)
)
 O(
 A Q 4.1
 A Q 4.0
 A Q 4.5
)
 O(
 A Q 4.1
 A Q 4.6
)
 A Q 4.7
 A N Q 4.5

} 7

=(}	7
O Q 5.0		
O Q 5.1		
)	}	8
A Q 5.0		
L KT 61.3		
SD T2		
NOP 0		
NOP 0		
NOP 0		
A T2		
A Q 6.0		
=Q 9.4		
Q Q 9.4		
S Q 5.2		
Q Q 5.6		
R Q 5.2		
=Q5.2		
A(}	9
O Q 4.0		
O Q 7.3		
)		
L KT 66.3		
SF T3		
NOP 0		
NOP 0		
NOP 0		
A T3		
=Q 5.3		

A Q 5.0	}	10
L KT 60.3		
SD T4		
NOP 0		
NOP 0		
NOP 0		
A T4		
A Q 5.3	}	11
=Q 5.4		
A(
O Q 5.4		
O(
AN Q 6.2		
A Q 5.2		
)		
)		
AN Q 5.6		
AN Q 7.4		
=Q 5.5	}	12
AI 0.4		
=(
O Q 5.6		
O Q 5.7	}	13
)		
AI 0.5		
=(
O Q 6.0		
O Q 6.1	}	
)		

AI 0.6	}	14
=Q 6.2		
AQ 6.2	}	15
ANQ 6.0		
=Q 6.3	}	16
A(
OQ 6.3	}	17
OQ 7.4		
)	}	18
ANQ 6.0		
=Q 6.4	}	19
LPW 128		
LDW 1	}	20
<F		
=Q 6.5	}	21
LPW 128		
LDW 2	}	22
>F		
=Q 6.6	}	23
AQ 5.4		
ANQ 7.4	}	24
A(
OQ 6.5	}	25
OQ 6.7		
)	}	26
ANQ 6.6		
=Q 6.7	}	27
AQ 6.7		
=(	}	28
OQ 7.0		

O Q 7.1		
)		
A Q 6.7	}	21
=Q 7.2		
A Q 4.1	}	22
A(
O Q 4.0		
O Q 7.3		
)		
=(
O Q 7.3		
O(
L KT 2700.3		
SD T5		
NOP 0		
NOP 0		
NOP 0		
A T5		
=Q 7.4		
)		
)	}	23
A Q 7.4		
L KT 1080.3		
SD T6		
NOP 0		
NOP 0		
NOP 0		
A T6		
=Q 7.5		

AQ 7.5	}	24
AQ 4.1		
=(
OQ 7.6		
OQ 7.7		
)	}	25
ANQ 5.0		
A(
ONQ 4.1		
OI 0.7		
)	}	26
ANQ 8.1		
=Q 8.0		
AI 1.0	}	26
=(
OQ 8.1	}	26
OQ 8.2		
)	}	27
AI 1.1		
=Q 8.3	}	28
AI 1.2		
=Q 8.4	}	29
OQ 8.3		
OQ 8.4		
=Q 8.5	}	30
AQ 8.1		
AI 1.3		
=Q 8.6		
AQ 8.1		
AI 1.4	}	

=Q 8.7	}	31		
A Q 8.6				
AN Q 8.3				
=(
O Q 9.0				
O Q 9.1				
)				
A Q 8.7			}	32
AN Q 8.4				
=(
O Q 9.2				
O Q 9.3				
)				

4.4 Kontrol Programındaki Giriş ve Çıkışlar

GİRİŞLER :

I 0.0 : Start push butonu.

I 0.1 : Stop push butonu.

I 0.2 : Fırın kapısını kapatma push butonu.

I 0.3 : Fırının kapısının kapanan tarafında bulunan ve fırın kapısının kapandığını anlamamızı sağlayan limit anahtarı.

I 0.4 : Baca damperinin kapanan tarafında bulunan ve damperin kapandığını anlamamızı sağlayan limit anahtarı.

I 0.5 : Baca damperinin açılan tarafında bulunan ve damperin açıldığını anlamamızı sağlayan limit anahtarı.

I 0.6 : Basınç anahtarı. Fırın içerisindeki basınç 2.1 barın üzerine çıktığında kapanan anahtar.

I 0.7 : Fırın kapısını açma push butonu.

I 1.0 : Fırının kapısının açılan tarafında bulunan ve fırın kapısının açıldığını anlamamızı sağlayan limit anahtarı.

I 1.1 : Fırının içerisinde ve dip kısmındaki rayların uç noktasında bulunan ve arabalar bu uç noktaya geldiğinde kapanan limit anahtarı.

I 1.2 : Fırının dışındaki rayların uç noktasında bulunan ve arabalar bu uç noktaya geldiğinde kapanan limit anahtarı.

I 1.3, I 1.4 : Arabaların ileriye ve geriye hareket etmesini sağlayan iki konumlu anahtar.

ÇIKIŞLAR :

Q 4.0 : Start push butonuna bağlı iç çıkış.

Q 4.1 : Stop push butonuna bağlı iç çıkış.

Q 4.2 : Kapı motorunu kapının kapanması yönünde çalıştıran röle.

Q 4.3 : Kapı kapandı limit anahtarına bağlı iç çıkış.

Q 4.4 : Kapı kapandı lambası.

Q 4.5 : Ana motor (30 KW) yıldız kontakları rölesi.

Q 4.6 : Ana motor ana kontakları rölesi.

- Q 4.7 : Motorun kalkınması için gerekli olan ve yıldız kontakların kapanmasından sonra 10 sn' yeyi bekleyen iç çıkış.
- Q 5.0 : Ana motor üçgen kontakları rölesi.
- Q 5.1 : Motor çalıştı lambası.
- Q 5.2 : İç çıkış.
- Q 5.3 : İç çıkış.
- Q 5.4 : İç çıkış.
- Q 5.5 : Baca damperi motorunu damperin kapanması yönünde çalıştıran röle.
- Q 5.6 : Damper kapandı limit anahtarına bağlı iç çıkış.
- Q 5.7 : Baca damperi kapalı lambası.
- Q 6.0 : Damper açıldı limit anahtarına bağlı iç çıkış.
- Q 6.1 : Baca damperi açık lambası.
- Q 6.2 : Basınç anahtarına bağlı iç çıkış.
- Q 6.3 : İç çıkış.
- Q 6.4 : Baca damperi motorunu baca damperinin açılması yönünde çalıştıran röle.
- Q 6.5 : Sıcaklık 1190 C° den düşük iç çıkışı.
- Q 6.6 : Sıcaklık 1210 C° den büyük iç çıkışı.
- Q 6.7 : Gazı açma iç çıkışı.
- Q 7.0 : Fırına gelen LPG gazının açılıp kapanmasını sağlayan selenoid valf.
- Q 7.1 : Gaz açık lambası.
- Q 7.2 : Brülörlerin ateşlenmesini sağlayan röle.Brülör sayısı kadar kontağa sahip.
- Q 7.3 : Startı kilitleyen iç çıkış.
- Q 7.4 : 7.5 saatlik pişme süresinin dolduğunu söyleyen iç çıkış.
- Q 7.5 : 3 saatlik soğuma süresinin dolduğunu söyleyen iç çıkış.
- Q 7.6 : Ürün hazır sinyali. (Hoparlör)
- Q 7.7 : Ürün hazır lambası.
- Q 8.0 : Kapı motorunu kapının açılması yönünde çalıştıran röle.
- Q 8.1 : Kapı açıldı limit anahtarına bağlı iç çıkış.
- Q 8.2 : Kapı açık lambası.
- Q 8.3 : Fırının dip kısmındaki limit anahtarına bağlı iç çıkış.

Q 8.4 : Fırının dışındaki limit anahtarına bağlı iç çıkış.

Q 8.5 : Araba motoru stop lambası.

Q 8.6 : Araba motoru ileri iç çıkışı.

Q 8.7 : Araba motoru geri iç çıkışı.

Q 9.0 : Araba motorunu arabalar ileri gidecek şekilde çalıştıran röle.

Q 9.1 : Araba motoru ileri lambası.

Q 9.2 : Araba motorunu arabalar geri gidecek şekilde çalıştıran röle.

Q 9.3 : Araba motoru geri lambası.

KAYNAKLAR

1. AKIN, C., Programlanabilir Lojik Kontrolcüler ve Step 5 Programlama Dili (Simatic S5-115U PLC Sistemi), Bitirme Ödevi, ESKİŞEHİR, 1995.
2. TOPBAŞ, Prof. M.A., Endüstri Fırınları, Cilt 1.
3. ERDEBİL, M., Programlanabilir Lojik Kontrolcüler ve Simatic S5-115U PLC Sistemi (Donanım), Bitirme Ödevi, ESKİŞEHİR, 1995.
4. ARCASOY, Doç. A., Seramik Teknolojisi, Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları, No:2.
5. NOLTIGLE, B. E., Cihaz Teknolojisi 2, Butterworth and Co. Ltd., 1985.
6. FIRAT, A. H., Elektrikle Kumanda Şemaları, Teknik Yayınlar, İSTANBUL.
7. KARACAN, İ., Pnömatik Kontrol, ANKARA, 1991.
8. SIEMENS, SIMATIC S5-115U PLC Sistemi Manual, Hardware and Software.
9. SİMKO TİCARET VE SANAYİ A. Ş., Simatic S5 ve Step 5 Seminer Notları, İSTANBUL, 1995, 1996.

EK-1

TEMP. °F	PT - 10%RH VS. PLATINUM	CHROMEL VS. ALUMEL	IRON VS. CONSTANTAN	COPPER VS. CONSTANTAN
32	0.0	0.0	0.0	0.0
100	0.221	1.52	1.94	1.517
200	0.595	3.82	4.91	3.967
300	1.017	6.09	7.94	6.647
400	1.474	8.31	11.03	9.525
500	1.956	10.57	14.12	12.575
600	2.458	12.86	17.18	15.773
700	2.977	15.18	20.25	19.100
800	3.506	17.53	23.32	
900	4.046	19.89	26.40	
1000	4.596	22.26	29.52	
1100	5.156	24.63	32.72	
1200	5.725	26.98	36.01	
1300	6.307	29.32	39.43	
1400	6.897	31.65	42.96	
1500	7.498	33.93	46.53	
1600	8.110	36.19	50.05	
1700	8.732	38.43		
1800	9.365	40.62		
1900	10.009	42.78		
2000	10.662	44.91		
2100	11.323	47.00		
2200	11.989	49.05		
2300	12.657	51.05		
2400	13.325	53.01		
2500	13.991	54.92		
2600	14.656			
2700	15.319			
2800	15.979			
2900	16.637			
3000	17.292			

Tablo : Ölçülen sıcaklık ile termokupllardan elde edilen gerilimin değişim tablosu

EK-2

Meas. Value in mV (± 50)	Meas. Value in mV (± 500)	Meas. Value in mV (± 1000)	Units	Digitized Measured Value												TROW	Range							
				15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4			3	2	1	0			
≥ 100.0	≥ 1000.0	≥ 2000.0	+095-0V	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	①		
99.976	999.76	1999.52	+095	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	②	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	③	
50.024	500.24	1000.48	+049	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	④	
50.000	500.00	1000.00	+048	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	⑤	
49.976	499.76	999.52	+047	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	⑥	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	⑦	
25.000	250.00	500.00	+024	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	⑧	
24.976	249.76	499.52	+023	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	⑨	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	⑩	
0.024	0.24	0.48	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	⑪	
0.000	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	⑫	
-0.024	-0.24	-0.48	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	⑬	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	⑭	
-24.976	-249.76	-499.52	-1023	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	⑮	
-25.000	-250.00	-500.00	-1024	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	⑯	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	⑰	
-49.976	-499.76	-999.52	-2047	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	⑱	
-50.000	-500.00	-1000.00	-2048	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	⑲	
-50.024	-500.24	-1000.48	-2049	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	⑳	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	㉑	
-99.976	-999.76	-1999.52	-4095	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	㉒	
≤ -100.0	≤ -1000.0	≤ -2000.0	-4095+0V	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	㉓

Tablo : Analog giriş modülüne gelen analog gerilim ile modülün CPU' ya gönderdiği dijital bilginin değişim tablosu

A Operations List

A.1 Explanation of the Operations List

Abbreviation	Explanation						
ACCUM 1	Accumulator 1 (When accumulator 1 is loaded, any existing contents are shifted into accumulator 2.)						
ACCUM 2	Accumulator 2						
CC0/CC1	Condition code 0/Condition code 1						
CSF	STEP 5 control system flowchart method of representation						
Formal operand	Expression with a maximum of 4 characters. The first character must be a letter of the alphabet.						
STL	STEP 5 statement list method of representation						
LAD	STEP 5 ladder diagram method of representation						
OV	Overflow. This condition code bit is set if, e.g., a numerical range is exceeded during arithmetic operations.						
PII	Process image input						
PIO	Process image output						
RLO	Result of logic operation						
RLO dependent?	<table border="0"> <tr> <td>Y</td> <td>The statement is executed only if the RLO is "1".</td> </tr> <tr> <td>Y + /</td> <td>The statement is executed only on positive/negative edge change of the RLO.</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>The statement is always executed.</td> </tr> </table>	Y	The statement is executed only if the RLO is "1".	Y + /	The statement is executed only on positive/negative edge change of the RLO.	N	The statement is always executed.
Y	The statement is executed only if the RLO is "1".						
Y + /	The statement is executed only on positive/negative edge change of the RLO.						
N	The statement is always executed.						
RLO affected?	<table border="0"> <tr> <td>Y/N</td> <td>The RLO is affected/not affected by the operation.</td> </tr> </table>	Y/N	The RLO is affected/not affected by the operation.				
Y/N	The RLO is affected/not affected by the operation.						
RLO reloaded?	<table border="0"> <tr> <td>Y</td> <td>The RLO does not change. The RLO cannot be combined any further. (When the next binary operation takes place, but not assignment operation), the RLO is reloaded.</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>Depending on whether the operation affects the RLO, the RLO is combined further or left unchanged according to the operation and the status of the bit that was scanned.</td> </tr> </table>	Y	The RLO does not change. The RLO cannot be combined any further. (When the next binary operation takes place, but not assignment operation), the RLO is reloaded.	N	Depending on whether the operation affects the RLO, the RLO is combined further or left unchanged according to the operation and the status of the bit that was scanned.		
Y	The RLO does not change. The RLO cannot be combined any further. (When the next binary operation takes place, but not assignment operation), the RLO is reloaded.						
N	Depending on whether the operation affects the RLO, the RLO is combined further or left unchanged according to the operation and the status of the bit that was scanned.						

Tablo : STEP 5 Komut Listesi

Abb.	Explanation	Permissible operand value range for			
		CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944
Q	Output	0.0 to 63.7	0 to 127.7		
QB	Output byte	0 to 63	0 to 127		
QW	Output word	0 to 62	0 to 126		
BN	Byte constant (fixed-point number)	- 128 to + 127			
BS	System data range - for load operations (supplementary operations) and transfer operations (system operations) - for bit test and set operations (system operations)	0 to 255			
		0.0 to 255.15			
D	Data word (1 bit) - for load operations (supplementary operations) and transfer operations (system operations) - for bit test and set operations (system operations)	0.0 to 255.15			
DB	Data block	2 to 255			
DL	Data word (left byte)	0 to 255			
DR	Data word (right byte)	0 to 255			
DW	Data word	0 to 255			
I	Input	0.0 to 63.7	0.0 to 127.7		
IB	Input byte	0 to 63	0 to 127		
IW	Input word	0 to 62	0 to 126		
FB	Function block	0 to 255			
KB	Constant (1 byte)	0 to 255			
KS	Constant (2 characters)	any two alphanumeric characters			
KF	Constant (fixed-point number)	- 32768 to - 32767			
KH	Constant (hexadecimal code)	0 to FFFF			
KM	Constant (2-byte bit pattern)	arbitrary bit pattern (16 bits)			
KT	Constant (time)	0.0 to 999.3			
KY	Constant (2 bytes)	0 to 255 (per byte)			
KC	Constant (count)	0 to 999			
F	Flag	0.0 to 255.7			
FY	Flag byte	0 to 255			
FW	Flag word	0 to 254			

Tablo : STEP 5 Komut Listesi (Devam)

Abb.	Explanation	Permissible operand value range for			
		CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944
OB 1	Organization block			0 to 255	
PB	Program block (with block call and return operations)			0 to 255	
PB/ PY2	Peripheral byte				
	- Digital inputs	0 to 63		0 to 127	
	- Analog inputs			128 to 255	
	- Digital outputs	0 to 63		0 to 127	
	- Analog outputs			128 to 255	
PW	Peripheral word				
	- Digital inputs	0 to 63		0 to 126	
	- Analog inputs			128 to 254	
	- Digital outputs	0 to 63		0 to 126	
	- Analog outputs			128 to 254	
SB	Sequence block			0 to 255	
T	Timer - for the bit test and set operations (system operations)			0 to 127 0.0 to 127.15	
Z	Counter - for the bit test and set operations (system operations)			0 to 127 0.0 to 127.15	

1 See Section 7.3.1 for an overview of the organization blocks and their function

2 PY in the case of S5-DOS programmers

Note

Please note that the execution times specified in A.2 to A.4 are guideline values. This is determined by the processor architecture. The operation runs in the standard processor or in the STEP 5 coprocessor, depending on CPU type.

The strict execution time is increased by a transfer time when changing from direct processing in the coprocessor to interpretive processing in the standard processor. These transfer times are contained in the execution times specified, based on an operation mix.

A.2 Basic Operations

- for organization blocks (OB)
- for program blocks (PB)
- for function blocks (FB)
- for sequence blocks (SB)

Operation (STL)	Operands					1 RLO depend.? 2 RLO affected? 3 RLO reloaded?			Typical execution time in µs				Function
	I	Q	F	T	C	1	2	3	CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944	
Boolean Logic Operations													
A	•	•	•	•	•	N	Y	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Scan operand for "1" and combine with RLO through logic AND.
AN	•	•	•	•	•	N	Y	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Scan operand for "0" and combine with RLO through logic AND.
O	•	•	•	•	•	N	Y	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Scan operand for "1" and combine with RLO through logic OR.
ON	•	•	•	•	•	N	Y	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Scan operand for "0" and combine with RLO through logic OR.
O						N	Y	Y	1.6	1.6	0.8	0.8	Combine AND operations through logic OR.
A(						N	Y	Y	1.6	1.6	0.8	0.8	Combine expressions enclosed in parentheses through logic AND (6 levels).
O(						N	Y	Y	1.6	1.6	0.8	0.8	Combine expressions enclosed in parentheses through logic OR (6 levels).
)						N	Y	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Close parenthesis (conclusion of a parenthetical expression).
Set/Reset Operations													
S	•	•	•			Y	N	Y	1.6	1.6	0.8	0.8	Set operand to "1".
R	•	•	•			Y	N	Y	1.6	1.6	0.8	0.8	Reset operand to "0".
=	•	•	•			Y	N	Y	1.6	1.6	0.8	0.8	Assign value of RLO to operand.
Load Operations													
L		IB				N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Load an input byte from the PII into ACCUM 1.
L		QB				N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Load an output byte from the PIO into ACCUM 1.
L		IW				N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Load an input word from the PII into ACCUM 1: byte n—ACCUM 1 (bits 8-15); byte n-1—ACCUM 1 (bits 0-7).

Tablo : STEP 5 Komut Listesi (Devam)

for organization blocks (OB)
 for program blocks (PB)
 for function blocks (FB)
 for sequence blocks (SB)

Operation (STL)	Operands					1 RLO depend.? 2 RLO affected? 3 RLO reloaded?			Typical Execution Time in µsec.				Function
	I	Q	F	T	C	1	2	3	CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944	
Load Operations (Continued)													
L		QW				N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Load an output word from the PIQ into ACCUM 1: byte n → ACCUM 1 (bits 8 - 15); byte n - 1 → ACCUM 1 (bits 0 - 7).
L		PB/PY*				N	N	N	93*	93*	93*	4*	Load an input byte from the digital/analog input modules into ACCUM 1
L		PW				N	N	N	107*	107*	107*	4.8**	Load a peripheral word from the digital/analog inputs into ACCUM 1: byte n → ACCUM 1 (bits 8 - 15); byte n - 1 → ACCUM 1 (bits 0 - 7).
L		FY				N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Load a flag byte into ACCUM 1.
L		FW				N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Load a flag word into ACCUM 1: byte n → ACCUM 1 (bits 8 - 15); byte n - 1 → ACCUM 1 (bits 0 - 7).
L		DL				N	N	N	3.4	3.4	1.7	1.7	Load a data word (left-hand byte) of the current data block into ACCUM 1.
L		DR				N	N	N	3.4	3.4	1.7	1.7	Load a data word (right-hand byte) of the current data block into ACCUM 1.
L		DW				N	N	N	3.9	3.9	2	2	Load a data word of the current data block into ACCUM 1: byte n → ACCUM 1 (bits 8 - 15); byte n - 1 → ACCUM 1 (bits 0 - 7).
L		KB				N	N	N	2.8	2.8	1.4	1.4	Load a constant (1-byte number) into ACCUM 1.
L		KS				N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Load a constant (2 characters in ASCII format) into ACCUM 1.
L		KF				N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Load a constant (fixed-point number) into ACCUM 1.
L		KH				N	N	N	1.5	1.5	0.8	0.8	Load a constant (hexadecimal code) into ACCUM 1.
L		KM				N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Load a constant (bit pattern) into ACCUM 1.
L		KY				N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Load a constant (bit pattern) into ACCUM 1.
L		KT				N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Load a constant (count in BCD) into ACCUM 1.

* PY in the case of S5-DOS programmers
 * = ready delay time of the referenced I/O modules (digital I/O: 2 µs/byte, analog I/O: 16 µs/byte)
 ** = 2 x ready delay time of the referenced I/O modules

Tablo : STEP 5 Komut Listesi (Devam)

Operation (STL)	Operands					1 RLO depend.? 2 RLO affected? 3 RLO reloaded?			Typical Execution Time in μ sec.				Function
	I	Q	F	T	C	1	2	3	CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944	
Load Operations (cont.)													
L			KC			N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Load a constant (count in BCD) into ACCUM 1.
L				•	•	N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Load a time or count (in binary code) into ACCUM 1.
LD				•	•	N	N	N	3.5	3.5	1.8	1.8	Load times or counts (in BCD) into ACCUM 1.
Transfer Operations													
T			IB			N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Transfer the contents of ACCUM 1 to an input byte (into the PI).
T			OB			N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Transfer the contents of ACCUM 1 to an output byte (into the PIQ).
T			IW			N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Transfer the contents of ACCUM 1 to an input word (into the PI); ACCUM 1 (bits 8 - 15) \rightarrow byte n; ACCUM 1 (bits 0 - 7) \rightarrow byte n + 1.
T			QW			N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Transfer the contents of ACCUM 1 to an output word (into the PIQ); ACCUM 1 (bits 8 - 15) \rightarrow byte n; ACCUM 1 (bits 0 - 7) \rightarrow byte n + 1.
T			PB/PV1			N	N	N	67*	67*	67*	3.9*	Transfer the contents of ACCUM 1 to an I/O byte of the digital output modules with updating of the PIQ or analog output modules.
T			PW			N	N	N	85*	85*	85*	4.7**	Transfer the contents of ACCUM 1 to an I/O byte of the digital output modules with updating of the PIQ or the analog output modules.
T			FY			N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Transfer the contents of ACCUM 1 to a flag byte.
T			FW			N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Transfer the contents of ACCUM 1 to a flag word (into the PIQ); ACCUM 1 (bits 8 - 15) \rightarrow byte n; ACCUM 1 (bits 0 - 7) \rightarrow byte n + 1.
T			DL			N	N	N	2.2	2.2	1.1	1.1	Transfer the contents of ACCUM 1 to a data word (left-hand byte).
T			DR			N	N	N	2.2	2.2	1.1	1.1	Transfer the contents of ACCUM 1 to a data word (right-hand byte).
T			DW			N	N	N	2.7	2.7	1.4	1.4	Transfer the contents of ACCUM 1 to a data word

! PY in the case of S5-DOS programmers

* = ready delay time of the referenced I/O modules (digital I/O: 2 μ s/byte, analog I/O: 16 μ s/byte)





** = 2 x ready delay time of the referenced I/O modules

Tablo : STEP 5 Komut Listesi (Devam)

for organization blocks (OB)
 for program blocks (PB)
 for function blocks (FB)
 for sequence blocks (SB)

Operation (STL)	Operands					1 RLO depend.? 2 RLO affected? 3 RLO reloaded?			Typical Execution Time in μ sec.				Function
	I	Q	F	T	C	1	2	3	CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944	
Timer Operations													
SP				•		Y↑	N	Y	3.7	3.7	1.9	1.9	Start a timer (stored in ACCUM 1) as signal-contracting pulse on the leading edge of the RLO.
SE				•		Y↑	N	Y	3.7	3.7	1.9	1.9	Start a timer (stored in ACCUM 1) as extended pulse (signal contracting and stretching) on the leading edge of the RLO.
SR				•		Y↑	N	Y	3.7	3.7	1.9	1.9	Start an on-delay timer (stored in ACCUM 1) on the leading edge of the RLO.
SS				•		Y↑	N	Y	3.7	3.7	1.9	1.9	Start a stored on-delay timer (stored in ACCUM 1) on the leading edge of the RLO.
SF				•		Y↓	N	Y	3.7	3.7	1.9	1.9	Start an off-delay timer (stored in ACCUM 1) on the trailing edge of the RLO.
R				•		Y	N	Y	3.7	3.7	1.9	1.9	Reset a timer if RLO = "1".
Counter Operations													
CU				•		Y↑	N	Y	3.7	3.7	1.9	1.9	Counter counts up 1 on the leading edge of the RLO.
CD				•		Y↑	N	Y	3.7	3.7	1.9	1.9	Counter counts down 1 on leading edge of the RLO.
S				•		Y	N	Y	3.7	3.7	1.9	1.9	Set counter if RLO = "1".
R				•		Y	N	Y	3.7	3.7	1.9	1.9	Reset counter if RLO = "1".
Arithmetic Operations													
+F						N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Add two fixed-point numbers: ACCUM 1 + ACCUM 2. Result evaluation via ANZ 1/ANZ 0/0V
-F						N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Subtract two fixed-point numbers: ACCUM 1 - ACCUM 2. Result evaluation via ANZ 1/ANZ 0/0V





Tablo : STEP 5 Komut Listesi (Devam)

 for organization blocks (OB)
 for program blocks (PB)
 for function blocks (FB)
 for sequence blocks (SB)

Operation (STL)	Operands					1 RLO depend? 2 RLO affected? 3 RLO reloaded?			Typical Execution Time in μsec .				Function
	I	Q	F	T	C	1	2	3	CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944	
Comparison Operations													
!=F						N	Y	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Compare two fixed-point numbers for "equal to". If ACCUM 2 = ACCUM 1, the RLO is "1". CC 1/CC 0 are affected.
><F						N	Y	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Compare two fixed-point numbers for "not equal to". If ACCUM 2 \neq ACCUM 1, the RLO is "1". CC 1/CC 0 are affected.
>F						N	Y	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Compare two fixed-point numbers for "greater than". If ACCUM 2 > ACCUM 1, the RLO is "1". CC 1/CC 0 are affected.
>=F						N	Y	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Compare two fixed-point numbers for "greater than or equal to". If ACCUM 2 \geq ACCUM 1, the RLO is "1". CC 1/CC 0 are affected.
<F						N	Y	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Compare two fixed-point numbers for "less than". If ACCUM 2 < ACCUM 1, the RLO is "1". CC 1/CC 0 are affected.
<=F						N	Y	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Compare two fixed-point numbers for "less than or equal to". If ACCUM 2 \leq ACCUM 1, the RLO is "1". CC 1/CC 0 are affected.
Block Call Operations													
SPA		OB				N	N	Y	6.7	6.7	3.4	3.4	Call an organization block unconditionally.
SPA		PB				N	N	Y	6.7	6.7	3.4	3.4	Jump unconditionally to a program block.
SPA		FB				N	N	Y	6.7	6.7	3.4	3.4	Jump unconditionally to a function block.
SPA		SB				N	N	Y	6.7	6.7	3.4	3.4	Jump unconditionally to a sequence block.
SPB		OB				Y	Y ¹	Y	6.7 1.7	6.7 1.7	3.4 0.9	3.4 0.9	Call an organization block conditionally. Time applies for RLO = 1/RLO = 0
SPB		PB				Y	Y ¹	Y	6.7 1.7	6.7 1.7	3.4 0.9	3.4 0.9	Jump conditionally to a program block. Time applies for RLO = 1/RLO = 0
SPB		FB				Y	Y ¹	Y	6.7 1.7	6.7 1.7	3.4 0.9	3.4 0.9	Jump conditionally to a function block. Time applies for RLO = 1/RLO = 0
SPB		SB				Y	Y ¹	Y	6.7 1.7	6.7 1.7	3.4 0.9	3.4 0.9	Jump conditionally to a sequence block. Time applies for RLO = 1/RLO = 0

1 RLO is set to "1"

Tablo : STEP 5 Komut Listesi (Devam)

 for organization blocks (OB)
 for program blocks (PB)
 for function blocks (FB)
 for sequence blocks (SB)

Operation (STL)	Operands					1 RLO depend? 2 RLO affected? 3 RLO reloaded?			Typical Execution time in μ sec.				Function
	I	Q	F	T	C	1	2	3	CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944	
Block Call Operations (Continued)													
A		DB				N	N	N	3.6	3.6	1.8	1.8	Call a data block.
E		DB				N	N	N	270	270	270	270	Generate a data block. No. of data words deposited in ACCUM 1.
Return Operations													
BE						N	N	Y	5	5	2.5	2.5	Block end (termination of a block)
BEB						Y	Y ¹	Y	5 1.7	5 1.7	2.5 0.9	2.5 0.9	Block end, conditional Time applies for RLO = 1/RLO = 0
BEA						N	N	Y	5	5	2.5	2.5	Block end, unconditional
"No" Operations													
NOP 0						N	N	N	1.6	1.5	0.8	0.8	No operation (all bits reset)
NOP 1						N	N	N	1.6	1.5	0.8	0.8	No operation (all bits set)
Stop Operation													
STP						N	N	N	50	50	50	50	Stop: scanning cycle is still completed. Error ID "STS" is set in the ISTACK.
Display Generation Operations													
BLD 130						N	N	N	1.6	1.5	0.3	0.3	Display generation operation for the programmer: carriage return generates blank line.
BLD 131						N	N	N	1.6	1.5	0.3	0.3	Display generation operation for the programmer: switch over to statement list (STL).
BLD 132						N	N	N	1.6	1.5	0.3	0.3	Display generation operation for the programmer: switch over to control system flowchart (CSF)

¹ RLO is set to "1".

Tablo : STEP 5 Komut Listesi (Devam)

for organization blocks (OB)
 for program blocks (PB)
 for function blocks (FB)
 for sequence blocks (SB)

Operation (STL)	Operands					1 RLO depend.? 2 RLO affected? 3 RLO reloaded?			Typical Execution Time in μ sec.				Function
	I	Q	F	T	C	1	2	3	CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944	
Display Generation Operations (Continued)													
BLD 133						N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Display generation operation for the programmer: switch over to ladder diagram (LAD)
BLD 255						N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Display generation operation for the programmer: segment termination

A.3 Supplementary Operations

for organization blocks (OB)
 for program blocks (PB)
 for function blocks (FB)
 for sequence blocks (SB)

Operation (STL)	Operands					1 RLO depend.? 2 RLO affected? 3 RLO reloaded?			Typical Execution Time in μ sec.				Function
	I	Q	F	T	C	1	2	3	CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944	
Boolean Logic Operations													
A=	Formal operand • • • • •					N	Y	N	160 *	160 *	160 *	3.6 *	AND operation: scan formal operand for "1".
AN=	Formal operand • • • • •					N	Y	N	163 *	163 *	163 *	3.5 *	AND operation: scan formal operand for "0".
O=	Formal operand • • • • •					N	Y	N	164 *	164 *	164 *	3.6 *	OR operation: scan formal operand for "1".
ON=	Formal operand • • • • •					N	Y	N	165 *	165 *	165 *	3.6 *	OR operation: scan formal operand for "0".
AW						N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Combine contents of ACCUM 2 and ACCUM 1 through logic AND (word operation). Result is stored in ACCUM 1. CC 1/CC 0 are affected.
OW						N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Combine contents of ACCUM 2 and ACCUM 1 through logic OR (word operation). Result is stored in ACCUM 1. CC 1/CC 0 are affected.
XOW						N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Combine contents of ACCUM 2 and ACCUM 1 through EXCLUSIVE OR (word operation). Result is stored in ACCUM 1. CC 1/CC 0 are affected.

* plus execution time of the substituted operation

Tablo : STEP 5 Komut Listesi (Devam)

for organization blocks (OB)
 for program blocks (PB)
 for function blocks (FB)
 for sequence blocks (SB)

Operation (STL)	Operands					1 RLO depend.? 2 RLO affected? 3 RLO reloaded?			Typical Execution Time in µsec.				Function
	I	Q	F	T	C	1	2	3	CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944	
Bit Operations													
TB				•	•	N	Y	N	143	143	143	143	Test a timer or counter word bit for "1".
TB			D			N	Y	N	155	155	155	155	Test a data word bit for "1".
TB			RS			N	Y	N	141	141	141	141	Test a data word bit in the system data range for "1".
TBN				•	•	N	Y	N	143	143	143	143	Test a timer or counter word bit for "0".
TBN			D			N	Y	N	159	159	159	159	Test a data word bit for "0".
TBN			RS			N	Y	N	139	139	139	139	Test a data word bit in the system data range for "0".
SU				•	•	N	N	Y	143	143	143	143	Set a timer or counter word bit unconditionally.
SU			D			N	N	Y	159	159	159	159	Set a data word bit unconditionally.
RU				•	•	N	N	Y	143	143	143	143	Reset a timer or counter word bit unconditionally.
RU			D			N	N	Y	158	158	158	158	Reset a data word bit unconditionally.
Set/Reset Operations													
S =	Formal operand					Y	N	Y	150*	150*	150*	3.6*	Set a formal operand (binary), (with RLO = 1).
RB =	Formal operand					Y	N	Y	150*	150*	150*	3.6*	Reset a formal operand (binary), (with RLO = 1).
RD =	Formal operand					Y	N	Y	146*	146*	146*	3.6*	Reset a formal operand (digital), (with RLO = 1).
= =	Formal operand					Y	N	Y	150*	150*	150*	3.6*	Assign the value of the RLO is assigned to the status of the formal operand (binary).

* plus execution time of the substituted operation

Tablo : STEP 5 Komut Listesi (Devam)

- for organization blocks (OB)
- for program blocks (PB)
- for function blocks (FB)
- for sequence blocks (SB)

Operation (STL)	Operands					1 RLO depend.? 2 RLO affected? 3 RLO reloaded?			Typical Execution Time in µsec.				Function
	I	Q	F	T	C	1	2	3	CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944	
Timer and Counter Operations													
FR				•	•	Y+	N	Y	3.7	3.7	3.7	1.9	Enable a timer/counter for cold restart. If RLO = "1": - "FR T" restarts the timer - "FR Z" sets, decrements, or increments the counter
FR =	Formal operand					Y+	N	Y	144 *	144 *	144 *	3.6 *	Enable formal operand (timer/counter) for cold restart (for detailed description, see "FR" operation).
SP =	Formal operand					Y+	N	Y	144 *	144 *	144 *	3.6 *	Start a timer (formal operand) as pulse with the value stored in ACCUM 1.
SR =	Formal operand					Y+	N	Y	144 *	144 *	144 *	3.6 *	Start an on-delay timer (formal operand) with the value stored in ACCUM 1.
SEC =	Formal operand					Y+	N	Y	144 *	144 *	144 *	3.6 *	Start a timer (formal operand) as extended pulse with the value stored in ACCUM 1, or set a counter (formal operand) with the next indicated count value.
SSU =	Formal operand					Y+	N	Y	144 *	144 *	144 *	3.6 *	Start a stored on-delay timer (formal operand) with the value stored in ACCUM 1, or increment a counter (formal operand).
SFO =	Formal operand					Y+	N	Y	144 *	144 *	144 *	3.6 *	Start an off-delay timer (•) (formal operand) with the value stored in ACCUM 1, or decrement a counter (-) (formal operand).
Load and Transfer Operations													
L =	Formal operand					N	N	N	147 *	147 *	147 *	3.6 *	Load the value of the formal operand into ACCUM 1 (parameter type: BY, W).
L	RS					N	N	N	89	89	89	89	Load a word from the system data range into ACCUM 1.
LC =	Formal operand					N	N	N	145 *	145 *	145 *	3.6 *	Load the value of the formal operand in BCD code into ACCUM 1.
LW =	Formal operand					N	N	N	124 *	124 *	124 *	3.6 *	Load a formal operand bit pattern into ACCUM 1 (parameter type: D; Data type: KC, KF, KH, KM, KS, KT, KY)
T =	Formal operand					N	N	N	148 *	148 *	148 *	3.6 *	Transfer the contents of ACCUM 1 to the formal operand (parameter type: BY, W)

* plus execution time of the substituted operation

Tablo : STEP 5 Komut Listesi (Devam)

for organization blocks (OB)
 for program blocks (PB)
 for function blocks (FB)
 for sequence blocks (SB)

Operation (STL)	Operands					1 RLO depend.? 2 RLO affected? 3 RLO reloaded?			Typical Execution Time in μ sec.				Function
	I	Q	F	T	C	1	2	3	CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944	
Conversion Operations													
CFW						N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Form the one's complement of ACCUM 1.
CSW						N	N	N	1.6	1.5	0.8	0.8	Form the two's complement of ACCUM 1. CC 1/CC 0 and OV are affected.
Shift Operations													
SLW	Parameter n=0 to 15					N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Shift the contents of ACCUM 1 to the left by the value specified in the parameter. Unassigned positions are padded with zeros. CC 1/CC 0 are affected.
SRW	Parameter n=0 to 15					N	N	N	1.6	1.5	0.8	0.8	Shift the contents of ACCUM 1 to the right by the value specified in the parameter. Unassigned positions are padded with zeros. CC 1/CC 0 are affected.
Jump Operations													
JU =	Symbolic address maximum 4 characters					N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Jump unconditionally to the symbolic address.
JC =	Symbolic address maximum 4 characters					Y	Y ¹	Y	1.6	1.6	0.8	0.8	Jump conditionally to the symbolic address. (If the RLO is "0", it is set to "1").
JZ =	Symbolic address maximum 4 characters					N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Jump if the result is zero. The jump is made only if CC 1 = 0 and CC 0 = 0. The RLO is not changed.
JN =	Symbolic address maximum 4 characters					N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Jump if the result is not zero. The jump is made only if CC 1 = CC 0. The RLO is not changed.
JP =	Symbolic address maximum 4 characters					N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Jump if the result > 0. The jump is made only if CC 1 = 1 and CC 0 = 0. The RLO is not changed.
JM =	Symbolic address maximum 4 characters					N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Jump if the result < 0. The jump is made only if CC 1 = 0 and CC 0 = 1. The RLO is not changed.
JO =	Symbolic address maximum 4 characters					N	N	N	1.6	1.6	0.8	0.8	Jump on overflow. The jump is made only if the OVERFLOW bit is set. The RLO is not changed.

1 RLO is set to "1".

Tablo : STEP 5 Komut Listesi (Devam)

for organization blocks (OB)
 for program blocks (PB)
 for function blocks (FB)
 for sequence blocks (SB)

Operation (STL)	Operands					1 RLO depend? 2 RLO affected? 3 RLO reloaded?			Typical Execution Time in μ sec.				Function
	I	Q	F	T	C	1	2	3	CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944	
Other Operations													
IA						N	N	N	55	55	55	55	Disable interrupt. Input/output interrupt or timer OB processing is disabled.
RA						N	N	N	55	55	55	55	Enable interrupt. This operation cancels the effect of IA.
D						N	N	N	1.7	1.7	0.9	0.9	Decrement the low byte (bits 0 to 7) of ACCUM 1 by the value n (n = 0 to 255).
I						N	N	N	1.7	1.7	0.9	0.9	Increment the low byte (bits 0 to 7) of ACCUM 1 by the value n (n = 0 to 255).
DO =	Format operand • • • • •					N	N	N	170 *	170 *	170 *	3.6 *	Process a block. (Only C DB, JU PB, JU FB, JU SB can be substituted).
DO	DW **					N	N	N	162 *	162 *	162 *	3.6 *	Process data word. The next operation is combined through logic OR with the parameter specified in the data word and executed**.
DO	FW **					N	N	N	134 *	134 *	134 *	2.5 *	Process flag word. The next operation is combined through logic OR with the parameter specified in the flag word and executed**.

* Plus processing time of the substituted operation

** Permissible operations:

A, AN, O, ON;

S, R, =;

FR T, RT, SFT, SRT, SP T, SS T, SET;

FR C, RC, SC, CR C, CU C;

L, LC, T;

JU, JC, JZ, JN, JP, JM, JO, SLW, SRW;

D, I;

C DB; T BS, TNB

Tablo : STEP 5 Komut Listesi (Devam)

A.4 System Operations

- for organization blocks (OB)
- for program blocks (PB)
- for function blocks (FB)
- for sequence blocks (SB)

Operation (STL)	Operands					1 RLO depend.? 2 RLO affected? 3 RLO reloaded?			Typical Execution Time in µsec.				Function
	I	Q	F	T	C	1	2	3	CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944	
Set Operations													
SU		RS				N	N	Y	142	142	142	142	Set bit in system data range unconditionally.
RU		RS				N	N	Y	142	142	142	142	Reset bit in system data range unconditionally.
Load and Transfer Operations													
LIR	0 (→ ACCUM 1) 2 (→ ACCUM 2)					N	N	N	126*	126*	126*	1.5**	Load the contents of a memory word (addressed by ACCUM 1) indirectly into the register (0: ACCUM 1; 2: ACCUM 2). ¹
TIR	0 (→ ACCUM 1) 2 (→ ACCUM 2)					N	N	N	105*	105*	105*	1.5**	Transfer the register contents (addressed by ACCUM 1) indirectly into the memory word (0: ACCUM 1; 2: ACCUM 2). ¹
LDI	A1 (→ ACCUM 1) A2 (→ ACCUM 2)					N	N	N	-	-	-	126	Load the contents of a memory word (addressed by ACCUM 1) indirectly into ACCUM 1 or ACCUM 2 (A1 = ACCUM 1, A2 = ACCUM 2). ²
TDI	A1 (→ ACCUM 1) A2 (→ ACCUM 2)					N	N	N	-	-	-	105	Transfer the register contents indirectly into the memory word (addressed by ACCUM 1) (A1 = ACCUM 1, A2 = ACCUM 2). ²
TNB	Parameter n = 0 to 255					N	N	N	68 - 34 · n	68 - 34 · n	68 - 34 · n	2.9 - n(1.7 - *)	Transfer a block byte by byte (number of bytes 0 to 255). End address source: ACCUM 2 End address target: ACCUM 2
T		RS				N	N	N	75	75	75	75	Transfer a word to the system data range.
Jump Operation													
JUR						N	N	N	105	105	105	105	Jump randomly within a function block (jump displacement: - 32768 to + 32767)
Arithmetic Operations													
ADD		BF				N	N	N	57	57	57	57	Add byte constant (fixed point) to ACCUM 1.
ADD		KF				N	N	N	90	90	90	90	Add fixed-point constant (word) to ACCUM 1.

1 In the case of CPU 944 access to memory bank 1
 2 In the case of CPU 944 access to memory bank 2
 * When accessing the I/O area, the relevant timeouts for each byte access must be added.
 ** + 2 x ready delay time of the referenced I/O modules

Tablo : STEP 5 Komut Listesi (Devam)

for organization blocks (OB)
 for program blocks (PB)
 for function blocks (FB)
 for sequence blocks (SB)

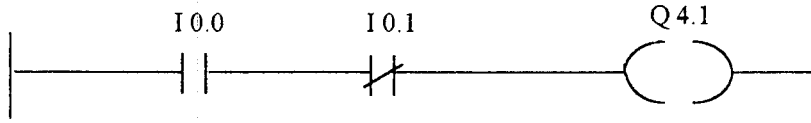
Operation (STL)	Operands					1 RLO depend.? 2 RLO affected? 3 RLO reloaded?			Typical Execution Time in μ sec.				Function
	I	Q	F	T	C	1	2	3	CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944	
Other Operations													
DI	Formal operand • • • • •					N	N	N	174*	174*	174*	174*	Process via a formal operand (indirectly). The number of the formal operand is in ACCUM 1.
STS						N	N	N	50	50	50	50	Stop operation. Program processing is interrupted immediately after this operation.
TAK						N	N	N	80	80	80	80	Swap the contents of ACCUM 1 and ACCUM 2.

* plus execution time of the substituted operation.

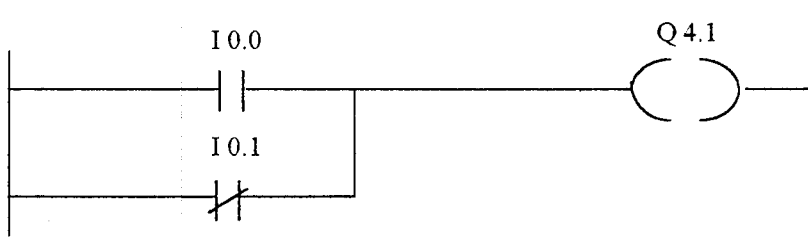
A.5 Evaluation of CC 1 and CC 0

CC 1	CC 0	Arithmetic Operations	Digital Logic Operations	Comparison Operations	Shift Operations	Conversion Operations
0	0	Result = 0	Result = 0	ACCUM 2 = ACCUM 1	shifted Bit = 0	-
0	1	Result < 0	-	ACCUM 2 < ACCUM 1	-	Result < 0
1	0	Result > 0	Result = 0	ACCUM 2 > ACCUM 1	shifted Bit = 1	Result > 0

Tablo : STEP 5 Komut Listesi (Devam)

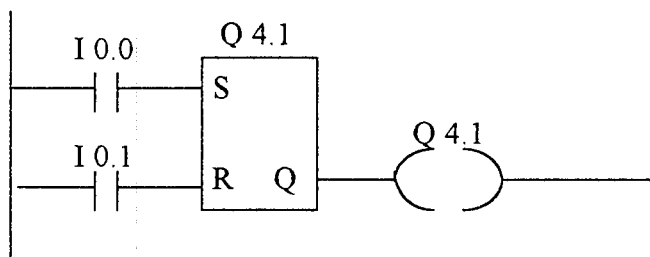
AND (VE) KOMUTU :

I 0.0 ve I 0.1 girişlerinin her ikisinde mantıksal olarak true olması halinde Q 4.1 çıkışı true olur. Burada ---|--- komutu normalde açık kontağı, ---|/|--- komutu normalde kapalı kontağı simgelemektedir.

OR (VEYA) KOMUTU :


I 0.0 veya I 0.1 girişlerinden herhangi birisinin mantıksal olarak true olması halinde Q 4.1 çıkışı true olur. Burada ---(---) işareti çıkışı simgelemektedir.

EK-4

SET RESET KOMUTU :

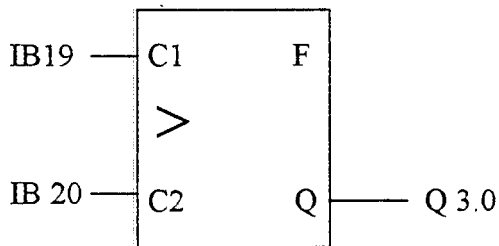
I 0.0 girişi true ise Q 4.1 çıkışı set, I 0.1 girişi true ise Q 4.1 çıkışı reset olur.

YÜKLEME ve TRANSFER KOMUTLARI :

Yüklem ve transfer komutları  şekli içinde kullanılabilir. Bu komutlar Ek-3' de gösterilmiş olan STL yükleme ve transfer komutları ile aynıdır.

KARŞILAŞTIRMA KOMUTLARI :

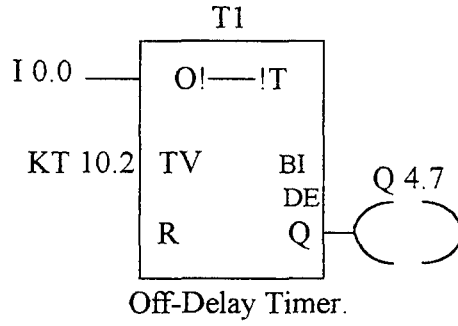
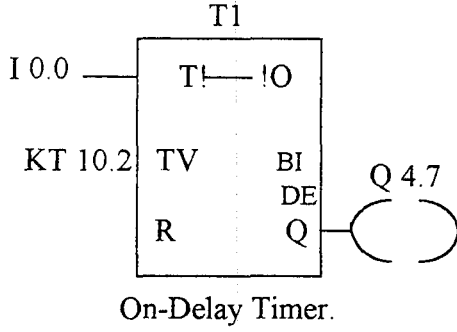
Karşılaştırma komutları aşağıdaki şekilde görüldüğü gibidir:



Burada Acc1 ve Acc2' deki bilgiler karşılaştırılır. Eğer C1 ve C2 arasındaki şart gerçekleşirse Q çıkışı aktif olur. C1 ve C2 arasındaki şart = (eşittir), << (eşit değildir), > (büyüktür), < (küçüktür), >= (büyük eşit) ve <= (küçük eşit) olabilir.

Ek-4 : LAD programında kullanılan komutların açıklaması (Devam)

ZAMANLAYICI KOMUTLARI :



KT 10.2' de 10 yerine herhangi bir sayı, 2 yerine de 1, 2 veya 3 gelebilir. 1 ise 0.1 s, 2 ise 1s, 3 ise 10s katsayısı kullanılır. Toplam gecikme bu iki sayının çarpımıdır.

