

39518-

OTOMATİK TRANSFER HATLARI VE

PLC DESTEKLİ BİR İŞLEM HÜCRESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak.Müh.Erkin ÖZGÜR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 21 Ocak 1994

Tezin Savunulduğu Tarih : 10 Şubat 1994

Tez Danışmanı : Prof.Dr.Mustafa AKKURT

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr.Mustafa GEDİKTAŞ

: Doç.Dr.Can ÖZSOY

ŞUBAT 1994

ÖNSÖZ

Son yıllarda otomasyon ve kontrol teknolojisi alanında esaslı gelişmeler yaşanmaktadır. Eskiden otomatik takım tezgâh hatları ve tezgâh sistemlerinin kontrolünde röle ve kontaktör devreleri kullanılırken günümüzde bunların yerine bilgisayar (PLC) sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

PLC'ler, kontaktör dizaynı sistemlere göre, sinyal işleme metodunun tümüyle değişik olmasından dolayı, kontrol sistemlerinde büyük gelişmelere neden olmuşlardır. Konvansiyonel sistemlerde sinyal işleme, sinyal jeneratörü ile final kontrol elemanları arasındaki bağlantılardan ibarettir. Böylece işleme lojisiindeki değişikliklerin neden olacağı sistem değişimi, bağlantıların değiştirilmesiyle mümkündür. Yani, yeni bir devrenin oluşturulması ve tesisi söz konusudur. Halbuki PLC'lerde bağlantıların değişimi yerine, sadece bilgisayar hafıza modülünde saklı programın değişimi ve mikroprosesörlerle işlenmesi gereklidir.

Programdaki değişiklikler kolayca yapıp, bağlantıların değişim işlemi ortadan kaldırılmaktadır. PLC'lerin aşağıdaki avantajları vardır:

- kontrol problemlerindeki değişiklikler her zaman yerine getirilebilir

- yüksek devre dışı kalma sürelerinin ortadan kaldırılması

- yüksek sayıdaki mekanik proses azaltılmaktadır

- karmaşık problemlerdeki engellerin azaltılması

Bu sebeple PLC ile kontrol edilen sistemler daha güvenilir ve ekonomiktir.

Bu çalışmanın hazırlanmasında yardım eden danışman hocam Prof. Dr. Mustafa AKKURT, sağladığı dokümatasyonlardan dolayı SUPSAN MOTOR SUPAPLARI A.Ş. ve FESTO TÜRKİYE TEMSİLCİLİĞİNE teşekkür ederim.

İstanbul, 1994

Erkin ÖZGÜR

iÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	VIII
ÖZET	IX
SUMMARY	X
BÖLÜM 1. GİRİŞ	
1.1. Giriş	1
1.2. Otomatik takım tezgâhları gelişiminin kısa tarihçesi	2
1.3. Otomatik takım tezgâhlarının gelişmesinde yönelimler	5
BÖLÜM 2. OTOMATİK TAKIM TEZGÂH HATLARI	
2.1. Tanım. Otomatik hatların kullanımı	7
2.2. Otomatik hatların sınıflandırılması	8
2.3. Direkt taşıyıcılı senkron otomatik hatların strüktürü	11
2.4. Paralel taşıyıcılı senkron otomatik hatların strüktürü	13
2.5. Asenkron otomatik hatların strüktürü	15
2.6. Döner otomatik hatların strüktürü	16
2.7. Otomatik hat elemanlarının konstrüksiyonu	18
2.7.1. Yarımamül taşıyıcı sistemlerinin konstrüksiyonu	18
2.7.2. Otomatik hatların besleme işleminde sanayi robotlarının kullanımı	23
2.7.3. Parça yerleştirme ve sabitleştirme	

tertibatlarının konstrüksiyonu	28
2.7.4. Otomatik hat üzerinde parça konumunun değiştirme tertibatlarının konst.	30
2.7.5. Otomatik hatlardaki kontrol duraklarının konstrüksiyonu	31
2.7.6. Otomatik hatlardaki talaş tahliye sistemlerinin konstrüksiyonu	34
2.8. Otomatik hat ve takım tezgâh gruplarının projelendirilmesinde teorik problemler	35
2.8.1. Teknolojik prosesin optimum çözüm seçimi	35
2.8.2. Optimum operasyon yoğunlaştırma derecesinin hesabı ve otomatik hat ve tezgâh gruplarının bileşim strüktürü şemalarının seçimi	36
2.8.3. Otomatik hatların prodüktivitesi	46
2.8.4. Otomatik hatların sektörlere ayrılması ve depo kapasitelerinin verimlilik üzerindeki etkisi	50
BÖLÜM 3. PROGRAMLANABİLEN LOJİK KONTROL ÜNİTELERİ (PLC) VE BUNLARIN SANAYİDE UYGULANMASI. BİR OTOMATİK TRANSFER HATTINDAKİ TEZGÂHLARIN VE TAŞIYICI SİSTEMLERİN KUMANDASINDA KULLANILAN BİR PLC UYGULAMA ÖRNEĞİ	
3.1. PLC'lerin kullanım alanları	58
3.1.1. Endüstriyel operasyon sıramalarının kontrolü	58
3.1.2. Çeşitli tesislerin kontrolü	59
3.1.3. CNC tezgâhlarında etkileşim kontrolü ..	60
3.2. Bir PLC'nin meydana geldiği elemanlar	61
3.2.1. Donanım (Hardware)	63
3.2.2. Yazılım (Software)	64
3.2.3. Algılayıcılar (Sensörler)	65
3.2.4. İş elemanları	67
3.2.5. Programlayıcı	68
3.3. PLC adresleri	70
3.4. En çok kullanılan programlama yöntemleri	72

3.4.1. Kontakt planı	72
3.4.2. Fonksiyon şeması (FCH)	73
3.4.3. Deyim listesi (STL)	75
3.5. PLC programının oluşturulmasında izlenen yol..	77
3.6. Çıkışların aktif hale getirilmesi	82
3.7. Girişlerin lojik bağlantısı	86
3.8. Sıralı kontrol sistemlerinin programlanması ..	99
3.8.1. işlem çevrimleri (sıralı programlar) ..	99
3.8.2. Fonksiyon şeması	100
3.8.3. Kontakt planı	101
3.8.4. Deyim listesi	105
3.9. PLC'ler hakkında bazı teorik kavramlar	112
3.9.1. işaretler	112
3.9.1.1. Analog işaretler	112
3.9.1.2. Dijital işaretler	113
3.9.1.3. Binary işaretler	115
3.9.2. Binary işaretlerin işlenmesi	116
3.9.2.1. Girişler/Çıkışlar	116
3.9.2.2. Bayraklar	118
3.9.2.3. Lojik işlemler	118
3.9.2.4. Komutlar	119
3.9.3. Lojik işlemler	120
3.9.3.1. AND	120
3.9.3.2. OR	123
3.9.3.3. NOT	125
3.9.3.4. Lojik işlemlerin kombinasyonu	127
3.9.4. Bir PLC'nin temel elemanları	128
3.9.4.1. Merkezi kontrol birimi	128
3.9.4.2. Bus sistemi	129
3.9.4.3. Bellekler	130
3.9.4.4. G/Ç modülleri	134
3.9.5. Programlama	135
3.9.5.1. Adres atama	135
3.9.5.2. Programlama metodları	137
3.9.6. STL ile programlama	137
3.9.7. LDR ile programlama	139

3.9.7.1. Semboller	139
3.9.8. FCH ile programlama	140
3.9.8.1. Semboller	140
3.9.9. Bir PLC uygulaması	142
3.9.9.1. içten yanmalı motor supapları imalâtında bir supap sede (oturma yüzeyi) stellite doldurma kaynağı transfer hattı	142
3.9.9.2. Asenkron hattaki iş duraklarının tanıtılması ve üzerlerinde yapılan işlemler	144
3.9.9.2.1. TIG usûlü ile doldurma kaynağı yapan otomatik tezgâh	145
3.9.9.2.2. Otomatik yüklemeli puntasız taşlama tezgâhı	146
3.9.9.2.3. Otomatik yüklemeli kam torna	148
3.9.9.2.4. Y.otomatik kaba puntasız taşlama ..	149
3.9.9.3. Stellite doldurma otomatik kaynak hattı	149
3.9.9.4. Hat operasyonlarının optimum yoğunlaştırma derecesi seçimi ve hat produktivitesi	152
3.9.9.5. Hatta PLC ile kontrol edilen bir tezgâhın tanıtımı. Siklogramı	153
3.9.9.6. Otomatik doldurma kaynak tezgâhının kontrolünde kullanılan PLC donanımı ve tezgâha bağlanması	157
3.9.9.6.1. Genel	157
3.9.9.6.2. Sıralı kontrol	

cihazı.....	157
3.9.9.6.3. G/Ç sistemi	159
3.9.9.6.4. Programlayıcı	160
3.9.9.6.5. Simulatör	161
3.9.9.6.6. Zamanlayıcı/Sayaç giriş modülü	161
3.9.9.6.7. 5TI kontrol sisteminde kullanılan I/O listesi	161
3.9.9.6.8. 5TI kontrol sisteminin tezgâha bağlanması	163
3.9.9.7. 5TI kontrol sisteminin programlanması (istenilen operasyon sıralamasına göre)	165
3.9.9.7.1. Ladder diyagramı ve STL programı.....	166
BÖLÜM 4. SONUÇLAR	201
KAYNAKLAR	203
EKLER.....	204
ÖZGEÇMİŞ	207

TABLO LİSTESİ

Tablo A.1	Tezgâh Sistemlerinin Strüktürel Oluşturma Şemaları.....	204
Tablo A.2	Teknolojik Prosesin Değişik Yoğunlaştırma Dereceli Otomatik Hat ve Tezgâh Gruplarının Oluşturma Seçenekleri.....	205
Tablo A.3	Teknolojik Prosesin Değişik Şekil ve Yoğunlaştırma Dereceli Tezgâh Sistemlerinin Hesap Parametreleri.....	206

ÖZET

Bu çalışmada, teknolojinin NC (nümerik kontrollü) sistemlerinden; CNC (kompüterli nümerik kontrollü), DNC (direkt nümerik kontrollü), insansız (robotlaşmış) tam otomatik fabrikalara ulaşmasında önemli bir rol oynayan otomatik transfer hatları ve nümerik sistemlerde kullanılan programlanabilir lojik kontrol sistemleri incelenmiştir.

Bir programlanabilen lojik kontrol sistemi (PLC) binary (ikili) düzenindeki giriş (input) sinyallerini işleyerek, direkt olarak çeşitli teknik prosesleri, operasyonları ve sıralamaları etkileyecek çıkış (output) sinyalleri üretir. Bu sebeple otomatik üretim ve transfer hatlarında, son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Karışık tezgâhlarda, tezgâh sistemlerinde ve karışık işlemlerde programlanabilir kontrol sisteminin kullanılması yeni bir iş veya imalât değişikliğinde sistem, kolayca değiştirilebilir; esneklik kazanır.

Boole cebri ile elektronığın bir sentezi olan bu sistemler, CAD (kompüterlerle konstrüksiyon), CAM (kompüterlerle imalât) gibi disiplinlerin gelişmesinde ve CNC-DNC-CIM kompüterlerle imalât integrasyonuna katkıda bulunmuştur.

Transfer hatları, üretilecek parçanın teknolojik operasyon sırasına göre sıralanmış ve parçayı tamamen işlenmiş hale getiren tezgâhlar grubudur. Transfer hatları çeşitli üretim hücrelerinden (tezgâh gruplarından) meydana gelebilir. Parçanın getirilmesi, tezgâhtan tezgâha veya hücreden hücreye taşınması, tezgâha bağlanması ve çözülmesi, ana kontrolü, son kontrolü ve hattan uzaklaştırılması otomatik olarak yapılır. Transfer hatları rijit ve esnek olmak üzere iki gruba ayrılır.

SUMMARY

AUTOMATIC TRANSFER LINES AND A PLC CONTROLLED MANUFACTURING CELL IN THE VALVE INDUSTRY

An automatic transfer line is a machine tool group which is arranged according to a technological operation flow and carry out the workpiece completely finished.

The automatic transfer lines could be also formed by different manufacturing cells. On this type of manufacturing systems the loading operation of workpiece to the machine tool, transport of the workpiece from machine to machine or from cell to cell, the fastening and unfastening operation, the main and finish control and unloading operation is made fully automatic and under the control of many programmable logic controllers (PLC). These PLC's communicate between each other and are controlled by a main computer which is run a SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) software. There are two types of automatic transfer lines: flexible (the ones mentioned above) and rigid manufacturing systems.

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

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

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

In a PLC the wiring is replaced by a **program** which is

stored in a memory module of the computer and processed by micro processors. Alterations in the program can be carried out easily; the problem of rewiring is eliminated. For the PLC the resulting advantages are:

- alterations in control problems can be carried out at any time
- elimination of long down-time periods
- extensive use of mechanical processes are reduced
- reduction of interferences in complex units.

Thus, installations controlled by PLC are more reliable and economic. The move towards the implementation of PLC's even in simple systems has been promoted by the development of micro processors and the decline in prices for hardware components of an installation.

The basic components of a control are to be found in a programmable logic controller as well. The processing element, the core of the control, is the PLC. It consists of a central control unit, its program memory and the input and output modules. Central control unit and memory are often defined as "computer".

Each module contains a fixed number of inputs and outputs which are able to assume the binary values 0 and 1. Sensors, PLC and actuators make up the control device, which influence the controlled action. The input and output modules set up the connections between the central control unit and sensors/actuators.

The central control unit controls the signal flow through the control device:

Signals sent out by the sensors to the central control unit via the input modules are interconnected and the results transmitted to the output modules. The output modules cause the actuators to influence the process within the controlled action.

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

The PLC programs contain the rules for the processing of the signals. Each program consists of a series of instructions, each instruction of an operation part and an operand part.

The **operation part** indicates which logic operations are to be carried out. The **operand part** indicates which input signals are to be used for the logic operation and to which output they should be assigned. It can also be said: the **operand part** shows **where** something is to take place, the operation part shows **what** is to take place.

In a running program all instructions are worked up in sequence, i.e. one after the other. Owing to this sequential execution of a program, it is not possible to include all conditions of an installation simultaneously. Therefore, the program is processed cyclically; after the last instruction has been performed the program returns to the beginning and the processing is restarted.

The duration of one cycle of the program is a matter of milliseconds, so it seems as if the processing of the signal conditions has taken place in an instant.

The PLC programs are stored in the program memory of the central control unit. This code consists of a sequence of binary symbols (the numbers 0 and 1), which only can be understood by the central control unit.

Under these conditions, the creation of a program is very difficult, time consuming and hard to read. Therefore, programming languages have been developed to set up the communication between the programmer and the PLC. These **programming languages** use **mnemo-technical expressions** (symbolic codes, e.g. "S" for switch) and graphic symbols to formulate a control instruction.

The **ladder diagram (LDR)** is one of these programming languages, there are also the **function chart (FCH)** and the **statement list (STL)**.

The program is developed on an exterior programmer, then translated into machine code and transferred to the program memory. The programmer is not required for the execution of

the program.

The ladder diagram (LDR) is a graphic programming language. It was first used as a wiring diagram in the United States and was further developed as a programming language, when the first PLC's were introduced. The structure of the LDR-programming language reflects the original applications as a wiring diagram for circuits with fixed wires. The meanings of the symbols, however, has partly changed. When one compares the DIN 40719 for wiring diagrams to the graphic display of the LDR, it has been rotated 90 degrees. The contact rails are vertical, the individual current paths horizontal.

This ladder structure represents the framework for the program. Each of the current paths usually consists of several instructions.

The symbols representing the interrogation for the signal conditions at the inputs are drawn in on the left-hand end. On the right-hand end are the symbols of the outputs to be activated. The designations placed above the input and output symbols are referring to the addresses of the inputs and outputs of the PLC. This is identical to the operand part of an instruction.

The type of logic operation is defined by the position and the connection of the various symbols on a current path representing a network. The current paths are read from left to right. A reversed signal flow is not allowed. The current paths are numbered starting from the top, this defines the sequence in the program as well.

In addition, the structure of the LDR resembles the signal flow through the control device. If we define the input signal as information, whether or not a condition is fulfilled, and the output signal as instruction for an actuator to execute a command, the general structure of a control instruction can be found in a current path as well.

Logic control systems are characterized by the fact that input signals can be assigned at any time to output signals. Assignment is caused for the most part by the logic control functions. In a sequence control system, the control is subdivided into several steps. The control is activated step

by step. After step 1 has been completed, step 2 will follow, then step 3, etc. Switching on to the next step is dependent upon certain conditions of time or process.

The automatic stellite welding line introduced in this research work is formed by 7 automatic machine tools. In this automatic production line 2 automatic welding machines and 4 elevators are controlled by PLC's. The PLC used to control the welding machine consists of 32 inputs 28 outputs and is the 5TI model of the Texas Instruments. The program written to control the stellite welding machine is in LDR and in STL, and has 397 lines (rows). The program consists of two parts: control part (where the sequence is controlled) and power part (where the outputs are activated).



BÖLÜM 1

GİRİŞ.

KISA TARİHÇE VE OTOMATİK TAKIM TEZGÂHLARININ GELİŞMESİNDE YÖNELİMLER.

1.1. GİRİŞ

insanoğlu tarihsel evriminde, çeşitli araç gereçlerinin üretimi için her zaman uğraş verdiği, ilgilendiği konu bu araç gereç ve mamülleri mümkün olduğu kadar az ağır iş yaparak, imal etmesi ve yorucu işlemlerden kurtulmasıdır. Fiziksel olarak yorucu işlerden büyük ölçüde insanı kurtaran mekanizasyon evrasinden sonra, otomasyon, imalât proseslerinin yürütülmesinde, insanın direkt olarak müdahalesini tümüyle ortadan kaldıran veya azaltan araç, gereç ve sistemlerin geliştirilme evresini oluşturmaktadır.

Üretim proseslerinin otomasyonu ile, insanın bunların üzerindeki direkt müdahalesi ortadan kaldırılıyor, böylece insana, bu halde genel yönetim (prosesin yürütme şartları ve kontrolü tespiti) görevi kalmaktadır.

Otomasyonun endüstriyel faaliyetlerde kullanma safhasında, takım tezgâhları, tüm imalât gereçlerin üretim araçları olması sebebiyle, önemli bir yer işgal etmektedir.

insanın direkt müdahalesini ortadan kaldıran ve çeşitli üretim proseslerinin yönetimini temin eden prensiplerin ve araç, gereç, tertibat, cihazların incelenmesi ile ilgilenen bilim dalına otomasyon denir. Otomasyon metod ve prensiplerinin pratiğe uygulanması otomatizasyon (otomatikleştirme), bir üretim prosesi otomatizasyonun gerçekleşmesini temin eden tesis, tertibat, araç, gereçlerin tümüne ise otomatizasyon donatımı (ekipmanı) denir.

Endüstriyel otomasyon, gelişim evrimi boyunca çeşitli safhalardan geçmiştir: kısmi otomasyon, karmaşık (kompleks) otomasyon, karmaşık sibernetik otomasyon.

Kısmi otomasyonda, insanın müdahale ettiği tesis ve operasyonların olduğu, bir fabrikanın veya bunun bir bölümünün, tüm üretim prosesinin bir bileşenini temsil eden ayrı, tek bir teknik proses sözkonusudur. (Örnek olarak bir tezgâh üzerinde yapılan işlem)

Karmaşık otomasyon, tüm teknolojik prosesin otomatik bir halde gerçekleşmesi için bir tesisteki tüm makina, aparatların bir bütün olarak otomatik çalışmasını sağlar (Örnek, bir otomatik hat). Karmaşık otomasyon, birbirinden ayrı kısmi proseslerin, kısmi otomatizasyon (otomatikleştirme) ilkesine dayanarak, bunların daha önceden tespit edilmiş bir programa bağlı olarak uyumlu çalışmasını da sağlar.

Sibernetik karmaşık (kompleks) otomasyonun, karmaşık otomasyondan farkı, prosesin optimal yönetimi bir bilgisayar yardımıyla gerçekleşmesinden kaynaklanarak, bilgilerin işlemi, iletimi ve kullanımı sibernetik kanun ve genel prensiplerine uygun olarak yapılmaktadır. [1]

1.2. OTOMATİK TAKIM TEZGÂLARI GELİŞİMİNİN KISA TARİHÇESİ

İlk otomatik makinelerin çıkış tarihi oldukça eskidir. Fakat bu mekanizmalar, otomatik takım tezgâh yapımında kullanılmamış, daha ziyade çeşitli otomatik kukla, müzik kutuları ve müzikli saatlerin gerçekleştirilmesi için kullanılmıştır.

Bir vida işleme tornasına uygulanan, değiştirilebilen revolver kafasının, Middlefield'li amerikalı Fitch tarafından 1845'te buluşu, otomatik torna yapımında önemli bir adım teşkil etmektedir. 1849'da Whitworth tarafından gerçekleştirilen bir tornada, aynı zamanda işlem yapan çoklu takım suportunun girişi ikinci önemli adımı oluşturmaktadır.

Fener milinin dönmesi sırasında yarımamülün sıkıştırılması ve avansı ile ilgili 1871'de Parkhurst'un buluşu, besleme, yükleme, sıkıştırma ve çözme sistemlerinin konstrüksiyonunda karar vericidir. 1872'de isviçreli Jakob Schweizer sabit bir gaydlama burcu ve boyuna avans hareketi olan fener mili taşıyıcı arabacığı olan ilk boyuna otomatik tornayı gerçekleştirdi. Bu tornanın kesici takımları (kalemler) sadece enine hareketleri vardır.[2]

1873'te amerikalı Spencer, ilk olarak ortaya çıkan kamlı mil ve yarımamülün avansını (ilerlemesini) sağlayan fener mili içindeki bir mekanizmanın yardımıyla, vidaların işlenmesinde kullanılan bir otomatik torna yaptı. 1880'de gene Spencer, makinanın gövdesinde yer alan kumanda mili ile donatılmış, ilk tek milli revolver tornanın konstrüksiyonunu gerçekleştirdi.

1890'da amerikalı Worsley, yardımcı hareketlerin kumanda edildiğı, yardımcı kamlı mili ilk olarak kullanarak bir otomatik torna yaptı.

Çok milli otomatik tornaların yapım temellerini koyan ingiliz Fletcher ve Fuller, mil taşıyıcı tamburu ve kamlı mili olmayan, çeşitli millerin işlenmesinde kullanılan, 8 milli bir dik tornayı gerçekleştirdiler. 1875'te isviçreli Lovater, 4 milli bir dik tornanın konstrüksiyonunu yaptı. 1879 yılında Carver tarafından, fener millerinin değiştirilmesine imkân veren mil taşıyıcı blokunu içine alan, ilk çok milli torna gerçekleştirildi. Daha sonra kamlı mil ile donatılmış çok milli otomatik tornalar, ilk olarak 1886'da Berlinli Collin, 1892'de Düsseldorf'ten alman Wolff ve 1894'de Henn tarafından yapıldı.[2]

Çok milli otomatik tornaların konstrüksiyonunda önemli bir gelişme 1897 yılında George O. Gridley tarafından getirildi. Önerdiği gelişme ise, gelecek yıllarda çoğu makina konstrüksiyon firmalarının da teslim aldığı, boyuna takım taşıyıcı arabacığının merkeze alınması.

XX yüzyılın ilk yarısı, Taylor ve White 1900'de hız çeliğinin icadı ile, otomatik torna konstrüksiyon çalışmaları

ivme kazanması, tezgâhların bağımsız tahrikine imkân veren elektrik motorunun endüstriyel faaliyetlere uygulanması ile geçmektedir.

1925 yılında takım tezgâhlarda, tahriklerin hidrolik ve elektrik motoru ile gerçekleştirme uygulamaları yaygınlaşırken, II'nci Dünya Savaşından sonra bazı makineler, gittikçe önem kazanan zincirleme otomasyon devreleri ile donatılmaya başlanmıştır. Bu gelişme, işleme merkezlerinin ve otomatik işleme hatlarının yapılmasını mümkün kılmıştır. Bu arada elektrohidrolik, elektromekanik, hidromekanik, pnömatik gibi bileşik otomasyon sistemleri gelişmektedir.

1949-1950 yıllarıyla başlamak üzere, ABD'de ilk nümerik kontrollü tezgâhlar ortaya çıkmıştır. Bu tezgâhlar, söz konusu tarihe kadar şablon veya model kopya gibi klasik yöntemlerle işlenebilen, uçak, helikopter, yapımında kullanılan bazı karışık parçaların işleme gerekliliğini karşılamak için, ABD'deki Massachusetts Institute of Technology tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu tür tezgâhlar, ileri sanayi ülkelerinde hızlı bir gelişme görerek, bu gelişmeyi tek ve az sayıdaki parça serilerinin işlenmesinde büyük avantajlar getirmesi (programın kolaylıkla değiştirilebilme imkânı gibi) ve nümerik kontrol ekipman, elektronik, bilgisayar endüstrisinin çok hızlı gelişmesine bağlamak gerekir.[2]

Fiziksel gerçekleşme açısından, nümerik kontrol ekipmanları günümüze kadar 3 aşamadan geçmiştir: germanyumlu diskre (discrete) yarıiletken elemanlı (I), silisyumlu diskre elemanlı (II) ve entegre devreli (III) olanlar. Son olarak, minibilgisayarları kullanan CNC ekipmanları önem kazanmıştır.

Nümerik kontrollü takım tezgâhların programlanması, ekipmanların gelişmesine bağlı olarak gelişmiştir. Son yıllarda bilgisayar destekli programlama, manuel programlamaya göre oldukça büyük mesafe almıştır. Aynı şekilde, nümerik kontrollü takım tezgâhlarının bilgisayarla yönetim ve programlamanın metodları ortaya çıkarak, (ABD ve Japonya'da 1967-1968 yıllarında ortaya çıkan CNC-makina

ekipmanına entegre edilmiş minibilgisayar ve DNC sistemleri) bir proses bilgisayarı ile, bir takım tezgâh grubunun yönetimi sağlanmıştır.

DNC yönetim sistemlerinin ve işleme merkezlerinin ortaya çıkmasıyla, entegre esnek imalât, işlem sistemlerinin yapımını mümkün kılmıştır.[2]

1.3. OTOMATİK TAKIM TEZGÂHLARININ GELİŞMESİNDE YÖNELİMLER

Takım tezgâhları otomasyonu alanında günümüz ve gelecekteki gelişme yöntemleri aşağıdaki gibidir:

- takım sayısının yükseltilmesi ve hasasiyet, tamlığın artırılması yönünde, tek ve çok milli otomatik tornaların iyileştirilmesi
- üretim maliyetinin düşülmesi ve universal hale getirme derecesini artıracak nümerik kontrol ekipmanlarının iyileştirilmesi
- geniş boyut serilerinin işlenmesini sağlayacak işleme merkezlerinin geliştirilmesi
- CNC,DNC,FMC'lerin geliştirilmesi
- otomatik fabrikaların gerçekleştirilmesine imkân verecek, bazı hiyeraşik sistemlerin kurulmasıyla, DNC sistemlerinin yaygınlaştırılması
- işleme merkezlerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi; bunların bağımsız, takım takım veya blok içinde takım değiştirme sistemleri ile donatılması, çok milli kutusunun tümünü değiştirilmesine imkân verecek sistemlerle donatılması, hatta parçanın otomatik olarak değiştirilmesini sağlayacak sistemlerin kullanılması. Bu tür makineler, geniş işleme imkânlarından dolayı teknolojik kompleks olarakta adlandırılır
- entegre esnek sistemlerinin yaygınlaştırılması ve geliştirilmesi. Bunların strüktüründe gittikçe daha fazla endüstriyel robotların kullanılması

-adaptif, limitatif ve optimal kontrollu takım tezgâhların iyileştirilmesi

-nümerik kontrollu tezgâhlarda takım olarak lazerin kullanılması. Parçaya lazer ışını önünde, gerçekleştirecek profile göre yerdeğiştirme vererek, şekillendirilmesinin sağlanması.[2]



BÖLÜM 2

OTOMATİK TAKIM TEZGAH HATLARI

2.1. TANIM. OTOMATİK HATLARIN KULLANIMI.

işleme, kontrol, montaj gibi bazı operasyonların yerine getirilmesi ile yarımamülü, işlenmiş parçaya dönmesini sağlayan ve işleme teknolojik akışına göre yerleştirilmiş makina sistemleri, otomatik hatları oluşturmaktadırlar. Otomatik hatlarda, parçanın bir makinadan diğerine taşınması, işleme duraklarında yerleştirilmesi, sıkıştırılması, çözülmesi otomatik olarak sağlanmaktadır.

Bir otomatik hatta parçanın işlenmesi, birçok işleme duraklarında sağlandığından, otomatik hatları seri, seri-paralel, paralel gruplama prensibine göre çalışabilen, gruplandırma prosesine tabi tutulur.

Bir otomatik hattının işleme durakları, tek ve çok konumlu takım tezgâh grupları, otomatik tornalar, otomatik taşlama tezgâhları ve diğer otomatik takım tezgâh tiplerinden meydana gelebilir. İşleme karmaşıklığını artırmak amacıyla, otomatik hatların strüktürüne, takım tezgâhlarına ek olarak yıkama, ağırlık ve boyut kontrol, ısıtma işlem, kaplama veya montaj üniteleri de dahil edilebilir.

Bir otomatik takım tezgâh hattında en önemli karakteristiklerden biri hattın çalışma ritmi veya taktıdır (T). Çalışma ritmi, ardışık iki işlenmiş parçanın, hattın çıkış zamanları arasında geçen süredir. Otomatik hatların takt değeri, parçanın işleme teknolojisi karmaşıklığına ve hat strüktürünün organizasyon şekline bağlıdır. Diğer taraftan, bu değerin verilmesi, teknolojik prosesin hat işleme duraklarına göre bölünmesi, durak sayısı, durakların konumu ve parçaların duraklar arasında taşıma metodu üzerinde etkisi olacaktır.

Otomatik hatların ritmik olma koşulu, tüm hat

mekanizmalarının tam uyumlu çalışmasını ve hat elemanlarının yüksek ömüre sahip olması gerekmektedir.

Bir parçanın, otomatik takım tezgâh hatları üzerinde işlemeye alındığında, bu geçiş gelişi güzel olmamalıdır. Bu geçişin gerekliliği iyice belirlenmelidir.

Bir parçanın işlenmesinde, otomatik hatların kullanılması gerekliliği aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

- üretim hacmi
- ürünün imalât stabilitesi
- işlenecek parçanın, şekil, boyut ve malzemesi
- işlenecek parçanın teknolojik prosesi.

2.2. OTOMATİK HATLARIN SINIFLANDIRILMASI

Günümüzde büyük bir otomatik hat çeşitliliği olduğundan bunların sınıflandırılması aşağıdaki kriterlere göre yapılabilir:[2]

- otomatik hattın çalışma prensibine göre
- işleme sırasında parça taşıma (transport) karakterine göre
- hatta gerçekleştirilen teknolojik proses türüne göre
- hattın işleme duraklarını oluşturan takım tezgâhların türüne göre
- hattaki iş (işlem) çevriminin (cycle) otomasyon programı karakterine göre
- otomatik hattın geometrisine göre

Çalışma prensibine göre, otomatik hatlar iki büyük gruba ayrılır:

1. Senkron çalışan otomatik hatlar (iş durakları arasında rijit bağı olan).
2. Asenkron çalışan otomatik hatlar (esnek bağı olan).

Senkron otomatik hatlarında, yarımamül, bir biriktirme magazinine veya deposuna geçmeyerek, bir işleme durağından bir sonrakine geçerken müdahale görmez. Böylece burdaki işleme durakları arasındaki bağı rijit olup, bir hattaki

işleme durağının çalışması, bir önceki işleme durağının iyi çalışmasına rijit olarak bağlıdır.

Asenkron otomatik hatlarda herbir çalışma durağı, bağımsız otomatik besleme sistemi ve parça biriktirme magazini veya deposuna sahiptir. Bu yukarda bahsedilen sistemlerin mevcut olması, bir önceki durağının çalışmamasına rağmen işleme durağının beslemesini mümkün kılmaktadır. Böylece duraklar arasındaki bağ esnek hale gelmektedir.

işleme sırasında parça taşıma karakterine göre, otomatik hatlar iki gruba ayrılır:

1. Stasyoner (sabit) otomatik hatlar.
2. Döner otomatik hatlar.

Gerçekleştirilen teknolojik proses türüne göre, otomatik hatlar ikiye ayrılır:

1. Üzerinde sadece tek tip operasyonlar gerçekleştirilen otomatik hatlar (mekanik işlem, termik (ısı) işlem, kaynak, otomatik kontrol, montaj v.s.).
2. Bileşik otomatik hatlar (örneğin mekanik işlem, kontrol, montaj ve paketleme için).

işleme duraklarını oluşturan takım tezgâhları türüne göre:

1. Universal tezgâhlardan oluşmuş otomatik hatlar.
2. Makina (tezgâh) gruplarından oluşmuş otomatik hatlar.
3. Özel makinalardan (tezgâhlardan) gerçekleştirilen otomatik hatlar.

Çalışma çevriminin (cycle) otomasyon programı karakterine göre:

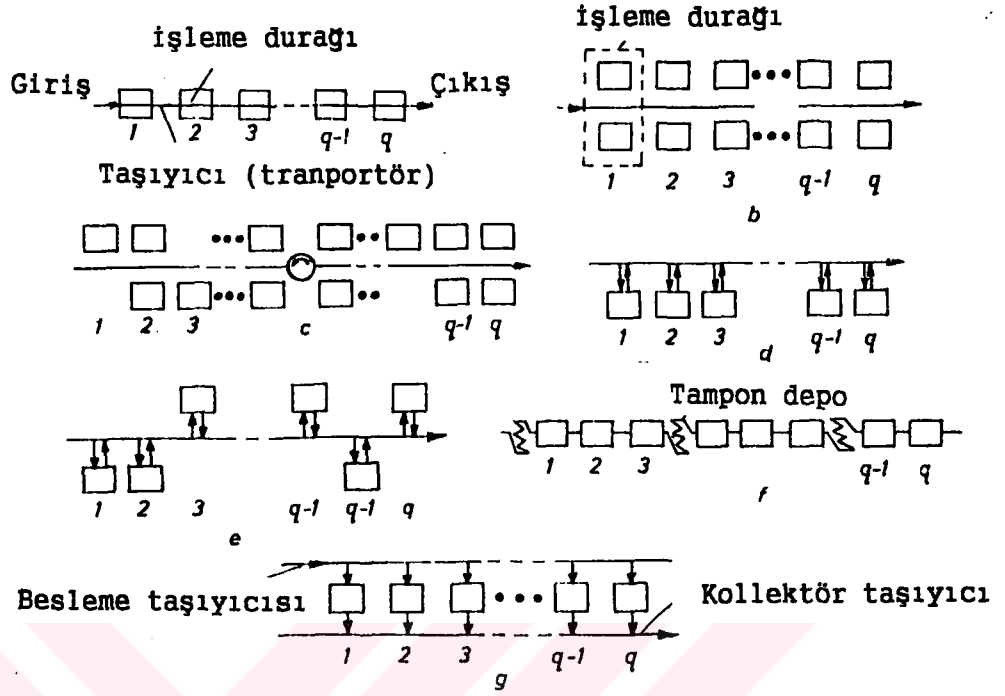
1. Rijit programlı otomatik hatlar.
2. Esnek programlı otomatik hatlar.

Hattın geometrisine göre, iki tip otomatik hat ortaya çıkmaktadır:

1. Tek işleme akışlı otomatik hatlar.
2. Çok işleme akışlı (dallanmış) otomatik hatlar.

Şekil 2.1'de tek akışlı otomatik takım tezgâh hatlarının bazı tertiplenme örnekleri görülmektedir.

Şekil 2.1. a'da seri olarak gruplandırılmış direkt

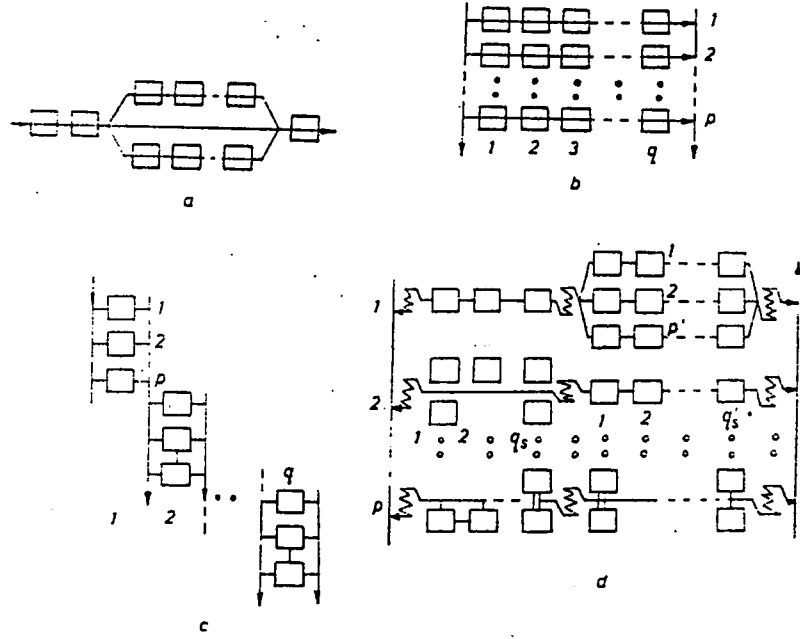


Şekil 2.1. Tek akışlı otomatik hatların bazı tertiplenme örnekleri.

taşımalı bir otomatik hat, 2.1. b'de ise ayrı tip bir hat görülmektedir, fakat burda parçanın iki taraflı işlenmesine imkân verilmektedir.[2]

Şekil 2.1. c'de, hattaki bir noktada, parçanın konumu değiştirilebilen, tek ve çift çalışma duraklı direkt taşımalı (transport) bir hat görülmektedir. Şekil 2.1. d ve e'de seri gruplandırılmış paralel taşımalı iki otomatik hat örneği tanıtılmaktadır. Senkron hatların çalışmasında, durma zamanlarını düşürmek için, hat strüktürüne yarımamül tampon depoları dahil edilir (şekil 2.1. f). Şekil 2.1. g'de paralel gruplandırılmış paralel taşımalı bir otomatik hat örneği vardır.

Şekil 2.2.'de görülen otomatik hatlar seri-paralel gruplandırma prensibine göre çalışmaktadır. Şekil 2.2. a'daki hatta, işleme tek akış üzerinde başlayıp, daha uzun süreli operasyonlar için iki akış üzerinde devam etmekte ve sonuna doğru tekrar tek akışta birleşmektedir.



Şekil 2.2. Seri-paralel gruplandırma prensibine göre oluşturulan otomatik hatlar.

Şekil 2.2. b'de seri gruplandırılmış q durak sayılı p otomatik hat görülmekte, 2.2. c'de ise herbiri şekil 1.1. g'deki modeline göre gerçekleştirilmiş bir q tane seri hat kombinasyonu tanıtılmaktadır.

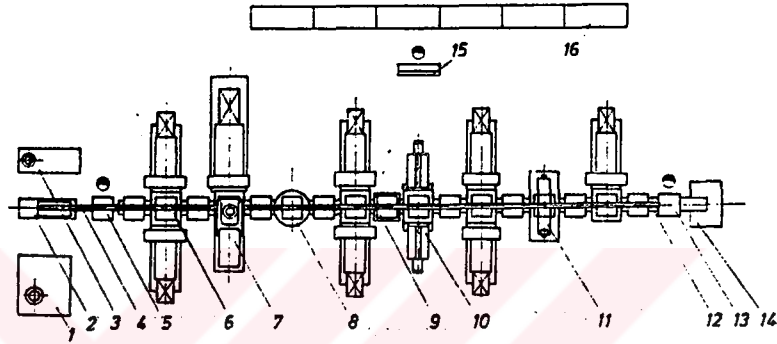
Yukarda tanıtılan tüm hatlardan çeşitli karakteristikleri bir araya getiren bir hat sistemi şekil 2.2. d'de görülmektedir.

2.3. DİREKT TAŞIYICILI (TRANSPORTÖR VEYA KONVEYOR) SENKRON OTOMATİK HATLARIN STRÜKTÜRÜ

Bu tip otomatik hatlarda, işleme durakları birbirine eşit uzaklıklarda yerleştirilerek, yarımamülün duraktan durağa taşınması, "adım adım" denilen taşıyıcılarla (konveyörlerle) gerçekleştirilir. Bunlar işleme duraklarından direkt olarak geçerek, parça tutturulması ve işlenmesi konveyör üzerinde yapılmaktadır. Bu tür otomatik hatlarının çoğu, parçanın bir, iki hatta üç yüzeyini işleme imkânları olan makina-tezgâh

gruplarının oluşturduğu işleme duraklarından oluşur. Bu hatlarda işlenen parçalar, genelde dikdörtgen prizması şeklinde olup, bazen dikdörtgen prizması şeklinde gövdesi olan kaset tipi tertibatlarda yerleştirilen ve sabitleştirilen, tespit edilen düzensiz şekilli parçalarda işlenebilir.[2]

Bir direkt taşımalı otomatik senkron hattının strüktüründe, işleme duraklarının dışında diğer tesis ve duraklar bulunmaktadır (şekil 2.3.). Yarımamüllerin hata



Şekil 2.3. Bir direkt taşımalı otomatik senkron hattının strüktürü.

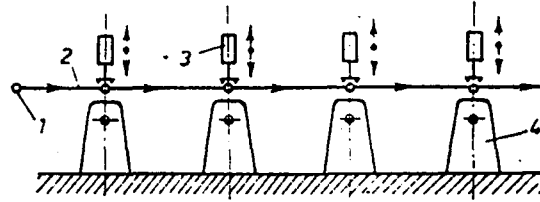
alınması 5 numaralı duraktan yapılarak, yarımamülün bir duraktan (7 numaralı) diğerine taşınması 4 numaralı adım adım konveyörünün yardımıyla gerçekleşir. Bu konveyörün tahriki 2 numaralı tahrik tertibatı ile yapılmaktadır. Parçanın işlenebilmesi için tutturulması, her işleme durağında bulunan 6 numaralı yerleştirme ve sabitleştirme tertibatları ile yapılır. Parça ve takım malzemesi soğutulması gerekiyorsa, otomatik hatta 3 numaralı devridaim soğutma sistemi öngörülür. 1 numaralı blokta ise hattın merkezi hidrolik panosu bulunmaktadır. Parçanın birden fazla yüzeyinde işleme yapabilmek amacıyla, otomatik hattın çeşitli noktalarında parçayı yatay düzlemde 8 ve dikey düzlemde 11 döndürebilen tertibatlar öngörülür. Bu tür otomatik hatların bazılarında kontrol durakları da (10) dahil edilerek, bunlar özellikle, deliklerde vida açma işlemini gerçekleştiren duraklardan önce yerleştirilir. Hattın otomatik olarak işleme çevriminin

kumandası 15 numaralı merkezi kumanda yeri ve 16 numaralı elektrik aksamının bulunduğu yerden gerçekleştirilmektedir.

Otomatik hatların çalışmasında en önemli problemlerden biri, talaşların tahliye işlemidir. Bu sebeple, talaşı 14 numaralı kasaya ulaştıran 9 numaralı vibrasyonlu ve yuvarlanmalı tertibatlar ve 12 numaralı talaş kolektörlü konveyörler öngörülür. Bu tür otomatik hatların çalışmasında durma zamanlarını düşürmek için bazı yarımamül tampon depoları hat strüktürüne dahil edilir. Bu depolar, hattaki işleme duraklarından biri arıza yaptığında, depolama ve biriktirdikleri yarımamül rezervini iletme işini yerine getirirler. Depolar otomatik hattı sektörlere (kısımlara) ayırılır.

2.4. PARALEL TAŞIYICILI (KONVEYÖRLÜ) SENKRON OTOMATİK HATLARIN STRÜKTÜRÜ

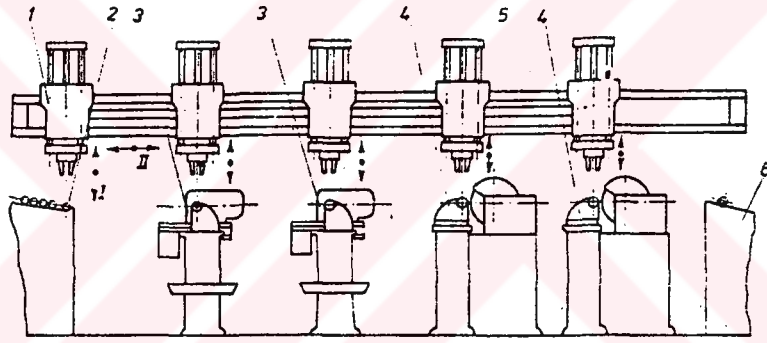
Bu otomatik hatlardada yarımamülün, adım adım, duraktan durağa taşınması sağlanarak, bu kez taşıyıcı, işleme duraklarının içinden değil, bunlarla paralel veya yanlarından geçmektedir. Yarımamüllerin taşıyıcı (konveyör) üzerinden alınması ve işleme duraklarına taşınması bazı mekanik kollar veya yardımcı taşıyıcılar yardımıyla gerçekleştirilir. Durakta yapılan işlemten sonra, aynı mekanik kollar veya yardımcı taşıyıcılar, yarımamülün bir sonraki işleme durağına taşınması için, parçayı ana taşıyıcı üzerine getirirler.



Şekil 2.4. Paralel taşıyıcılı bir senkron otomatik hattının strüktürel şeması.

Bu tür otomatik hatların işleme durakları universal takım tezgâhları (torna, taşlama tezgâhları, frezeleme tezgâhları) veya bazı özel makinalardan oluşturulur. İşlenebilen parçalar çeşitli tipteki miller, çarklar, biyellerdir. Ana taşıyıcı, mekanik kollar veya yardımcı taşıyıcı etkilerinin birleşme çeşidine göre, paralel taşıyıcılı senkron otomatik hatlar şekil 2.4. ve 2.5.'te görülen şemalara göre gerçekleştirilebilir.[2]

Şekil 2.4.'teki şemada 1 yarımamüller, 2 numaralı adım adım çalışan taşıyıcı ile duraktan durağa taşınmaktadır. Her işleme durağının (4) hizasında 3 numaralı bir mekanik kol bulunarak, doğrusal alternatif bir hareketle, 2 numaralı taşıyıcı üzerindeki yarımamülü alarak, işleme durağının tutturma tertibatına doğru taşıyarak, işlemeden sonra tekrar ana taşıyıcı üzerine getirmektedir.



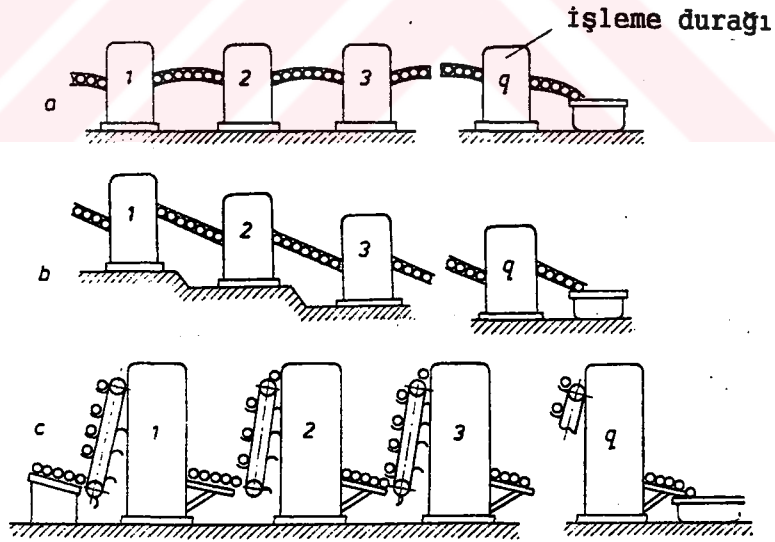
Şekil 2.5. Mekanik kolların adım adım yerdeğiştirdiği bir otomatik hattın strüktürü.

Şekil 2.5.'teki şemada ise 1 numaralı mekanik kollar yarımamüllerin işleme duraklarına alınması, götürülmesi için 5 numaralı raylar (gaydlar) boyunca II hareketini yapmaktadır. Bazı hallerde ise, mekanik kollar 90° dönebilen bir tiye bağlanarak, böylece yarımamüllerin durağa alınması veya götürülmesi sağlanır. Yarımamülün duraktan durağa taşınması bir doğrusal alternatif hareketle yapılır.

2.5. ASENKRON OTOMATİK HATLARIN STRÜKTÜRÜ.

Asenkron otomatik hatlarda (esnek bağlı) depodan besleme yapmak suretiyle küçük boyutlu parçalar işlenmektedir. Bu tür hatları oluşturan işleme durakları, çeşitli tipteki otomatik tezgâhlardan meydana gelebilir: otomatik torna, puntasız taşlama makinaları, rulman elemanlarını işleyen tezgâhlar.

İşleme durakları arasında parça taşınması çeşitli tipteki taşıyıcılarla (konveyörlerle) gerçekleştirilir: bantlı konveyörler, vibrasyonlu, zincirli, kepçeli v.s. veya eğimli yüzey, eğimli boru ve oluk üzerinde çalışan taşıyıcılar. Her işleme durağında bulunan depolarda yarımamüller biriktirilerek böylece bir durağın çalışması, önceki durağının çalışma şartına rijit olarak bağlı kalmaması sağlanır. Bu durumda işleme durakları arasındaki bağ esnek hale getirilmektedir. Aşağıdaki örneklerde işleme durakları arasındaki yarımamüllerin taşıma şekline bağlı olarak belirlenen esnek bağlı otomatik hatların çeşitli organizasyon tipleri tanıtılmaktadır.

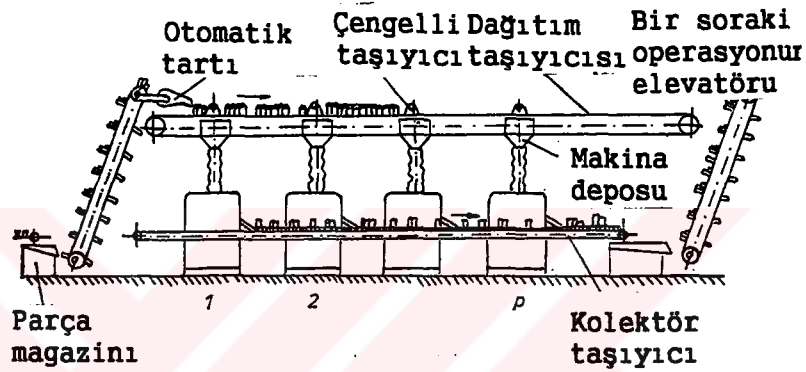


Şekil 2.6. Asenkron otomatik hatlarına (esnek bağlı) ait çeşitli strüktürler.

Şekil 2.6.'da gösterilen asenkron otomatik hatta, parçaların duraklardan tahliyesinden doğan eylemsizlik kuvveti ile

yarımamüllerin taşınması sağlanmaktadır. 2.6. b'deki hatta ise duraklar arasındaki taşıma, yerçekim kuvvetinden dolayı gerçekleştirilmektedir. 2.6. c'de ise yerçekim kuvvetinin etkisiyle sağlanan taşıma, bir zincirli ve kepçeli taşıyıcı yardımıyla yapılan taşıma şekili ile birleştirilmektedir.

Şekil 2.7.'de ise seri-paralel gruplandırılmış bir hattaki eleman gibi de sayılabilen, paralel gruplandırılmış esnek bağlı otomatik bir hat görülmektedir. Bu hallerde dağıtım taşıyıcısı, kolektör taşıyıcı ve bir veya birden fazla elevatöre ihtiyaç vardır.

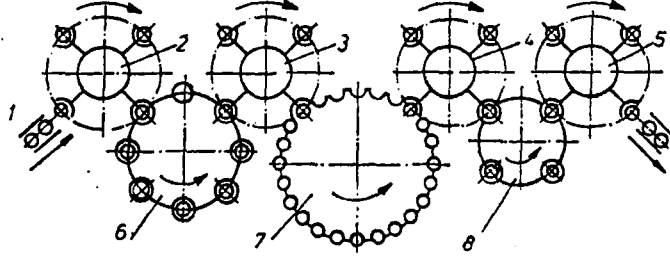


Şekil 2.7. Paralel gruplandırılmış asenkron otomatik bir hat.

2.6. DÖNER OTOMATİK HATLARIN STRÜKTÜRÜ

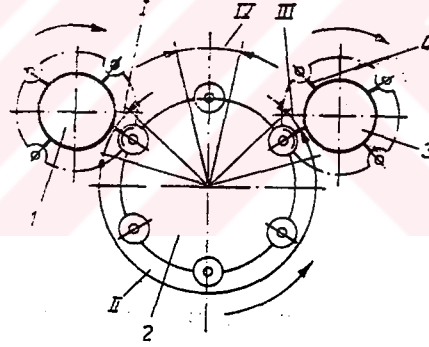
Döner otomatik hatlar, seri-paralel gruplandırma prensibine göre çalışmaktadır. Bu hatların işleme durakları, döner otomatik tezgâhlardan meydana gelerek, herbiri üzerinde, paralel gruplandırma prensibine göre, birer operasyon yerine getirilir.

Döner makinaların tümü aynı çalışma konum sayısına sahip olabilecekleri gibi, değişik çalışma konum sayılarına sahip makina hatları da vardır. Döner otomatik makinanın her çalışma konumunda, paralel işleme prensibine göre, aynı takımlar çalışır. Döner otomatların seri olarak bağlanması, döner taşıyıcılarla gerçekleştirilir (şekil 2.8.).



Şekil 2.8. Döner otomatik hatların strüktürü.

Şekil 2.8.'de gösterilen döner otomatik hattın strüktürü, herbiri farklı bir çalışma konum sayısına sahip 6, 7 ve 8 numaralı döner otomatlar, 2, 3, 4 ve 5 numaralı döner taşıyıcılardan meydana gelmiştir. Hattın beslemesi 1 numaralı magazin ile yapılarak, hattan tahliye edilen işlenmiş parçalar, 9 numaralı olukla toplanmaktadır. Döner otomatların ve taşıyıcıların dönme hareketi sürekli olduğundan, yarı otomatikler, ister taşıyıcı üzerinde ister işleme otomatında olsun, sürekli yer değiştirecektir.[2]



Şekil 2.9. Döner otomatların çalışma prensibi şeması.

Bu tip otomatik hatların çalışma prensibi şeması şekil 2.9.'da verilmektedir. Bir önceki döner tezgâh üzerinde yapılan operasyondan sonra yarı otomatik, taşıyıcının 4 numaralı bir mekanik kolu yardımıyla 2 numaralı işleme otomatına alınmaktadır. Bu işlem, döner otomatın I bölgesine denk gelen

açıyla dönme zamanında gerçekleşmektedir. II bölgesi boyunca, otomatın belli bir konumundan, takım veya takımların yarımamül üzerindeki tesiri başlayarak, otomata mahsus operasyon veya operasyonlar yapılmaktadır.

işleme sırasında ana dönme hareketini, genelde, yarımamül, bazende takım yapar. ilerleme veya avans hareketi, eksenel yönde takım tarafından yerine getirilir.

III bölgesinde ise, yarımamül, 3 numaralı taşıyıcı tarafından alınarak bir sonraki işleme durağına taşınır. IV bölgesi boyunca, eğer gerekli ise, takım değiştirilmesi yapılabilir. Döner otomatik hatlarının işleme durakları, farklı çalışma konum sayılarına sahip olabileceğinden, hat taktı aynı kalması durumunda, her çalışma konumunda, değişik süreli operasyonlar gerçekleştirme imkânı doğurur. Uzun süreli operasyonlar, çok konumlu otomatlar üzerinde programlanır. Bu tür otomatlarda II bölgesinin (işleme bölgesi) yayı daha büyüktür.

2.7. OTOMATİK HAT ELEMANLARININ KONSTRÜKSİYONU

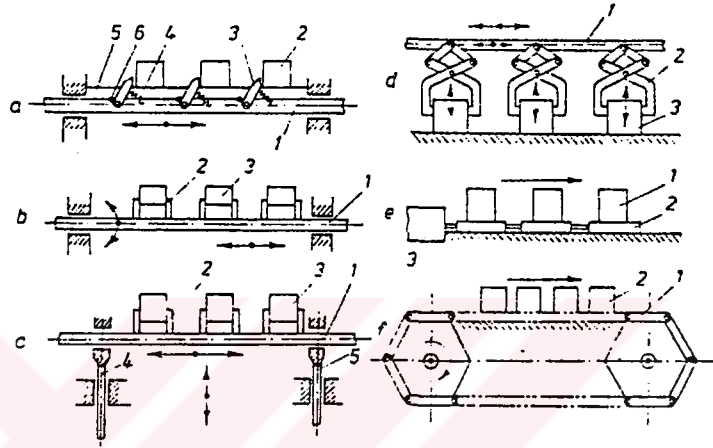
2.7.1. YARIMAMÜL TAŞIYICI SİSTEMLERİNİN KONSTRÜKSİYONU

Otomatik hatların taşıyıcı sistemleri, işlenmiş parçanın yerdeğiştirmesi, taşınması ile ilgili çeşitli işlemleri yerine getirirler: hattaki ilk işleme durağına yarımamülün alınması, duraktan durağa parçanın taşınması, yerdeğiştirmesinin sağlanması, yarımamül akışının dağıtımı, işlenmiş parçaların hattan uzaklaştırılması, tahliyesi veya bir fabrikadaki karmaşık otomasyonda, hattan hata parça taşıma işlemi.[2]

Otomatik hattın taşıma sistemi konstrüksiyonunda, başta, işlenmiş parçanın boyut ve konfigürasyonu ve otomatik hat tipi (hattın organizasyon şekli yönünden) belirleyici rol oynar.

Otomatik rijit hatlarda (senkron çalışan) şekil 2.10.'daki şemalara göre gerçekleştirilen "adım adım" çalışan taşıyıcılar kullanılır:[2]

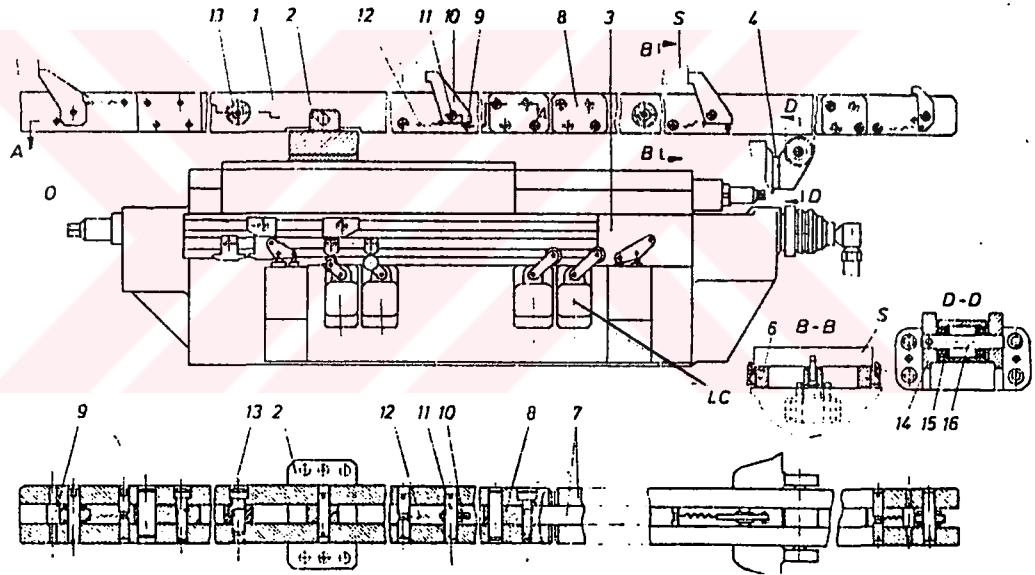
- maşalı taşıyıcı (şekil 2.10. d)
- iticiyi taşıyıcı (şekil 2.10. e)
- zincirli taşıyıcı (şekil 2.10. f)
- salınım tırnağı olan taşıyıcı (şekil 2.10. a)
- bayraklı taşıyıcı (şekil 2.10 b ve c)



Şekil 2.10. Otomatik senkron hatlarda kullanılan "adım adım" taşıyıcıları.

Prensip olarak salınım tırnağı olan taşıyıcı, üzerinde otomatik hattın işleme durağı sayısı kadar, mafsallı ve 4 numaralı yaylarla 1 numaralı tiye monte edilmiş bir seri tırnaklardan meydana gelir. 1 tijinin sağa yer değiştirmesi ile, 2 numaralı yarımamüller 3 tırnaklar tarafından 5 rayları (gaydları) üzerinde itilmektedir. Yarımamülün bir sonraki işleme durağında tutturulması ile, tij sola doğru hareket ederek, tırnaklar yarımamüllerin altından geçmektedir. Taşıyıcı tijinin hareket adımı, tijin sola çekilmesinde, tırnakların, yarımamüllerin altından çıkmasını sağlayabilmesi açısından, işleme durakları arasındaki adımdan büyük olmalıdır. Şekil 2.11.'de salınım tırnaklı bir taşıyıcının çalışma çevriminin otomasyon ve tahrik sisteminin konstrüksiyonu görülmektedir. Böyle bir sistem 1 bandı, 4 kılavuzlama silindirleri, 5 yarımamüllerinin üzerinde yer

değiştirdiği 6 rayları (gaydlar), 5 yan kılavuzlama plakaları ve 3 numaralı tahrik sisteminden oluşur. Bant (konveyör bandı), aralarında 10 tırnaklarının 11 pernoları üzerinde monte edildiği iki plakadan (7) oluşur. Çalışma konumunda, tırnaklar, 9 dayamaları ile durdurularak, aynı zamanda 12 rayları ile de çekilmektedirler. 7 plakaları arasındaki uzaklık 13 ayar burçları ile ayarlanmaktadır. Taşıyıcı bant (konveyör bandı), aralarında 8 plakaları ile bağlanan halkalardan meydana gelir. Taşıyıcı bandın kılavuzlama silindirleri, 14 suportlarından ve 16 aksı rulmanları üzerinde monte edilmiş 15 silindirlerinden oluşur. Kılavuzlama silindirleri arasındaki uzaklık 1500 mm'yi geçmemelidir. Taşıyıcı bantı, 2 suptu yardımıyla M tahrik kızıağına bağlanmaktadır.[2]



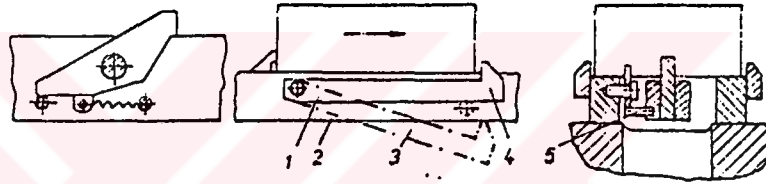
Şekil 2.11. Salınım tırnaklı bir adım adım taşıyıcının tahrik sistemi ve konstrüksiyonu.

Otomatik hat duraklarında, besleme çevrimi fazlarının otomatik kumandası, M kızıağına monte edilmiş O durdurucuları ile açılan-kapanan LC elektrik mikrosviçlerle gerçekleştirilir.

Kumanda ve konstrüksiyon açısından basit yapıda olmalarına karşın, salınım tırnaklı taşıyıcılar iki eksiklik göstermektedir. İlk eksiklik, alüminyum ve çelik parçaların

işlenmesinde ortaya çıkan talaşların yay sarımları arasına girerek, taşıyıcının normal çalışmasını engellemesinden ibarettir. Diğer bir dezavantaj ise, taşınan yarımamüllerin eylemsizliği sebebiyle, parçanın işleme durağında durdurma doğruluğu düşük olmasıdır. Bu nedenle, taşıma hızı sınırlandırma gereği ortaya çıkmaktadır.

İlk dezavantajın giderilmesi için, talaşların düşme tehlikesini azaltan, altta yerleştirilmiş yayları olan tırnak konstrüksiyonu yapılmaktadır (şekil 2.12. a). Yarımamüllerin işleme duraklarında tam olarak durdurulması için şekil 2.12. b'de gösterilen çözüm uygulanabilir. Burada 1 sınırlandırıcısı, 2 sabit plâkası üzerine monte edilir. Sınırlandırıcı kendi ağırlığı etkisinde 3 konumunda



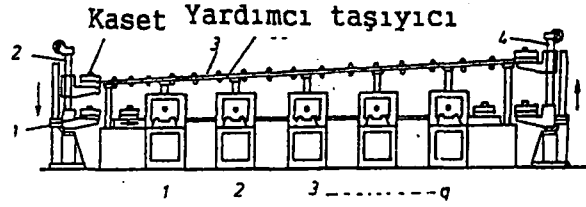
Şekil 2.12. Salınım tırnaklı taşıyıcıları için çeşitli konstrüksiyonlar.

durmaktadır. Taşıyıcı bandı üzerinde (5) pimi öngörülerek bunun yardımıyla, taşıyıcı adımının sonuna doğru, sınırlandırıcı 4 konumuna kaldırılmaktadır. Bu tip sınırlandırıcılar, yarımamül toleransları + 0.25 mm'yi geçmediği yerlerde uygulanır.

Bayraklı taşıyıcılarda, 1 tiji, aralarında 3 yarımamüllerini tutan, 2 bayraklarını taşımaktadır. Taşıma sırasında bayraklar şekildeki konuma sahip olup, tijin sola doğru hareketinde, bayraklar, tijin döndürülmesiyle yatay hale getirilir (şekil 2.10. b) veya 4 ve 5 suportlarının yardımıyla aşağı doğru çekilir (şekil 2.10. c).

Maşalı taşıyıcılar (şekil 2.10. d) paralel taşıyıcılı senkron hatlarda kullanılır. Bunlar şekil 2.5.'te gösterilen şemaya göre çalışmaktadır.

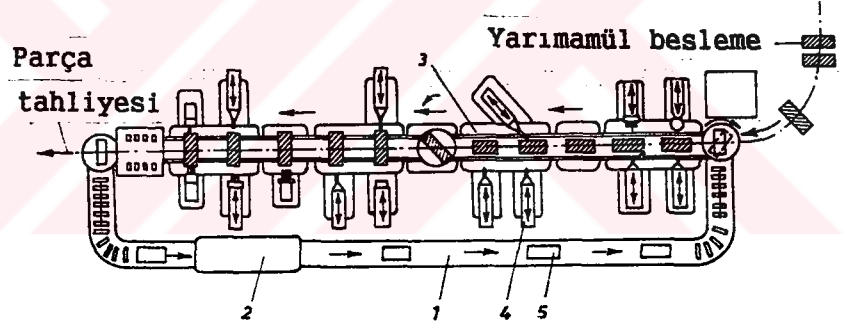
İticili taşıyıcılarda (şekil 2.10. e) 1 yarımamülleri, 3



Şekil 2.13. Hat üstünde yerleştirilmiş yardımcı taşıyıcılı otomatik hat.

tahrik tertibatıyla doğrusal hareket verilen 2 plâkaları üzerinde taşınır. Şekil 2.10. f'te ise, taşıma bir zincir yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Burada, 2 parçaları 1 zincir halkaları üzerinde yerleştirilerek taşıma yapılmaktadır.

Yukarda tanıtılan taşıma sistemleri, yarımamülün bir yerleştirme yüzeyi ve kılavuzlanması sağlandığı, yan yüzeylere sahip olduğu hallerde uygulanmaktadır (bazı parça örnekleri: motor blokları, motor kapağı, çeşitli kapaklar v.s.).



Şekil 2.14. Yardımcı taşıyıcının otomatik hat düzlemi içinde yerleştirilmesi.

Otomatik hatlarda işlenen çoğu parçalar (pistonlar, biyeller, krank milleri v.s.) raylar, gaydlar üzerinde serbest bir yerdeğiştirmeye imkân tanımaz. Böyle parçaların işleme duraklarında merkezlenmesi ve taşınmasını sağlamak için, yarımamüllerin sabiteleştirildiği, yerleştirildiği çeşitli ek tertibatlar kullanılır. Ek tutturma tertibatı veya diğer bir deyimle kasetin, tekrar hat başına getirilebilmesi için yardımcı bir taşıyıcı gereğini beraberinde

getirmektedir. Yardımcı taşıyıcı, hattın işleme durakları altına, otomatik hattın bulunduğu düzlemde ve bununla paralel veya hat üstünde yerleştirilebilir.

Hat üstünde yerleştirilmiş yardımcı taşıyıcı çözümü şekil 2.13.'te gösterilmektedir. Bu çözümde yardımcı taşıyıcı üzerindeki kasetlerin ana taşıyıcı üzerinde geçmesi ve tersi 2 ve 4 aktarma tertibatları yardımıyla yapılmaktadır. Bu çözümün avantajı, otomatik hata göre ek yer gerekliliği duymamasıdır. Yardımcı taşıyıcının, otomatik hattın bulunduğu düzlemde yerleştirilmesi en uygun çözümlerden biridir (şekil 2.14.). Bu durumda 1 yardımcı taşıyıcısı (konveyör) üzerindeki 5 tertibatlarının temizlenmesi için kolaylıkla bir durak (istasyon) 2 yerleştirilebilir.

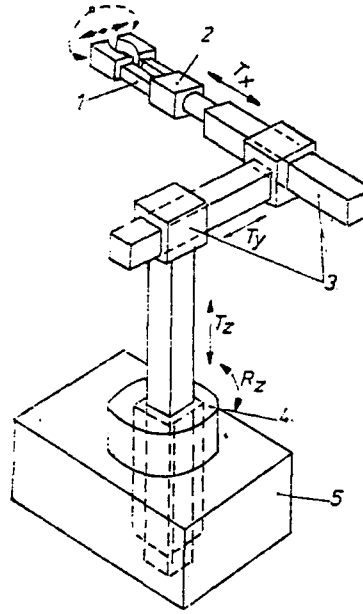
2.7.2. OTOMATİK HATLARIN BESLEME İŞLEMİNDE SANAYİ ROBOTLARININ KULLANIMI

Sanayi robotları değişken programlı, bağımsız (otonom) ve otomatik çalışan, temel ve yardımcı imalat operasyonlarının gerçekleştirilmesi için insanın bazı düşünme ve hareket fonksiyonlarını taklit (kopya) eden, değişken programlı bir işleyicidir (maniplatör).[2]

Bu tür yapıtlar değişik ardışık maniplasyon, işleme operasyonları gerçekleştirebilirler. Bu esneklik, programlanabilme özelliklerinden ve yeterli sayıda serbestlik derecesine sahip olmalarından ileri gelmektedir.

Sanayi robotlarının, fonksiyonlarını yerine getirmesi için, strüktürlerinde birbirinden ayrı 3 bileşeni olmalıdır: -çalışma uzayı içinde, parçanın tutturulması ve hareket etmesini sağlayan, mekanik sistem -kumanda ve programlama sistemi -maniplasyonun yer aldığı çevre hakkında ve tutulan (maniple edilen) parçanın durumu ve konumu hakkında bilgi toplayan sezgi (sensör) elemanları sistemi.

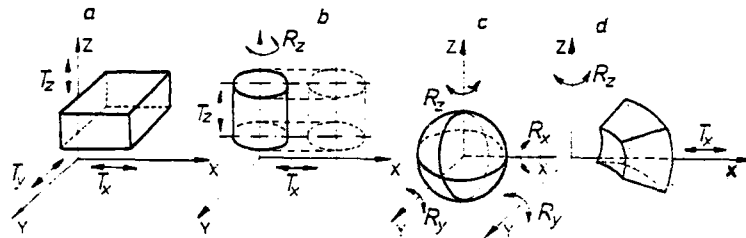
Sanayi robotlarının mekanik sistemi şekil 2.15.'te



Şekil 2.15. Bir sanayi robotunun mekanik sistemi.

gösterilen eleman gruplarından meydana gelir: tutma çeneleri 1 (el parmakları), el 2, mekanik kol 3, tabla (kızak) 4 ve suport 5.

Çeneler arasında tutulan parçanın, uzayda bir noktadan diğerine yerdeğiştirmesi teorik olarak, uzayda bir cismin konumunu belirleyen 6 koordinatın değişimi ile gerçekleşir. Gerçekte ise sanayi robotlarının çoğunun serbestlik derecesi sayısı 3 - 4 değerini geçmez (6 eksenli özel robotlarda vardır).



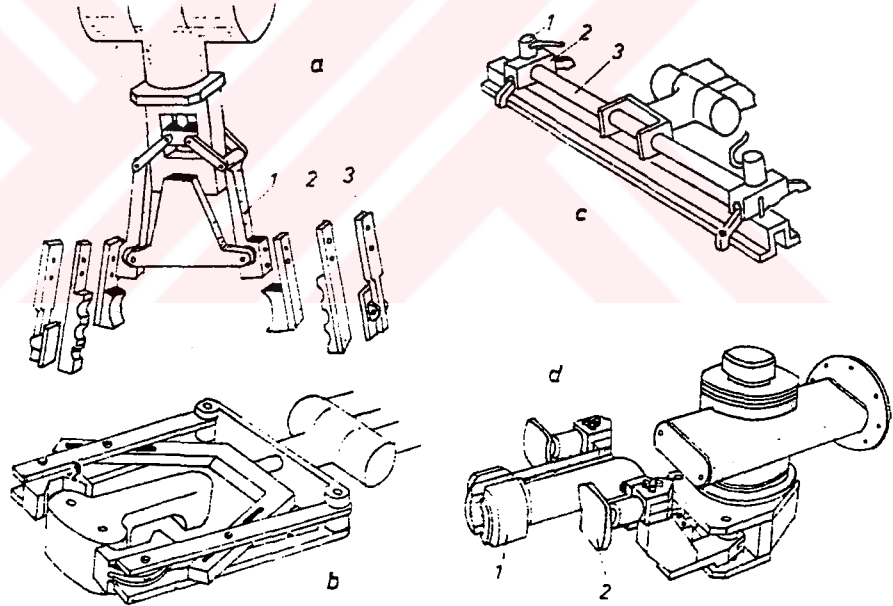
Şekil 2.16. Endüstriyel robotlarının çalışma uzayları.

3 serbestlik derecesini belirleyen hareketlere bağlı olarak robotun çalışma uzayı (tutma çenelerinin tüm konumlarını çevreleyen yüzeylerin arasında kalan hacim): dikdörtgenler prizması (şekil 2.16.a), silindirik (şekil

2.16.b) ve küresel (şekil 2.16.c ve d) olabilir. Şekil 2.15.'te görülen robot 4 serbestlik derecesine sahiptir.

Sanayi robotunun tutma çeneleri değişik malzeme, kütle, gabari veya konfigürasyondaki parçalarını tutma olanağı sağlamalıdır. Bu şartı yerine getirmesi için, robotun değişik konstrüksiyondaki, değiştirilebilir birkaç tutma çenesi olmalıdır. Takım tezgâhlarının besleme, yükleme işleminde kullanılan tutma çeneleri 2 - 5 parmaklı mekanik (şekil 2.17.), pnömatik (şekil 2.18.) ve elektromagnetik'tir (şekil 2.19.).

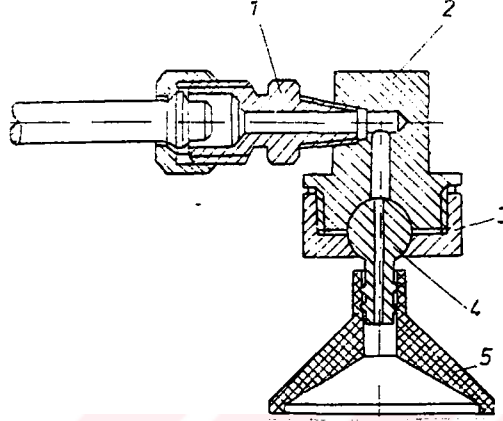
Şekil 2.17.a'daki tutma çenelerinde 1, 2 ve 3 değiştirilebilen parmaklar öngörülmüştür. Ağır parçaların tutulması için şekil 2.17.b'deki tutma çeneleri, uzun parçaların tutulmasında ise şekil 2.17.c'deki tutma tertibatı kullanılmaktadır. Dişli çark tipi parçalarda şekil 2.17.d'deki tutturma tertibatı uygulanmaktadır.



Şekil 2.17. Endüstriyel robotlarının mekanik tutma çeneleri.

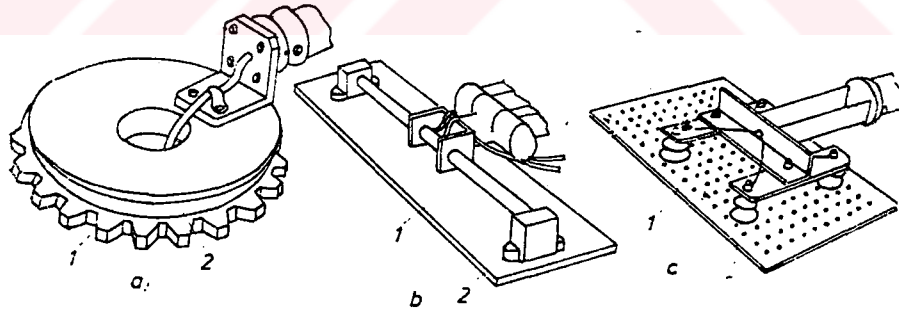
Bir sanayi robotu bir, iki veya üç tezgâhın yükleme, besleme işleminde kullanılabildiği gibi takım tezgâhların oluşturduğu otomatik hatların içine entegre edilebilir. Şekil 2.20.'de 3 işleme ve 1 besleme durağı olan

bir makina grubunun 4 robotu ile entegrasyonu görülmektedir. Robot 1 deposundaki yarımamülleri alarak işlenmelerinden sonra işlenmiş parçaları 3 deposuna iletmektedir. Şekil 2.21.'deki şemada 1 ve 4 otomatik tornalarda çalışan 5 robotu görülmektedir. Burda yarımamül ve işlenmiş parçalar depoları 2 ve 3 ile not edilmiştir.



Şekil 2.18. Pnömatik tutma tertibatları.

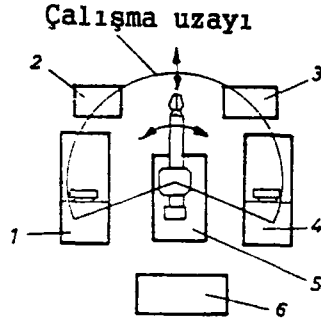
Otomatik hatlarda iş yapan robotların çalışma şekli 2.22. ve 2.23.'te tanıtılmaktadır. Şekil 2.22.'deki otomatik hattın 4 çalışma durağı vardır: 3, 11, 14 ve 15. Hatta, hat boyunca 5 rayları üzerinde hareket eden 7 mobil robotu ve 2, 12 sabit robotları iş yapmaktadır.



Şekil 2.19. Elektromagnetik tutma tertibatları.

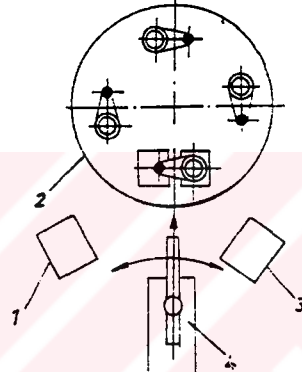
Yarımamüller 4 deposundan alınarak, işlendikten sonra 8 ve 10 işlenmiş parça depolarında biriktirilmektedir. 6 ve 9 tertibatları, yarımamül konumunun değiştirilmesi için kullanılır. 1 ve 13 panolarından robotların kumandası sağlanmaktadır.

Şekil 2.23.'te, 3 ve 8 hareketli robotların iş yaptığı



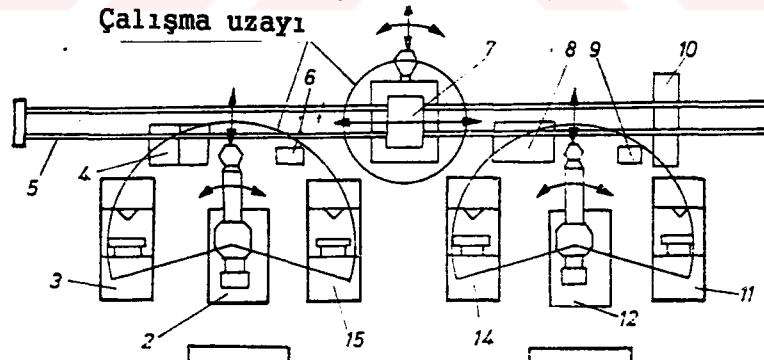
Şekil 2.21. Robotlu otomatik tornalar.

bir hat görülmektedir. Bu robotların ilki yarımamülleri 2



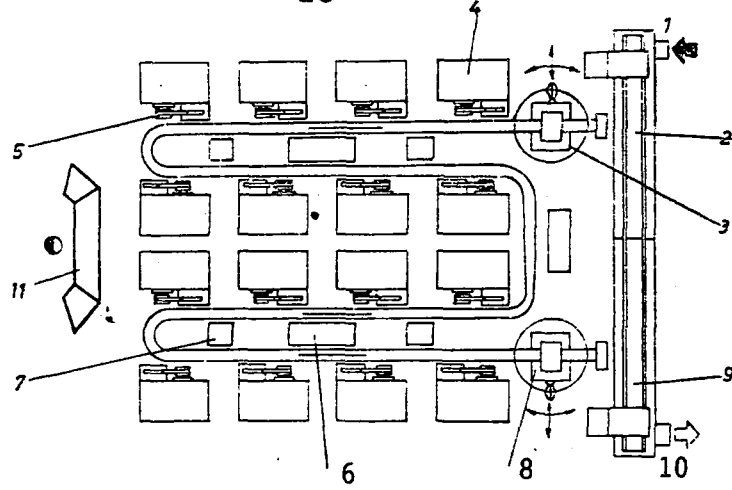
Şekil 2.20. Bir sanayi robotu.

rafından alarak, ikincisi işlenmiş parçaları hattan tahliye



Şekil 2.22. Sabit robotlu bir otomatik hat.

ederek 9 rafına götürmektedir. Hattın işleme duraklarının her birine, parçaları mobıl robottan alıp makina tablası üzerine yerleştiren, bir mekanik kol öngörölmüşür. Hat



Şekil 2.23. Mobil robotlu bir otomatik hat

üzerinde aynı zamanda tampon yarımamül depoları 6, parçanın konumunu değiştiren mekanizmalar 7 ve kumanda yeri 11 bulunmaktadır.[2]

2.7.3. PARÇA YERLEŞTİRME VE SABİTLEŞTİRME TERTİBATLARININ KONSTRÜKSİYONU

Bir otomatik hattın her işleme konumunda, işlemede istenilen doğruluğu sağlamak için, yarımamülü belirli bir kuvvette yerleştirmek ve sıkıştırmak gereklidir.

Esnek bağlı olan veya paralel taşıyıcılı senkron otomatik hatlarda her işleme durağına (tezgâh) özel tutturma tertibatları öngörülmüştür. Bu tertibatların konstrüksiyonu makina tipine bağlıdır.

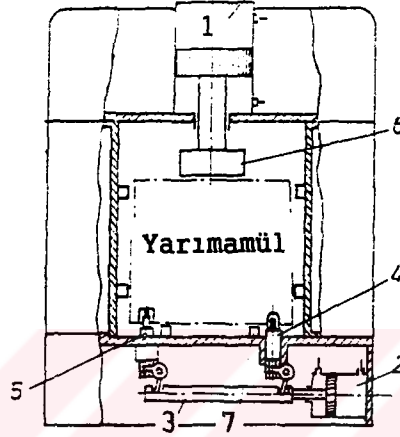
Direkt taşıyıcılı senkron otomatik hatlarda yarımamülün işleme durağında yerleştirilmesi ve sıkıştırılması özel tertibatlarla gerçekleştirilmektedir.

Bu tertibatlar, yapısında parçanın işleme durağında yüksek doğrulukta konumlandırılmasına yardım eden merkezleme pimleri gibi bazı hareketli elemanlar ve parça sıkıştırma elemanları bulunur. Yarımamülün boyut ve konfigürasyonuna bağlı olarak çeşitli tertibat konstrüksiyonları vardır.

Yarımamülün merkezleme, sıkıştırma ve taşıma operasyonu ile iş kafalarının işleme duraklarından çekilmesi arasında sıkı bir bağımlılık olmalıdır. Bu bağımlılık otomatik hattın

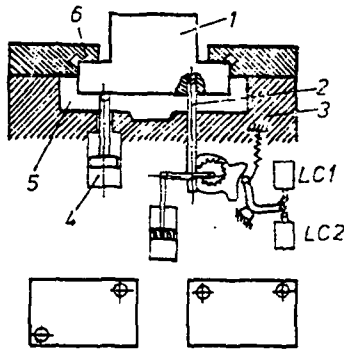
tahrik ve kumanda elemanları tarafından sağlanır.

Sıkıştırma kuvvetinin parça üst yüzeyine etki etmesi halinde şekil 2.24.'teki tertibat kullanılabilir. Bu tertibatta 6 sıkıştırma elemanı 1 hidrolik piston silindir tarafından itilerek, 4 ve 5 merkezleme pimleri bazı mafsallı kaldıraçlar vasıtasıyla 2 kuvvet elemanından hareket almaktadır. Parçaların dayama ve kılavuzlanması, dayama plakası veya perno olabilen 7 elemanları ile sağlanmaktadır.



Şekil 2.24. Parça yerleştirme ve sabitleştirme tertibatı.

Yarımamülün üst yüzeyi serbest olması gerektiğinde şekil 2.25.'teki gibi sıkıştırma aşağıdan yapılmaktadır. Bu



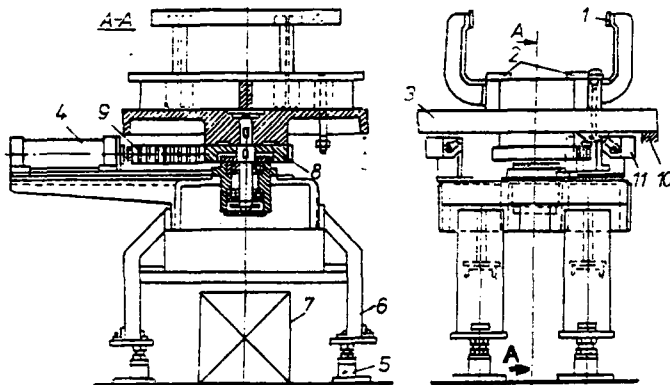
Şekil 2.25. Alttan etkili tutturma tertibatı.

şekildeki tertibatta parçanın yönlendirilmesi 2 pimleri ile gerçekleştirilerek, sıkıştırılması 4 hidrolik piston silindir sistemi, dayaması ise 6 dayamaları ile sağlanmaktadır. Merkezleme delikleri, parçanın aynı kenarı veya köşegeni üzerinde olabilir.

2.7.4. OTOMATİK HAT ÜZERİNDE PARÇA KONUMUNUN DEĞİŞTİRME TERTİBATLARININ KONSTRÜKSİYONU

Senkron otomatik hatlar üzerinde yapılan işlemlerde, bazen yarımamülün birçok yüzeyinde işleme olanağı sağlamak için, parçanın konumu değiştirme gerekliliği sık sık ortaya çıkmaktadır. Parçanın konum değişimi yatay veya düşey düzlemde döndürmek, kaldırmak, eğimli hale getirmek veya ilk konuma göre yerdeğiştirmek suretiyle sağlanabilir.

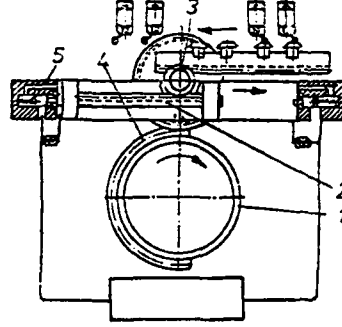
Parçanın yatay düzlemde döndürülmesi için döner tablalar kullanılır. Şekil 2.26.'da gösterilen böyle bir tablada parça 1 kılavuzları arasına alınarak 2 dayamaları üzerinde yerleştirilmektedir. 3 tablasının döndürülmesi 4 hidrolik piston silindir sistemiyle tahrik edilen 9 kremayeri ve 8 dişli çarkı ile gerçekleşmektedir. Tablanın yüksekliği 5 krikoları ve 6 suport ayakları ile ayarlanmaktadır. 7 konveyörü ise talaş tahliyesinde kullanılmaktadır.



Şekil 2.26. Parçanın yatay düzlemde döndürülmesi için döner tabla.

Yarımamüllerin düşey düzlemde döndürülmesi çeşitli

konstrüsiyondaki döner tamburlarla yapılır. Şekil 2.27.'de böyle bir tamburun hidrokinematik şeması görülmektedir. 1 tamburu, 5 kremayer tijli silindir ile tahrik edilen 3 dişlileri ve 4 dişli sektörü tarafından döndürülür. Tamburun, konum sınırlama pernolarına varmadan önce, frenlenmesi hidrolik piston silindir sistemi uçlarındaki amortisörlerle sağlanır.[2]



Şekil 2.27. Parçanın düşey döndürülmesi için tambur.

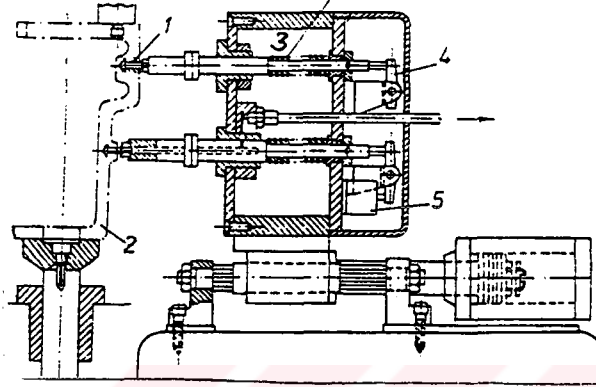
2.7.5. OTOMATİK HATTINDAKİ KONTROL DURAKLARININ KONSTRÜKSİYONU

Parçaların otomatik hatta istenilen doğrulukta işlenebilmesi için, hattın çeşitli noktalarında kontrol durakları yerleştirilmektedir. Bu duraklarda parçanın çapı, delik derinlikleri, fatura boyutları, talaş kaldırma takımının kesme ucunun bütünlüğü veya işlenen parça ile tutturma tertibatının oturma (baz) elemanları arasındaki boşluk kontrol edilebilir.

Kontrol operasyonlarının gerçekleştirildiği duraklarda, optimum kontrol şartlarının sağlanması için işleme operasyonları yapılmamalıdır.

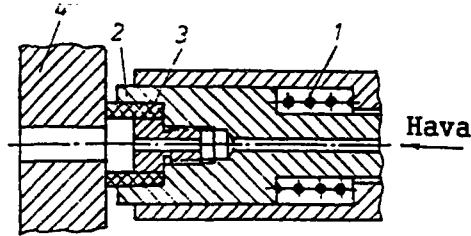
Kör deliklerinin kontrolunda temas sezgi elemanları olan kontrol kafaları ile gerçekleştirilir (şekil 2.28.). Bu kontrol kafaları 2 parçasının deliklerine girebilen 1 yoklama

uçları ile donatılmıştır. 2 parçasının merkezleme ve sabitleştirilmesi (tutturulması) aynı işleme duraklarında olduğu gibi yapılmaktadır. Kontrol kafasının yerleştirildiği kızıağın yerdeğiştirme miktarı (stroku) kontrol edilen deliklerin uzunluğuna bağlıdır. Yerdeğiştirme miktarı ayarlanabilen bir tamponla sınırlandırılmaktadır. Kontrol



Şekil 2.28. Otomatik hatlar için otomatik kontrol kafası.

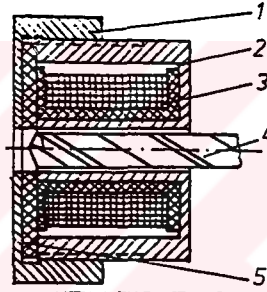
edilen deliğin derinliği uygun olmadığı taktirde sözkonusu yoklama ucu strokunu tamamlamadan, 4 mafsallı kaldırma mekanizması üzerinden, hareket 5 elektrik sınırlandırıcısına iletilecektir. Bunun sonucunda hata sinyal sistemi devreye girecektir. Kontrol kafasının sağa doğru çekilme hareketinde 1 yoklama uçları, 3 yayları etkisinde yeniden ilk konuma getirilir. Böyle bir kontrol durağı deliklerde vida açma işleminin gerçekleştirildiği işleme durağından önce düşünülebilir.



Şekil 2.29. Pnömatik kontrol kafası.

5 mm'den küçük çapta deliklerin kontrolünde, kontrol

tijlerinin bu çapta düşük rijitleklerinden dolayı kullanımı mümkün olmadığından, pnömatik metod kullanılabilir. Bu metodla, deliğin olup olmadığı basınç röleleri yardımıyla tespit edilir. Böyle bir tertibatın kontrol kafası (şekil 2.29.) 4 yarımamülüne, 3 kauçuk burcu vasıtasıyla, dayanan 2 burcundan meydana gelir. Basma kuvveti 1 yayı ile sınırlandırılmaktadır. Yarımamüldeki delik doğru işlenmemiş veya bulunmadığı taktirde, sistemdeki basınç artarak basınç rölesine giriş sinyali verilmektedir. Bu durumda basınç rölesinin çıkış sinyali önceki işleme durağının veya hattın durdurulmasında kullanılmaktadır. Bazı otomatik hatlarda talaş kaldırma takımının bütünlüğünün kontrolu gerçekleştirilmektedir. Bu işlemde indüksiyon sezgi elemanları kullanılmaktadır (şekil 2.30.). Sezgi elemanı 2



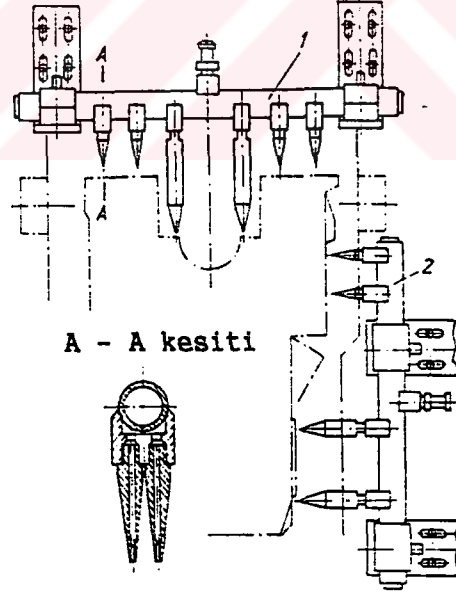
Şekil 2.30. indüktif kafa.

çelik gövdesi içinde bulunan 3 bobininden meydana gelmektedir. Bobin aynı zamanda 1 flanşı ve 5 izolasyon burcu ile sabitleştirilmektedir. Bobin bir indüksiyon köprüsü şemasında yer almaktadır. Matkap izolasyon burcu içinde olduğunda, bobinin meydana getirdiği manyetik akı devresi matkap üzerinden kapanarak, bobin endüktansının artmasına neden olur ve bunun sonucu olarak köprü dengelenir. Matkabin körelmesi halinde bobinin endüktansı aniden değişerek köprü dengesinin bozulmasına ve dolayısıyla bir rölenin kumanda edilmesine neden olur. Sonuç olarak hat durdurulur.

2.7.6. OTOMATİK HATLARDAKİ TALAŞ TAHLİYE SİSTEMLERİNİN KONSTRÜKSİYONU

Otomatik hatların projelendirilmesinde karşılaşılan en büyük ve karmaşık problemlerden biri talaşların tahliyesi teşkil etmektedir. Problemin tanımlanmasına gelince: makinanın çalışma alanı içindeki, yerleştirme ve sıkıştırma (sabitleştirme) yüzeylerindeki talaşların uzaklaştırılması. Benzer olarak hattaki talaşların toplanması ve tahliyesi sorunu gözönünde tutulmalıdır. Bu problemlerin çözümü için aşağıdaki şartlar yerine getirilmelidir:

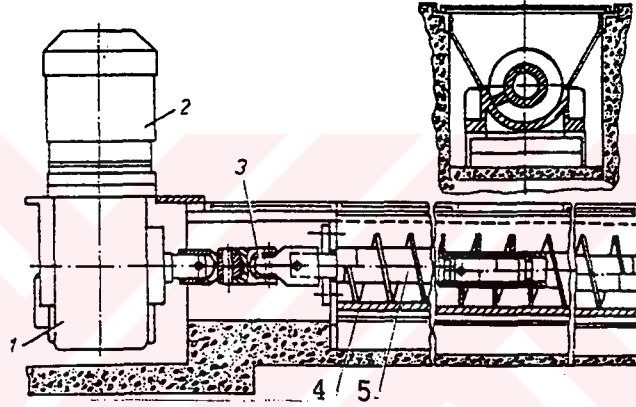
- Takım geometrisi öyle seçilmeli ki parçalanmış talaş elde edilsin veya talaş kırma özel tertibatları ile talaş kırılmasına gidilsin.
- İşleme sırasında elde edilen talaşların tahliyesini engellemeyen parça tutturma tertibatlarının konstrüksiyonu.
- Hat boyunca bazı parça devirme veya titreşim tertibatlarının hat'a dahil edilmesi.
- Hat strüktürüne, bazı basınçlı hava veya sıvı jeti tertibatları ve hava üfleme temizleme durakları dahil edilmesi.



Şekil 2.31. Bir otomatik hatta parçaların talaştan temizleme sistemi.

- Talaşın toplanması ve talaş kasasına taşınması için bir taşıyıcının hat'a dahil edilmesi.

Gövde deliklerinin basınçlı hava ile temizlenmesini sağlayan bir sistem şekil 2.31.'de görülmektedir. Bu sistemde, havanın parçadaki deliklere gelmesini sağlayan lüleli dağıtıcılar (1 ve 2) öngörülmüştür. Otomatik hattaki talaşların tahliyesi bantlı konveyörler veya sonsuz vida taşıyıcıları yardımıyla yapılmaktadır (şekil 2.32.). Bu tür taşıyıcılar 4 kapalı gövdesi içine alınmış 5 sonsuz vidası, 2 tahrik elektrik motoru, 1 redüktörü ve 3 kaplininden oluşur. Her iki tip taşıyıcı'da otomatik hattın altına yerleştirilir.



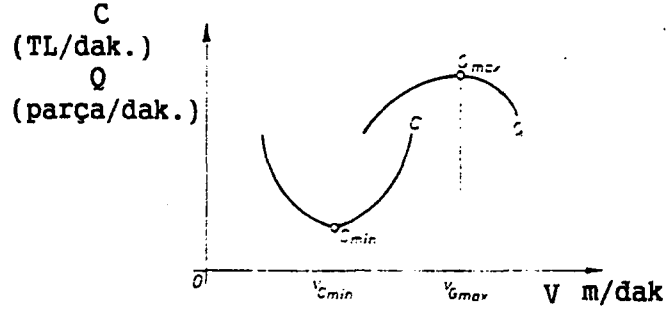
Şekil 2.32. Sonsuz vida talaş taşıyıcı.

2.8. OTOMATİK HAT VE TAKIM TEZGAH GRUPLARININ PROJELENDİRİLMESİNDE TEORİK PROBLEMLER

2.8.1. TEKNOLOJİK PROSESİN OPTİMUM ÇÖZÜM SEÇİMİ

Otomatik hatların ve makina gruplarının projelendirilmesinde en önemli adım, parça işleme teknolojik prosesinin optimum çözümünün hazırlanmasıdır. İşleme teknolojik yöntem ve metotlarının çeşitliliği, işleme ve boşta ilerleme boylarının büyüklüğü, talaş kaldırma faktörleri ve parametreleri birçok teknolojik proses

çözümünün hazırlanabilmesine yol açmaktadır. Bunların içinde, gerçek teknik-ekonomik imalat şartlarında, biri minimum işleme maliyeti sağlarken bir diğeri maksimum produktiviteyi getirecektir (şekil 2.33.).



Şekil 2.33. Kesme hızına bağlı produktivite ve maliyet değişimi.

Teknolojik prosesin optimum çözümünün kabulünde aşağıdaki adımlardan geçilir:

Karşılaştırma kriterinin tespiti, karşılaştırma büyüklüklerinin hesabı, karşılaştırma büyüklüklerinin hesap değerlerini baz alarak çözümlerin karşılaştırılması, optimum çözümünün seçimi. Karşılaştırılabilen çözümler için gerçek karşılaştırma şartları: eşit üretim hacmi, benzer organizasyon, yakın teknik donanım.[2]

2.8.2. OPTİMUM OPERASYON YOĞUNLAŞTIRMA DERECEŚİNİN HESABI VE OTOMATİK HAT, TAKIM TEZGÂH GRUPLARININ BİLEŞİM STRÜKTÜRÜ ŞEMALARININ SEÇİMİ

Yüksek operasyon yoğunlaştırma derecesine sahip teknolojik proseslerin hazırlanması her zaman seri ve kitle imalat teknolojisinin gelişmesinde katkıda bulunmuştur.

Tek takım tezgâh üzerinde operasyonların yoğunlaştırılması ile parçanın işleme birim zamanı önemli ölçüde düşürülürken, gerekli makina sayısı ve üretim alanı azalmaktadır. Aynı zamanda işleme produktivitesi artarken,

parça işleme maliyeti düşmektedir.

Operasyon yoğunlaştırma işlemi, takım tezgâh grupları, otomatik hat ve işleme merkezlerinin gelişmesini direkt olarak etkilemektedir.

Optimum operasyon yoğunlaştırma derecesi otomatik hat projelendirme işleminden önce hesaplanarak, bir takım tezgâh sistemi üzerinde yoğunlaştırılacak optimum ve rasyonel operasyon sayısı tespiti ve hattın bileşim strüktürü şeması seçimi amaçlanmaktadır.

Tezgâh sistemlerinin bileşim strüktürü şemaları operasyon yoğunlaştırma sınırsız imkânları gibi çok çeşitlidir. Teknolojik safhaların sayısı, sıralamasına ve yoğunlaştırma derecesine göre makina sistemleri üç gruba ayrılmaktadır: I, II ve III derecesinde operasyon yoğunlaştırması olan sistemler. Her grubun içinde, teknolojik safhalar aşağıdaki gibi düzenlenerek gerçekleştirilebilir: ardışık (seri halde), aynı zamanda veya simultane (paralel halde) ve simultane - ardışık (paralel - seri halde) (Tablo A.1.).[2]

CI grubunun başlıca özelliği, parçanın bir işleme durağında işlenmesidir. CI yoğunlaştırma şekilleri, aynı parçanın işleme safhalarının düzenlemesi ve sıralaması ile belirlenir.

Bir parçanın aynı yüzeyi, tezgâhın birçok işleme yönüne göre endeksli bir tabla üzerinde, ardışık, bir revolver kafasına sabitleştirilen değişik takımlarla bir işleme yönüne göre ardışık işlenmesi veya her iki işleme şeklinin birleştirilmesi ile I derece - CIS temel operasyonların seri veya ardışık yoğunlaştırılması meydana getirilir.

Bir parçanın bir veya birden fazla yüzeyinin aynı zamanda birçok işleme yönüne göre işlenmesi halinde temel operasyonların aynı zamanda olan (simultane) veya paralel I dereceden - CIP yoğunlaştırılması gerçekleştirilir.

Değişik yönlerle göre ardışık işlenen birçok yüzeyin paralel halde işlemelerin veya bir işleme yönüne göre her yüzeyin ardışık işlenmesi ile birçok işleme yönüne göre yapılan simultane işlemenin birleşimi simultane - ardışık,

seri - paralel veya karışık I dereceden - CIPS, temel operasyonların yoğunlaştırmasına yol açar.

II dereceden CII operasyonlarının yoğunlaştırılması, bir tezgâh sistemindeki birkaç işleme durağının birleştirilmesi ile gerçekleşir. Burada her işleme durağı CI yoğunlaştırma derecesine sahiptir.

Çok duraklı işleme halinde teknolojik safhaların birleşimi ardışık, simultane veya karışık yapılabilir. Bu halde oluşan yoğunlaştırma şekilleri, parça taşıma yörüngesi formuna bağlı olarak, yatay veya düşey düzlemde kapalı çerçeve içinde (çokgen veya daire şeklinde) lineer olan ve iki metoda göre birleştirilen, tezgâh grupları konstrüksiyonları meydana gelir.

Parçanın birden fazla işleme durağında ardışık işlenmesi II dereceden CIIS seri yoğunlaştırmasını oluşturur. CIIS yoğunlaştırmasının ardışık şekli, endeksli tablaları olan çok duraklı makina grupları ve seri gruplandırılmış otomatik hat sektörleri gibi davranış gösterir.

CIIP paralel yoğunlaştırma şekli, her durakta aynı operasyonların yapılması ile, çok işleme durakları olan tezgâhlarda gerçekleştirilebilir.

Bir karmaşık tezgâh sistemi içinde CII yoğunlaştırma derecesine sahip, birden fazla çok duraklı makina gruplarının veya otomatik hat sektörlerinin birleştirilmesi ile III dereceden yoğunlaştırma - CIII elde edilir.

CIIS yoğunlaştırma şekli, parça depoları olan birkaç hat sektörünün ardışık bağlanması veya birkaç çok duraklı tezgâhların aralarında ardışık bağlanması ile gerçekleştirilebilir.

Bağımsız çalışan birkaç otomatik hat sektörlerinin paralel gruplanması veya çok duraklı birkaç tezgâhın bir otomatik sistemde bağlanması ile CIII P paralel yoğunlaştırması meydana gelir.

Birkaç paralel çalışan hat sektörünün veya çok duraklı tezgâhının ardışık olarak bağlanması CIII PS şeklinin elde edilmesini mümkün kılar.

Bu sınıflandırmayı gözönünde tutarak her yoğunlaştırma şekli ve derecesi için mümkün olan tezgâh bileşim strüktürlerinin ana şemaları hazırlanabilir. Mümkün olan şemaların içinden bir strüktürel şemanın seçimi iki faktörün analizi gözönünde tutularak yapılır: parça konstrüksiyonu ve tezgâhtan istenilen produktivite. Parça konstrüksiyonu, burda yarımamülün boyutu, şekli, işleme yönü sayısı ve her işleme yönüne göre işlenecek yüzeylerin boyutu, şekli ve sayısı anlamına gelmektedir.

Parça ne kadar karışık ve istenilen üretim ne kadar fazla ise, optimizasyon kriterine uygun grup sistemlerinin bileşim strüktürü şemalarının bulunmasında o oranda dikkat edilmelidir (Tablo A.1.). Bileşim strüktürü şema seçenekleri içinden optimum olanı seçilmelidir. Mümkün olan maksimum seçenek sayısı içinden söz konusu optimum olanının seçilmesi yüksek iş hacmi gerektirecektir. Bunun azaltılması için optimum strüktürel şema seçeneğinin bulunduğu optimum alanının (domeninin) sınırlandırılması metodu kullanılır. Metodu bir örnekle inceliyelim:

Gövde şeklinde konvansiyonel parçaların işlenmesinde, A-E 6 işleme yönünün, her işleme yönünde 1 ile 3 arasında aynı şekilde olan yüzeyleri 3 safhada, a, b, c (örneğin delme, delik yüzeyi düzeltme, pah kırma) işlenmektedir. A.2. Tablosunda optimum bileşim strüktürü şemasının bulunduğu domenin sınırlandırma yöntemi görülmektedir. Eğer teknik ekonomik şartlar, kitle üretimde olduğu gibi, işlemenin tüm duraklarda mümkün maksimum sayıdaki takımlarla gerçekleştirilmesini öngörüyorsa parçanın tam işlenmesi için aşağıdakilerin yerine getirilmesi gerekir:

- CI derecesinde yoğunlaştırmaya göre, CIP ana şemasına uygun (Tablo A.1.) herbirinin 3 işleme yönü olan 6. tekduraklı (mono) tezgâh grubu;
- CII derecesinde yoğunlaştırmaya göre, CIIPS ana şemasına uygun (Tablo A.1.) 4 işleme duraklı, biri besleme durağı olmak suretiyle, iki işleme yönü olan 3 tezgâh grubu veya herbiri 5 duraklı, ilk durak besleme son durak tahliye için

kullanılmak süretiyle, iki işleme yönü olan 3 otomatik hat sektörü;

- CIII derecesinde yoğunlaştırma için CIIIS ana şemasına uygun (Tablo A.1.) herbirinin 2 işleme yönü olan 3 seri bağlı işleme durağından oluşmuş bir otomatik sistem.

Böyle bir otomatik hattın prodüktivitesi yeterli olmadığında CIIIPS strüktürel şeması veya parçanın boyutları imkân verdiği taktirde çokakışlı tek parçalı otomatik hat seçeneği CIIIP (Tablo A.1.) seçilebilir.

A.3. tablosu, A.1. tablosunda verilen tüm yoğunlaştırma derece ve şekilleri için, makina sistemlerinin analizinde karşılaştırma büyüklükleri olarak kullanılan parametrelerin hesap formüllerini vermektedir. Bu parametreler: çevrim zamanı ve takım değiştirme veya mekanizmaların gelişigüzel arıza yapması ile meydana gelen üretim kesilmeleri gözönünde tutularak belirlenen teorik ve hesap prodüktivitesi, işleme zamanı, tek akışlı ve tek parçalı seçeneği için, parça tam işleme maliyeti. Bir önceki tablonun formülleri, tezgâhların amortisman sürelerini hesaba katmamaktadır. Bu sebeple bu formüller önceki analiz adımlarında kullanılırken, kabul edilen strüktürel seçenekler normal amortisman süresini de geçen formüllerini'de içermektedir.

Bir tezgâh grubu veya otomatik hat üzerinde yoğunlaştırılan optimum temel operasyon sayısı seçimi aşağıdaki kriterlere göre yapılır: parçanın tam olarak işlenmesi için minimum süre, minimum işleme maliyeti, ek yatırımların amortisman süresi normalden küçük olması.

A.3. tablosunda kullanılan notasyonların anlamları:

T - çevrim süresi (t-teorik ve c-reel, hesap değeri); t_{re} - bir parçanın işleme zamanı; Q - prodüktivite (teorik ve reel); C_p - bir parçanın maliyeti; N_i - bir parçanın işlenmesi için gerekli tezgâh, makina sayısı; f_T - parça işleme safhalarının sayısı (takım sayısı); d - ardışık işleme yönlerinin sayısı; $P_H=d$ - endeksli tablanın durak sayısı; f_s - bir yüzey için ardışık safha sayısı; $P_{CR}=f_s$ - revolver kafasının konum sayısı; S - aynı zamanda işleme yapan takım

sayısı; t_1 - bir parça için toplam işleme zamanı; t_{gs} - hızlı yaklaşma, geri çekilme zamanı; T_s - takım sertliği; t_s - bir takım değiştirme ve ayar zamanı; t_f - parça çözme-sabitleştirme zamanı; t_t - duraklar arası taşıma zamanı; t_{rM} - endeksli tablanın dönme zamanı; t_{rCR} - revolver kafası endeksleme zamanı; D_{SR} - kaza sonucu oluşan kesilmelerden sonra işleme kapasitesinin eski haline gelmesi için geçen süre; η_r - planlı onarım sabiti; f_c - bir tezgâhta gerçekleştirilen bir işleme çevrimindeki teknolojik safhaların sayısı; $f_c = n_c$ - bir tezgâhtaki takım sayısı; $K_t = 1.15$ - kazanç düzeltme katsayısı; K_R - işletme harcamaları katsayısı; K_d - iş yapma katsayısı (1, 2, 3,...); R_d - dakikadaki ortalama kazanç; C_M - makinanın, tezgâhın yıllık amortismanı; P_d - yıllık parça üretim sayısı; f_p - makinada aynı zamanda gerçekleştirilebilen safha sayısı; n_R - döner makinaların devir sayısı (döner hatlar); P_1 - otomatik hat sektöründe veya tezgâh üzerindeki işleme durağı sayısı; n_{sp} - paralel gruplandırılmış bir otomatik hattın sektör sayısı; n_{ss} - seri gruplandırılmış; K_p - önceki üstüste sektör kayıplarının bir sonraki sektör kayıpları üzerine gelme katsayısı.[2]

Bir parçanın tam olarak işlenmesi için gerekli olan f_T teknolojik safha farz edilirse, o halde:

$$f_T = d \cdot S_d \cdot f_s \quad (2.1)$$

burda d - parça işleme yönlerinin sayısı, S_d ise her işleme yönüne göre işlenen yüzey sayısı. Bir somut parça için toplam teknolojik safha sayısı, her işleme yönüne göre yüzey sayısının ve parça işleme yön sayısının, herbir yüzeyin bir yönüne göre işlemek için gerekli safhaların toplamı olarak düşünülebilir:

$$f_T = \sum_{j=1}^d \sum_{i=1}^{S_d} f_{s_{i,j}} = n \quad (2.2)$$

burada n parça işlenmesi için gerekli takım sayısını temsil

etmektedir.

Çevrimin T_c reel süresi başlıca iki sınırlamaya tabi tutulmaktadır: takım değiştirmeden ileri gelen kesilmeler ve makina mekanizmaları ve çeşitli birleşme parçalarının arızalanması sonucu meydana gelen kesilmelerin ortadan kaldırılması. Her iki kesilme, makina üzerindeki takım sayısının artmasıyla artacak ve dolayısıyla tezgâh üzerindeki yoğunlaştırma derecesi sınırlandırılacak. Böylece çevrimin reel süresi,

$$T_c = T_t \cdot (1 + D_{SR}) + \sum_{i=1}^n t_{spi} \quad (2.3)$$

olacaktır. Burda D_{SR} tezgâhın yeniden aynı çalışma kapasitesine gelmesi için spesifik toplam süresidir (dakika onarım / dakika işleme). $\sum t_{spi}$ ise takım değiştirme için toplam zaman kayıplarıdır.

$$\sum_{i=1}^n t_{spi} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{si}}{z_i} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{li} \cdot t_{si}}{T_{si}} \quad (2.4)$$

Bu ifadede t_{si} - i takımının değiştirme zamanı; z_i - bir sertlik periyodunda i takımı ile işlenen parça sayısı; t_{li} - i takımının talaş kaldırma zamanı; T_{si} - i takımının sertliği.

Tezgâhın parça/saat olarak produktivitesi:

$$Q = 60 \frac{\eta_f}{T_c} \quad (2.5)$$

Ek veya minimum harcamaları olan yatırımların minimum amortisman süresinde verilen Q produktivitesini temin edecek yoğunlaştırma şekli en etkili olanıdır.

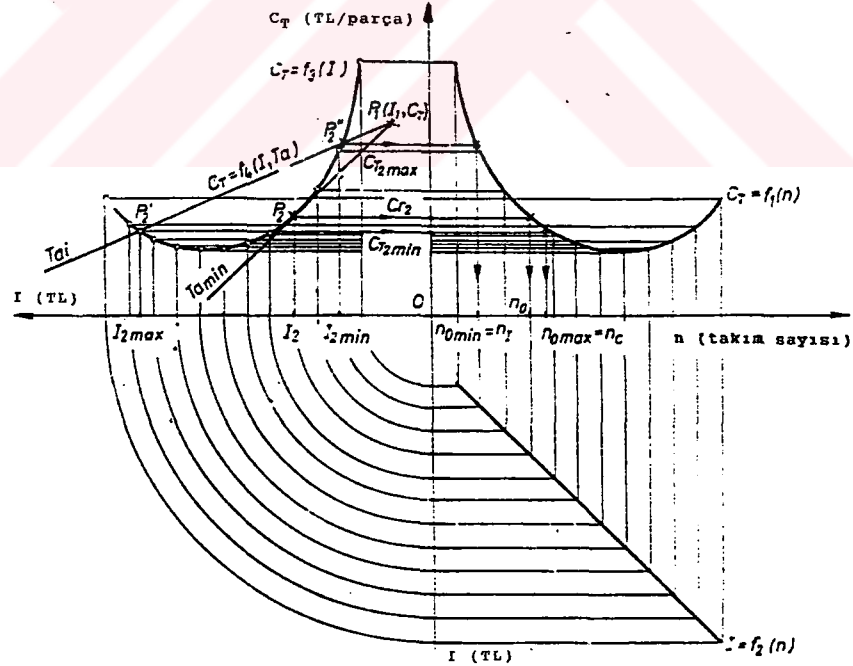
Tezgâh üzerinde takımların yoğunlaştırılmasına bağlı parça tam işleme maliyeti:

$$C_T = M + (k_r + k_R) \cdot \frac{t_{mc}}{k_d} \cdot R_m + \frac{\alpha_A}{P_a} + C_s \quad (2.6)$$

Bu bağıntıda M yarımamül maliyeti TL/parça; $t_{mc} = 60/Q_h$ - parça başına hesaplanmış işleme zamanı; m - bir parçanın işlenmesi

ile ilgili işçi sayısı; Q_h - parça/saat olarak prodüktivite; $\alpha_h = C_h = I/T_h$ - yardımcı ekipman ve tezgâhların yıllık amortisman değeri, TL/yıl olarak; I - ek yatırımlar, TL; T_h - yıl olarak amortisman süresi; P_a - yıllık üretim planı, parça/yıl; $C_s = S_{sa}/P_a$ - parça başına düşen takım fiyatları, TL/parça; C_{sa} ise - yıllık takım fiyatları, TL/yıl.

Parça başına minimum işleme maliyeti C_{Tmin} veya I yatırımlarının istenen T_{ai} amortisman süresini sağlayacak bir tezgâh üzerinde yoğunlaştırılmış toplam takım sayısı ile somutlaştırılan n_0 operasyonlarının optimum yoğunlaştırma derecesinin analitik hesabı çok zor olup, yüksek bir iş hacmi gerektirmektedir. Bu sebeple n_0 'ın tespiti grafik analitik bir metodla yapılır. A.3. tablosundaki formüllerin yardımıyla bir tezgâhta işlem yapan takım grubu içinden n takım sayısına bağlı olarak C_T parça işleme maliyeti hesaplanır. Yukarda anlatılanı matematiksel olarak ifade edecek olursak $C_T = f_1(n)$ (şekil 2.34.). Yoğunlaştırılmış n takım sayısına bağlı olarak, I tezgâh gruplarının fiyatı ile ilgili statistiki bilgilere dayanarak $I = f_2(n)$ grafiği çizilebilir.



Şekil 2.34. Operasyon optimum yoğunlaştırma derecesinin hesabında kullanılan diyagram.

$C_T = f_1(n)$ ve $I = f_2(n)$ denklem sisteminin grafik olarak çözümü ile n değişkeni yok edilerek $C_T = f_3(I)$ yatırım işleme fiyatı (maliyeti) bağıntısı elde edilir. İki bileşim strüktürel şema seçeneği kabul edilir. İlk seçenek I_1 yatırım gerektiren C_{T1} toplam işleme maliyeti elde ederken ikinci seçenek C_{T2} ve I_2 vermektedir. Her iki seçeneğinde istenilen T_a amortisman süresi olup, $C_{T1} > C_{T2}$ ve $I_2 > I_1$ dır.

iş prodüktivitesinin artma prensibine göre I_2 'nin kârlı olması için üretim maliyetinde bir tasarruf olmalıdır.

$$C_{T1} - C_{T2} \geq \frac{C_{M2}}{P_a} - \frac{C_{M1}}{P_a} = \frac{I_2 - I_1}{T_a \cdot P_a} \quad (2.7)$$

Burada C_{M1} , C_{M2} tezgâhların yıllık amortisman seviyeleridir, TL/yıl cinsinden; yukardaki ifadede

$$T_a \geq \frac{I_2 - I_1}{(C_{T1} - C_{T2}) \cdot P_a} \quad (2.8)$$

bağıntısı çıkartılabilir. 8 bağıntısı, bir seçenek yatırımının bir başkası ile karşılaştırılmasında, istenen amortisman süresi kriterini ifade etmektedir.

I seçeneğinin parametrelerini bilinen, II seçeneğinin parametreleri ise değişken büyüklükler olarak kabul edilirse 2.7 bağıntısından:

$$C_{T2} \geq -\frac{1}{T_a \cdot P_a} \cdot I_2 + \left(\frac{I_1}{T_a \cdot P_a} + C_{T1} \right) \quad (2.9)$$

bağıntısı elde edilir. Bu bağıntı $-1/T_a P_a$ eğimi ve $I_1/T_a P_a + C_{T1}$ orijininde ordinatı olan bir doğru denklemidir. 2.7 bağıntısını,

$$C_{T2} - C_{T1} = -\frac{1}{T_a \cdot P_a} \cdot (I_2 - I_1) \quad (2.10)$$

şekline getirilirse $(-1/T_a P_a)$ eğimli ve (I_1, C_{T1}) koordinatları olan noktasından geçen doğru denklemini ifade eder. $C_T = f_a(I, T_a)$ fonksiyonunu temsil eden 2.9 veya 2.10 doğrusu I seçeneğinin parametreleriyle eşit koordinatlı noktadan

geçerek (şekil 2.34.) $C_T = f_3(I)$ eğrisine göre değişik yerlerde bulunabilir. $T_{ai} < T_{amin}$ için iki eğri kesişmeyerek bu halde problemin çözümü olmamaktadır. Doğru (I_2, C_{T2}) koordinatlı noktada eğriye teğet gelerek problemin tek çözümü olmaktadır, T_{amin} .

Bir diğer halde ise doğru eğriyi iki farklı noktada, (I_{2max}, C_{T2min}) ve (I_{2min}, C_{T2max}) kesmektedir. Bu durumda problemin aynı T_{ai} için C_{T2min} veya I_{2min} şeklinde iki çözümü olmaktadır.

Teğet doğru halinde tek optimum takım sayısı, kesişen doğru halinde ise n_0 optimum yoğunlaştırma derecesi $n_0 \in [n_{0min}, n_{0max}]$ aralığında değişkendir. n_0 'ın aralık içinde seçimi istenilen duruma bağlıdır: eğer I_{min} isteniliyorsa $n_0 \rightarrow n_I$, C_{Tmin} istenildiğinde $n_0 \rightarrow n_c$ seçilmektedir. I_{min} kriteri kullanıldığında minimum harcamalar aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır; [2]

$$C_{Imin} = C_{Tmax} \cdot P_a + \frac{I_{min}}{T_a} \quad (2.11)$$

C_{Tmin} kullanılması halinde ise minimum harcamalar,

$$C_{cmin} = C_{Tmin} \cdot P_a + \frac{I_{max}}{T_a} \quad (2.12)$$

bağıntısı ile hesaplanır. Bunlardan n_I ve n_c elde edilir.

2.8.3. OTOMATİK HATLARIN PRODUKTİVİTESİ

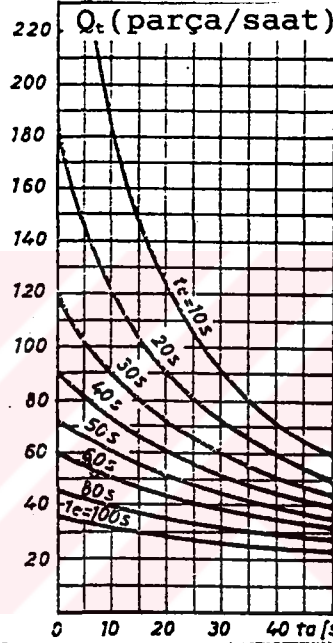
A. Senkron otomatik hatların produktivite hesabı.

Parça/dakika olarak ifade edilen teorik produktivite tezgâhın, tesisin % 100 çalışma verimi için elde edilebilir ve aşağıdaki bağıntı ile belirlenebilir;

$$Q_t = \frac{60}{T_t} = \frac{60}{t_1 + t_g + t_t} \quad (2.13)$$

$t_a = t_g + t_t$ yardımcı zamanı çevrimsel zaman kaybıdır. Şekil

2.35.'te değişik t_1 işleme zamanları için Q_t çevrim prodüktivitesinin t_a yardımcı zamanına göre değişimi görülmektedir. Grafikten görüldüğü gibi $t_1 = 30s$ ve $t_a = 6s$ için $Q_t = 100$ parça/saat, $t_1 = 30s$ ve $t_a = 4s$ için $Q_t = 50$ parça/saat dır. Burada t_a 'nın yaklaşık 7 kere artmasına karşılık, Q_t yarıya düşmektedir. t_a 'nın Q_t 'ye etkisi, bunun büyüklük olarak t_1 ile karşılaştırılabilir veya t_1 'den daha büyük hale geldiği zaman, hissedilebilir bir şekilde artmaktadır. Otomatik tezgâhın çalışmasında çevrim kayıpları olmadığı durumunda, produktivite sadece t_1 işleme kursları süresinden etkilenecektir.



Şekil 2.35. Ek zamanın çevrim prodüktivitesine bağımlılığını gösteren grafik.

Böyle bir verimlilik teknolojik prodüktivite adını taşıyarak benzer olarak parça/saat olarak ifade edilmektedir.

$$k = \frac{60}{t_1} \quad (2.14)$$

Çalışmada maksimum emniyetinin belirlediği bir çalışma süresinden sonra, tezgâh, planlı bir şekilde çalışma kapasitesini yeniden belirlemek için veya ortaya çıkan

arızalardan dolayı makina takım ve mekanizmaların koruyucu bakım ve onarımı için durdurulur. Bu sebeple çevrim dışı zaman kayıplarının artmasından dolayı produktivite düşecektir.

Çevrim dışı kayıplar iki büyük kategoriye ayrılır:

Takımların değiştirilmesi, önayarı ve ayarı ile ortaya çıkan toplam kayıplar Σt_{spi} ve makinanın çeşitli mekanizmalarının önayarı ve ayarı sebebiyle meydana gelen toplam kayıplar Σt_{Rj} . Bu kayıplar operasyon yoğunlaştırma derecesine bağlı olup otomatik makina gruplarının strüktürel oluşum seçeneklerinin verimliliği üzerine etki eder.

Konstrüksiyoncu projelendirme safhasında bu kayıpları hesaplayabilirse, çevrim dışı kayıplarını da kabul ederek makina grubunun prodüktivitesi hesaplanabilir. Böyle bir verimlilik konvansyonel olarak "hesap" prodüktivitesi adını alır:

$$Q_c = \frac{60}{T_t + \Sigma t_{spi} + \Sigma t_{Rj}} \quad (2.15)$$

Otomatik tezgâhların reel işletme şartlarında, yukarda bahsedilen çevrim dışı kayıpları yanında, aşağıda belirtilen organizasyon hatalarının sebep olduğu kayıplarda meydana gelebilir: yarımamül bulunmaması, enerji kesilmesi, işçinin sebep olduğu kayıplar vs. Reel üretim şartlarında bazı tezgâh veya makina sistemlerinin yükleme derecesi, bunların tam olarak yüklenmemesinden dolayı, düşüktür (%50..60 altında).

Organizasyondan meydana gelen değişik kayıplarının toplamı Σt_{OK} kabul edersek parça/saat olarak "reel" denilen prodüktivite hesaplanabilir;

$$Q_r = \frac{60}{T_t + \Sigma t_{spi} + \Sigma t_{Rj} + \Sigma t_{OK}} \quad (2.16)$$

Tüm kayıp kategorileri gözönüne alınırsa, $Q_r < Q_c < Q_t$ elde edilir. Otomatik hat konstrüktörü, çevrim süresindeki zaman kayıplarının neden olduğu Δk verimlilik kayıplarını, takım değiştirme ve tezgâh bakımının sebep olduğu ΔQ_t ve

organizasyondan dolayı ortaya çıkan ΔQ_c prodüktivite kayıplarının azaltılmasında teknik metodlar bularak böylece mümkün en yüksek reel prodüktivite Q_r elde etmeye çalışılmalıdır.

Otomatik tezgâhın işletme verimlilik derecesi kendi teknik yararlanma katsayısı belirlenir ve aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\eta_t = \frac{Q_c}{Q_t} \quad (2.17)$$

veya

$$\eta_t = \frac{T_t}{T_t + \sum t_{spi} + \sum t_{Rj}} = \frac{1}{1 + D_{SS} + D_{SR}} \quad (2.18)$$

burda D_{SS} tezgâhın durmadan bir dakikalık çalışmasında takım değiştirme ve ayar spesifik süresi, D_{SR} ise yine tezgâhın durmadan bir dakikalık çalışmasında tezgâhın ayar ve onarım spesifik süresidir. Bu durumda T_t bir parçaya denk gelen tezgâhın durmadan çalışma süresidir.

$$\frac{Q_r}{Q_t} = \eta_r \quad (2.19)$$

2.19 oranı otomatik tezgâhın toplam kullanma (yararlanma) katsayısı adını alacaktır. Bu katsayı tezgâhın, F zamanının ne kadarlık bir kısmında, çalıştığını gösterir.

$$\eta_r = \frac{T_t}{T_t + \sum t_{spi} + \sum t_{Rj} + \sum t_{OK}} = \frac{1}{1 + D_{SS} + D_{SR} + D_{SO}} \quad (2.20)$$

bağıntısında D_{SO} tezgâhın bir dakikalık çalışmasında organizasyondan dolayı ortaya çıkan kayıpların spesifik süresidir. Tezgâhın gerçek prodüktivitesi aşağıdaki gibi olacaktır:

$$Q_r = \frac{60/T_t}{(T_t + \sum t_{spi} + \sum t_{Rj} + \sum t_{OK})/T_t} = \frac{Q_t}{1 + S \cdot D_{SS} + D_{SR} + D_{SO}} \quad (2.21)$$

$t_{OK} = 0$ olduğunda $\eta_r = \eta_t$ ve $Q_r = Q_c$ dir.

2.8.4. OTOMATİK HATLARIN SEKTÖRLERE AYRILMASI VE DEPO KAPASİTELERİNİN PRODÜKTİVİTE ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Bilindiği gibi yarımamül depolarının bulunmasına bağlı olarak otomatik hatlar üç gruba ayrılır: a) deposuz; b) depolu ve duraklar arasında esnek bağları olan; c) bileşik bağlı.[2]

Tezgâhlar arasında rijit bağları olan ara deposuz otomatik hattın tüm istenilen üretimi sağladığı taktirde hattın sektörlerle ayrılması problemi ve parça depolarının kurulmasının pratik bir anlamı olmaz.

Bir senkron otomatik hattaki tezgâh sayısı ne kadar yüksekse hattın "dayanıklılığı" o oranda düşük olur. η_{di} ile otomatik hattaki i makina grubunun kullanılma (yararlanma) katsayısı ve D_{SRi} - makina grubunun onarım spesifik süresi ise tüm otomatik hat için;

$$\eta_{di} = \eta_{d1} \eta_{d2} \dots \eta_{di} \dots \eta_{dN_i} = \prod_{i=1}^{N_i} \eta_{di} \quad (2.22)$$

$$D_{SRi} = \sum_{i=1}^{N_i} D_{SRi} \quad (2.23)$$

Böylece, $\eta_{di} = 0.95$ olan rijit bağlı 10 tezgâhtan oluşmuş bir otomatik hatta, hattın kullanılma katsayısı $\eta_{di} = 0.95^{10} = 0.59$ olacaktır. $T_i = 0.5$ dakika ve bileşen her tezgâhın prodüktivitesi $Q_i = 60 \cdot 0.95 / 0.5 = 114$ parça/saat ise otomatik hattın prodüktivitesi $Q_1 = 60 \cdot 0.59 / 0.5 = 71$ parça/saat. Bu durumda hat prodüktivitesi her tezgâh verimliliğinin %62.5 değerindedir.

Çalışma sırasındaki kesilmeler (durmalar) sebebiyle meydana gelen yüksek prodüktivite kayıpları sonucu duraklar arasında rijit bağları olan otomatik hatlar 8 - 12 duraktan oluşturulmuştur. Bu sayı yalnız tezgâh ve diğer bileşen tesislerin dayanıklılığı artırıldığı zaman yükseltilebilir.

Rijit bağlı bir otomatik hattın istenilen üretimi

sağlamadığı taktirde sektörlerle bölünmelidir. Bu durumda optimum sektör sayısı, biriktirme depolarının yerleştirme yeri ve bunların biriktirme kapasiteleri belirlenmelidir. Biriktirme depolarının kapasitesi ile bir önceki sektörün çalışmaması durumunda, yarımamül telafisini sağlayacak parça rezervinin büyüklüğü kastedilmektedir. Limit olarak otomatik hattın sektör sayısı hattaki tezgâh sayısına eşit olabilir, böylece esnek bağlı hat elde edilir.

Önleyici bakım onarım için herbiri eşit iş hacmine gereksinim duyan, q sektör sayısına bölünen otomatik hat halinde, kesişen esnek bağlı tüm hat için,

$$D_{SRle} = \frac{D_{SRli} \gamma}{q} \quad (2.24)$$

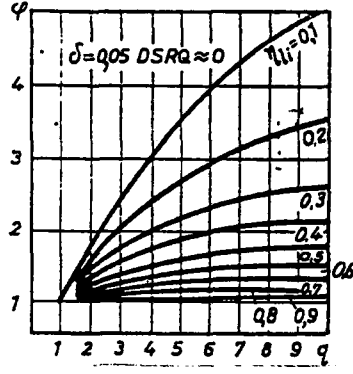
ifadesi vardır. Burda D_{SRle} esnek bağlı tüm hattın çalışmama durumlarını ortadan kaldırılması için gerektiren spesifik süresi; D_{SRlei} - durmuş hattın (sektörün) onarımı için gereken spesifik süre; γ - önceki tüm sektörlerin çalışmama durumlarının sonraki sektörlerin çalışma durumları ile üstüste gelme derecesini hesaba katan katsayı.

Bu durumda q sektörlerle bölünmüş otomatik hattın prodüktivite artışı aşağıdaki katsayı ile değerlendirilebilir:

$$\phi = \frac{\eta_{le}}{\eta_{li}} = \frac{1+D_{SRli}}{1+D_{SRle}} = \frac{1+D_{SRli}}{\frac{1+D_{SRli} \gamma}{q}} \quad (2.25)$$

Şekil 2.37.'de otomatik hat prodüktivitesinin relatif artışının ϕ , sektör sayısına q 'ye bağlı olarak değişimi, görülmektedir. Bu grafikte değişik sektör dayanıklılıkları η_{li} için değişimler görülmektedir.

Ara biriktirme depoları olmayan, tezgâhlar arası bağları rijit olan, söz konusu sektörlerde D_{SRa} , yaklaşık olarak sifıra eşit olmaktadır. Çok yüksek dayanıklılığı olan kesişen depolar için $D_{SRa} \approx 0$ dır. O halde η_{li} , bileşen sektörlerin dayanıklılıklarının artmasıyla hattın sektörlerle bölme verimliliği azalmaktadır. Prodüktivitenin relatif artış



Şekil 2.37. Çeşitli sektör dayanıklılıkları için $\varphi = f(q)$ grafiği.

katsayısının yaklaşık olarak sabit kaldığı sektör sayısı η_{li} 'nin artışı ile azalmaktadır.

0 halde blokajlı (durma durumları gösteren) otomatik hat ne kadar dayanıklı ise, hattın bölünmesi gereken optimum sektör sayısı ve hattın sektörlerle bölünme etkililiği o kadar düşüktür. Örneğin bir otomatik hat için $\eta_{li} = 0.7$ ise bu hattın 3 sektörden fazla sektöre bölünmesi verimli değildir. $q = 3$ halinde hat üretkenliği yaklaşık %30 artmaktadır ($\varphi \approx 1.3$). $\eta_{li} = 0.4$ olduğunda, φ hissedilir bir şekilde, $q = 9$ 'a kadar artarak, bu durumda $\varphi \approx 2.18$ değerini alarak, üretkenliğin %118 bir artışı elde edilmektedir.

Bir otomatik hattın optimum sektör sayısı parçaların işleme maliyetine de bağlıdır. Minimum parça işleme maliyetini sağlayan bir otomatik hattın optimum sektör sayısı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır:

$$q_{cmin} \approx \sqrt{\frac{X^{(1-\delta)} \cdot \frac{\psi-1}{\psi-2+X^\delta - \frac{1}{D_{SRa}}}}{D_{SRa}}} \quad (2.26)$$

burada,

$$\psi = \frac{C_{li}}{C_a}, \quad X = \frac{D_{SRli}}{D_{SRa}} \quad (2.27)$$

burada C_{li} blokajlı otomatik hattın bir dakikalık işleme maliyeti; C_a bir ara deponun bir dakikalık makina işletme maliyeti; D_{SRli} - blokajlı bir hattın (tezgâhlar arası rijit bağları olan bir hat sektörünün) önleyici bakım onarım için

spesifik süre; D_{SRa} - bir ara deponun bakım onarımı için spesifik süre (ara depolar, birbirinin aynısı kabul edilerek $C_{a1} = C_{a2} = C_{a3} = \dots = C_a$, $D_{SRa1} = D_{SRa2} = \dots = D_{SRa}$; δ = sektörler arası kayıpların üstüste gelme katsayısı (bu katsayı ara depolarda yarımamül olmamasından dolayı meydana gelen durma zamanı, önceki sektörün arızalı olması durumunda, ile önleyici dağıtım için toplam zaman arasındaki oranı ifade etmektedir;

$$\delta_i = \frac{1}{1 + \frac{Z_{\max} \mu_i}{2} \cdot T_t} = \frac{1}{1 + \bar{a}_{i,i+1}} \quad (2.28)$$

burada $Z_{\max}$ komşu iki sektör arasındaki deponun maximum kapasitesi, parça adedi olarak; T_t - i sektör çevriminin ortalama süresi; μ^i - i sektörünün bakım onarım yoğunluğu; $\bar{a}_{i,i+1}$ - i ve i+1 komşu sektörleri arasındaki ortalama parça rezervi.

q sektöre bölünmüş otomatik hattın kullanılabilme katsayısı:

$$\eta_{dl\phi} = \frac{1}{1 + \frac{D_{SR1i} \gamma}{q} + (q-1) \cdot D_{SRa}} \quad (2.29)$$

Önceki sektörün durma ortalama süresi $\bar{t}_r$ bilindiği takdirde depodaki maksimum parça rezervi hesaplanabilir:

$$Z_{\max} = \frac{\bar{t}_r \cdot A}{T_t} \quad (2.30)$$

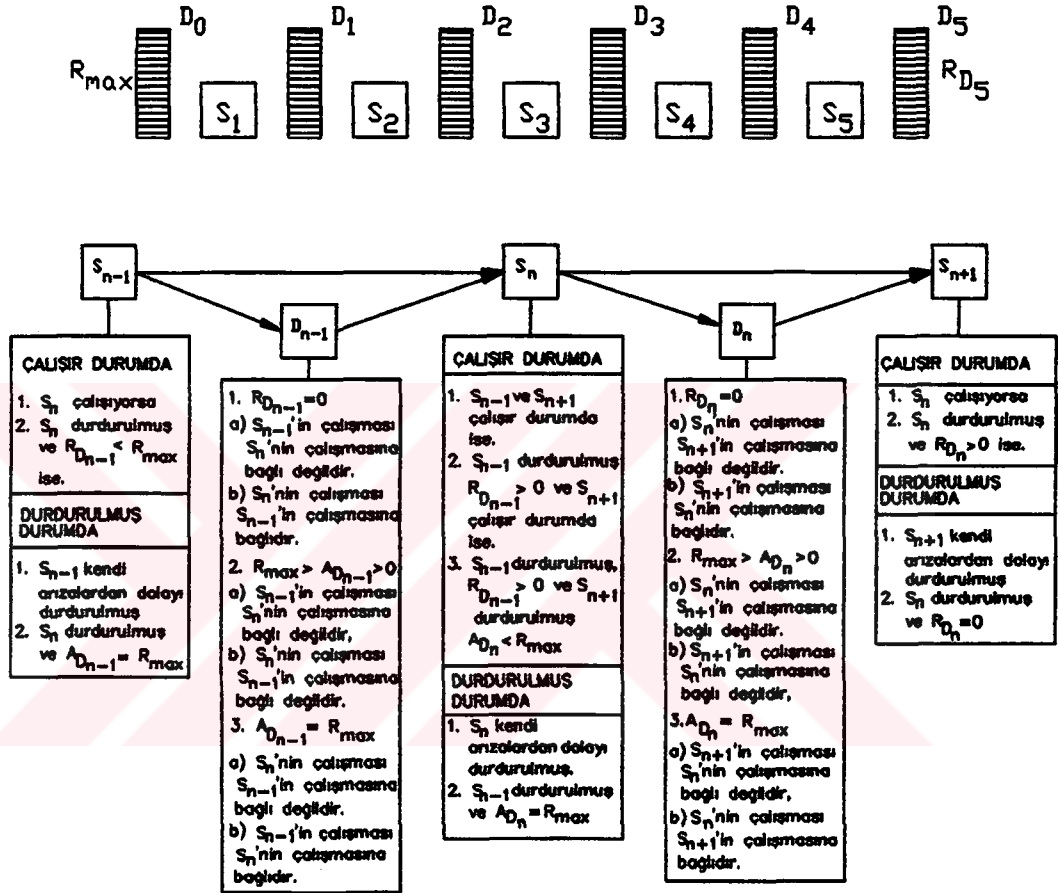
burda $A \approx 10$ küçük parçalar ve $A \approx 5$ büyük parçalar için alınabilir.

Strüktürel olarak ne kadar karmaşık olursa olsun bir otomatik hattın sektör sayısının belirlenmesinde pratik, hızlı ve tatmin edici sonuçlar veren bir diğer metod ise hattın istatistiki olarak bilgisayar üzerinde yapılan bir modellemekten ibarettir.

Hattın fonksiyonel algoritmaları, değişik hat sektörlerinin çalışma istatistiki metodları ve her sektör çalışma durumunun, beslendiği deponun kapasitesine

bağımlılığını ifade eden bağıntısına göre hazırlanır.

Şekil 2.38.'de bağımsız çalışan $S_1...S_5$ 5 sektörden oluşan, sektörler arasında $D_1...D_4$ ara 4 deposu olan ve komşu hatlarla söz konusu hat arasında bağlantıyı sağlayan ilk depo D_0 ve son depo D_5 'ten meydana gelmiş bir otomatik hattın mümkün değişik durumları tanıtılmaktadır.[2]



Şekil 2.38. Bağımsız çalışan 5 sektörlü bir otomatik hattın durumları.

Burda aşağıdaki notasyonlar kabul edilmiştir:

z - söz konusu hatta τ zaman aralığında üretilen parça sayısı; A_{D_i} - t süresinde çalışmış i sektörü tarafından üretilen parçaları biriktiren i ara deposunun t zamanı içindeki biriktirme anlık kapasitesi; R_{D_i} - t süresinde çalışmış i sektöründen, i ara deposunun biriktirdiği anlık

parça rezervi; $R_{\max}$ - herbir ara deponun maksimum parça rezervi; t_{li} - τ toplam süresindeki, i sektörünün ortalama çalışma süresi; T_t - çevrimin teorik periyodu; τ_{li} - τ toplam süresindeki, i sektörünün ortalama arızasız çalışma süresi; τ_{ri} - τ toplam süresindeki i sektörünün ortalama onarım süresi; $\tau_{li} + \tau_{ri} = \tau$, t_{ils_i} - yarımamül olmaması ($i-1$ sektörünün çalışmaması durumunda), i sektörünün çalışır durumda olmasına karşın $i-1$ sektörünün arızalı olmasından ve D_{i-1} deposunda yarımamül bulunmaması ile i sektörünün durdurulması, $i-1$ sektörünün durdurulması ile i sektörünün durdurulmasının üst üste gelmesi sebebiyle i sektörünün çalışmasında meydana gelen üst üste kesilmelerin süresidir; t_{iudi} - i deposunun tam olarak doldurulmasından, $A_{pi}-R_{\max}$ maksimum biriktirmeden ($i+1$ sektörü çalışmaması durumunda) i sektörünün çalışır durumda olmasına karşın $i+1$ sektörünün çalışmaması ile D_i deposunun, tam dolmasından dolayı i sektörünün durdurulmasından, $i+1$ sektörünün durdurulması ile i sektörünün durdurulmasının üst üste gelmesi sebebiyle i sektörünün çalışmasında meydana gelen üst üste kesilmelerin süresidir; t_{iti} - i sektörünün çalışmasında kesilmelerin (durduruların) toplam süresi.

S_n sektörünün çalışma süresi:

$$t_{ln} = \tau_{ln} - (t_{ilsn} + t_{iudn}) \cdot \quad (\text{dak}) \quad (2.31)$$

S_n sektörünün durdurma (kesilme) süresi:

$$t_{itn} = \tau_{rn} + t_{ilsn} + t_{iudn} \cdot \quad (\text{dak}) \quad (2.32)$$

Yarımamül olmaması sebebiyle S_n sektörünün üst üste durduruların (kesilmelerin) süresi:

$$t_{ilsn} = \tau_{r(n-1)} - R_{D(n-1)} \cdot \quad (\text{dak}) \quad (2.33)$$

Önceki deponun dolmasından dolayı S_n sektörünün üst üste durduruların süresi:

$$t_{iudn} = t_{r(n+1)} - R_{\max} - A_{D_n} \quad (\text{dak}) \quad (2.34)$$

D_n deposunun zaman içinde biriktirmesi aşağıdaki bağıntı ile ifade edilir;

$$A_{D_n} = t_{1n} - t_{1(n+1)} = T_{tn} \cdot z; \quad (\text{dak}) \quad (2.35)$$

burda $t_{1(n+1)} < t_{1n}$, T_t - (dak/parça) ve z - (parça) olarak birim taşır.

D_n deposunun zaman içinde rezervi aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$R_{D_n} = t_{1(n+1)} - t_{1n} = T_{t(n+1)} \cdot z; \quad (\text{dak}) \quad (2.36)$$

burda $t_{1n} < t_{1(n+1)}$.

Çalışmalarında yüksek dayanıklılık gösteren bazı ara depoların kullanılması halinde çok akışlı, çok sektörlü otomatik hatların kullanılabilme katsayısı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir; $D_{SRa} = 0$ olması durumunda,

$$\eta_{\min(1, q-1)} = \frac{1}{1 + D_{SRi} \cdot f_i}, \quad (2.37)$$

burda i sektör numarası ($1 \leq i \leq q$), D_{SRi} - sektörün onarım spesifik süresi, f_i üst üste gelen durdurmaları (kesilmeleri) hesaba katan özel fonksiyon;

$$f_i = P_i^{y_i}; \quad (2.38)$$

burda,

$$P_i = \frac{1}{1 - (q-1) \cdot \delta_i / q} \quad \text{ve} \quad y_i = \frac{1}{\sqrt{J_i}}, \quad (2.39), (2.40)$$

buradaki j_i i sektöründeki paralel tezgâh (makina) akışlarının sayısıdır. Kullanılabilme katsayısı aşağıdaki formüllerle hesaplanabilir;

a) tek akışlı ve çok sektörlü otomatik hatlar için ($j_i = 1$):

$$\eta_{\min(i, q-1)} = \frac{1}{1 + \frac{D_{SRi}}{1 - (q-1) \cdot \frac{\delta_i}{q}}}, \quad (2.41)$$

b) çok akışlı ve çok sektörlü otomatik hatlar için ($j_i > 1$):

$$\eta_{\min(i, q-1)} = \frac{1}{1 + D_{SRi} \cdot \left[\frac{1}{1 - (q-1) \cdot \frac{\delta_i}{q}} \right] \cdot \frac{1}{\sqrt{j_i}}}, \quad (2.42)$$

burda

$$\delta_i = \frac{1}{1 + \bar{a}} = \frac{1}{1 + \mu_i \cdot T_{ci} \cdot z_i}, \quad (2.43)$$

ve $\mu_i = 1 / \bar{t}_{Ri}$ hattın i sektörünün onarım bakım yoğunluğu, $\bar{t}_{Ri}$ i sektörünün ortalama onarım süresi, T_c i sektörü iş çevrimi ortalama süresi, $z = z_{\max} / 2$ D_i deposunun ortalama yarımamül rezervi.

Kullanılabilme karsayısının hesabı birinci sektörden son sektöre ve tersi olarak her sektör için yapılarak, önceki sektörler ile sonraki sektörlerin üst üste gelen kesilmeleri (durdurmaları) veya ters durumlarının da hesaba katarak, yapılır. $\eta_{\min}$ en küçük üretim kapasitesine sahip sektörü temsil etmektedir. $Q_t \cdot \eta_{\min}$ ise otomatik hattının maksimum reel (hesap) prodüktivitesidir. D_{SRi} 'nin %5-10 arasındaki bir hatasında η için hesap hatası yaklaşık %2 dir.

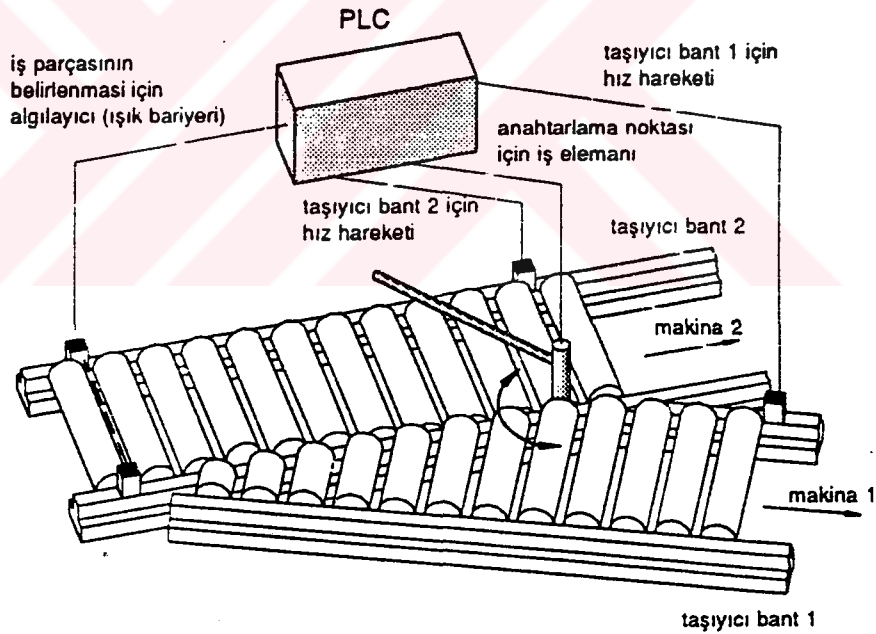
BÖLÜM 3

PROGRAMLANABİLEN LOJİK KONTROL ÜNİTELERİ (PLC) VE BUNLARIN SANAYİDE UYGULANMASI. BİR OTOMATİK TRANSFER HATTINDAKİ TEZGÂHLARIN VE TAŞIYICI SİSTEMLERİN KUMANDASINDA KULLANILAN BİR PLC UYGULAMA ÖRNEĞİ.

3.1. PLC'LERİN KULLANIM ALANLARI

3.1.1. ENDÜSTRİYEL OPERASYON SİRALAMALARIN KONTROLÜ

Programlanabilen lojik kontrol ünitesi teknik prosesleri, operasyonları ve işlem sıralamalarını doğrudan etkileyen çıkış (output) sinyalleri üretmek için ikili (binary) giriş (input) sinyalleri işleyen bir bilgisayar türüdür.



Şekil 3.1. Kontrol çevrimi (taşıma çevrimi).

PLC'lerin yüksek teknolojiye sahip sanayilerde kullanılamayacağı alanlar çok azdır. Bununla birlikte, PLC'lerin pratikte yerine getirdikleri en önemli temel operasyonlar:

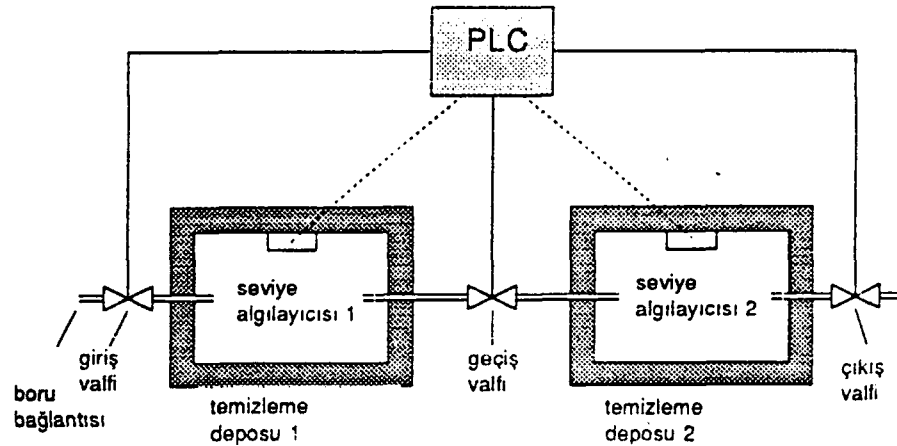
PLC'ler, bir sıralama halinde tüm adımları doğru sıra olarak ve düzenlenmiş zamanları ile yaptırılmasını sağlamaktadır.

Bir konveyör ünitesi, otomatik operasyon sıralamasına iyi bir örnek teşkil etmektedir (şekil 3.1.). Burada parçaların iş durakları arasında aldıkları yol, sıralama adımlarını oluşturmaktadır. Böyle bir örnekte PLC'nin görevi, konveyör ünitesindeki tüm motor (örneğin konveyör kayış hızları için) ve hidrolik veya pnömatik elemanlarını kontrol etmek ve bunun sonucunda iş parçasını, istenen üretim prosesine bağlı iş durağından geçmesini yönlendirmek.[3]

3.1.2. ÇEŞİTLİ TESİSLERİN KONTROLU

PLC'lerin yardımıyla bazı tesislerdeki çeşitli fiziksel büyüklükleri devamlı kontrol edilebilir (örneğin sıcaklıklar, basınçlar, sıvı seviyeleri gibi). Önceden belirlenmiş değerlerin üstüne geçilir veya altına kalınırsa PLC ünitesi hem istenen karşı reaksiyonu başlatacak hemde operatöre uygun sinyaller verecek.

Aşağıdaki şekilde geniş bir kanalizasyon tesisinde bir



Şekil 3.2. Atık su arıtma sistemi kontrolü.

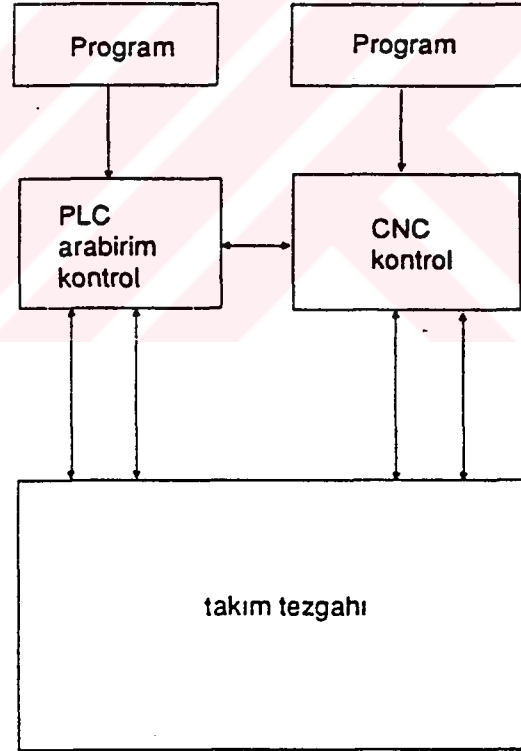
PLC uygulaması görülmektedir. Burada dinlenme (temizleme) depoları ve boru şebeke sistemi birçok sezgi elemanını

bünyesinde bulundurmaktadır. Bu sezgi elemanlarının yaptıkları ölçümler daha doğrusu gönderdikleri sinyaller devamlı olarak bir PLC tarafından kontrol edilmektedir.

PLC ünitesi, boru sistemindeki akışı, debiyi kontrol ederek, alınan ölçüm sonuçlarına bağlı olarak, operasyon ekibine özel sinyaller vermektedir.

3.1.3. CNC TEZGÂHLARINDA ETKİLEŞİM KONTROLU

Günümüzde çoğu takım tezgâhları bir CNC kontrol ünitesi ile donatılmıştır. Tornacı veya frezeciler bir parçayı işlemek için, artık çeşitli kumanda kolları, manivelalar ve ayar vidaları kullanmak yerine CNC kontrol ünitesini [1]



Şekil 3.3. CNC makinalarda arabirim kontrolü.

programlayarak, bunun sonucunda programa göre kesin işlem operasyonlarına göre iş parçası otomatik olarak işlenmektedir. Bununla birlikte CNC kontrol ünitesi ile makina arasında etkileşimi sağlamak veya daha popüler olarak makina ile kontrol ünitesinin birbirini "anlaması" için aralarında bağlantı kuracak bir PLC gereklidir (şekil 3.3).

Bir örnek verecek olursak; genelde CNC kontrol programları "kesme sıvısını (soğutucu sıvı) aç" kumandasını içerirler. CNC kontrol ünitesi bu kumandayı okur okumaz PLC'ye spesifik bir sinyal ileterek bunun sonucunda sözkonusu ünite (PLC) soğutucu sıvı sistemini çalıştırırken aynı zamanda tüm ikincil fonksiyonların (örneğin operasyonel durum göstergelerinin kontrolü) yerine getirilmesini ve hatalı fonksiyonların tanınıp, hemen raporlanmasını sağlamaktadır.

3.2. BİR PLC'NİN MEYDANA GELDİĞİ ELEMANLAR

PLC uygulamaları ile teknik olarak gerçekleştirilmiş kontrol problemlerinin çözümleri, karmaşıklık açısından değişik olabilir. Bununla birlikte aşağıda sayılan temel elemanlar daima gereklidir.[3]

Donanım (Hardware)

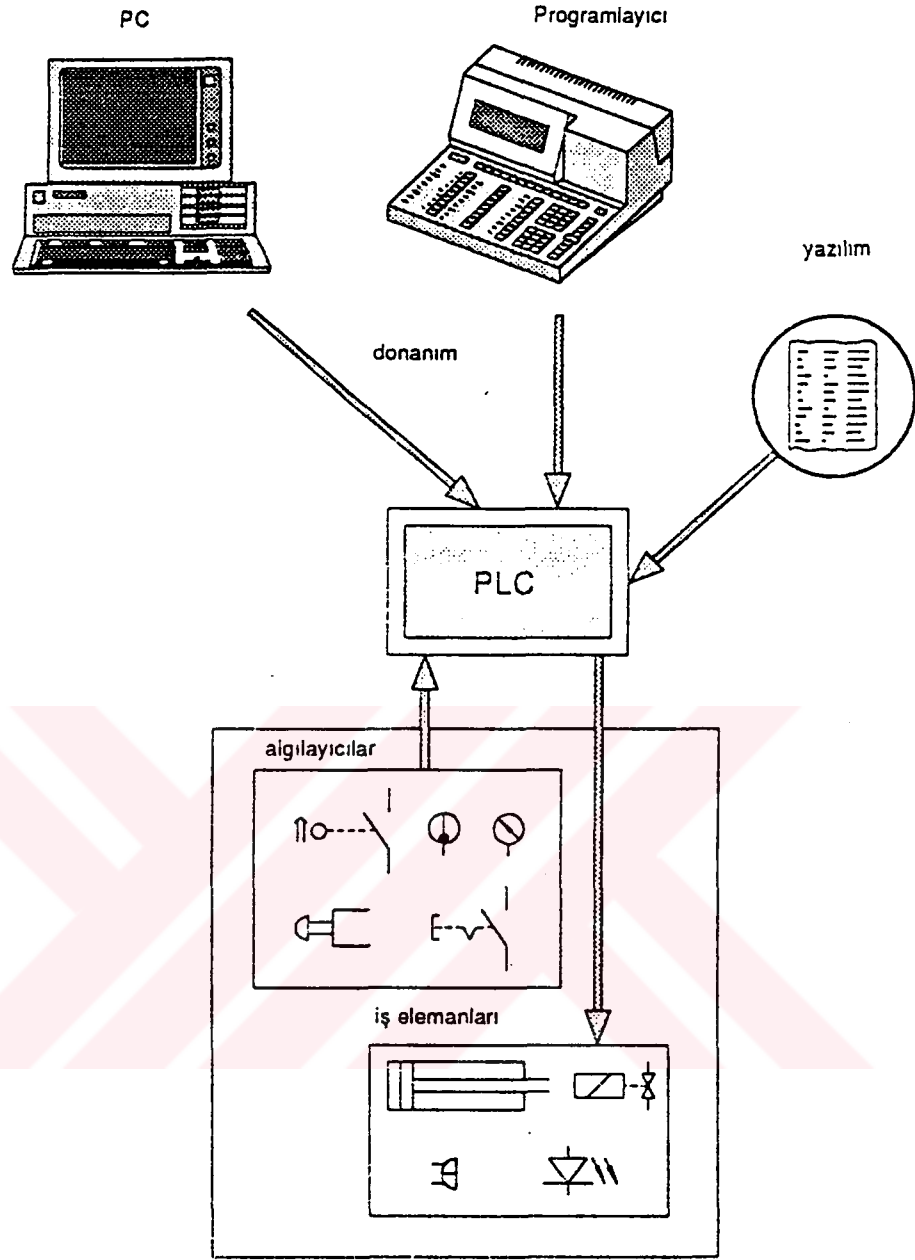
Donanım, makina ve tezgâhın tüm fonksiyonlarının kontrol edilerek, adreslendiği ve lojik sıralama halinde etki etme haline getirildiği elektronik modüllerdir.

Yazılım (Software)

Software, lojik operasyonların ve buna bağlı makina veya tezgâhtaki elemanlarının hareketini veya etkisini başlatan komutlarını tam olarak belirten programlardır. Yazılımlar, donanımda bulunan bellek birimi içersinde saklanırlar ve istenildiğinde değiştirilebilirler. Kontrol akışı, donanımda herhangi bir değişikliğe gereksinim duyulmadan yazılan bir program ile değiştirilebilir.

Algılayıcılar (Sensörler)

Bu elemanlar kontrol edilecek makinaya veya bir sisteme



Şekil 3.4. PLC'nin elemanları.

direkt olarak bağlanırlar. Bilgi bu elemanların elektriksel akım değerlerine göre algılanıp PLC'ye iletilir. Bu algılayıcılara örnek olarak sınır anahtarları ve yaklaşım algılayıcılarını verebiliriz.

iş elemanları

Bu elemanlar kontrol edilecek bir makineye veya sisteme direkt olarak bağlanırlar. PLC'nin gönderdiği işaretlere göre

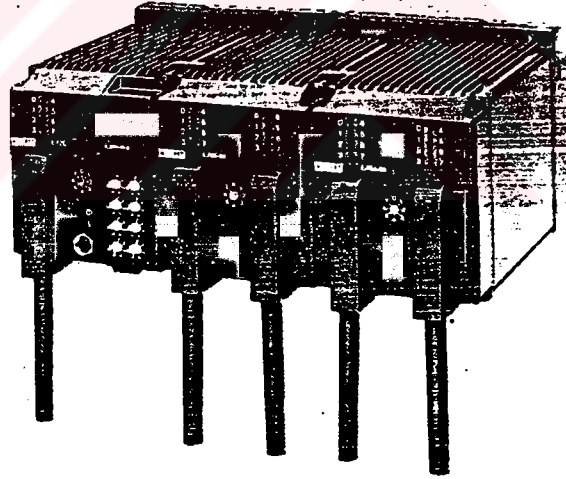
durum değiştirirler. iş akışı da bu durum değişikliğine göre belirlenir. iş elemanlarına örnek olarak sesli ikaz ve solenoid valfi verebiliriz.

Programlayıcı

Programlayıcı yazılımın oluşturulmasında ve PLC belleğine aktarılmasında kullanılır. Birçok uygulamada da yazılımın, algılayıcıların ve iş elemanlarının test edilmesinde kullanılır.

3.2.1. DONANIM (HARDWARE)

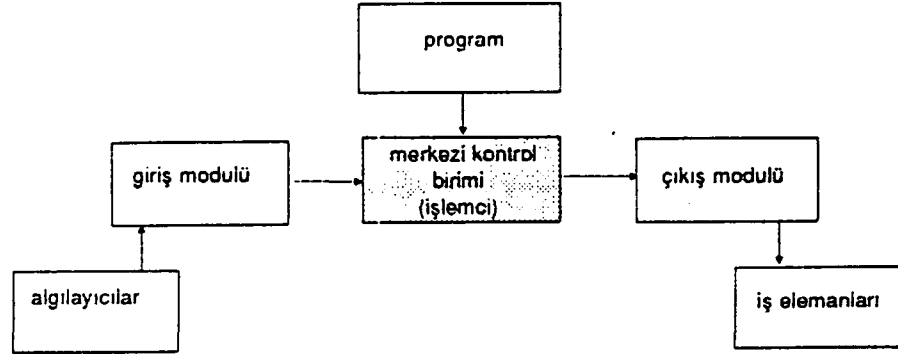
PLC donanım elemanları içinde en önemli parça merkezi kontrol birimidir (CCU). Bu da donanım içinde bilgisayara karşılık gelir. Merkezi kontrol birimi içersinde yer alan işlemlerin herbiri işlemci tarafından oluşturulur. Veriler işlenir ve merkezi kontrol biriminde (CCU) ikili sinyaller şeklinde (0 ve 1 olarak) saklanır.



şekil 3.5. Donanım.

Giriş (input) ve çıkış (output) modülleri merkezi kontrol birimi ile iş elemanları ve algılayıcılar arasındaki bağlantıyı sağlar. Bu modüllerin hebirdisi belirlenmiş olan sabit bir sayıda giriş ve çıkıştan oluşur. Bu giriş ve ıkışlar 0 ve 1 gibi ikili değerleri alırlar.

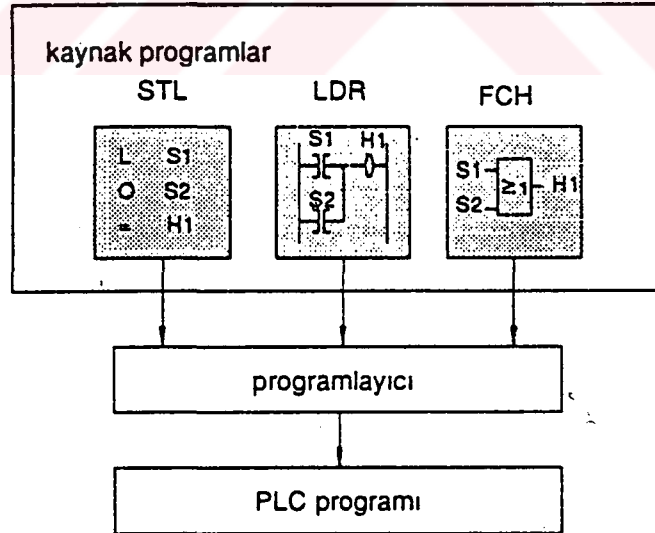
Merkezi kontrol biriminin en önemli elemanları bayrak bellektir. Bu bellekler sayesinde PLC ikili işaretleri saklıyabilir.



Şekil 3.6. PLC'nin sistem elemanları.

3.2.2. YAZILIM (SOFTWARE)

PLC programları, merkezi kontrol birimindeki elektronik elemanlar tarafından belirlenen özel bir yapıya sahiptir. Bu programlar kaynak programlardan, programlayıcı tarafından



Şekil 3.7. Yazılım

oluşturulurlar (şekil 3.7.). Genel olarak programlayıcı bu

programları üç değişik metodla yaratır:

- Deyim listesi olarak (STL)
- Kontakt planı olarak (LDR)[3]
- Fonksiyon şeması olarak (FCH)

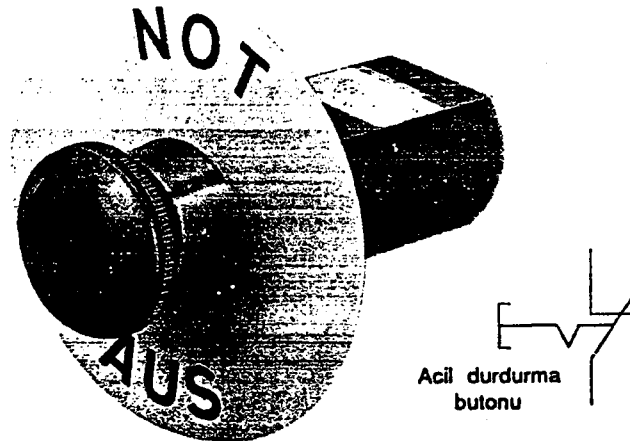
Bu 3 değişik programlama dili ve bunların düzenlenmesi DIN 19239 standardına göre yapılmıştır. Programlayıcı normalde kaynak programlarla çalışır. Programcı hazırladığı programı programlama cihazına girer. Programlama cihazı bu programların doğruluğunu test ederek gerekli dökümanları oluşturur ve bu programları merkezi kontrol biriminin anlayabileceği bir şekil olan makina koduna çevirir.

3.2.3. ALGILAYICILAR (SENSÖRLER)

Algılayıcılar PLC tarafından kullanılmak üzere işaretler üretirler. PLC'ler bu işaretler vasıtası ile kontrol edicekleri makinanın veya bir sistemin o andaki durumu hakkında bilgi alırlar. PLC elektriki olarak çalıştığı için, giriş modülünün anlayabileceği şekilde, algılayıcılar, elektriki olmayan işaretleri elektriki işaretlere çevirirler.

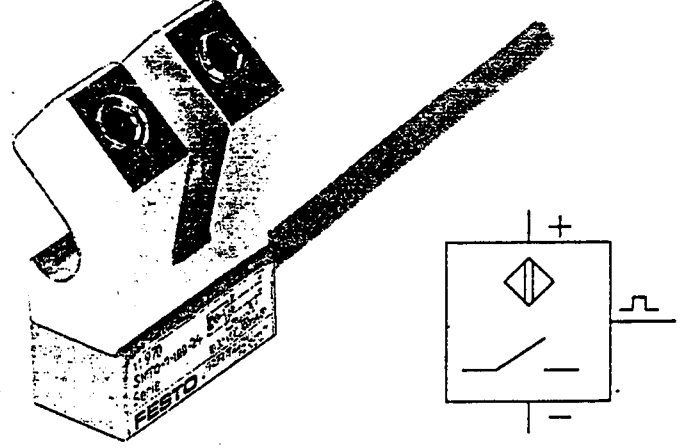
Algılayıcılara örnek olarak:

- Sınır anahtarları; normalde kapalı kontaktlar, normalde açık kontaktlar, açık/kapalı kontaktlar (şekil 3.10.a.).



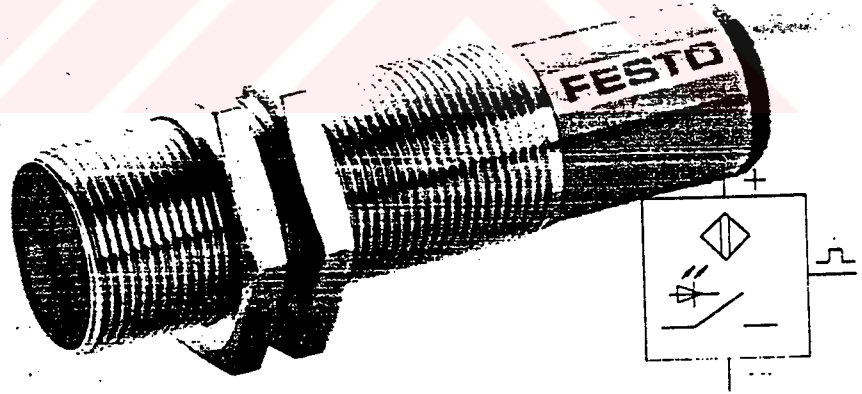
Şekil 3.10.a. Acil durdurma butonu.

- işaret üreticileri; bir cismin yaklaşmasıyla 1 veya 0 işaretleri gönderen kontaktlı veya kontaktsız anahtarlar; indüktif anahtarlar metale karşı duyarlı (şekil 3.8.), kapasitif anahtarlar ise bütün malzemelere karşı duyarlıdır.



Şekil 3.8. indüktif yaklaşım algılayıcısı.

- Fotoseller; bir cismin araya girmesi vasıtası ile optik bağlantı kesildiği zaman 0 veya 1 işareti gönderen kontaktlı veya kontaktsız anahtarlardır (şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Optik yaklaşım algılayıcısı.

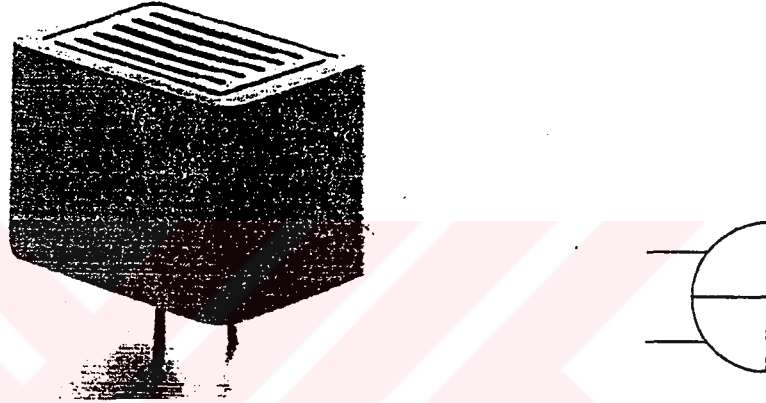
- Sıcaklık algılayıcıları; belirli bir sıcaklık değerini algılayıp 0 veya 1 işareti gönderen kontaktlı veya kontaktsız anahtarlar.

3.2.4. İŞ ELEMANLARI

İş elemanları çıkış modülünden gelen ikili işaretleri kuvvetlendirerek anahtarlama işaretleri oluştururlar ve onları başka bir enerji tipindeki işaretlere çevirirler.

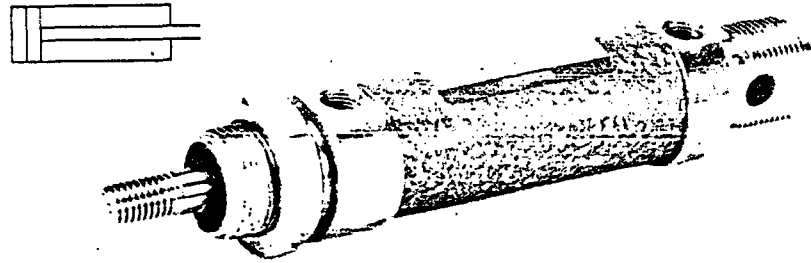
Elektrik, elektrohidrolik ve elektropnömatik iş elemanları arasında farklar vardır. Bu elemanlar anahtarlama işlemleri ve doğrusal veya döner hareketler yaratmak için kullanılırlar. İş elemanlarına örnek olarak:

- ikazlar; lambalar, sesli ikazlar, ziller (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Sesli ikaz.

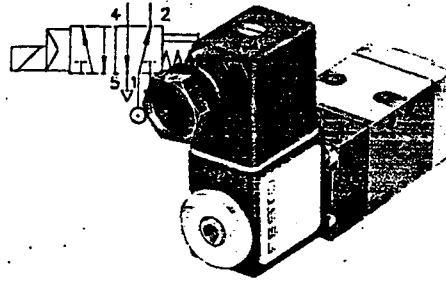
- Pnömatik silindirler (valf sistemiyle); tek veya çift etkili silindirler, rotsuz silindirler, tandem silindirler, çok konumlu silindirler (Şekil 3.11., 3.12.).



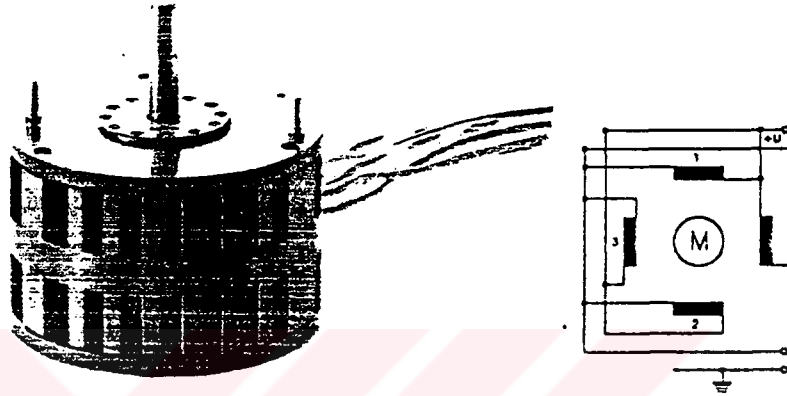
Şekil 3.11. Çift etkili silindir.

- Elektro-motorlar; DC-motorlar, adım motorları, senkron AC-motorlar (Şekil 3.13.).

- Hidrolik iş elemanları (valf sistemiyle); tek veya çift etkili silindirler, akış kontrol valfleri, hidrolik motorlar.



Şekil 3.12. 5/2 yön denetim valfi.



Şekil 3.13. Adım motoru (4 faz).

- Elektro-hidrolik motorlar; adım motorları, servo-sürücüler.

3.2.5. PROGRAMLAYICI

Programlayıcı doğru programlar yazıp bu programları PLC'nin anlayacağı makina koduna çevirip onları PLC'ye aktarmak ve test etmek için kullanılır.

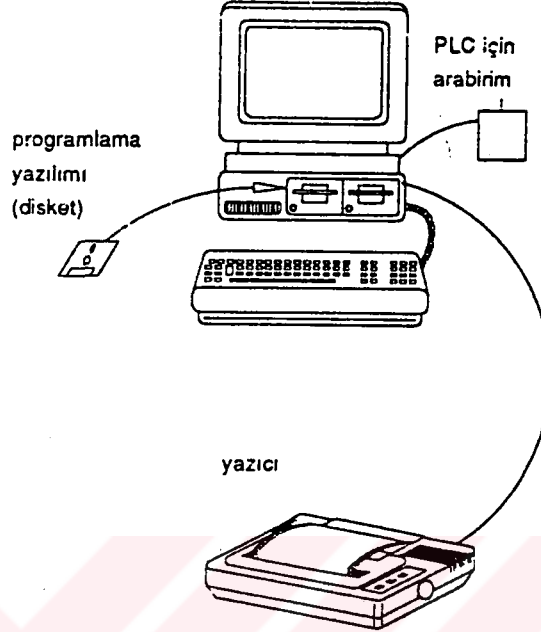
Kişisel bilgisayarlar (PC)

Daha önceleri özel cihazlar veya firmalar tarafından ısmarlama olarak üretilen cihazlar ile program yazılıyordu. Bugün kişisel bilgisayarlar gittikçe artan bir oranda PLC programlanmasında kullanılmaya başlandı (şekil 3.14.). Bu işlem bilgisayara programlamaya imkân verecek bir yazılımın yüklenmesi ile yapılır.

Programlama sistemleri

Kişisel bilgisayar temelli programlama sistemleri kullanıcıya çok geniş programlama metodları sunarlar. Örneğin program

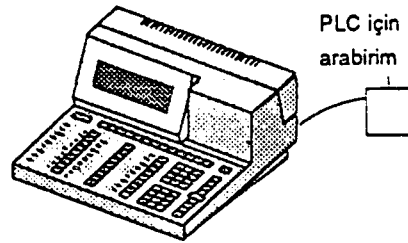
hazırlayan kişi kaynak programı grafik olarak veya komut olarak hazırlar, programlama sistemi bu kaynak programı PLC'nin anlayabileceği makina koduna çevirir. Eğer kişisel



şekil 3.14. Kişisel bilgisayar.

bilgisayar verileri PLC için uygun olacak bir şekilde işliyorsa program bunları PLC belleğine doğrudan aktarabilir. Hazırlanan programın genel bir görünümünü incelemek için, program dökümanını yazıcıdan program çıktıısı olarak yapmak mümkündür.[3,4]

Özel olarak hazırlanmış programlayıcılarla (şekil 3.15.)



şekil 3.15. Özel programlayıcı.

DIN 19239 normuna uygun sembolleri ile programlama yapmak

mümkündür.

iş yerlerinde programların çalıştırılıp test edilmesinde kullanılmak üzere cep tipi programlayıcılarda elde etmek mümkündür. Bu programlama cihazları ile programda değişiklikler yapılabilir.

3.3. PLC ADRESLERİ

Giriş ve çıkışlar

PLC algılayıcılara ve iş elemanlarına bağlanan belirli sayıdaki giriş ve çıkışlara sahiptir. Kontrol sistemine aktarılan program çeşitli giriş ve çıkışları adresleyen komutlardan oluşmaktadır. Adresler, komutlarla çeşitli giriş ve çıkışlara atamalar yapmak için gereklidir.

Örneğin bir komut satırı "If I0 and I2 then set O7" çeşitli adresleri kapsamaktadır. I ve O adresleri tanıtıcı işlem gören karakterlerdir. Bu karakterler DIN 19239 standardına göre belirlenmiştir. Bunlardan bazıları:[2]

- I : input (giriş)
- O : output (çıkış)
- F : flag (bayrak)
- T : timer (zaman sayıcı)
- C : counter (sayaç).

Atama listesi

Adres numaraları birer işlem gören karakterlerdir. Bu karakterler seçilen bağlantılarla ve G/Ç (I/O) modülündeki kartın yerleşim numarası ile belirlenir (G/Ç modülünün giriş ve çıkışları algılayıcılar ve iş elemanlarına bağlanır). Önceden ileride programda kullanılacağı gibi adres numaraları belirlenir. Dökümantasyon hazırlamada, PLC adresleri atama listesine yazılır. Buna ek olarak algılayıcıların ve iş elemanlarının atamaları yapılır, kısaltmalar ve giriş, çıkışlardaki verilerin anlamlarının açıklamaları yapılır.

Kısa yazılımlar (veya sembolik adresler), algılayıcılar ve iş elemanları için çok kullanışlı kısaltma şekilleridir.

PLC yalnızca 1 ve 0'ları dikkate alır. Fakat bu bir verinin etkisi veya anlamı hakkında herhangi bir bilgi vermez. Örneğin çıkıştaki 1 işareti silindirin ileri gitmesi, 0 işareti silindirin geri gelmesi anlamında olabilir. İş elemanı 0 işareti ile harekete geçirilebilir. Bir silindirin geri dönmesi diğer bir çıkış tarafından kontrol edilebilmelidir.

Giriş ve çıkış verilerinin anlamları ve adresleri herhangi bir karışıklığa fırsat vermemek için program yazılmadan önce açık olarak belirlenmelidir (şekil 3.16.).

Designational sensors, actuators	Abbreviated designations	PLC - addresses	Meaning, method of operation
Start button S1	START	I000	1= start
Change-over switch S2 (manual/automatic)	S2	I001	1= automatic
Change-over switch S3 (continuous cycle/stop)	S3	I002	1= stop
Push button S4	S4	I003	1= stop
Push button S5 (magazine cylinder)	S5 M cyl	I004	1= cylinder movement
Push button S6 (rejector cylinder)	S6 E cyl	I005	1= cylinder movement
Push button S7 (Emergency Stop)	EMERGENCY STOP	I006	1= off
Limit switch B1	LS 1 1	O10	1= magazine cylinder retracted
Limit switch B2	LS 1 2	O11	1= magazine cylinder extended
Limit switch B3	LS 2 1	O12	1= ejector cylinder retracted
Limit switch B4	LS 2 2	O13	1= ejector cylinder extended
Pressure switch B7	PS 1	O17	1= pressure > 5 bar

Şekil 3.16. Atama listesi.

komut adresleri	komutlar
XXXX	XXXXXXXX
XXXX	XXXXXXXX
XXXX	XXXXXXXX
0423	SET 07
0424	JUMP TO 433
0425	XXXXXXXX
0426	XXXXXXXX
0427	XXXXXXXX
0428	XXXXXXXX
0429	XXXXXXXX
0430	XXXXXXXX
0431	XXXXXXXX
0432	XXXXXXXX
0433	IF 16
0434	AND 17

Komut adresleri
PLC tarafında
otomatik olarak
atanır

PLC adresleri

Şekil 3.17. Atlama komutu.

PLC adresleri (şekil 3.17.), program içindeki komut adresleri ile karıştırılmamalıdır (örneğin satır numaraları). Bu numaralar program satırlarının belirli bir sırayla bellekte saklanması içindir. Geriye dönüşler ve belirli bir program bölümüne dallanmalar sembolik adresleri ve satır numaralarını kullanarak gerçekleştirilir.

3.4. EN ÇOK KULLANILAN PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ

PLC programlama ile ilgili kontrol problemlerinin çözümünde çeşitli metodlar vardır. Bunların en önemlileri:

- Kontakt planı (LDR),
- Fonksiyon şeması (FCH),
- Deyim listesi (STL).

3.4.1. KONTAKT PLANI (LADDER DİYAGRAMI)

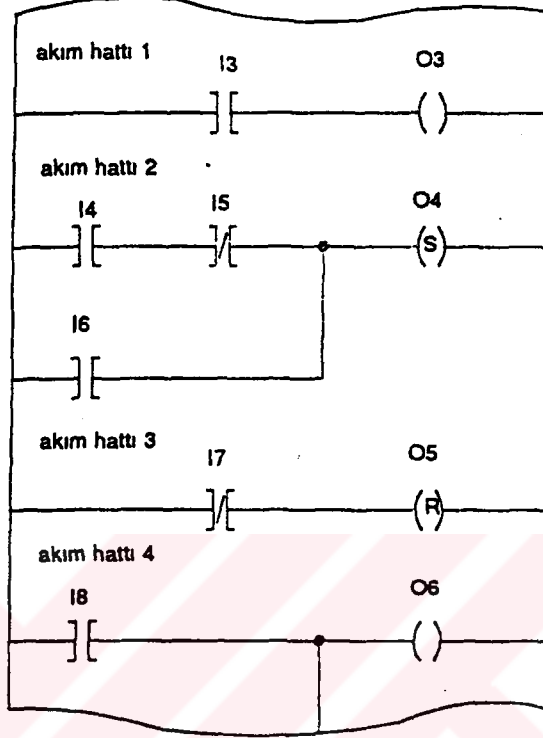
Kontakt planı elektriksel kontakt şekli gibi yanyana çizilen iki dikey çizgiden oluşur. Sol taraftaki çizgi gerilim kaynağına olan bağlantıyı temsil eder, sağ taraftaki çizgi ise toprağa olan bağlantıyı temsil eder. İki kontakt arasındaki akım geçişi soldan sağa doğru olacak şekilde oluşturulur. Girişler bu kontakt sembolleri ile gösterilir:

- | [- : normalde açık kontakt;
- | /| - : normalde kapalı kontakt. [3,4]

VE işlemi seri bağlı kontaktların, VEYA işlemi paralel bağlı kontaktların anahtarlanması ile olur. Kontakt planında negatif girişler normalde kapalı kontakt şekliyle gösterilir. Çıkış sembolleri -()- (solenoid) şeklinde akım hattının sonunda en sağ tarafta gösterilir. Programlamada her bir sembol PLC adresleri ile veya kısa yazılım adres sembolleri ile uyum sağlar.

Devre şemalarından farklı olarak kontakt planı şekilsel olarak düzenlenir ve elemanların gerçek devredeki yerlerini göstermez (şekil 3.18.). Bu tip programlama devre şemalarının

bağlantılarına benzetilerek geliştirilmiştir. Eğer bir kontrol işleminde elektriksel bir devre varsa çok kolay bir şekilde kontakt planına çevirilebilir.



Şekil 3.18. Kontakt planı.

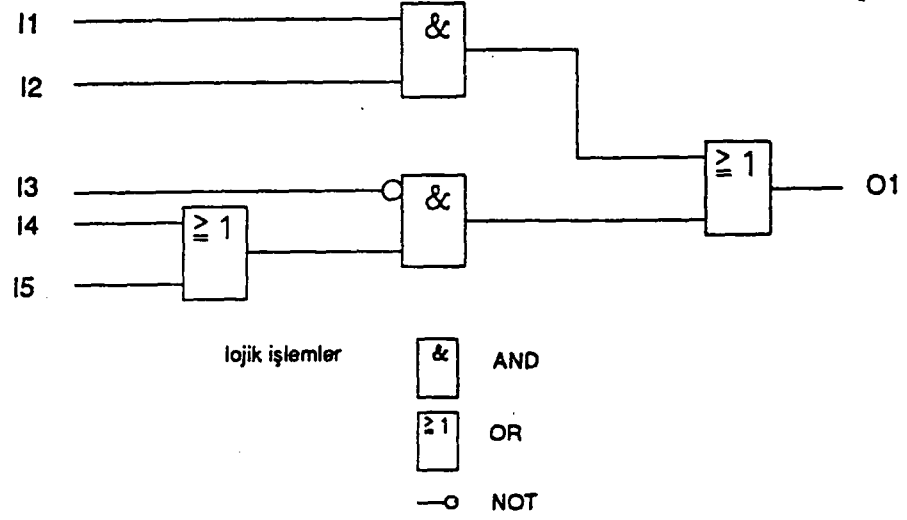
3.4.2. FONKSİYON ŞEMASI

Fonksiyon şeması (FCH) basit görünüşlü programlarda ve sıralı programlarda kullanılabilir. Şematik gösterilimde bir akış şeması olarak kullanılabilir. Diğer taraftan akış şeması kontrol probleminin baştan sona doğru mantıksal bir gösterilimidir (şekil 3.19.). Bu akış şeması kolayca fonksiyon şemasına çevirilerek program haline dönüştürülür.

Lojik elemanlar dikdörtgen sembollerle gösterilir (şekil 3.19.). Fonksiyon şemasında negatif girişler ise lojik sembolündeki dikdörtgenin önüne bir daire çizilerek gösterilir.

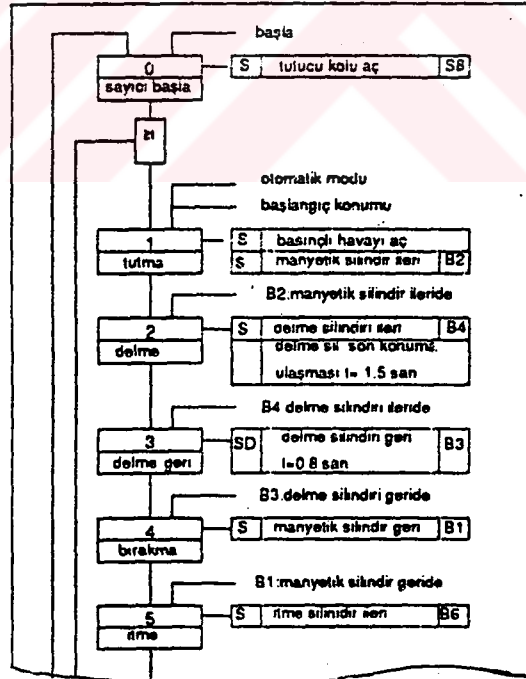
Eğer çeşitli adımlardan oluşan bir akış şeması mevcutsa

fonksiyon şemasında da bu adımlar ayrı ayrı bölgeler şeklinde gösterilmeli. Bu bölgeler başlangıçtan sona doğru adım



Şekil 3.19. Fonksiyon şeması.

numaralarını ve yorumları kapsar (şekil 3.20.). Adım bölgeleri kendisine ait olan bütün girişleri, karşılık gelen



Şekil 3.20. Fonksiyon şeması (sıralı program).

iş elemanlarına bağlar. Bir adımda yapılması gereken iş PLC tarafından tamamlandığında örneğin geçiş şartı olarak devam etme anahtarından işaret alındığında işlem otomatik olarak bir sonraki adıma geçer.

Fonksiyon şeması elektronikteki lojik devrelere benzetilerek geliştirilmiştir. Bununla beraber fonksiyon şemaları sıralı adımların tam bir gösterilimini ihtiva etmezler. Adımlardaki sıralamanında tanımlanması gerekmektedir.

3.4.3. DEYİM LİSTESİ

Kontakt planı (LDR) ve fonksiyon şeması (FCH) dan farklı olarak deyim listesinde (STL) program grafik olarak gösterilmeyip kelimelerle tanımlanmaktadır.

Deyim listesi birbirinden bağımsız komut satırlarından oluşmaktadır. Herbir komut satırının sağ tarafına herhangi bir yazılım dilinde açıklayıcı notlar koymak mümkündür. Deyim listesindeki bu komut satırları sıralı olarak numaralanır. Komut kümesi çeşitli şartları birbiri ile karşılaştırır ve komutları yürütülür.

Komutlar kısaltılmış şekilleri ile listelenirler (şekil 3.21.). L ("Load" yüklemek) bir komutun başlangıcını

L		I1
A	N	I2
=		O6
L		I3
O		I4
=		O7

Şekil 3.21. Deyim listesi programı
(STL).

gösterir. Lojik elemanlar AND, OR ve NOT; A, O ve N gibi kısaltılmış sembollerle gösterilirler. Atama "Set, otherw

reset" deyimleri = işareti ile gösterilirler. "Set, otherw reset" anlamı; çıkış, 1 işareti geldiğinde lojik 1 olsun 0 işareti geldiğinde lojik 0 olsun.

DIN standardında, deyim listesi için adımlar dikkate alınmaz. Fakat ardışıl programlarda adım bayrakları ile çalışılabilir (Kontakt planı ile programlamada da ardışıl programlardaki adım bayrakları kullanılır.). Bununla beraber günümüzde adımlardan meydana gelmiş deyim listesi (STL) programlarda mevcuttur (şekil 3.22.). Bunun için özel komutlar vardır. Bu sayede deyim listesi (STL) komut dilini karmaşık problemlerin programlanmasında kullanabiliriz.

Instruction sets				Comments
=====				
0000	PROGRAM MESSAGE	0 0 V 07		

0001	STEP 0			error logging
0002	IF	I 0		error/switch S1
0003	AND N	I 1		acknowledgement/push button S2
0004	THEN SET	O 7 0		light L
0005	SET	O 7 1		buzzer bu

0006	STEP 1			setting time
0007	THEN LOAD	K 5		desired value
0008	TO	TP 0		preselect memory
0009	WITH	TSC		sequence step 0.1 sec.
0010	SET	T 0		start time

0011	STEP 2			indicator step
0012	IF	I 1		acknowledgement/push button S2
0013	THEN JMP TO	S 4		jump instruction

0014	IF	N T 0		time run out
0015	THEN RESET	O 7 0		light L
0016	SET	T 0		start time

0017	STEP 3			indicator step
0018	IF	I 1		acknowledgement/push button S2
0019	THEN JMP TO	S 4		jump instruction
0020	IF	N T 0		time run out
0021	THEN SET	O 7 0		light L
0022	JMP TO	S 1		jump instruction

0023	STEP 4			error acknowledgement
0024	THEN SET	O 7 0		light L
0025	RESET	O 7 1		buzzer bu
0026	IF	N I 1		acknowledgement/push button S2
0027	THEN JMP TO	S 5		jump instruction

0028	STEP 5			reset indicator
0029	IF	I 1		acknowledgement/push button S2
0030	THEN RESET	O 7 0		light L
0031	JMP TO	S 0		

Şekil 3.22. Deyim listesi programı
(sıralı program).

Kontrol işlerinde Boole eşitlikleri ve yol adım diyagramları, deyim listesi (STL) kullanılarak kolayca yazılır.

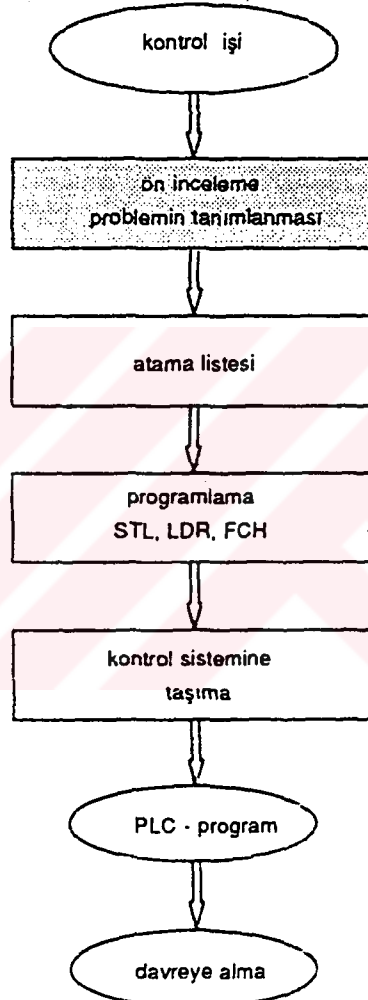
Bayraklar hakkında genel bilgi:

PLC programlama dillerinde bayraklar giriş ve çıkışların yerine gelecek şekilde kullanılabilirler. Böylece bayraklar giriş ve çıkışların yerine herhangi bir yerde kullanılabilirler ve test edilebilirler.

3.5. PLC PROGRAMININ OLUŞTURULMASINDA İZLENEN YOL

Bir kontrol problemi nasıl çözülür? Bir PLC programı nasıl yazılır? Bu soruların cevabı özellikle yeni öğrenenler için çok önemlidir. Bir işlem sırası içinde yapılacak işler bölümlere ayrılır. Bu metoda göre kontrol problemlerinin PLC ile çözümü dört adımdan oluşur.[3,4]

Adım 1: Sistemin tanımlanması

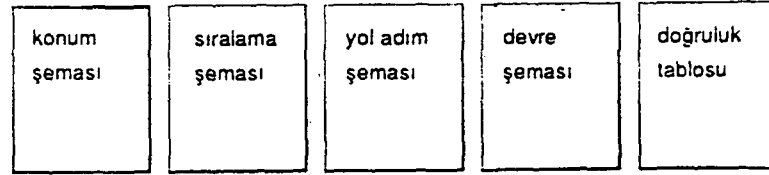


Şekil 3.23. Program
oluşturma
akış şeması.

Hangi fonksiyonlar kontrol sistemini oluşturur? Bu sorunun cevabı açık olaraktan belirlenmelidir. Bir PLC programının oluşturulmasında öncelikle kontrol probleminin tanımının

yapılması gerekir (şekil 3.23.). Gerekli olan veriler ortaya çıkartılmalıdır (durum diyagramları, iş akış diyagramları, yol adım diyagramları). Algılayıcıların ve iş elemanlarının kontrol probleminin çözümü içindeki görevleri tam olarak anlaşılmalıdır. Güç elemanlarının tam bir gösterilimi için devre diyagramlarının çizilmesi gereklidir.

Basit kontrol problemlerinde giriş ve çıkışlar için doğruluk tablosunun hazırlanması çok kullanışlı olur (şekil 3.24.).

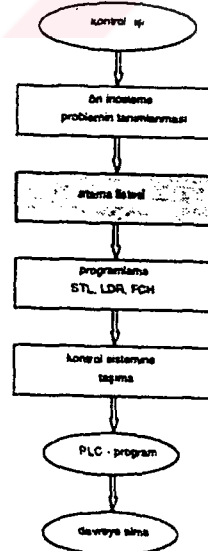


Şekil 3.24. Doğruluk tablosunun hazırlanması.

Doğruluk tablosu yardımıyla devrenin detaylarının açıklanması, devrenin emniyetli çalışması için gerekli testlerin yapılması mümkün olur. Burada örnek olarak acil durdurma butonunun çalışmasını verebiliriz.

Adım 2: Atama listesi

Program için gerekli olan temel şartlar belirlenmelidir. Bunun için dört bölümden meydana gelen atama listesinin oluşturulması gerekir (şekil 3.25.):



Şekil 3.25. Atama listesi

- Birinci kolona giriş ve çıkışların tam bir gösterilimi yazılır. Gösterilimler devre diyagramlarından alınır.
- Giriş ve çıkışlar için kısa gösterilimler (sembolik adres olarak da bilinir) ikinci kolona yazılır. Bu kolondaki gösterilim programın oluşturulmasında kullanılır. Genelde bunlar serbestçe seçilen gösterilimler olabilir. Fakat uygun bir mantıkla seçilirse kolay anlaşılabilir. (örneğin S1, S2, S3... çeşitli anahtarları gösterebilir). Kullanılan numaralar ve semboller programlama sisteminin izin verdiği şekilde olmalıdır.
- PLC adresleri üçüncü kolonda listelenir. işlem sembolleri standartlaştırılmıştır. Adres numaraları bağlantı karşılıklarına göre belirlenir. PLC programlarında kısa gösterilimler veya PLC adresleri kullanılır. Bu amaçla açıklayıcı veri dosyası oluşturulmalıdır (atama listesinin kısa şekli). Bu şekil iki kolondan oluşur: Birinci kolon kısa gösterilim ikinci kolon ise PLC adresleridir.
- Son kolonda giriş ve çıkışlardaki işaretlerin anlamları yazılır. Kısaca "1 = silindir ileri" gibi sistemdeki oluşabilecek işaretleri açıklayıcı gösterilimler vardır (şekil 3.26.).

Tanımlama	Kısaltma	Adres	Fonksiyon
S1 butonu	S1	I0	I0, I2, I5 butona basıldığı sürece 1-ışareti taşır.
S2 butonu	S2	I2	
S3 butonu	S3	I5	
H1 lambası	H1	O0	O0 1-ışareti taşıdığı anda lamba yanar

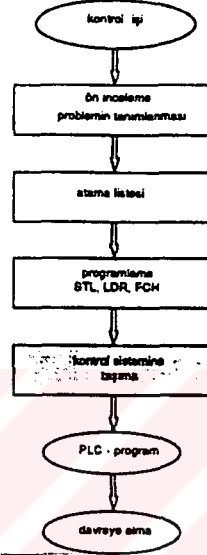
Şekil 3.26. Atama listesi.

Bu adımın fonksiyonu, kontrol işleminin gerçekleştirilmesi ve kontrol akışının tanımlanmasıdır. Bu işlemin yapılması için üç metod vardır. Kontrol işleminin yapısı ve kişisel tercihler programlama metodunun seçimini belirler (şekil 3.27.).

Adım 3: Programlama

- **Kontakt planı (LDR)**, eğer kontrol sisteminin devre şemaları varsa uygundur. Elektrik mühendisleri bu metodu tercih ederler (şekil 3.28.).

- **Fonksiyon şeması (FCH)**, kontrol sisteminin bir akış şeması ile gösterilişidir. Bu akış şeması fonksiyon şeması ile programlanır (şekil 3.29.).
- **Deyim listesi (STL)**, eğer kontrol edilecek işin bir yol adım şeması varsa ve Boole eşitlikleri ile lojik denklemleri oluşturulmuş ise deyim listesi ile çok kolay program yazılır (şekil 3.30.)



Şekil 3.27. Programlama metodunun seçimi.

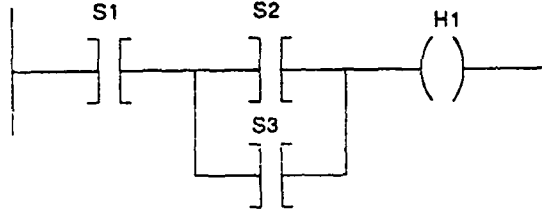
Eğer herhangi bir hata mesajı oluşmadıysa, atama listesi yardımıyla böyle bir hata olasılığının kontrolü yapılır. Bu işlemle bütün girişlerin ve çıkışların durumları atama listesinde görülür ve yazıcıdan döküman olarak program listesi alınıp incelenebilir.

L	S1
A	(S2
O	S3)
=	H1

Şekil 3.28. Deyim listesi (STL).

Üçüncü adım olan programlama iki alt adıma ayrılabilir.

1. Program yaratma.
2. Programlayıcı yardımı ile programın girilmesi.

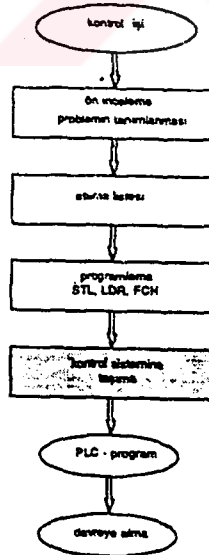


Şekil 3.29. Kontakt planı (LDR).

Program girilmeden önce, bir kâğıt üzerine programın taslağının hazırlanması programlayıcı için kullanışlı olur. Endüstride karmaşık kontrol problemlerinin çözümünde, programın oluşturulması ve girilmesi çoğunlukla ayrı ayrı gerçekleştirilir (örneğin programcı ve servis teknisyeni tarafından).



Şekil 3.30. Fonksiyon şeması (FCH).



Şekil 3.31. Kontrol organına aktarma işlemi.

Adım 4: Kontrol organına aktarma işlemi

Bu ana kadar PLC programı merkezi kontrol birimi tarafından anlaşılabilir şekilde makina koduna çevirildi. Son adım programın kontrol organına aktarılmasıdır (şekil 3.31.).

Makina koduna çevrilme anında gerçek PLC adreslerinin bilinmesi gereklidir. Eğer program sembolik adreslerle oluşturulmuşsa (adım 2) makina koduna dönüştürme yapılmadan önce gerçek adreslerle değiştirilmelidir.

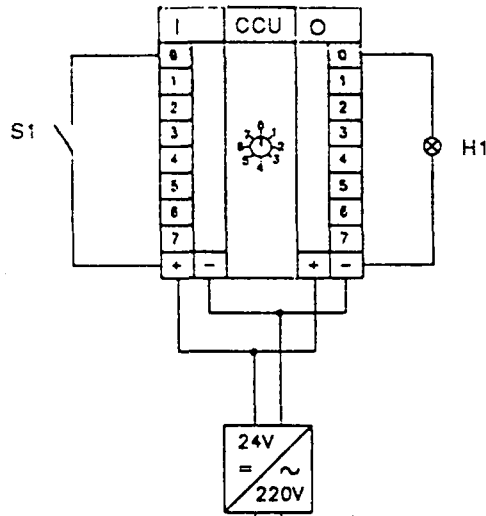
Gerçek problem ve planda, kontrol işlemi tekrardan test edilmelidir. Eğer mümkünse problemle ilgili olmayan birisinin bu testi yapması programcı tarafından yapılabilecek kişisel hataları ortadan kaldırır.

3.6. ÇIKIŞLARIN AKTİF HALE GETİRİLMESİ

PLC'de, programdaki komutlara uygun olarak ikili giriş işaretleri değerlendirilir. Bu değerlendirmenin sonucunda uygun çıkışların aktif hale getirilmesi 1-ışareti, çıkış işaretinin silinmesi 0-ışareti ile oluşturulur.

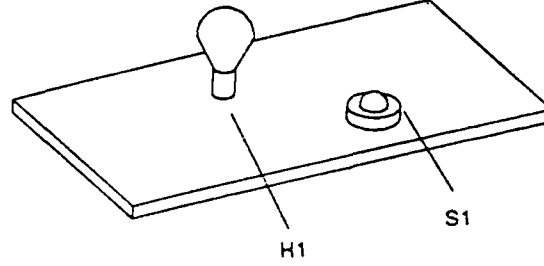
a) Ön inceleme

En basit örnekte çıkış kontrolü giriş işaretinin doğrudan iletilmesi yoluyla programlanabilir:



Şekil 3.32. Devre şeması.

Örneğin bir ampülün bir butona basılması sonucu yanması



Şekil 3.32.a. Konum şeması.

problemini ele alalım (şekil 3.32.a.). Devre şemasını çizecek olursak, basma butonu S1 bir inputa, ampül H1 ise bir output'a bağlanmaktadır (şekil 3.32.).

b) Atama listesi

H1 çıkışının fonksiyonu atama listesinin sağ tarafına not edilmiştir. Buton serbest bırakıldığı zaman lambanın yanık olarak kalması için bu çıkış işareti bellekte saklanmalıdır (şekil 3.33.).

Tanımlama	Kısaltma	PLC Adresi	Fonksiyon
S1 butonu	S1	I0	I0 butona basıldığı sürece 1- işareti taşır
H1 lambası	H1	O0	Lamba O0 1- işareti aldığı sürece yanar

Şekil 3.33. Atama listesi.

c) Program

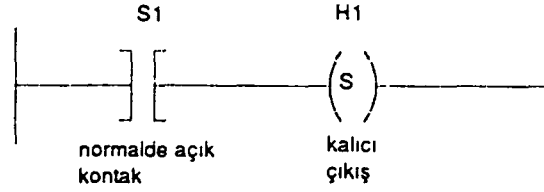
(STL) **deyim listesi** ile programlamada S1 girişi "Load" L komutu ile H1 çıkışı adreslenir. "Set" S komutu çıkışın aktif hale getirilmesini ve işaretin saklanması sağlar (şekil 3.34.).

```
L    S1
S    H1
```

Şekil 3.34. STL program.

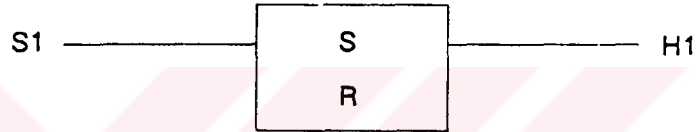
(LDR) **kontakt planı** ile programlamada S1 anahtarı için

normalde açık kontakt ve H1 için kalıcı çıkış sembolü ile bir akım yolu oluşturulur (şekil 3.35.).[3,4]



Şekil 3.35. LDR program.

(FCH) fonksiyon şemasında çıkışlar bir flip-flop vasıtası ile saklanır (kendini tutan anahtar). H1 çıkışı aktif (SET) hale getirilir, çıkış işaretinin silinmesi (RESET) burada yer almaz (şekil 3.36.).

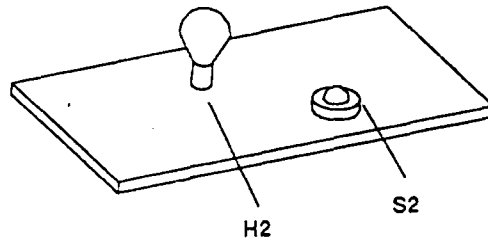


Şekil 3.36. FCH program.

Bir çıkışa işaret verilmesi ve çıkış işaretinin silinmesi (Set, Reset) hakkında bir örnek ise aşağıdaki gibidir:

a) Ön inceleme

Buton basılı kaldığı sürece lambanın yanık kalması istenmektedir (şekil 3.37.).

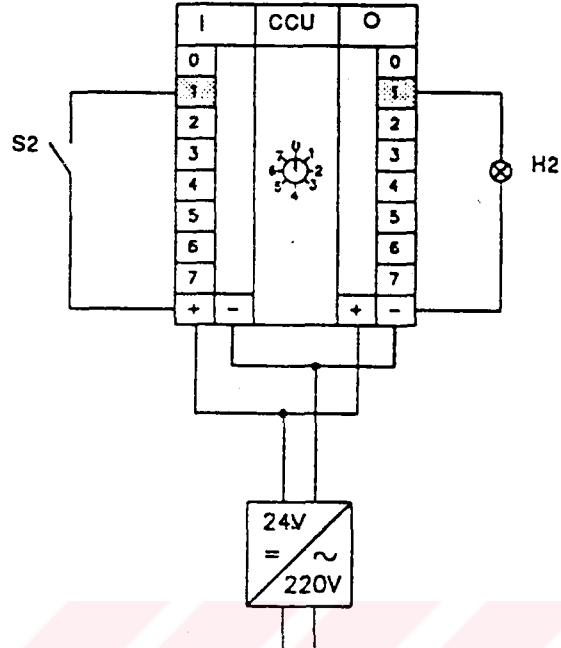


Şekil 3.37. Konum şeması.

Devre şeması

Buton girişlerden birine, lamba ise çıkışlardan birine bağlanmalı (şekil 3.38.). Bu durumda doğruluk cetveli ve devre şeması aşağıdaki gibidir:

S2 H2
1 1
0 0



Şekil 3.38. Devre şeması.

b) Atama listesi

O1 çıkışı (H2 lambası), I1 girişi (S2 butonu) aktif hale geldiğinde 1 işareti oluşturmali (şekil 3.39.).

Tanımlama	Kısaltma	Adres	Fonksiyon
S2 butonu	S2	I1	I1 butona basılı kaldığı sürece 1-işareti taşır
H2 lambası	H2	O1	Lamba O1 1-işareti aldığı sürece yanar

Şekil 3.39. Atama listesi.

c) Program

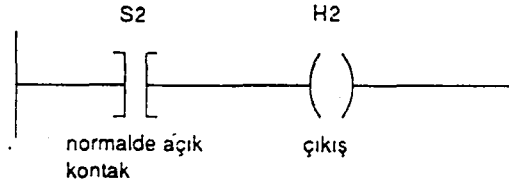
(STL) **deyim listesi** ile programlamada H2 çıkışının S2 girişine bağlantısı = ataması ile gerçekleştirilir. ("set/otherw reset"). (şekil 3.40.).

L S2
= H2

Şekil 3.40. STL program.

(LDR) **kontakt planında** (S2 için) normalde açık kontakt ve (H2) için aktif hale geçmemiş çıkış işareti ile bir akım yolu

oluşturulur (şekil 3.41.).



Şekil 3.41. LDR program.

(FCH) fonksiyon şemasında giriş ve çıkış 1 fonksiyonu ile bağlanmıştır. Bu gösterilimde H2, S2 ile aynı işaret değerindedir (şekil 3.42.).



Şekil 3.42. FCH program.

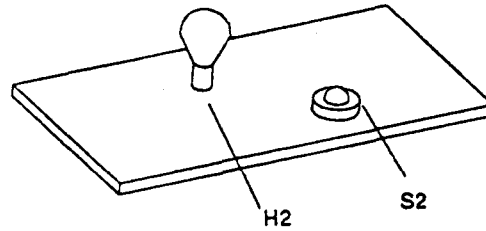
3.7. GİRİŞLERİN LOJİK BAĞLANTISI

Çeşitli girişlerden alınan ikili işaretler programdaki komutlara göre merkezi kontrol ünitesine lojik olarak bağlanırlar. VE ve VEYA elemanları iki veya daha fazla giriş işaretlerinin bulunduğu yerlerde gözönüne alınmalıdır. Birçok kontrol işlerinde bu lojik elemanların birleştirilmesi gerekli olmaktadır.

Basit bir AND (VE) elemanı ile başlayalım:

a) Ön inceleme

Bir lambanın iki butona birden eş zamanlı olarak basıldığı



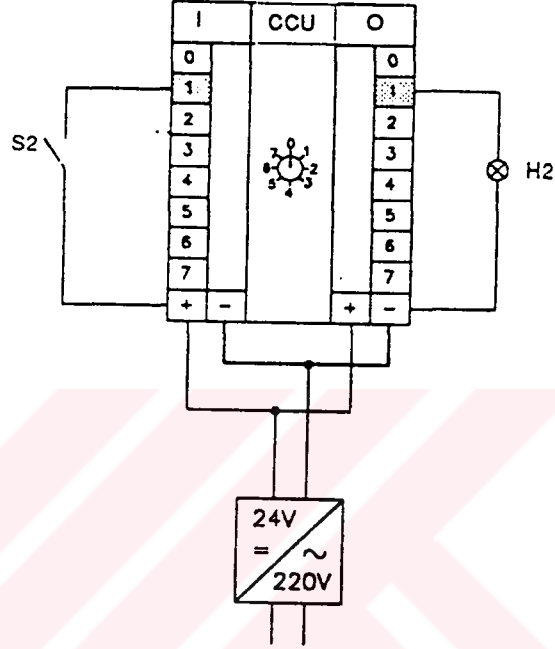
Şekil 3.43. Konum şeması.

sürece yanık olarak kalması istenilmektedir (şekil 3.43.).

Devre şeması

iki anahtar iki girişe ve lamba ise bir çıkışa bağlanacaktır. Doğruluk tablosu ve devre şeması aşağıdaki gibidir (şekil 3.44.):

S1	S2	H
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Şekil 3.44. Devre şeması.

b) Atama listesi

00 çıkış fonksiyonu; bu çıkış lambanın normalde kapalı olması için enerjisiz olacak şekilde programlanmalıdır (şekil 3.45.).

Tanımlama	Kısaltma	Adres	Fonksiyon
S2 butonu	S2	I1	I1 butona basılı kaldığı sürece I-ışareti taşır
H2 lambası	H2	O1	Lamba O1.1 - ışareti aldığı sürece yanar

Şekil 3.45. Atama listesi.

c) Program

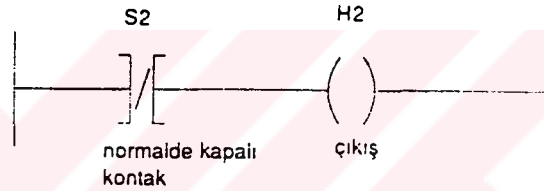
(STL) deyim listesi ile programlamada AND elemanı ikinci

satıra A olarak yazılır. = komutu kalıcı olmayacak şekilde çıkışın aktif hale geçmesini sağlar (şekil 3.46.).

L	N	S2
=		H2

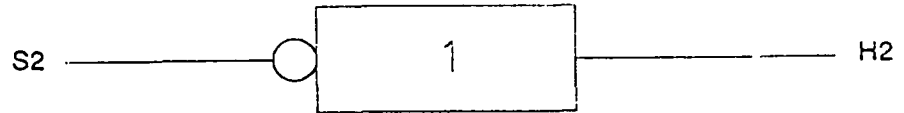
Şekil 3.46. STL program.

(LDR) kontakt planında AND elemanı iki normalde açık kontakın seri olarak bağlanması ile gerçekleştirilir. (H1 için) enerjisiz çıkış sembolü gösterilmiştir (şekil 3.47.).



Şekil 3.47. LDR program.

(FCH) fonksiyon şeması ile programlamada AND elemanını gösteren fonksiyon da; giriş ve çıkışlar temel sembollerle bağlanır (şekil 3.48.).



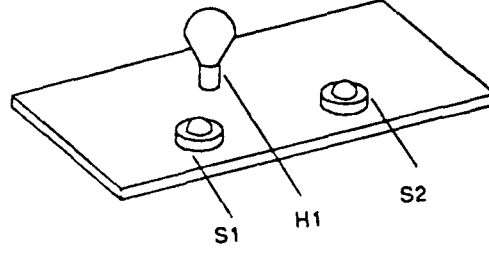
Şekil 3.48. FCH program.

Bir diğer AND bağlantısı örneği ise aşağıdaki gibidir:

a) Ön inceleme

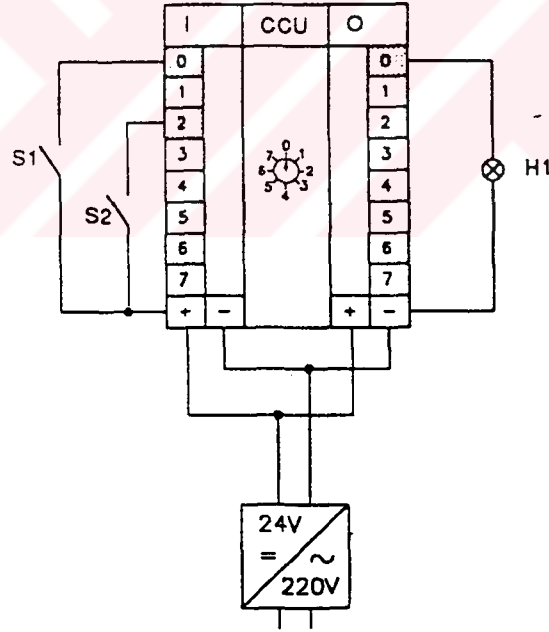
Şekil 3.49.'da görülen korumalı preste Y1 silindiri yalnız koruyucu kapağı B0 kapalı ve S1 butonuna basıldığında basma yapacaktır. Bu şartların ikisinden biri sağlanmadığı takdirde pres silindiri çekilecektir. Koruma kapağının pozisyonu bir yaklaşım sensörü (proximity switch) ile kontrol edilmektedir. Pres silindirinin kumandası yay dönüşlü bir solenoid yönlendirme valfi ile gerçekleştirilmektedir. Bu problemin

çözümünde devre şemasının çizilmesi ile başlanır (şekil 3.50.).



Şekil 3.49. Konum şeması.

Devre şeması, doğruluk tablosu, atama listesi, STL, LDR



Doğruluk tablosu

S1	B0	Y1
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Şekil 3.50. Devre şeması ve doğruluk tablosu.

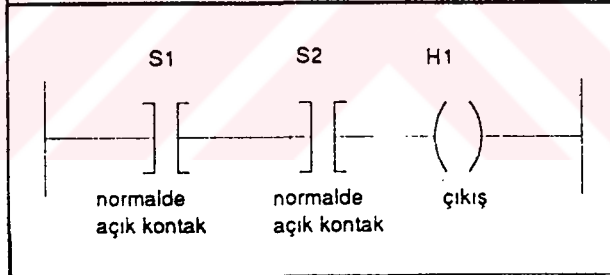
ve FCH programları şekil 3.50.a. ve 3.51'dedir.

Atama listesi Şekil 3.50.a.			
Tanımlama	Kısaltma	Adres	Fonksiyon
S1 butonu	S1	I0	I0 buton 1 basıldığında 1 - işareti taşır
S2 butonu	S2	I2	I2 buton 2 basıldığında 1 - işareti taşır
H1 lambası	H1	O0	Lamba O0 1- işareti aldığı sürece yanar

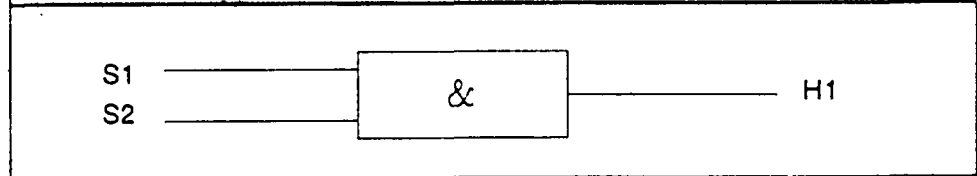
STL program 3.50.a.

```
L    S1
A    S2
=    H1
```

LDR program Şekil 3.50.a.



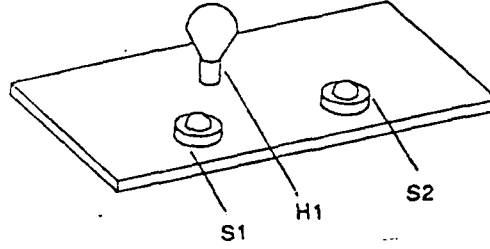
FCH program Şekil 3.51.



Aşağıdaki örnekte ise OR lojik elemanının kullanıldığı bir problem görülmektedir.

a) Ön inceleme

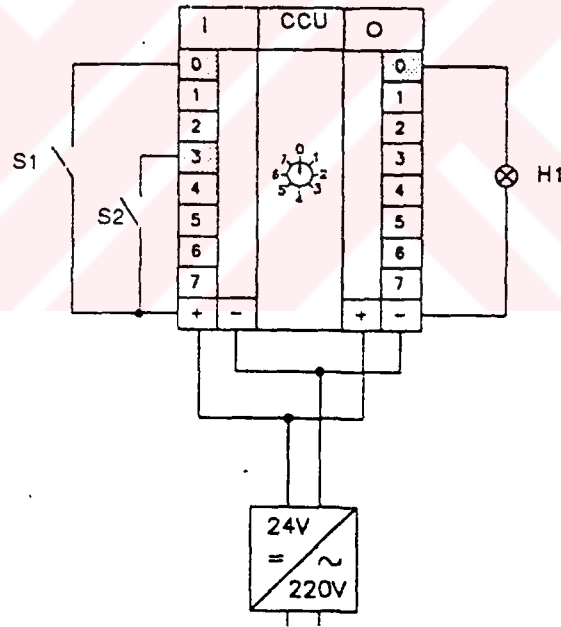
Eğer bir butondan birtanesine basılırsa lamba yanar. Butona sürekli olarak basılmadığı zaman bile lamba yanık olarak kalacak (şekil 3.52.).



Şekil 3.52. Konum şeması.

Devre şeması

iki buton girişlere ve lamba ise bir çıkışa bağlanacaktır (şekil 3.53.).



Şekil 3.53. Devre şeması.

Doğruluk tablosu

Bu doğruluk tablosunda 00 çıkışının özellikleri yer almaz. Doğruluk tablosu H1 = S1 v S2 fonksiyonunu gösterir.

Doğruluk tablosu

S1	S2	H1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

b) Atama listesi

00 çıkışı lambanın sürekli olarak yanık kalması için kalıcı olarak aktif haldedir (şekil 3.54.).

Tanımlama	Kısaltma	Adres	Fonksiyon
S1 butonu	S1	I0	I0 buton 1 basıldığında 1 - işareti taşır
S2 butonu	S2	I3	I3 buton 2 basıldığında 1 - işareti taşır
H1 lambası	H1	O0	Lamba O0 1 - işareti aldığı sürece yanar

Şekil 3.54. Atama listesi.

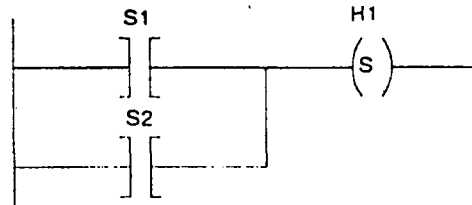
c) Program

OR elemanı STL programında ikinci satırda gösterilmektedir; (S: "SET") (şekil 3.55.).

L S1
O S2
S
H1

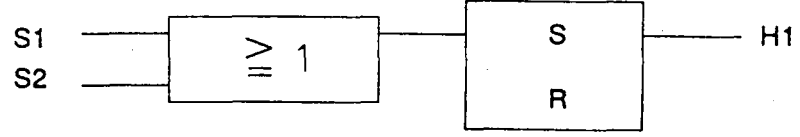
Şekil 3.55. STL program.

(LDR) kontakt planında S için paralel bir kola ihtiyaç vardır. OR elemanı paralel bir kontakt ile temsil edilir (şekil 3.56.).



Şekil 3.56. LDR programı.

(FCH) fonksiyon şeması ile programlamada girişler OR kapısına bağlanır. S bağlantısı burada girişin aktif (SET) hale getirileceğini göstermektedir. (S = SET; R = RESET) (şekil 3.57.).

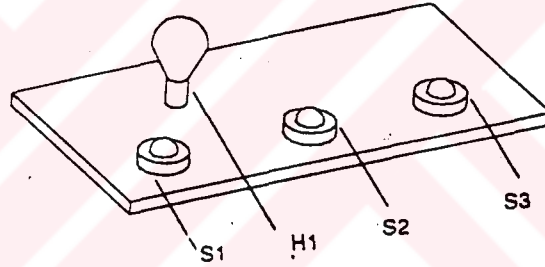


Şekil 3.57. FCH program.

AND ve OR lojik elemanlarının kullanıldığı diğer bazı kontrol sistemleri:

a) Ön inceleme

(H1) lambası S1 butonuna ve S2 veya S3 butonlarından bir tanesine veya ikisine birden basıldığı sürece yanık kalacak (şekil 3.58.).



Şekil 3.58. Konum şeması

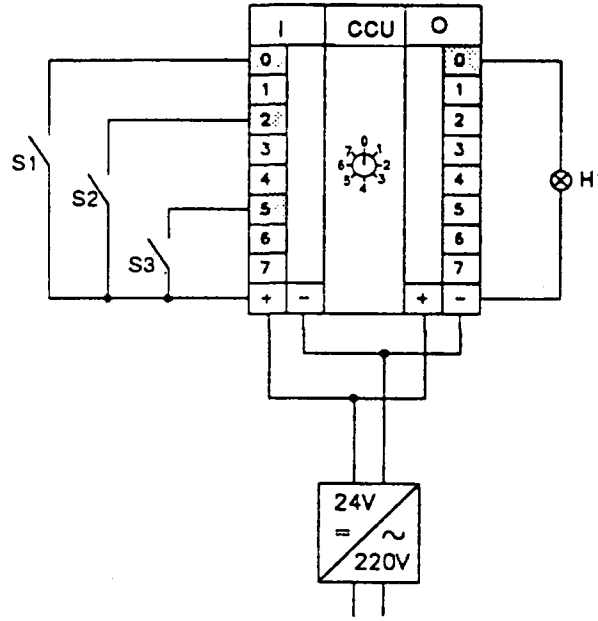
Devre şeması

Butonlar üç girişe lamba ise bir çıkışa bağlanacaktır (şekil 3.59.).

Doğruluk tablosu

Çözülecek problemin durumuna göre doğruluk tablosu aşağıdaki gibidir:

S1	0	0	0	0	1	1	1	1
S2	0	0	1	1	0	0	1	1
S3	0	1	0	1	0	1	0	1
S4	0	0	0	0	0	1	1	1



Şekil 3.59. Devre şeması.

b) Atama listesi

00 çıkış fonkssiyonu; bu çıkış enerjisiz olacak şekilde programlanmalıdır (şekil 3.60.).

Tanımlama	Kısaltma	Adres	Fonksiyon
S1 butonu	S1	I0	I0, I2, I5 butona basıldığı sürece 1 - işareti taşır
S2 butonu	S2	I2	
S3 butonu	S3	I5	
H1 lambası	H1	O0	Lamba O0 1- işareti aldığı sürece yanar

Şekil 3.60. Atama listesi.

c) Program

Bu problem için **Boole Eşitliği** STL programının oluşturulmasına yardım eder. Boolean eşitliği:

$S1 \wedge (S2 \vee S3) = H1$; Bu eşitliğin eşdeğeri aşağıdaki gibidir:
 $(S1 \wedge S2) \vee (S1 \wedge S3) = H1$.

(STL) **deyim listesi** ile programlamada iki metod vardır - parantezli ve parantezsiz komut - ikinci Boole eşitliğindeki parantezlere AND elemanının OR elemanına göre önceliği olduğu programlamada ihtiyaç vardır.(Bununla beraber bazı PLC programlarında OR elemanı AND elemanından önce değerlendirilir (şekil 3.61.).

(1)

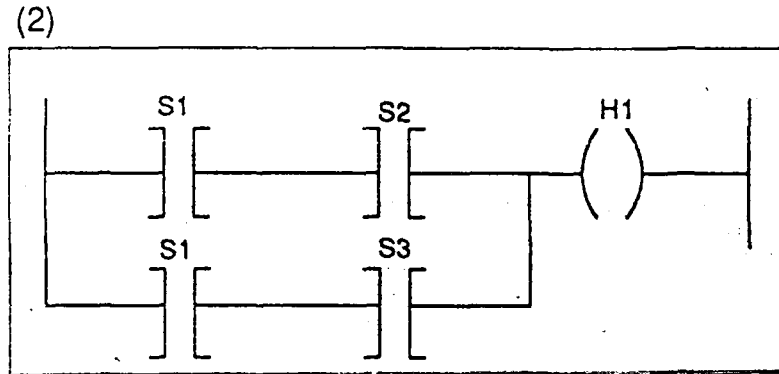
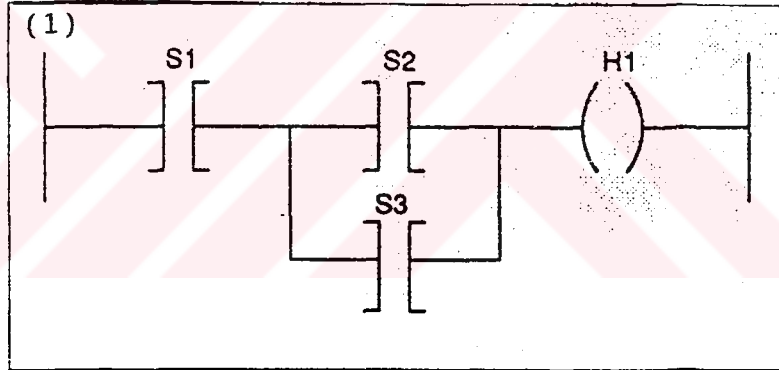
L	S1
A	(S2
O	S3)
=	H1

(2)

L	S1
A	S2
O	S1
A	S3
=	H1

Şekil 3.61. STL program.

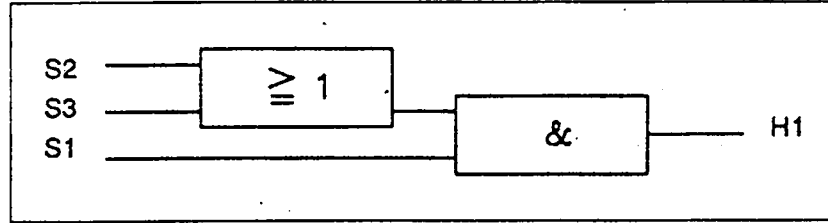
Kontakt planı programı değişik iki metodla oluşturulabilir (şekil 3.62.).



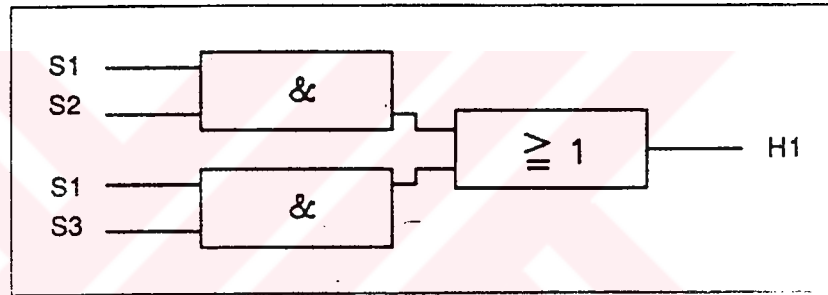
Şekil 3.62. LDR program.

FCH fonksiyon şeması programında S2 ve S3 OR elemanı ile bağlanmıştır. Daha sonrada S1'e AND elemanı ile bağlanmıştır. ikinci kontakt planında olduğu gibi FCH programında AND elemanının iki sefer kullanılmasıyla yazılabilir (şekil 3.63.).[3,4]

(1)



(2)



Şekil 3.63. FCH program.

Bu örnekte belirlenen çıkış tetiklenmeden önce ek şartların gerçekleştirilmesi gösterilecektir. Bu işlem seçici anahtarın konumunun değiştirilmesi ile elde edilir.

a) Ön inceleme

A seçici anahtarı ile H1 veya H2 lambalarından hangisinin yanacağı tespit edilir. Seçici anahtar 0 pozisyonunda iken H1 lambası, 1 pozisyonunda iken ise H2 lambası yanar. Seçilen lambanın yanıp yanmaması B butonu ile sağlanır (şekil 3.64.).

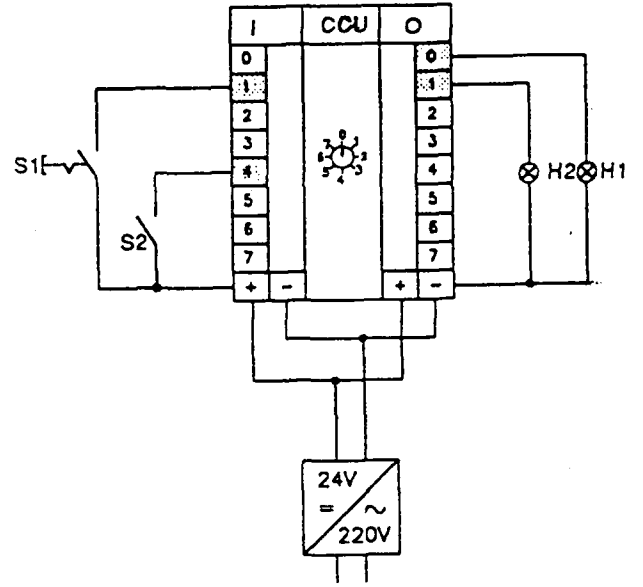
Devre şeması

Seçici anahtar S1 ve buton S2 iki girişe diğer iki lamba ise çıkışlardan ikisine bağlanır (şekil 3.65.).

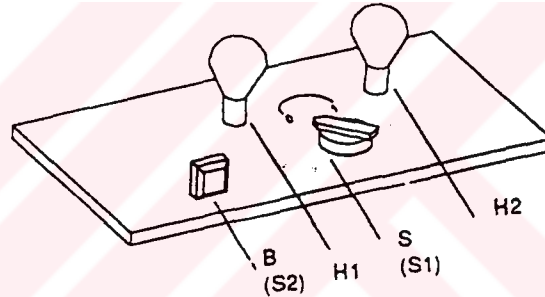
Doğruluk tablosu ise aşağıdaki gibidir:

Doğruluk tablosu

S1	S2	H1	H2
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	0	1



Şekil 3.65. Devre şeması.



Şekil 3.64. Konum şeması.

b) Atama listesi

Çıkışlar kalıcı olmayacak şekilde aktif hale geçirilir. İki anahtarın çalışması aşağıda açıklanmaktadır (şekil 3.66.).

Tanımlama	Kısaltma	Adres	Fonksiyon
S1 seçici anahtar	S1	I1	konum 0: I1 0-ışareti taşır konum 1: I1 1-ışareti taşır
S2 butonu	S2	I4	I4 butona basıldığı zaman 1-ışareti taşır
H1 lambası	H1	O0	H1 lambası O0 1-ışareti aldığı zaman yanar
H2 lambası	H2	O1	H2 lambası O1 1-ışareti aldığı zaman yanar

Şekil 3.66. Atama listesi.

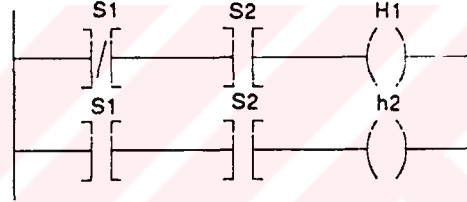
c) Program

(STL) deyim listesi programlarda kollara ayrılma iki AND elemanı ile gerçekleştirilir. iki çıkış tetiklenir (şekil 3.67.).

L	N	S1
A		S2
=		H1
L		S1
A		S2
=		H2

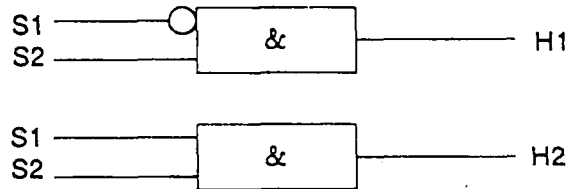
Şekil 3.67. STL program.

(LDR) kontakt planı ile program iki akım hattından oluşmuştur. Bir normalde açık ve bir normalde kapalı kontakt veya tam tersi, iki normalde açık kontakt seri bağlanır (şekil 3.68.).



Şekil 3.68. LDR program.

(FCH) fonksiyon şeması programı iki çıkışın olduğu iki adet AND elemanı ile gösterilir. Birinci elemandaki S1 girişi negatiftir (şekil 3.69.).



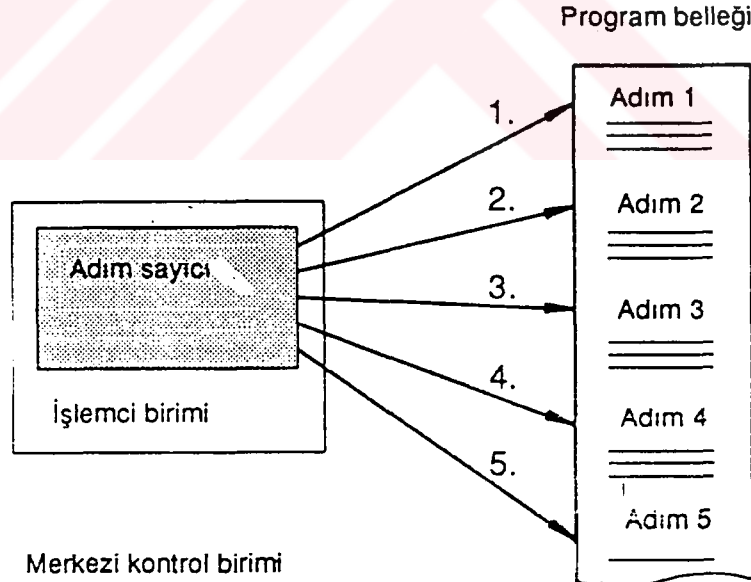
Şekil 3.69. FCH program.

3.8. SIRALI KONTROL SİSTEMLERİNİN PROGRAMLANMASI

3.8.1. İŞLEM ÇEVİRİMLERİ (SIRALI PROGRAMLAR)

Birçok kontrol işleminin akışı çeşitli adımların gerçekleştirilmesi ile olur. Bu yüzden burada **sıralı kontrol** sistemleri üzerinde durulacaktır. Bir sistemde yalnızca belirlenen durum gerçekleştiğinde bir sonraki kontrol adımı işleme sokulur (örneğin diğer girişlerden işaret gelebilir veya diğer iş elemanları adreslenebilir). Sistemin güvenilirliğini ve emniyetini garanti etmek için bu girişlerden işaretlerin algılanması ve kontrol edilmesi gereklidir.

Sıralı kontrolde **işlem çevriminin** denetlenmesi adım sayıcı tarafından olur (şekil 3.70.). Bu sayıcı program süresince adım adım ilerler. Programda bir sonraki adım numarasının artan sayıda olması önemli değildir. Program içerisinde atlamalar, çevrimler ve kollara ayrılmalar mümkündür.



Şekil 3.70. Sıralı program.

işlem çevrimini basit ve günlük uygulamalardaki bir örneği, çamaşır makinası programıdır. Ön yıkama - yıkama -

durulama bu programın adımlarıdır.

Sıralı kontrolde program içerisinde bir adımdan diğer bir adıma geçiş gerekli olan anahtarlama şartları yerine getirildiğinde gerçekleşir. Zamana - bağımlı ve işleme - bağımlı olmanın arasındaki fark şartların zaman veya işleme bağılı olmasına göre belirlenir:

- Zaman - bağımlı sıralı işlemlerde anahtarlama şartları yalnız zamana bağılıdır. Örneğin zaman sayıcı.
- işlem - bağımlı sıralı işlemlerde anahtarlama şartları kontrol edilen sistemden alınan işaretlere bağılıdır.

Pratikte kontrol problemlerinin bir çoğu işlem çevrimi ile çözülür. Bu tür programların bölümleri - ayrı birimler olarak programda görülür - tarama programları olarak gösterilebilir.

3.8.2. FONKSİYON ŞEMASI

işlem çevrimi **fonksiyon şeması** olarak yazılabilir. Fonksiyon şeması en basit ve açık gösterilimi sunar. Programın bölümleri programın yapısını açıklayıcı numaralandırılmış **adım alanlarına** (kutularına) ayrılmıştır. Herbir adıma ayit çıkışlar adım alanlarına bağılı olan **komut tanımlama alanında** adreslenmektedir.

Örnek (şekil 3.71.); S1 anahtarına basıldığında A silindiri

1 inci Adım

Silindirin ileri çıkması

2 inci Adım

Silindirin geri dönmesi

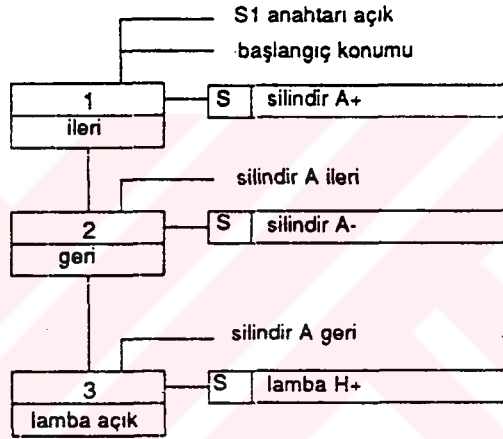
3 üncü Adım

Lambanın yanması

Şekil 3.71. Program adımları.

ileri çıkar (adım 1) A silindiri son konumuna geldiği zaman tekrar geri döner (adım 2). A silindiri geri döndüğünde A lambası yanar ve işlem çevriminin tamamlandığını gösterir (adım 3) (A silindirinin ileri gitmesi ve geri gelmesi Y1 solenoid valfi tarafından sağlanır).

3 adımlı sıralı programda; fonksiyon şeması üç adım alanını göstermektedir. Birinci adım için gerekli şart S1 anahtarına basılı olması ve silindirin başlangıç konumunda olmasıdır. Komut alanında ise bu adım "Silindir A +"; silindir A ileri olarak yazılmıştır ("S" anlamı komut bellekte saklanacak demektir) (şekil 3.72.).



Şekil 3.72. Fonksiyon şeması.

Aynı şekilde adım 2 için şart A silindirinin ileri çıkmasıdır (birinci adım tamamlanmış demektir). Komut "Silindir A -"; silindir A geri şeklindedir. Üçüncü adımda: son olarak lamba yanar (lambanın kapalı olması bu programda kontrol edilmektedir).

3.8.3. KONTAKT PLANI

Adımlar kontakt planında adım bayrakları olarak

gösterilirler. Bu bayraklar bir sıra içerisinde adımların gerçekleşmesini sağlar.

Sıralı kontrol için oluşturulan kontakt planı iki bölüme ayrılır:

1. Kontrol bölümü - bayrakların aktif hale getirilmesi;
2. İş bölümü - çıkışların tetiklenmesi.[4]

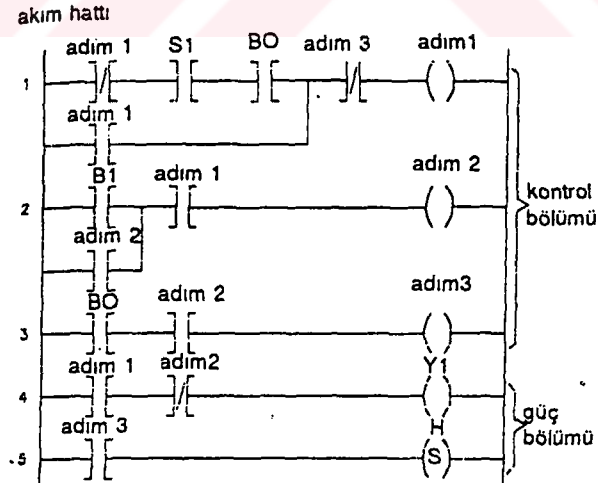
Bayraklar; kontrol bölümünde her bir adım için bayraklar ve şartlar arasındaki bağlantı oluşturulur. Sıralı kontrolde her bir adım için bir bayrak oluşturulur. İş bölümündeki çıkışlar bayraklar tarafından tetiklenir. Her bir çıkış için bir akım hattı gereklidir.

Örnek; Bu örnekte yerleştirme listesi aşağıdaki gibidir (şekil 3.73.);

Algılayıcılar / iş elemanları	Tanımlama	Adres
Anahtarlar	S1	I0
Sınır anahtarı silindir A ileri	B0	I1
Sınır anahtarı silindir A geri	B1	I2
Seloid valf	Y1	O0
Lamba	H	O1

Şekil 3.73. Yerleştirme listesi

Örneğimize bakacak olursak kontakt planı aşağıdaki gibi oluşturulur (şekil 3.74.):



Şekil 3.74. Kontakt planı.

Adım bayrağı 1 (normalde kapalı kontakt), S1 ve adım bayrağı

3 (normalde kapalı kontakt) **birinci akım hattında** seri olarak bağlanırlar. Adım 1'in aktif hale gelmesini sağlayan şartlar: bu adım henüz aktif hale geçmeden, S1 basılı, a silindiri geride ve son adım gerçekleşmeli. Adım 1'in işareti son adım (çevrim sonu) gerçekleşince silinir. Adım 1 aktif hale geçince bu şekilde kalacaktır. Bu paralel olarak bağlı olan normalde açık kontaktla gerçekleşir. S1 basılı olmasa bile; adım giriş anahtarı **aktif olmadığı** zaman **kalıcı** olacaktır. **ikinci akım hattı:** adım 2 için şartlar B1 den 1-işareti gelmesi ve adım 1'in aktif hale geçmesidir. B1 girişi bir kere anahtarlanacak ve akım paralel koldan akmaya başlayacaktır. Adım 3'ün bayrağı, **üçüncü akım hattında** oluşturulur. Bu son adımın anahtarlanmasına ve kalıcı hale getirilmesine gerek yoktur. Adım 1'in, birinci akım hattındaki normalde kapalı kontakt tarafından işareti silinecek, adım 1 adım 2'nin işaretini silecek ve adım 2 adım 3 işaretini silecektir.

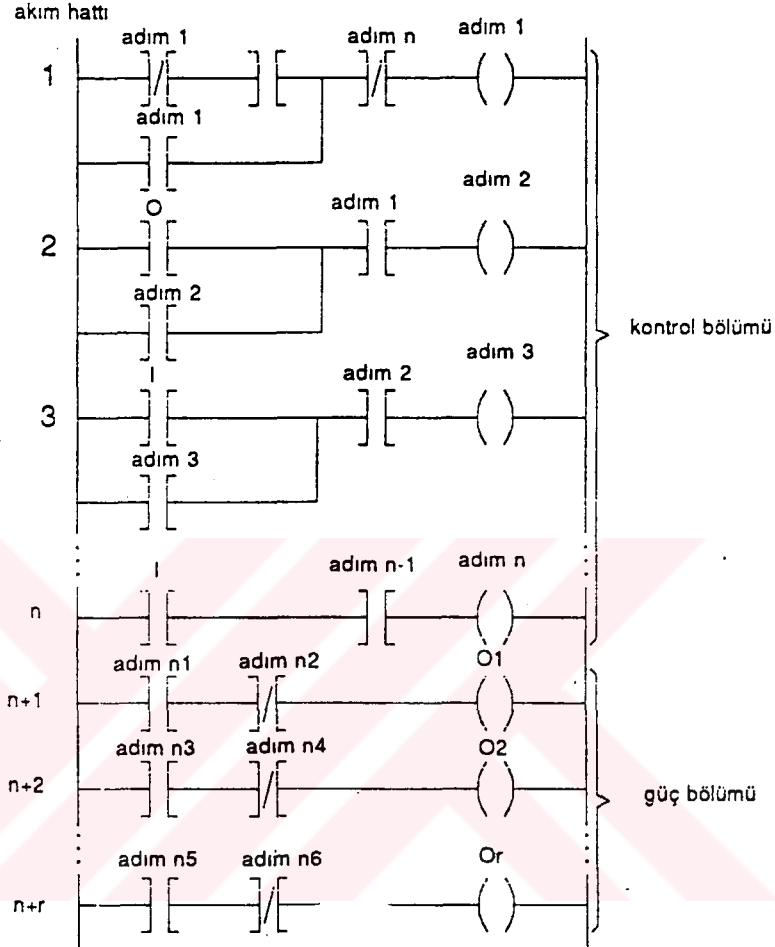
Dördüncü ve beşinci akım hattındaki çıkışların tetiklenmesi: Y1, adım 1 ve negatif adım 2 tarafından, H ise adım 3 tarafından olur. Böylece bu anda adım 2 aktif olduğu zaman Y1 çıkışının işareti silinir. H çıkışı aktif hale gelemeli ve o şekilde kalmalıdır (böylece lamba sürekli yanık kalacaktır).

Sıralı program olarak kontakt planı diyagramının (ladder diagram) yazılmasında takip edilen yol:

Aşağıdaki (şekil 3.75.) şema sıralı program kontakt planının şekilsel tanımlanmasını göstermektedir. Sıralı programlama "n" adımdan oluşur; "r" adet çıkış tetiklenir ("n" ve "r" doğal sayılardır). Buna göre kontakt planının kontrol bölümü çeşitli bayrakların oluşturulması için "n" tane akım hattına sahiptir. "r" tane akım hattı ise güç bölümü için gereklidir. Çıkışlar O1, O2, ... Or şeklinde tasarlanırlar; girişler basit olarak I gösterilir. Bu tasarım çeşitli girişlerin mümkün olan bütün lojik elemanlarını bir araya getirir.

Kontrol bölümü: Adım 1, birinci akım hattı üzerinde negatif kontakt olaraktan oluşturulur (bu işlem kontrol sisteminin ikinci bir kere başlatılmasını engeller). Burada son adım

bayrağıda (adım n) negatif kontaklıdır; çevrim sonuna henüz ulaşılmamıştır. Adım 1'deki paralel anahtarlama kendini tutan devrenin oluşturulmasına imkân sağlar.



Şekil 3.75. Sıralı programlarda kontakt planı.

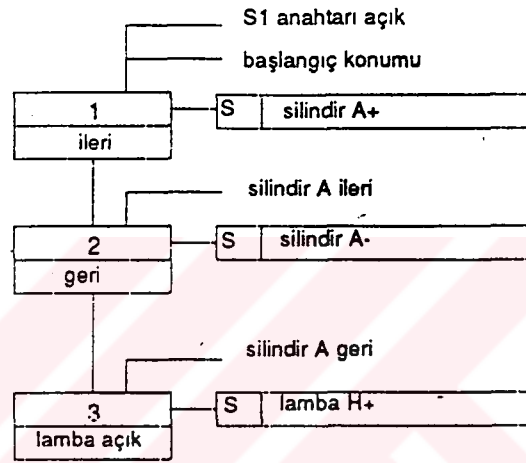
Adım 2, ikinci akım hattı üzerinde oluşturulmuştur. Bu akım hattı girişlerin haricinde adım 1 kontağından oluşmaktadır. Üçüncü akım hattı, adım 2'nin kontağından oluşmaktadır. N'inci akım hattı adım n-1 kontağından oluşmaktadır.[4]

Güç bölümü: Buradaki bölümde çıkışlar tetiklenir, çıkışların aktif hale getirildiği adım bir kontakt ile oluşturulur. Çıkışların işaretinin silindiği adım ters kontakt ile gösterilir. Adım bayrakları adım olarak tanımlanmaktadır. Aynı şekilde n+1'inci akım hattından (güç bölümünün birinci akım hattı) n+r akım hattına (sonuncu akım hattı) kadar devam

eder.

3.8.4. DEYİM LİSTESİ

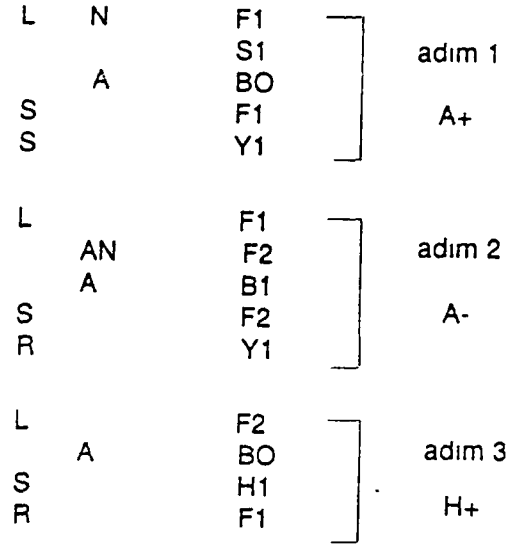
Tekrar örneğimize dönecek olursak şekil 3.76.'de bu program için fonksiyon şemasını şekil 3.77. da deyim listesini göstermektedir.



Şekil 3.76. Fonksiyon şeması.

Fonksiyon şemasında olduğu gibi deyim listeside üç adımdan oluşmaktadır. İki adım bayrağı F1 ve F2 bunun için gereklidir (son adım için adım bayrağına gerek yoktur). Boş satırlar bir bölümü diğerinden ayırmaktadır ve burada programın kolay anlaşılabilmesi için konmuştur.

Herbir adımda bayraklar aktif hale getirilmektedir. Son adımdan sonra bütün bayrakların işaretleri kaldırılacaktır. Herbir adım "Load" komutu ile başlamaktadır. Birinci adım için şart S1 anahtarının çalıştırılmasıdır. Daha sonra F1 ve Y1 çıkışı aktif hale getirilerek silindir ileri çıkar. İkinci adım için şart F1 aktif olmalıdır. Diğer şartlar ise F2 aktif olmayacak ve sınır anahtarı B1 de 1 işareti oluşacak, Y1 işareti kaldırılacak ve silindir geri gelecektir.



Şekil 3.77. Deyim listesi.

H çıkışı (lamba) **üçüncü adımda** tetiklenecek ve F1, F2 bayraklarının işaretleri kaldırılacaktır. Adım 3'ün bayrağına gerek yoktur.

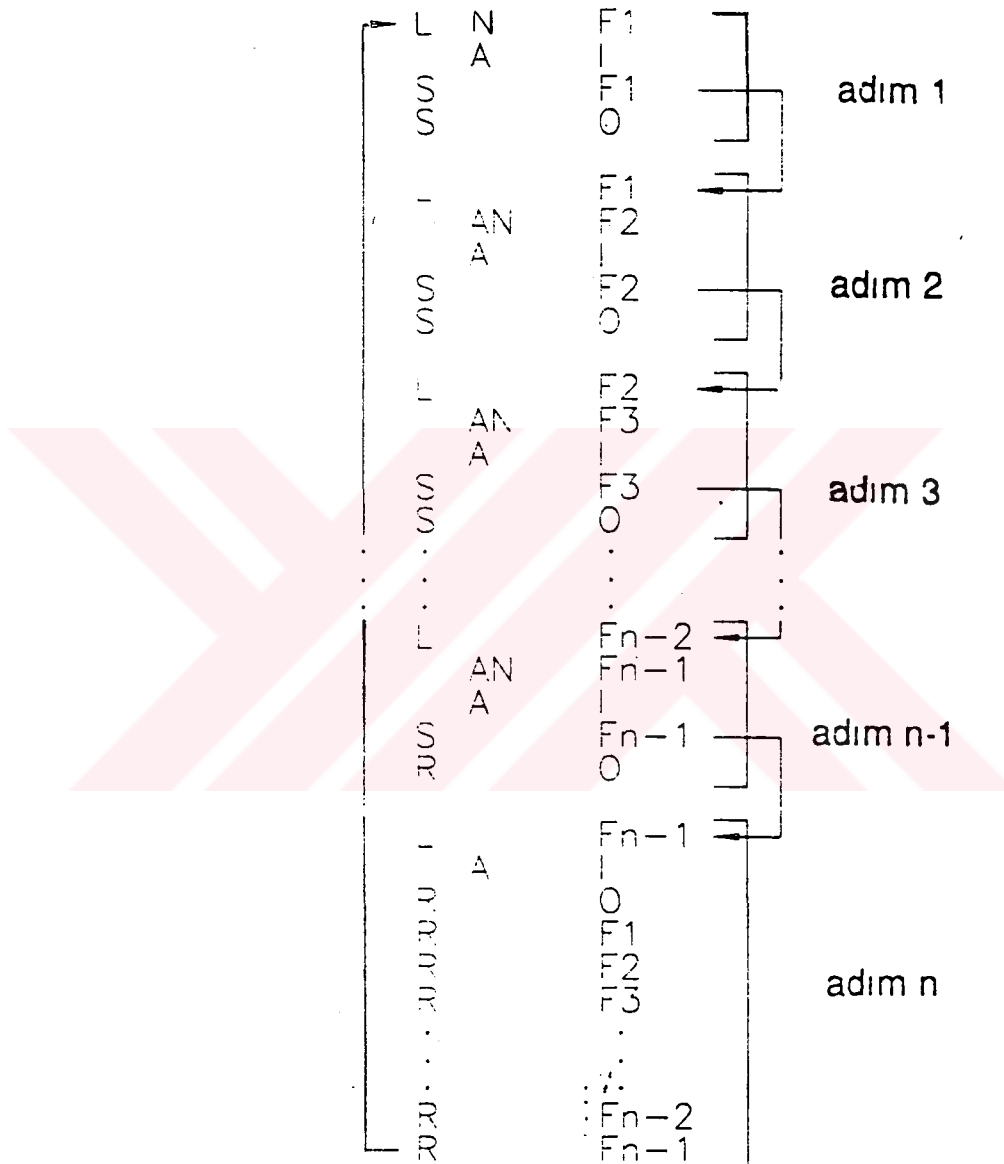
Çevrimin çalışması: üçüncü adım tamamlandıktan sonra bütün adım bayraklarının işaretleri kaldırılır. Böylece tekrar başlatmak için gerekli olan şartlar sağlanmış olur. F1 aktif haldedir, F2'nin ise işareti silinmiş durumdadır. Şimdi ikinci adım gerçekleştirilebilir. Şimdi F2 aktif haldedir, böylece üçüncü adım başlatılabilir. Bu son adımdır. Bundan sonra bütün bayrakların işareti silinecektir.

Burda örneğimizi sıralı kontrol için genelleştirmek mümkündür. Burada deyim listesi şekilsel olarak gösterilmektedir.

Çalışma çevrimi "n" adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar aynı zamanda daha fazla detaylandırmaya gerek kalmadan (kontakt planında olduğu gibi) deyim listesinin de elemanlarıdır. Bu şemada girişlerin çeşitli lojik elemanları için I (adımların geçiş şartlarında), her bir çıkış için 0 konulmuştur. Programda çıkışlar aktif hale getirilir (SET - "S") veya işareti kaldırılır (RESET - "R"). Her adımın geçiş şartında (ilk adım hariç) bir önceki adımın numarası ile bir bayrak

veya aynı adım numaralı negatif bayrak olmalıdır. Bu bayrak aktif hale gelince çıkış tetiklenir.

Son adımda aktif hale gelecek bir bayrak yoktur. ("n" numaralı bayrak yoktur) 1, ..., n-1 bayrakların işareti kaldırılır. Şekil 3.78.'deki oklar çevrimin çalışmasını açıklamaktadır.[2,4]

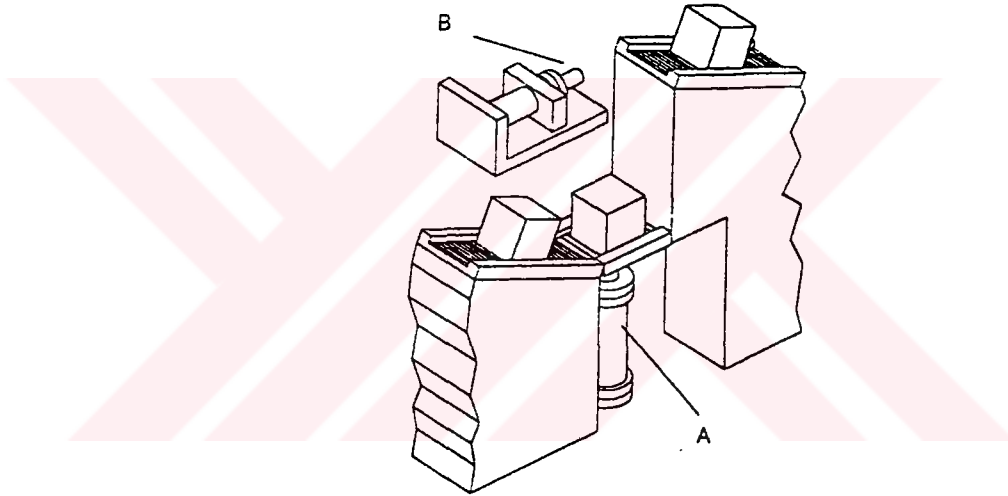


Şekil 3.78. Deyim listesinde adımlar.

Sürekli kalıcı olmayan bayraklar kullanılmaktadır. Bu bayrakların PLC kapatıldıktan sonra (enerjisi kesildikten sonra) otomatik olarak işareti silinir. Bu yeni bir program

yaratılması için gereklidir. Sıralı program kural olarak bayrakların işareti kaldırılmaz (yalnız çevrimin sonunda PLC kapatıldığı zaman işareti kaldırılır). Kalıcı bayraklarla çalışan kontrol sistemlerinde program çalışmadan önce bayrakların konumu hakkında sorgulama yapılır, eğer uygunsa aktif hale geçirilir.

Örnek: Şekil 3.79.'da görülen paket kaldırma tertibatının taşıma bandı üzerindeki yaklaşım anahtarı paketin olup olmadığını algılamaktadır. Eğer paket varsa, pnömatik silindir A (kaldırma silindiri) tarafından kaldırılır ve diğer bir taşıyıcı banda itme silindiri B tarafından itilir. Daha sonra silindir A ve silindir B geri gelir.

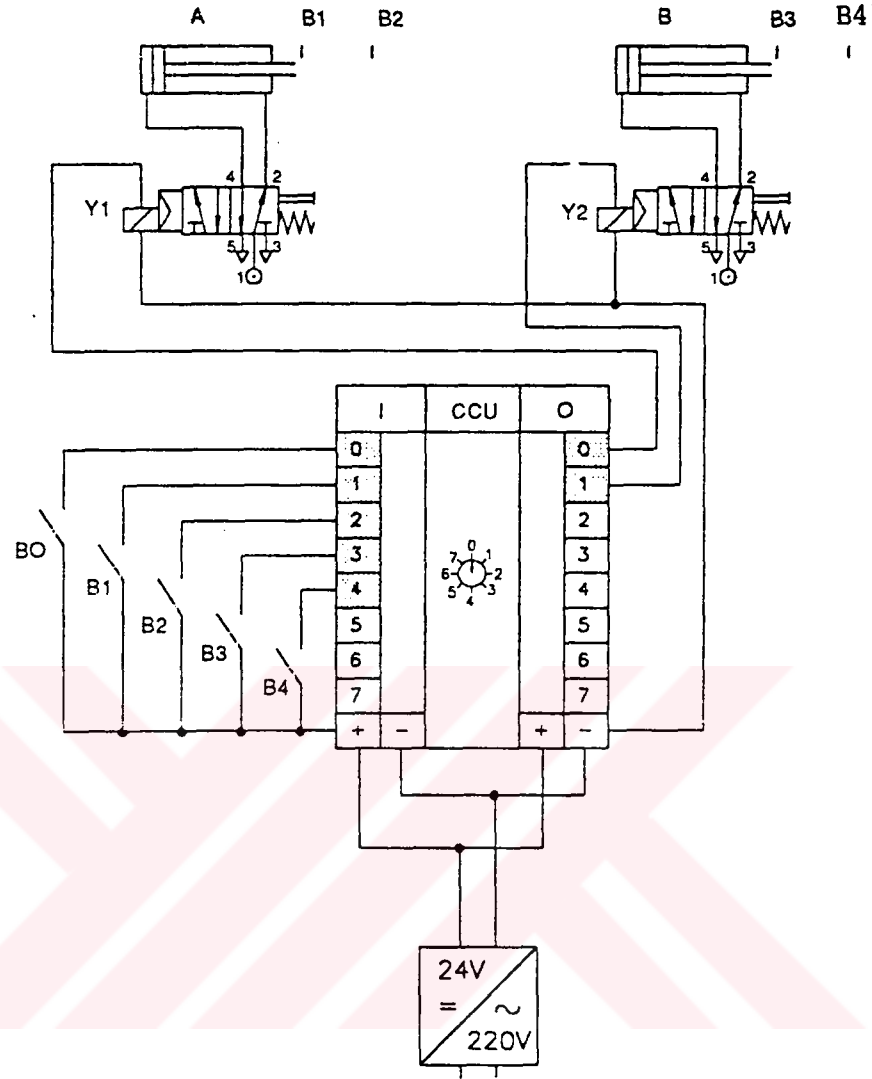


Şekil 3.79. Konum şeması.

Silindirin ileri çıkması ve geri gelmesi solenoid valfler Y1 ve Y2 tarafından olur. Silindirin konumu, silindirlerin strok sonu ve başına yerleştirilen sınır anahtarları B1 ve B4 tarafından algılanır. Paketlerin geldiği tarafta ise paketler, kaldırma tertibatına birer birer gelmesi için bölünmektedir.

Devre şeması

5 giriş; yaklaşım anahtarı B0, sınır anahtarı B1 - B4 ve 2 çıkış; solenoid valfleri Y1 ve Y2 (şekil 3.80.).



Şekil 3.80. Devre şeması.

Atama listesi

Bu örnekte **doğruluk tablosu** kullanışlı değildir. Karmaşık işlemlerde yeterince açıklayıcı olmaz ve sıralı kontrolün oluşturulmasında yeterli değildir (şekil 3.81.).

Program

Bu problem için işlem bağımlı sıralı kontrol kullanılmaktadır. Yalnızca sistemden belirlenen işaretler alındığı zaman adımlar başlatılır. **Program sırası** aşağıdaki gibi bölümlere ayrılmıştır:

Adım 1: Paketin kaldırılması (kaldırma silindiri ile), Adım

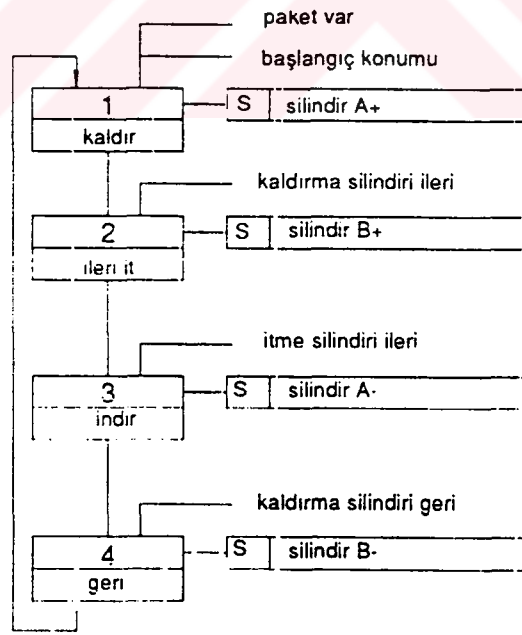
2: Paketin ileri itilmesi (itme silindiri ile), Adım 3: Kaldırma silindirinin geri gelmesi, Adım 4: itme silindirinin geri gelmesi.

Tanımlama	Kısaltma	Adres	Fonksiyon
B0 yaklaşım anahtarı	B0	I0	Anahtara yaklaşıldığında, I0 1- işareti taşır
B1 sınır anahtarı silindir A geride	B1	I1	Kontak anında 1- işareti taşır
B2 sınır anahtarı silindir A ileride	B2	I2	
B3 sınır anahtarı Silindir B geride	B3	I3	
B4 sınır anahtarı Silindir B ileride	B4	I4	
A selonoid valfi	Y1	O0	O0 1-işareti taşıdığı zaman besleme
B selonoid valfi	Y2	O1	O1 1-işareti taşıdığı zaman besleme

Şekil 3.81. Atama listesi.

Taşıma bantı üzerinde bir sonraki paketin yerine gelmesi ile yaklaşım anahtarından işaret alındığı zaman program birinci adımdan başlar.

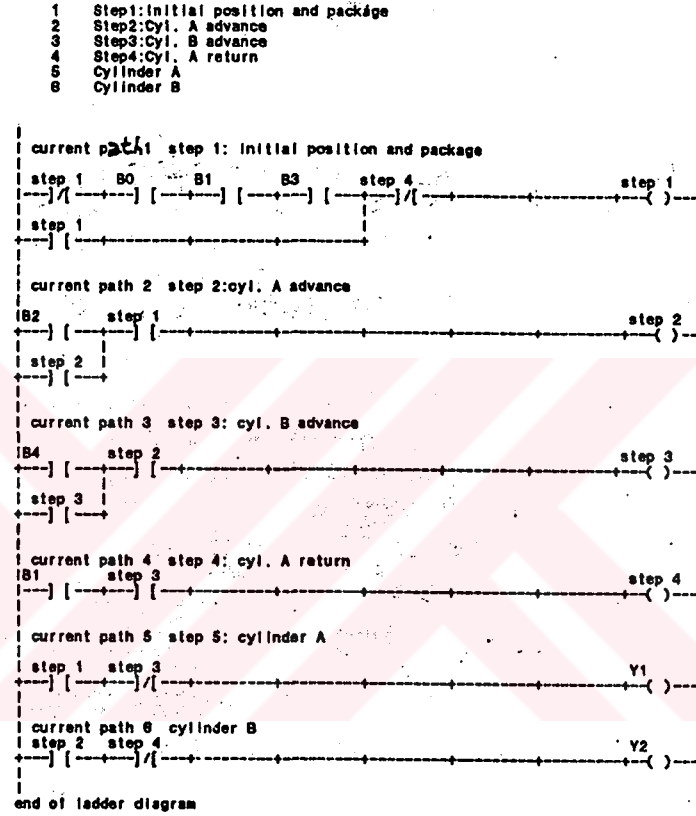
(FCH) Fonksiyon şemasındaki (şekil 3.82.) adım kutuları



Şekil 3.82. FCH program.

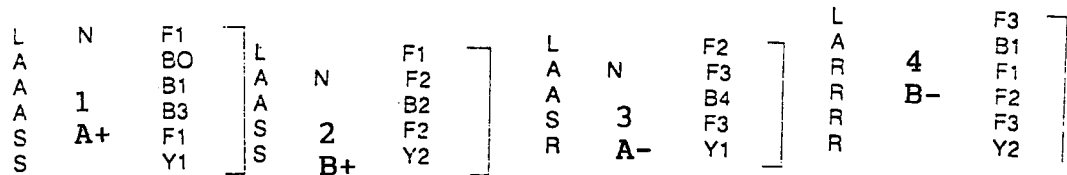
herbir adımın durumuna göre düzenlenmiştir. Komut tanımlama alanında o komutu tanımlayıcı kısaltılmış bir harf vardır. Geri atlamanın anlamı adım 4 tamamlandığında program çevriminin yeniden başlatılmasıdır.

(LDR) kontakt planı ile programlamada, kontrol bölümünde 4 adım bayrağı kullanılmaktadır. iki çıkışın tetiklenmesi ise güç bölümünde yapılmaktadır (şekil 3.83.).[4]



Şekil 3.83. LDR program.

(STL) deyim listesi ile programlamada adımlar belirlenir. Adım 3'ün gerçekleşmesi için adım 4'ün bayrağına gerek vardır (şekil 3.84.).



Şekil 3.84. STL program.

3.9. PLC'LER HAKKINDA BAZI TEORİK KAVRAMLAR

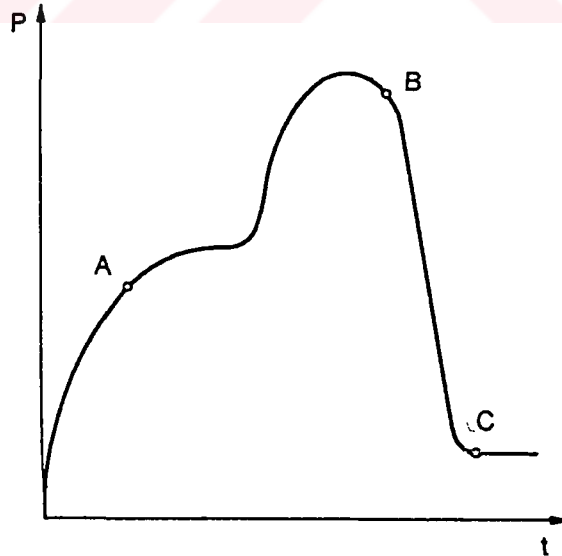
3.9.1. İŞARETLER

İşaretler belirli bir andaki fiziksel miktarlar hakkında bilgi verirler. En önemli işaret tipleri:

1. Sürekli (analog) işaret
2. Sayısal (dijital) işaret
3. İkili (binary) işaret.

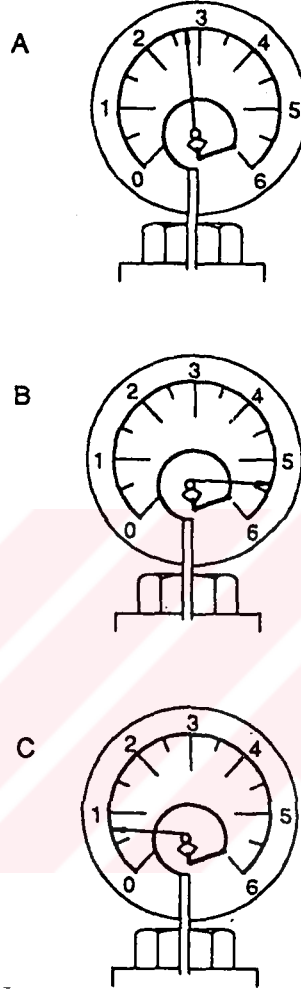
3.9.1.1. SÜREKLİ (ANALOG) İŞARETLER

Termometredeki cıva seviyesi bir işarettir. Fiziksel miktarın değeri olan sıcaklık seviyesini gösterir. Belirli cıva seviyeleri herhangi bir sıcaklık değerine karşılık gelir. İşaretler belirli sınırlar arasındaki ara değerleri gösterir, bu değerler sürekli işaretlerdir. Örneğin 0 - 600 kPa (0 - 6 bar) arasındaki sürekli değişken olan basınç seviyesini ölçelim. Bu sınırlar içerisindeki her bir aradeğer belirli bir işarete karşılık gelir (şekil 3.85.).



Şekil 3.85. Basınç eğrisi-sürekli işaret.

Yaylı tip basınç göstergesindeki gösterge çubuğunun konumu çeşitli basınç değerlerini göstermektedir. Örnekte basınç göstergesinin aldığı çeşitli değerler görülmektedir (şekil 3.86.).



Şekil 3.86. Basınç göstergesi.

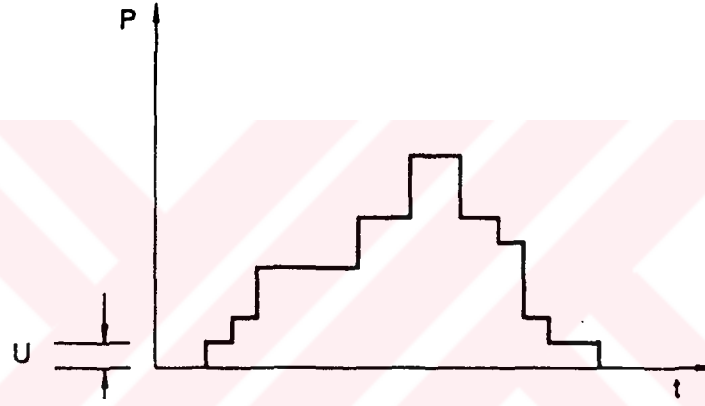
Sürekli işaretler hakkında başka örnekler:

- hız ölçüm göstergesi
- araç motorlarındaki takometre.

3.9.1.2. SAYISAL (DİJİTAL) İŞARETLER

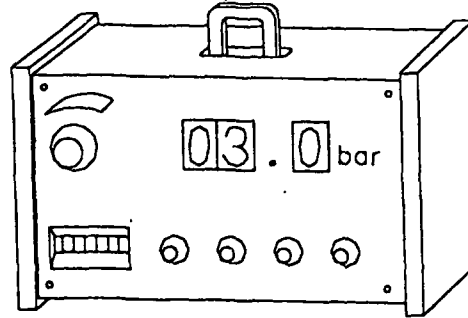
Sayısal göstergeli bir saatte gösterilen saatler ve

dakikalar birer sayısal işarettir. Sürekli işaretlerin tersine **sayısal işaretler**, zamanın belirli bir değerini özel bir göstergede göstermeyip bunları çeşitli sayı değerleri ile gösterirler. Mümkün olana her bir değer temel birim U'nun katları olan bir tamsayıdır. Sayısal saat örneğindeki temel birim 1 dakikadır. İki tam dakika arasındaki değerler gösterilmez. (saniye göstergesi olan sayısal saatlerin temel birimi saniyedir) Eğer 0 -6 bar arasındaki basınç sayısal olarak ölçülecekse, işaret işlemi aşağıdaki gibi gösterilir (şekil 3.87.):



Şekil 3.87. Basınç eğrisi - sayısal anlamda.

Basıncın değeri sayısal ölçüm cihazında gösterilmektedir (şekil 3.88.). Gösterilen değerın hassasiyeti temel birimin



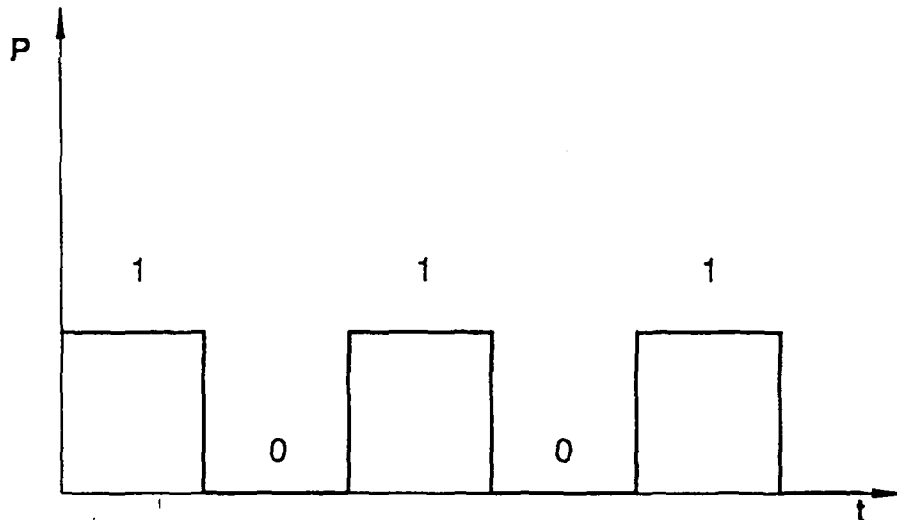
Şekil 3.88. Sayısal gösterge.

ölçüsüne bağlıdır. Sayısal işaretlere örnekler: sayıcılar, sayısal ölçüm cihazı.

3.9.1.3. İKİLİ (BINARY) İŞARETLER

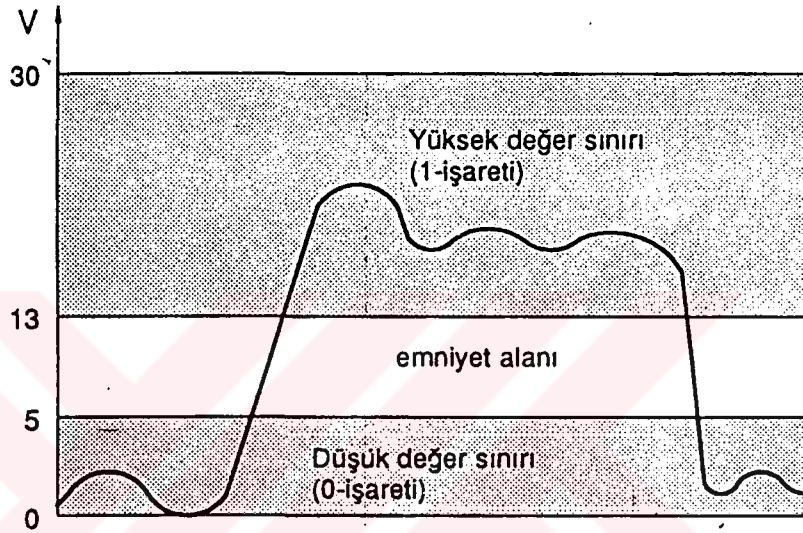
İkili işaretler sayısal işaretin iki farklı değeri olan özel bir çeşididir. Bu işaret verinin iki farklı değerinden bir tanesini gösterir. Örneğin 1 - 0, evet - hayır, açık - kapalı gibi. Bilginin bu en küçük birimi (1 veya 0) 1 bit olarak tanımlanır. Bir lambanın açık veya kapalı olmasının kontrolü böyle bir ikili işarete örnektir. İkili işaretler anahtarlama işleminde olduğu kadar elektronikte çok önemlidir.

Değer sınırları işaretlere tam olarak atanmalıdır. Örneğin 0 - 0.8 bar arasındaki basınç 0 - işarete ve 3 - 8 bar arasındaki basınç 1 - işarete karşılık gelir. İşaret değeri (basınç) 1 ve 0 olarak belirli değerdeki sınırlar içerisinde değişebilir. Çakışmaları engellemek için emniyet alanı (örnekte 0.8 - 3 bar) iki değer alanı arası için bırakılmalıdır (şekil 3.89.).



Şekil 3.89. İkili bir işaretin gösterilişi.

PLC uygulamalarında, normalde kontrol gerilimi olan 0 - 5 V (0 - işaret) ve 13 - 30 V (1 - işaret) ile çalışılır. Emniyet alanı en az 8 V değerinde olacaktır (şekil 3.90.). ikili işaretler programlanabilir lojik kontrol organı içinde saklanmalıdır. Eğer bu ikili değerlerin anında işlenmesi gerekmiyorsa ilerki bir zamanda değerlendirilirler. Bayraklar bu amaçla kullanılır.



Şekil 3.90. ikili işaretin değer aralığı.

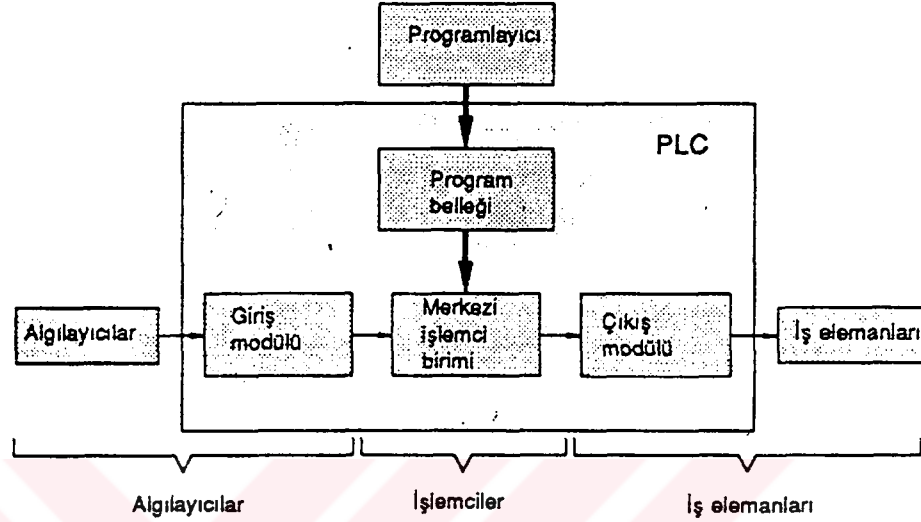
3.9.2. İKİLİ (BINARY) İŞARETLERİN İŞLENMESİ

3.9.2.1. GİRİŞLER / ÇIKIŞLAR

PLC girişleri algılayıcılar ve merkezi kontrol ünitesi arasındaki bağlantı elemanlarıdır. Algılayıcılar giriş işaretlerini alırlar ve onları merkezi kontrol birimine iletirler. Burada işaretler işlenirler ve çıkışlar aracılığı ile iş elemanlarına iletilirler. Bu işlemler programlayıcı tarafından oluşturulup PLC'nin belleğine yüklenen program komutları tarafından olur (şekil 3.91.).

İkili işaretler değişken değerler anlamındadır. Bu ikili

işaretlerin anlamının bilinmesi programcı açısından önemlidir.



Şekil 3.91. PLC'nin sistem bileşenleri.

PLC'de işlenen ikili işaretler yalnızca 1 ve 0 dır. Örneğin 1 işareti belirlenen basıncın çok yüksek olduğunu ve sistem içerisindeki mekanizmanın harekete geçirilmesi gerektiğini belirtir. Böyle olduğu gibi bu işaret aynı zamanda basıncın çok düşük olduğunda gösterir. Aşağıdaki 3.92. şeklinde PLC giriş ve çıkış modüllerinin fonksiyonu gösterilmektedir.

Algılayıcı	MESAJ	GİRİŞ	MERKEZİ KONTROL BİRİMİ	ÇIKIŞ	MESAJ	İş elemanı
basıncı kontrolü	basıncı yüksek	0-ışareti		0-ışareti	silindiri geri	solonoid valfi silindir
	basıncı normal	1-ışareti		1-ışareti	silindiri ileri	

Şekil 3.92. Giriş ve çıkış modüllerinin fonksiyonu.

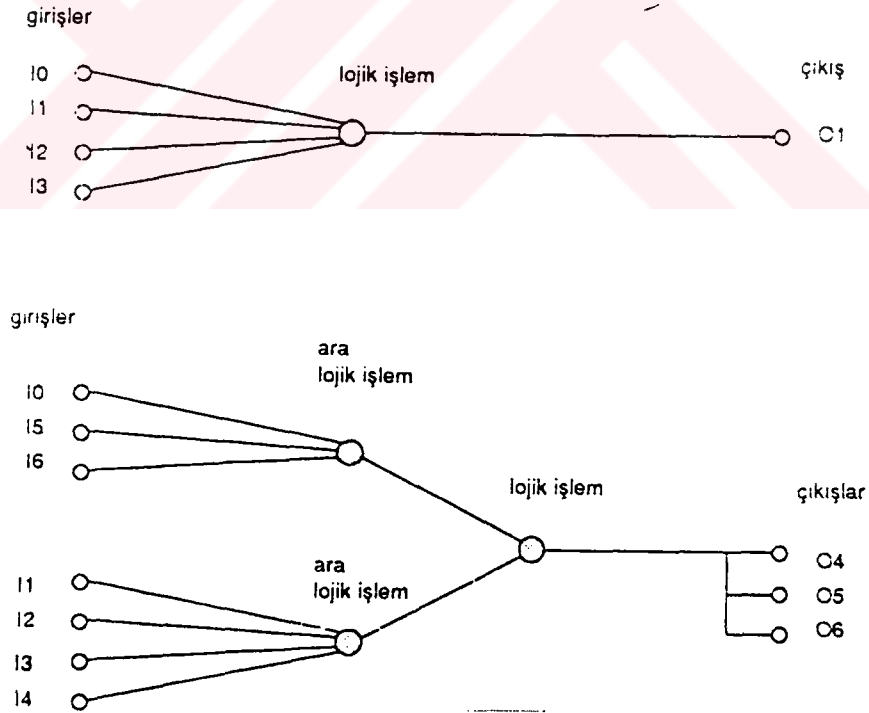
PLC bu ikili işaretlerin neyi gösterdiğini bilmez. Bununla beraber programlayıcı sistemin nasıl çalıştığını bilir.

3.9.2.2. BAYRAKLAR (FLAG)

Bayraklar 1 bitlik belleklerdir. Programlamada PLC için önemleri büyüktür. Bayraklar program aşamalarında ileride gerek duyulabilecek sonuçları saklarlar. Bayraklar girişlerin durumunu programın uygun bir yerinde kullanılıncaya kadar tutarlar. Programlamada bayraklar çıkışlarla benzer olarak kullanılırlar. Bir komutun şartlı bölümünde bayrakların 1 veya 0 olduğu incelenerek komutun işlem bölümü aktif hale geçirilir veya işareti kaldırılır.[4]

3.9.2.3. LOJİK İŞLEMLER

Algılayıcılardan işaretler nasıl meydana gelir? İş elemanları genellikle, belirli işaretler, girişler ve bayrakların belirli bağlantıları ile adreslenir. İkili işaretleri bağlantısını şöyle açıklayabiliriz. 2, 3 ve 4

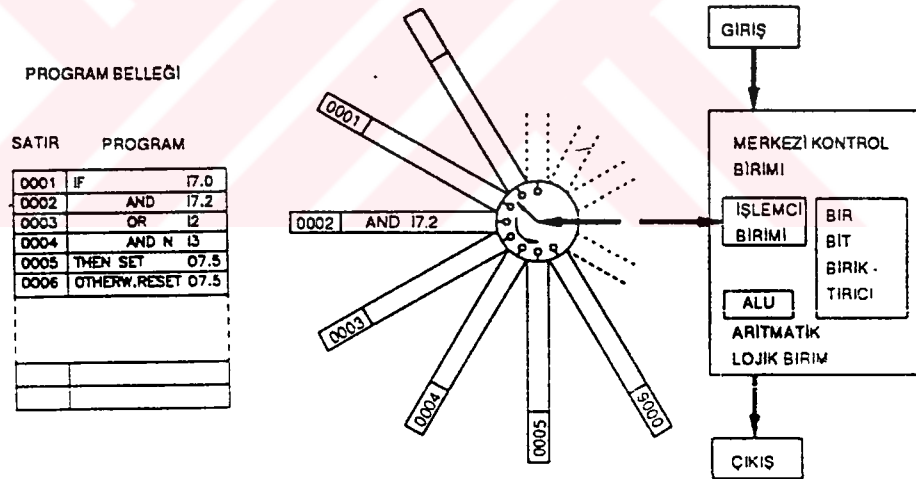


Şekil 3.93. İkili işaretlerdeki lojik işlemler.

sayılarının çarpımlarının 24 olduğuna benzer bir şekilde I0, I1 ve I2 gibi belirli girişler, belirli bir çıkışı (örneğin 07) belirler. PLC'deki lojik elemanlar (örneğin VE, VEYA) matematikte sayıların çeşitli hesaplama tipleri ile birbirine bağlanmasına karşılık gelir. Bu lojik bağlantılar çeşitli durumlara göre oluşturulur. Bu da arabağlantılar mümkündür demektir (şekil 3.93.). Lojik elemanlar **Boole eşitlikleri** ile gösterilir.[4]

3.9.2.4. KOMUTLAR

Program belleği belirli bir sıra içerisindeki program komutlarını ihtiva eder. Önce program çalıştırılır, ilk komut ara belleğe yüklenir daha sonra bu komut işlem ve adres bölümlerine ayrılır. Aşağıdaki 3.94. şeklinde merkezi kontrol biriminin çalışma modu gösterilmektedir.



Şekil 3.94. Merkezi kontrol biriminin çalışma modu.

Adres bölümü lojik birimine hangi algılayıcı işareti ile hangi iş elemanının nasıl bir mantıkla harekete geçirileceğine dair bilgi gönderir.

İşlem bölümü lojik birim tarafından hangi lojik işlemlerin gerçekleştirileceğini belirler (kısaca adres bölümü bir

komutun nerde çalışacağını, işlem bölümü ise ne yapacağını belirler).

"If I1 and I2 then set O1" örneğindeki komut kümesi üç komutun bileşimidir.

	işlem	Adres
1. komut	IF	I1
2. komut	AND	I2
3. komut	THEN SET	O1

Birinci komutun çalışma bölümü lojik birime (ALU) lojik işlemlerin başlaması gerektiğini söyler. Adres bölümü işaretin I1 den algılanacağını gösterir. Lojik birim bilgileri saklar. ikinci komut I2 deki işarete bakılarak test edilir ve daha önce bellekte saklanan bilgiye birleştirilir (VE - AND). Üçüncü komut, komut belleğine erişir, lojik işlemin sonucu iletilir. THEN SET komutu, eğer lojik işlemin sonucu 1 ise çıkışın O1 e adresleneceğini gösterir. Böylece çıkış ya aktif hale gelecektir veya gelmeyecektir. Program bölümü bitirilir. işaretlere atanacak olan fiziki miktarların anlamı tamamıyla başka bir sorudur ve merkezi kontrol biriminde tanımlanan işlemler ile herhangi birşey yapılamaz.

3.9.3. LOJİK İŞLEMLER

İkili işaretleri birbirlerine lojik olarak bağlamak için en önemli üç eleman: AND, OR, NOT.

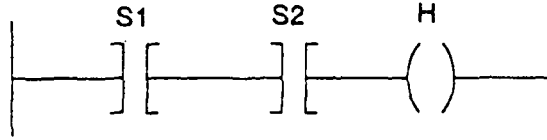
3.9.3.1. VE (AND)

Tanımlama: Yalnız bütün girişler 1 olduğu zaman çıkış 1 olacak. Eğer girişlerden en az birtanesi 0 ise çıkış işareti 0 olur.

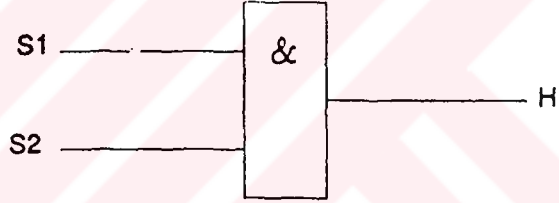
Örnek: IF S1 AND S2 THEN SET H. Lamba (H) yalnızca her iki anahtar (S1 ve S2) kapalı ise yanacaktır. (şekil 3.95., 3.96., 3.97.).

L	S1
A	S2
=	H

Şekil 3.95. Deyim listesi.



Şekil 3.96. Kontakt planı.



Şekil 3.97. Fonksiyon şeması.

Gösterilim: AND işlemi, conjunction, Boole sonucu (Yazılımı: $a \wedge b$, ab . Okunuşu: a ve b).

Doğruluk tablosu ise şekil 3.98.'deki gibidir.

S1	S2	H
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Şek. 3.98. Doğruluk tablosu.

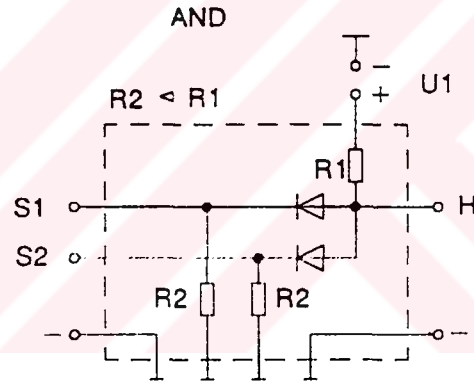
Elektriksel gösterilim: Normalde açık kontaktlar seri bağlanır (şekil 3.99.).



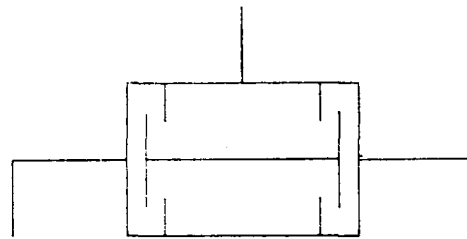
Şekil 3.99. Elektrik röleli kontrol.

Boole eşitliği: $y = a \wedge b$

Elektronik ve pnömatik temsili aşağıdaki şekillerde gösterilmektedir.



Şekil 3.100. Elektronik.



Şekil 3.101. Pnömatik.

Pnömatik gösterilim: AND (VE) valfi ile.

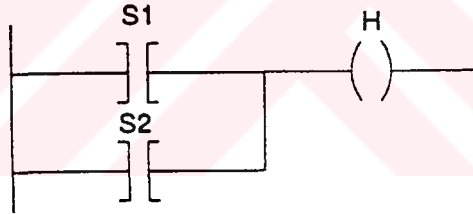
3.9.3.2. VEYA (OR)

Tanımlama: Eğer en az bir giriş işareti 1 ise çıkış işareti 1 dir. Yalnızca bütün giriş işaretleri 0 ise çıkış işareti 0 dır.

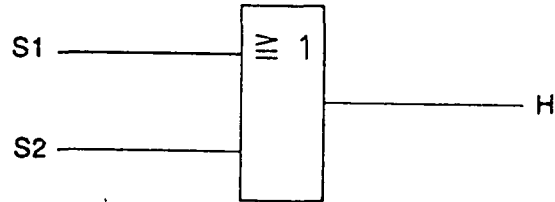
Örnek: IF S1 OR S2 THEN SET H. Lamba (H), eğer anahtarlardan bir tanesi kapalı ise yanacaktır (diğer bir deyişle iki anahtarında kapalı olma durumunda lamba yanacaktır). Aşağıdaki şekillerde bu örnek için deyim listesi, kontakt planı ve fonksiyon şeması verilmiştir.

L	S1
O	S2
=	H

Şekil 3.102. Deyim listesi.



Şekil 3.103. Kontakt planı.



Şekil 3.104. Fonksiyon şeması.

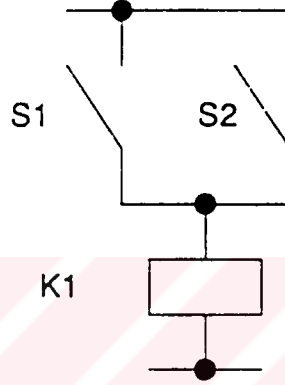
Gösterilim: OR işlemi, disjunction, Boole toplamı (Yazılımı: $a \vee b$, $a + b$. Okunuşu: a veya b).

Doğruluk tablosu ise şekil 3.105.'deki gibidir.

S1	S2	H
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

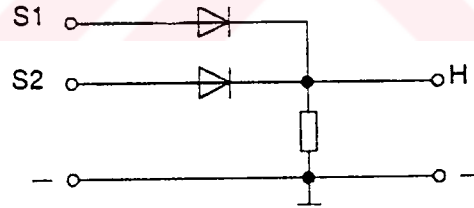
Şek.3.105. Doğruluk tablosu.

Elektriksel gösterilim: Normalde açık kontaktların paralel bağlanması (şekil 3.106.).

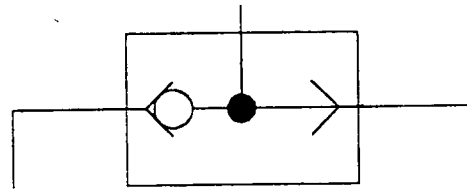


Şekil 3.106. Elektrik röleli kontrol.

Boole eşitliği: $y = a \vee b$. işlemin elektronik ve pnömatik (veya valfi) temsili aşağıdaki gibidir.



Şekil 3.107. Elektronik.



Şekil 3.108. Pnömatik.

Pnömatik gösterilim: OR (VEYA) valfi ile.

3.9.3.3. HAYIR (NOT)

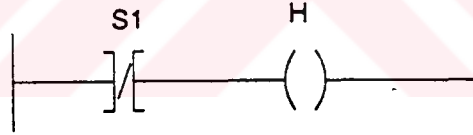
Girişlerden alınan işaretler NOT işlemi ile zıt işarete çevrilir.

Tanımlama: Eğer giriş işareti 1 ise 0 olarak değerlendirilir. Eğer giriş işareti 0 ise 1 olarak değerlendirilir. Böylece zıt değer daima giriş işareti ile beraber çalışır.

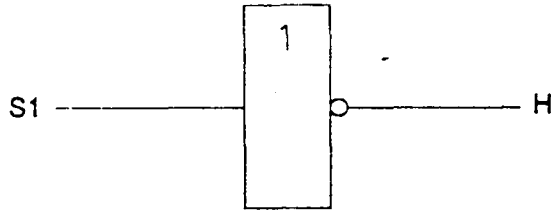
Örnek: IF NOT S1, THEN SET H, OTHERW RESET H. Anahtar (S1) basılı olmadığı sürece (H) lambası yanar. Eğer anahtar basılı ise lamba söner. Böylece S1 anahtarı lambayı söndürmek için kullanılır (şekil 3.109., 3.110., 3.111.).

L N S1
= H

Şekil 3.109. Deyim listesi.



Şekil 3.110. Kontakt planı.



Şekil 3.111. Fonksiyon şeması.

Gösterilim: NOT işlemi, negasyon, invers (Yazılım: a.

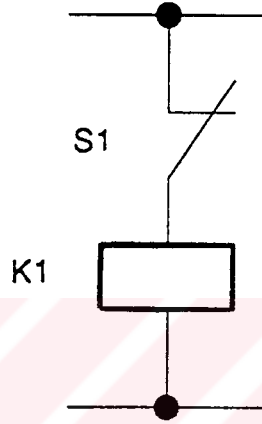
Okunuşu: not a, a üzeri çizgi).

Doğruluk tablosu şekil 3.112.'deki gibidir.

S1	H
0	1
1	0

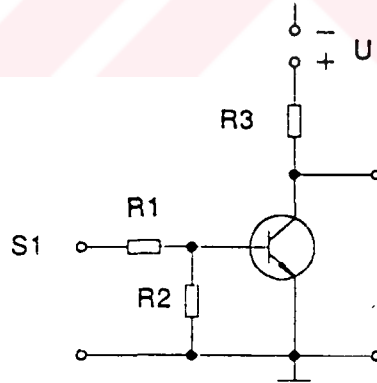
Şek.3.112. Doğruluk tablosu.

Elektriksel gösterilim: Normalde kapalı kontakla oluşturulur (şekil 3.113.).

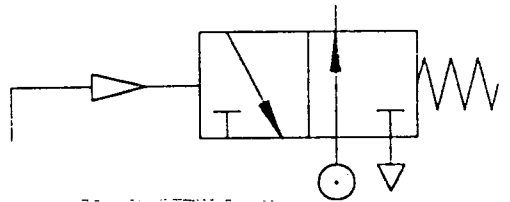


Şekil 3.113. Elektrik röleli kontrol.

Boole eşitliği: $y = \bar{a}$. işlemin elektronik ve pnömatik (3/2 yön kontrol valfi) temsili aşağıdaki gibidir.



Şekil 3.114. Elektronik.



Şekil 3.115. Pnömatik.

3.9.3.4. LOJİK İŞLEMLERİN KOMBİNASYONU

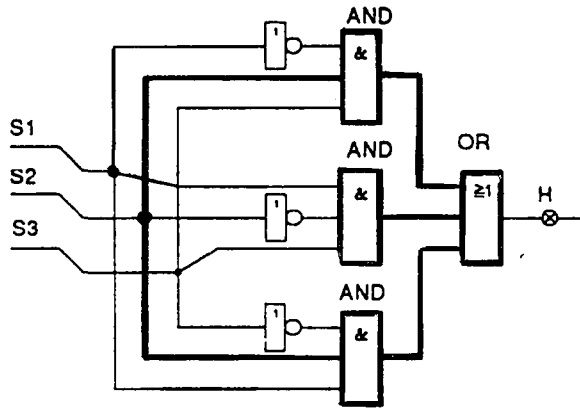
Kombinasyon AND, OR ve NOT işlemlerinin beraber kullanılmasıdır.

Örnek: Lamba yalnızca üç anahtardan S1, S2, S3 ikisine basılı ise yanacaktır. Bunun için ilk önce doğruluk tablosunu oluşturalım (şekil 3.116.).

S1	S2	S3	H
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Şek.3.116. Doğruluk tablosu.

Boole eşitliği çıkış işaretlerini üretecek olan giriş işaretlerinin üçlü kombinasyonu ile oluşturulur. S1, S2, S3, a, b, c olarak gösterilir; y ise H olarak gösterilir. Lojik işlemlerin öncelliği parantezler ile belirlenir (şekil 3.117.a.): $y = (\bar{a} \wedge b \wedge c) \vee (a \wedge \bar{b} \wedge c) \vee (a \wedge b \wedge \bar{c})$



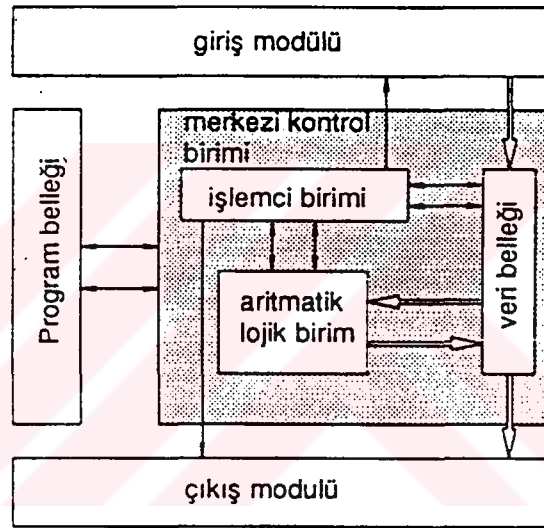
Şekil 3.117.a. Lojik işlemlerin kombinasyonu.

3.9.4. PLC'NİN TEMEL ELEMANLARI

3.9.4.1. MERKEZİ KONTROL BİRİMİ

PLC programı programlayıcıda yazılarak kontrol cihazına girilir. Giriş işaretleri belirli çıkış işaretleri oluşturmak için merkezi kontrol biriminde işlenir. Program belirli bir komutlar sırasında oluşturulur.[4]

Merkezi kontrol birimi (şekil 3.117.) aşağıdaki sıra ile işler:



Şekil 3.117. Merkezi kontrol birimi.

- **Program belleği** içerisinde komutları ihtiva eder. Merkezi kontrol birimi ise bu programları alıp işler.
- **işlemci birimi**, girişleri **giriş modülü** vasıtası ile alıp program belleğindeki komutlara uygun olarak **Aritmetik lojik birime (ALU)** iletir.
- **Çıkış birimi** vasıtasıyla işlemciadaki çıkış verileri kurulu sisteme aktarılır.

Aritmetik lojik birim çeşitli hesaplamaları ve lojik işlemleri yerine getirir (toplama, çıkarma, negasyon gibi).

3.9.4.2. BUS SİSTEMİ

Programın çalışması için PLC elemanları birbirlerine bağlanmalıdır. Modüller arasındaki bağlantıyı sağlayan sisteme bus denir (şekil 3.119.). Bu çeşitli sistem elemanlarını birbirine bağlayan bir hatlar sistemidir ve aynı zamanda ortaklaşa haberleşmeye izin verir.

Program sayacı program belleğinden belirli bir sırayla komutları çağırır. Komutlar yazılı olarak girilir (örneğin STL programlama diliyle) ve makina koduna çevrilir. Sonuçta belirli bir düzende 1 ve 0 lardan meydana gelen ikili sayılardan oluşur (şekil 3.118.).



Şekil 3.118. Bir komutun iletilmesi.

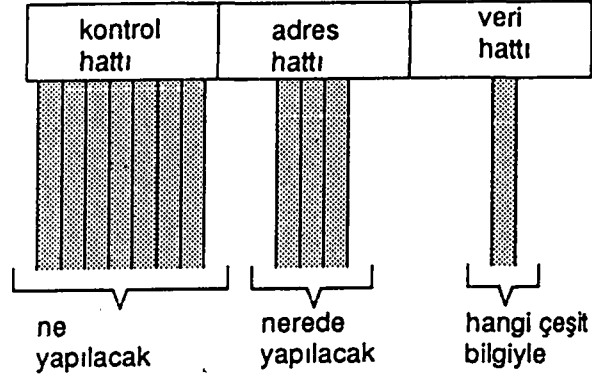
Bu 1 ve 0 lardan oluşan sıra üç bölüme ayrılabilir:

- kontrol işaretleri (ne yapılacak?)
- adresler (nerede yapılacak?)
- veriler (ne tür bir bilgi verilecek?).

Komutlar PLC'nin elemanlarına bus sistemi aracılığıyla iletilir. Komutların çeşitli bölümleri değişik hatlarla

iletilir:

- kontrol bus
- adres bus
- veri bus



Şekil 3.119. Bus sistemi.

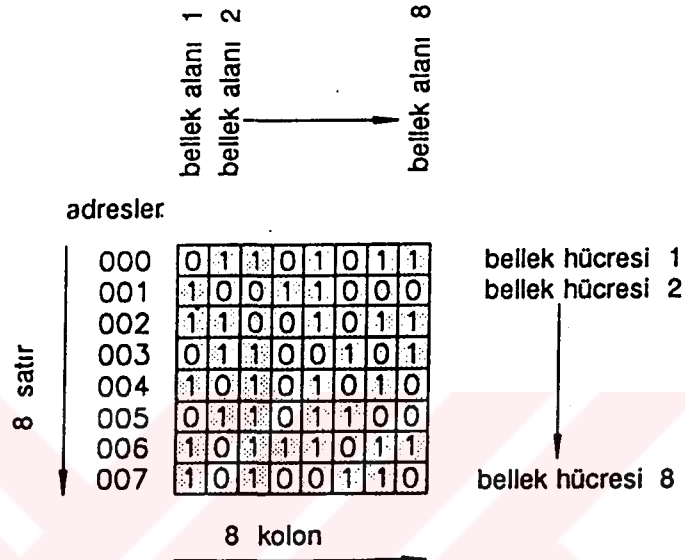
"SET 02" komutu **kontrol bus** ile set/reset komutlarını yerine getirir. **Adres bus** bu komutun 02 çıkışında gerçekleşeceğini belirtir. **Veri bus** sonuçta set işleminin gerçekleşeceğini gösterir.[4]

Eğer adres bus 8 adet ikili karakterden oluşmuşsa $2^8 = 256$ değişik olasılık mevcuttur. Örneğin 256 adet adres vardır. Eğer bir grup paralel hat varsa bu **basit bus yapısıdır**. Kontrol işaretleri adresler ve veriler aynı bus üzerinden değişmeli olarak iletilirler. Burada işaretlerin tanımlanması, adres, veri ve kontrol işaretlerinden bir tanesinin seçilmesi gerekir. Bugün **multi-bus yapısı** (çoklu iletim hattı yapısı) gittikçe önem kazanmaktadır. Veri, adres ve kontrol işaretlerinin kendilerine ait bağımsız bir bus sistemi mevcuttur.

3.9.4.3. BELLEKLER

Program akışına göre gerekli olan ikili veriler daha sonra kullanılmak üzere bellekte saklanmalıdır (şekil 3.120.). Program komutları program belleklerine

yerleştirilir. Aradeğer sonuçlarıda bu belleklerde saklanır. Değişiklik olmayacak program ve veriler yalnız okunabilir bellekte (ROM) tutulur.



Şekil 3.120. Veri belleğinin yapısı.

Bellekte en küçük eleman **bellek alanı**dır. Bellek alanı **veri birimini (bit)** saklar. Bellek alanları bellek hücresini, bellek hücreleri bellek bloğunu oluşturur. Yukardaki şekil herbiri 8 bellek alanını ihtiva eden 8 bellek hücresinde oluşan bellek bloğunu göstermektedir.

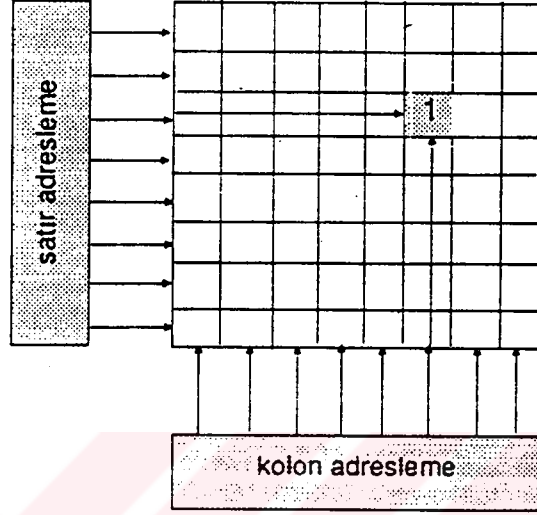
Bellek alanı 1 veya 0 ları ihtiva eder. Bellek alanına 1 veya 0 yerleştirilmesi işlemi **besleme**, **yazma** veya **yükleme** olarak adlandırılabilir.

Buna karşıt olarak bir bellek alanındaki verinin test edilmesi işlemi **okuma** olarak isimlendirilir.[4]

Yazma ve okumada farklı iki ayrı metod vardır:

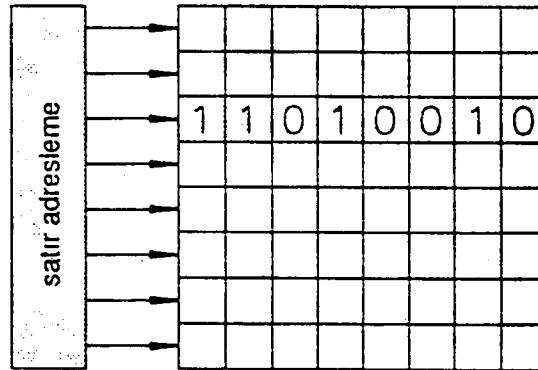
- **bit-organizeli yazma ve okuma**: bu şekilde tek bir bellek alanına erişmek mümkündür (şekil 3.121.).

- **kelime-organizeli** yazma ve okuma: bellek hücresinin içeriği (data words: belirli sayıdaki bit'ler) eş zamanlı olarak yazılır veya okunur. Program bellekleri daima kelime organizelidir. Komutlar daima eşzamanlı olarak okunabilecek belirli sayıdaki bit'lerden oluşmuştur (şekil 3.122.).



Şekil 3.121. Bit-organizeli adresleme.

Belirli bir bellek alanı veya bellek hücresine erişmek için adreslere ihtiyaç duyulur. Bit organizeli ve kelime organizeli adresleme metodları vardır. Birinci durumda



Şek.3.122. Kelime-organizeli adresleme.

adresleme için satırlar ve kolonlar belirtilmeli, ikinci durumda ise satırları adreslemek yeterlidir. Bilginin en

küçük parçası bit'dir (1 veya 0). Bir kelime 8 bitten oluşur (örneğimizde bu bellek hücresine karşılık gelmektedir). Bu byte olarak isimlendirilir. 1 kilobyte $2^{10} = 1024$ byte'dır.

Bellek tipleri

iki önemli değişik bellek tipi vardır. Yazılabilir - okunabilir bellek (RAM - random access memory) ve yalnız okunabilir bellek (ROM - read only memory).[4]

Yazılabilir - okunabilir bellekteki veriler herhangi bir anda yazılabilir veya okunabilir. RAM bellekler daima PLC'de çalışma belleği olarak kullanılırlar. Diğer taraftan yalnız okunabilir bellek ROM, okunabilir fakat yazılamaz sabit verileri ihtiva eder.

Üretici firmalar tarafından programlanmayıpta kullanıcı tarafından programlanan yalnız okunabilir belleklerde (PROM) vardır. Silinebilir ve gerektiğinde yeniden programlanabilir yalnız - okunabilir bellekler yeniden programlanabilir ROM olaraktan bilinirler. Silinme şekline göre değişik bellekler vardır. EPROM ve RPROGRAM ultraviolet ışınıyla silinebilir, EEROM ve EAROM birbirinin yerine kullanılabilir (şekil

bellek tipi		silme	programlama	enerji kesildiği zaman içeriği
RAM	Random Access Memory yazılır-okunur bellek	elektriki	elektriki	silinir
ROM	Read only memory	mümkün değil	bilgi üretim süresinde yazılır	silinmez
PROM	Programmable ROM		elektriki	
EPROM	Erasable PROM			
RPROGRAM	Reprogrammable ROM			
EEROM	Electrically Erasable ROM			
EAROM	Electrically Alterable ROM	elektriki		

Şekil 3.123. Bellek tipleri.

3.123.). Yazılabilir - okunabilir bellekler kalıcı olmayan belleklerdir. Elektrik enerjisi kesildiği zaman içindekiler silinir. Yalnız okunabilir bellekler ise kalıcı belleklerdir,

bunlar enerji kesildiğinde silinmezler.

RAM'lardan farklı olarak, EPROM ve EAROM lar PLC kullanıcıları için en uygun belleklerdir.

3.9.4.4. G/Ç MODÜLLERİ

işaretler PLC'ye algılayıcılar vasıtasıyla erişir. Bu işaretler daha sonra giriş modülünde G/Ç işaretlerine çevrilir ve merkezi kontrol birimine ulaşır. Benzer olarakta iş elemanlarına çıkış modülü vasıtasıyla iletilir.

Giriş modülleri (şekil 3.124.) aşağıdaki emniyet gereksinimlerini karşılamalıdır:

- Girişlerdeki aşırı veya hatalı gerilime karşı koruma,
- Bozucu darbelerin süzülmesi.

Hatalı gerilimin tespiti giriş voltajının belirli sınırlar arasında kalmasını sağlar. işaret gecikmeleri bozucu darbeleri engeller. Merkezi kontrol birimi optocoupler tarafından dış devreden elektriki olarak izole edilir. Bu sayede yüksek güçlerde kullanılan şalterlerden oluşan parazitler kontrolöre bir zarar vermez. Giriş ve çıkışlardaki LED ler 1 işareti ve 0 işaretinin olup olmadığını gösterir.



Şekil 3.124. Bir giriş modülünün blok şeması.

ikili işaretler girişlerde iki adımda işlenir:

1. Dış devreden (yaklaşık 24 V gerilim) gelen işaret işaret gecikmesi tarafından engellenir.
2. işaretler optocoupler tarafından elektriki olarak izole edilir. Düşük darbeler (yaklaşık 5 V gerilimde) merkezi kontrol birimine iletilir.

Üretici firmalar birinci adımda elektriki izolasyon mu yoksa

işaret gecikmesi mi olacağını belirler.

PLC'nin çıkış modüllerinde (şekil 3.125.) giriş modülleri gibi benzer prensipte oluşturulmuşlardır. İşaret işleme aşağıdaki adımlardan oluşur:[4]

1. Merkezi kontrol birimi iç devreden optocoupler'a işaret verir.
2. İşaret dış devrede güçlendirilir.
3. Güç elemanlarındaki çıkış işaretleri en son olarak yüksek akım elde edebilecek bir şekilde kuvvetlendirilir. Güç elemanları kontaktör ve röle vasıtasıyla anahtarlanırlar.



Şekil 3.125. Bir çıkış modülünün blok şeması.

Çıkışlar kısa devreye karşı korunmalıdır. Giriş ve çıkışlardaki LED'ler dış devreden beslenirler.[5]

3.9.5. PROGRAMLAMA

3.9.5.1. ADRES ATAMA

Program bir programlayıcı veya bir kişisel bilgisayar tarafından yazılır ve kontrol organına aktarılır. Bu iki cihaz bağlantı kablosu ile birbirine bağlanır. Bağlantı yapılmadan önce programlama cihazıyla atama listesi oluşturulmalı. Bu listede giriş ve çıkışları tanımlamak için

Merkezi Kontrol birimi	Girişler	Çıkışlar
Nr. 0-5	0 - 7	0 - 7

Şekil 3.126. Adresler: Merkezi kontrol birimi.

kısaltmalar ve PLC adresleri belirtilir (şekil 3.126.).

Merkezi kontrol biriminde 8 adet giriş I1, I2, ...I6 gibi seri olarak numaralanır. Merkezi kontrol birimindeki çıkışlar ise benzer yolla O0, O1, O2, ...O7 olarak adreslenir. Merkezi kontrol biriminin modül numarası 0'dır. Birden çok merkezi kontrol birimi birbirine bağlanabilir (en fazla 6 adet merkezi kontrol birimi) herbir merkezi kontrol birimi için giriş ve çıkışların adreslenmesi modül numarasını belirterek gerçekleştirilir.

Merkezi kontrol birimini eğer daha fazla giriş ve çıkışa ihtiyaç varsa G/Ç modülleri ve G modülleri ekleyerek tamamlamak gerekir. Bu modüller 1-7'ye kadar modül numaraları ile belirtilirler. Örneğin merkezi kontrol biriminin modül numarası 0'dır.

Giriş ve çıkışlar adreslenirken modül numarası verilmelidir. Böylece 1 numaralı modül için giriş ve çıkışlar I1.0, I1.1, ...I1.7 olarak numaralandırılır. Benzer şekilde çıkışlar O1.0 - O1.7 olarak numaralandırılır. Noktanın önündeki sayı modül numarasını arkasındaki sayı ise giriş ve çıkışların numarasını belirtir. 2 numaralı modüldeki G/Ç

modül	G / Ç	G / G
Nr. 0	0.0 - 0.7	0.0 - 0.15
Nr. 1	1.0 - 1.7	1.0 - 1.15
Nr. 2	2.0 - 2.7	2.0 - 2.15
Nr. 3	3.0 - 3.7	3.0 - 3.15
Nr. 4	4.0 - 4.7	4.0 - 4.15
Nr. 5	5.0 - 5.7	5.0 - 5.15
Nr. 6	6.0 - 6.7	6.0 - 6.15
Nr. 7	7.0 - 7.7	7.0 - 7.15

Şekil 3.127. Adresler: Giriş/Çıkış modülleri.

girişler I2.0, I2.1 ve çıkışlar ise O2.0, O2.1 olarak adreslenir. 1 numaralı giriş modülü (16 girişli) için adresleme I1.0 - I1.15 olarak belirtilir (şekil 3.127.). Modül numarası modülün ön yüzündeki seçici anahtar ile

belirtilir.

Merkezi kontrol birimi daima 0 numaralıdır. Bir kontrol sistemine örnek olarak merkezi kontrol birimi numarası 0, iki G/Ç modülü numarası 1 ve 2 giriş modülü numarası ise 3 dür.

Merkezi kontrol biriminde herbiri 16 birim ihtiva eden 16 bayrak grubu vardır (256 bayrak). Bayraklar iki hanelik sayı ile adreslenir: F0.0 - F0.15, F1.0 - F1.15, ..., F15.0 - F15.15.

3.9.5.2. PROGRAMLAMA METODLARI

Eğer program programlayıcı ile yazılacaksa programın deyim listesi (STL) veya BASIC programlama dili ile girilmesi gerekir.

Kişisel bilgisayarlara yüklenen bir yazılımla programı direkt olarak ekran üzerinde oluşturmak mümkündür. BASIC'den farklı olarak üç değişik programlama dili vardır: deyim listesi (STL), kontakt planı (LDR) ve fonksiyon şeması (FCH). Programlama dilleri DIN standartlarına uygun olarak geliştirilmiş ve kullanıcı gereksinimlerine uyarlanmıştır.

3.9.6. (STL) DEYİM LİSTESİ İLE PROGRAMLAMA

DIN 19239 göre komutlar işlem bölümü ve adres bölümü olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Aşağıdaki liste STL programlamada kullanılan kısaltmaları DIN normuna göre göstermektedir:

İşaret işlemede kullanılan komutlar

Tanımlama	Karakterler (DIN)
VE (AND)	A
VEYA (OR)	O
HAYIR (NOT)	N
Exclusive - OR	XO
Atama	=

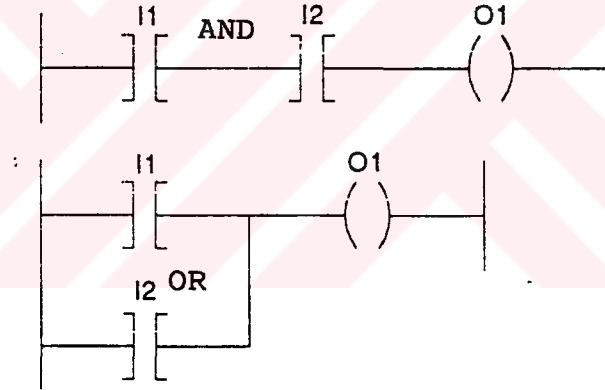
Set	S
Reset	R
Sayma (ileri)	CU
Sayma (geri)	CD
Toplama	ADD
Çıkartma	SUB
Çarpma	MUL
Bölme	DIV
Büyüktür	GT
Büyüktür veya eşittir	GTE
Eşittir	EQ
Küçüktür	LT
Küçüktür veya eşittir	LTE
Kod çevirme (decimal/binary)	DEB
Kod çevirme (binary/decimal)	BID
Program organizasyonu için komutlar	
Tanımlama	Karakterler (DIN)
işlem yok	NOP
Yükle	L
Parantez aç	(
Parantez kapa	)
Atla (şartsız olarak)	JP
Atla (şartlı olarak)	JC
Modül çağırma (şartsız olarak)	CM
Modül çağırma (şartlı olarak)	CMC
Modül sonu	EM
Program sonu	EP
Yorum (başlangıç/son)	"
Operandların tanımlanması	
Tanımlama	Karakterler (DIN)
Sabit	K
Giriş	I
Çıkış	O
Bayrak	F
Zaman sayıcı	T
Sayıcı	C

Program modülü	P
Fonksiyon modülü	F
Byte (8 bit)	B
Kelime (2 byte)	W
Çift kelime	D
Analog	A
Darbe	P

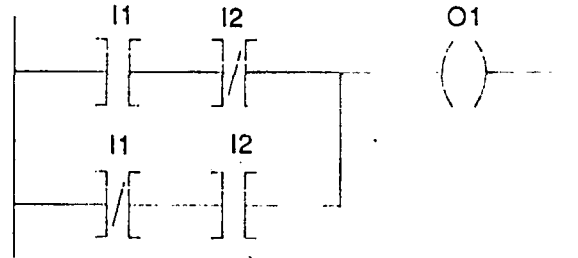
3.9.7. (LDR) KONTAKT PLANI İLE PROGRAMLAMA

3.9.7.1. SEMBOLLER

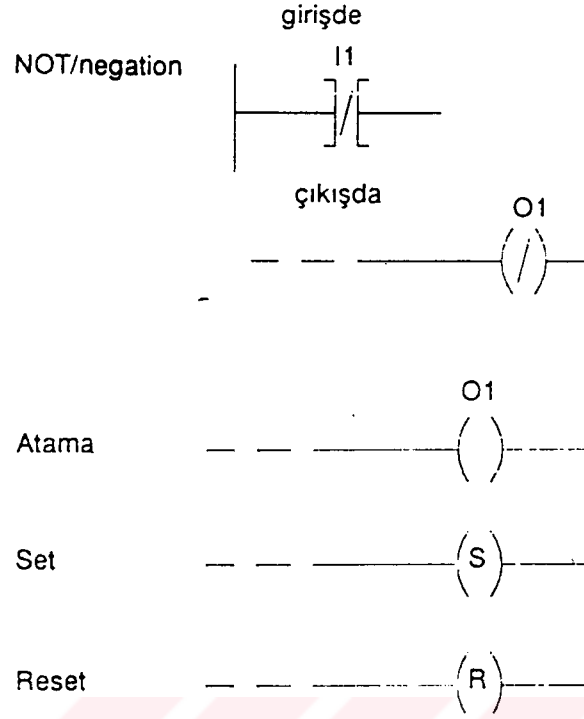
Semboller kontakt planı ile programlama dilinde DIN 19239'a göre belirlenmiştir. Aşağıdaki semboller lojik işlemler ve çıkışların adreslenmesi için kullanılır:



Exclusive-OR



Şekil 3.128. Kontakt planı sembolleri.



Şekil 3.128. Kontakt planı sembolleri.

3.9.8. (FCH) FONKSİYON ŞEMASI İLE PROGRAMLAMA

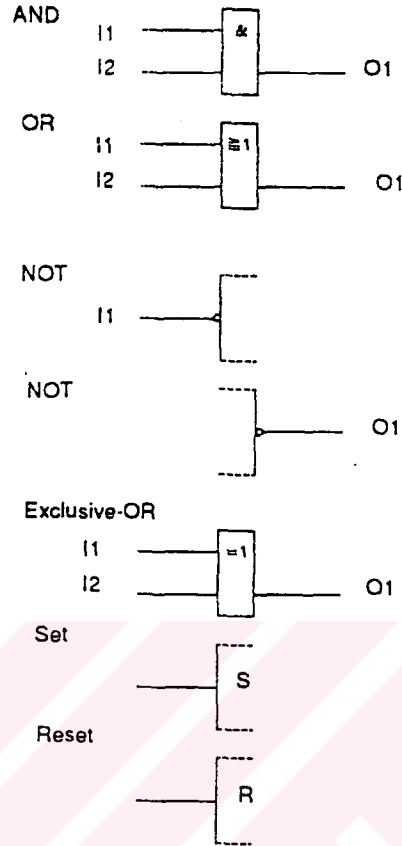
3.9.8.1. SEMBOLLER

Fonksiyon şemasındaki semboller, içerisinde değişik fonksiyon sembolleri olan dikdörtgen şekillerdir. Girişler solda veya tepede çıkışlar ise sağ tarafta veya altta oluşturulurlar. DIN 19239'a göre en önemli sembolleri şekil 3.129.'da gösterilmektedir.

Flip-floplar:

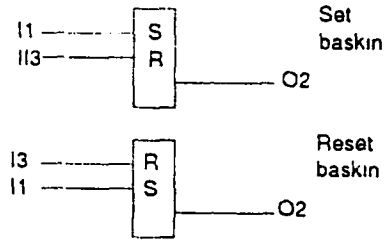
Flip-floplar kendi kendini tutan anahtarlardır. Anahtarlamanın durumu yeni işaret darbesi gelene kadar tutulur. Giriş işaretinin durumuna göre çıkışa işaret üretilir veya çıkışın işareti kaldırılır. Eğer 1 işareti iki girişten birden alındıysa çıkışa işaret verilecek veya çıkışın işareti kaldırılacaktır. Şekil 3.130'da flip-floplar

için iki örnek gösterilmektedir. Fonksiyon şemasının



Şekil 3.129. Fonk. şeması sembolleri.

gösterilimleri DIN normuna göre'dir. Örnek 1'de çıkışa işaret verilmesi baskındır. Örnek 2'de ise çıkışın işaretinin silinmesi baskındır.[5]



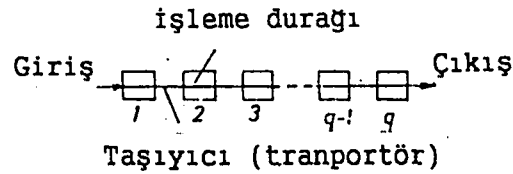
Şekil 3.130. Flip-flop sembolleri.

3.9.9. BİR PLC UYGULAMASI

3.9.9.1. İÇTEN YANMALI MOTOR SUPAPLARI İMALATINDA BİR SUPAP SEDE (OTURMA YÜZEYİ) STELLİTE DOLDURMA KAYNAĞI TRANSFER HATTI

Prodüktiviteyi artırmak için günümüzde tezgâh sistemleri ve transfer hatları ile gerçekleştirilen imalat sistemleri vardır. İki sistem arasındaki fark, basitleştirilmiş bir tarzda şu şekilde açıklanabilir. Tezgâh sistemlerinde yapılan işlemlerin sayısı sınırlıdır. Transfer hatlarında işlem sayısı daha çok olmakla beraber parçanın imalatının yanı sıra kontrolü ve bazı hallerde montaj dahi gerçekleştirilebilir.

Transfer hatları, parçanın teknolojik operasyon sırasına göre sıralanmış ve parçayı tamamen işlenmiş haline getiren tezgâhlar grubudur. Parçanın getirilmesi, tezgâhtan tezgâha taşınması, tezgâha bağlanması ve çözülmesi, ana kontrolü, son kontrolü ve hattan uzaklaştırılması otomatik olarak yapılır. Bu nedenle bu sistemlere otomatik transfer hatları da denilir. Bu hatlar genelde, çeşitli universal, otomat tezgâhlardan, tezgâh sistemlerinden meydana gelebilirler. Burada tanıtacağım hatta stellitli supap imalatının bir safhası yerine getirilmektedir. Hattın konstruksiyonuna geçmeden önce hat oluşturma şekline karar verilmelidir. İşlenecek parçanın üretim hacmi, işleme stabilitesi, şekili, boyutları, malzemesine ve işleme teknoloji prosesine en uygun oluşturma şekli birinci bölümde bulunan tek akışlı otomatik hattır (3.131.)

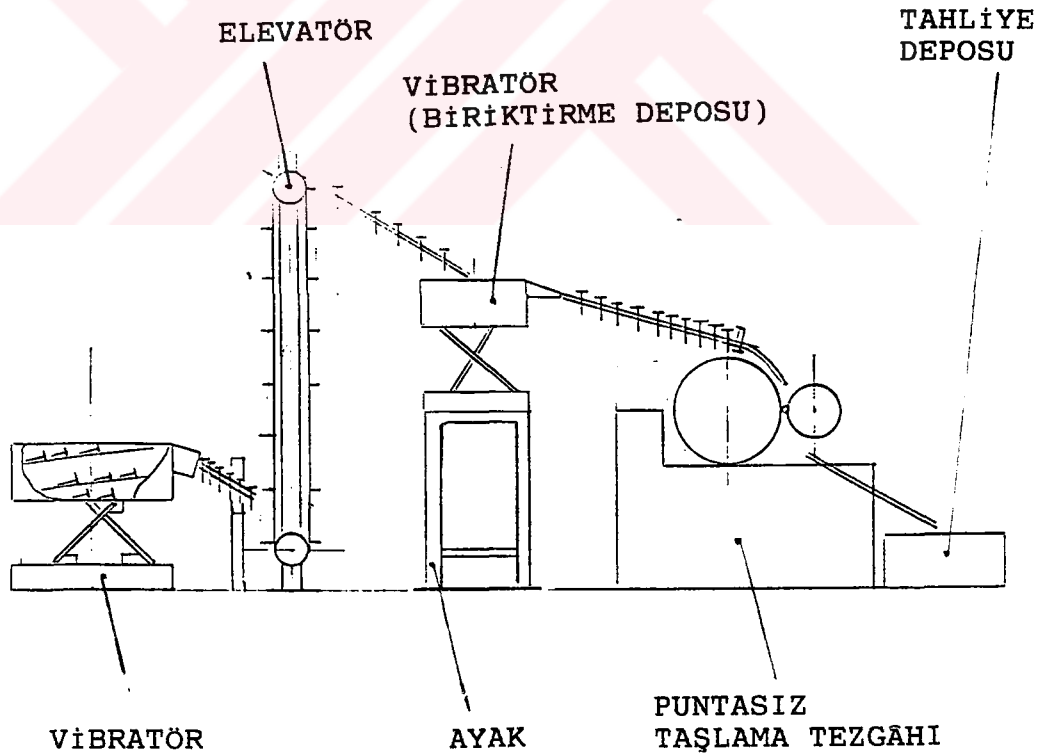


Şekil 3.131. Tek akışlı ot. hat.

Hattın çalışma prensibi ise asenkron çalışan otomatik hatlara benzerdir. Bu tür hatlarda otomatik asenkron hatların strüktürü bölümünde anlatıldığı gibi her makina bir parça

biriktirme deposu veya magazini ve otomatik yükleme (besleme) sistemi ile donatılmıştır. Bunların bulunması ile bir önceki işleme durağının çalışmaması veya bakımı onarımı sonraki işleme durağını etkilemeyecektir. O halde duraklar arasındaki bağlar esnek hale gelmektedir. Söz konusu hatta duraklar arasında bulunan taşıyıcı (transportör) konveyör eğimli çubuklardan ibarettir. Parçanın taşıyıcı üzerinde hareketi yerçekim kuvveti etkisinde olmaktadır. Her işleme durağındaki biriktirme depoları çalışma sırasında parça biriktirerek böylece bir işleme durağının çalışması diğer bir durağın çalışmasına rijit olarak bağlı değildir. Bu durumda duraklar arasındaki bağ esnek hale gelmektedir. Duraklar arasındaki yarımamül taşıma şeklinin belirlediği esnek bağlı söz konusu otomatik hattın organizasyon şekli aşağıdaki gibidir:

Şekil 2.6.c'ye benzer olarak hattaki duraklar arasındaki taşıma yerçekim kuvveti ve elevatörler yardımıyla sağlanmaktadır (şekil 3.132.).



Şekil 3.132. Örnek hatta duraklar arası yarımamül taşıma.

3.9.9.2. ASENKRON HATTAKİ İŞ DURAKLARININ TANITILMASI VE ÜZERLERİNDE YAPILAN İŞLEMLER

Supap oturma yüzeyi (sede) stellite doldurma kaynağı hattı 6 işleme durağı ve 6 biriktirme deposundan meydana gelmektedir. Sıcak şekillendirme, birinci sap kaba taşlama işlemleri gerçekleştiren hattan sonra yarımamül halinde bu hata gelen supap, aşağıdaki işlemlerden geçirilmektedir:

0. Hata giriş - I biriktirme deposu
 1. I biriktirme deposundan birinci elevatöre
 2. II biriktirme deposundan puntasız taşlamaya yükleme - birinci elevatör + otomatik yükleme
 3. Puntasız taşlamada sap kaba taşlama (şekil 3.133.) - otomatik yüklemeli otomatik puntasız taşlama
 4. Taşlama çıkışı + ikinci elevatör yükleme - ikinci elevatör
 5. İkinci elevatör çıkışı ve III biriktirme deposu
 6. III biriktirme deposundan kafaçapı ve stellite yuvası tornalamayı gerçekleştiren otomatik yüklemeli otomatik kam tornası
 7. Torna çıkışı + üçüncü elevatör yükleme - üçüncü elevatör
 8. Üçüncü elevatör çıkışı ve IV biriktirme deposu
 9. IV biriktirme deposundan 2 adet otomatik yüklemeli otomatik TIG usulü stellite doldurma kaynak tezgâhı (şekil 3.134.)
 10. Tezgâh çıkışları + V biriktirme deposu
 11. V biriktirme deposundan dördüncü elevatöre
 12. Dördüncü elevatörden otomatik yüklemeli kafa çapı kaba taşlama
 13. Tezgâhtan çıkış + beşinci elevatör yükleme - beşinci elevatör
 14. Beşinci elevatör çıkış ve VI biriktirme deposu
 15. VI biriktirme deposundan 2 adet otomatik yüklemeli sede ve boyun tornalama işlemi yapan otomatik kam tornalar (şekil 3.135.)
 16. Tezgâh çıkışları ve hat sonu.
- Yukarda anlatılanlardan da anlaşıldığı gibi doldurma kaynak

hattı otomatik ve yarıotomatik işleme duraklarından (tezgâhlardan) meydana gelmektedir.

- a) 1 otomatik yüklemeli ve avans tertibatlı otomatik puntasız taşlama
- b) 3 otomatik yüklemeli kam torna
- c) 2 otomatik PLC kontrollü TIG usûlü ile çalışan stellite doldurma kaynak tezgâhı
- d) 1 yarıotomatik kaba puntalı taşlama tezgâhı

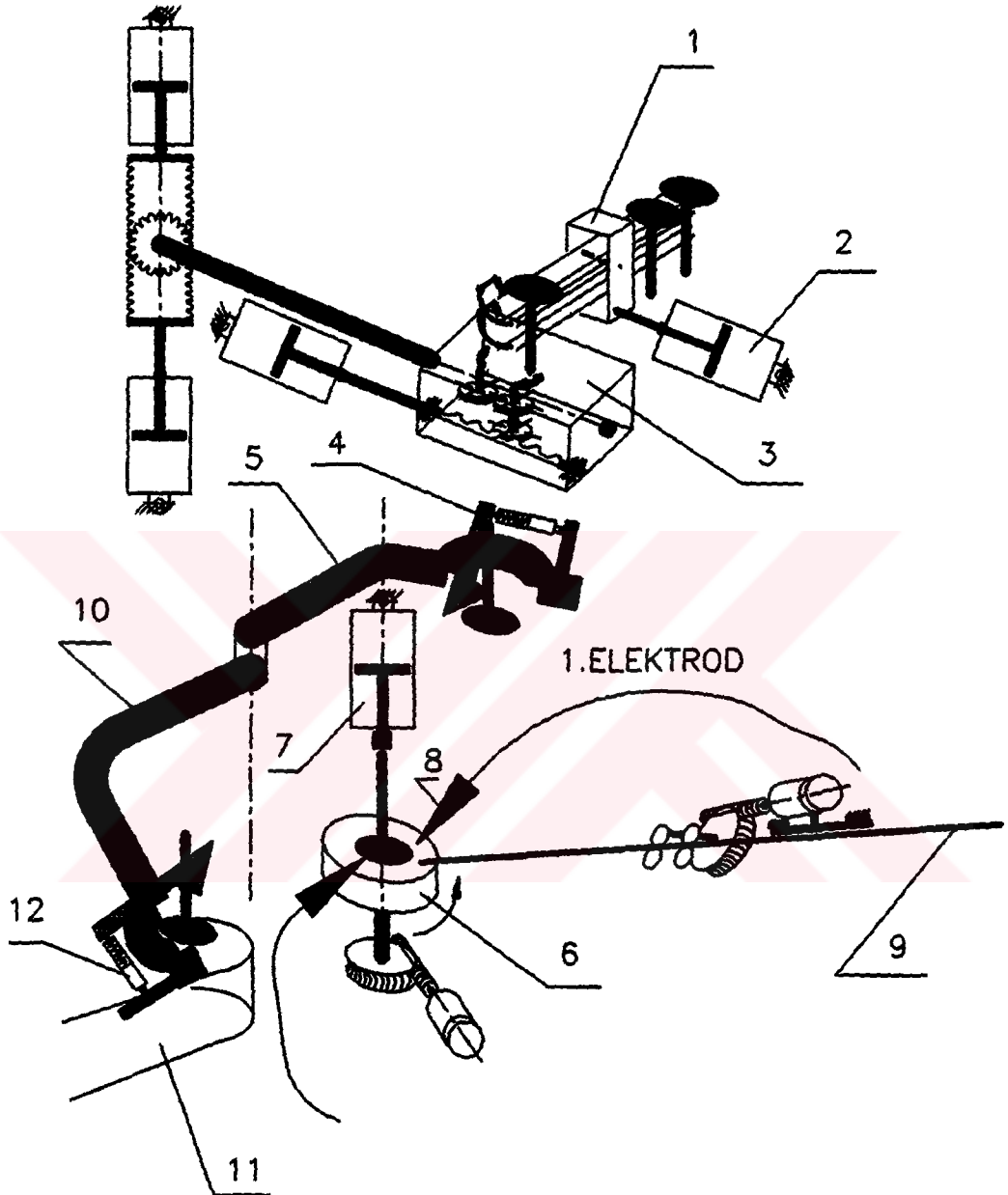
Bu tezgâhların kısaca tanıtımı ise aşağıdaki gibidir:

3.9.9.2.1. TIG USÛLÜ İLE DOLDURMA KAYNAĞI YAPAN OTOMATİK TEZGÂH

Bu tezgâhta stellite yuvası açılmış yarımamüller alınmaktadır. Yarımamüller yükleme tertibatı 1'de (şekil 3.133.) görüldüğü gibi bekletilmektedir. Bekletilen supaplar bir yükleme pnömatik silindiri 2 yardımıyla tek tek yaylı yükleme kapısına bırakılmaktadır. Buraya gelen supap bir çeneli robot kolu 3 tarafından 180° döndürülen bir yaylı bekleme suportuna 4 yerleştirilmektedir (şekil 3.134.).

Bu pozisyonda bekletilen supap bir ikinci kol 5 yardımıyla alınıp döner tabla 6 üzerine bir üst basma silindiri 7 ile yerleştirilmektedir ve kol çekilmektedir. Daha sonra doldurma işlemi başlamaktadır, yani elektrodlar 8 yaklaştırılıp stellite malzemesi 9 itilmektedir. Bu arada tablaya dönme komutu daha önceden verilmiştir. Doldurma tamamlandığında tahliye kolu 10 yaklaşıp yarımamülü yakalamaktadır ve ağzı 11 üzerinde supabı bekletmektedir.

Bir sonraki supabın döner tablaya yerleştirilinceye kadar önceki supap soğutulmaya bekletilmektedir ve sonra tahliye silindiri 12 ile tahliye ağzında bırakılmaktadır.

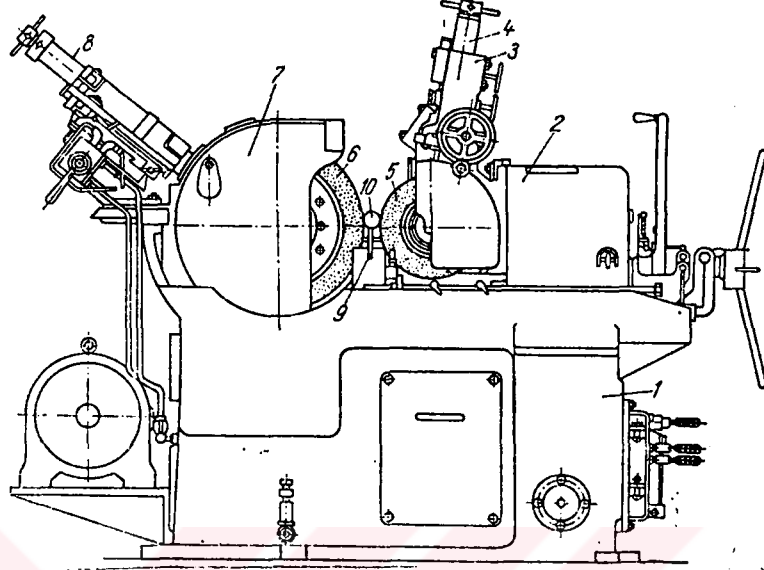


Şek. 3.134. TIG usulü stellite kaynak tezgâhının kinematik şeması.

3.9.9.2.2. OTOMATİK YÜKLEMELİ PUNTASIZ TAŞLAMA
TEZGAHI

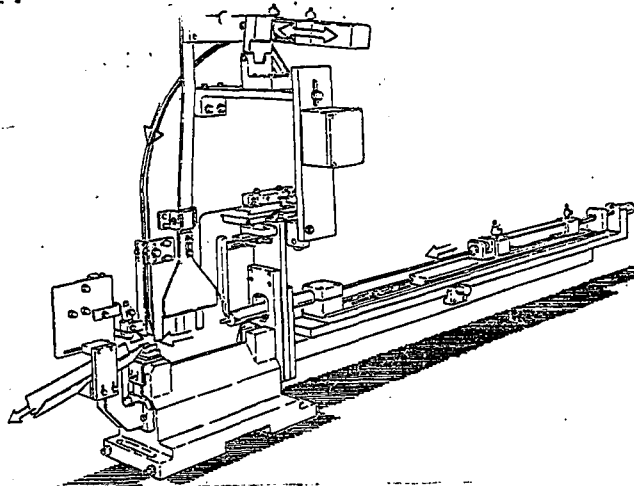
Bu şekil 3.133.'de görülen konvansiyonel puntasız taşlama tezgâhlarına benzer fakat mamül yükleme, tahliye, avans, taş

bilemesi ve çeşitli ayarlar otomatik olarak yapılmaktadır. Yarımamül pnömatik bir yükleme tertibatından gelip tezgâha tek tek yüklenmektedir.



Şekil 3.133. Otomatik yüklemeli otomatik puntasız taşlama.

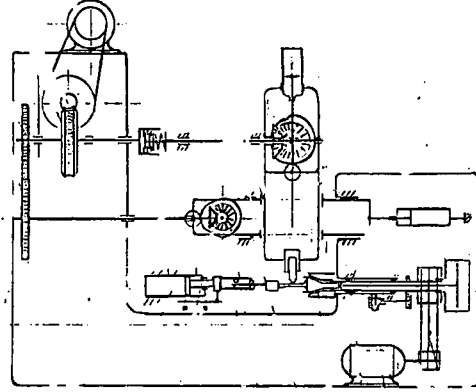
Parça tahiyesi ejektör silindirlrlle gerçekleştirilmektedir. Taşın avansı ise gene pnömatik tahrik edilen bir otomatik avans ünitesi ile sağlanmaktadır. Tezgâh bir PLC ile yönetildiğinde ayar ve bileme zamanları kolaylıkla ayarlanmaktadır. Yükleme tertibatı şekil 3.136.'da görülmektedir.



Şekil 3.136. Yükleme tertibatı.

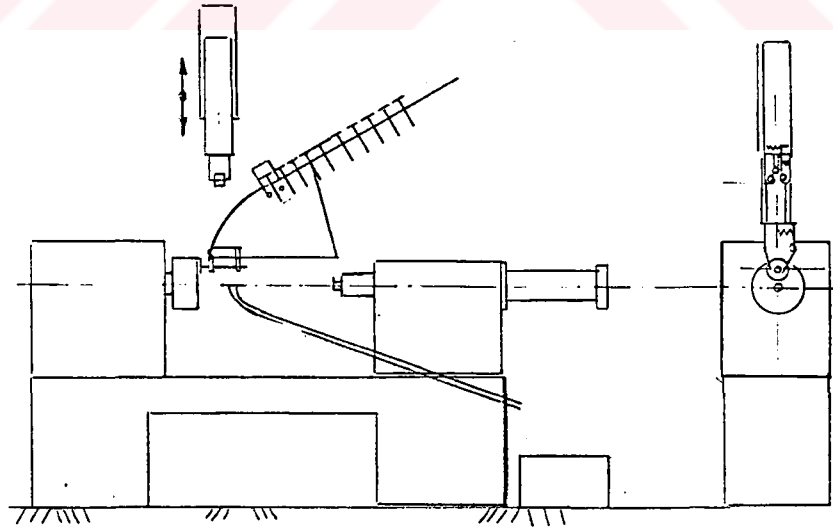
3.9.9.2.3. OTOMATİK YÜKLEMELİ KAM TORNA

Bu torna özel amaçlı olup takım hareketi iki kam mekanizması ile sağlanmaktadır (şekil 3.135.).



Şekil 3.135. Otomatik yüklemeli kam torna.

Bu tezgâhtaki yükleme ve tahliye sistemleri gene pnömatiktir (şekil 3.137.).



Şekil 3.137. Otomatik yükleme tertibatı.

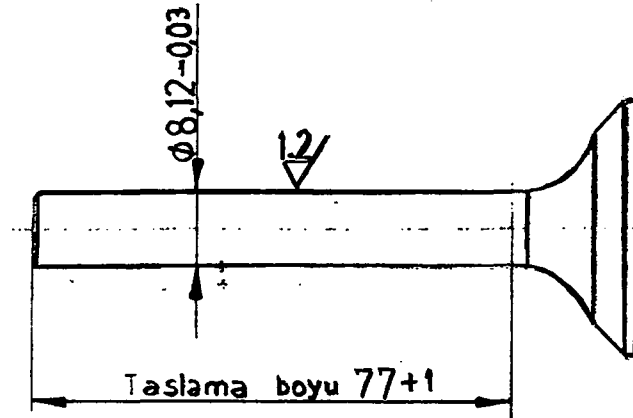
3.9.9.2.4. YARI OTOMATİK KABA PUNTALI TAŞLAMA TEZGAHI

Bu konvansiyonel bir puntalı taşlama tezgâhı olup yukardaki tezgâhlara benzer otomatik yükleme tahliye ve avans üniteleri vardır.

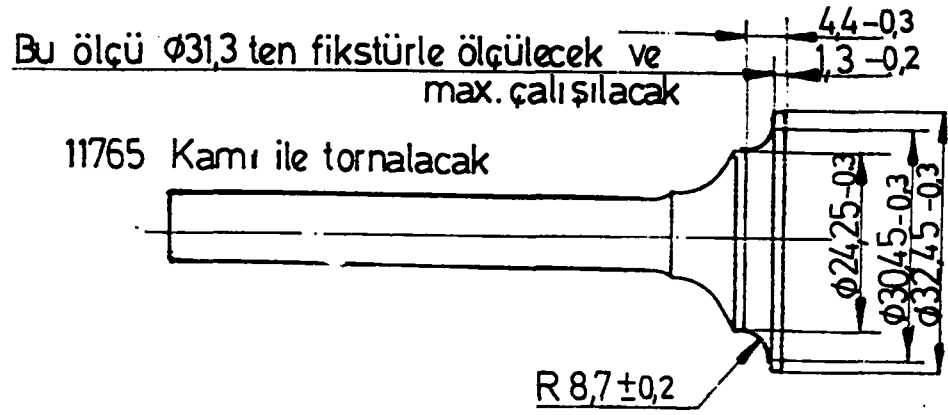
3.9.9.3. STELLİTE DOLDURMA KAYNAK OTOMATİK HATTI

Şekil 3.138.'deki tek akışlı otomatik hat toplam olarak 7 tezgâhtan oluşmaktadır. Bu tezgâhlar otomatik puntasız taşlama, 3 adet otomatik kam torna, 2 adet otomatik TIG üsülü doldurma kaynak tezgâhı ve bir yarı otomatik puntalı taşlamadır. Bu otomatik hattaki teknolojik akış ve operasyonların gerçekleştirildiği tezgâhlar aşağıdaki gibidir:

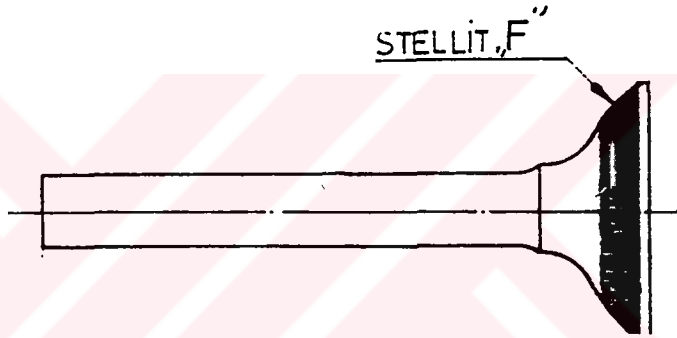
- Sap kaba taşlama (şekil 3.139.) : Puntasız taşlama
- Kafaçapı ve stellite yuvası tornalama (şekil 3.140.) : Kam torna
- Stellite doldurma kaynak (şekil 3.141.) : TIG üsülü kaynak tezgâhı
- Kafa çapı taşlama (şekil 3.142.) : yarı otomatik silindirik puntalı taşlama
- Sede ve boyun stellite tornalama (şekil 3.143.) : Kam torna



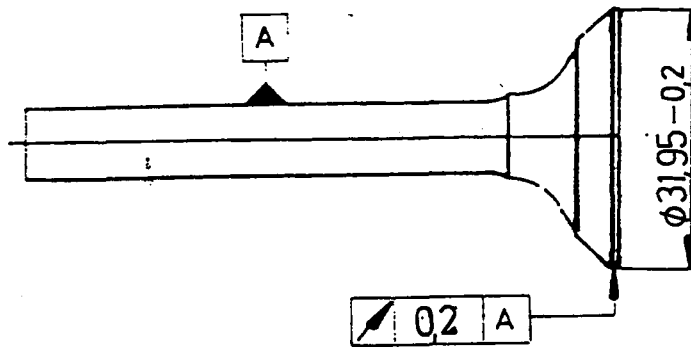
Şekil 3.139. Sap kaba taşlama operasyonu.



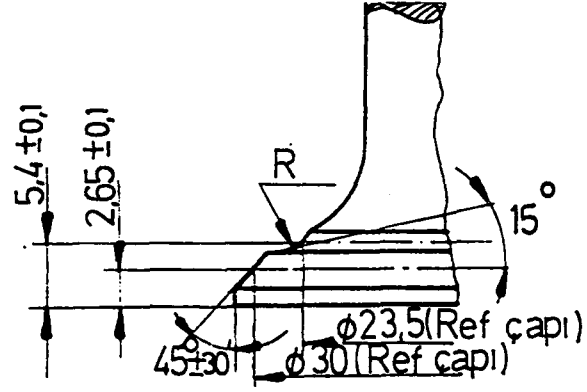
Şekil 3.140. Kafaçapı ve yuva tornalama.



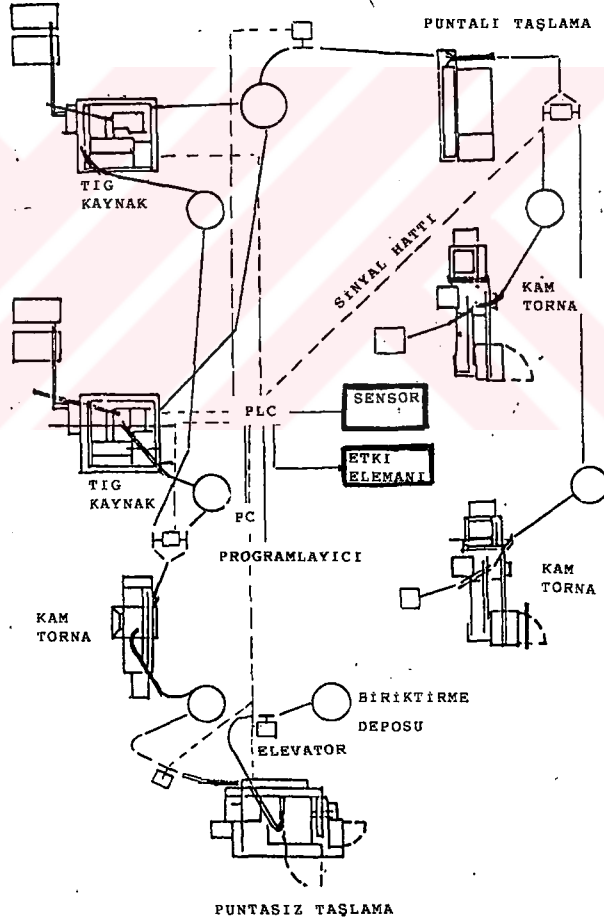
Şekil 3.141. Stellite kaplama.



Şekil 3.142. Kafa çapı kaba taşlama.



Şekil 3.143. Sede ve boyun tornalama.



Şekil 3.138. Stellite doldurma kaynak hattı.

3.9.9.4. HAT OPERASYONLARININ OPTİMUM YOĞUNLAŞTIRMA DERECEİ SEÇİMİ VE HAT PRODÜKTİVİTESİ

İlk bölümlerde anlatılan otomatik hatlarının operasyonların optimum yoğunlaştırma derecesi seçimi tablo A.1.'e göre yapılır. Bu tabloya göre yoğunlaştırma derecesi CIIS seçilir.

Hattın prodüktivitesi daha önce bahsedilen aşağıdaki bağıntıya göre yapılır:

$$Q_t = \frac{60}{T_t} = \frac{60}{t_1 + t_g + t_t} \quad (2.44.)$$

t_1 bir parça için toplam işleme zamanı = 20 s, $t_g + t_t = t_a$ yardımcı zaman; çevrimdeki zaman kaybı = 10 s, h_a türetimi yaklaşık olarak 130 parça/saat fakat bu teorik prodüktivite olup reel prodüktivite:

$$Q_r = \frac{60}{T_t + \sum t_{spi} + \sum t_{RJ} + \sum t_{OK}} \quad (2.45.)$$

burada $\sum t_{spi}$ global takım değiştirme zamanı 2.4. bağıntısına göre hesaplanır. Bu bağıntıdaki t_{spi} takım değiştirme zamanı, z_i bir takım dayanımı süresinde i takımının işlediği parça sayısı, $\sum t_{RJ}$ çeşitli makina tezgâh mekanizmalarının onarımı ayarı için toplam kayıp zaman, $\sum t_{OK}$ organizasyondan dolayı oluşan çeşitli kayıplar, bunu sözkonusu hata uygularsak:

$$Q_t = \frac{60}{0.008 + 0.0008 + 0.33 + 0.2} = 113 \text{ parç/h} \quad (2.46.)$$

3.9.9.5. HATTA PLC İLE KONTROL EDİLEN BİR TEZGÂHIN TANITIMI. SİKLOGRAMI.

3.9.9.5.1. TIG ÜSÜLÜ İLE ÇALIŞAN OTOMATİK DOLDURMA KAYNAK MAKİNASI

Teknik Karakteristikler

Tezgâh tipi: Otomatik yükleme ve boşaltma sistemine sahip tek istasyonlu kaynak makinası.

Çalışma kapasitesi: Aşağıdaki boyutsal özelliklere sahip otomobil supaplarının yuvalarına stellite doldurma kaynağı yapar: kafa çapı 25 - 60 mm, sap çapı 6.5 - 14 mm, boy 85 - 175 mm.

Kullanılan doldurma kaynak malzemesi: Stellite 8 ± 0.1 mm

çapında çubuklar halinde

Giriş voltajı	: 380 V (reg.) ± %10
Motor gücü	: 400 W x 2
Jeneratör gücü	: 30 kW x 2
Argon gazı sarfiyatı	: 1.5 m ³ /saat-2.5 lt/dak
Basınçlı hava sarfiyatı	: 1 m ³ /saat
Söğutmaya suyu sarfiyatı	: 600 lt/saat-10 lt/dak
Argon gazı işletme basıncı	: 1.5 bar

Genel bilgiler

Otomatik stellite doldurma kaynak makinası kapalı, yekpare bir yapıya sahip olup, elektriksel kumanda elemanları gövdeye bağlı ayrı bir bölme içine alınmıştır. Makinanın alt bölümü, kaynaklı çelik konstrüksiyondur. Üst bölmede ise yükleme - boşaltma ve kaynak teçhizatlarını taşıyan tabla tertibatı vardır ve kaynak arkının yoğun ışığından gözleri korumak amacıyla etrafı tamamen kapatılmıştır. Kaynak işleminin gözle kontrolü, islicam pencereden bakılarak yapılabilir.

Orta mil tertibatı

Tablanın ortasına, düşey eksene sahip olan ve kaynak edilecek supapları taşıyan bir mil yerleştirilmiştir. Bu mil, hızı ayarlanabilen bir DC elektrik motoruna bağlı sonsuz vida bir

redüktör tarafından tahrik edilir. Üzerinde supap kafasına göre işlenmiş faturası olan bakır bir altlık, bu milin üst ucuna vidalanmıştır ve suyla soğutulmaktadır. Pnömatik bir silindire bağlı olan ve kaynak işlemi biten supapları altlık yuvasından çıkarmaya yarayan bir çubuk, bu ana milin ortasında aşağı - yukarı çalışır.

Kaynak pensı tertibatı

Bu tertibat, kendi eksenini etrafında dönen ve her yöne doğru ayarlanabilen iki adet döner kafadan oluşur. Kaynak pensleri bu kafalara takılır ve orta mil üzerindeki yuvalarında dönmekte olan supapların stellite yuvaları doğrultusunda yönlendirilerek, arkadaki tutucular vasıtasıyla bu konumda sabitlenirler.

Stellite kızak tertibatı

Stellite kızıağı, iki kaynak pensesi arasına yerleştirilmiş olup orta mile doğru yönlendirilmiştir. Sistem, düşey olarak ayarlanabilen bir tutucu ile enine istikamette ayarlanabilen bir taşıyıcıdan ibarettir. Düşey ayarlanabilen tutucu üzerinde, stellite kızıağının orta mile göre belli bir açısal konuma ayarlandıktan sonra sabitlendiği bir pim vardır. Yataklar üzerine monte edilmiş olan kızak, hidrolik frenlemeli pnömatik bir silindir tarafından kontrol edilir ve bu sistem, stellite çubuğunun hızlı yaklaşma işlemini yaptırır. Kızak üzerinde stellite çubuğunun yavaş ilerlemesini yaptıran ayrı bir mekanizma vardır. Burada bir adet ayarlanabilir hızlı DC motor ve redüktörden tahrik edilen, üzerleri tırtıllı tekerlekler, stellite çubuğunu orta milin eksenine doğru iterler. Bu ilerleme hızı, kaynakla doldurulacak malzeme miktarını belirler.

Yükleme tertibatı

Bu sistem, aynı bir gövde üzerine monte edilmiş birkaç alt sistemden oluşur. Supapları yüklemeye ve boşaltmaya yarayan iki adet kol, gövdenin alt kısmına yerleştirilmiş düşey bir taşıyıcı kolona mafsalla bağlanmıştır. Bu iki kol farklı kesitteki iki ayrı pnömatik silindir tarafından kontrol edilirler. Bu durumda biri çalışırken diğeri durur. Bu iki

kolun ucunda supapları tutmaya yarayan iki adet yaylı tutucu el vardır.

Gövdenin orta kısmında döner dişli çubuklu pnömatik bir silindir vardır. Üzerinde iki adet çene bulunan kısa bir pim silindirinin şaftına bağlanmıştır. Bu çeneleri taşıyan nillerin diğer uçlarında ise, birbirine geçmiş iki adet dişli vardır. Döner silindir şaftının ortasından geçen bir sapa kaynak edilmiş olan dişli çubuk, supapları birinci bekleme istasyonundan ikinci bekleme istasyonuna getiren ve tutucu çeneleri simetrik olarak açıp kapatan dişlilerden birini tahrik eder.

Giriş kanalında teker teker gelen supapları serbest tutmak için ana gövde üzerinde üçüncü bir tertibat vardır. Bu tertibat bir pnömatik silindir tarafından tahrik edilen bir koldan ibarettir. Bu kolun bir ucunda sabit ara mesafeli kancalar, diğer ucunda ise, supabı, döndürme kolunun getirdiği konumda tutan ve kol valfi uzaklaştırdıktan sonra kaybolan (geri çekilen) bir çatal parça vardır.

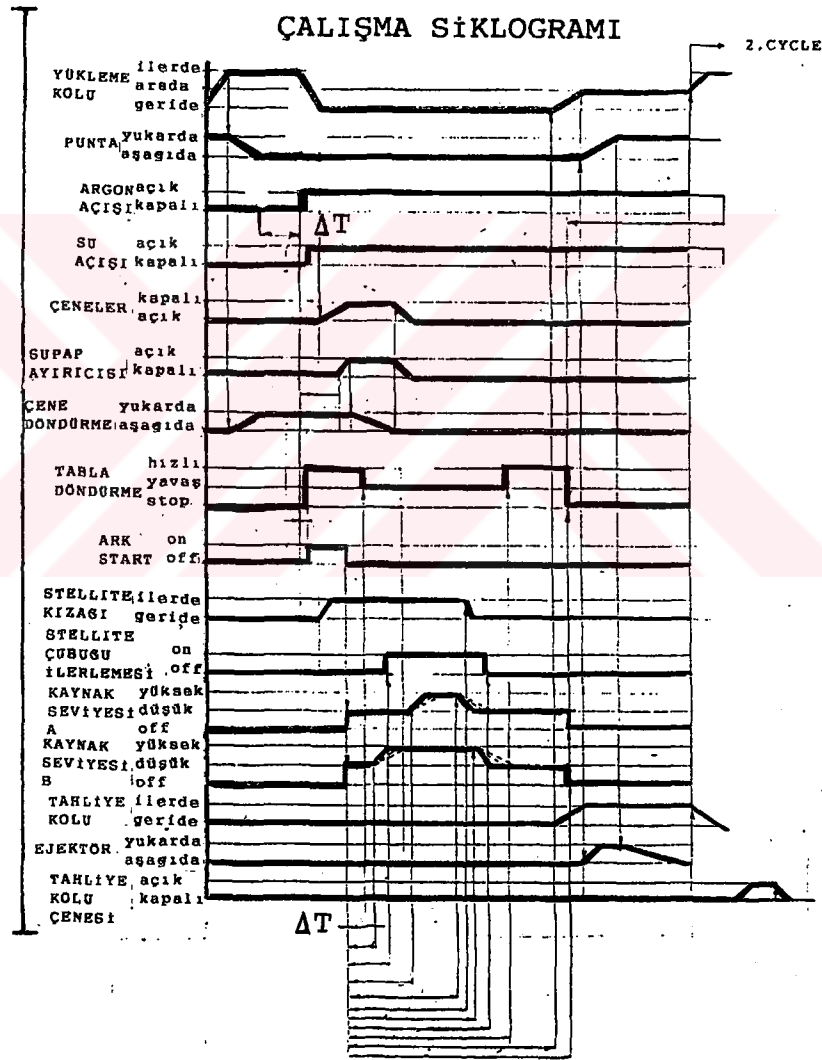
Ana gövdenin üst kısmına ise tabla orta mili ile aynı eksende olan ve muhtelif supap boylarına göre düşey olarak ayarlanabilen karşı punta kovani tesbit edilmiştir. Kova içine; ucunda döner ve mors konikli merkezleme parçası bulunan karşı puntayı tahrik eden bir pnömatik silindir yerleştirilmiştir. Yükleme ve boşaltma kolları supabı tuttuğu zaman karşı punta ucu supap sapı üzerine geçer.

Programlayıcı

Bir adet TEXAS INSTRUMENTS 5TI kontrol ünitesi makinanın arkasındaki elektrik kabinine yerleştirilmiştir. Bu ünite, tabla dönüş hızı, stellite çubuğunun ilerleme hızı, stellite kızağının yaklaşma hızı, yükleme ve tahliye gibi kaynak işlemi özelliklerini yani çalışma çevrimini kontrol eder. Farklı kaynak akım seviyeleri, jeneratörlerin üzerinde bulunan ekipmanlar tarafından regüle edilir. Çalışma programını çeşitli parametreleri bir programlama konsolu üzerinden ayarlanabilir.

SİKLOGRAM

Hatta PLC ile yönetilen bir tezgâhın çalışma siklogramı (herbir çıkışın diğerlerine göre çalışma şekli ve zamanını, daha doğrusu makinanın çalışmasını tarif eden diyagram) şekil 3.144.'deki gibidir. Burda bir çıkışın aktif ve inaktif duruma getirilmesi için diğer çıkışlara göre gecikme zamanları da tarif edilmektedir. Bu diyagram yardımıyla PLC programı kolaylıkla oluşturulabilir (gecikmeler için zamanlayıcılar öngörülerek).

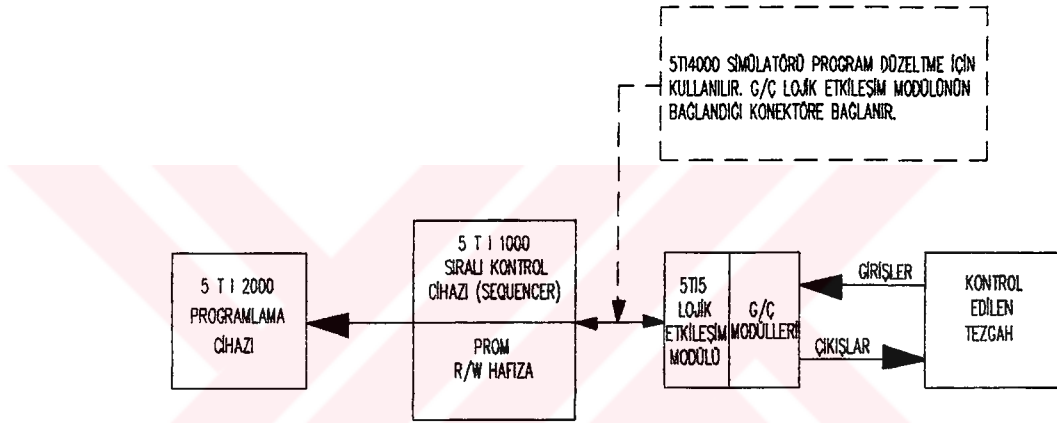


Şekil 3.144. Çalışma siklogramı.

3.9.9.6. OTOMATİK DOLDURMA KAYNAK TEZGÂHININ KONTROLÜNDE KULLANILAN PLC DONANIMI VE TEZGÂHA BAĞLANMASI

3.9.9.6.1. GENEL

Söz konusu tezgâhın kontrolünde Texas Instruments firmasının 5TI programlanabilir kontrol sistemi kullanılmıştır (şekil 3.145., şekil 3.146.).

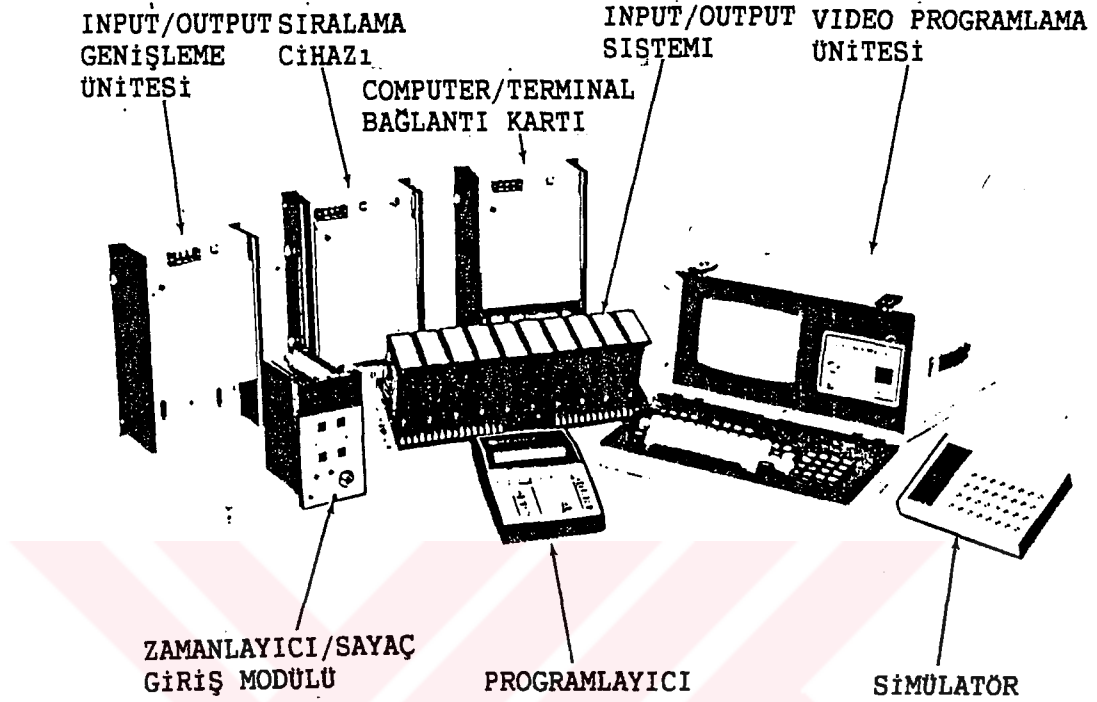


Şekil 3.145. 5TI kontrol sisteminin blok diyagramı.

Bu sistemi oluşturan elemanlar ise sıralı kontrol cihazı (sequencer), giriş/çıkış sistemi, giriş/çıkış genişletme üniteleri, programlama cihazı, simülatör, zamanlayıcı/sayaç giriş ünitesi (TCAM Timer/Counter and Access Module). Şimdi programlanabilen sistemin olduğu bazı elemanları inceleyelim.

3.9.9.6.2. SİRALI KONTROL CİHAZI (SEQUENCER)

5TI sisteminin en önemli elemanı olup, kontrol sisteminde istenilen sıralama (adım), zamanlama, sayma ve bağlama



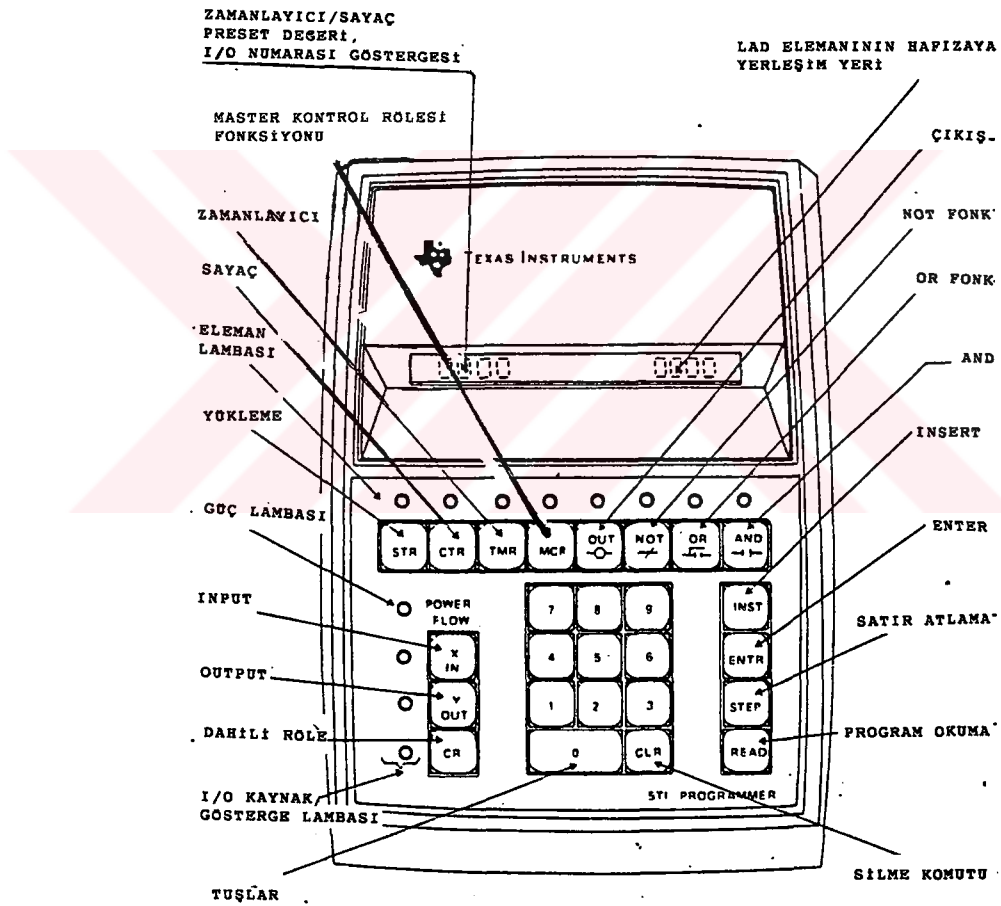
Şekil 3.146. 5TI programlanabilir kontrol sistemi.

işlerini yapmaktadır. Sıralı kontrol cihazı ladder (kontakt planı) lojik diyagramında kullanılan kontrol fonksiyonlarını yerine getirmektedir (şekil 3.146.). 5TI sistemi 5TI - 103B hafıza kartarını kullanmaktadır. Kullanılan sıralı kontrol cihazının teknik verileri aşağıdaki gibidir:

- giriş voltajı 102 - 132 Vac, 50 Hz
- giriş akımı 0.75 A max.
- aşırı yükten koruma 1.5 A sigorta
- çalışma sıcaklığı 0 - 60° C
- hafıza 64 - 256 kelime
- hafıza tipi R/W veya PROM
- dahili röle sayısı 256

3.9.9.6.4. PROGRAMLAYICI

Kullanılan programlama cihazı (5TI200) kontrol programının sıralı kontrol cihazına girme işleminde kullanılmaktadır. Programlama cihazı üzerindeki tuşlar kontrol programının hem kontakt planı (ladder diagram) hemde Boole cebir komutları şeklinde girilmesini mümkün kılmaktadır. Programlama cihazı üzerindeki display, girilen veya saklanan program elemanlarının kontrolünde kolaylık sağlamaktadır.[6]



Şekil 3.148. Programlama cihazı.

3.9.9.6.5. SİMÜLATÖR

Simülatör, program düzeltme geliştirme, simülasyonu işlemlerinde kullanılmaktadır (şekil 3.146.). Kullanılan simülatörün 32 input simülasyon anahtarı ve 16 output işlem göstergesi vardır.

3.9.9.6.6. ZAMANLAYICI/SAYAÇ GİRİŞ MODÜLÜ

Zamanlayıcı ve sayaç giriş modülü (T/CAM) sıralı kontrol cihazının hafızasında programlanan zamanlayıcı ve sayaç fonksiyonlarının ayar ve görüntülenmesini sağlayan bir araçtır.

Bu gibi tezgâhların kontrolünde veya daha geniş sistemlerde çeşitli sebeplerle kurulacak bilgisayar ağları için tanıtılan kontrol sistemlerinin computer ve computer/terminal linkleri de vardır. Ayrıca programların daha kolay girilmesi, görüntüleme işlemlerinde video programlama üniteleri veya PC'ler kullanılabilir. (şekil 3.146.).

3.9.9.6.7. 5TI KONTROL SİSTEMİNDE KULLANILAN I/O LİSTESİ

Daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi PLC üretici firmalarının çeşitli şekillerde giriş/çıkış adreslemeleri mevcuttur. Örneğin pnömatik sistemlerde önder bir firma olan FESTO ürettiği PLC'lerde adresleme I0.0 ...I0.15, O2.0 ...O2.15, şeklinde I ve O dan sonra birinci sayı kanal veya modül numarası noktadan sonraki numara ise bit numarası veya giriş çıkış numarasını göstermektedir. Genelde adresleme tüm PLC'lerde hemen hemen yukarıda anlatılanlara benzerdir, yalnız giriş veya çıkış olduğunu belirtmek için çeşitli işaretler kullanılır: I/O, X/Y veya 0/2, 10/12 gibi. 5TI kontrol

sisteminde input/output yukardada belirtildiği gibi X/Y harfleri ile temsil edilmiştir. Buna göre input ve output listesi (adresleme) aşağıdaki gibidir:

Input adresleme

- X0 - stellite çubuğu mevcudiyeti
- X1 - yükleme kolu ileride
- X2 - yükleme kolu geride
- X3 - punta aşağıda
- X4 - punta yukarda
- X5 - supap ayırıcısı açık
- X6 - çeneler yukarda
- X7 - çeneler aşağıda
- X8 - tahliye kolu ileride
- X9 - ejektör yukarda
- X10 - yarıotomatik kumanda
- X11 - manuel kumanda
- X12 - yarıotomatik yükleme
- X13 - yarıotomatik kaynak
- X14 - yarıotomatik tahliye
- X15 - stellite kızağı testi
- X16 - stellite çubuğu ilerleme testi
- X17 - döner tablanın hızlı dönme testi
- X18 - döner tablanın yavaş dönme testi
- X19 - parça bulunmama reseti
- X20 - ark bulunmama reseti
- X21 - elektrod değiştirme reseti
- X22 - A arki eritmesi
- X23 - B arki eritmesi
- X24 - aşırı yüklemeye tezgâh kapatma
- X25 - otomatik cycle kumandası

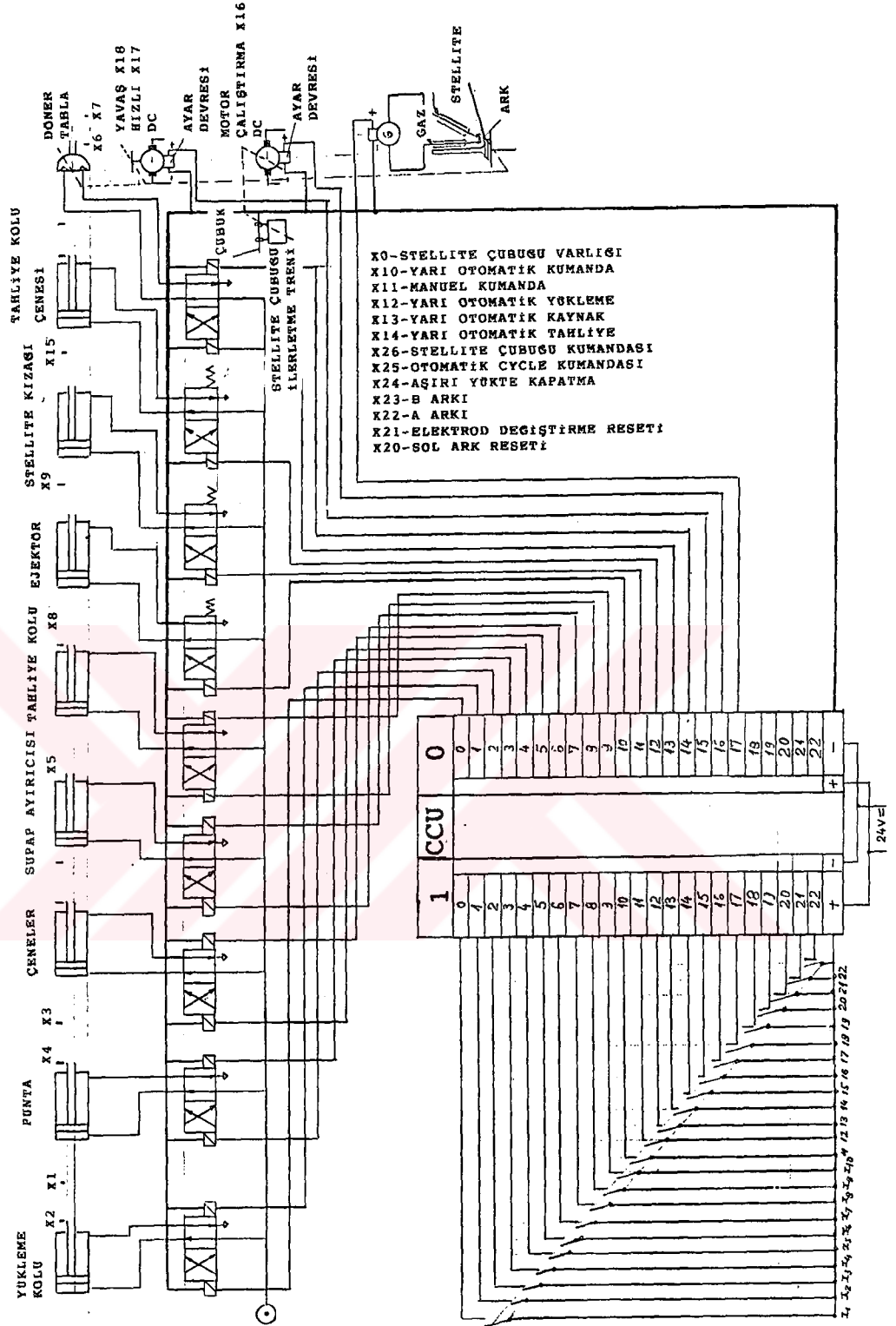
Output listesi

- Y0 - yükleme kolu ileride
- Y1 - yükleme kolu geride
- Y2 - punta aşağıda
- Y3 - punta yukarda
- Y4 - çenelerin kapanması

- Y5 - çenelerin açılması
- Y6 - supap ayırıcısının açılması
- Y7 - supap ayırıcısının kapanması
- Y8 - çeneler yukarda
- Y9 - çeneler aşağıda
- Y10 - tahliye kolu ileride
- Y11 - tahliye kolu geride
- Y12 - ejektör
- Y13 - stellite kızağı hareketi
- Y14 - stellite kızağı ileride
- Y15 - supabın çenelerden tahliyesi
- Y16 - döner tabla kumandası
- Y17 - döner tabla (hızlı-yavaş)
- Y18 - stellite çubuğu ilerlemesi
- Y19 - A arki oluşturma
- Y20 - B arki oluşturma
- Y21 - yüklenmeyen parça
- Y22 - arkın oluşmaması
- Y23 - elektrodun tükenmesi
- Y24 - stellite çubuğunun olmaması
- Y25 - parça (supap) sayaç
- Y26 - döner tablanın yavaş dönmesi
- Y27 - döner tablanın hızlı dönmesi

3.9.9.6.8. 5TI KONTROL SİSTEMİNİN TEZGAHA BAĞLANMASI

TIG üsülü ile otomatik doldurma kaynak yapan tezgâhın 5TI kontrol sistemine bağlanma şeması şekil 3.149.'da gösterilmektedir. Şemadan da görüldüğü gibi makina birçok pnömatik etki elemanı, iki doğru akım motoru ve jeneratör grubundan oluşmaktadır. Görüldüğü gibi etki elemanları iki bobinli ve tek bobinli, geri dönüşü yaylı olan 4/2 yönlendirme valflerinden kumanda almaktadır. Doğru akım motorlarının dönme hızları elektronik ayar devreleri ile ayarlanmaktadır. Bu şemada X ile girişler gösterilmiştir.



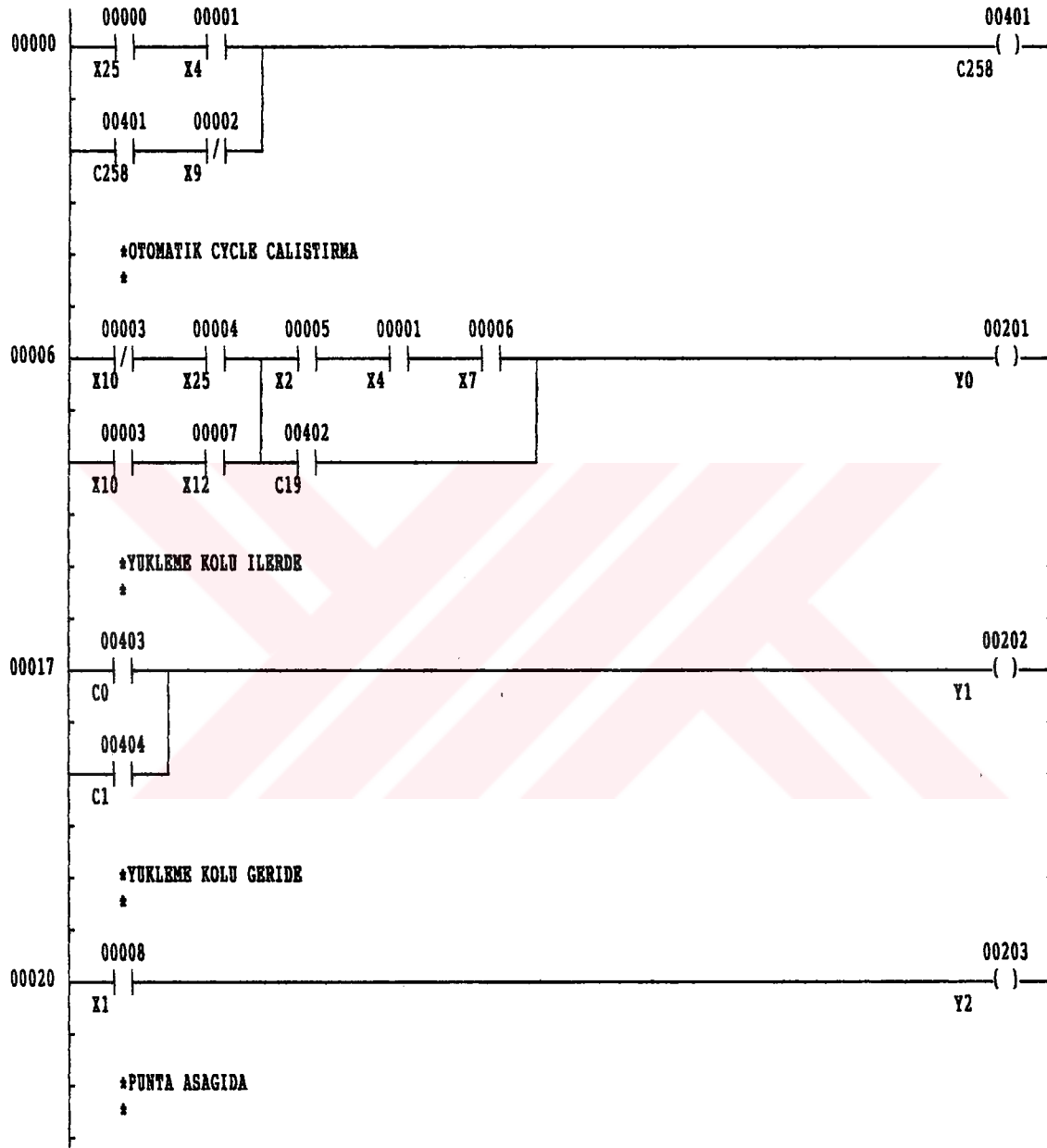
Şekil 3.149. Ot. doldurma kaynak tez. 5TI kontrol sis. bağlanması.

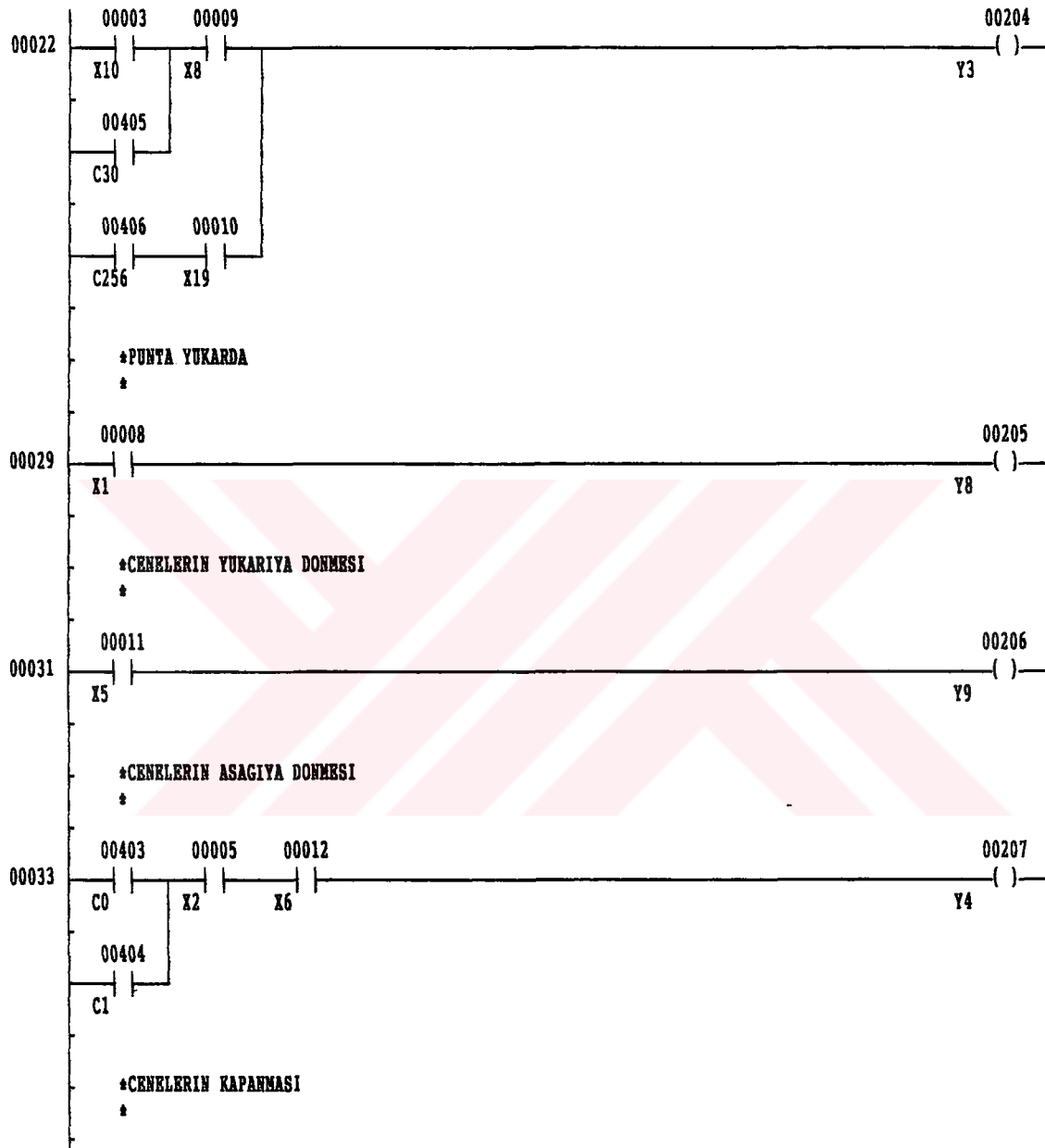
Giriş sinyalleri limit anahtarları, yakınlık anahtarları (proximity switch) mikro anahtarlardan alınmaktadır. Bu anahtarlar şekildende görüldüğü gibi silindir strok başlangıcı ve sonunu belirler. Çıkışlar ise bobin, motor ve akım jeneratörleridir.

3.9.9.7. 5TI KONTROL SİSTEMİNİN PROGRAMLANMASI

3.9.9.7.1. KONTAKT PLANI (LADDER DIAGRAM) VE STL PROGRAMI

TIG üsülü ile otomatik doldurma kaynak tezgâhının çalışmasını kontrol edden lojik program LDR programlama metodu sonucu çalışmanın sonunda verilmiştir. Programın açıklaması ladder diyagramı üzerinde yapılmıştır.



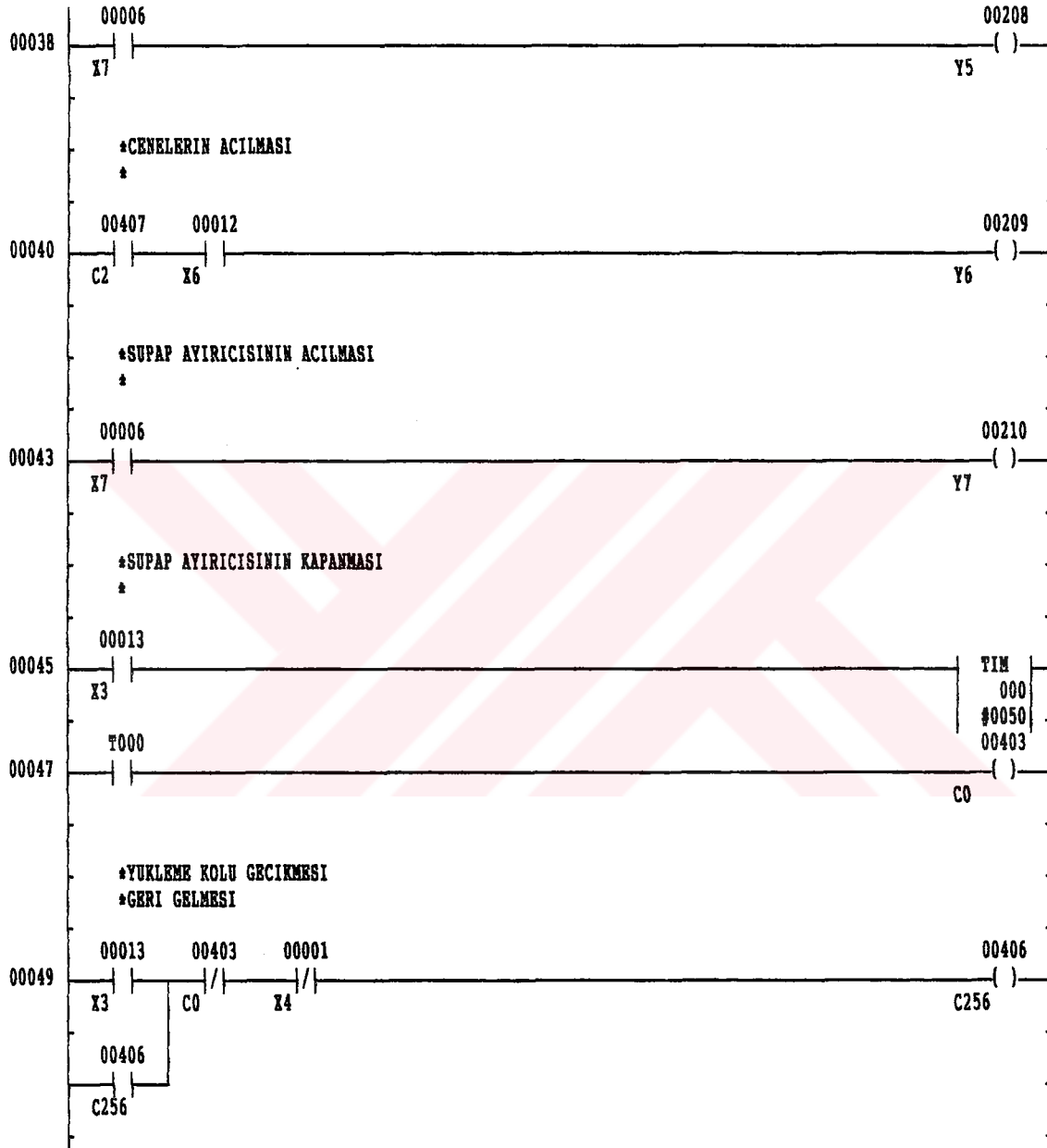


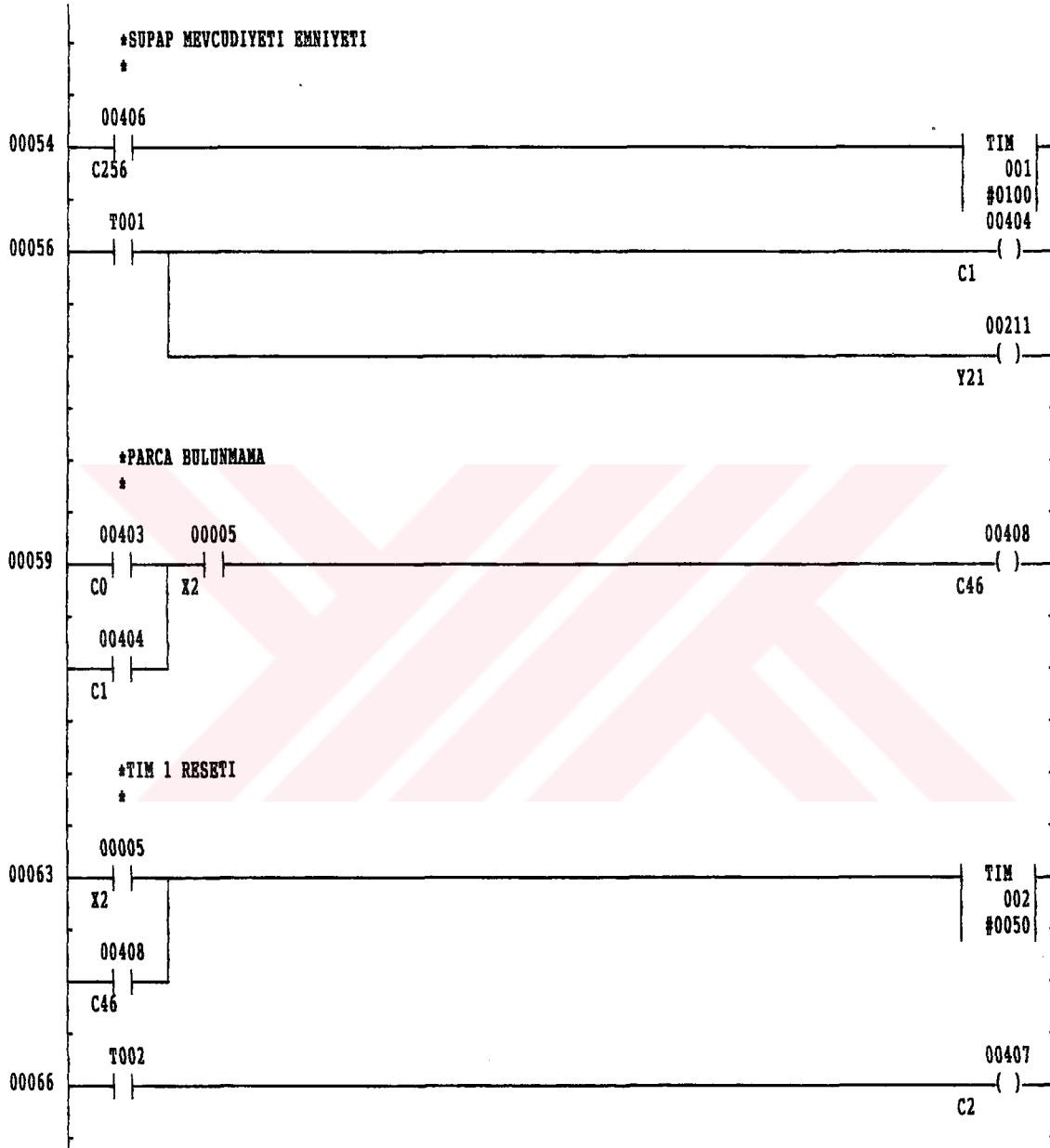
< < < OTOMATİK KAYNAK TEZGAHININ PLC LADDER PROGRAMI

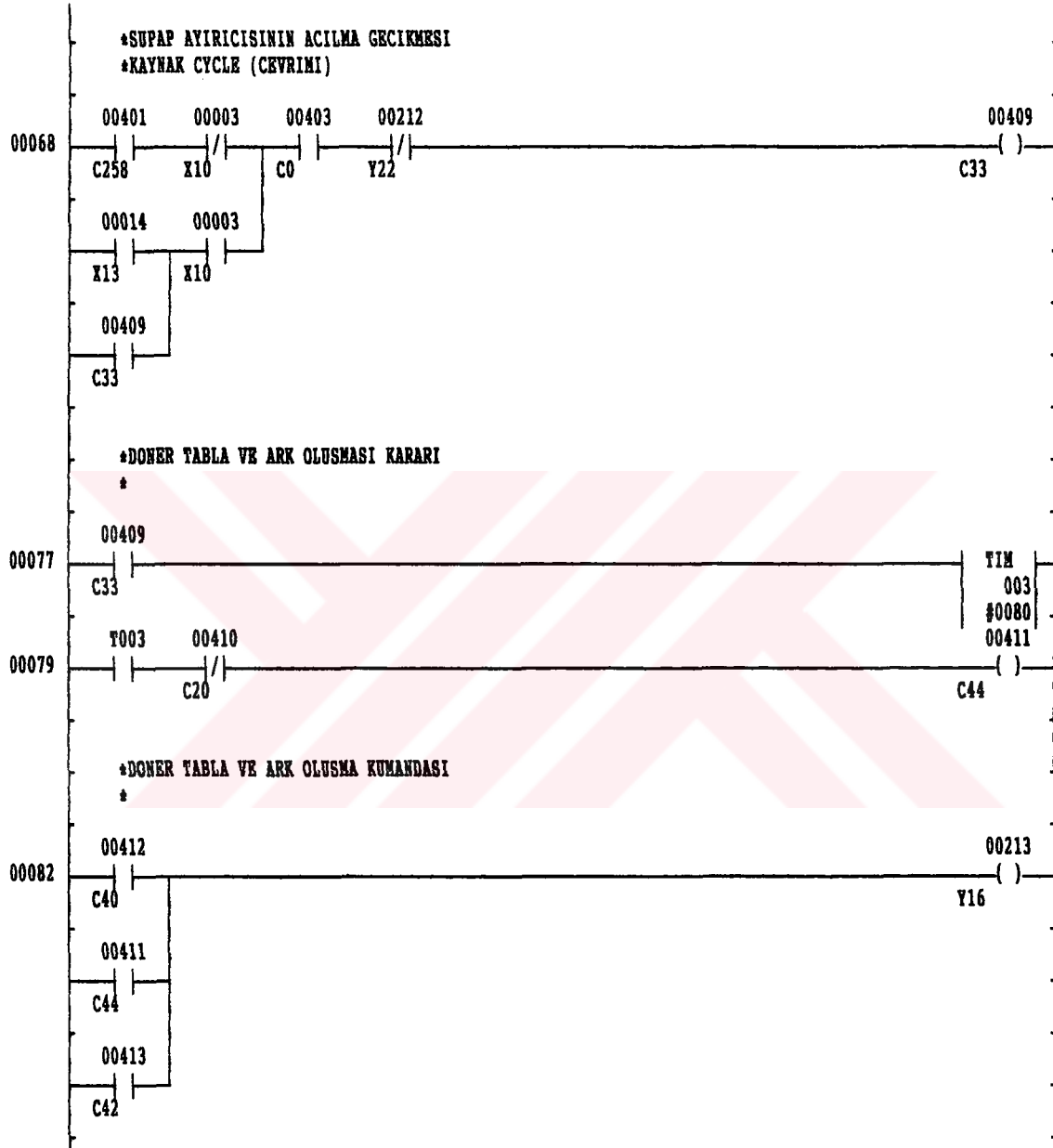
> > >

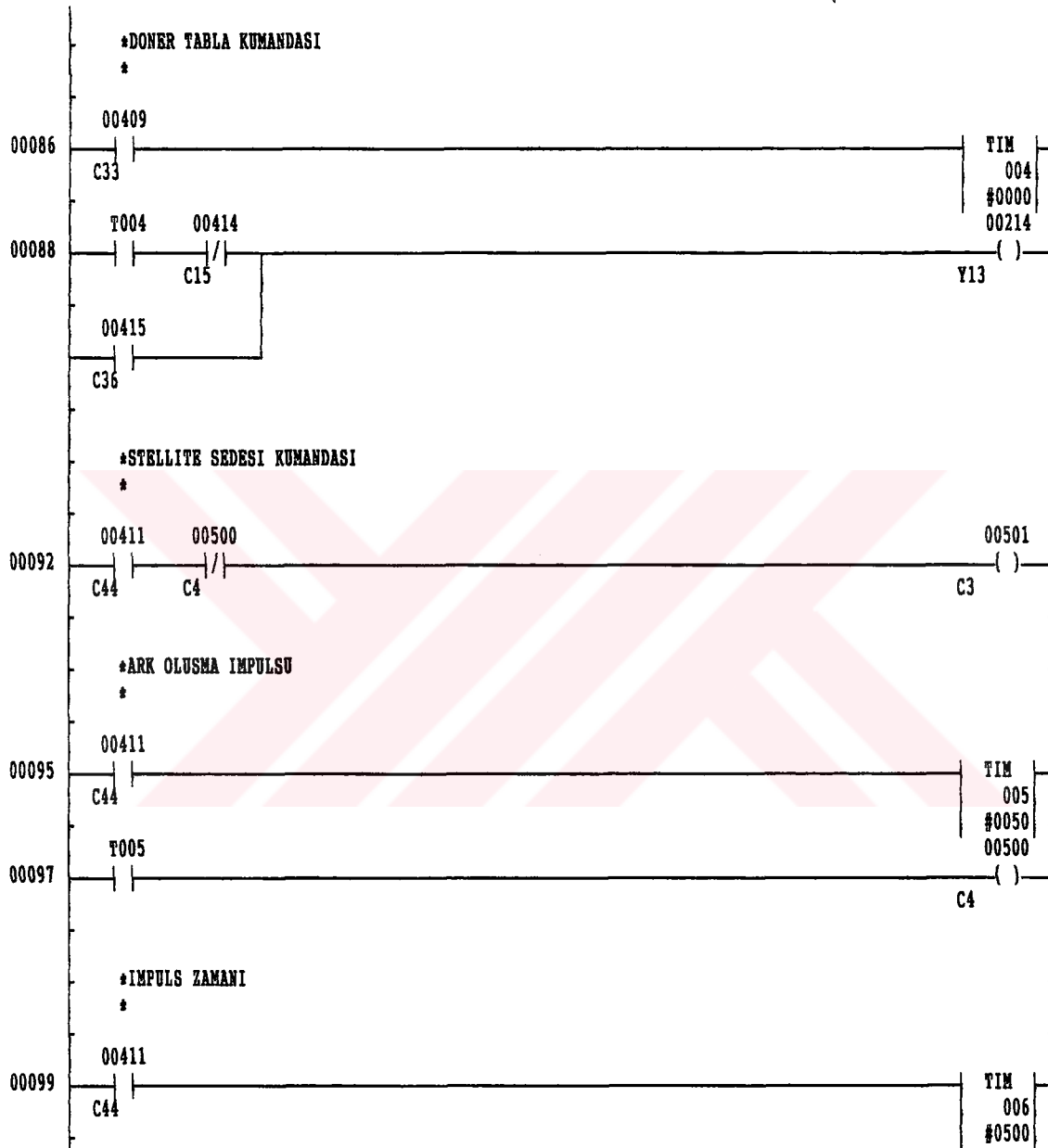
16/01/94

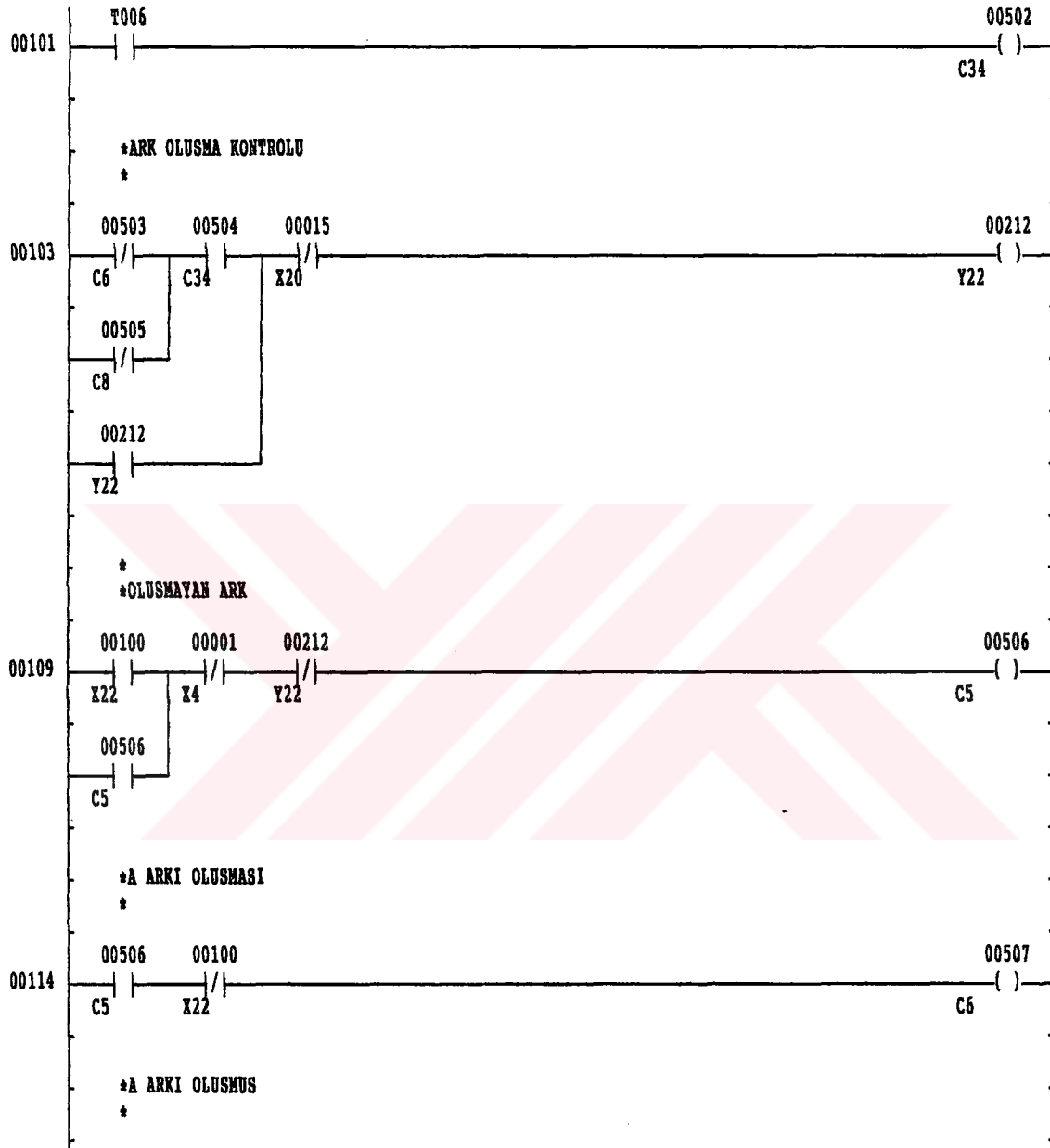
PAGE = 0003









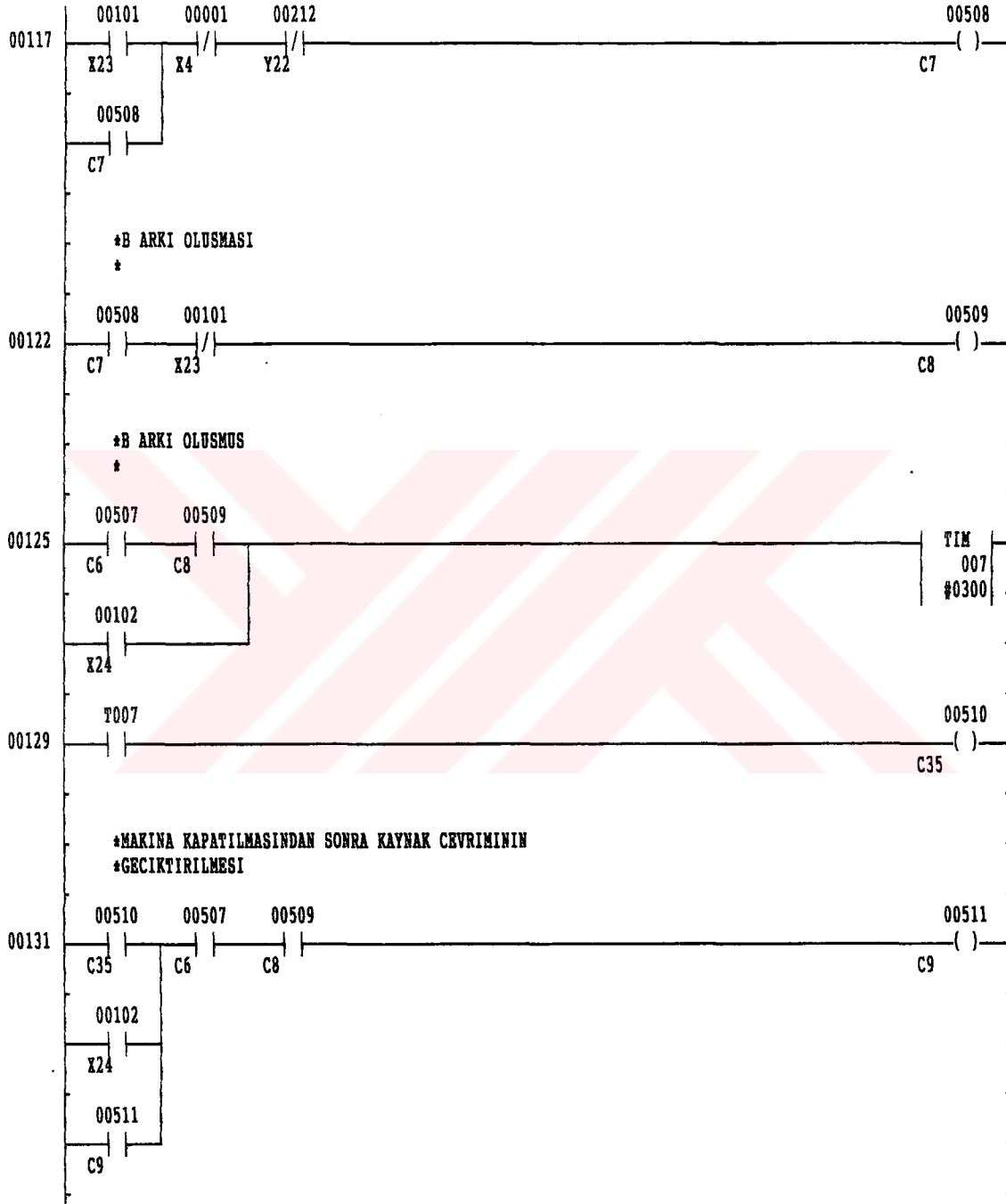


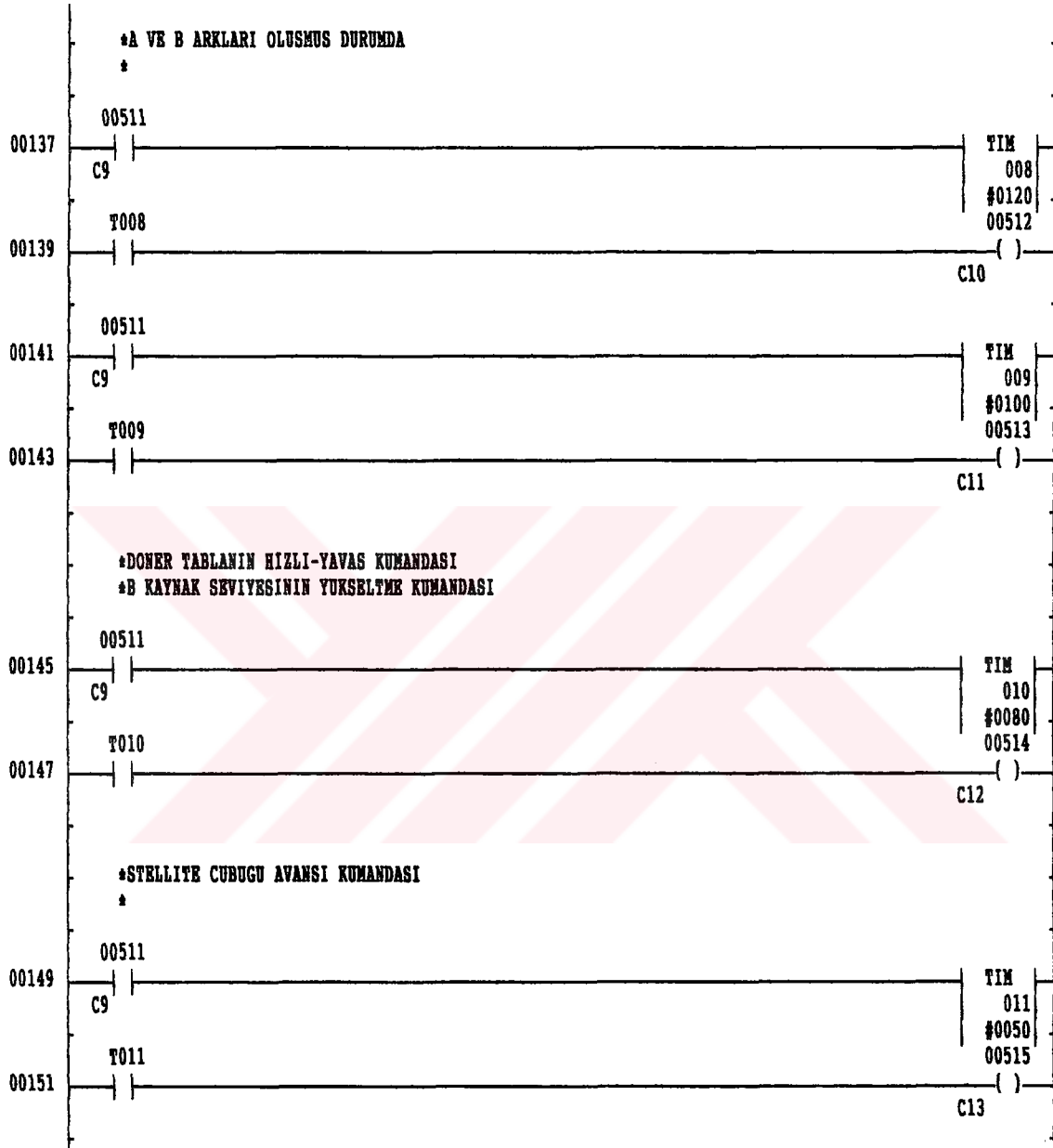
< < < OTOMATİK KAYNAK TEZGAHININ PLC LADDER PROGRAMI

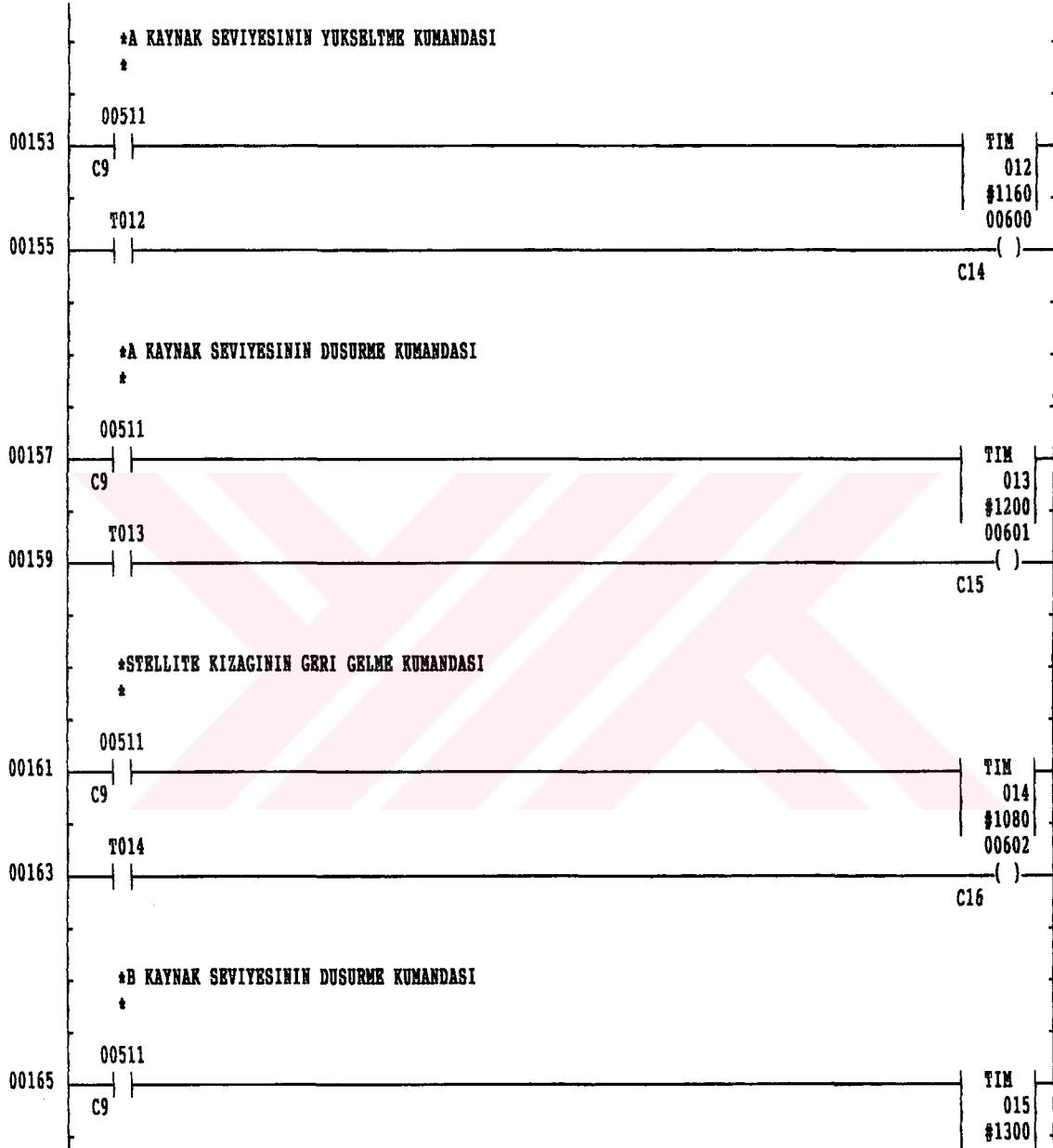
> > >

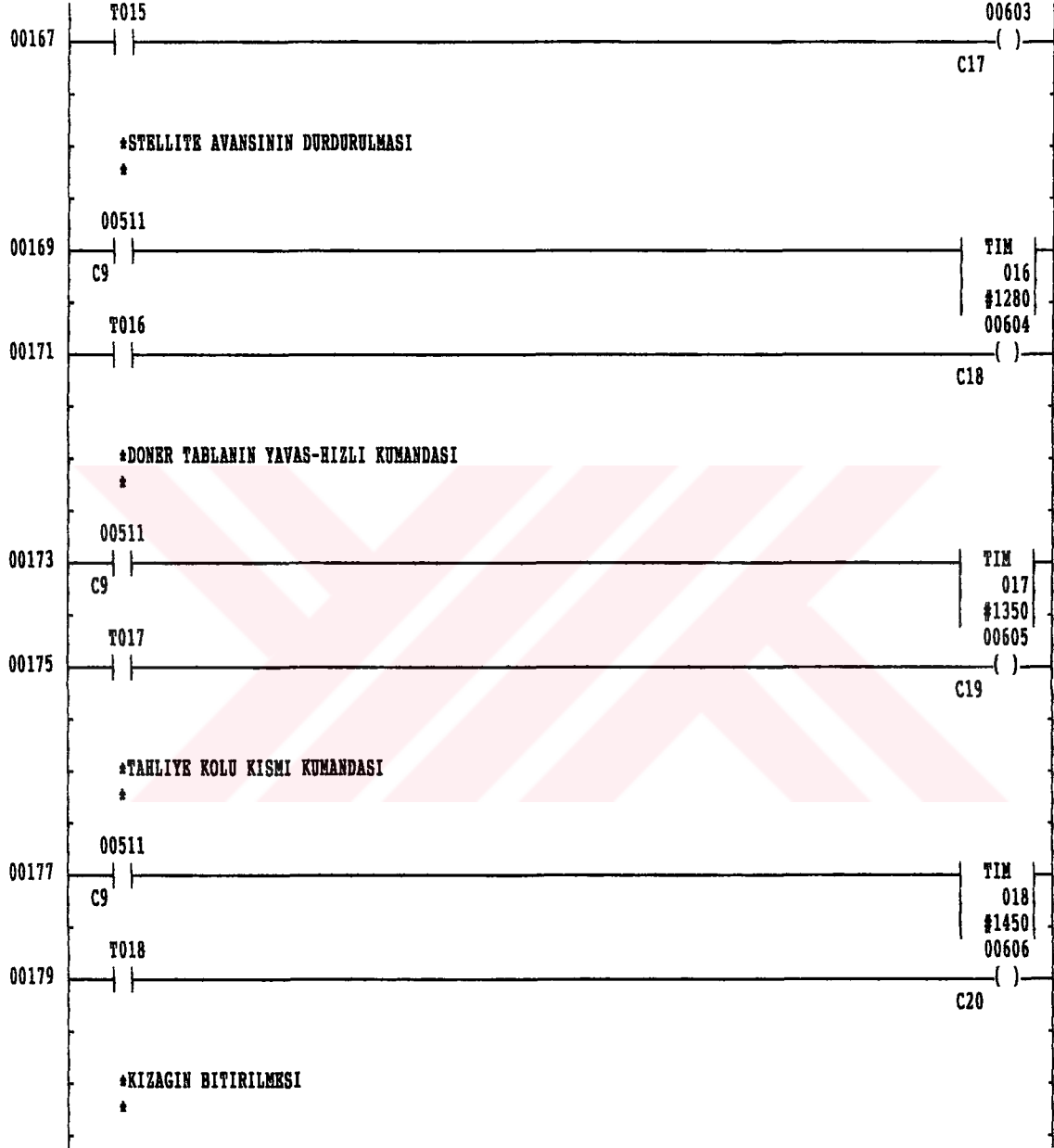
16/01/94

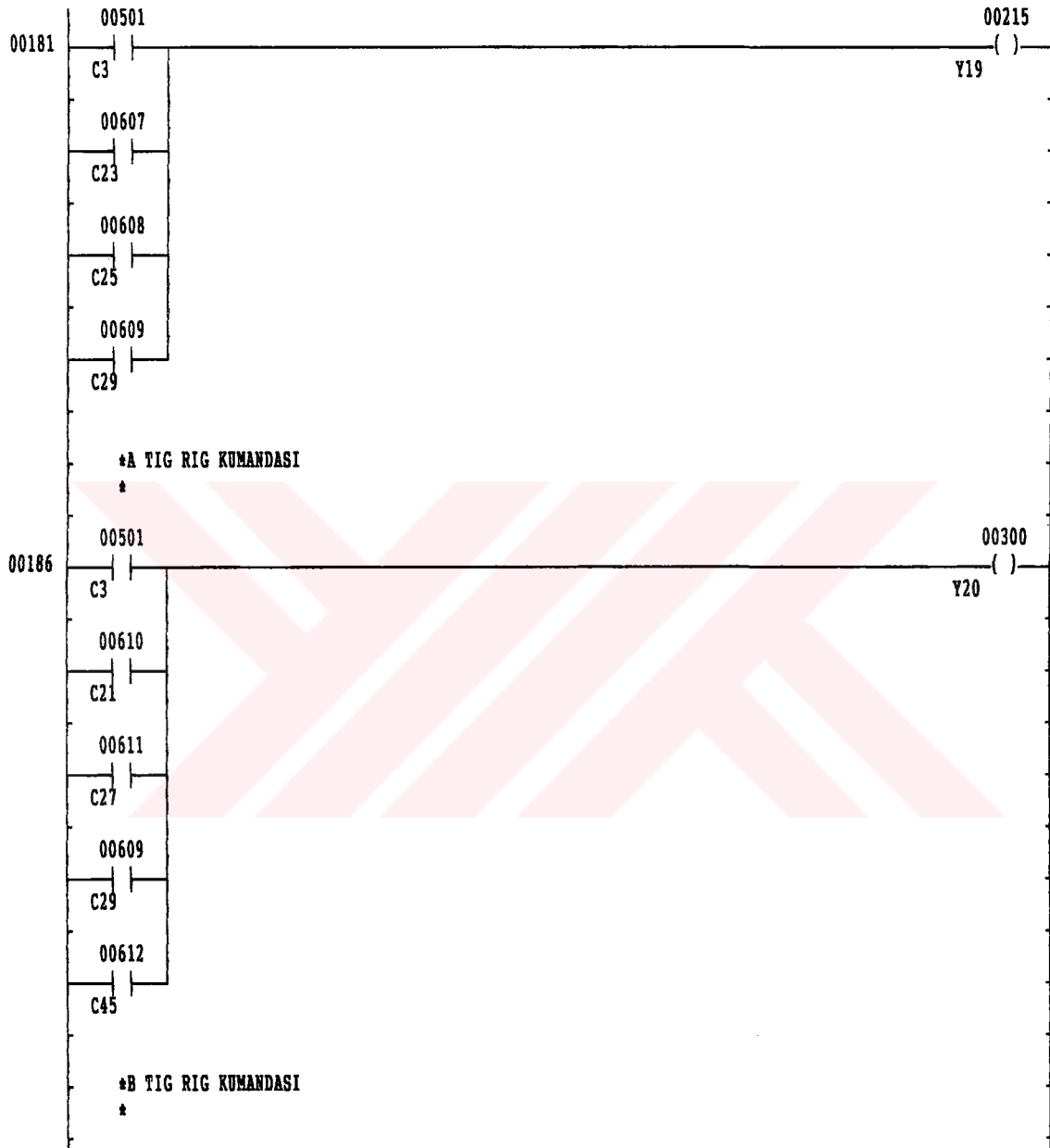
PAGE = 0008

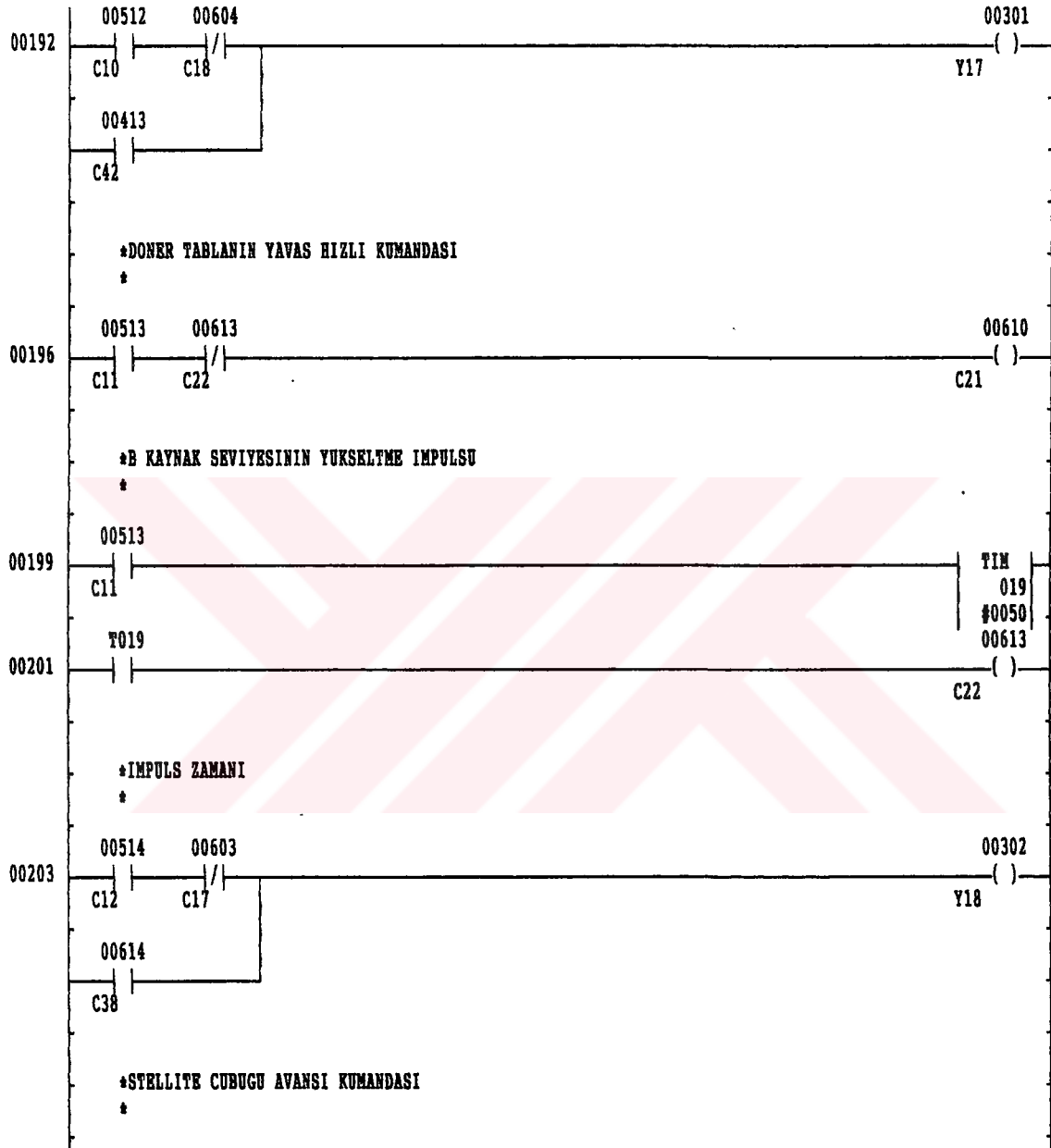


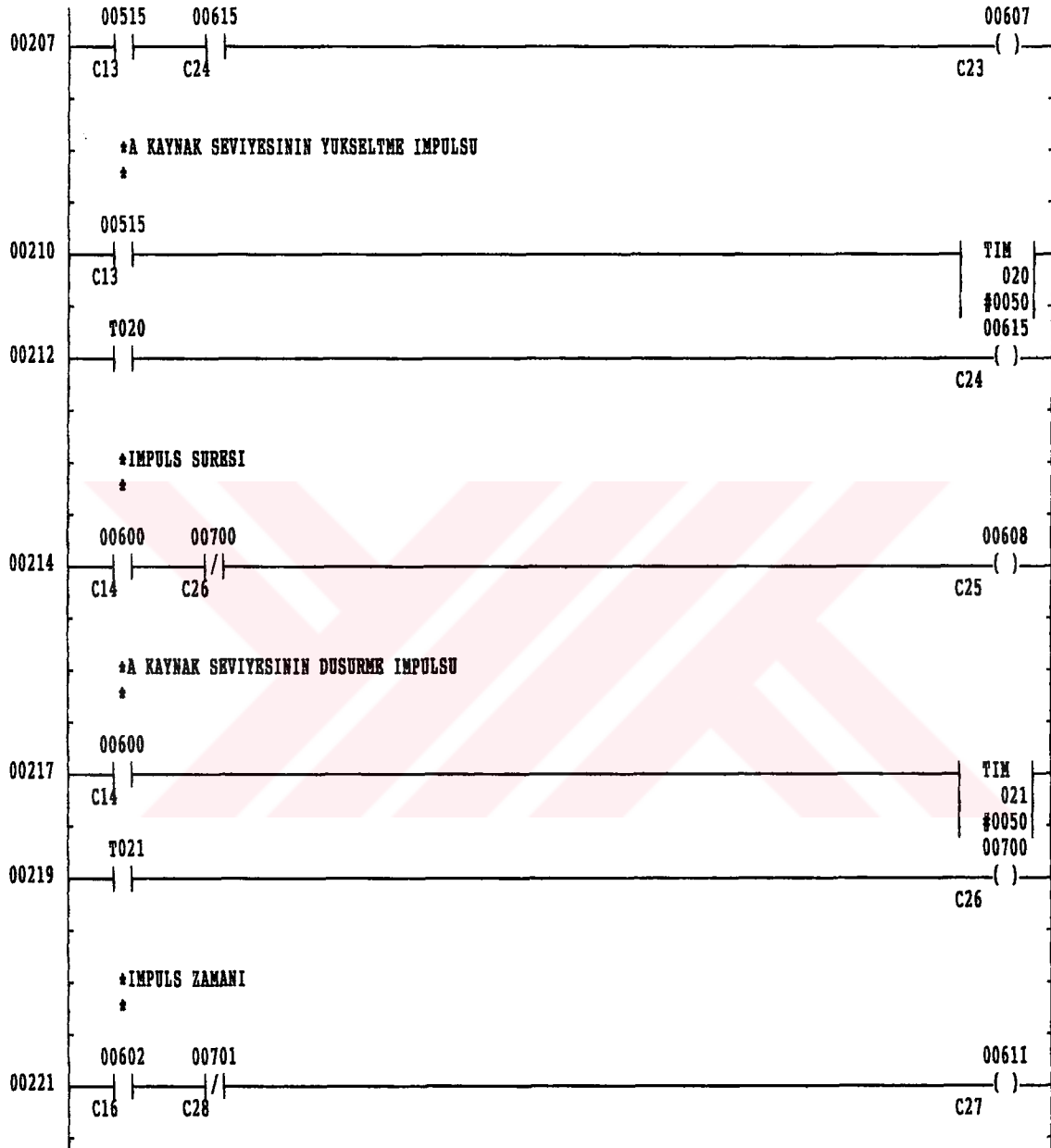


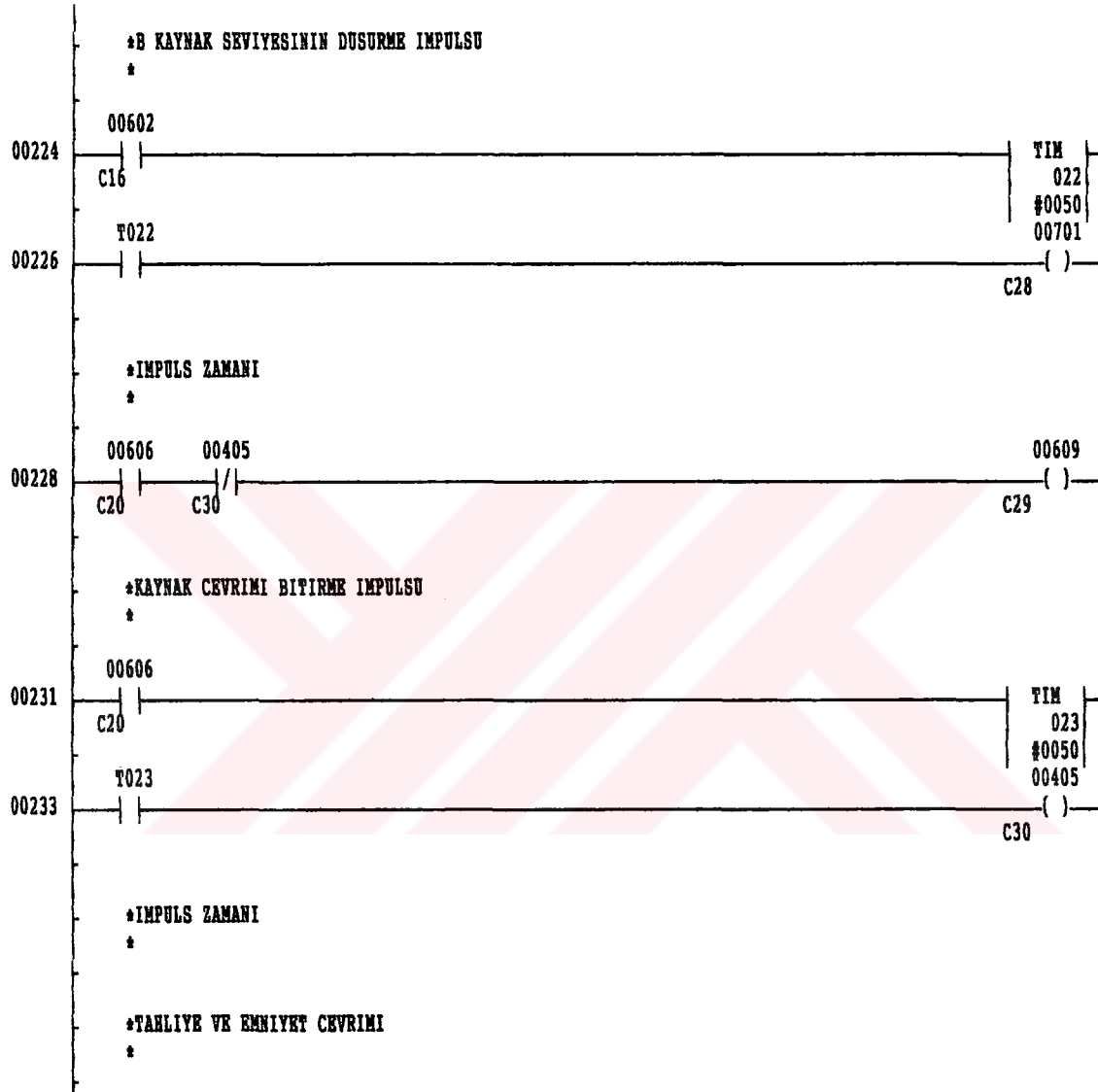


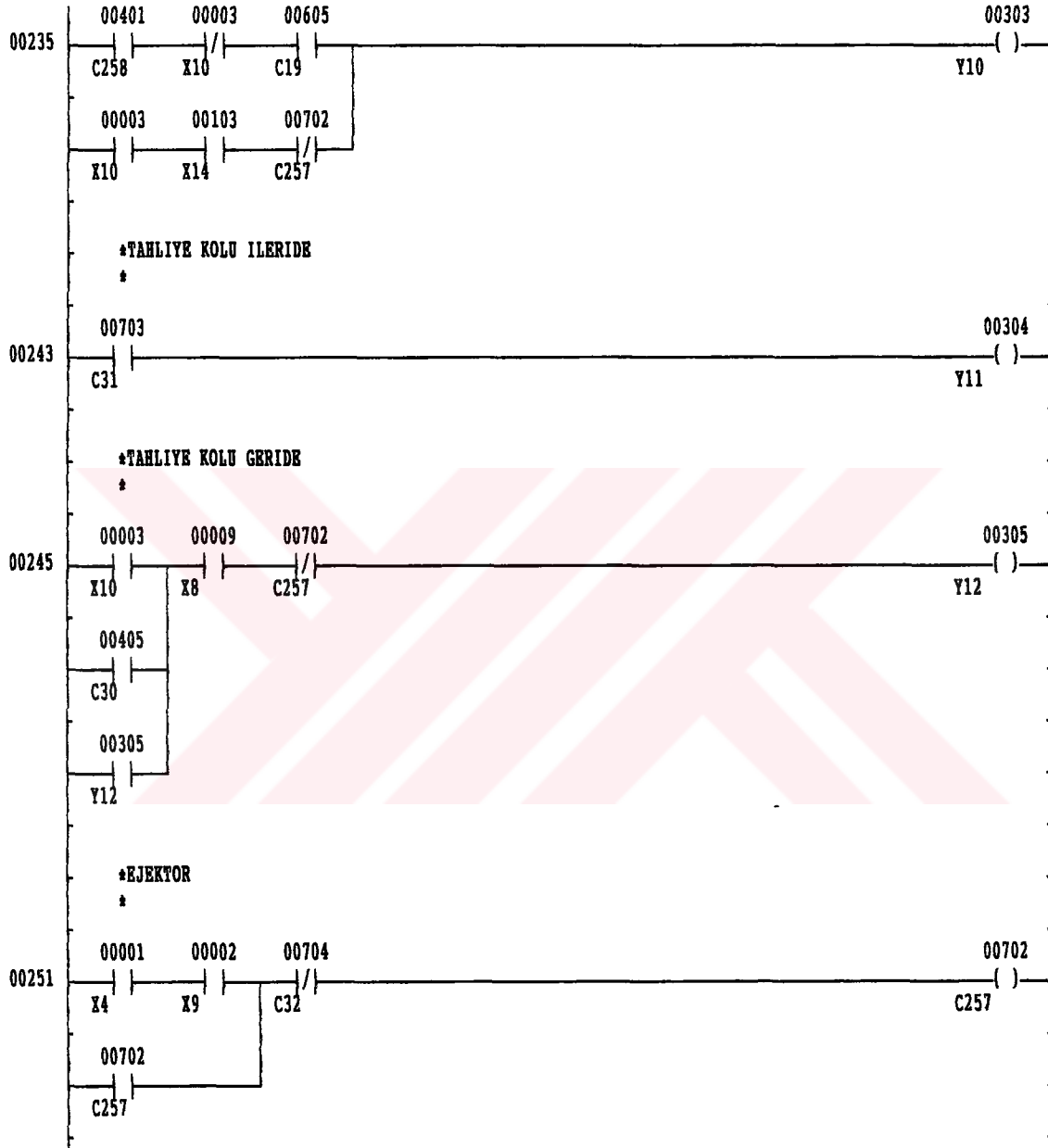


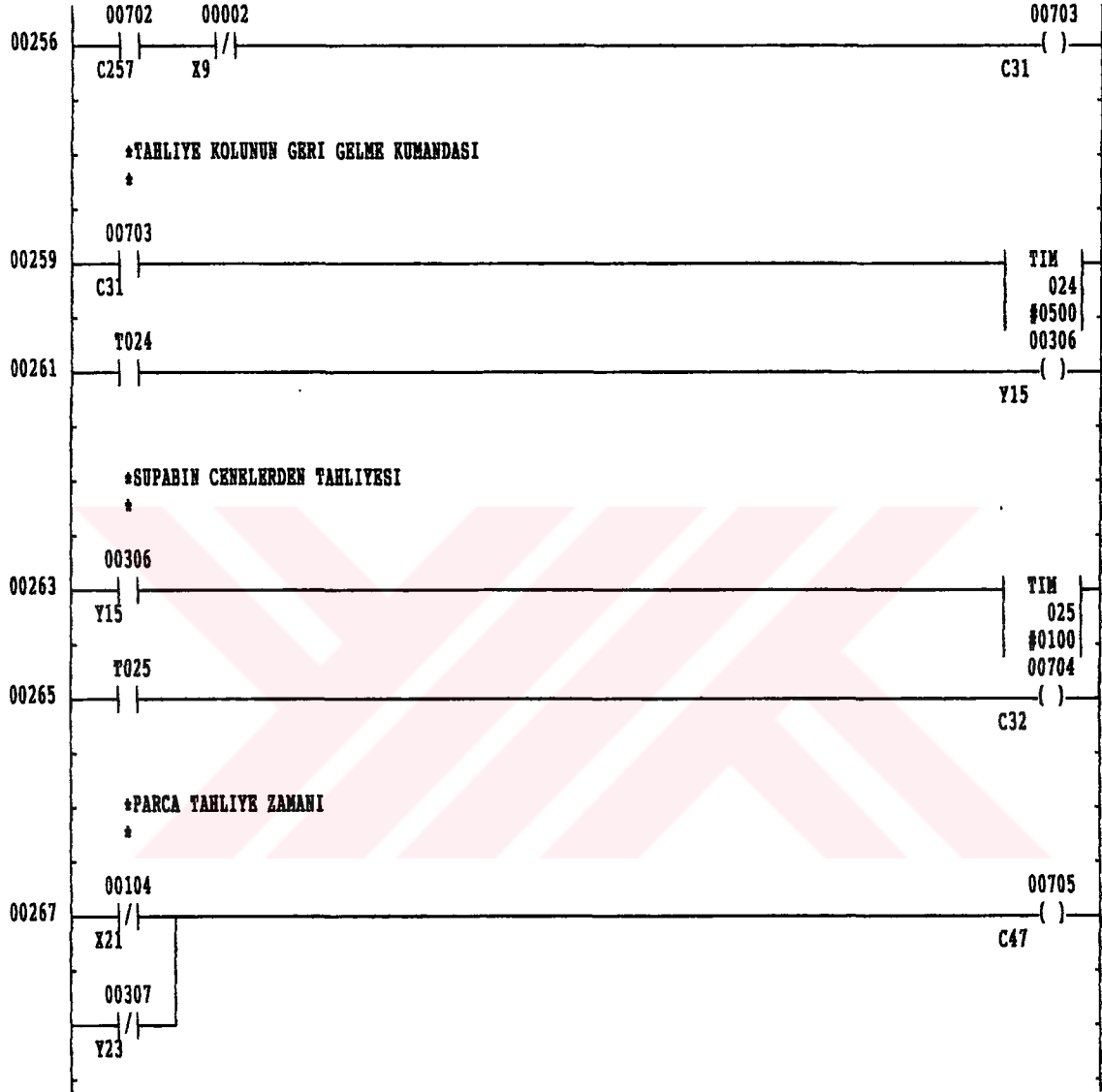


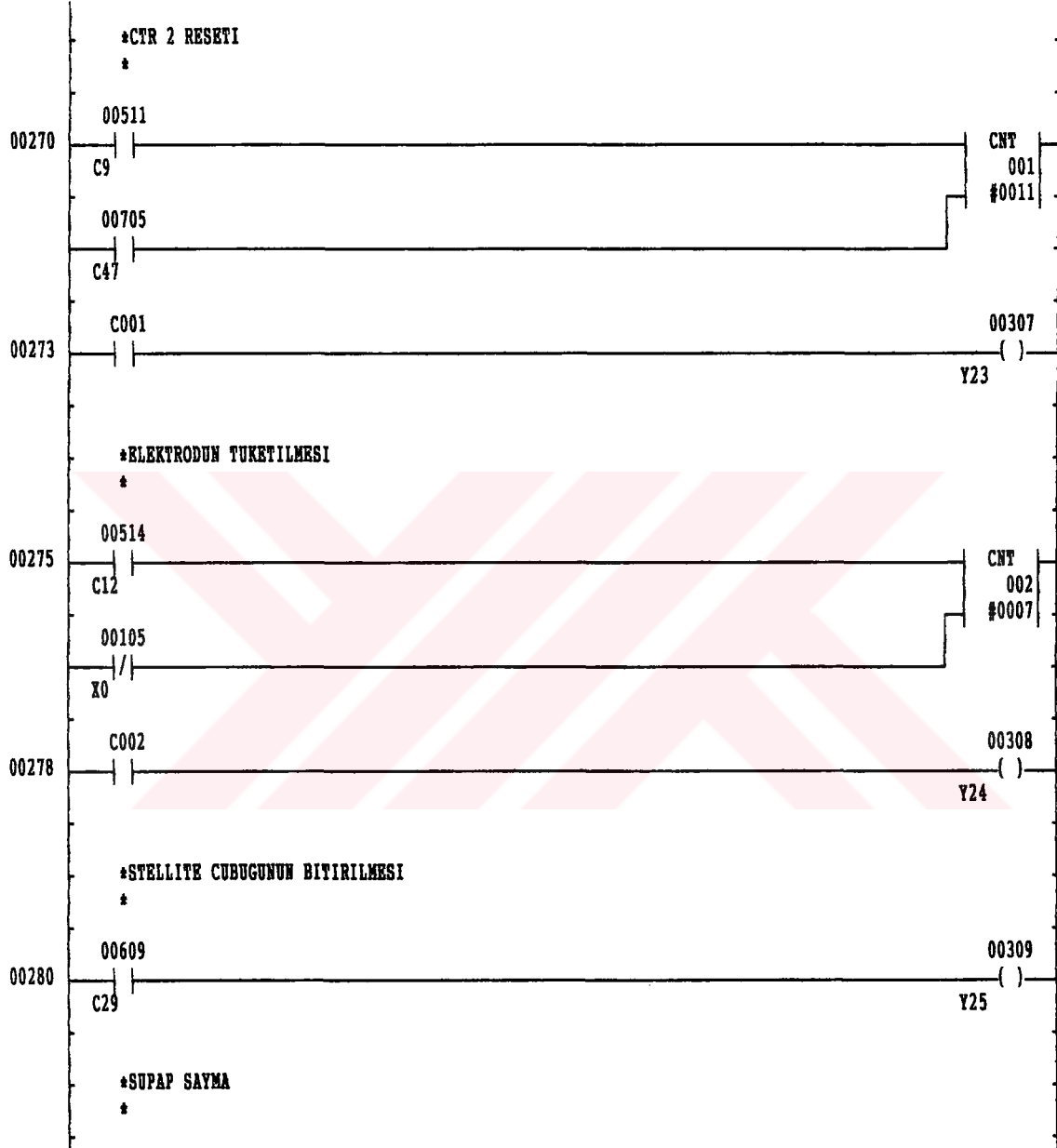


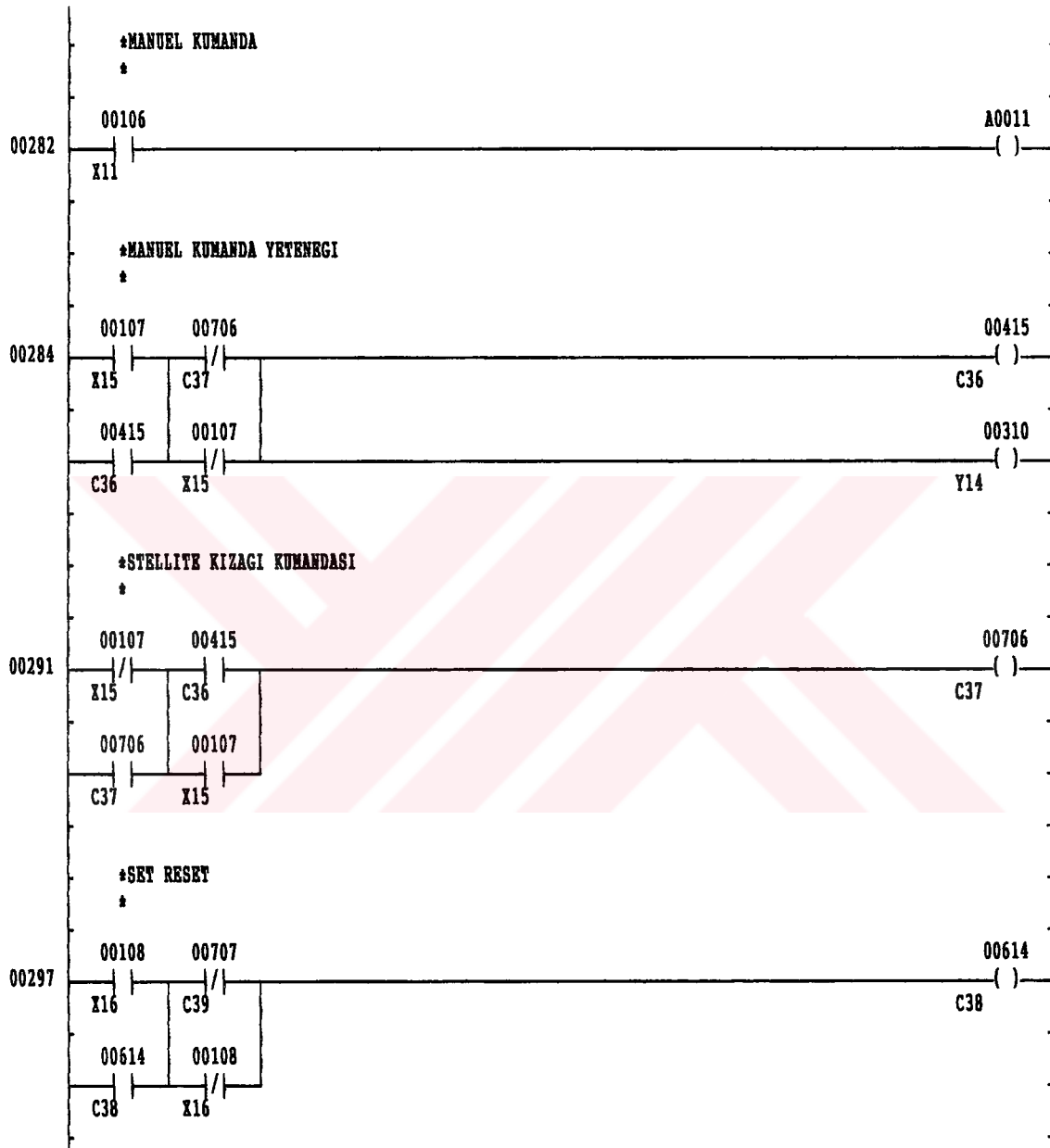


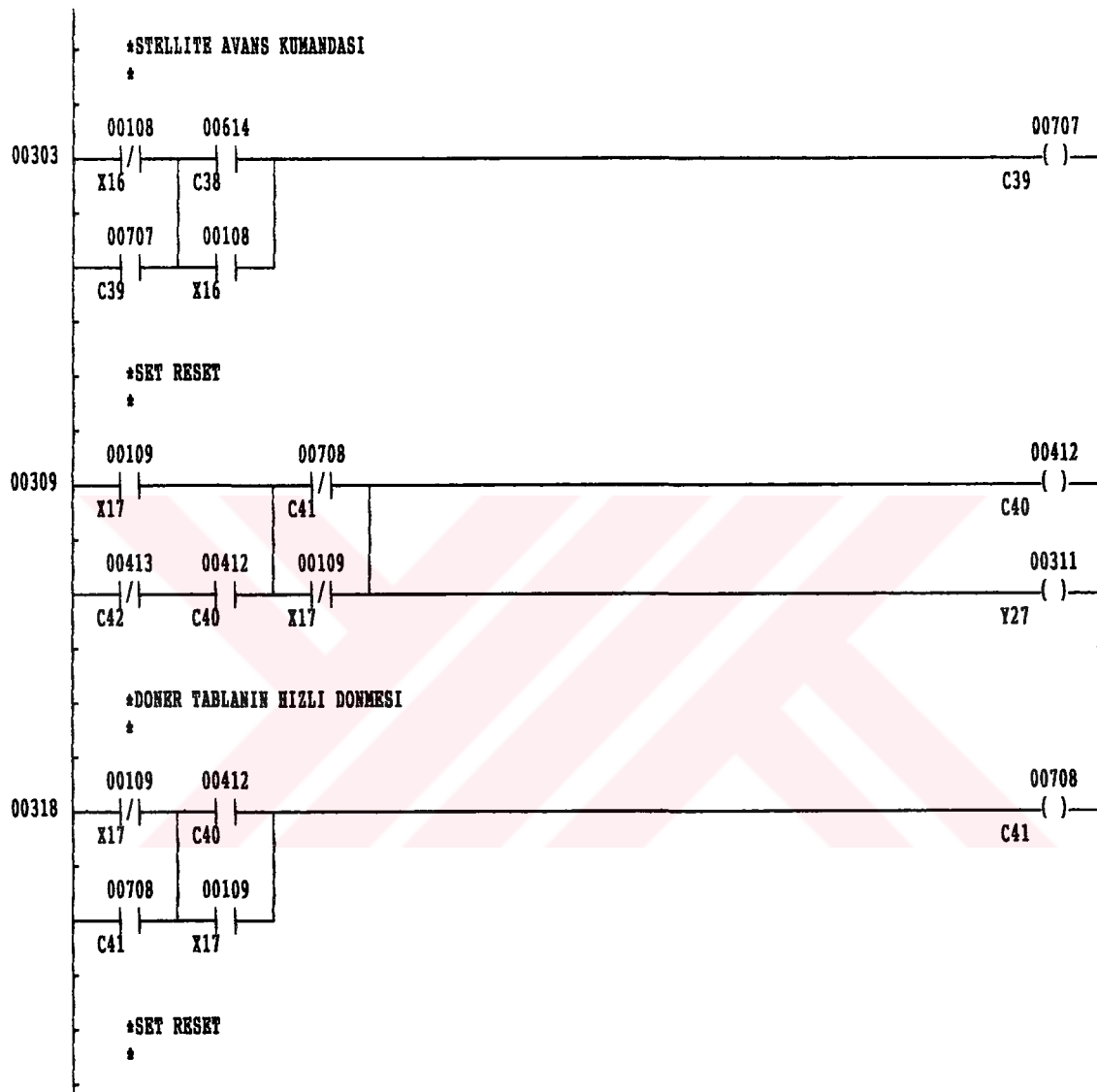


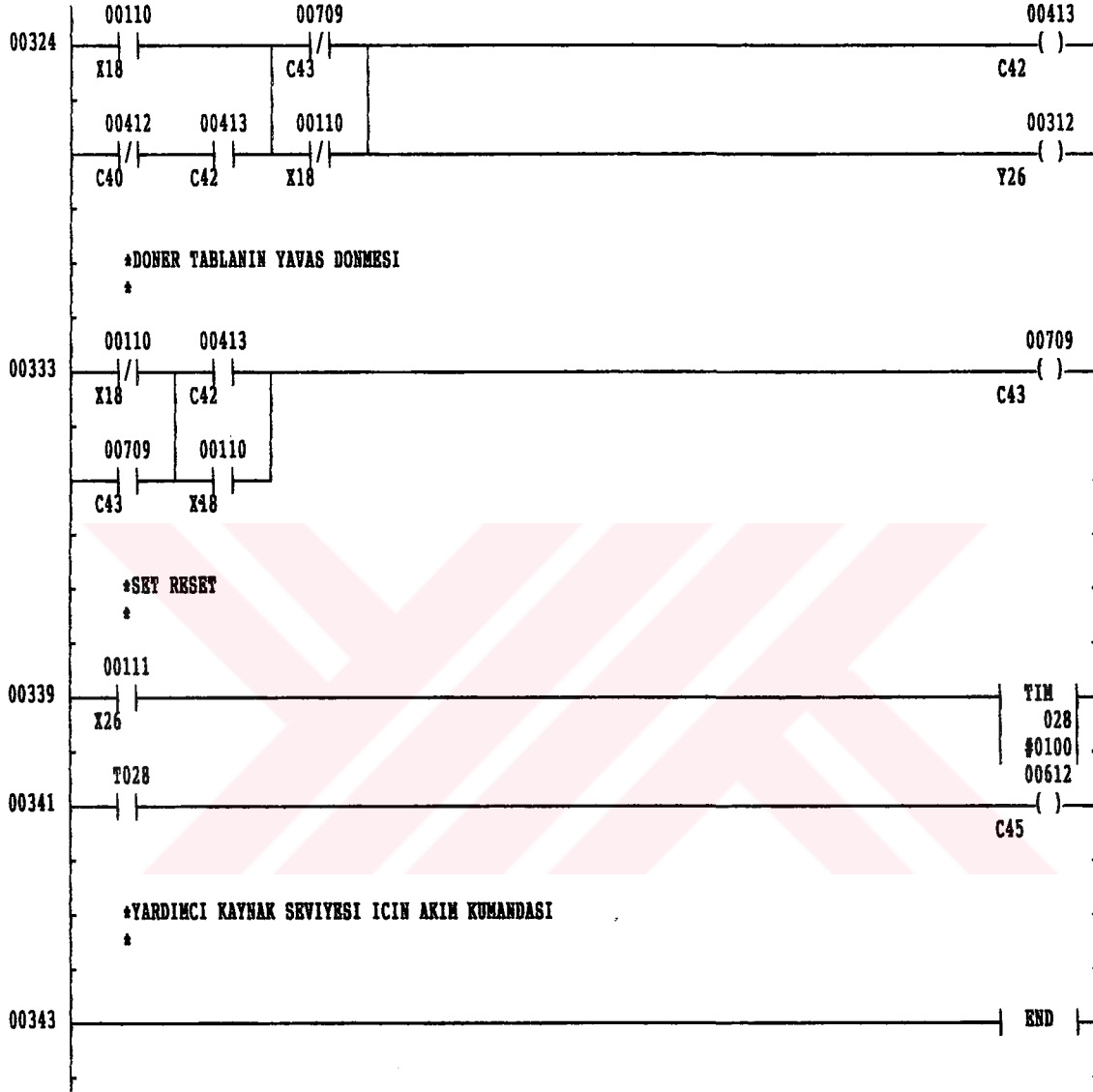












END

< < < OTOMATIK KAYNAK TEZGAHININ PLC STL PROGRAMI

> > >

16/01/94 PAGE = 0001

ADDRESS	MNEMONIC	OPERAND	COMMENT	COMMENT	STATEMENT
00000	LD	00000	X25		
00001	AND	00001	X4		
00002	LD	00401	C258		
00003	AND NOT	00002	X9		
00004	OR LD				
00005	OUT	00401	C258		
*OTOMATIK CYCLE CALISTIRMA					
*					
00006	LD NOT	00003	X10		
00007	AND	00004	X25		
00008	LD	00003	X10		
00009	AND	00007	X12		
00010	OR LD				
00011	LD	00005	X2		
00012	AND	00001	X4		
00013	AND	00006	X7		
00014	OR	00402	C19		
00015	AND LD				
00016	OUT	00201	Y0		
*YUKLEME KOLU ILERDE					
*					
00017	LD	00403	C0		
00018	OR	00404	C1		
00019	OUT	00202	Y1		
*YUKLEME KOLU GERIDE					
*					
00020	LD	00008	X1		
00021	OUT	00203	Y2		
*PUNTA ASAGIDA					
*					
00022	LD	00003	X10		
00023	OR	00405	C30		
00024	AND	00009	X8		
00025	LD	00406	C256		
00026	AND	00010	X19		
00027	OR LD				
00028	OUT	00204	Y3		
*PUNTA YUKARDA					
*					
00029	LD	00008	X1		

< < < OTOMATİK KAYNAK TEZGAHININ PLC STL PROGRAMI

> > >

16/01/94 PAGE = 0002

ADDRESS	MNEMONIC	OPERAND	COMMENT	COMMENT	STATEMENT
00030	OUT	00205	Y8		
*CENELERIN YUKARIYA DONMESI					
*					
00031	LD	00011	X5		
00032	OUT	00206	Y9		
*CENELERIN ASAGIYA DONMESI					
*					
00033	LD	00403	C0		
00034	OR	00404	C1		
00035	AND	00005	X2		
00036	AND	00012	X6		
00037	OUT	00207	Y4		
*CENELERIN KAPANMASI					
*					
00038	LD	00006	X7		
00039	OUT	00208	Y5		
*CENELERIN ACILMASI					
*					
00040	LD	00407	C2		
00041	AND	00012	X6		
00042	OUT	00209	Y6		
*SUPAP AYIRICISININ ACILMASI					
*					
00043	LD	00006	X7		
00044	OUT	00210	Y7		
*SUPAP AYIRICISININ KAPANMASI					
*					
00045	LD	00013	X3		
00046	TIM	000			
		# 0050			
00047	LD	TIM 000			
00048	OUT	00403	C0		
*YUKLEME KOLU GECIKMESI					
*GERI GELMESI					
00049	LD	00013	X3		
00050	OR	00406	C256		

< < < OTOMATİK KAYNAK TEZGAHININ PLC STL PROGRAMI

> > >

16/01/94 PAGE = 0003

ADDRESS	MNEMONIC	OPERAND	COMMENT	COMMENT	STATEMENT
---------	----------	---------	---------	---------	-----------

00051	AND	NOT	00403	C0	
00052	AND	NOT	00001	X4	
00053	OUT		00406	C256	

*SUPAP MEVCUDİYETİ EMNİYETİ

*

00054	LD		00406	C256	
00055	TIM		001		
		#	0100		
00056	LD	TIM	001		
00057	OUT		00404	C1	
00058	OUT		00211	Y21	

*PARÇA BULUNMAMA

*

00059	LD		00403	C0	
00060	OR		00404	C1	
00061	AND		00005	X2	
00062	OUT		00408	C46	

*TIM 1 RESETİ

*

00063	LD		00005	X2	
00064	OR		00408	C46	
00065	TIM		002		
		#	0050		
00066	LD	TIM	002		
00067	OUT		00407	C2	

*SUPAP AYIRICISININ ACILMA GECİKMESİ

*KAYNAK CYCLE (CEVRİMİ)

00068	LD		00401	C258	
00069	AND	NOT	00003	X10	
00070	LD		00014	X13	
00071	OR		00409	C33	
00072	AND		00003	X10	
00073	OR	LD			
00074	AND		00403	C0	
00075	AND	NOT	00212	Y22	
00076	OUT		00409	C33	

*DÖNER TABLA VE ARK OLUŞMASI KARARI

*

00077	LD		00409	C33	
-------	----	--	-------	-----	--

< < < OTOMATİK KAYNAK TEZGAHININ PLC STL PROGRAMI

> > >

16/01/94 PAGE = 0004

ADDRESS	MNEMONIC	OPERAND	COMMENT	COMMENT	STATEMENT
---------	----------	---------	---------	---------	-----------

00078	TIM	003			
		# 0080			
00079	LD	TIM 003			
00080	AND	NOT 00410	C20		
00081	OUT	00411	C44		

*DONER TABLA VE ARK OLUSMA KUMANDASI

*

00082	LD	00412	C40		
00083	OR	00411	C44		
00084	OR	00413	C42		
00085	OUT	00213	Y16		

*DONER TABLA KUMANDASI

*

00086	LD	00409	C33		
00087	TIM	004			
		# 0000			
00088	LD	TIM 004			
00089	AND	NOT 00414	C15		
00090	OR	00415	C36		
00091	OUT	00214	Y13		

*STELLITE SEDESI KUMANDASI

*

00092	LD	00411	C44		
00093	AND	NOT 00500	C4		
00094	OUT	00501	C3		

*ARK OLUSMA IMPULSU

*

00095	LD	00411	C44		
00096	TIM	005			
		# 0050			
00097	LD	TIM 005			
00098	OUT	00500	C4		

*IMPULS ZAMANI

*

00099	LD	00411	C44		
00100	TIM	006			
		# 0500			
00101	LD	TIM 006			
00102	OUT	00502	C34		

< < < OTOMATİK KAYNAK TEZGAHININ PLC STL PROGRAMI

> > >

16/01/94 PAGE = 0005

ADDRESS MNEMONIC OPERAND COMMENT

COMMENT STATEMENT

*ARK OLUSMA KONTROLU

*

00103	LD	NOT	00503	C6
00104	OR	NOT	00505	C8
00105	AND		00504	C34
00106	OR		00212	Y22
00107	AND	NOT	00015	X20
00108	OUT		00212	Y22

*

*OLUSMAYAN ARK

00109	LD		00100	X22
00110	OR		00506	C5
00111	AND	NOT	00001	X4
00112	AND	NOT	00212	Y22
00113	OUT		00506	C5

*A ARKI OLUSMASI

*

00114	LD		00506	C5
00115	AND	NOT	00100	X22
00116	OUT		00507	C6

*A ARKI OLUSMUS

*

00117	LD		00101	X23
00118	OR		00508	C7
00119	AND	NOT	00001	X4
00120	AND	NOT	00212	Y22
00121	OUT		00508	C7

*B ARKI OLUSMASI

*

00122	LD		00508	C7
00123	AND	NOT	00101	X23
00124	OUT		00509	C8

*B ARKI OLUSMUS

*

00125	LD		00507	C6
00126	AND		00509	C8
00127	OR		00102	X24

< < < OTOMATİK KAYNAK TEZGAHININ PLC STL PROGRAMI

> > >

16/01/94 PAGE = 0006

ADDRESS	MNEMONIC	OPERAND	COMMENT	COMMENT	STATEMENT
---------	----------	---------	---------	---------	-----------

00128	TIM	007			
		# 0300			
00129	LD	TIM 007			
00130	OUT	00510	C35		

*MAKINA KAPATILMASINDAN SONRA KAYNAK CEVRIMININ
*GECIKTIRILMESI

00131	LD	00510	C35		
00132	OR	00102	X24		
00133	OR	00511	C9		
00134	AND	00507	C6		
00135	AND	00509	C8		
00136	OUT	00511	C9		

*A VE B ARKLARI OLUSMUS DURUMDA
*

00137	LD	00511	C9		
00138	TIM	008			
		# 0120			
00139	LD	TIM 008			
00140	OUT	00512	C10		
00141	LD	00511	C9		
00142	TIM	009			
		# 0100			
00143	LD	TIM 009			
00144	OUT	00513	C11		

*DONER TABLANIN HIZLI-YAVAS KUMANDASI
*B KAYNAK SEVIYESININ YUKSELTME KUMANDASI

00145	LD	00511	C9		
00146	TIM	010			
		# 0080			
00147	LD	TIM 010			
00148	OUT	00514	C12		

*STELLITE CUBUGU AVANSI KUMANDASI
*

00149	LD	00511	C9		
00150	TIM	011			
		# 0050			
00151	LD	TIM 011			
00152	OUT	00515	C13		

< < < OTOMATİK KAYNAK TEZGAHININ PLC STL PROGRAMI

> > >

16/01/94 PAGE = 0007

ADDRESS MNEMONIC OPERAND COMMENT

COMMENT STATEMENT

*A KAYNAK SEVİYESİNİN YUKSELTME KUMANDASI

*

00153	LD	00511	C9
00154	TIM	012	
		# 1160	
00155	LD	TIM 012	
00156	OUT	00600	C14

*A KAYNAK SEVİYESİNİN DUSURME KUMANDASI

*

00157	LD	00511	C9
00158	TIM	013	
		# 1200	
00159	LD	TIM 013	
00160	OUT	00601	C15

*STELLITE KIZAGININ GERİ GELME KUMANDASI

*

00161	LD	00511	C9
00162	TIM	014	
		# 1080	
00163	LD	TIM 014	
00164	OUT	00602	C16

*B KAYNAK SEVİYESİNİN DUSURME KUMANDASI

*

00165	LD	00511	C9
00166	TIM	015	
		# 1300	
00167	LD	TIM 015	
00168	OUT	00603	C17

*STELLITE AVANSININ DURDURULMASI

*

00169	LD	00511	C9
00170	TIM	016	
		# 1280	
00171	LD	TIM 016	
00172	OUT	00604	C18

*DONER TABLANIN YAVAS-HIZLI KUMANDASI

*

00173	LD	00511	C9
-------	----	-------	----

< < < OTOMATİK KAYNAK TEZGAHININ PLC STL PROGRAMI

> > >

16/01/94 PAGE = 0008

ADDRESS	MNEMONIC	OPERAND	COMMENT	COMMENT	STATEMENT
00174	TIM	017			
		# 1350			
00175	LD	TIM 017			
00176	OUT	00605	C19		
*TAHLİYE KOLU KİSMİ KUMANDASI					
*					
00177	LD	00511	C9		
00178	TIM	018			
		# 1450			
00179	LD	TIM 018			
00180	OUT	00606	C20		
*KIZAGIN BITİRİLMESİ					
*					
00181	LD	00501	C3		
00182	OR	00607	C23		
00183	OR	00608	C25		
00184	OR	00609	C29		
00185	OUT	00215	Y19		
*A TIG RIG KUMANDASI					
*					
00186	LD	00501	C3		
00187	OR	00610	C21		
00188	OR	00611	C27		
00189	OR	00609	C29		
00190	OR	00612	C45		
00191	OUT	00300	Y20		
*B TIG RIG KUMANDASI					
*					
00192	LD	00512	C10		
00193	AND	NOT 00604	C18		
00194	OR	00413	C42		
00195	OUT	00301	Y17		
*DÖNER TABLANIN YAVAS HIZLI KUMANDASI					
*					
00196	LD	00513	C11		
00197	AND	NOT 00613	C22		
00198	OUT	00610	C21		

< < < OTOMATİK KAYNAK TEZGAHININ PLC STL PROGRAMI

> > >

16/01/94 PAGE = 0009

ADDRESS MNEMONIC OPERAND COMMENT

COMMENT STATEMENT

*B KAYNAK SEVİYESİNİN YÜKSELTME İMPULSU

*

00199	LD	00513	C11
00200	TIM	019	
		# 0050	
00201	LD	TIM 019	
00202	OUT	00613	C22

*İMPULS ZAMANI

*

00203	LD	00514	C12
00204	AND	NOT 00603	C17
00205	OR	00614	C38
00206	OUT	00302	Y18

*STELLITE CUBUGU AVANSI KUMANDASI

*

00207	LD	00515	C13
00208	AND	00615	C24
00209	OUT	00607	C23

*A KAYNAK SEVİYESİNİN YÜKSELTME İMPULSU

*

00210	LD	00515	C13
00211	TIM	020	
		# 0050	
00212	LD	TIM 020	
00213	OUT	00615	C24

*İMPULS SÜRESİ

*

00214	LD	00600	C14
00215	AND	NOT 00700	C26
00216	OUT	00608	C25

*A KAYNAK SEVİYESİNİN DÜŞÜRME İMPULSU

*

00217	LD	00600	C14
00218	TIM	021	
		# 0050	
00219	LD	TIM 021	
00220	OUT	00700	C26

< < < OTOMATİK KAYNAK TEZGAHININ PLC STL PROGRAMI

> > >

16/01/94 PAGE = 0010

ADDRESS MNEMONIC OPERAND COMMENT

COMMENT STATEMENT

*IMPULS ZAMANI

*

00221	LD	00602	C16
00222	AND	NOT 00701	C28
00223	OUT	00611	C27

*B KAYNAK SEVİYESİNİN DUSURME IMPULSU

*

00224	LD	00602	C16
00225	TIM	022	
		# 0050	
00226	LD	TIM 022	
00227	OUT	00701	C28

*IMPULS ZAMANI

*

00228	LD	00606	C20
00229	AND	NOT 00405	C30
00230	OUT	00609	C29

*KAYNAK CEVRİMİ BİTİRME IMPULSU

*

00231	LD	00606	C20
00232	TIM	023	
		# 0050	
00233	LD	TIM 023	
00234	OUT	00405	C30

*IMPULS ZAMANI

*

*TAHLİYE VE EMNİYET CEVRİMİ

*

00235	LD	00401	C258
00236	AND	NOT 00003	X10
00237	AND	00605	C19
00238	LD	00003	X10
00239	AND	00103	X14
00240	AND	NOT 00702	C257
00241	OR	LD	
00242	OUT	00303	Y10

< < < OTOMATIK KAYNAK TEZGAHININ PLC STL PROGRAMI

> > >

16/01/94 PAGE = 0011

ADDRESS MNEMONIC OPERAND COMMENT

COMMENT STATEMENT

*TAHLIYE KOLU ILERIDE

*

00243 LD 00703 C31
00244 OUT 00304 Y11

*TAHLIYE KOLU GERIDE

*

00245 LD 00003 X10
00246 OR 00405 C30
00247 OR 00305 Y12
00248 AND 00009 X8
00249 AND NOT 00702 C257
00250 OUT 00305 Y12

*EJEKTOR

*

00251 LD 00001 X4
00252 AND 00002 X9
00253 OR 00702 C257
00254 AND NOT 00704 C32
00255 OUT 00702 C257

*SUPAP EJEKTE ETME ISLEMININ EMNIYETI

*

00256 LD 00702 C257
00257 AND NOT 00002 X9
00258 OUT 00703 C31

*TAHLIYE KOLUNUN GERI GELME KUMANDASI

*

00259 LD 00703 C31
00260 TIM 024
0500
00261 LD TIM 024
00262 OUT 00306 Y15

*SUPABIN CENELERDEN TAHLIYESI

*

00263 LD 00306 Y15
00264 TIM 025
0100
00265 LD TIM 025
00266 OUT 00704 C32

< < < OTOMATIK KAYNAK TEZGAHININ PLC STL PROGRAMI

> > >

16/01/94 PAGE = 0012

ADDRESS MNEMONIC OPERAND COMMENT

COMMENT STATEMENT

*PARCA TAHLIYE ZAMANI

*

00267	LD	NOT	00104	X21
00268	OR	NOT	00307	Y23
00269	OUT		00705	C47

*CTR 2 RESETI

*

00270	LD		00511	C9
00271	LD		00705	C47
00272	CNT		001	
		#	0011	
00273	LD	CNT	001	
00274	OUT		00307	Y23

*ELEKTRODUN TUKETILMESI

*

00275	LD		00514	C12
00276	LD	NOT	00105	X0
00277	CNT		002	
		#	0007	
00278	LD	CNT	002	
00279	OUT		00308	Y24

*STELLITE CUBUGUNUN BITIRILMESI

*

00280	LD		00609	C29
00281	OUT		00309	Y25

*SUPAP SAYMA

*

*MANUEL KUMANDA

*

00282	LD		00106	X11
00283	OUT	AR	0011	

*MANUEL KUMANDA YETENEGI

*

00284	LD		00107	X15
00285	OR		00415	C36
00286	LD	NOT	00706	C37

< < < OTOMATİK KAYNAK TEZGAHININ PLC STL PROGRAMI

> > >

16/01/94 PAGE = 0013

ADDRESS	MNEMONIC	OPERAND	COMMENT	COMMENT	STATEMENT
00287	OR	NOT	00107	X15	
00288	AND	LD			
00289	OUT		00415	C36	
00290	OUT		00310	Y14	
*STELLITE KIZAGI KUMANDASI					
*					
00291	LD	NOT	00107	X15	
00292	OR		00706	C37	
00293	LD		00415	C36	
00294	OR		00107	X15	
00295	AND	LD			
00296	OUT		00706	C37	
*SET RESET					
*					
00297	LD		00108	X16	
00298	OR		00614	C38	
00299	LD	NOT	00707	C39	
00300	OR	NOT	00108	X16	
00301	AND	LD			
00302	OUT		00614	C38	
*STELLITE AVANS KUMANDASI					
*					
00303	LD	NOT	00108	X16	
00304	OR		00707	C39	
00305	LD		00614	C38	
00306	OR		00108	X16	
00307	AND	LD			
00308	OUT		00707	C39	
*SET RESET					
*					
00309	LD		00109	X17	
00310	LD	NOT	00413	C42	
00311	AND		00412	C40	
00312	OR	LD			
00313	LD	NOT	00708	C41	
00314	OR	NOT	00109	X17	
00315	AND	LD			
00316	OUT		00412	C40	
00317	OUT		00311	Y27	

< < < OTOMATIK KAYNAK TEZGAHININ PLC STL PROGRAMI

> > >

16/01/94 PAGE = 0014

ADDRESS MNEMONIC OPERAND COMMENT

COMMENT STATEMENT

*DONER TABLANIN HIZLI DONMESI

*

00318	LD	NOT	00109	X17
00319	OR		00708	C41
00320	LD		00412	C40
00321	OR		00109	X17
00322	AND	LD		
00323	OUT		00708	C41

*SET RESET

*

00324	LD		00110	X18
00325	LD	NOT	00412	C40
00326	AND		00413	C42
00327	OR	LD		
00328	LD	NOT	00709	C43
00329	OR	NOT	00110	X18
00330	AND	LD		
00331	OUT		00413	C42
00332	OUT		00312	Y26

*DONER TABLANIN YAVAS DONMESI

*

00333	LD	NOT	00110	X18
00334	OR		00709	C43
00335	LD		00413	C42
00336	OR		00110	X18
00337	AND	LD		
00338	OUT		00709	C43

*SET RESET

*

00339	LD		00111	X26
00340	TIM		028	
		#	0100	
00341	LD	TIM	028	
00342	OUT		00612	C45

*YARDIMCI KAYNAK SEVIYESI ICIN AKIM KUMANDASI

*

00343 END

BÖLÜM 4

SONUÇLAR

İmalat sistemlerinin (tezgâh sistemleri, imalat otomatik hatları) programlanabilen kontrol sistemleri ile yönetilmesi ve kontrol edilmesi sözkonusu sistemlere esneklik ve bir merkezden yönetme imkânı kazandırmaktadır. Teknolojinin NC sistemlerinden; CNC, DNC, otomatik transfer hatları, esnek imalat hücreleri (FMC), insansız (robotlaşmış) tam otomatik fabrikalara ulaşması, nümerik sistemlerin gelişmesi sayesinde olmuştur. Bu gelişmenin sanayi için en önemli unsuru programlanabilir kontrol sistemleridir. Bilgisayarla kontrol edilen birçok tezgâhta rastlanan mikrokompüterlerin, merkezi işlem ünitesinde yer alan kontrol ünitesi, tüm mikrokompüteri oluşturan ünitelerin uyumlu olarak çalışmalarını sağlamaktadır. Ancak bu mikrokompüterlerin kontrol ünitesinin lojigi, hardware sistemine bağlıdır; dolayısıyla değiştirilemez. CNC sistemlerinde, mikrokompüterlerin vasıtasıyla kontrol ünitesinin bir kısmı, software'e dönüştürülebilir, yani programlanabilir. Ancak bu sistemin kullanılma alanı çok sınırlıdır. Bu nedenle karışık tezgâhlarda, tezgâh sistemlerinde ve karışık işlemlerde, programlanabilir kontrol sistemleri (PLC) geliştirilmiştir. Bu sistemin özelliği kontrol sisteminin programlanabilmesidir. Dolayısıyla yeni bir iş veya imalat değişikliğinde sistem kolayca değiştirilebilir.

5TI programlanabilen kontrol sistemiyle kontrol edilen otomatik doldurma kaynak tezgâhının çalışmasındaki birçok safha PLC'nin sağladığı esneklikle, kolaylıkla (programda yapılan değişikliklerle) değiştirilmektedir. Böylece imalata alınan değişik özelliklerdeki yarımamüller için ayar zamanları ve işleri hissedilebilir derecede azaltılmaktadır. İncelenen Programlanabilen kontrol sisteminin genişletilmesi durumunda daha doğrusu söz konusu stellite doldurma kaynak hattı için bir PLC ağı (network) oluşturulması ve bu ağın

(terminal şeklinde) bir ana bilgisayara bağlanması hattın bir merkezden yönetilmesi anlamına gelmektedir. Bu da SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) sistemlerinin kurulmasında ilk adımdır. Bu sistemlerin yardımıyla imalatın izlenmesi, kontrol edilmesi, makina parkının uyarıcı ve önleyici bakımı için kolaylık ve esneklik sağlanmaktadır.

Bu durumda sözkonusu hat tümüyle esnek hale getirilmektedir. Bu haldeki hatlarının yana SCADA sistemlerinin bir ana merkeze bağlanması insansız fabrika ve CAD, CAM, CIM, CAP sistemlerine yol açmaktadır.



KAYNAKLAR

- [1] AKKURT, M., Bilgisayar kontrollu takım tezgâhları ve sistemleri, Birsen Kitapevi Yayınları, İstanbul, 1991.
- [2] BİBER, Gh., ZETU, D., BONCOI, Gh., Maşini - unelte automate şi cu comanda numerica, Editura Didactica şi Pedagogica, Bucureşti, 1982.
- [3] FRANZ, J., ACKERMAN, R., HARTMAN, T., KANTEL, M., Programmable Logic Controllers, Festo Didactic KG, Esslingen, 1990.
- [4] PLAGEMANN, B., SCHWER, T., SPEIDEL, R., The Ladder Diagram, Festo Didactic KG, Esslingen, 1990.
- [5] THILLIEZ, J., La commande numerique des machines, Paris, Dunod, 1967.
- [6] * * * 5TI Instruction and Operation Manual, Texas Instruments.

EKLER

EK A TABLOLAR

Tablo A.1 Tezgâh Sistemlerinin Strüktürel Oluşturma Şemaları.

[illegible]

Notlar: $\square$ - bir parça tipi $\frac{4}{\cancel{\Delta}}$ parça kesişme akümülatörü
 Δ - diğer bir parça tipi

Tablo A.2 Teknolojik Prosesin Değişik Yoğunlaştırma Dereceli Otomatik Hat ve Tezgâh Gruplarının Oluşturma Seçenekleri.

PARÇA İŞLEME YONLARI	GERÇ. TEMEL OPR.	BİR İŞLEM BİRİMİNİN İŞLEYEBİLDİĞİ YÜZEYLER	Yoğunlaştırma derecesi		
			I	II	III
A	a	Aa 123	Aa 123	Aa 123	Aa 123
	b	Ab 123	Ab 123	Ab 123	Ab 123
	c	Ac 123	Ac 123	Ac 123	Ac 123
B	a	Ba 123	Ba 123	Ba 123	Ba 123
	b	Bb 123	Bb 123	Bb 123	Bb 123
	c	Bc 123	Bc 123	Bc 123	Bc 123
C	a	Ca 123	Ca 123	Ca 123	Ca 123
	b	Cb 123	Cb 123	Cb 123	Cb 123
	c	Cc 123	Cc 123	Cc 123	Cc 123
D	a	Da 123	Da 123	Da 123	Da 123
	b	Db 123	Db 123	Db 123	Db 123
	c	Dc 123	Dc 123	Dc 123	Dc 123
E	a	Ea 123	Ea 123	Ea 123	Ea 123
	b	Eb 123	Eb 123	Eb 123	Eb 123
	c	Ec 123	Ec 123	Ec 123	Ec 123
F	a	Fa 123	Fa 123	Fa 123	Fa 123
	b	Fb 123	Fb 123	Fb 123	Fb 123
	c	Fc 123	Fc 123	Fc 123	Fc 123
TOPLAM İŞLENEN YÜZEY SAYISI Ns=6x3x3=54 İŞLEM BİRİMİ SAYISI Nul=6yon x 3p = 18			3 İŞLEME YONLU TEK DURAKLI 6 TEZGAH GRUBU	3 İŞLEME YONLU TEK DURAKLI 6 TEZGAH GRUBU	İKİ İŞLEME YONLU HERBİRİ 4 DURAKLI OLAN 3 TEZGAH GRUBU

Tablo A.3 Teknolojik Prosesin Değişik Şekil ve Yoğunlaştırma Dereceli Tezgâh Sistemlerinin Hesap parametreleri.

CIS	CIP	CIPS
$f_c = d \cdot f_s$ $T_t = d \cdot f_s(t_l + t_{gs}) +$ $+ d \cdot t_{rM} + f_s \cdot t_{rcR} + t_f$ $Q_t = F/T_t$ $N_t = f_T/f_c$ $T_c = T_t(1 + D_{sR}) +$ $+ \sum^n t_{ls}/T_s$ $t_{mc} = N_t \cdot T_c$ $Q_c = F \cdot \eta_r/T_c$ $C_p = (k_R + k_r) \frac{t_{mc}}{k_d} R_m +$ $+ 0,143 \frac{C_M}{P_a} N_t$	$f_c = s$ $T_t = t_l + t_{gs} + t_f$ $Q_t = F/T_t$ $N_t = f_T/f_c$ $T_c = T_t(1 + D_{sR}) +$ $+ \sum^n t_{ls}/T_s$ $t_{mc} = N_t \cdot T_c$ $Q_c = F \cdot \eta_r/T_c$ $C_p = (k_R + k_r) \frac{t_{mc}}{k_d} R_m +$ $+ 0,143 \frac{C_M}{P_a} N_t$	$f_c = d \cdot f_s \cdot s$ $T_t = d \cdot f_s(t_l + t_{gs}) +$ $+ d \cdot t_{rM} + f_s \cdot t_{rcR} + t_f$ $Q_t = F/T_t$ $N_t = f_T/f_c$ $T_c = T_t(1 + D_{sR}) +$ $+ \sum^n t_{ls}/T_s$ $t_{mc} = N_t \cdot T_c$ $Q_c = F \cdot \eta_r/T_c$ $C_p = (k_R + k_r) \frac{t_{mc}}{k_d} R_m +$ $+ 0,143 \frac{C_M}{P_a} N_t$
CII S	CII P	CII PS
$f_c = d \cdot f_s \cdot P_l$ $T_t = [d \cdot f_s(t_l + t_{gs}) +$ $+ d \cdot t_{rM} + f_s \cdot t_{rcR} + t_l] \cdot P_l$ $Q_t = F/T_t$ $N_t = f_T/f_c$ $T_c = T_t(1 + D_{sR}) +$ $+ \sum^n t_{ls}/T_s$ $t_{mc} = N_t \cdot P_l \cdot T_c$ $Q_c = F \cdot \eta_r/T_c$ $C_p = (k_R + k_r) \frac{t_{mc}}{P_l k_d} R_m +$ $+ 0,143 \frac{C_M}{P_a} N_t$	$f_c = s \cdot P_l$ $T_t = t_l + t_{gs} + P_l \cdot t_f$ $Q_t = F/T_t$ $N_t = f_T \cdot P_l/f_c$ $T_c = T_t(1 + D_{sR}) +$ $+ \sum^n t_{ls}/T_s$ $t_{mc} = N_t \cdot T_c$ $Q_c = F \cdot \eta_r/T_c$ $C_p = (k_R + k_r) \frac{t_{mc}}{k_d} R_m +$ $+ 0,143 \frac{C_M}{P_a} N_t$	$f_c = d \cdot f_s \cdot s \cdot P_l$ $T_t = d \cdot f_s(t_l + t_{gs}) +$ $+ d \cdot t_{rM} + f_s \cdot t_{rcR} + t_l$ $Q_t = F/T_t$ $N_t = f_T/f_c$ $T_c = T_t(1 + D_{sR}) +$ $+ \sum^n t_{ls}/T_s$ $t_{mc} = N_t \cdot s \cdot T_c$ $Q_c = F \cdot \eta_r/T_c$ $C_p = (k_R + k_r) \frac{t_{mc}}{s \cdot k_d} R_m +$ $+ 0,143 \frac{C_M}{P_a} N_t$
CIII S	CIII P	CIII PS
$f_c = s \cdot P_l \cdot n_{ss}$ $T_t = t_l + t_{gs} + t_l$ $Q_t = F/T_t$ $N_t = f_T/f_c$ $T_c = T_t(1 + D_{sR} \cdot k_p/n_{ss}) +$ $+ \sum^n t_{ls}/T_s$ $t_{mc} = N_t \cdot T_c$ $Q_c = F \cdot \eta_r/T_c$ $C_p = (k_R + k_r) \frac{t_{mc}}{k_d} R_m +$ $+ 0,143 \frac{C_M}{P_a} N_t$	$f_c = s \cdot P_l \cdot n_{sp}$ $T_t = t_l + t_{gs} + t_l$ $T_t = t_l \cdot P_l = 60/n_R$ $Q_t = F \cdot n_{sp}/T_t$ $N_t = f_T \cdot n_{sp}/f_c$ $T_c = T_t(1 + D_{sR}) +$ $+ \sum^n t_{ls}/T_s$ $t_{mc} = N_t \cdot T_c$ $Q_c = F \cdot \eta_r \cdot n_{sp}/T_c$ $C_p = n_{sp} \left[(k_R + k_r) \frac{t_{mc}}{k_d} R_m + \right.$ $\left. + 0,143 \frac{C_M}{P_a} N_t \right]$	$f_c = s \cdot P_l \cdot n_{ss} \cdot n_{sp}$ $T_t = t_l + t_{gs} + t_l$ $Q_t = F \cdot n_{sp}/T_t$ $N_t = f_T/f_c$ $T_c = T_t(1 + D_{sR} \cdot k_p/n_{ss}) +$ $+ \sum^n t_{ls}/T_s$ $t_{mc} = N_t \cdot T_c$ $Q_c = F \cdot \eta_r \cdot n_{sp}/T_c$ $C_p = n_{sp} \left[(k_R + k_r) \frac{t_{mc}}{k_d} R_m + \right.$ $\left. + 0,143 \frac{C_M}{P_a} N_t \right]$

ÖZGEÇMİŞ

1967'de Romanyanın Köstence şehrinde doğdu. 1978'de Köstencenin 6 numaralı ilkokulundan ve 1982'de aynı öğretim kuruluşunun ortaokulundan mezun oldu.

1982'de, Köstencenin 10 numaralı teknik lisenin tekstil bölümünde okumaya hak kazandı. 1983'te Romanyadaki politik ve ekonomik durum gittikçe kötüleştiğinden, Türkiye'ye göç etti. Lise öğrenimine Ataköy Lisesinde devam ederek, bu lisenin fen kolundan mezun oldu.

1986'daki üniversite giriş sınavlarına katılarak, bunların sonucunda Yıldız Üniversitesi Makina Bölümünde okumaya hak kazandı. Bu üniversitede 2 yıl okuduktan sonra, yatay geçişle İ.T.Ü. Makina Fakültesi Makina Bölümüne kabul edildi. 1990 yaz döneminde aynı fakültenin Konstrüksiyon bölümünden mezun oldu ve aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Anabilim Dalı Konstrüksiyon Programına alındı.

İyi derecede İngilizce ve Romence bilir. Şu anda Supsan Motor Supapları Sanayi A.Ş.'de atölye bakım mühendisi olarak çalışmaktadır.