

PLC VE PLC İLE ROTORU SARGILI ASENKRON MOTORA YOL VERME

Doç.Dr.İsmail COŞKUN

*Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi,
Elektrik Eğitimi Bölümü, Ankara-Türkiye*

İbrahim YÜCEDAĞ

*Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik Eğitimi Bölümü, Ankara-Türkiye*

ÖZET

Günümüzde teknoloji hızla ilerlemekte ve buna paralel olarak kullanılan sistemler de değişmektedir. Bu değişim tasarımı kolay, ekonomik, hızlı tepkili sistemi elde etmeye yönelik olmaktadır. Değişim zinciri içerisinde Otomasyon ve Otomatik Kumanda sektörü önemli bir halkayı teşkil etmektedir. Bu sektörde, Programlanabilir Mantık Kontrol (PLC) hızla kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada PLC'ler genel olarak değerlendirilmiş olup, PLC ile rotorlu sargılı asenkron motora yol verme işlemi ele alınmıştır.

ABSTRACT

In these days, the technology has been developing rapidly and also the systems have been changing in parallel with the technology. This change tends to obtain the system which is designed easily, economic and fast response. In this change progress, Automatic and Automatic Control sector has an important place. In this sector, Programmable Logic Controller (PLC) has began to be used rapidly. In this study, PLCs are assessed in general and the process of starting an asynchronous motor with wound rotor by using PLC is considered.

I. GİRİŞ

Programlanabilen mantık kontrol (Programmable logic Control) (PLC) bilgisayar esaslı bir cihazdır. İlk defa 1969 yılında otomotiv sanayinde üretim bantlarının otomatik kontrolünde kullanılmıştır. Bu bantlara ardışık bazı hareketleri yaptıran otomasyon sistemleri, önceleri zaman röleleri, limit şalterleri, sayıcılar vb. gibi birçok elektromanyetik cihazdan oluşmaktadır. Her yeni ürün, modeline uyabilen bir sistem için uzun ve yoğun bir çalışmaya devresine ihtiyaç göstermektedir. Ayrıca model değişiminin maliyetinin büyüklüğü de kaçınılmazdır. Otomotiv sanayinde ilk kullanılan PLC'yi General Motor Fabrikaları için sonradan ismi MODICON olan Bedford Associates geliştirmiştir. Bu ilk PLC "Hard Hat" veya

084 olarak tanıtılmıştır. Bu 084 ismi, sistemin geliştirilmesi sırasında seksen dört modifikasyon yapılmasından kaynaklanmıştır. 1970'li yılların başında sistem üzerine yapılan gelişmeler devam etmiş ve 1972'de 184 modeli ve bir süre sonra da 384 modeli geliştirilmiştir. 184 ve 384 modelleri mevcut PLC'lere çok benzer şekilde çalışmaktaydılar[1]. PLC kontrol üniteli makineler şu anda otomobil, tekstil, ilaç, elektrik, elektronik, gıda, paketlenme ve cam işleme sanayilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır[2].

Sistemlerde kullanılan PLC'lerin sağladıkları üstünlükler aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

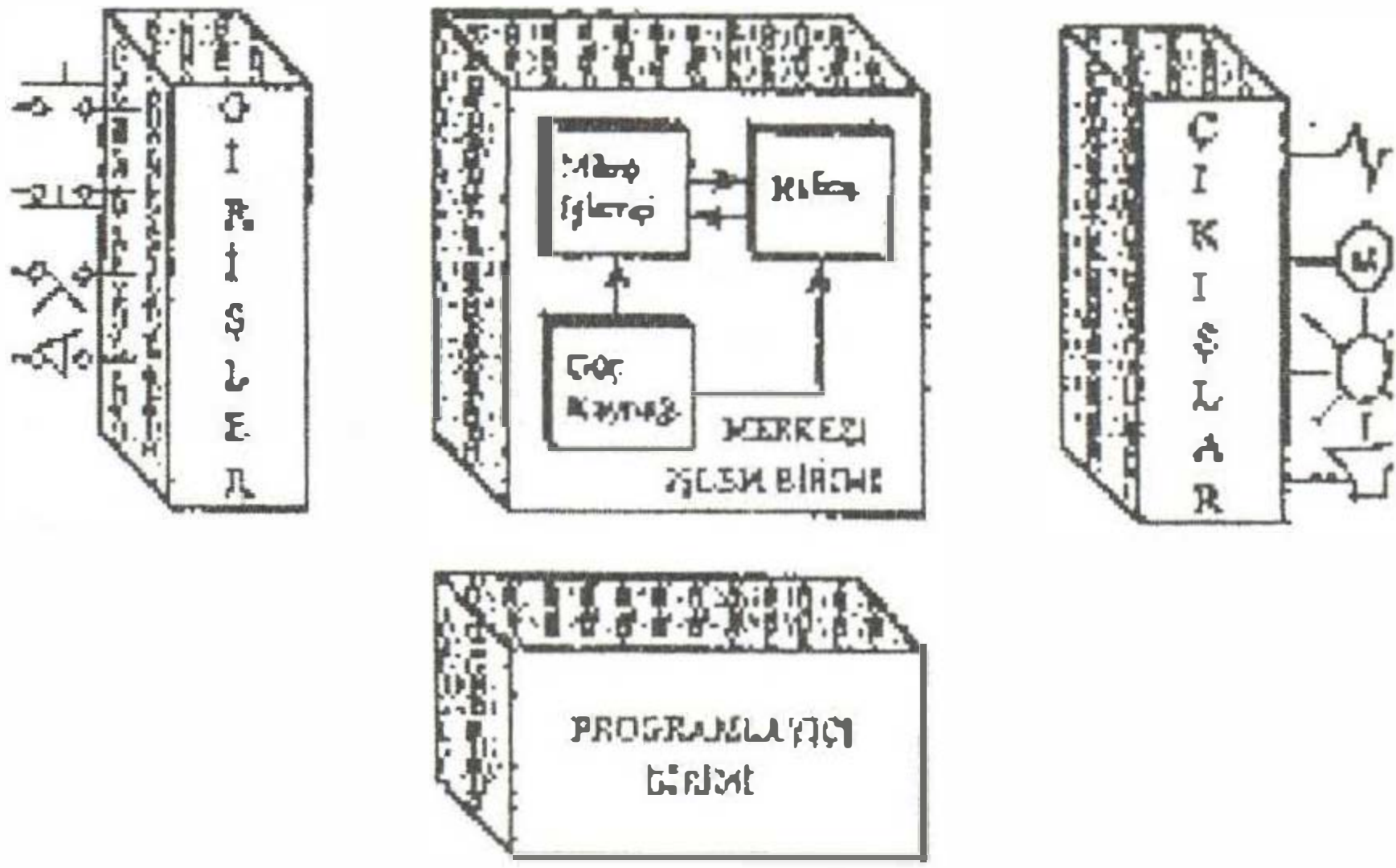
- En ağır çalışmaya şartlarında dahi son derece güvenilir cihazlar olup, her çeşit tesiste güvenli olarak çalışabilirler.
- Röle esasına dayalı klasik kontaktörlü kumanda sistemlerine ve büyük işlem kapasiteli bilgisayarlı sistemlere göre çok daha ucuzdur.
- Programlanabilmeleri çok kolaydır. Genellikle bilgisayar program dillerine aşina olmayı gerektirmez. Röle sistemine alışkın olanlar için program tekniğini öğrenmek oldukça basittir.
- İşletme ve bakım personeli ile her türlü iletişimi sağlayan aksamlara sahip olabildiği gibi büyük işlem tesislerinin dağıtılmış kontrol sistemlerine entegre olabilir ve bu sistemin bir parçası gibi çalışabilirler.
- Bütün kumanda fonksiyonları yazılımla gerçekleştirildiğinden, farklı bir uygulama için uyunu kolaydır.
- Kontaktörlü kumanda devrelerine göre çok az yer kaplar, bakımı kolay ve arıza ihtimali düşüktür.
- Makine için yazılan program, makineye bağlanmadan laboratuvarında test edilebilmektedir. Ayrıca çalışmanın her kademesi, kontrol paneli üzerindeki ekrandan gözlenebilmektedir[2].

Bunlardan başka; PLC sistemlerinin içinde doğal olarak bulunan zamanlama ve sayıcı birimlerinin de kullanılması ile, bilgisayarda etkin bir üretim denetimi

de yapılabilmektedir[3]. PLC kumanda devresi tasarımı daha çabuk gerçekleştirildiğinden. bu konuda çalışan teknik elemanlara zaman ve emek tasarrufu sağlar. Ayrıca: PLC' ler farklı ortam sıcaklıkları (0-60 derece), %0 ila %95 arası nemli ortamlarda sorunsuz olarak çalışabilmektedirler[4].

II. PLC'NİN İÇ YAPISI

Bir PLC şekil 1' de görüldüğü gibi genel olarak merkezi işlem ünitesi (CPU), giriş birimi, çıkış birimi, programlayıcı birimlerinden oluşur.



Şekil 1. PLC'nin ana birimleri

II.1. Merkezi İşlem Birimi (CPU)

Merkezi işlem birimi, sinyal belleğinden giriş değerlerini okur, program belleğine yüklenmiş olan programı yürütür ve sonuç değerlerini çıkış sinyal belleğine iletir. Giriş ve çıkış birimleri ile PLC yardımıyla kontrol edilen sistem arasındaki iletişimi sağlarlar.

II.2. Giriş Birimi

Kontrol edilen sisteme ait basınç, sıcaklık sensörleri, butonlar ve sınır anahtarları gibi iki değerli sinyaller (var-yok, 1-0) giriş birimi üzerinden alınır. PLC giriş devresine gelen bir sinyalin, mantık "1" olarak kabul edildiği bir üst sınırı ve mantık "0" olarak kabul edildiği bir alt sınırı vardır. PLC üreticileri bu tür bilgileri kataloglarında belirtirler.

II.3. Çıkış Birimi

Kontrol edilen sistemdeki kontaktör, röle, selonoid gibi kumanda elemanlarını sürmeye uygun donanımda olan birimdir. Bunlar röle, triyak ya da transistör çıkışlı olabilir.

II.4. Programlayıcı Birimi

Yazılan programın PLC'ye aktarılmasını ve istenirse çalışma sırasında giriş-çıkış durumlarının gözlenmesini sağlar. Ayrıca giriş-çıkışlara da, istenilen durumlar için verilerek, programın çalışması izlenebilir. PLC' leri programlamak için kişisel bilgisayarlar da kullanılabilir. Bu amaçla bilgisayara yüklenen bir derleyici programdan yararlanır. Yukarıda kısaca değinilen PLC'lere ait birimlerden başka, programı yedeklemek ve başka bir PLC'ye aktarmak amacıyla EEPROM modülü, giriş-çıkış sayısını arttırmak için genişleme birimi, besleme ünitesi, enerji kesilmeleri durumunda PLC'yi besleyen yedek güç kaynağı gibi birimler de bulunur.

III. PLC'NİN ÇALIŞMASI

Bir kumanda zinciri şeklinde giriş elemanları yardımıyla sinyal verilir. Verilen sinyaller, bilgileri kumanda zinciri içerisinde işleyerek, etki yolunda değerlendirir ve etki oluşturulur. PLC' nin çalışması esnasında aşağıdaki sinyaller kullanılır:

III.1. Sürekli sinyal: Belirli bir zaman içerisinde kesiklik göstermeyen ve herhangi bir değer alan sinyaldir

III.2. Kesikli sinyal: PLC kumanda tekniğinde kesikli sinyaller kullanılır. Kesikli sinyal yalnız iki değer alır. Bunlar, anahtar açık iken 0, kapalı iken 1' dir.

III.3. PLC için giriş sinyalleri: PLC cihazı girişindeki sinyaller, kesikli sinyallerdir. Bunlar; sinyalin 1 değeri için: +24 volt (+12 volt ile +30 volt arası), sinyalin 0 değeri için: 0 volt (-2 volt ile + 5 volt arası) dir. Bu değerler değişik tipteki PLC'ler için değişim gösterebilir[5].

IV. BİLGİSAYAR İLE PLC'NİN KARŞILAŞTIRILMASI

PLC'nin merkezi işlem ünitesinde mikroişlemci veya mikro kontrol ünitesi bulunur. Bu yüzden bir anlamda her PLC bir bilgisayardır. Fakat her bilgisayar bir PLC değildir. PLC'ler üretimin yapıldığı tozlu, kirli ve elektrikli gürültü gibi ağır şartlarda çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Bununla birlikte farklı bir programlama dili, arıza bulma ve bakım kolaylığı gibi özellikleri nedeniyle sanayi uygulamalarında bilgisayarlardan farklıdır. Bütün PLC'lerde hemen hemen aynı olan VE, VEYA, DEĞİL (AND, OR, NOT) gibi Boolean ifadeleri kullanılır. Programlama klasik kumanda sistemini bilen birisi tarafından kolayca yapılabilir.

V. KLASİK KONTAKTÖRLÜ KUMANDA İLE PLC' Lİ KUMANDANIN KARŞILAŞTIRILMASI

Klasik kontaktörlü kumanda sisteminde yardımcı röle, kontaktör, zaman röleleri vb. elemanlara ihtiyaç vardır. Ayrıca bunların devreye girip çıkmaları esnasında kontaklarından kaynaklanan problemler de unutulmamalıdır. PLC' li kumanda sisteminde ise, yardımcı elemanlara (röle, zaman rölesi) ihtiyaç yoktur. Ayrıca klasik kumanda sisteminde devreyi değiştirmek çok güç bir iştir. Çünkü elemanların büyük bir kısmı ve bağlantıların hemen hemen hepsinin değişmesi gerekebilir. PLC ile kumanda da ise; program, ya doğrudan programlama ünitesi üzerinden yada bilgisayar üzerinden değiştirilerek çok kolay bir şekilde ve fazla işlem yapmadan yapılabilir. Bir başka fark ise, klasik kumandaya ait bir devreyi söktükten sonra tekrar kurmak ya da çoğaltmak zor olabilir. Ama PLC ile kumanda da program hafızaya alınmışsa tekrar çağrılarak çok kolay bir şekilde çalıştırılabilir[6].

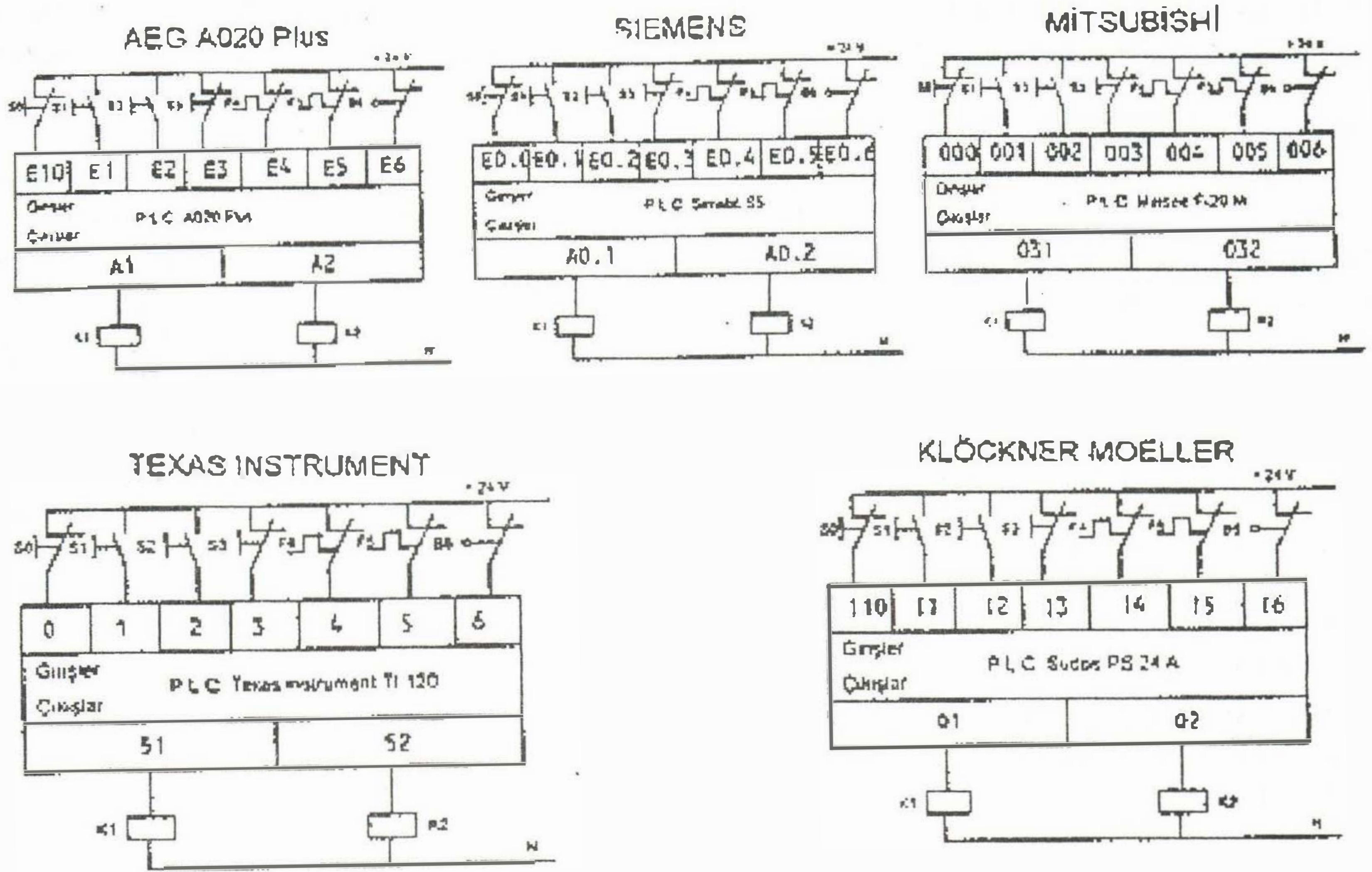
VI. DEĞİŞİK FİRMALARIN ÜRETTİKLERİ PLC CİHAZLARI VE PROGRAMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Bilindiği gibi çeşitli firmaların ürettiği değişik PLC- ler mevcuttur. Temelde PLC'lerdeki mantık aynı olsa da, farklı firmaların PLC'lerine ait programlar ve bağlantılar da farklılıklar olmaktadır.

Mesela: AEG A020 PLUS PLC cihazına ait girişler: E1, E2,.....En ve çıkışlar: A1, A2,.....An şeklinde gösterilirken: SIEMENS'in PLC cihazına ait girişler: E0.0, E0.1,.....E0.6 ve çıkışlar: A0.1, A0.2,.....A0.6 şeklinde gösterilir. Değişik firmalara ait PLC'lerin programları arasındaki bazı farklılıklar tablo 1' de gösterilmiştir. Ayrıca bazı firmalara ait dış devre bağlantıları da şekil 2.'de verilmiştir[7].

Tablo 1. Değişik firmalara ait programlar

1.AEG		2.SIEMENS		3.MITSUBİSHİ		4.TEXAS INSTRUMENT		5.KLOCKNER MOELLER	
Adres	Komut	Adres	Komut	Adres	Komut	Adres	Komut	Adres	Komut
1	UE4	000	UE0.4	000	LDX004	000	STR4	0000	OI4
2	UE10	002	UE0.0	001	ANDX000	001	AND0	0001	AI1
3	=M1	004	=M2.0	002	OUTM100	002	200	0002	=M100
4	UE1	006	UE0.1	003	LDX001	003	STR1	0003	OI1
5	OA1	008	OA0.1	004	ORY031	004	OR51	0004	OQ1
6	UM1	00A	UM2.0	005	ANDM100	005	AND200	0005	AM100
7	=M2	00C	=M2.1	006	OUTM101	006	OUT201	0006	=M101
8	UM2	010	UM2.1	007	LDM101	007	STRMRNO	0007	OM101
9	UNT1	012	UNT0	010	ANIT053	008	T03	0008	ANM103
10	=A1	014	=A0.1	011	OUTY031	009	AND201	0009	=Q1
							OUT51		
11	UM2	016	UM2.1	012	LDM101	010	STRNOT52	0010	OM101
12	UNA2	018	UNA0.2	013	ANIY032	011	AND201	0011	ANQ2
13	=T1	01A	LKT15.2	014	OUT053	012	OUTTMR03	0012	=T33 150
				015	K04	013	STR51	0013	T33
						014	AND2	0014	=M103
14	UA1	01C	SET0	016	LDY031	015	OR52	0015	OQ1
15	UE2	01E	UA0.1	017	ANDX002	016	AND200	0016	AI2
16	OA2	020	UE0.2	020	ORY032	017	AND5	0017	OQ2
17	UM1	022	OA0.2	021	ANDM100	018	AND3	0018	=M102
18	UE5	024	UM2.0	022	ANDX005	019	AND6	0019	OM102
19	UE3	026	UE0.5	023	ANDX003	020	OUT52	0020	AM100
20	UE6	028	UE0.3	024	ANDX006		Program	0021	AI5
21	=A2	02A	UE0.6	025	OUTY032		ende	0022	AI3
22	PE	02C	=A0.2	026				0023	AI6
		02E	BE					0024	=Q2
								0025	Program
									ende



Şekil 2. Değişik firmalara ait PLC'lerin dış devre bağlantıları

VII. MODICON A020 PLUS PLC CİHAZI

Yukarıda ifade edildiği gibi piyasadaki birçok firmanın PLC cihazı ve ona uygun programları mevcuttur. Bu çalışmada PLC cihazı olarak Modicon firmasına ait A020 PLUS kullanılmış ve ona uygun program hazırlanmıştır.

1-Girişler: Bu cihazın 24 adet kesikli sinyal ve 4 de sürekli sinyal için girişleri mevcuttur. Sistemin çalışmasını yönlendiren ve emreden elemanlar girişlere bağlanır. Meselâ: start butonu, aşırı akım rölesi gibi kesikli giriş sinyalleri: E1.E2----E24 şeklinde gösterilirken, sürekli giriş sinyalleri ise: EWA1-----EWA4 şeklinde gösterilir.

2-Çıkışlar: Cihazın 16 adet kesikli ve 1 de sürekli sinyal çıkışı vardır. Çıkışlara, genel olarak güç devresinde var olan güç kontrol elemanları bağlanır. Meselâ: bir motorun çalışmasını sağlayan M kontaktörü çıkışa bağlanır. Kesikli çıkışlar: A1, A2---A16 şeklinde gösterilirken, sürekli çıkışlar AWA1 şeklinde gösterilir.

3-Saklayıcılar: Cihazın 128 adet saklayıcısı mevcuttur. Saklayıcılar, sistemde kontaktör ve rölelere doğrudan kumanda etmeyen fakat program içinde gerekli olan işlem sonuçlarını saklamaktadır. Saklayıcılar, M1, M3----M128 şeklinde gösterilirler.

4-Zamanlayıcılar: Cihazında 16 adet zamanlayıcı vardır. Zamanlayıcıların görevi, klasik kumanda devrelerindeki zaman rölelerinin işlevini yerine getirmektir. Zamanlayıcılar: T1.T2,----T16 şeklinde gösterilir.

5-Sayıcılar: Cihazın 16 adet sayıcısı mevcuttur. Sayıcılar: Z1, Z2,----Z16 şeklinde gösterilir. Sayıcıların sayma aralığı 1'den 65536 vuruşa kadardır. Sayma frekansı ise en az 7Hz ve en fazla 60Hz'dir. Zamanlayıcıların en büyük zaman değeri 110 dakika ve en küçük zaman değeri ise 25ms'dir. Ayrıca A020 PLUS kumanda cihazında ilave olarak kullanıma hazır sözcük işlemcileri ve sözcük operand ları bulunmaktadır. Tablo 2 de PLC komut listesi, tablo 3 te de A020 Plus'a ait sinyal belleği adresi verilmiştir[5].

Tablo 2. PLC`de komut listesinin yapısı - "Bit işlemci"

İŞLEM TÜRÜ	İŞLEM	SONUÇ	OLASI OPERANDLAR
Bağlantı işlemleri	U	VE bağlantısı, sinyal bekleme olumlu	Exx, Axx, Mxxx
	UN	VE bağlantısı, sinyal bekleme olumsuz	Txx, Zxx
	O	VEYA bağlantısı, sinyal bekleme olumlu	Exx, Axx, Mxxx
	ON	VEYA bağlantısı, sinyal bekleme olumsuz	Txx, Zxx
	U(VE bağlantısı, parantez aç	Exx, Axx, Mxxx
	O(VEYA bağlantısı, parantez aç	Txx, Zxx
)	Parantez kapa olumlu	Exx, Axx, Mxxx
Çıkış işlemleri)N	Parantez kapa olumsuz	Txx, Zxx
	=	Çıkış olumlu	Axx, Mxxx
	=N	Çıkış olumsuz	Axx, Mxxx
	SL	Belleği birle	Axx, Mxxx
Zamanlayıcı ve sayıcı işlemleri	RL	Belleği sıfırla	Axx, Mxxx
	=T	Zamanlayıcı girişi	xx
	=L	Sayıcı teorik değeri yükleme	xx
Program organizasyonu ile ilgili işlemler	=I	Sayıcı girişi	xx
	SW	"1" ise atla	xxx
	LS	İvedi yükleme (Sinyal belleğine)	Exx, Axx
	NO	Etkisiz komut, boş komut	
	PE	Program sonu	

Tablo 3. A020 PLUS kumanda cihazı sinyal belleği adreslerinin "Bit işlemci" Operand ları

OPERAND TÜRÜ	OPERAND	ANLAMI	NOT	
Girişler	E1	24 Giriş		
	E2			
	E24			
Çıkışlar	A1	16 Çıkış		
	A2-A16			
Saklayıcılar	M1	Kullanıma hazır 122 saklayıcı (ara sonuçlar)	Kontaktör ve rölelere doğrudan kumanda etmeyen bağlantı sonuçları Yedek NV-RAM'da gerilim azlığında "1" sinyali Programın birinci çevriminde "1" alır.	
	M2			
	M122	1 Mesaj saklayıcı		
	M123			
	M124			
	M125			1 Flaş ritmi 1,25 Hz
	M126			1 Flaş ritmi 2,5 Hz
	M127			1 Flaş ritmi 5,0 Hz
M128	1 Sıfırlanabilir "1" sinyali			
Zamanlayıcılar	T1	8 Zamanlayıcı adresi, temel ritmi 100 ms	En büyük zaman değeri 110 dakika	
	T2-T8			
	T9	8 Zamanlayıcı adresi, temel ritmi 25 ms	En küçük zaman değeri 25 ms	
Sayıcılar	T10-T16			
	Z1	16 Sayıcı adresi	Sayma aralığı: 1'den 65536 vuruşa kadar. Sayma frekansı: Asgari 7 Hz Azami 60 Hz (Program uzunluğuna bağlı olarak değişir)	
	Z2			
	Z16			

VIII. PLC PROGRAM ÇEŞİTLERİ

AWL: Komut listesidir. Pratikte kullanıcılar, komut listesine göre programlamayı en hızlı yöntem olarak kabul ederler.

KOP: Kontak planıdır. Kontak planına göre programlama kesikli bağlantılar için uygundur.

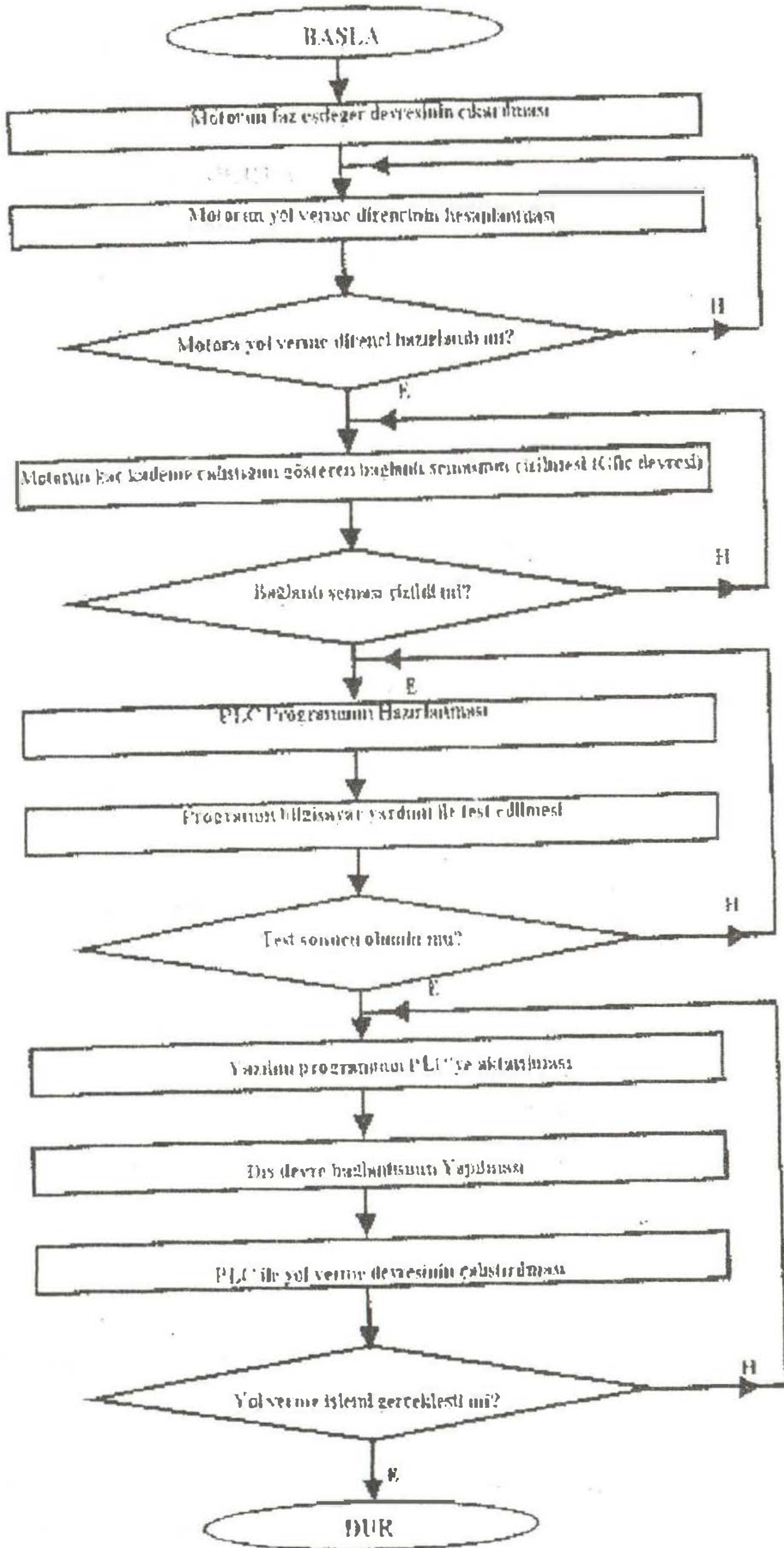
Olumsuz yönü ise sözcük işleme ve sözcük komutlarının kullanılmasıdır.

LOP: Mantık planıdır. Grafikselleştirilmiş ve geliştirilmiş ve pahalı olan programlama aletleri ile gerçekleştirilir[8].

IX. ROTORU SARGILI ASENKRON MOTORA YOL VERME VE DİRENCİNİN BULUNMASI

Asenkron motorlar Rotoru sargılı ve kısa devre rotorlu olmak üzere iki çeşitte imal edilmektedir. Rotoru sargılı asenkron motorlara dirençle yol verilerek ilk kalkış momentlerinin yüksek olması ve daha düşük bir kalkış akımı çekilmeleri sağlanmaktadır. Bu çalışmada küçük güçlü bir motor ele alınmış ve buna uygun yol verme dirençleri hesaplandıktan sonra PLC yardımı ile yol alınması sağlanmıştır. PLC ile yapılan yol verme işlemi ve tasarımı, klasik yol verme yöntemine göre çok daha kolaydır. Aşağıda motora PLC ile yol verme işlemine ait akış şeması verilmiştir.

IX.1. PLC İle Yol Vermeye Ait Akış Şeması

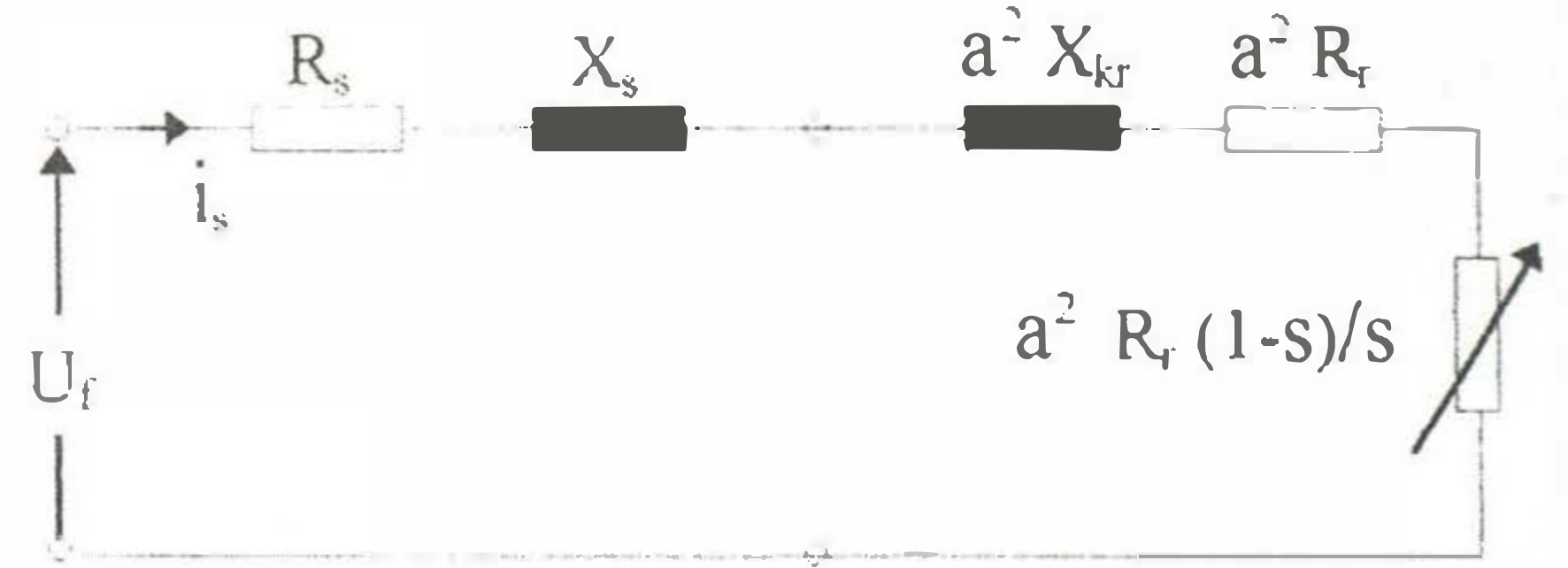


Motora ait eşdeğer devre şemasını ve bu şemadaki stator ve rotor devresi elemanlarının değerlerini elde etmek için motorun kısa devre ve boş çalışma deneyleri yapılmış olup, elde edilen değerler tablo 4 de verilmiştir[9-10].

Tablo 4. Boş ve kısa devre deneyine ait değerler

Boş Çalışma Deneyi			Kısa devre deneyi				
Sıra	U ₀ (V)	I ₀ (A)	P ₀ (W)	Sıra	U _k (V)	I _k (A)	P _k (W)
1	220	0,39	55	1	32,8	0,13	4
2	"	"	"	2	69,1	0,28	14
3	"	"	"	3	90,4	0,4	26
4	"	"	"	4	115,5	0,54	46
5	"	"	"	5	138,	0,7	70
6	"	"	"	6	160	0,86	106
7	"	"	"	7	177,5	1	138

Tablo 4 de verilen değerlere göre elde edilen faz eşdeğer devre şeması şekil 3 deki gibidir.



Şekil 3. Motorun faz eşdeğer devresi

IX.2. Yol Verme Direncinin Hesabı

Motora ait yol verme direncini hesaplamak için aşağıdaki formülden faydalanılabilir.

$$R_y = \{ [P \cdot 736] / [3 \cdot (1-S) \cdot I_r^2] \} - R_r \dots \dots (\Omega)$$

Bu formülde:

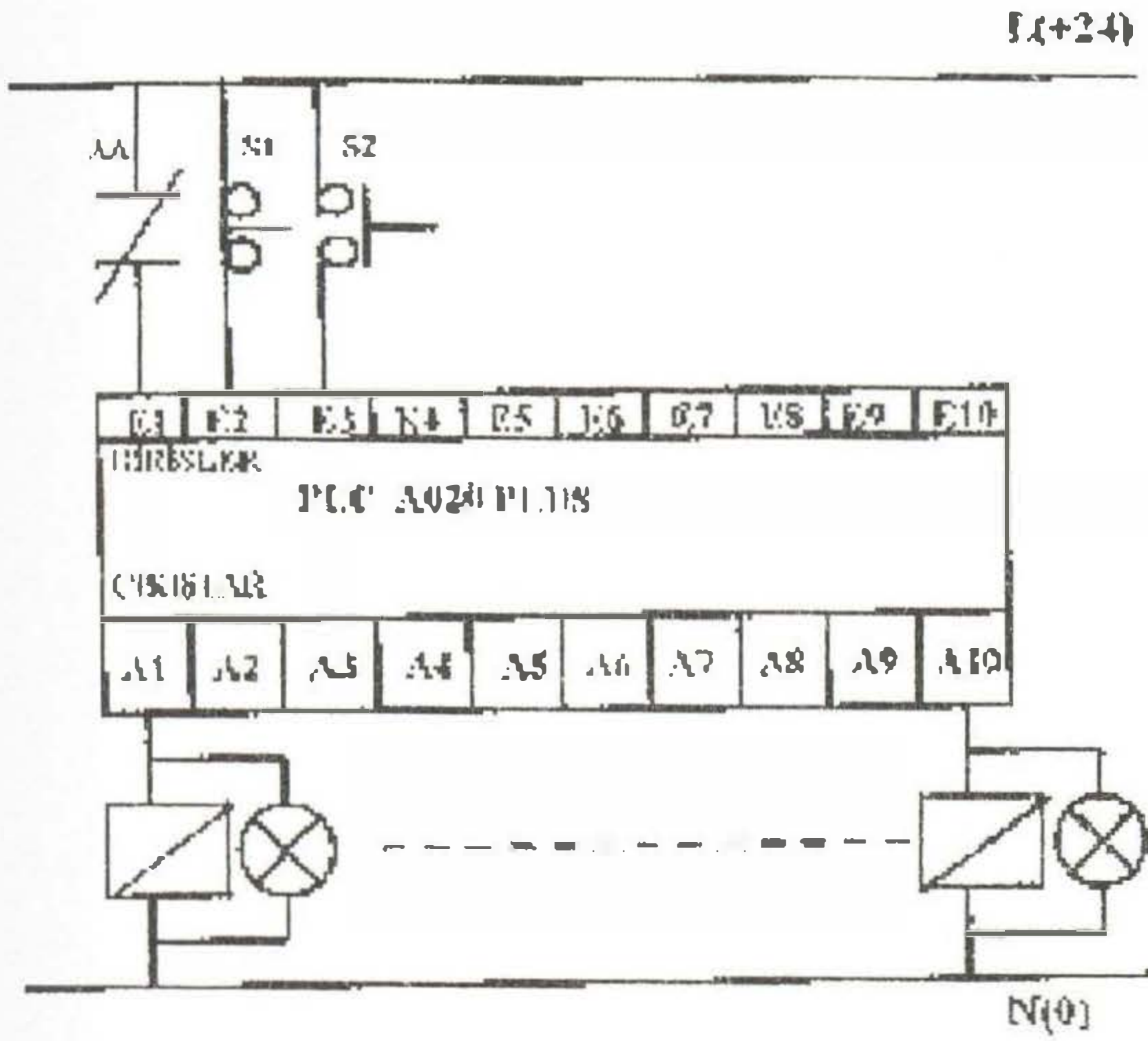
- R_r = Üç fazlı rotor sargısının etkin faz direnci om. (Ω)
- P = Motorun etiketinde yazılı olan motor gücü (VAT)
- I_r = Tam yük altında rotor sargısından geçen faz akımı (A)
- s = Tam yük altındaki kayma
- R_y = Rotor sargılarına dışarıdan ilave edilen üç fazlı direnç grubunun faz direnci (Ω) [9-10].

Tablo 5. Motora ait yol verme dirençleri ve devir karşılıkları

Kademe	R _y (Ω)	n _r (d/d)	Kayma (s)
1	100	150	0,9
2	80	300	0,8
3	65	450	0,7
4	50	600	0,6
5	40	750	0,5
6	30	900	0,4
7	20	1020	0,32
8	10	1200	0,2
9	5	1320	0,12
10	0	1365	0,09

X. PLC DIŞ DEVRE BAĞLANTISI

Devreye ait PLC dış devre bağlantısı şekil 4 te verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi girişler; E operandına, çıkışlar ise; A operandına bağlanmıştır.



Şekil 4. PLC dış devre bağlantısı

XI. UYGULAMA VE SONUÇ

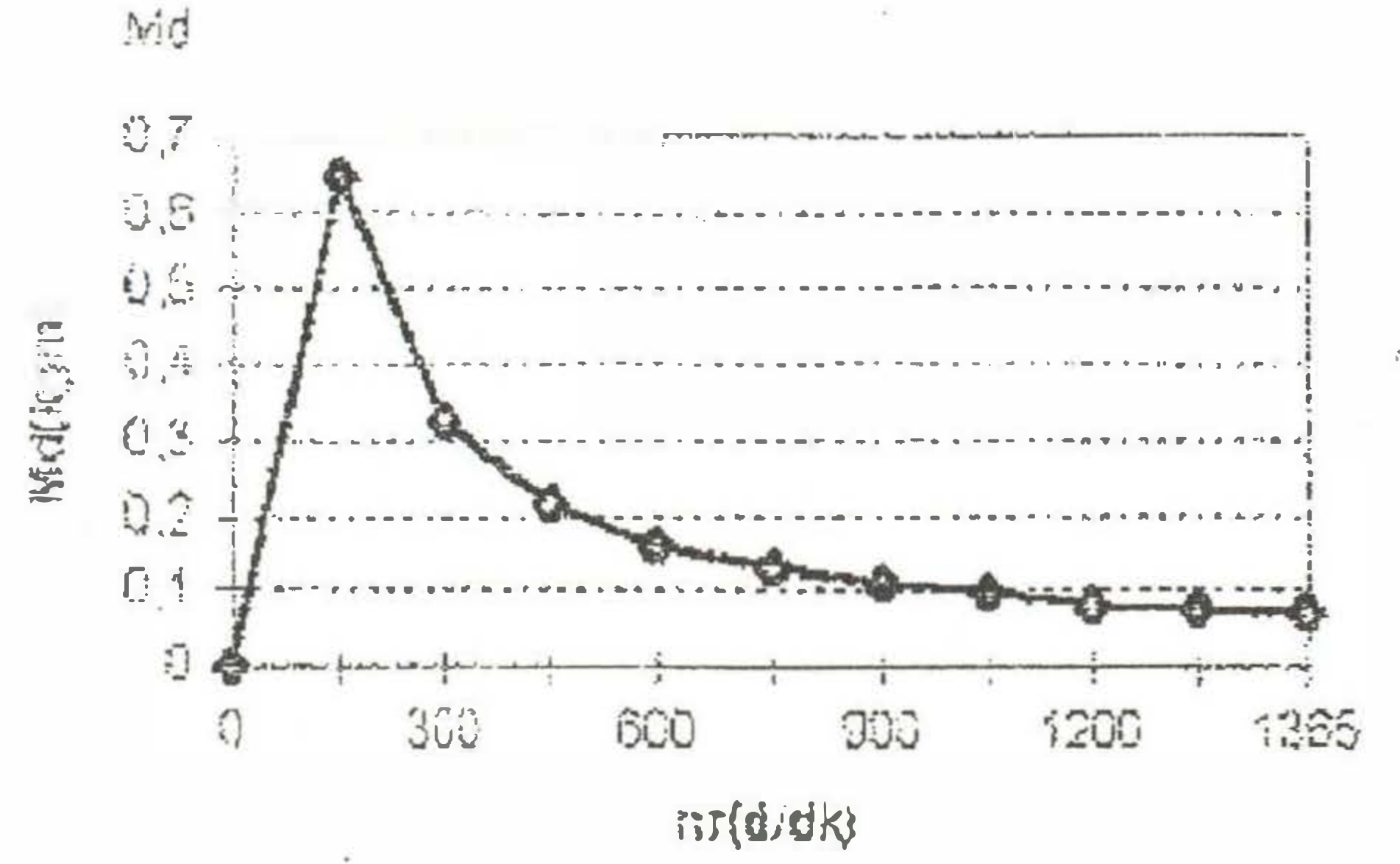
XI.1. Uygulama

PLC ile yol vermeye kullanılan direnç değerleri ve bunun sonucunda elde edilen çeşitli değerler tablo 6 da verilmiş olup, bunlara ait eğriler de şekil 5 şekil 6 ve şekil 7 de verilmiştir. Uygulama küçük güçlü (100W) bir motor üzerinde yapılmış olup, daha büyük motorlara da uygulanabilir. Ama motor değiştiği zaman ona uygun yol verme direncinin seçilmesi gerekmektedir. Bu durumda komut listesinin değişmesine gerek yoktur. Fakat kademe sayısı değiştiğinde, ona paralel olarak komut listesinde de değişiklik gerekebilir.

Tablo 6. Deney sonucunda elde edilen değerler

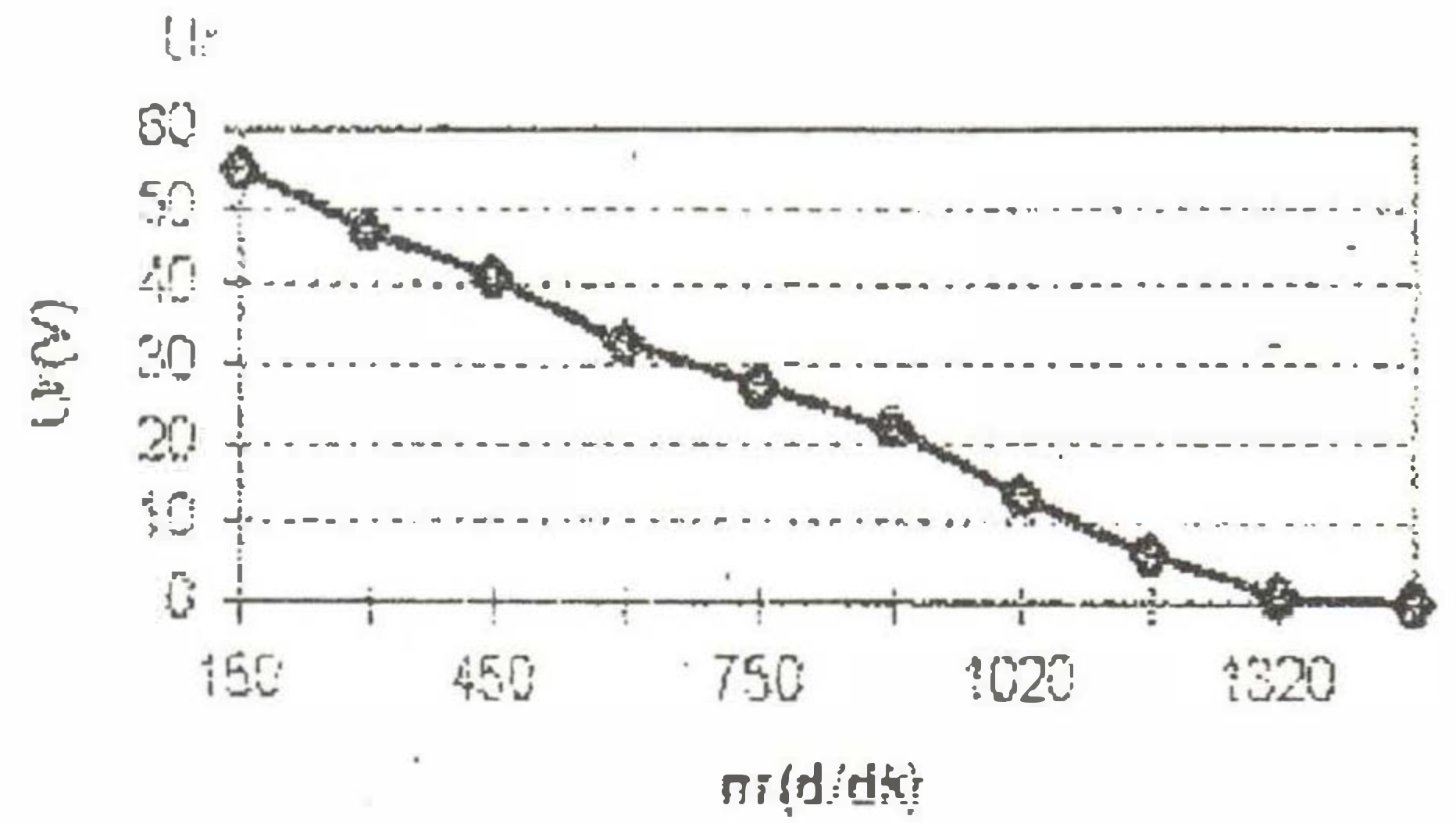
Ry (Ω)	nr (d/d)	Ir (A)	Ur (V)	Is (A)	Us (V)	Md (kgm)
100	150	0,3	55	0,41	220	0,65
80	300	0,33	47	0,395	↓	0,325
65	450	0,34	41	0,39	↓	0,216
50	600	0,355	32,8	0,39	↓	0,162
40	750	0,36	27,3	0,395	↓	0,13
30	900	0,35	22	0,4	↓	0,108
20	1020	0,3	13,6	0,41	↓	0,095
10	1200	0,2	6,1	0,41	↓	0,081
5	1320	0,1	1,0	0,415	↓	0,074
0	1365	0,995	0	0,42	↓	0,071

Şekil 5 deki Hız-Moment eğrisinde görüldüğü gibi kalkış momenti yüksek olmakta, buna karşılık kalkış akımı da düşük olmaktadır. Yol verme direncinden dolayı ilk kalkış momenti ise yüksek olur.



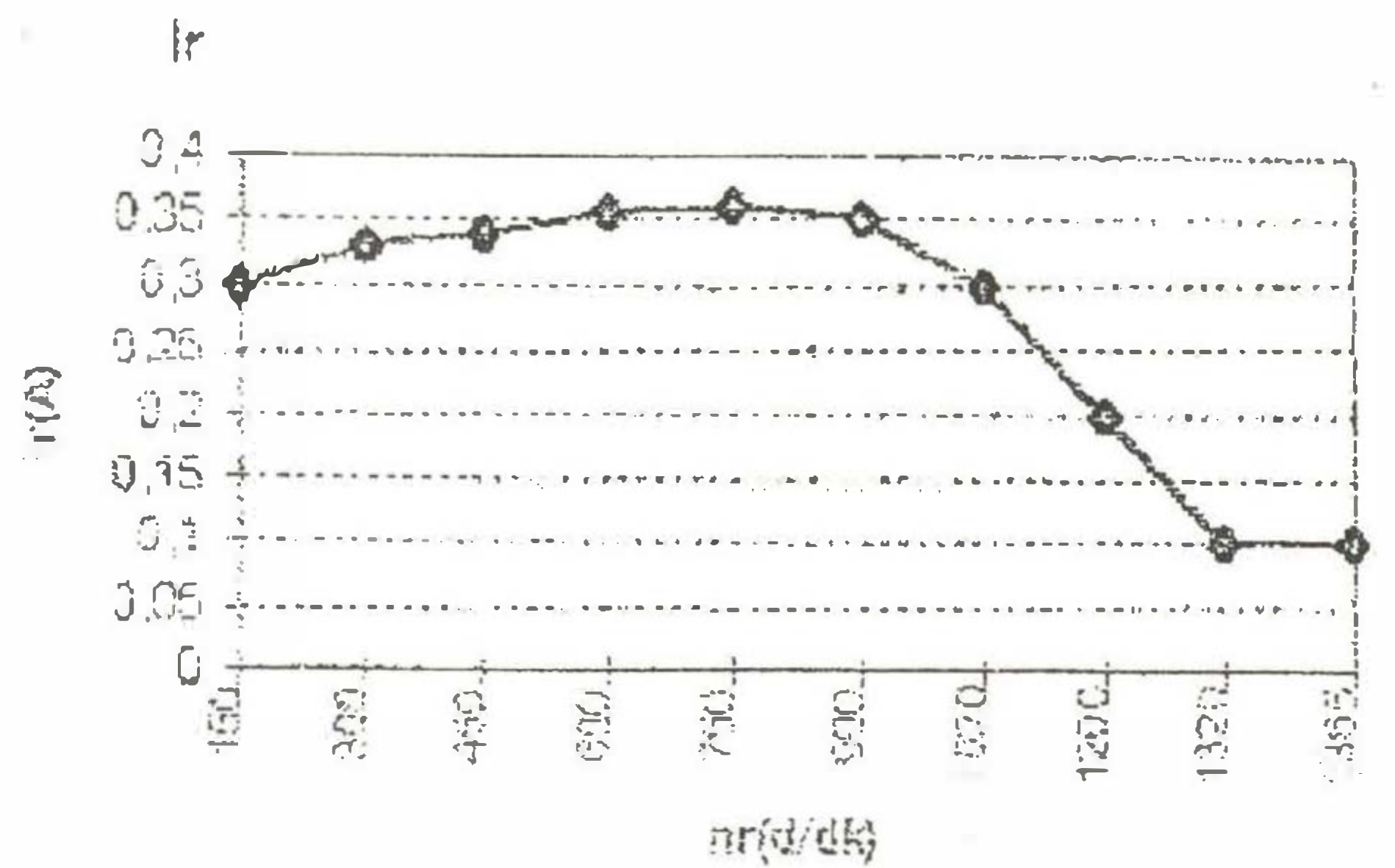
Şekil 5. Motora ait Hız-Moment eğrisi

Şekil 6 da ise; Hız-Rotor gerilimi eğrisi verilmiştir. Burada görüldüğü gibi rotor gerilimi hız artışına paralel olarak hızla düşmüştür ve tam yükteki hız da ise, rotor uç gerilimi sıfır olmuştur.



Şekil 6. Motora ait Hız-Rotor gerilimi eğrisi

Şekil 7 de ise; Hız-Rotor akımı eğrisi verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi akımdaki değişim 900 d/d' ya kadar fazla olınamakla beraber, 900-1320 d/d arasında hızlı bir düşüş gözlenmiştir. Bu durum, motor devrinin anma devrine yaklaştığı olmasına ya da moment değişiminin kararlılık kazanmasına bağlanmıştır.



Şekil 7. Motora ait Hız-Rotor akımı eğrisi

XI.2. SONUÇ

Bu çalışmada rotoru sargılı asenkron motora PLC ile kademeli yol verme sistemi tasarlanmış ve uygulanmıştır. Çalışmanın başlangıç kısmında, PLC'ler hakkında genel olarak bilgi verilmiş, bilgisayar ve klasik kumanda sistemleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Daha sonra değişik PLC'lere ait program ve dış devre bağlantıları anlatılmış ve MODICON A020 PLUS PLC cihazı üzerinde durulmuştur. Motora PLC ile yol verme sistemine ait program, MODICON A020 PLUS PLC cihazının DOLOG AKL programı ile yazılmıştır. Programlar, (AWL) komut listesiyle, (KOP) kontak planıyla ve (LOP) mantık planıyla hazırlanabilmektedir. Bu çalışmada program, hazırlanış ve kullanım kolaylığı nedeniyle komut listesiyle hazırlanmıştır. Daha karmaşık ve çok işlem basamaklı bir çalışmada, eğer bu PLC cihazı kullanılacak olursa, programın komut listesiyle hazırlanması önerilir.

Yapılan bu çalışmanın ikinci aşamasında ise, yol verme direncini bulmak için önce motorun boş ve kilitli rotor deneyleri yapılmış ve bunların sonucunda motora ait faz eşdeğer devresi çizilmiştir. Motorun on kademede ve 150 d/d aralıklarla yol almasını sağlamak için 0-100 Ω arasında değişik direnç değerleri bulunmuş ve uygulamada kullanılmıştır. PLC yardımıyla rotor devresinden dirençler eşit değer aralıklarıyla çıkarılmasına paralel olarak rotor devri de yaklaşık eşit devir aralıklarıyla anma devrine doğru yükselmiştir. Ayrıca, deney sonuçlarından ve şekil 5 de görüldüğü gibi motorun kalkış akımı düşük olurken, buna karşılık kalkış momenti yüksek olmuştur. Rotor devresindeki direnç kademelerine bağlı olarak, rotor üzerinde düşen gerilim, her direnç kademesinde düşüş göstermiş ve dirençler devreden tamamen çıkınca rotor uç gerilimi de sıfıra düşmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] Uğur, N., Programlanabilir Kontrolcüler (Programmable Logic Controls), KOSGEB, ANKARA, 1995.
- [2] Eraslan, A., Programlanabilir Lojik Kontrol Elemanları, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL, 1995.
- [3] Yangın, E., Programlanabilir Denetleyici ile AC Motor Hız Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL, 1994.
- [4] Durguner, G., 1997, PLC ile Silindirler Arası Hızın Kapalı Döngülü Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, ANKARA, 1997.
- [5] Türkücü, E., PLC'ye giriş, TAMEM, ANKARA, 1996.
- [6] Usta, M., Türkücü, E., 1994, Endüstriyel Elektronik Kursu Ders Notları, TAMEM, ANKARA.
- [7] Borelbach, Z., Kramer, G., Mock, E., Steuerungstechnik mit speicherprogrammierten steuerungen SPS, 1989.
- [8] Sancak, Z., Kantaroğlu, Y., Programlanabilir kumanda ve PLC, Kaya Matbaacılık, İSTANBUL, 1994.
- [9] Saçkan, A. H., Elektrik Makineleri III, Milli Eğitim Basımevi, İSTANBUL, 1996.
- [10] Fitzgerald, Kingsley, Elektrik Machinery, Carnegie-Mellon University, 1983.