

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

PLC İLE MOTOR KONTROLÜ
523EO0054

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1.DİJİTAL GİRİŞ ÇIKIŞ MODÜLLERİ.....	3
1.1. PLC'nin Giriş Çıkış Sayısının Arttırılması Gereken Durumlar	3
1.2. Dijital Giriş Çıkış Modüllerinin Yapısı ve Özellikleri.....	4
1.3. Dijital Giriş Çıkış Modüllerinin PLC ve Çevre Elemanları ile Bağlantısı.....	6
UYGULAMA FAALİYETİ	7
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	27
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	28
2. MOTORLU SİSTEMLERİN PLC İLE KONTROLÜ	28
2.1. Uygulamalar.....	28
2.1.1. Bir Asenkron Motorun İleri Geri, Yıldız / Üçgen, Dinamik Frenlemeli Olarak Çalıştırılması.....	28
UYGULAMA FAALİYETİ	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	60
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	61
3. PLC PROGRAMINI YAPMAK	61
3.1. Uygulamalar.....	61
3.1.1. İlave Giriş Çıkış Modülü Kullanılarak Yapılan Motorlu Sistem Çalışma Uygulaması.....	61
UYGULAMA FAALİYETİ	72
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	79
MODÜL DEĞERLENDİRME	80
CEVAP ANAHTARLARI	82
KAYNAKÇA	84

AÇIKLAMALAR

KOD	523EO0054
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Otomasyon Sistemleri
MODÜLÜN ADI	PLC İle Motor Kontrolü
MODÜLÜN TANIMI	Çeşitli motor ve motorlardan oluşmuş sistemleri, PLC ile kontrol edebilme bilgi ve becerilerinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Operatör Panelleri modülünü tamamlamış olmak
YETERLİK	Motorların PLC ile kontrolünü yapmak
MODÜLÜN AMACI	<p>Genel Amaç</p> <p>Gerekli ortam sağlandığında PLC kullanarak motor ya da motorların kontrollerini hatasız olarak yapabileceksiniz.</p> <p>Amaçlar</p> <ol style="list-style-type: none">1. Motorun çalışma şekline uygun PLC ve donanım elemanlarını doğru olarak tespit edebileceksiniz.2. Motorun çalışma şeklini sağlayan PLC programını hatasız hazırlayabileceksiniz.3. Motorun çalışma şeklini sağlayan devre elemanları ve PLC bağlantılarını doğru olarak yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	<p>Ortam: Atölye</p> <p>Donanım: PLC katalogları, otomasyon malzeme katalogları, PLC deney seti, bilgisayar, PLC haberleşme kablosu, PLC giriş çıkış donanımları, el takımları</p>
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	<p>Modül içinde her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz.</p> <p>Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.</p>

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Son yıllarda endüstride PLC kullanımına olan talebin hızla artmasının nedenleri, PLC'nin özellikle fabrikalarda otomasyon, asansör tesisatlarında, otomatik paketlemede, taşıma bandı sistemlerinde, doldurma sistemlerinde ve daha birçok alanda üretimi desteklemesi ve verim artışının yanı sıra ürün maliyetini minimuma çekmesidir. Tüm bu sistemlerin ortak özellikleri sistemin temel elemanlarının motorlar olmasıdır.

Motor kontrol devrelerinde röle, entegre (IC) kullanımını bunların avantaj ve dezavantajlarını biliyoruz. Kontrol devresi ister rölelerle isterse entegrelerle yapılmış olsun başka bir kumanda devresinin yapımı için devre bağlantılarının yeniden yapılması gerekir. Ancak PLC kullanılan sistemlerde bu durumun minimum düzeyde olması daha karmaşık kontrol devrelerinin kurulması birçok avantajı beraberinde getirmiştir.

PLC sistemlerinin geliştirmeleri ile otomatik kontrol sistemlerinde hız, kontrol, güvenlik, ürün kalitesi yanı sıra, yeni bir ürün imali için kumanda devrelerinin yeniden oluşturulması montajı ve bağlantıları yerine sadece PLC programlama ile giderilmesi çok büyük bir avantaj sağlamıştır. Bu da PLC tabanlı kontrol sistemlerinin endüstriyel otomasyon, devrelerinden vazgeçilmez bir sistem olarak kullanılmasını ve her geçen gün yeni özellikler ile güncelleştirilmesi gerektiğini doğurmuştur.

Bu modül sonunda edineceğiniz bilgi ve beceriler ile endüstride yoğun olarak kullanılan motorlu sistemlerin tasarlanmasını ve PLC ile programlanmasını gerçekleştirebileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Temel elemanları motorlar olan sistemlerin PLC ile programlanmasında, çok sayıda giriş ve çıkış elemanının kullanılması gerekebilir. Bu eğitim faaliyeti sonunda sistemin gerektirdiği dijital giriş çıkış (I/O) modüllerini seçebilecek ve asenkron motorların temel yol verme şekillerini PLC ile programlayıp kontrol edebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Dijital giriş çıkış (I/O) modülleri hakkında bilgi toplayınız. Ayrıca 3~asenكرون motorların temel yol verme şekillerini araştırınız.

1.DİJİTAL GİRİŞ ÇIKIŞ MODÜLLERİ

1.1. PLC'nin Giriş Çıkış Sayısının Arttırılması Gereken Durumlar

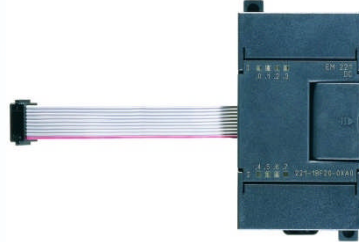
Proje tasarımlarında, PLC'nin giriş ya da çıkış sayısının yetersiz kaldığı durumlarda genişletme modülü kullanılarak giriş çıkış sayıları artırılabilir. Uygulama gereksinimlerinizi karşılamak üzere, S7-200 ailesi pek çok değişik genişleme modülleri içermektedir. Bu genişleme modüllerini S7-200 CPU' nun işlevlerini arttırmak için kullanabilirsiniz.

Değişik sayıda giriş çıkış genişleme işlemlerinde ihtiyacın giderilmesi için birçok seçenek bulunmaktadır. Giriş ve çıkış genişleme modülleri ayrı ayrı üretilebileceği gibi hem giriş hem de çıkış sayısının artırılma işlemi tek bir modülle de mümkündür. EM223 genişleme modülü buna bir örnek olarak verilebilir.

Giriş ve çıkış için ayrı ayrı genişleme modüllerin kullanılması yerine tek bir genişletme modülü kullanılarak hem maliyetten hem de alandan tasarruf sağlanmış olur.



Resim 1.1: EM 223 DC/RELAY
genişleme modülü



Resim 1.2: EM 221 DC
genişleme modülü



Resim 1.3: EM 222 RELAY genişleme modülü

1.2. Dijital Giriş Çıkış Modüllerinin Yapısı ve Özellikleri

Modül Adı ve Tanımı	Boyutlar (mm) (W x H x D)	Ağırlık	Tüketim	VDC Gereksinimi	
				+5 VDC	+24 VDC
EM 221 DI 8 x 24 VDC	46 x 80 x 62	150 g	2 W	30 mA	-
EM 221 DI 8 x AC 120/230 V	71.2 x 80 x 62	160 g	3 W	30 mA	-
EM 222 DO 8 x 24 VDC	46 x 80 x 62	150 g	2 W	50 mA	-
EM 222 DO 8 x Röle	46 x 80 x 62	170 g	2 W	40 mA	ON: 9 mA/çıkış, 20.4 ila 28.8 VDC
EM 222 DO 8 x AC 120/230 V	71.2 x 80 x 62	165 g	4 W	110 mA	-
EM 223 24 VDC 4 In/4 Out	46 x 80 x 62	160 g	2 W	40 mA	-
EM 223 24 VDC 4 In/4 Röle	46 x 80 x 62	170 g	2 W	40 mA	ON: 9 mA/çıkış, 20.4 ila 28.8 VDC
EM 223 24 VDC 8 In/8 Out	71.2 x 80 x 62	200 g	3 W	80 mA	-
EM 223 24 VDC 8 In/8 Röle	71.2 x 80 x 62	300 g	3 W	80 mA	ON: 9 mA/çıkış, 20.4 ila 28.8 VDC
EM 223 24 VDC 16 In/16 Out	137.3 x 80 x 62	360 g	6 W	160 mA	-
EM 223 24 VDC 16 In/16 Röle	137.3 x 80 x 62	400 g	6 W	150 mA	ON: 9 mA/çıkış, 20.4 ila 28.8 VDC

Tablo 1.1: Dijital genişleme modüllerinin özellikleri

Genel	24 VDC Giriş	120/230 VAC Giriş (47 to 63 HZ)
Tip	Sink/Source (IEC Tip 1 sink)	IEC Tip I
Nominal gerilim	24 VDC, 4 mA'de	120 VAC, 6 mA'de veya 230 VAC, 9 mA'de
Gerilim aralığı	30 VDC	264 VAC
Anlık akım (maks.)	35 VDC, 0.5 sn için	-
Lojik 1 (min.)	15 VDC, 2.5 mA'de	79 VAC, 2.5 mA'de
Lojik 0 (maks.)	5 VDC, 1 mA'de	20 VAC veya 1 mA AC
Giriş gecikmesi (maks.)	4.5 msn	15 msn
2 kablolu yaklaşım şalteri bağlantısı (Bero)		
Izin verilen sızıntı akımı (maks)	1 mA	1 mA AC
İzolasyon		
Optik (galvanik, sahadan lojiğe)	500 VAC, 1 dk için	1500 VAC, 1 dk için
İzolasyon grupları	Bağlantı şekillerine bakınız	1 nokta
Aynı anda ileten girişler	55° C'de tamamı	55° C'de tamamı
Kablo uzunluğu (maks.)		
Ekranlı	500 m	500 m
Ekranlı	300 m	300 m

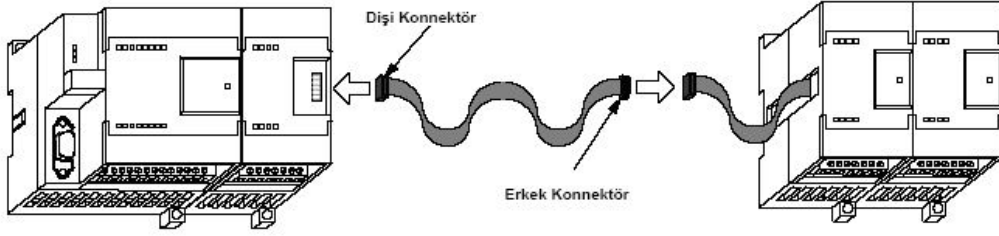
Tablo 1.2: Dijital genişleme modülü giriş özellikleri

Genel	24 VDC Çıkış	Röle Çıkış	120/230 VAC Çıkış
Tip	Yarı iletken MOSFET ¹	Serbest kontak	Triak, sıfır geçişli ²
Nominal gerilim	24 VDC	24 VDC veya 250 VAC	120/230 VAC
Gerilim aralığı	20.4 ila 28.8 VDC	5 ila 30 VDC veya 5 ila 250 VAC	40 ila 264 VAC (47 ila 63 Hz)
24 VDC bobin gerilim aralığı	-	20.4 ila 28.8 VDC	-
Anlık akım (maks.)	8 A, 100 msn için	7 A, kontak kapalıyken	5 A rms, 2 AC periyot için
Lojik 1 (min.)	20 VDC	-	L1 (-0.9 V rms)
Lojik 0 (maks.)	0.1 VDC	-	-
Nokta başına nominal akım (maks.)	0.75 A	2.00 A	0.5 A AC ³
Ortak dönüş başına nominal akım (maks.)	6 A	8 A	0.5 A AC
Sızıntı akımı (maks.)	10 mikroA	-	1.1 mA rms, 132 VAC'de ve 1.8 mA rms, 264 VAC'de
Sürülebilir lamba gücü (maks.)	5 W	30 W DC/200 W AC	60 W
Inductive clamp voltage	L+ eksi 48 V	-	-
On durumu direnci (kontak)	0.3 Ohm (maksimum)	0.2 Ohm (yeni iken)	410 Ohm (Yük akımı 0.05 A'den düşük iken)
İzolasyon			
Optik (galvanik, sahadan lojiğe)	500 VAC, 1 dk için	-	1500 VAC, 1 dk için
Lojikten kontağa	-	Yok	-
Kontaktan kontağa	-	1500 VAC, 1 dk için	-
Direnc (lojikten kontağa)	-	750 VAC, 1 dk için	-
İzolasyon grupları	Bağlantı şekillerine bakınız	100 MOhm (yeni iken min.)	-
İzolasyon grupları	Bağlantı şekillerine bakınız	4 nokta	1 nokta
Gecikme Off'tan On'a/On'dan Off'a (maks.)	50 mikrosn maks./200 mikrosn	-	0.2 msn + 1/2 AC periyot
Anahtarlama (maks.)	-	10 msn	-
Darbe frekansı (maks.) Q0.0 ve Q0.1	-	1 Hz	10 Hz
Kontak mekanik ömrü	-	10,000,000 (no load)	-
Kontak ömrü	-	100,000 (rated load)	-
Aynı anda ileten çıkışlar	55° C'de tamamı	55° C'de tamamı	55° C'de tamamı
İki çıkışın paralel bağlantısı	Mümkün	Mümkün değil	Mümkün değil
Kablo uzunluğu (maks.)			
Ekranlı	500 m	500 m	500 m
Ekranlı	150 m	150 m	150 m

Tablo 1.3: Dijital genişleme modülü çıkış özellikleri

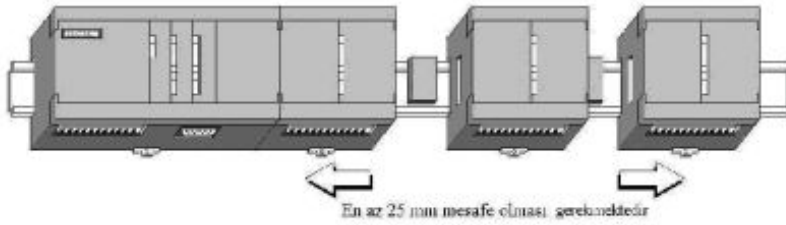
1.3. Dijital Giriş Çıkış Modüllerinin PLC ve Çevre Elemanları ile Bağlantısı

Genişleme modülleri PLC'ye bir konnektör yardımı ile bağlanır. Bağlantı yapılan her modül kendinden bir önceki modülün adresleme rakamını takip eder (Örn: I0.0---I1.0 vb.) .



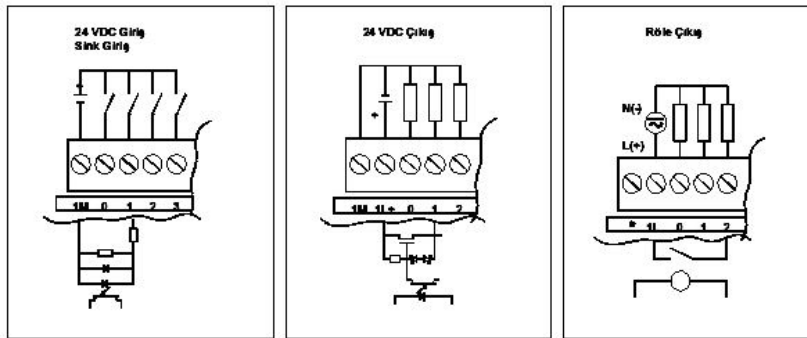
Şekil 1.1: Genişleme modüllerinin PLC ve kendi aralarındaki bağlantıları

Şekil 1.2'de bir PLC'ye bağlanan genişleme modüllerinin bağlantının yapılacağı bara üzerindeki durumları görülmektedir. PLC ve genişleme modülleri arasında minimum 25mm mesafenin korunması gerekmektedir.



Şekil 1.2: PLC'ye bağlanan genişleme modüllerinin bara üzerindeki durumu

Aşağıda çeşitli dijital giriş ve çıkış modüllerinin bağlantı şemaları görülmektedir.



Şekil 1.3: Dijital giriş ve çıkış modüllerinin bağlantıları

UYGULAMA FAALİYETİ

Bu uygulama faaliyetleri, alternatif akım motorlarındaki temel yol verme şekillerinin PLC ile kontrol edilmesine ait işleri kapsamaktadır. Toplam 4 (dört) uygulama işinden oluşmaktadır.

UYGULAMA 1: Asenkron motorunu aşırı akım rölesi ile çalıştırarak çalışmayı sinyalizasyon ile gösteriniz.

3~bir asenkron motor START butonu ile sürekli çalıştırılacaktır. Motor STOP butonuna basıldığında duracaktır. Ayrıca motor aşırı akım rölesi ile korunacaktır. Motor dururken kırmızı, çalışırken yeşil, aşırı akım rölesi koruma yapıp devreyi açtığı anda ise sarı lamba ile sinyalizasyon sağlanacaktır. İstenilen koşulları sağlayan sistemin akış diyagramını, kumanda ve güç devresini çiziniz. PLC programını yaparak PLC üzerinde simüle ediniz.

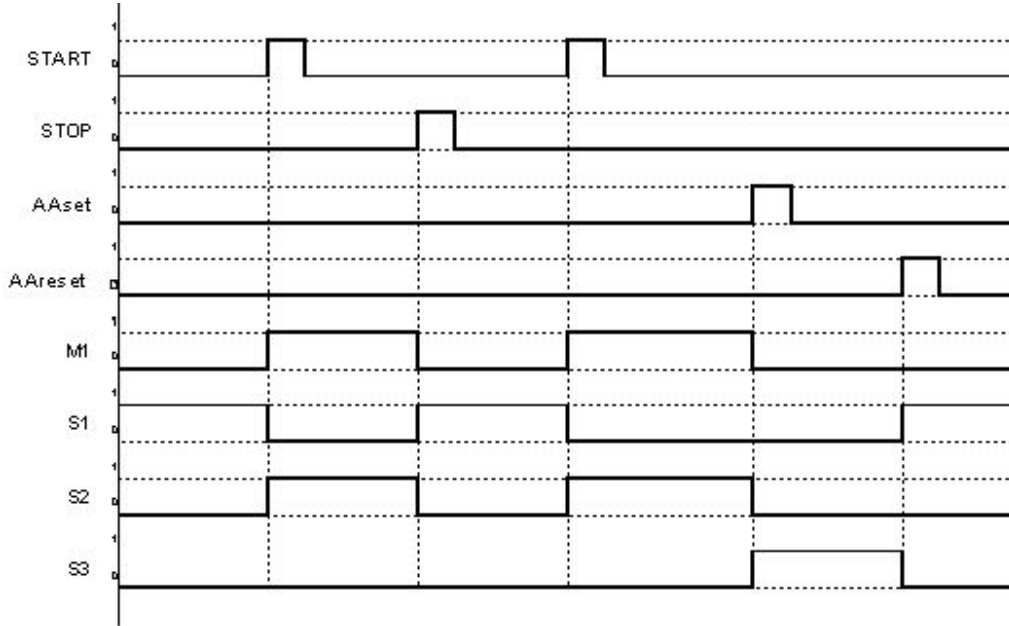
İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Asenkron motorun çalışma şekline göre ihtiyaç duyulan giriş çıkış sayısını tespit ediniz ve PLC ile diğer donanımları seçiniz.	➤ Sistemde kullanılacak giriş ve çıkış elemanlarının özelliklerini kataloglardan araştırınız. Devreye uygulanacak gerilime uygun elemanlar seçiniz.
➤ Program adımlarını belirleyiniz ve sistemin akış şemasını çıkartınız.	➤ Eğer programda zamanlayıcı veya sayıcılar var ise bu elemanlara ait akış diyagramlarını da göstermelisiniz.
➤ Probleminin kumanda ve güç devresini çiziniz.	➤
➤ Elektrik şemasının, ladder diyagramı kullanarak PLC programını yapınız.	➤ PLC programlama teknikleri modül kitabındaki ilgili bölüme bakınız.
➤ Hazırladığınız programın simülasyonunu yapınız.	➤ Simülasyonda PLC'nin bilgisayarınıza bağlı konumda olması gerektiğini unutmayınız.
➤ PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlayınız.	➤ Devre elemanlarının bağlantı uçlarını, PLC cihazı giriş çıkış terminallerinin uygun bölümlerine bağlayınız. Sistem besleme gerilimini ilgili yere dikkatli olarak bağlayınız. ➤ Çıkış elemanlarının çekeceği akım değerleri PLC'nin karşılayacağı çıkış akımından yüksek ise bir röle kartı ya da solid state röleler ile çıkışları sürünüz.
➤ PLC'yi "Run" konumuna alarak sistemi çalıştırınız.	➤ Sistemin çalışması sırasında, emniyetiniz için gerekli güvenlik önlemlerini almayı unutmayınız.

➤ **Kullanılan malzeme listesi**

	Malzemenin adı	Adedi	Malzemenin özellikleri
1	PLC cihazı	1	S7-200 / CPU-222
2	3~ Asenkron Motor	1	-
3	Kontaktör	1	A.A
4	Sinyal lambası	3	3 ayrı renk
5	Start butonu	3	Ani temaslı
6	Aşırı akım rölesi	1	-
7	AC güç kaynağı	1	AC, 0-220 V, 5A
8	DC güç kaynağı	1	DC, 0-24 V, 5A
9	Bağlantı kabloları	-	Değişik uzunlukta

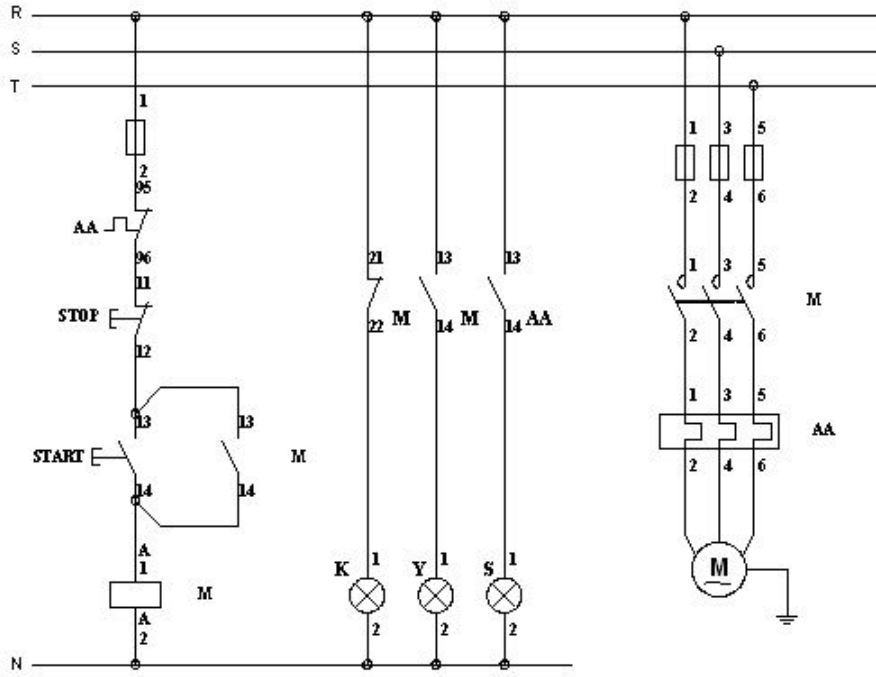
Tablo 1.4: Malzeme listesi

➤ **Sistemin akış şeması**



Şekil 1.4: Akış şeması

➤ **Kumanda ve güç devresi**

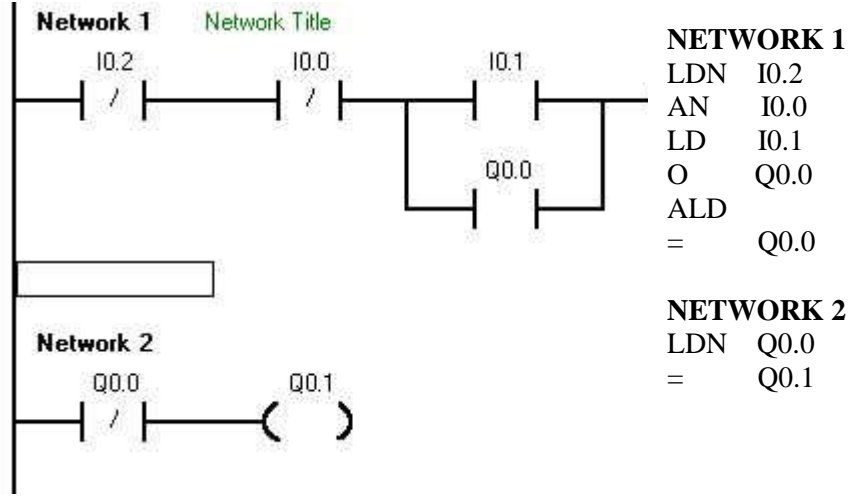


Şekil 1.5: Kumanda ve güç devresi

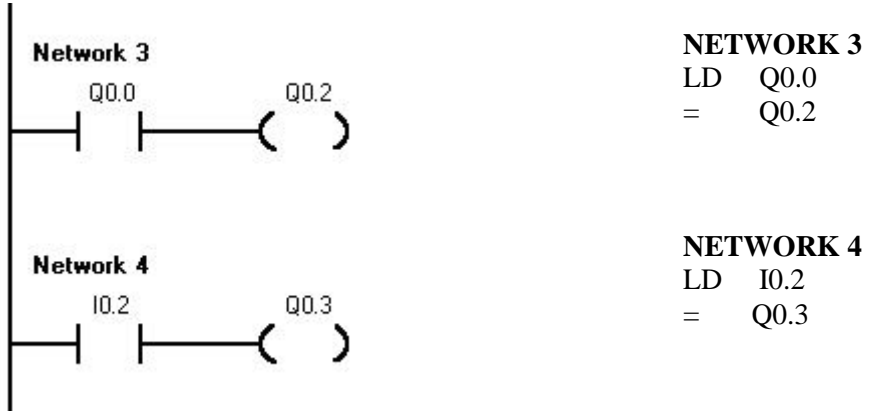
Sistemin PLC programı Ladder ve STL yöntemiyle aşağıdaki gibi yapılır.

➤ **Ladder**

STL



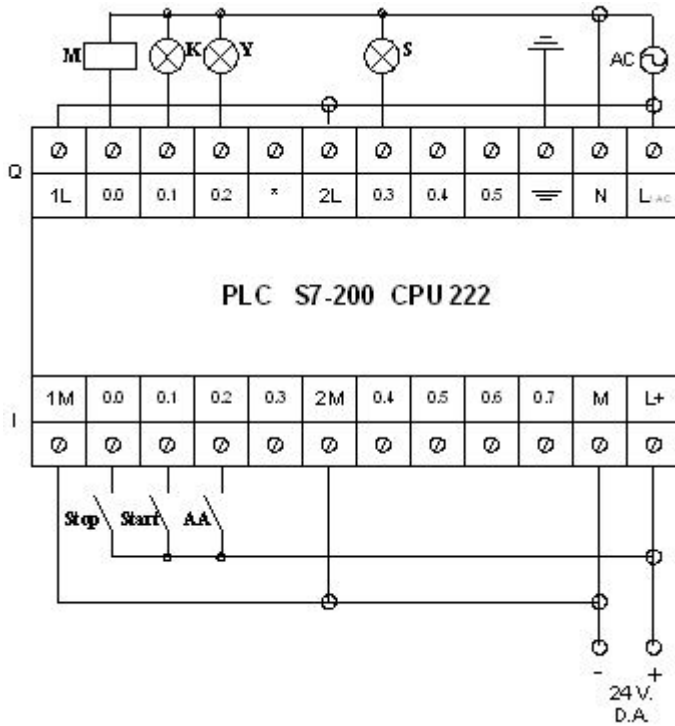
Şekil 1.6.1: Ladder diyagramı



Şekil 1.6.2: Ladder diyagramı

➤ **PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarının bağlantısı**

Devrede kullanılan giriş ve çıkış elemanlarının PLC'ye bağlantısı Şekil 1.7'deki gibi olmalıdır.



PLC Giriş ve Çıktıları	
I 0.0	Stop Butonu
I 0.1	Start Butonu
I 0.2	AA Butonu
Q 0.0	M Kontaktörü
Q 0.1	K Lambası
Q 0.2	Y Lambası
Q 0.3	S Lambası

Tablo 1.5 : PLC giriş ve çıkış elemanları

Şekil 1.7: PLC giriş ve çıkış elemanlarının bağlantısı

UYGULAMA 2: İleri-geri çalışan asenkron motora iki kademeli oto trafosu ile yol veriniz.

3~bir asenkron motor ileri ve geri yönde çalıştırılacaktır. Motor STOP butonuna basıldığında duracaktır. Motorun her iki yönde çalışmasına iki kademeli oto trafosu yardımıyla yol verilerek devam edecektir. Motor yol aldığı anda oto trafosu devre dışı kalacaktır. İstenilen koşulları sağlayan sistemin akış diyagramını, kumanda ve güç devresini çiziniz. PLC programını yaparak PLC üzerinde simüle ediniz.

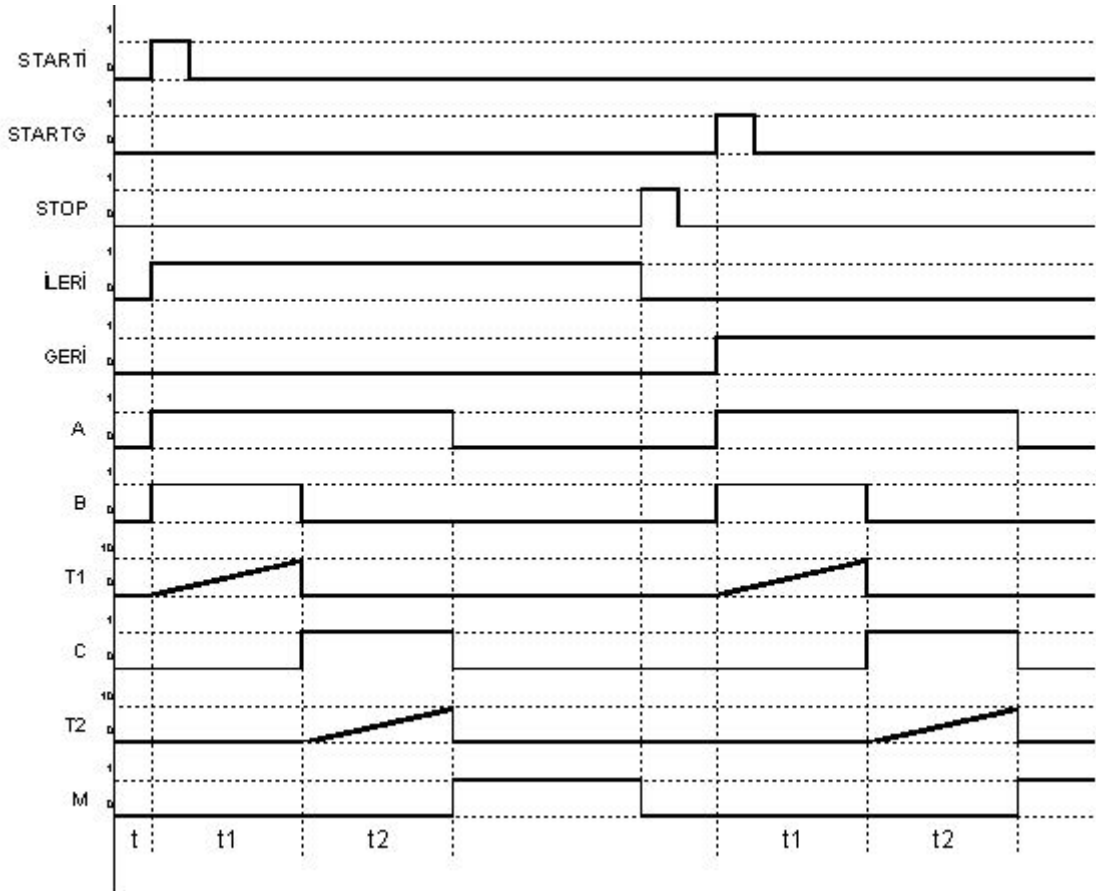
İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Asenkron motorun çalışma şekline göre ihtiyaç duyulan giriş çıkış sayısını tespit ediniz ve PLC ile diğer donanımları seçiniz.	➤ Sistemde kullanılacak giriş ve çıkış elemanlarının özelliklerini kataloğlardan araştırınız. Devreye uygulanacak gerilime uygun elemanlar seçiniz.
➤ Program adımlarını belirleyiniz ve sistemin akış şemasını çıkartınız.	➤ Eğer programda zamanlayıcı veya sayıcılar var ise bu elemanlara ait akış diyagramlarını da göstermelisiniz.
➤ Problemin kumanda ve güç devresini çiziniz.	➤
➤ Elektrik şemasının, ladder diyagramı kullanarak PLC programını yapınız.	➤ PLC programlama teknikleri modül kitabındaki ilgili bölüme bakınız.
➤ Hazırladığınız programın simülasyonunu yapınız.	➤ Simülasyonda PLC'nin bilgisayarınıza bağlı konumda olması gerektiğini unutmayınız.
➤ PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlayınız.	➤ Devre elemanlarının bağlantı uçlarını, PLC cihazı giriş çıkış terminallerinin uygun bölümlerine bağlayınız. Sistem besleme gerilimini ilgili yere dikkatli olarak bağlayınız. ➤ Oto trafosunun devreye bağlanmasına dikkat ediniz. ➤ Çıkış elemanlarının çekeceği akım değerleri PLC'nin karşılayacağı çıkış akımından yüksek ise bir röle kartı ya da solid state röleler ile çıkışları sürünüz.
➤ PLC'yi "Run" konumuna alarak sistemi çalıştırınız.	➤ Sistemin çalışması sırasında, emniyetiniz için gerekli güvenlik önlemlerini almayı unutmayınız.

➤ **Kullanılan malzeme listesi**

	Malzemenin adı	Adedi	Malzemenin özellikleri
1	PLC cihazı	1	S7-200 / CPU-222
2	3~ Asenkron Motor	1	-
3	Kontaktör	6	A.A
4	Start butonu	3	Ani temaslı
5	AC güç kaynağı	1	AC, 0-220 V, 5A
6	DC güç kaynağı	1	DC, 0-24 V, 5A
7	Bağlantı kabloları	-	Değişik uzunlukta
8	Oto Trafosu	1	İki Kademeli 0-380 V.

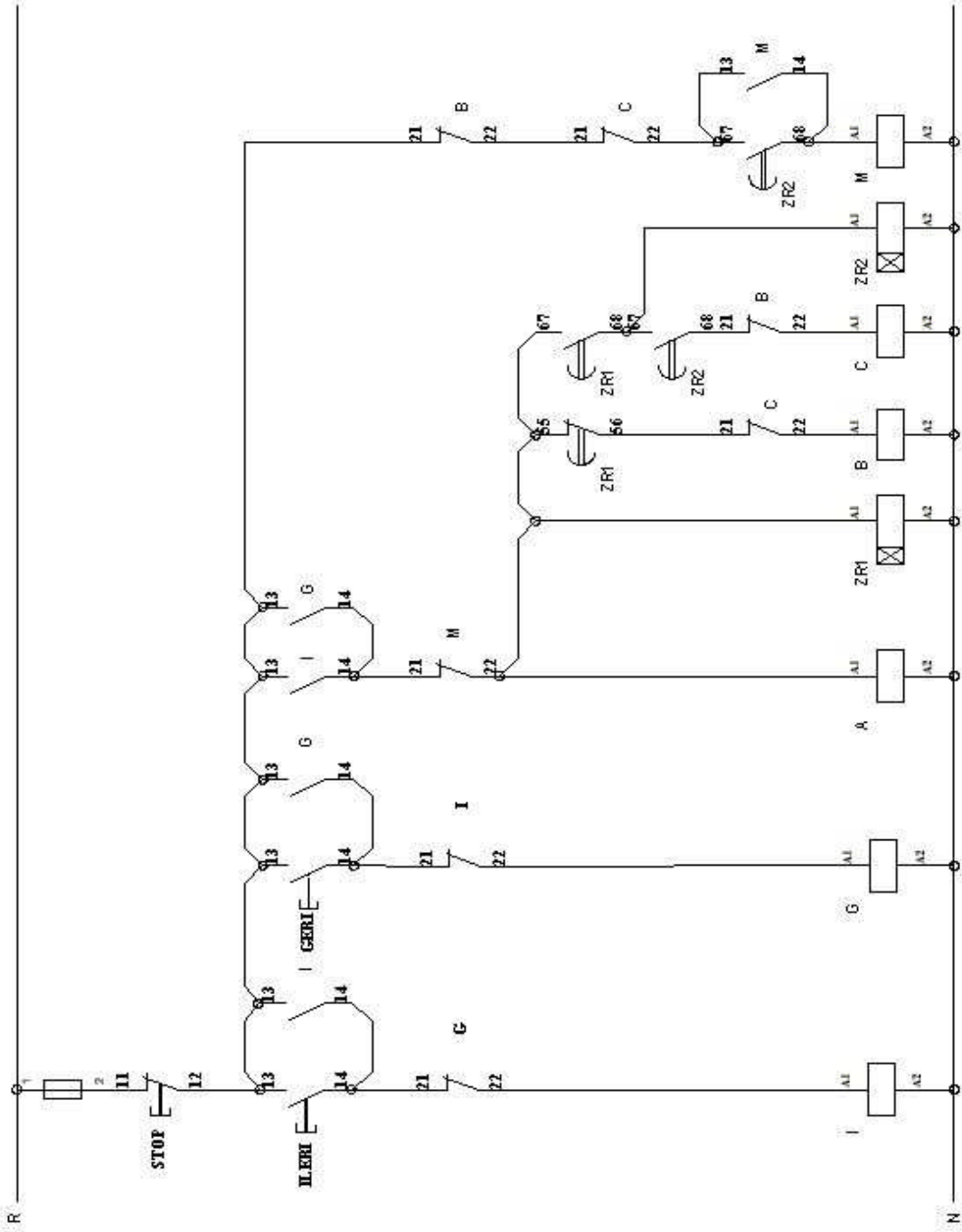
Tablo 1.6: Malzeme listesi

➤ **Sistemin akış şeması**

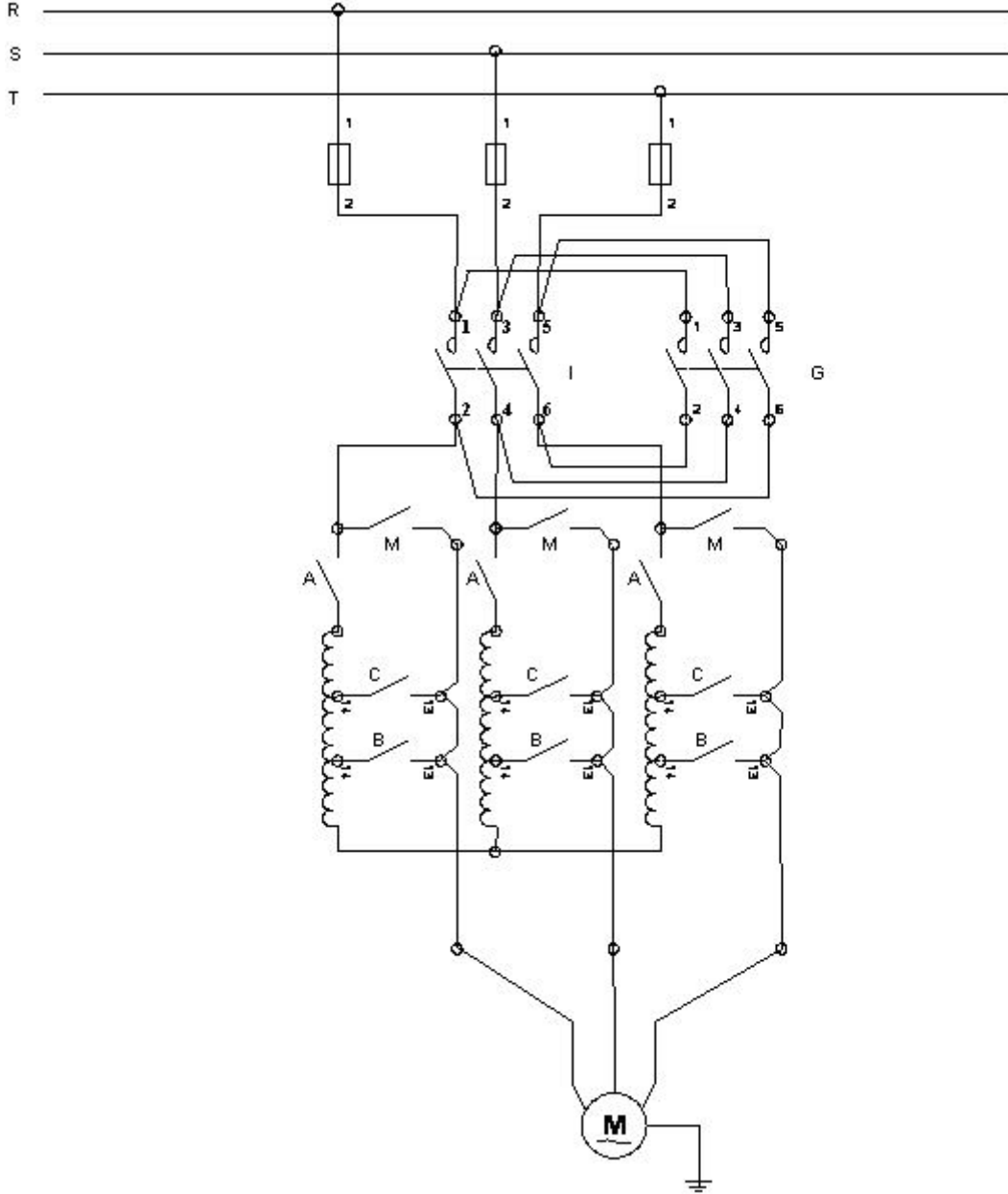


Şekil 1.8: Akış şeması

➤ Kumanda ve güç devresi



Şekil 1.9: Kumanda devresi



Şekil 1.10: Güç devresi

Sistemin PLC programı Ladder ve STL yöntemiyle, aşağıdaki gibi yapılır.

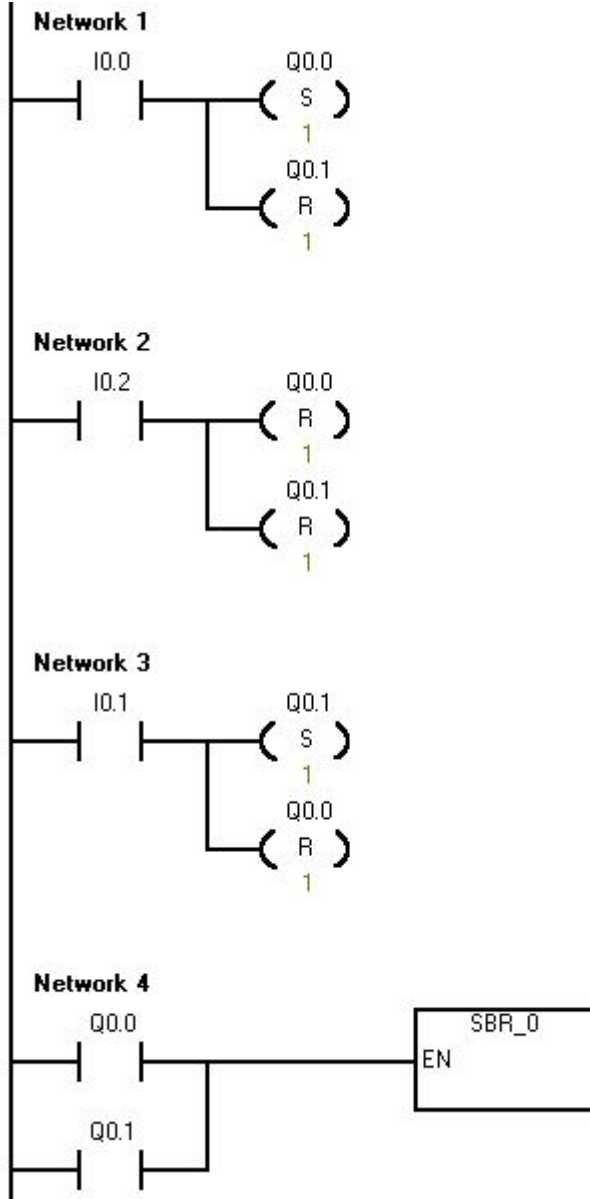
Açıklama: Bu problemin PLC programı yapılırken oto trafosunun yol verme işleminin, ileri ve geri yönde de aynı şekilde olduğuna dikkat edilmelidir. Bu yüzden PLC programını da iki parçaya ayırmak daha kolay bir programlama sağlayacaktır. Programın Main kısmında, ileri

ve geri hareket, Subroutine_0 kısmında ise ortak işlem oto trafosunun yol vermesi yer almalıdır.

➤ **Mam**

LADDER

STL



NETWORK 1

```
LD I0.0
S Q0.0, 1
R Q0.1, 1
```

NETWORK 2

```
LD I0.2
R Q0.0, 1
R Q0.1, 1
```

NETWORK 3

```
LD I0.1
S Q0.1, 1
R Q0.0, 1
```

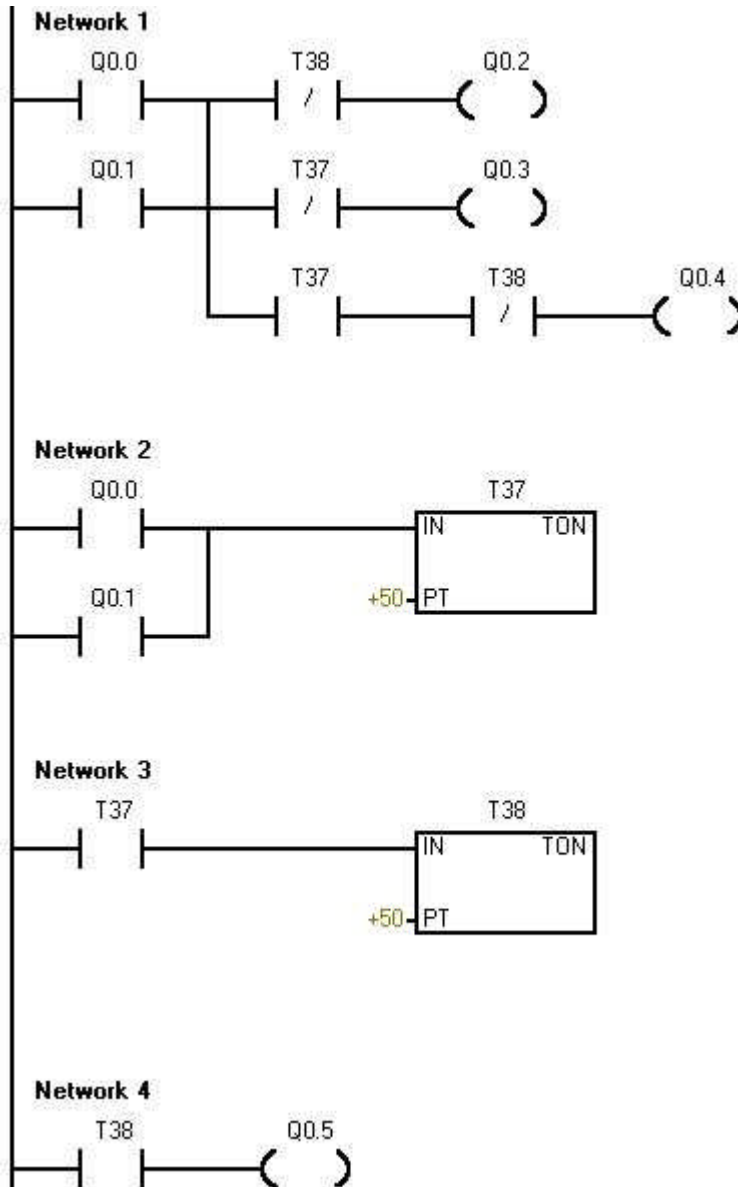
NETWORK 4

```
LD Q0.0
O Q0.1
CALL SBR_0
```

Şekil 1.11: Ladder diyagramı (MAIN)

➤ Subroutine_0

Ladder:



STL:

NETWORK 1

```
LD Q0.0
O Q0.1
LPS
AN T38
= Q0.2
LRD
AN T37
= Q0.3
LPP
A T37
AN T38
= Q0.4
```

NETWORK 2

```
LD Q0.0
O Q0.1
TON T37, +50
```

NETWORK 3

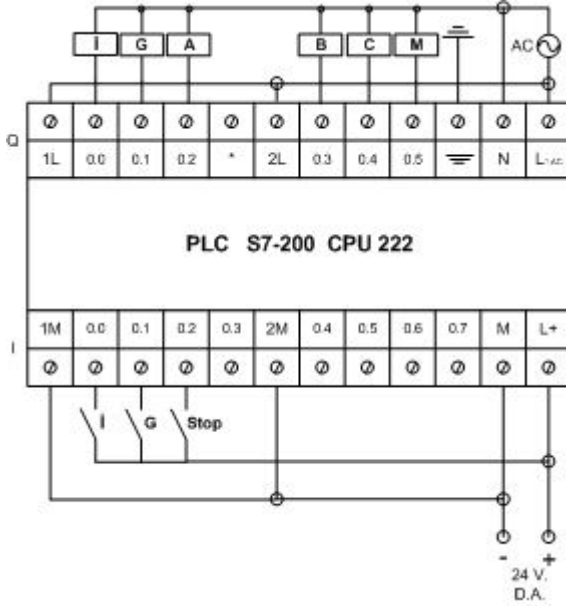
```
LD T37
TON T38, +50
```

NETWORK 4

```
LD T38
= Q0.5
```

Şekil 1.12: Ladder diyagramı (Subroutine_0)

➤ PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlantısı



PLC Giriş ve Çıkışları	
I 0.0	İleri Butonu
I 0.1	Geri Butonu
I 0.2	Stop Butonu
Q 0.0	İleri Kontaktörü
Q 0.1	Geri Kontaktörü
Q 0.2	A Kontaktörü
Q 0.3	B Kontaktörü
Q 0.4	C Kontaktörü
Q 0.5	M Kontaktörü

Tablo 1.7: PLC giriş ve çıkış elemanları

Şekil 1.13: PLC giriş ve çıkış elemanlarının bağlantısı

UYGULAMA 3: Üç fazlı ileri-geri çalışan dahlender motoru düşük ve yüksek devirli olarak çalıştırınız.

3~bir dahlender motor İleri ve geri yönde çalıştırılacaktır. Motor STOP butonuna basıldığında duracaktır. Motor her iki yönde çalışmasına önce düşük devir ile başlayacak, bir süre sonra yüksek devire geçecektir. İstenilen koşulları sağlayan sistemin akış diyagramını, kumanda ve güç devresini çiziniz. PLC programını yaparak PLC üzerinde simule ediniz.

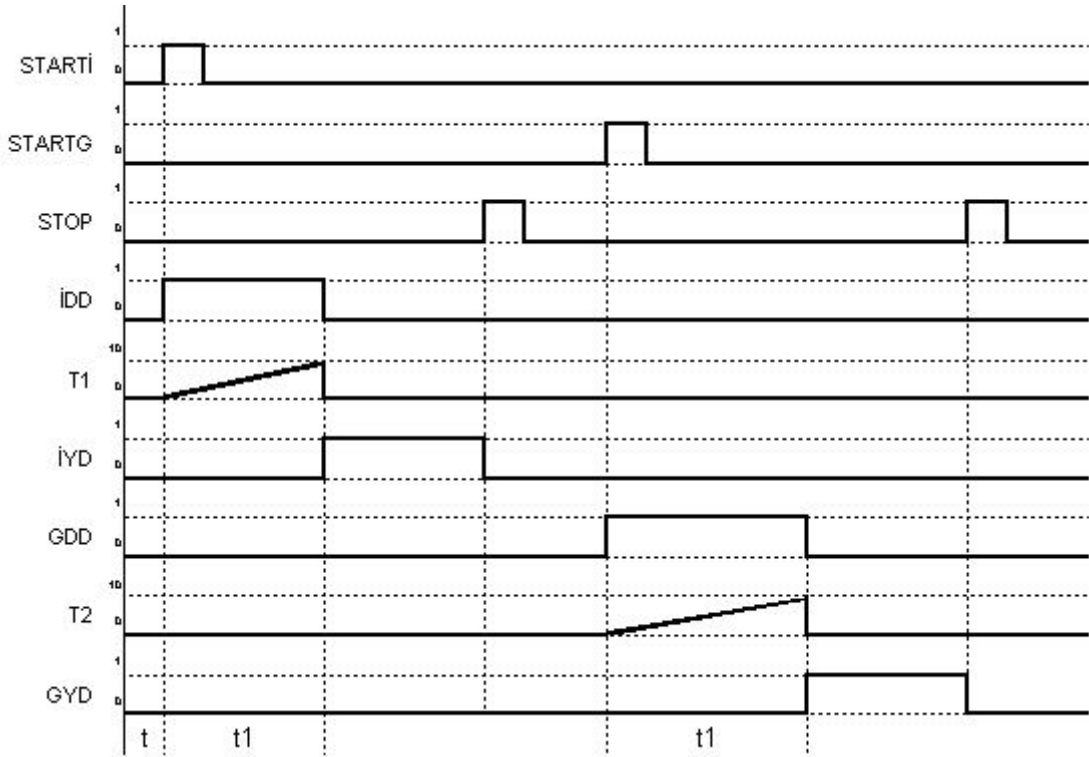
İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Asenkron motorun çalışma şekline göre ihtiyaç duyulan giriş çıkış sayısını tespit ediniz ve PLC ile diğer donanımları seçiniz.	➤ Sistemde kullanılacak giriş ve çıkış elemanlarının özelliklerini kataloglardan araştırınız. Devreye uygulanacak gerilime uygun elemanlar seçiniz.
➤ Program adımlarını belirleyiniz ve sistemin akış şemasını çıkartınız.	➤ Eğer programda zamanlayıcı veya sayıcılar var ise bu elemanlara ait akış diyagramlarını da göstermelisiniz.
➤ Probleminin kumanda ve güç devresini çiziniz.	➤
➤ Elektrik şemasının, ladder diyagramı kullanarak PLC programını yapınız.	➤ PLC Programlama Teknikleri modül kitabındaki ilgili bölüme bakınız.
➤ Hazırladığınız programın simülasyonunu yapınız.	➤ Simülasyonda PLC'nin bilgisayarınıza bağlı konumda olması gerektiğini unutmayınız.
➤ PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlayınız.	➤ Devre elemanlarının bağlantı uçlarını, PLC cihazı giriş çıkış terminallerinin uygun bölümlerine bağlayınız. Sistem besleme gerilimini ilgili yere dikkatli olarak bağlayınız. ➤ Oto trafosunun devreye bağlanmasına dikkat ediniz. ➤ Çıkış elemanlarının çekeceği akım değerleri PLC'nin karşılayacağı çıkış akımından yüksek ise bir röle kartı ya da solid state röleler ile çıkışları sürünüz.
➤ PLC'yi "Run" konumuna alarak sistemi çalıştırınız.	➤ Sistemin çalışması sırasında, emniyetiniz için gerekli güvenlik önlemlerini almayı unutmayınız.

➤ **Kullanılan malzeme listesi**

	Malzemenin adı	Adedi	Malzemenin özellikleri
1	PLC cihazı	1	S7-200 / CPU-222
2	3~ Dahlender Motor	1	-
3	Kontaktör	5	A.A
4	Start butonu	3	Ani temaslı
5	AC güç kaynağı	1	AC, 0-220 V, 5A
6	DC güç kaynağı	1	DC, 0-24 V, 5A
7	Bağlantı kabloları	-	Değişik uzunlukta

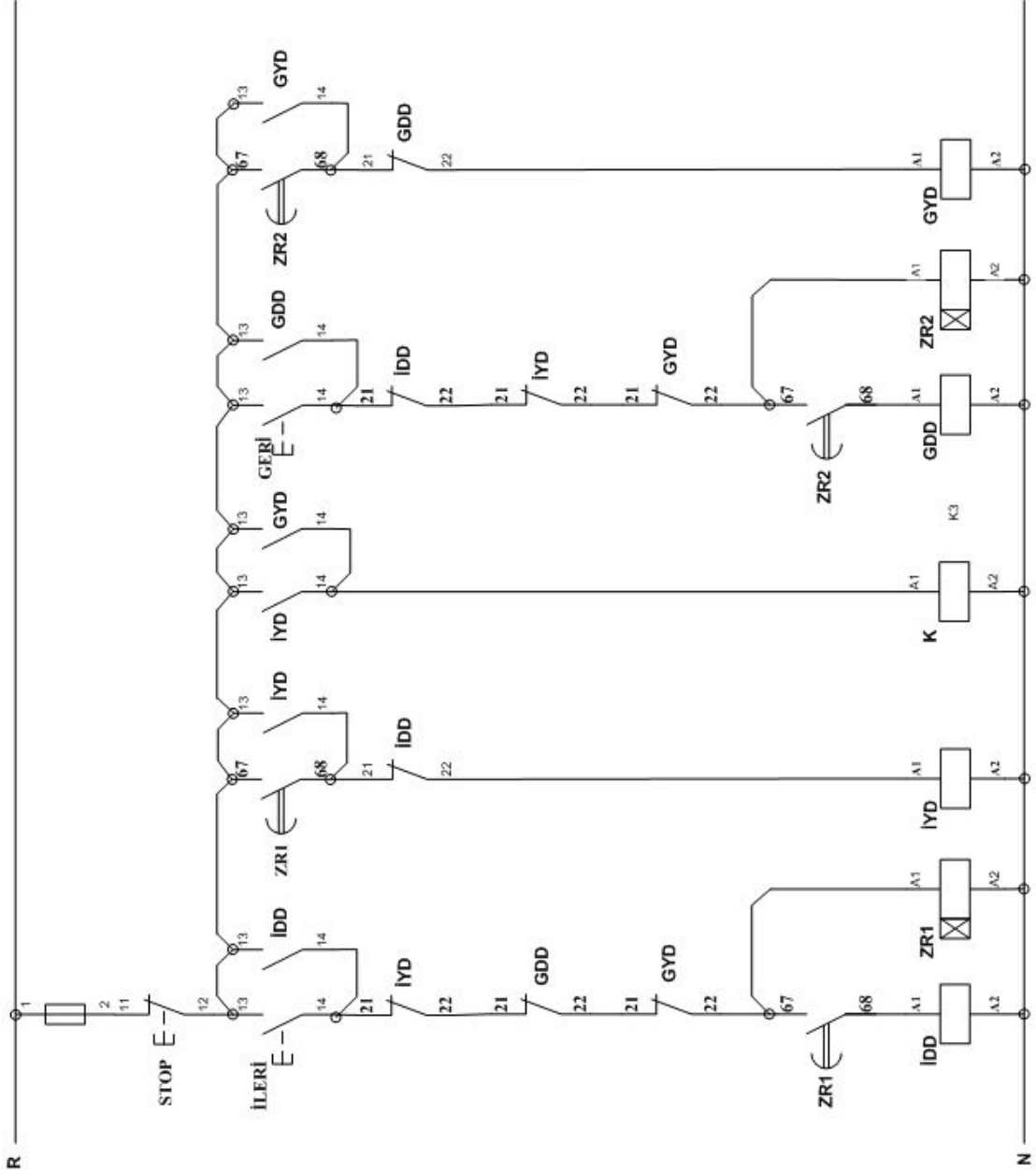
Tablo 1.8: Malzeme listesi

➤ **Sistemin akış şeması**

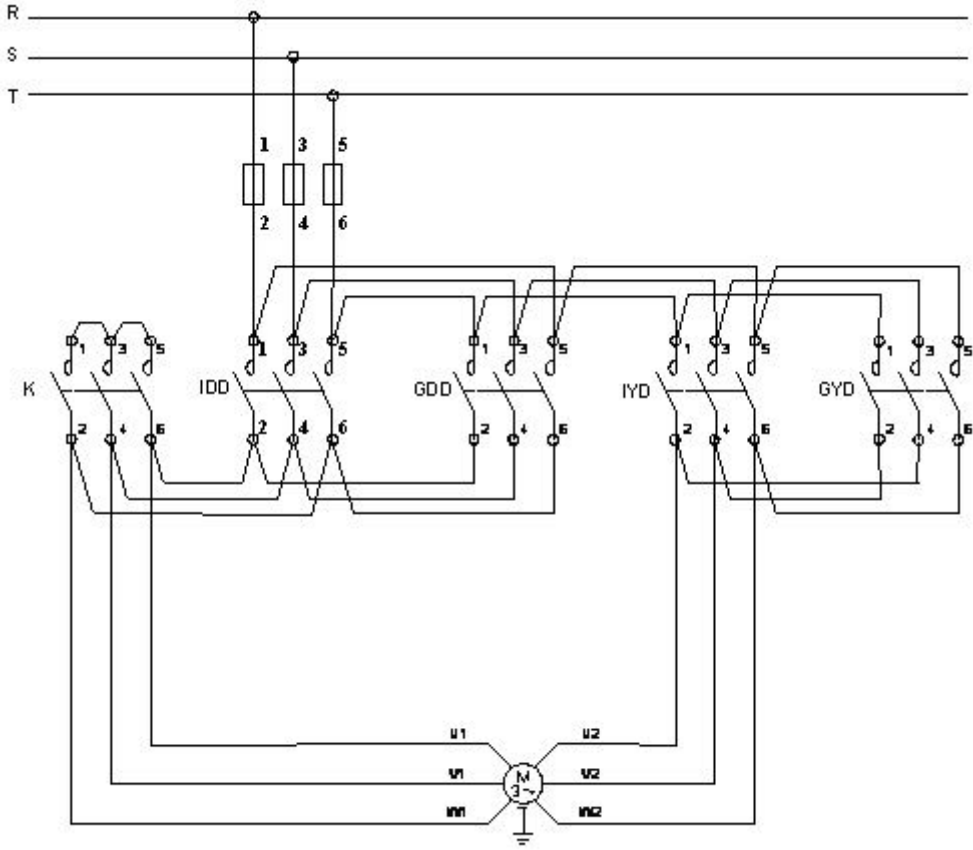


Şekil 1.14: Akış şeması

➤ Kumanda ve güç devresi



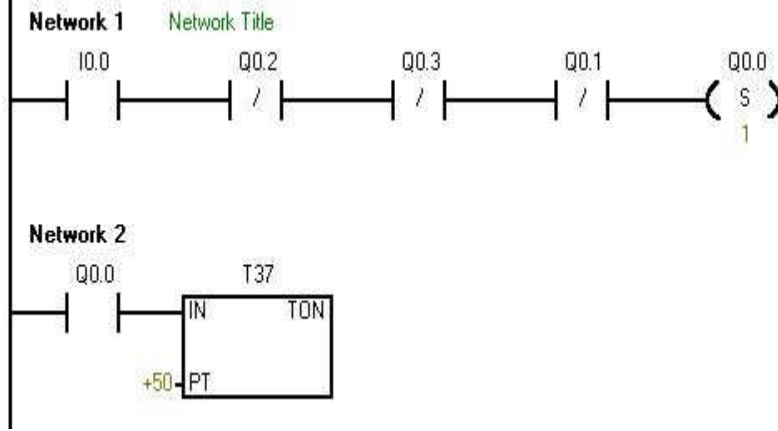
Şekil 1.15: Kumanda devresi



Şekil 1.16: Güç devresi

Sistemin PLC programı Ladder ve STL yöntemiyle aşağıdaki gibi yapılır.

Ladder:



STL

NETWORK 1

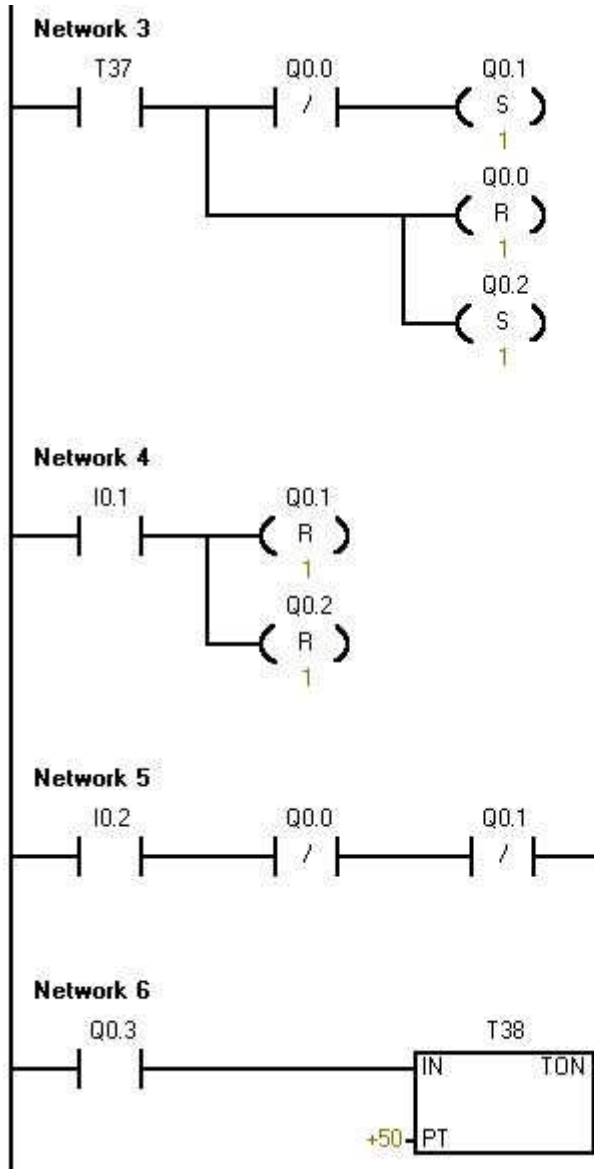
```
LD I0.0
AN Q0.2
AN Q0.3
AN Q0.1
S Q0.0, 1
```

NETWORK 2

```
LD Q0.0
TON T37, +50
```

Şekil 1.17.1: Ladder diyagramı

Ladder



STL

NETWORK 3

```
LD T37
LPS
AN Q0.0
S Q0.1, 1
LRD
R Q0.0, 1
LPP
S Q0.2, 1
```

NETWORK 4

```
LD I0.1
R Q0.1, 1
R Q0.2, 1
```

NETWORK 5

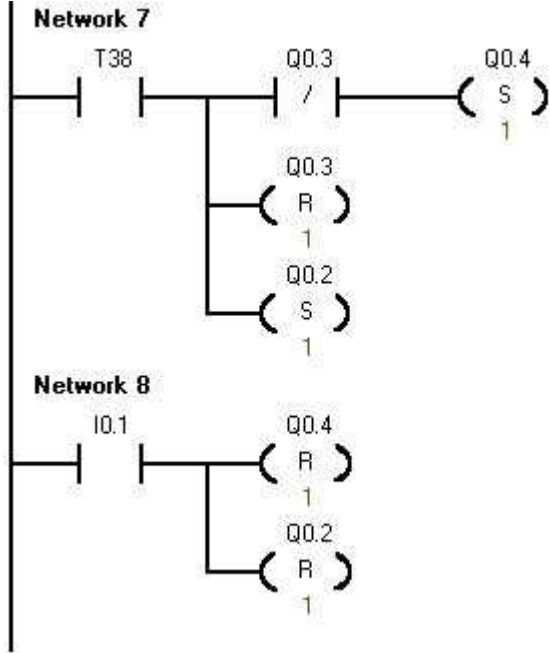
```
LD I0.2
AN Q0.0
AN Q0.1
AN Q0.4
S Q0.3, 1
```

NETWORK 6

```
LD Q0.3
TON T38, +50
```

Şekil 1.17.2: Ladder diyagramı

Ladder



STL

NETWORK 7

```

LD T38
LPS
AN Q0.3
S Q0.4, 1
LRD
R Q0.3, 1
LPP
S Q0.2, 1
    
```

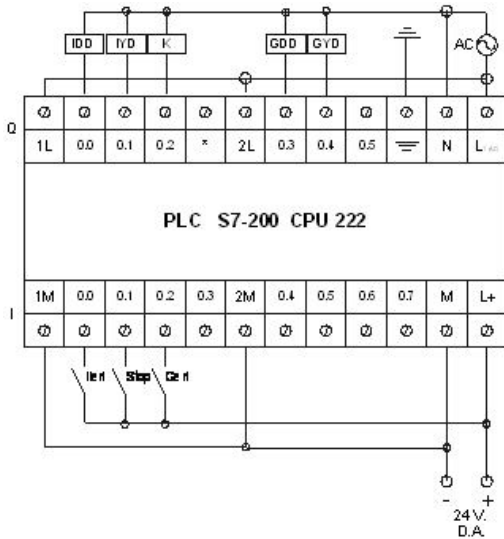
NETWORK 8

```

LD I0.1
R Q0.4, 1
R Q0.2, 1
    
```

Şekil 1.17.3: Ladder diyagramı

➤ PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlantısı



PLC Giriş ve Çıkışları	
I 0.0	İleri Butonu
I 0.1	Stop Butonu
I 0.2	Geri Butonu
Q 0.0	İleri DD
Q 0.1	İleri YD
Q 0.2	Köprü Kont.
Q 0.3	Geri DD
Q 0.4	Geri YD

Tablo 1.9: PLC giriş ve çıkış elemanları

Şekil 1.18: PLC giriş ve çıkış elemanlarının bağlantısı

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Asenkron motorun çalışma şekline göre ihtiyaç duyulan giriş çıkış sayısını tespit edebiliyor musunuz?		
2.	Sayıcı, zamanlayıcı sayısını tespit edebiliyor musunuz?		
3.	Çalışma şeklinin gerektirdiği veri işleme hızını tespit edebiliyor musunuz?		
4.	Sistemin gerektirdiği PLC ve diğer donanımları seçebiliyor musunuz?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız, öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Proje tasarımlarında, PLC'nin giriş ya da çıkış sayısının yetersiz kaldığı durumlarda genişletme modülü kullanılarak giriş çıkış sayıları artırılabilir.
2. () Dijital giriş ve çıkış genişleme hem giriş hem de çıkış sayısının artırılma işlemi tek bir modülle mümkün değildir.
3. () Dijital giriş ve çıkış Genişleme modüllerinin, giriş ve çıkış adres numaralandırılması rastgele yapılabilir.
4. () Bir PLC'nin ya da genişleme modülünün çıkışlarına direkt olarak bir altıcı bağlanamaz.
5. () Genişleme modüllerinin, dijital ve analog olarak çeşitleri mevcuttur.
6. () Genişleme modülleri PLC'ye bir konnektör yardımı ile bağlanır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Farklı işletme ortamlarında, alternatif akım ya da doğru akımla çalışan motorlu sistemlerini PLC ile programlayıp kontrol edebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Alternatif akım motorlarındaki dinamik frenlemenin nasıl yapıldığı ve nerelerde kullanıldığını araştırınız. Doğru akım motorlarının devir yönünün değiştirilmesinin şartlarını araştırınız. Ayrıca bir fazlı motorların, özellikle Üniversal motorların kumanda şekillerini ve günlük hayatımızda kullanım alanlarını araştırınız.

2. MOTORLU SİSTEMLERİN PLC İLE KONTROLÜ

2.1. Uygulamalar

Bu uygulama faaliyetleri, alternatif akım ve doğru akımda çalışan çeşitli motorların yer aldığı ve içinde birkaç farklı işlemin gerçekleştirildiği problemlerin PLC ile kontrol edilmesini kapsamaktadır. Toplam 4 (dört) uygulama işinden oluşmaktadır.

2.1.1. Bir Asenkron Motorun İleri Geri, Yıldız / Üçgen, Dinamik Frenlemeli Olarak Çalıştırılması

3~ bir asenkron motor ileri ve geri yönde çalıştırılacaktır. Her iki yönde de motora yıldız/üçgen olarak yol verilecektir. Motor stop butonuna basıldığında dinamik frenleme kullanılarak frenlenecektir. Belirlenen süre sonunda frenleme otomatik olarak son bulacaktır.

UYGULAMA FAALİYETİ

İstenilen koşulları sağlayan sistemin akış diyagramını, kumanda ve güç devresini çiziniz. PLC programını yaparak PLC üzerinde simüle ediniz.

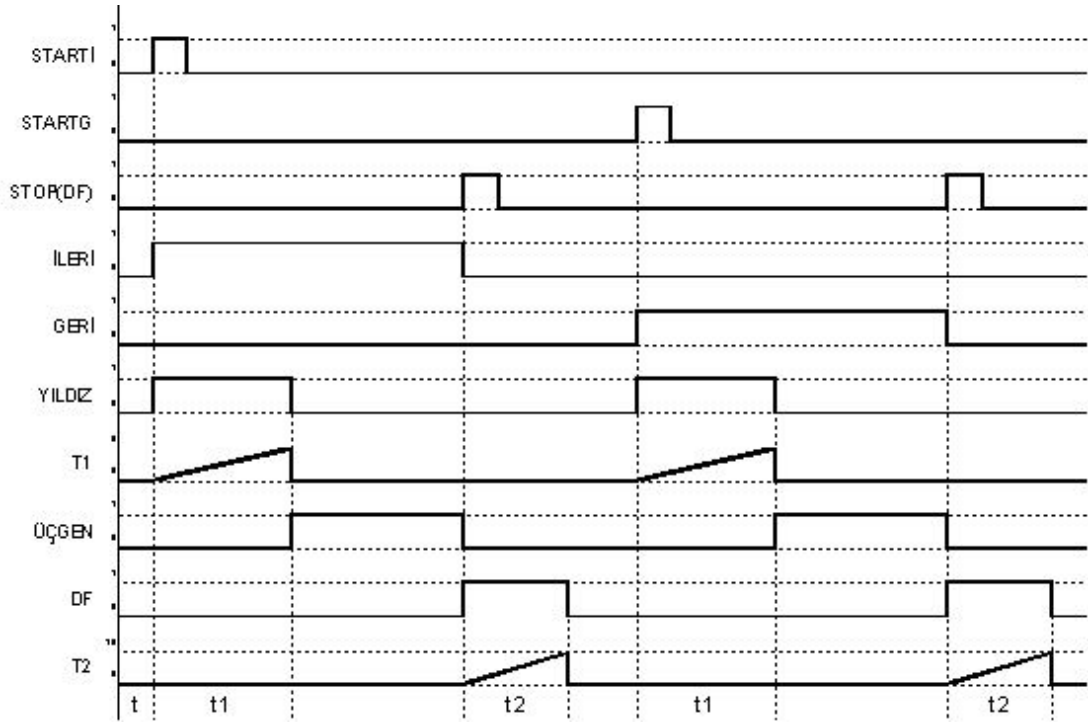
İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Asenkron motorun çalışma şekline göre ihtiyaç duyulan giriş çıkış sayısını tespit ediniz ve PLC ile diğer donanımları seçiniz.	➤ Sistemde kullanılacak giriş ve çıkış elemanlarının özelliklerini kataloglardan araştırınız. Devreye uygulanacak gerilime uygun elemanlar seçiniz.
➤ Program adımlarını belirleyiniz ve sistemin akış şemasını çıkartınız.	➤ Eğer programda zamanlayıcı veya sayıcılar var ise bu elemanlara ait akış diyagramlarını da göstermelisiniz.
➤ Probleminin kumanda ve güç devresini çiziniz.	
➤ Elektrik şemasının, ladder diyagramı kullanarak PLC programını yapınız.	➤ PLC Programlama Teknikleri modül kitabındaki ilgili bölüme bakınız.
➤ Hazırladığınız programın simülasyonunu yapınız.	➤ Simülasyonda PLC'nin bilgisayarınıza bağlı konumda olması gerektiğini unutmayınız.
➤ PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlayınız.	➤ Devre elemanlarının bağlantı uçlarını, PLC cihazı giriş çıkış terminallerinin uygun bölümlerine bağlayınız. Sistem besleme gerilimini ilgili yere dikkatli olarak bağlayınız. ➤ Yıldız/Üçgen yol verilen motor kalkış anında yüksek akım çekebileceğinden çekeceği akım değerleri PLC çıkışlarını röle kartı ya da solid state röleler ile sürünüz. ➤ Dinamik frenlemede motor çıkış uçlarının yıldız bağlanması gerektiğini unutmayınız. Aksi hâlde motor sargıları yanacaktır. Ayrıca yıldız kontaktörü ile yapılacak bağlantıda yüksek akım çekilebileceğinden, frenleme ile farklı bir yıldız bağlantı kontaktörü kullanılması daha emniyetli olacaktır.
➤ PLC'yi "Run" konumuna alarak sistemi çalıştırınız.	➤ Sistemin çalışması sırasında, emniyetiniz için gerekli güvenlik önlemlerini almayı unutmayınız.

➤ **Kullanılan malzeme listesi**

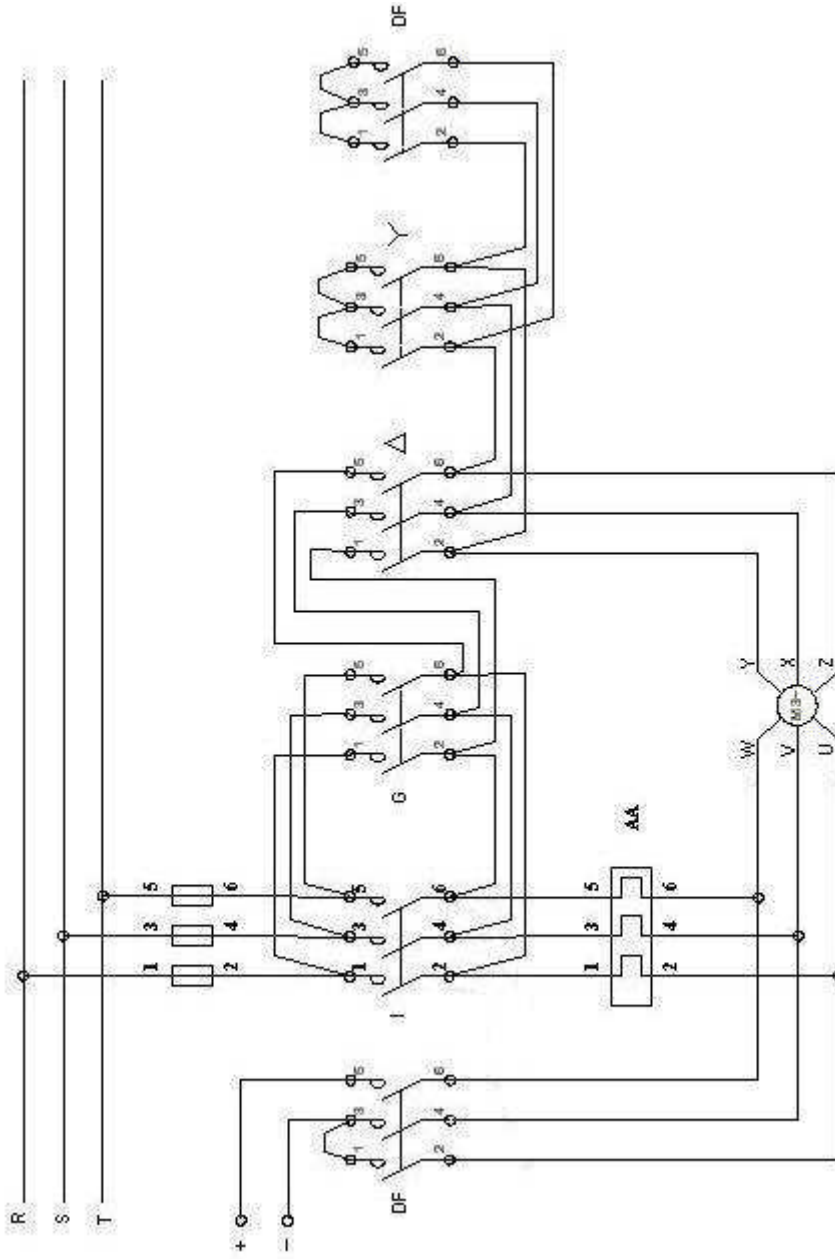
	Malzemenin adı	Adedi	Malzemenin özellikleri
1	PLC cihazı	1	S7-200 / CPU-222
2	3~ Asenkron Motor	1	λ/Δ yol verilebilir güçte
3	Kontaktör	5	A.A
4	Start butonu	3	Ani temaslı
5	AC güç kaynağı	1	AC, 0-220 V, 5A
6	DC güç kaynağı	1	DC, 0-220 V, 5A ayarlı
7	Bağlantı kabloları	-	Değişik uzunlukta

Tablo 2.1: Malzeme listesi

➤ **Sistemin akış şeması**



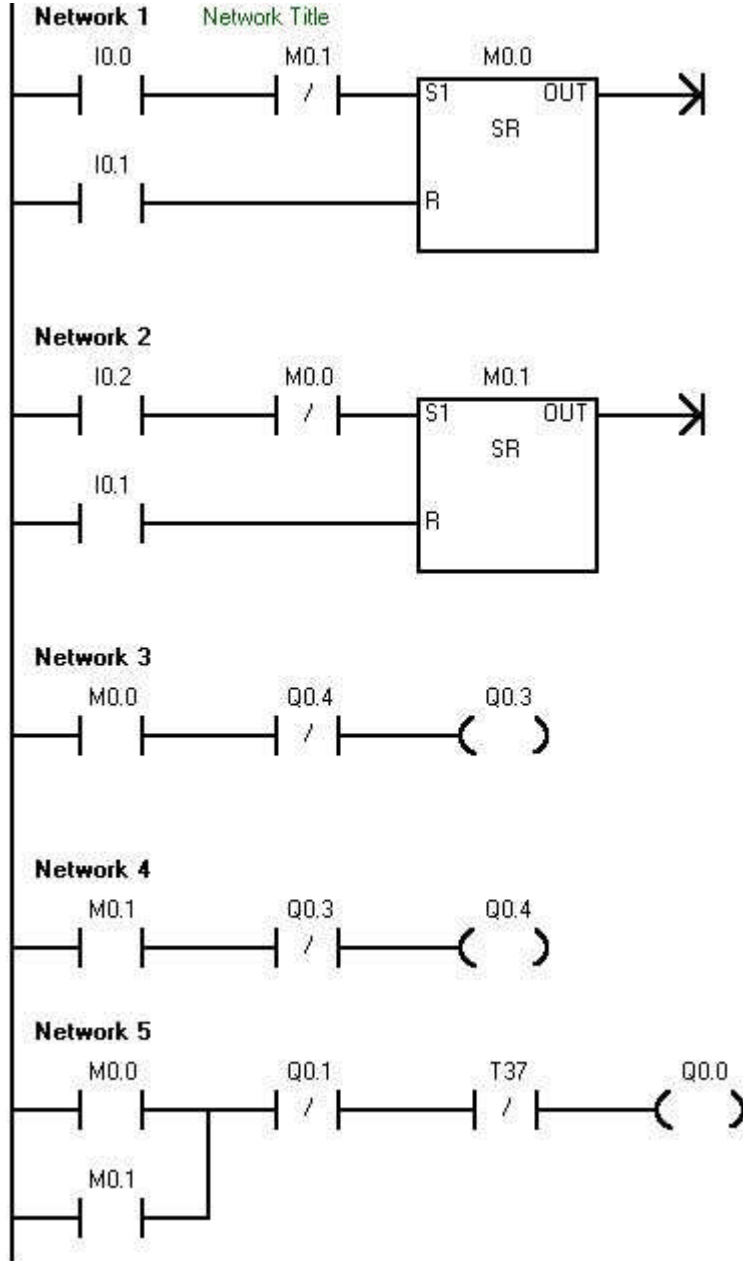
Şekil 2.1: Akış şeması



Şekil 2.3: Güç devresi

Sistemin PLC programı Ladder ve STL yöntemiyle, aşağıdaki gibi yapılır.

Ladder



STL

NETWORK 1

```
LD I0.0
AN M0.1
LD I0.1
NOT
A M0.0
OLD
= M0.0
```

NETWORK 2

```
LD I0.2
AN M0.0
LD I0.1
NOT
A M0.1
OLD
= M0.1
```

NETWORK 3

```
LD M0.0
AN Q0.4
= Q0.3
```

NETWORK 4

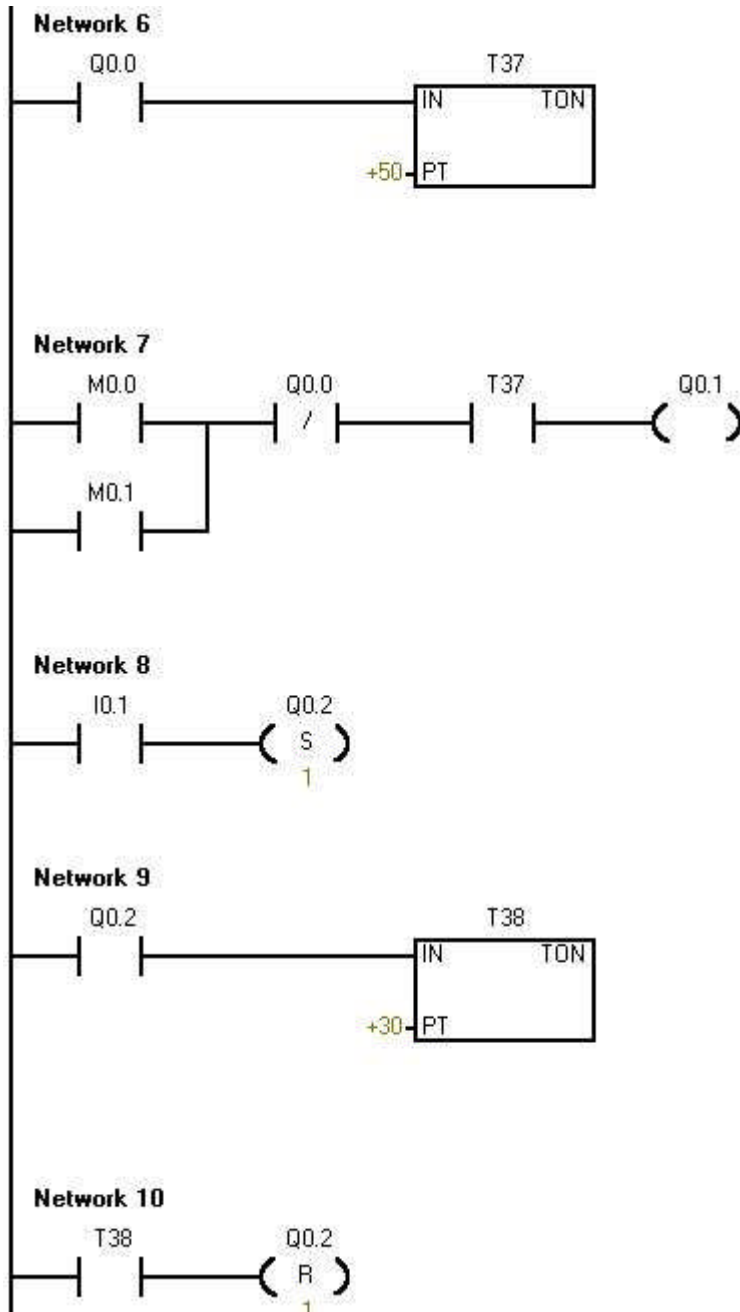
```
LD M0.1
AN Q0.3
= Q0.4
```

NETWORK 5

```
LD M0.0
O M0.1
AN Q0.1
AN T37
= Q0.0
```

Şekil 2.4.1: Ladder diyagramı

Ladder



STL

NETWORK 6
LD Q0.0
TON T37, +50

NETWORK 7
LD M0.0
O M0.1
AN Q0.0
A T37
= Q0.1

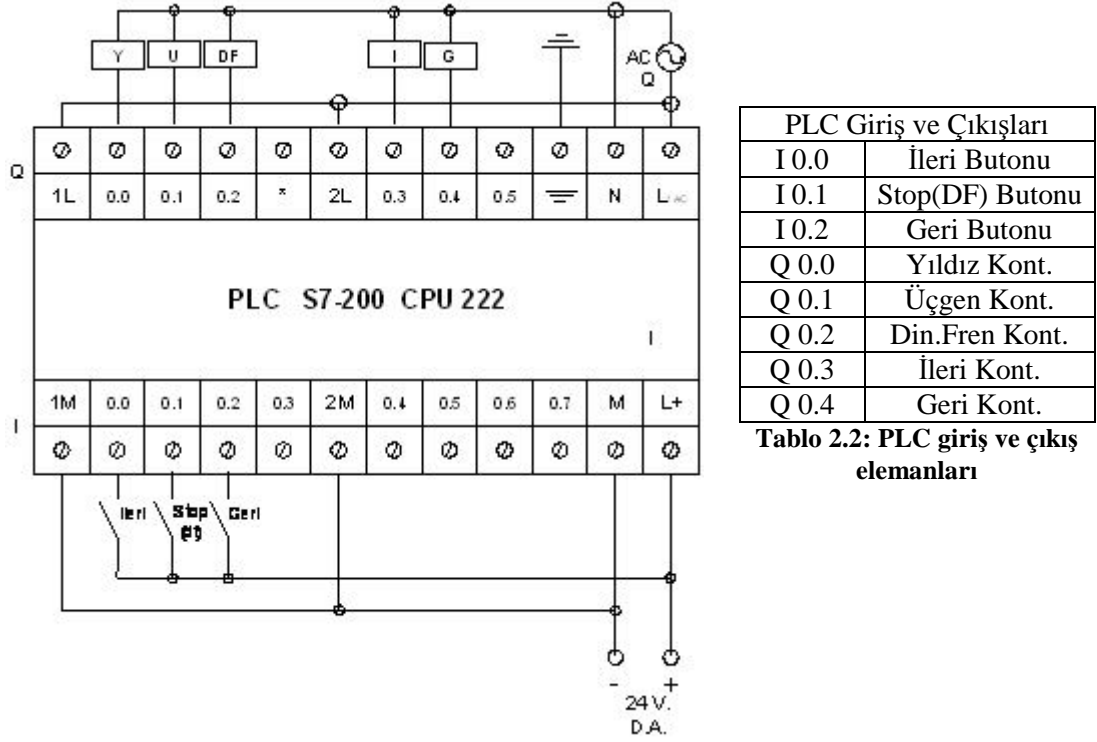
NETWORK 8
LD I0.1
S Q0.2, 1

NETWORK 9
LD Q0.2
TON T38, +30

NETWORK 10
LD T38
R Q0.2, 1

Şekil 2.4.2: Ladder diyagramı

➤ **PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlantısı**



Şekil 2.5: PLC giriş ve çıkış elemanlarının bağlantısı

2.1.2. DC Motorun Devir Yönü Değişimli Çalıştırılması

Bir DC Şönt motor ileri ve geri yönde çalıştırılacaktır. Her iki yönde de motora yol verme direnci ile yol verilecek, motor yol aldıktan sonra yol verme direnci devre dışı bırakılacaktır. Motorun şönt sargısı sürekli devrede kalacaktır. İstenilen koşulları sağlayan sistemin akış diyagramını, kumanda ve güç devresini çiziniz. PLC programını yaparak PLC üzerinde simüle ediniz.

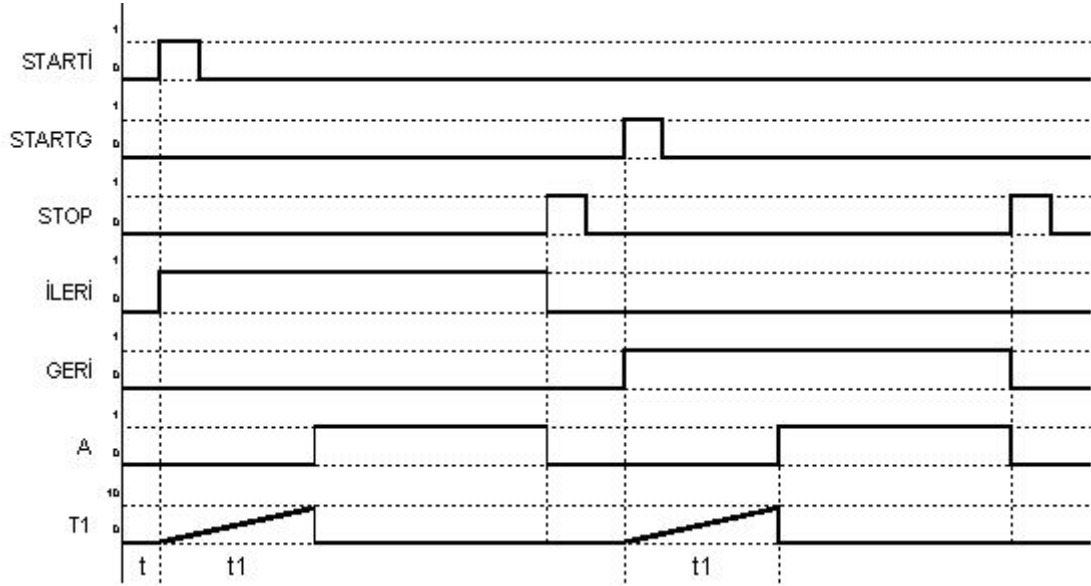
İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Asenkron motorun çalışma şekline göre ihtiyaç duyulan giriş çıkış sayısını tespit ediniz ve PLC ile diğer donanımları seçiniz.	➤ Sistemde kullanılacak giriş ve çıkış elemanlarının özelliklerini kataloglardan araştırınız. Devreye uygulanacak gerilime uygun elemanlar seçiniz.
➤ Program adımlarını belirleyiniz ve sistemin akış şemasını çıkartınız.	➤ Eğer programda zamanlayıcı veya sayıcılar var ise bu elemanlara ait akış diyagramlarını da göstermelisiniz.
➤ Probleminin kumanda ve güç devresini çiziniz.	➤
➤ Elektrik şemasının, ladder diyagramı kullanarak PLC programını yapınız.	➤ PLC Programlama Teknikleri modül kitabındaki ilgili bölüme bakınız.
➤ Hazırladığınız programın simülasyonunu yapınız.	➤ Simülasyonda PLC'nin bilgisayarınıza bağlı konumda olması gerektiğini unutmayınız.
➤ PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlayınız.	➤ Devre elemanlarının bağlantı uçlarını, PLC cihazı giriş çıkış terminallerinin uygun bölümlerine bağlayınız. Sistem besleme gerilimini ilgili yere dikkatli olarak bağlayınız. ➤ DC motorun devir yönünün değiştirilmesinde ana sargı veya sadece şönt sargıdan geçen akımın yönünün değiştirilmesi gerektiğini göz önüne alınız.
➤ PLC'yi "Run" konumuna alarak sistemi çalıştırınız.	➤ Sistemin çalışması sırasında, emniyetiniz için gerekli güvenlik önlemlerini almayı unutmayınız.

➤ **Kullanılan malzeme listesi**

	Malzemenin adı	Adedi	Malzemenin özellikleri
1	PLC cihazı	1	S7-200 / CPU-222
2	DC Motor	1	Şönt sargılı
3	Kontaktör	3	D.A
4	Start butonu	3	Ani temaslı
5	DC güç kaynağı	1	DC, 0-220 V, 5A ayarlı
6	Bağlantı kabloları	-	Değişik uzunlukta

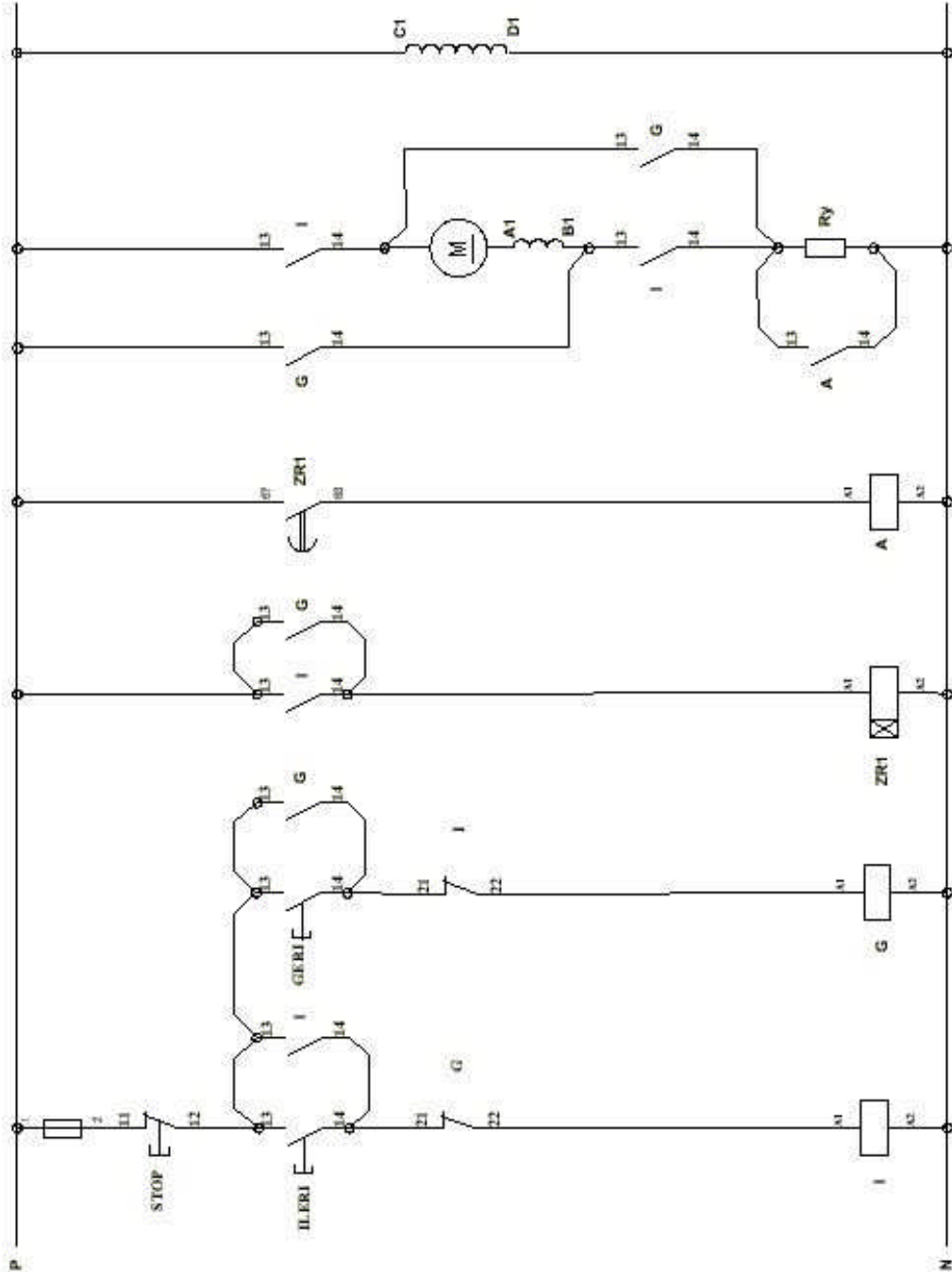
Tablo 2.3: Malzeme listesi

➤ **Sistemin akış şeması**



Şekil 2.6: Akış şeması

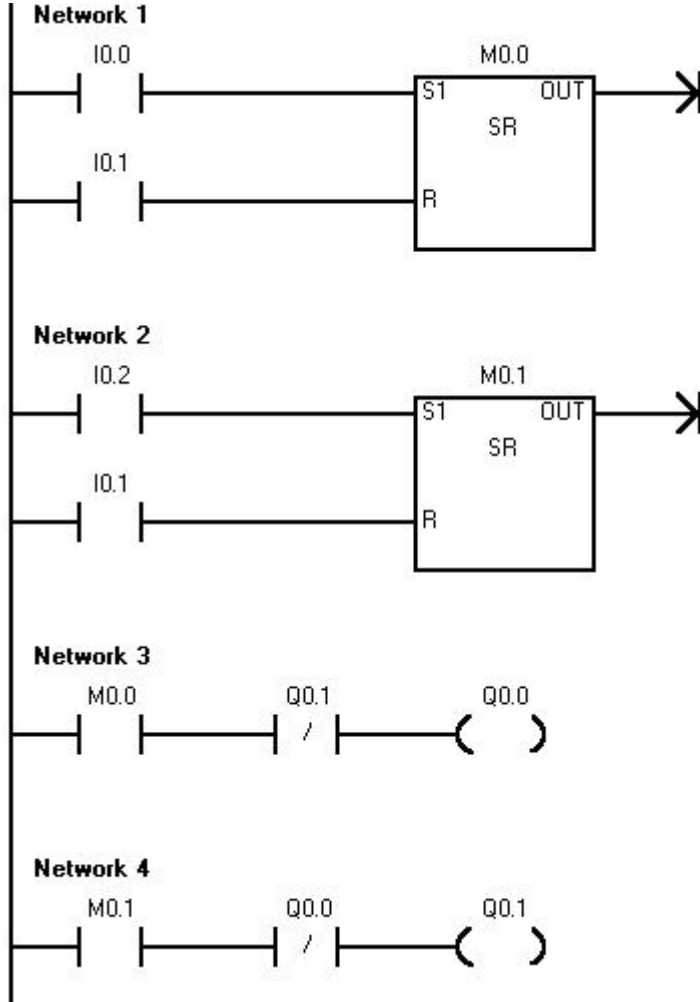
➤ Kumanda ve güç devresi



Şekil 2.7: Kumanda ve güç devresi

Sistemin PLC programı Ladder ve STL yöntemiyle aşağıdaki gibi yapılır.

Ladder



STL

NETWORK 1

```
LD I0.0
LD I0.1
NOT
A M0.0
OLD
= M0.0
```

NETWORK 2

```
LD I0.2
LD I0.1
NOT
A M0.1
OLD
= M0.1
```

NETWORK 3

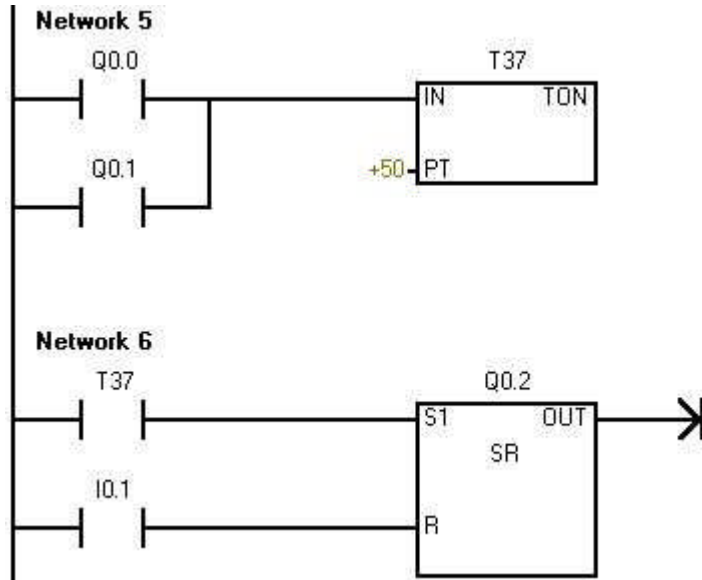
```
LD M0.0
AN Q0.1
= Q0.0
```

NETWORK 4

```
LD M0.1
AN Q0.0
= Q0.1
```

Şekil 2.8.1: Ladder diyagramı

Ladder



STL

NETWORK 5

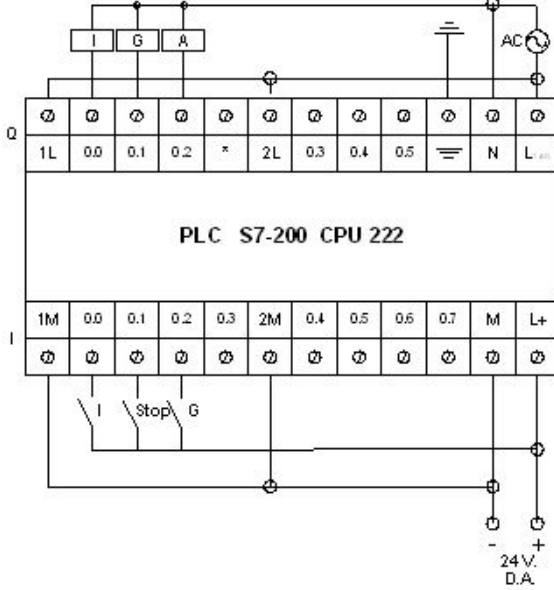
```
LD Q0.0  
O Q0.1  
TON T37, +50
```

NETWORK 6

```
LD T37  
LD I0.1  
NOT  
A Q0.2  
OLD  
= Q0.2
```

Şekil 2.8.2: Ladder diyagramı

➤ **PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlantısı**



PLC Giriş ve Çıkışları	
I 0.0	İleri Butonu
I 0.1	Stop(DF) Butonu
I 0.2	Geri Butonu
Q 0.0	İleri Kont
Q 0.1	Geri Kont
Q 0.2	A Kont.

Tablo 2.4: PLC giriş ve çıkış elemanları

Şekil 2.9: PLC giriş ve çıkış elemanlarının bağlantısı

2.1.3. Dört Adet Asenkron Motorun Çalışma İsteği Belirtilerek Çalıştırılması

Sistemde B1 butonu M1 motorunun, B2 butonu M2 motorunun, B3 butonu M3 motorunun, B4 butonu M4 motorunun çalışma isteğini belirtecektir. Çalışması istenilen motorun butonuna basılacak, istek sinyal lambası ile belirtilecek, B5 butonuna basıldığında yalnız çalışması istenen motorlar çalışacaktır. B6 butonuna basıldığında tüm çalışan motorlar duracaktır. İstenilen koşulları sağlayan sistemin akış diyagramını, kumanda ve güç devresini çiziniz. PLC programını yaparak PLC üzerinde simüle ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Asenkron motorun çalışma şekline göre ihtiyaç duyulan giriş çıkış sayısını tespit ediniz ve PLC ile diğer donanımları seçiniz.	➤ Sistemde kullanılacak giriş ve çıkış elemanlarının özelliklerini kataloglardan araştırınız. Devreye uygulanacak gerilime uygun elemanlar seçiniz.
➤ Program adımlarını belirleyiniz ve sistemin akış şemasını çıkartınız.	➤ Eğer programda zamanlayıcı veya sayıcılar var ise bu elemanlara ait akış diyagramlarını da göstermelisiniz.
➤ Probleminin kumanda ve güç devresini çiziniz.	➤
➤ Elektrik şemasının, ladder diyagramı kullanarak PLC programını yapınız.	➤ PLC Programlama Teknikleri modül kitabındaki ilgili bölüme bakınız.

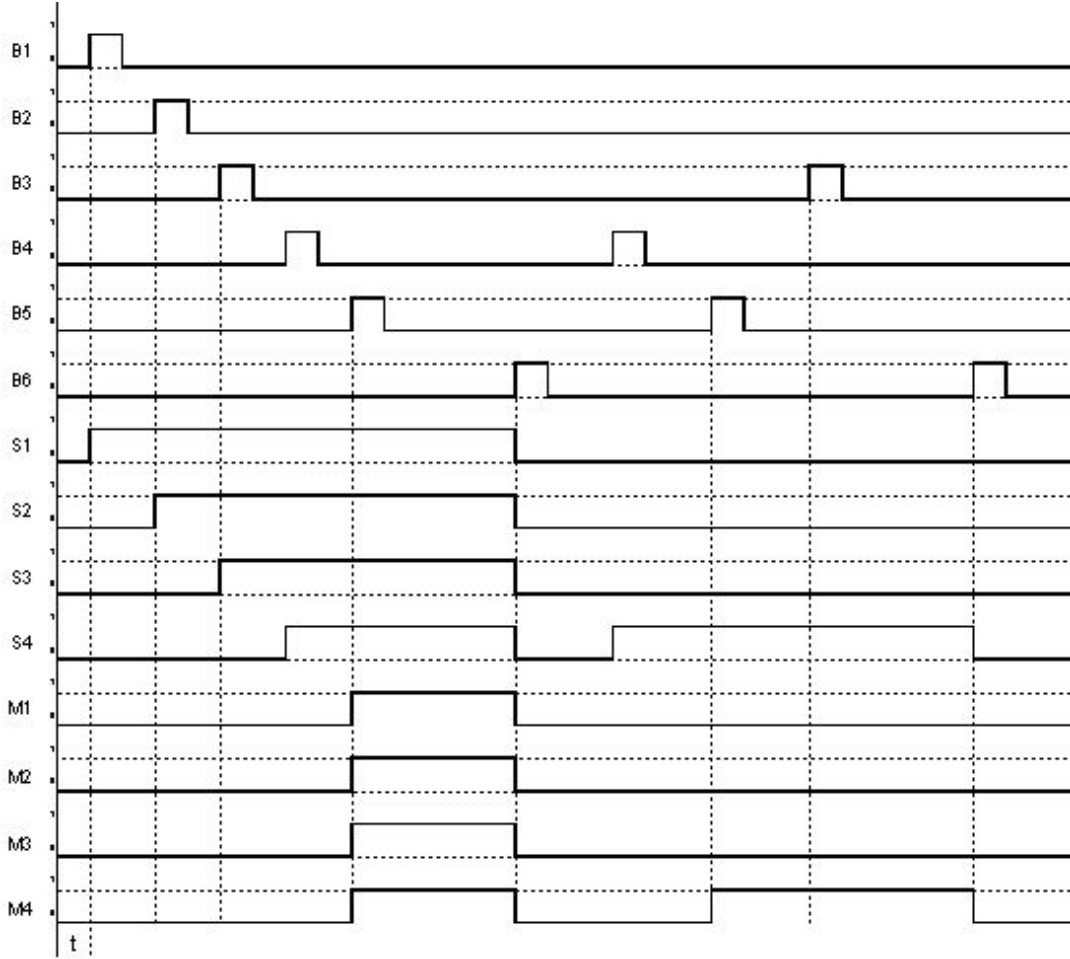
➤ Hazırladığınız programın simülasyonunu yapınız.	➤ Simülasyonda PLC'nin bilgisayarınıza bağlı konumda olması gerektiğini unutmayınız.
➤ PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlayınız.	➤ Devre elemanlarının bağlantı uçlarını, PLC cihazı giriş çıkış terminallerinin uygun bölümlerine bağlayınız. Sistem besleme gerilimini ilgili yere dikkatli olarak bağlayınız. ➤
➤ PLC'yi Run konumuna alarak sistemi çalıştırınız.	➤ Sistemin çalışması sırasında, emniyetiniz için gerekli güvenlik önlemlerini almayı unutmayınız.

➤ **Kullanılan malzeme listesi**

	Malzemenin adı	Adedi	Malzemenin özellikleri
1	PLC cihazı	1	S7-200 / CPU-222
2	DC Motor	1	Şönt sargılı
3	Kontaktör	3	D.A
4	Start butonu	3	Ani temaslı
5	DC güç kaynağı	1	DC, 0-220 V, 5A ayarlı
6	Bağlantı kabloları	-	Değişik uzunlukta

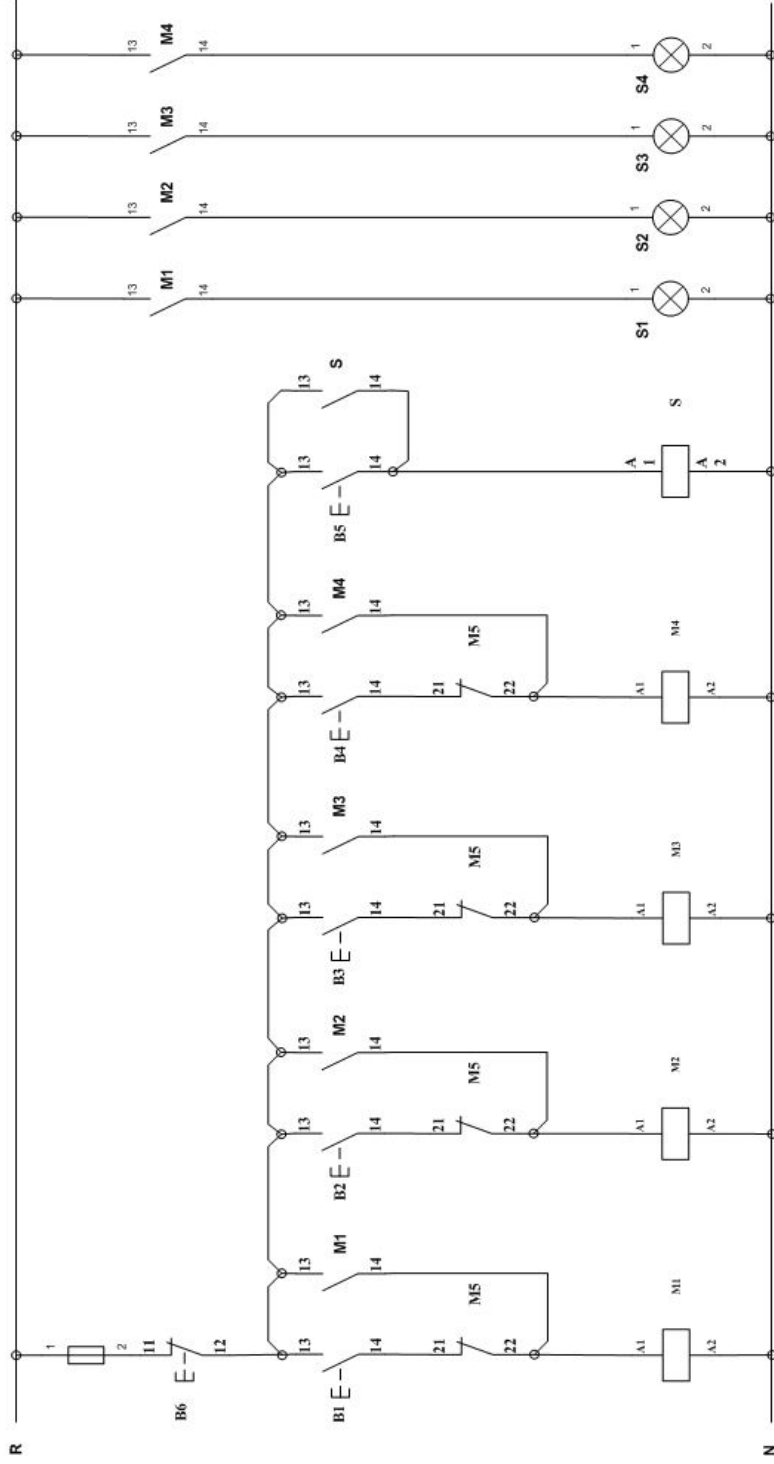
Tablo 2.5: Malzeme listesi

➤ **Sistemin akış şeması**

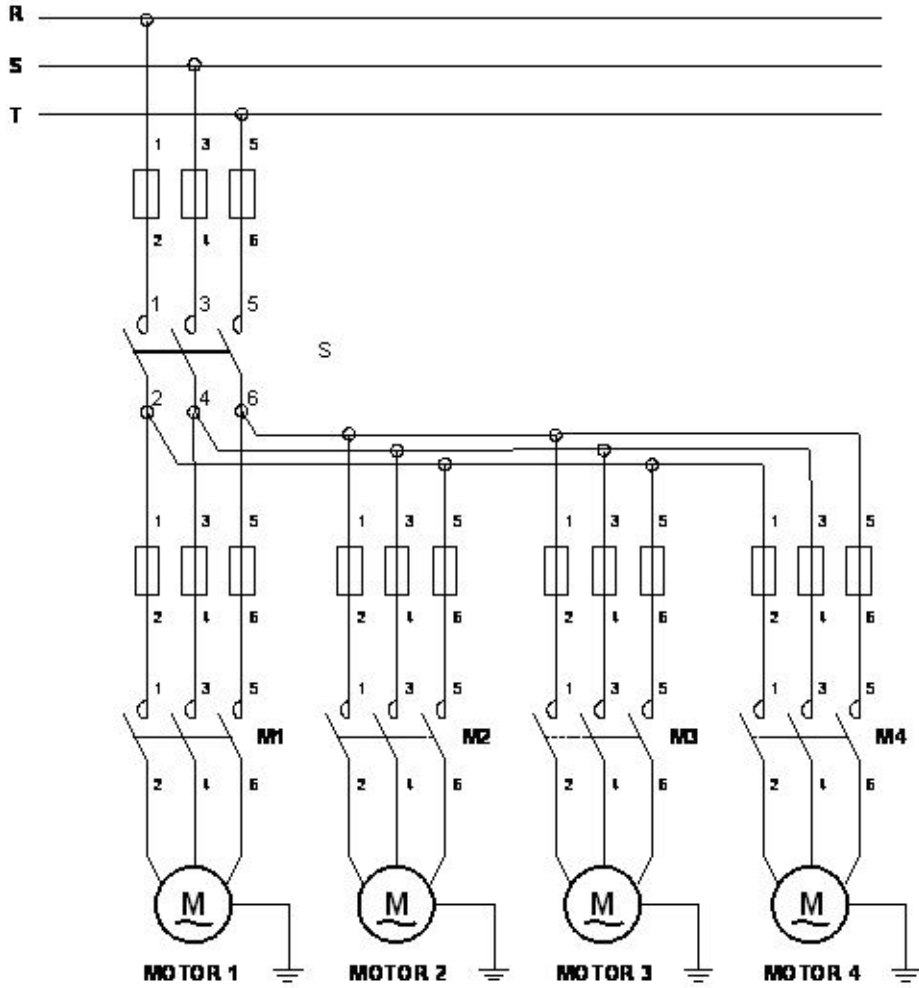


Şekil 2.10: Akış şeması

➤ Kumanda ve güç devresi



Şekil 2.11: Kumanda devresi



Şekil 2.12: Güç devresi

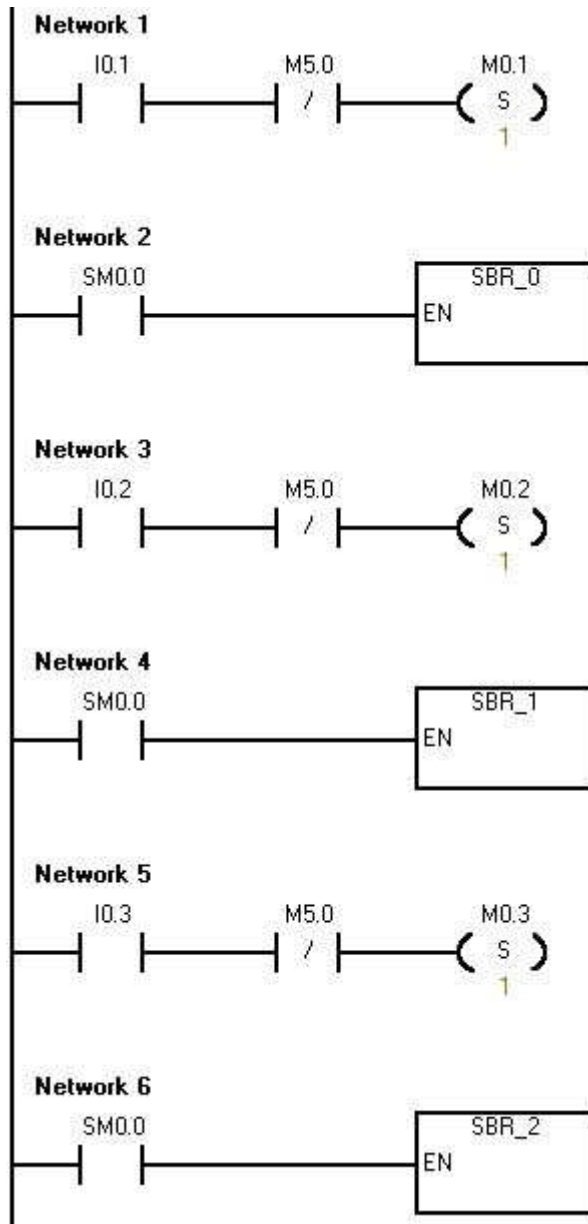
Sistemin PLC programı Ladder ve STL yöntemiyle aşağıdaki gibi yapılır.

Açıklama: Bu problemin PLC programı yapılırken dört motorunda çalışma sisteminin aynı olmasına rağmen birbirinden bağımsız olarak çalışmaları ve çalışmanın istek şartına bağlı olduğu unutulmamalıdır. Dolayısıyla dört motorun da programlama kolaylığı açısından, programın “main” kısmında çalışma isteği, “subroutine” kısımlarında ise motorlara yol verilmesi yer almalıdır.

Ladder

STL

MAIN



NETWORK 1

```
LD I0.1  
AN M5.0  
S M0.1, 1
```

NETWORK 2

```
LD SM0.0  
CALL SBR_0
```

NETWORK 3

```
LD I0.2  
AN M5.0  
S M0.2, 1
```

NETWORK 4

```
LD SM0.0  
CALL SBR_1
```

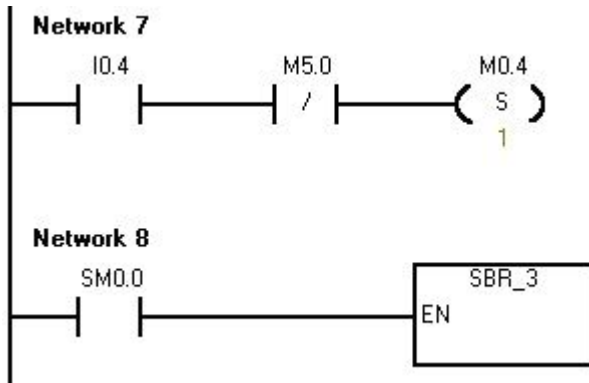
NETWORK 5

```
LD I0.3  
AN M5.0  
S M0.3, 1
```

NETWORK 6

```
LD SM0.0  
CALL SBR_2
```

Şekil 2.13.1: Ladder diyagramı main



Şekil 2.13.2: Ladder diyagramı main

NETWORK 7

```
LD I0.4
AN M5.0
S M0.4, 1
```

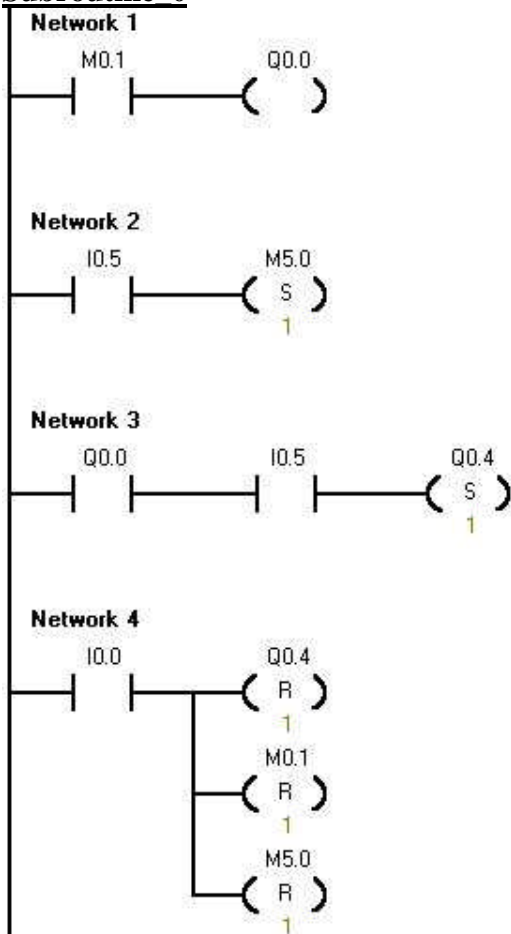
NETWORK 8

```
LD SM0.0
CALL SBR_3
```

Ladder

STL

Subroutine 0



NETWORK 1

```
LD M0.1
= Q0.0
```

NETWORK 2

```
LD I0.5
S M5.0, 1
```

NETWORK 3

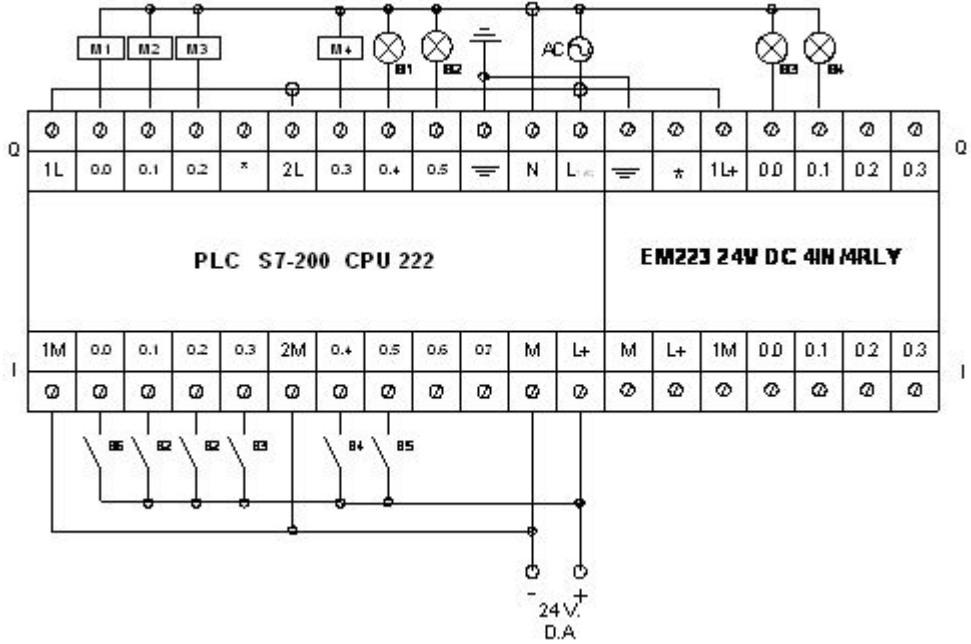
```
LD Q0.0
A I0.5
S Q0.4, 1
```

NETWORK 4

```
LD I0.0
R Q0.4, 1
R M0.1, 1
R M5.0, 1
```

Şekil 2.14: Ladder diyagramı subroutine 0

➤ PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlantısı



Şekil 2.18: PLC giriş ve çıkış elemanlarının bağlantısı

PLC Giriş ve Çıkışları	
I 0.0	B6
I 0.1	B1
I 0.2	B2
I 0.3	B3
I 0.4	B4
I 0.5	B5
Q 0.0	M1 Kont
Q 0.1	M2 Kont
Q 0.2	M3 Kont.
Q 0.3	M4 Kont.
Q 0.4	S1 Lambası
Q 0.5	S2 Lambası
Q 1.0	S3 Lambası
Q 1.1	S4 Lambası

Tablo 2.6: PLC giriş ve çıkış elemanları

UYGULAMA FAALİYETİ

Dört Adet 1~Üniversal Motoru Sırası ile Periyodik Olarak Çalıştırınız.

Dört adet bir fazlı üniversal motor sırası ile 1 dk çalışacak, süresi dolan motor durup kendinden sonraki motor çalışacaktır. Son motor çalışıp durduktan sonra dört motor aynı anda 1 dk. çalışıp duracak ve sistem tekrar başa dönecek, stop anına kadar sistem bu şekilde çalışmasını sürdürecektir. İstenilen koşulları sağlayan sistemin akış diyagramını, kumanda ve güç devresini çiziniz. PLC programını yaparak PLC üzerinde simüle ediniz.

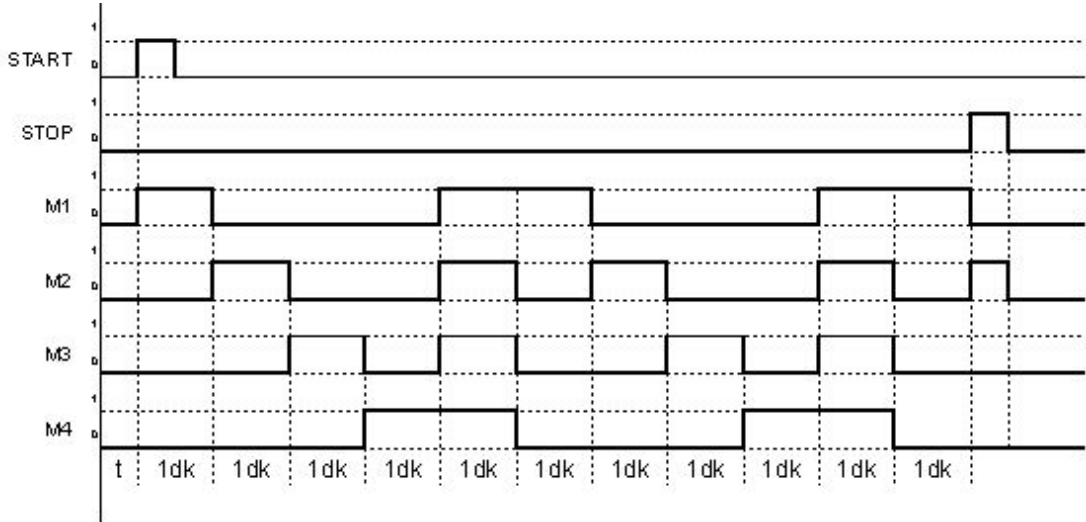
İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Asenkron motorun çalışma şekline göre ihtiyaç duyulan giriş çıkış sayısını tespit ediniz ve PLC ile diğer donanımları seçiniz.	➤ Sistemde kullanılacak giriş ve çıkış elemanlarının özelliklerini kataloğlardan araştırınız. Devreye uygulanacak gerilime uygun elemanlar seçiniz.
➤ Program adımlarını belirleyiniz ve sistemin akış şemasını çıkartınız.	➤ Eğer programda zamanlayıcı veya sayıcılar var ise bu elemanlara ait akış diyagramlarını da göstermelisiniz.
➤ Probleminin kumanda ve güç devresini çiziniz.	➤ Devreyi çizerken bir fazlı olduğunu göz önüne alınız.
➤ Elektrik şemasının, ladder diyagramı kullanarak PLC programını yapınız.	➤ PLC Programlama Teknikleri modül kitabındaki ilgili bölüme bakınız.
➤ Hazırladığınız programın simülasyonunu yapınız.	➤ Simülasyonda PLC'nin bilgisayarınıza bağlı konumda olması gerektiğini unutmayınız.
➤ PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlayınız.	➤ Devre elemanlarının bağlantı uçlarını, PLC cihazı giriş çıkış terminallerinin uygun bölümlerine bağlayınız. Sistem besleme gerilimini ilgili yere dikkatli olarak bağlayınız.
➤ PLC'yi "Run" konumuna alarak sistemi çalıştırınız.	➤ Sistemin çalışması sırasında, emniyetiniz için gerekli güvenlik önlemlerini almayı unutmayınız.

➤ **Kullanılan malzeme listesi**

	Malzemenin adı	Adedi	Malzemenin özellikleri
1	PLC cihazı	1	S7-200 / CPU-222
2	Üniversal Motor	4	Bir fazlı
3	Kontaktör	4	A.A
4	Start butonu	2	Ani temaslı
5	AC güç kaynağı	1	AC, 0-220 V, 5A
6	DC güç kaynağı	1	DC, 0-24 V, 5A
7	Bağlantı kabloları	-	Değişik uzunlukta

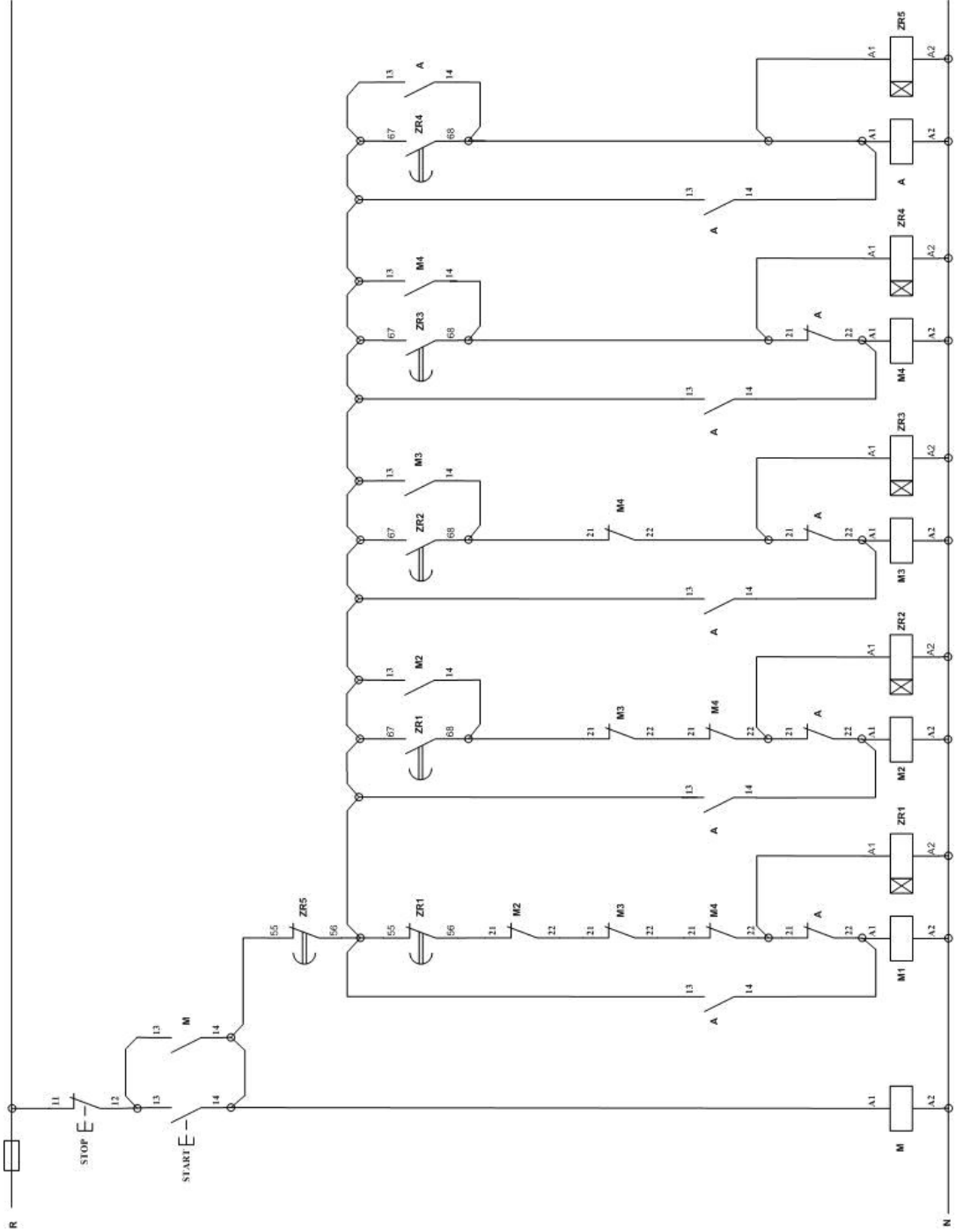
Tablo 2.7: Malzeme listesi

➤ **Sistemin akış şeması**

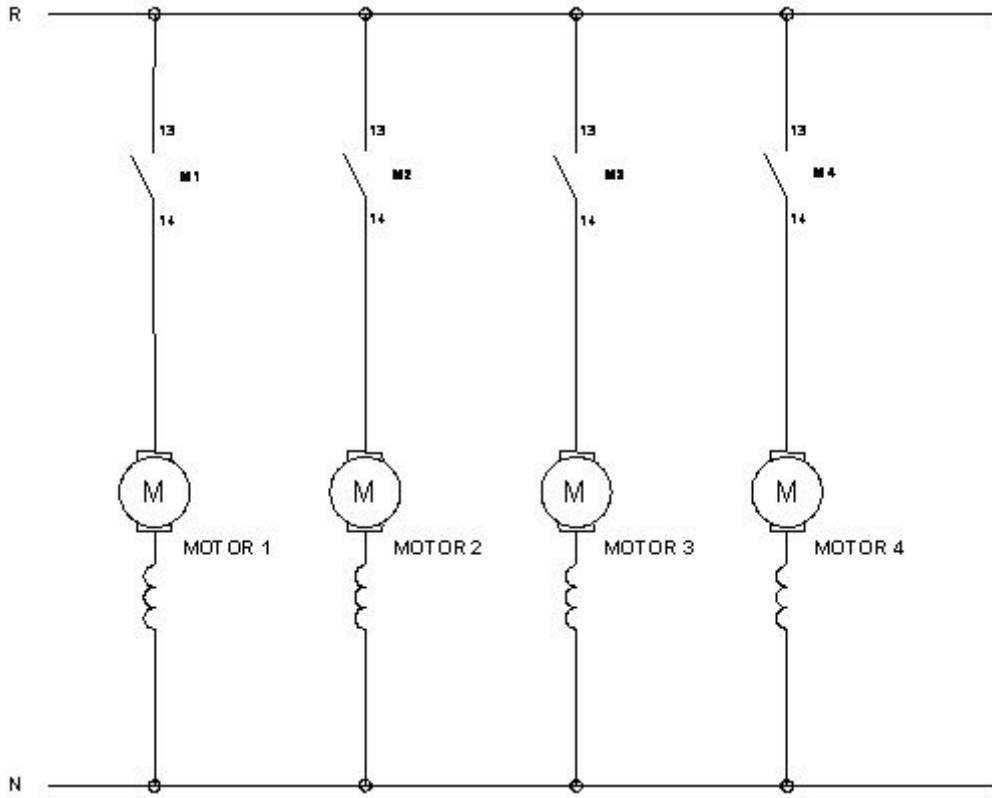


Şekil 2.19: Akış diyagramı

➤ Kumanda ve güç devresi



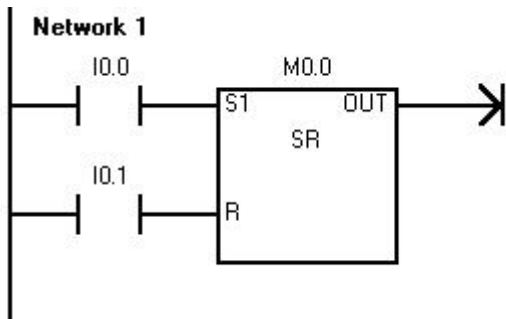
Şekil 2.20: Kumanda devresi



Şekil 2.21: Güç devresi

Sistemin PLC programı Ladder ve STL yöntemiyle, aşağıdaki gibi yapılır.

Ladder



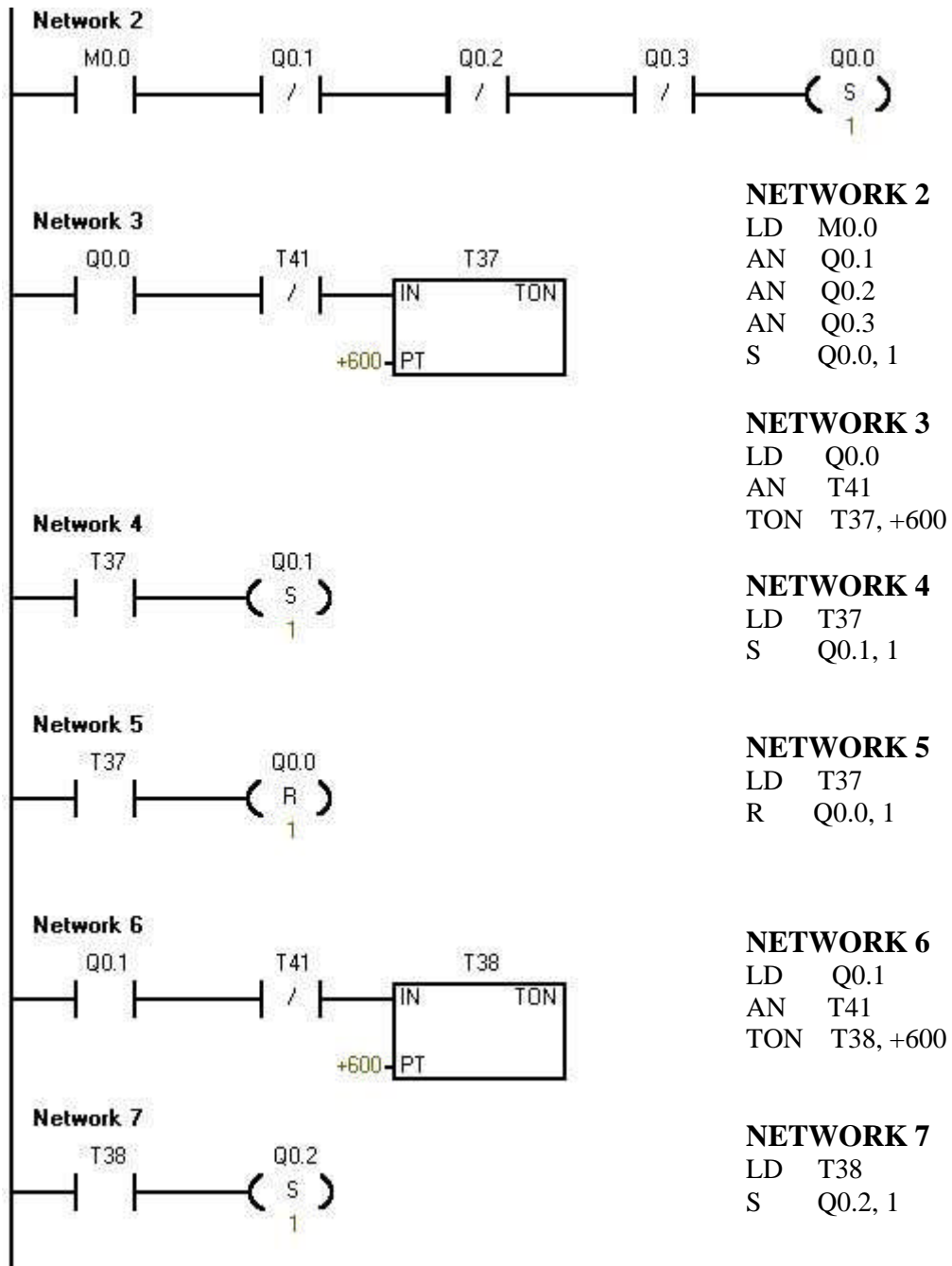
STL

```

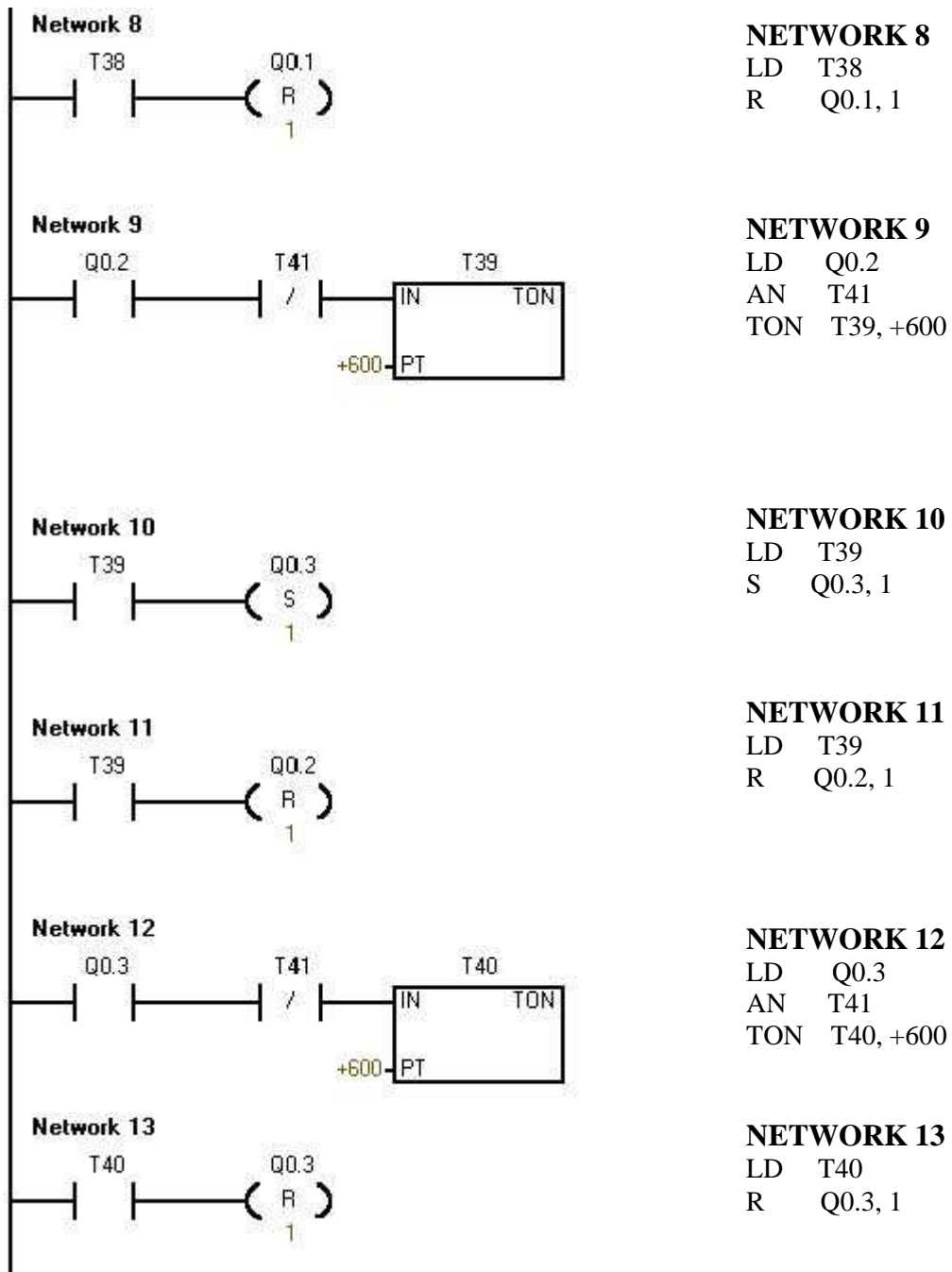
NETWORK 1
LD I0.0
LD I0.1
NOT
A M0.0
OLD
= M0.0

```

Şekil 2.22.1: Ladder diyagramı



Şekil 2.22.2: Ladder diyagramı



NETWORK 8

LD T38
R Q0.1, 1

NETWORK 9

LD Q0.2
AN T41
TON T39, +600

NETWORK 10

LD T39
S Q0.3, 1

NETWORK 11

LD T39
R Q0.2, 1

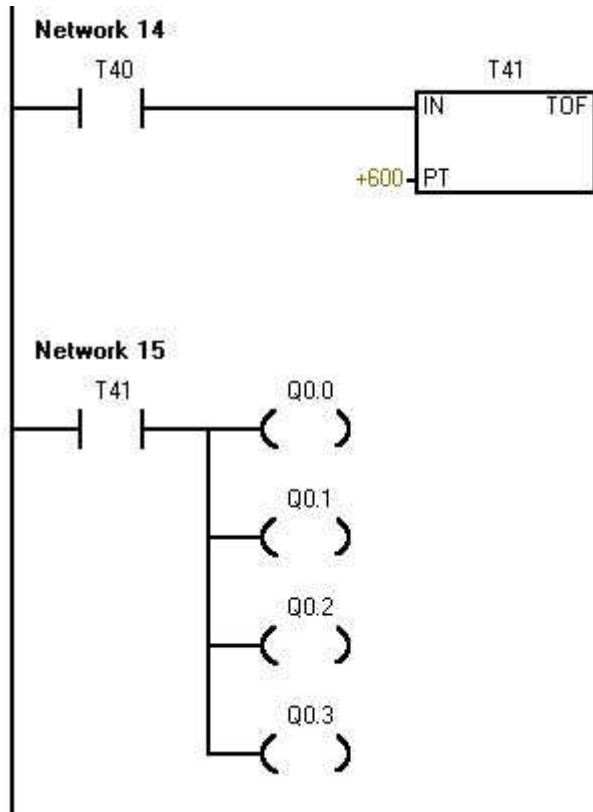
NETWORK 12

LD Q0.3
AN T41
TON T40, +600

NETWORK 13

LD T40
R Q0.3, 1

Şekil 2.22.3: Ladder diyagramı



NETWORK 14

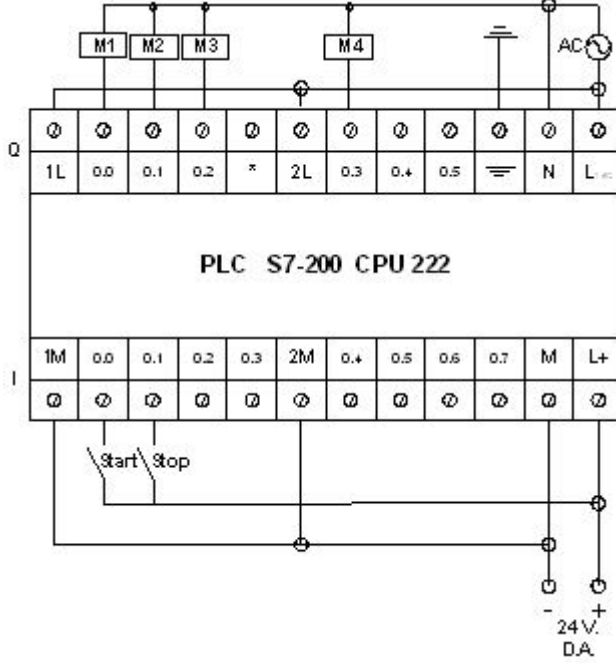
LD T40
TOF T41, +600

NETWORK 15

LD T41
= Q0.0
= Q0.1
= Q0.2
= Q0.3

Şekil 2.22.4: Ladder diyagramı

➤ PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlantısı



PLC Giriş ve Çıkışları	
I 0.0	Start butonu
I 0.1	Stop butonu
Q 0.0	M1 Kont.
Q 0.1	M2 Kont.
Q 0.2	M3 Kont.
Q 0.3	M4 Kont.

Tablo 2.8 : PLC Giriş ve Çıkış Elemanları

Şekil 2.23: PLC giriş ve çıkış elemanlarının bağlantısı

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Kontrol probleminin tanımlanması, ifade edilmesiyle kâğıda dökülebiliyor musunuz?		
2.	Sorunun çözümü için gerekli program veya fonksiyonları belirleyebiliyor musunuz?		
3.	Programın zaman diyagramı veya dalga şekilleriyle çalışırılığının kontrolünü yapabiliyor musunuz?		
4.	Programın ladder diyagrama aktarabiliyor musunuz?		
5.	Programı yazabiliyor musunuz?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız, öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. S7-222 CPU'ya maksimum _____ adet genişleme modülü takılabilir.
2. S7-222 CPU _____ adet input ve _____ adet output' a sahiptir.
3. S7-200 CPU' larda 4. çıkışın adresi _____ dir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

4. S7-200 serisi PLC'lerde, PC-PLC arası bağlantı hangi arayüz kablosu ile yapılır?
A) PC/PPI B) Paralel C) Seri D) MPI
5. EM-223 serisi genişleme modüllerinde en fazla kaç adet input ve output bulunur?
A) 8 input ve 10 output B) 8 input ve 6 output
C) 14 input ve 10 output D) 16 input ve 16 output

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Bu faaliyette yapılan uygulamalar sonrasında motorların ağırlıklı olarak kullanıldığı sistemleri tasarlayıp PLC ile programını yapabilecek ve sistemleri kurabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Sınır anahtarları, ağırlık algılayıcılar, çeşitli sensör ve sıvı seviye algılayıcıları hakkında bilgi toplayınız.

3. PLC PROGRAMINI YAPMAK

3.1. Uygulamalar

Bu uygulama faaliyetleri, çok sayıda giriş ve çıkışa sahip motorlu sistemlerin uygulamasına ait tasarımların PLC ile kontrol edilmesini kapsamaktadır. Toplam 2 (iki) sistem uygulamasından oluşmaktadır.

3.1.1. İlave Giriş Çıkış Modülü Kullanılarak Yapılan Motorlu Sistem Çalışma Uygulaması

Bir atık su toplama haznesi iki pompa ile boşaltılmaktadır. Sistemin çalışma şekli aşağıda verilmiştir. İstenilen koşulları sağlayan sistemin akış diyagramını, kumanda ve güç devresini çiziniz. PLC programını yaparak PLC üzerinde simule ediniz.

- **Pompa 1**
 - **Başlatma**

Pompa manuel olarak S2 yaylı butonuna basılarak ya da sürekli çalışma hâlinde suyun B1 su seviye algılayıcısının bulunduğu düzeye ulaşması ile otomatik olarak çalışmaya başlar.
 - **Durdurma**

Eğer, su seviyesi B0 algılayıcısının bulunduğu seviyenin altına inerse pompa otomatik olarak durur. Pompa aynı zamanda herhangi bir anda S1 butonuna basılarak ya da motorun aşırı akım çekmesi hâlinde aşırı akım rölesi kontaklarının açılması ile durdurulabilir.

➤ **Pompa 2**

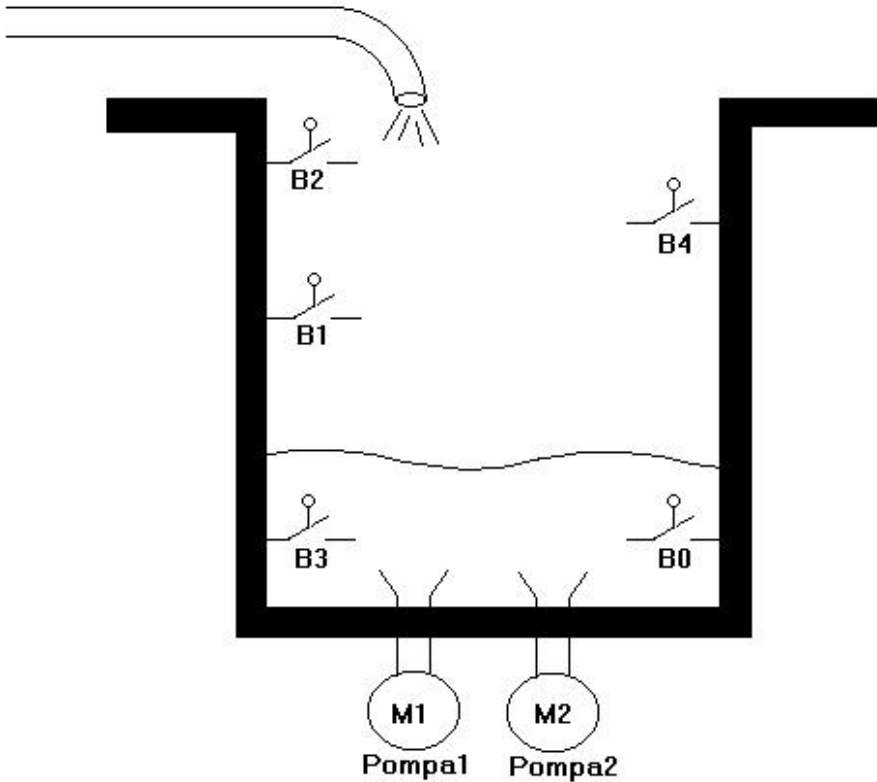
- **Başlatma**

Pompa manuel olarak S4 yaylı butonuna basılarak ya da sürekli çalışma hâlinde suyun B4 su seviye algılayıcısının bulunduğu düzeye ulaşması hâlinde otomatik olarak çalışmaya başlar.

- **Durdurma**

Su seviyesi B3 su seviye algılayıcısının bulunduğu seviyenin altına düştüğünde pompa otomatik olarak durur. Pompa aynı zamanda herhangi bir anda S3 butonuna basılarak ya da motorun aşırı akım çekmesi hâlinde aşırı akım rölesinin normalde kapalı olan kontaklarının açılması ile durdurulabilir.

H0-H3 lambaları pompaların çalışma durumlarını gösterir. Her iki pompa da S0 durdurma butonuna basılarak durdurulabilir. Su seviyesi B2' ye ulaşmışsa ya da pompalardan biri aşırı akımdan dolayı devre dışı kalmışsa H4 alarmı çalmalıdır.



Şekil 3.1: Atık su sisteminin fiziki durumu

Sistem yukarıda görüldüğü gibi bir fiziki yapıya sahiptir. Atık su deposu farklı seviyelerde algılayıcılar ile kontrol edilmektedir. Sıvı seviye algılayıcılarından alınan sinyallere göre Pompa1 ve Pompa 2 devreye girerek atık suyu tahliye etmektedir.

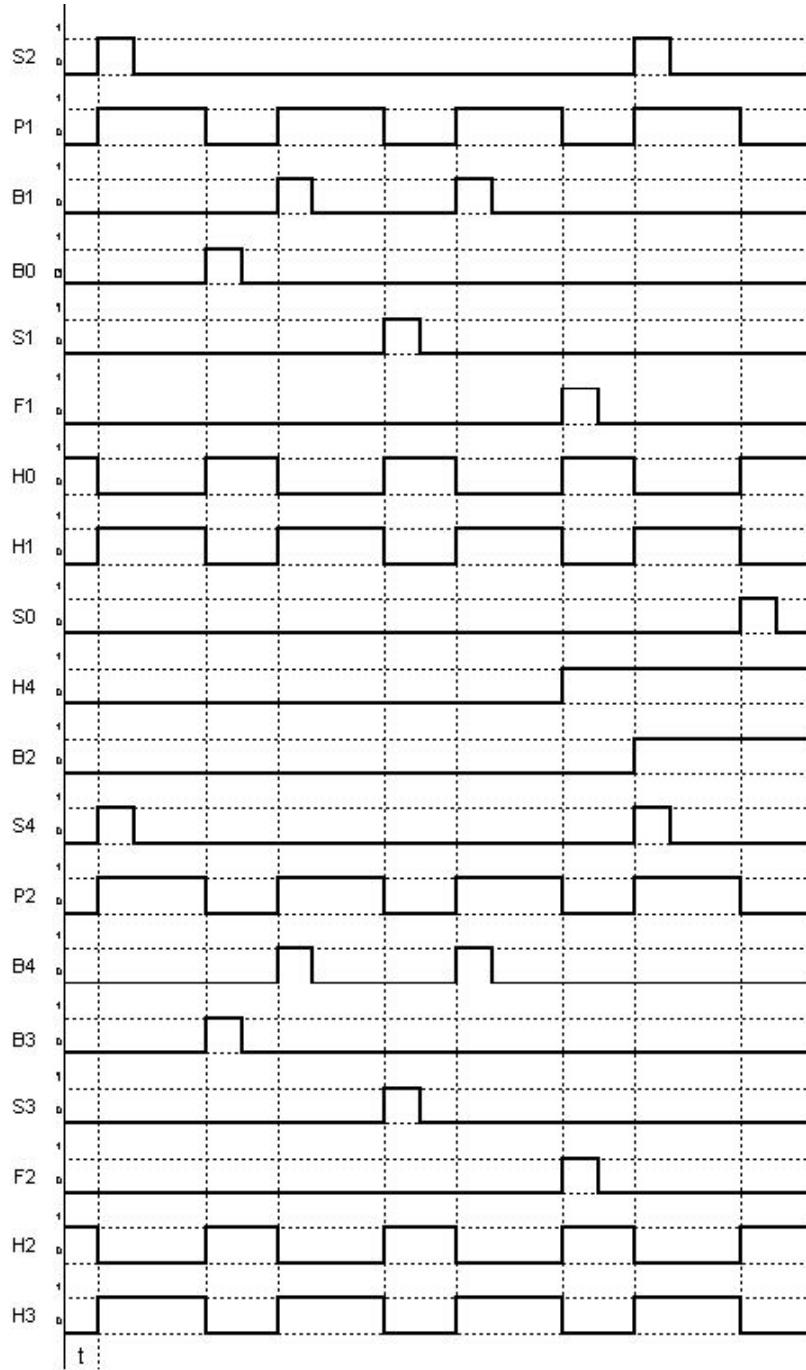
İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Asenkron motorun çalışma şekline göre ihtiyaç duyulan giriş çıkış sayısını tespit ediniz ve PLC ile diğer donanımları seçiniz.	➤ Sistemde kullanılacak giriş ve çıkış elemanlarının özelliklerini kataloglardan araştırınız. Devreye uygulanacak gerilime uygun elemanlar seçiniz.
➤ Program adımlarını belirleyiniz ve sitemin akış şemasını çıkartınız.	➤ Eğer programda zamanlayıcı veya sayıcılar var ise bu elemanlara ait akış diyagramlarını da göstermelisiniz.
➤ Probleminin kumanda ve güç devresini çiziniz.	➤
➤ Elektrik şemasının, ladder diyagramı kullanarak PLC programını yapınız.	➤ PLC Programlama Teknikleri modül kitabındaki ilgili bölüme bakınız.
➤ Hazırladığınız programın simülasyonunu yapınız.	➤ Simülasyonda PLC'nin bilgisayarınıza bağlı konumda olması gerektiğini unutmayınız.
➤ PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlayınız.	➤ Devre elemanlarının bağlantı uçlarını, PLC cihazı giriş çıkış terminallerinin uygun bölümlerine bağlayınız. Sistem besleme gerilimini ilgili yere dikkatli olarak bağlayınız.
➤ PLC'yi "Run" konumuna alarak sistemi çalıştırınız.	➤ Sistemin çalışması sırasında, emniyetiniz için gerekli güvenlik önlemlerini almayı unutmayınız.

➤ **Kullanılan malzeme listesi**

	Malzemenin adı	Adedi	Malzemenin özellikleri
1	PLC cihazı	1	S7-200 / CPU-222
2	Asenkron Motor	2	Üç fazlı
3	Kontaktör	2	A.A
4	Start butonu	5	Ani temaslı
5	AC güç kaynağı	1	AC, 0-220 V, 5A
6	DC güç kaynağı	1	DC, 0-24 V, 5A
7	Bağlantı kabloları	-	Değişik uzunlukta
8	Sinyal Lambası	4	-
9	Alarm	1	-
10	Sıvı Seviye Algılayıcı	5	-
11	Aşırı Akım Rölesi	2	-

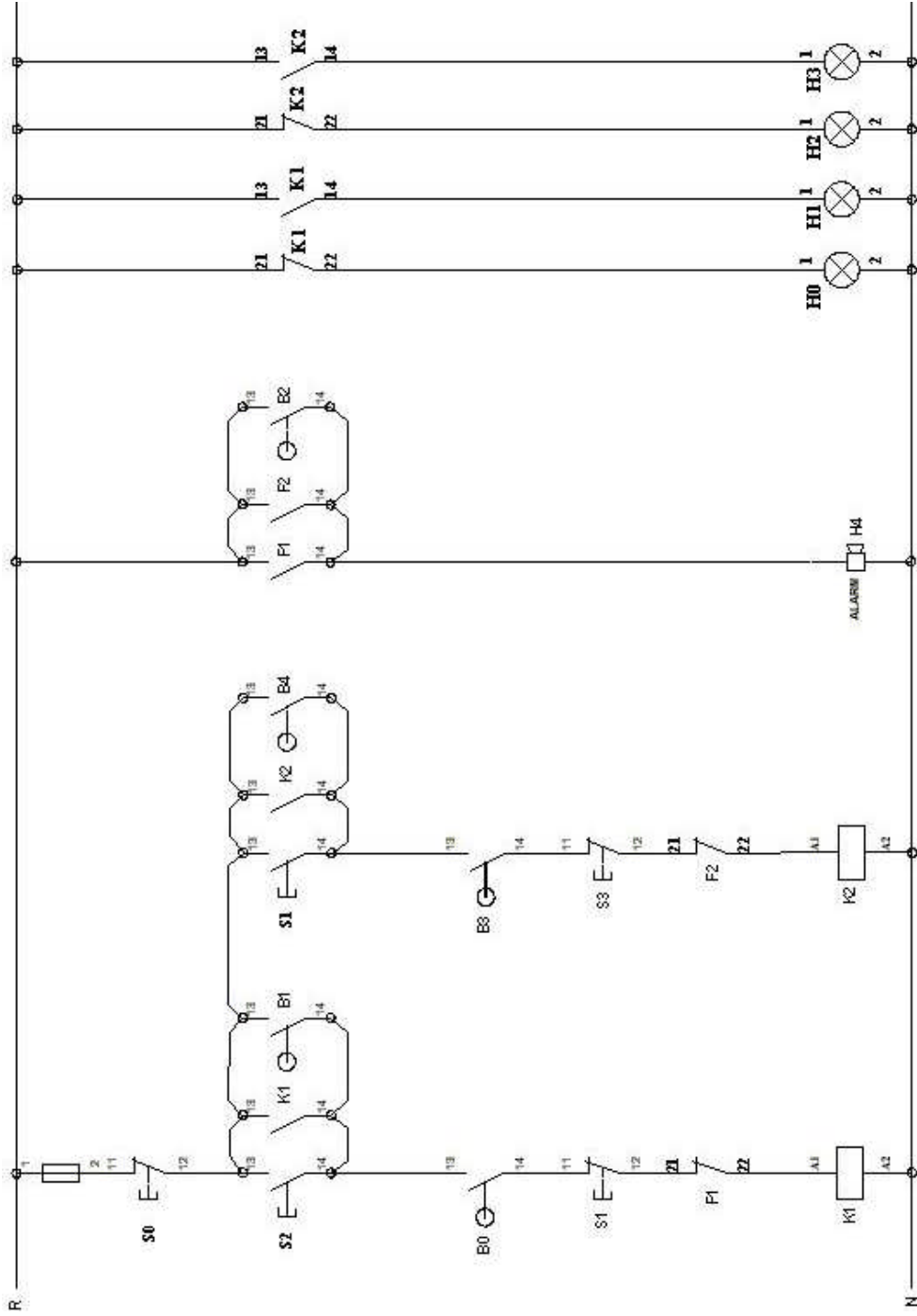
Tablo 3.1: Malzeme listesi

➤ **Sistemin akış şeması**

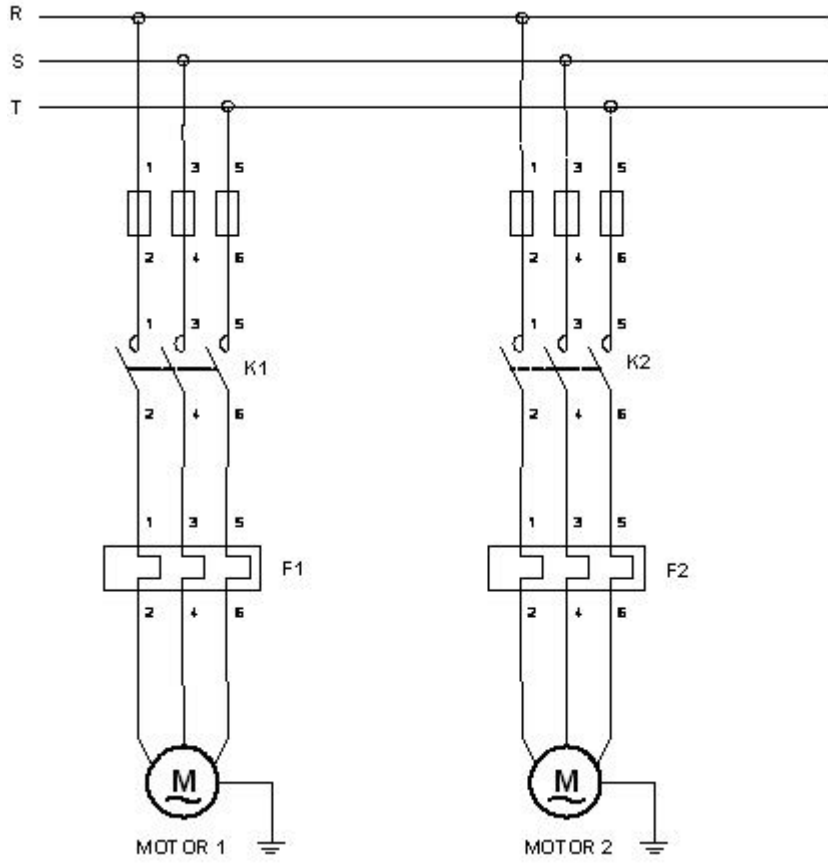


Şekil 3.2: Akış diyagramı

➤ Kumanda ve güç devresi



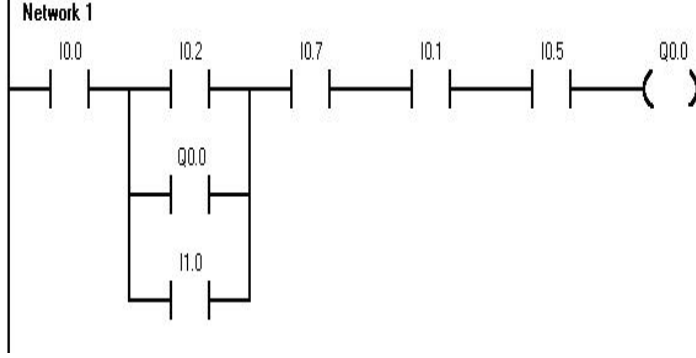
Şekil 3.3: Kumanda devresi



Şekil 3.4: Güç devresi

Sistemin PLC programı Ladder ve STL yöntemiyle aşağıdaki gibi yapılır.

Ladder

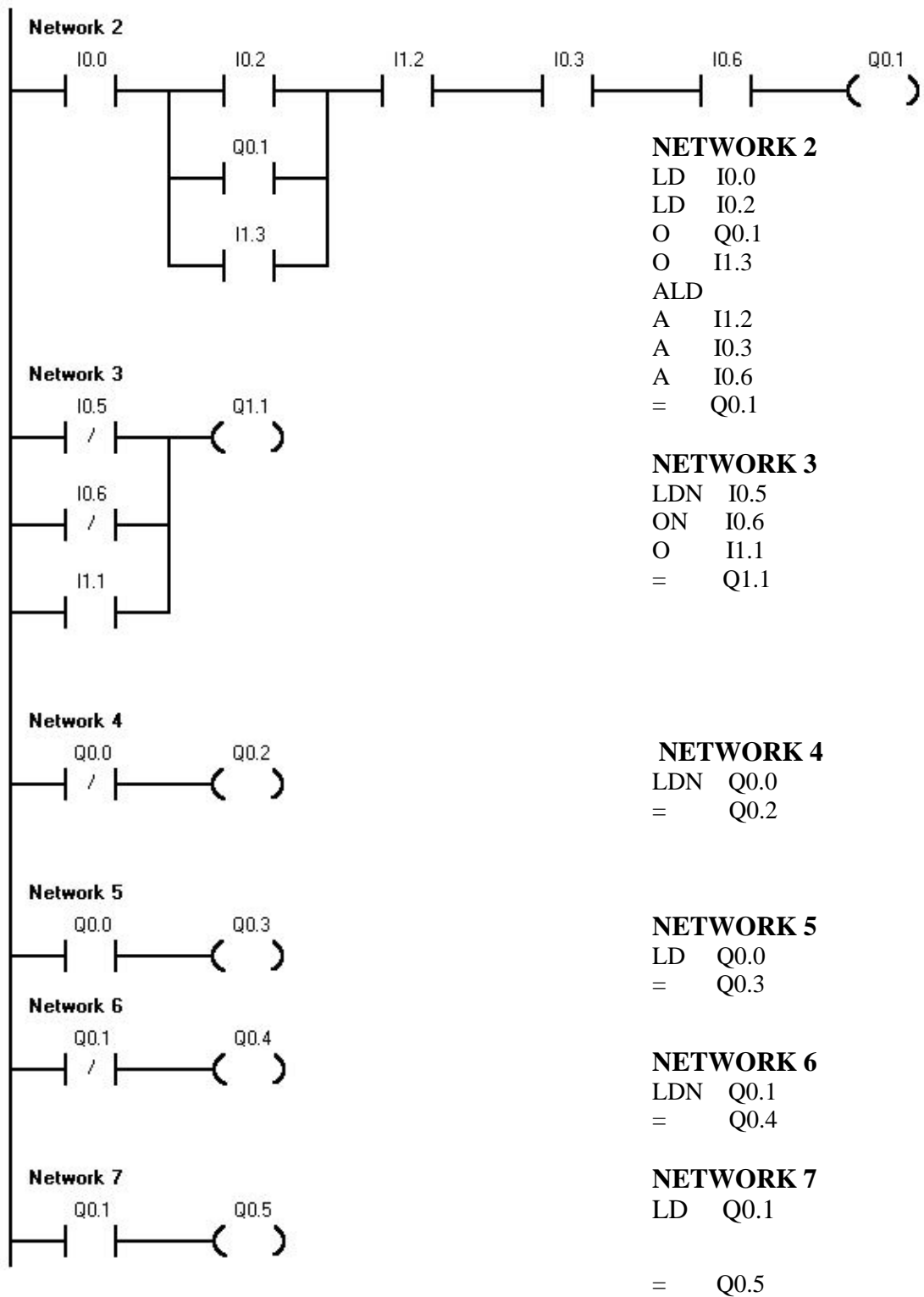


STL

NETWORK 1

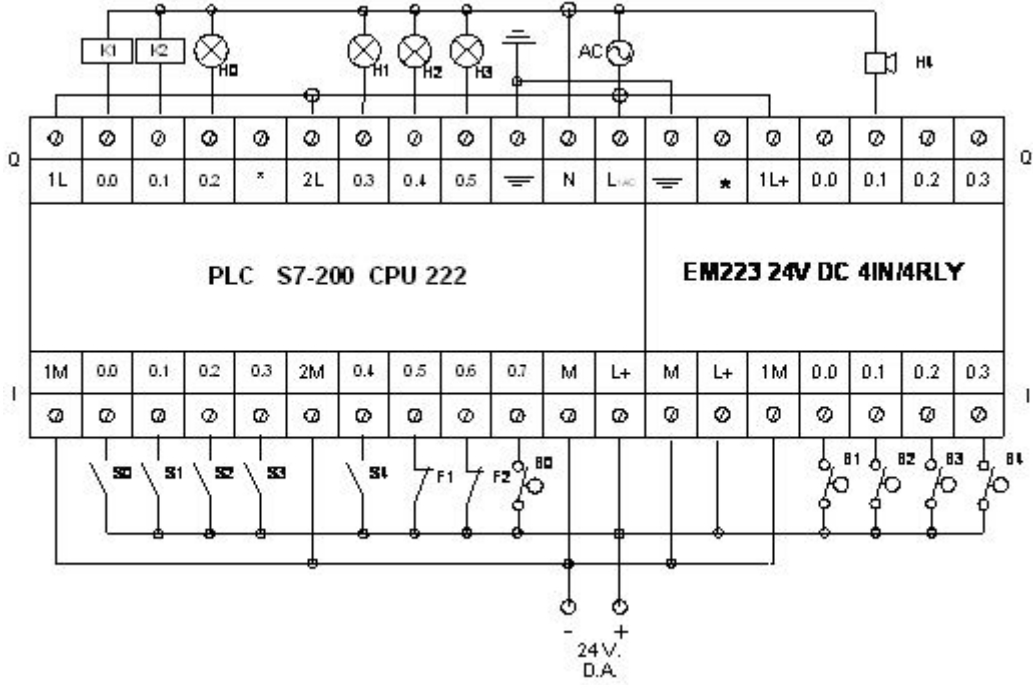
```
LD I0.0
LD I0.2
O Q0.0
O I1.0
ALD
A I0.7
A I0.1
A I0.5
= Q0.0
```

Şekil 3.5.1: Ladder diyagramı



Şekil 3.5.2: Ladder diyagramı

➤ PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarının bağlantısı



Şekil 3.6: PLC giriş ve çıkış elemanlarının bağlantısı

PLC Giriş ve Çıkışları			
I 0.0	S0	Q 0.0	K1
I 0.1	S1	Q 0.1	K2
I 0.2	S2	Q 0.2	H0
I 0.3	S3	Q 0.3	H1
I 0.4	S4	Q 0.4	H2
I 0.5	F1	Q 0.5	H3
I 0.6	F2	Q 1.1	H4
I 0.7	B0		
I 1.0	B1		
I 1.1	B2		
I 1.2	B3		
I 1.3	B4		

Tablo 3.2: PLC giriş ve çıkış elemanları

3.1.2. Motorlar ile Çalıştırılan Sistemin Tasarım ve Uygulaması

İleri-geri, yukarı-aşağı ve sağa-sola olarak üç eksen üzerinde, üç adet asenkron motor ile bir Vinç hareket ettirilecektir. Hareketler ayrı ayrı butonlar tarafından basılı tutulduğu sürece kontrol edilecektir. Ayrıca bir ağırlık sensörü ile vincin kapasitesinden yükü taşınması önlenecektir. Vincin hareket alanı sınır anahtarları ile sağlanacaktır. Üç motordan herhangi birisi aşırı akım rölesi attığında sistem çalışmayacaktır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Uygulama faaliyeti istenilen koşulları sağlayan sistemin akış diyagramını, kumanda ve güç devresini çiziniz. Plc programını yaparak plc üzerinde simüle ediniz.

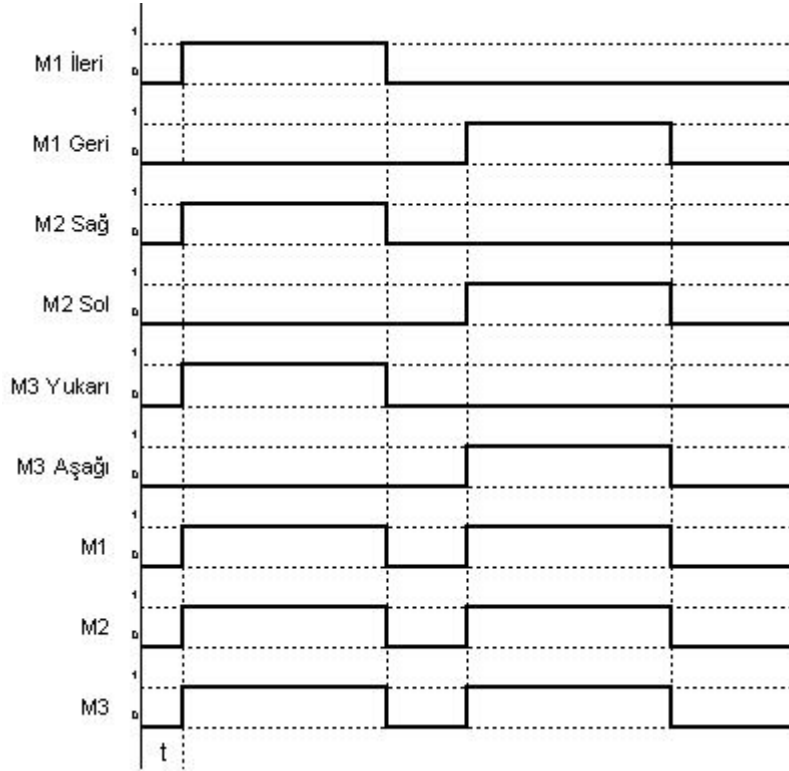
İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Asenkron motorun çalışma şekline göre ihtiyaç duyulan giriş çıkış sayısını tespit ediniz ve PLC ile diğer donanımları seçiniz.	➤ Sistemde kullanılacak giriş ve çıkış elemanlarının özelliklerini kataloglardan araştırınız. Devreye uygulanacak gerilime uygun elemanlar seçiniz.
➤ Program adımlarını belirleyiniz ve sistemin akış şemasını çıkartınız.	➤ Eğer programda zamanlayıcı veya sayıcılar var ise bu elemanlara ait akış diyagramlarını da göstermelisiniz.
➤ Probleminin kumanda ve güç devresini çiziniz.	➤
➤ Elektrik şemasının, ladder diyagramı kullanarak PLC programını yapınız.	➤ PLC Programlama Teknikleri modül kitabındaki ilgili bölüme bakınız.
➤ Hazırladığınız programın simülasyonunu yapınız.	➤ Simülasyonda PLC'nin bilgisayarınıza bağlı konumda olması gerektiğini unutmayınız.
➤ PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlayınız.	➤ Devre elemanlarının bağlantı uçlarını, PLC cihazı giriş çıkış terminallerinin uygun bölümlerine bağlayınız. Sistem besleme gerilimini ilgili yere dikkatli olarak bağlayınız.
➤ PLC'yi "Run" konumuna alarak sistemi çalıştırınız.	➤ Sistemin çalışması sırasında, emniyetiniz için gerekli güvenlik önlemlerini almayı unutmayınız.

➤ Kullanılan malzeme listesi

	Malzemenin adı	Adedi	Malzemenin özellikleri
1	PLC cihazı	1	S7-200 / CPU-222
2	Asenkron Motor	3	Üç fazlı
3	Kontaktör	3	A.A
4	Start butonu	7	Ani temaslı
5	AC güç kaynağı	1	AC, 0-220 V, 5A
6	DC güç kaynağı	1	DC, 0-24 V, 5A
7	Bağlantı kabloları	-	Değişik uzunlukta
8	Ağırlık Algılayıcı	1	-
9	Aşırı Akım Rölesi	3	-
10	Sınır Anahtarı	4	-

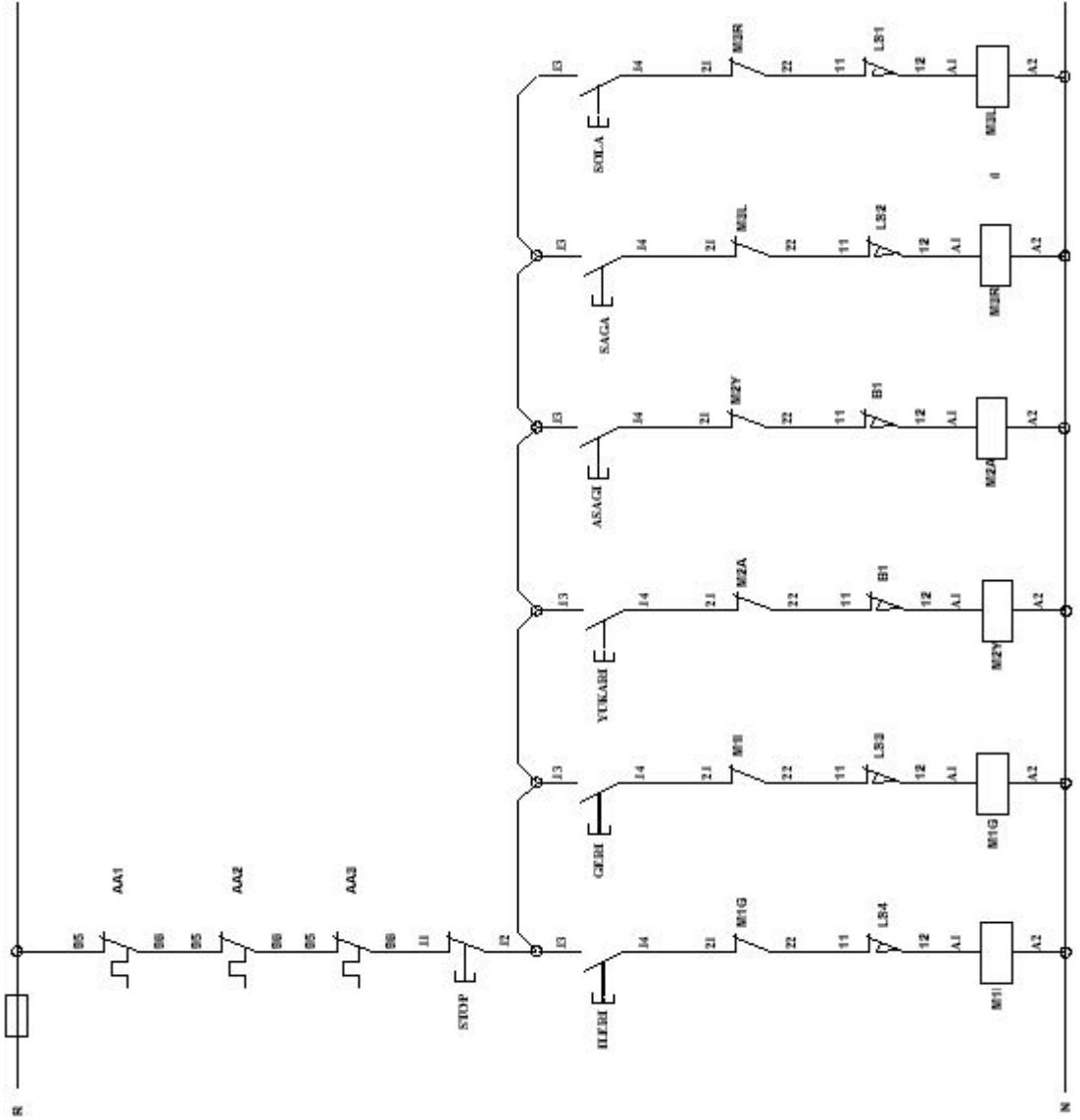
Tablo 3.3: Malzeme listesi

➤ **Sistemin akış şeması**

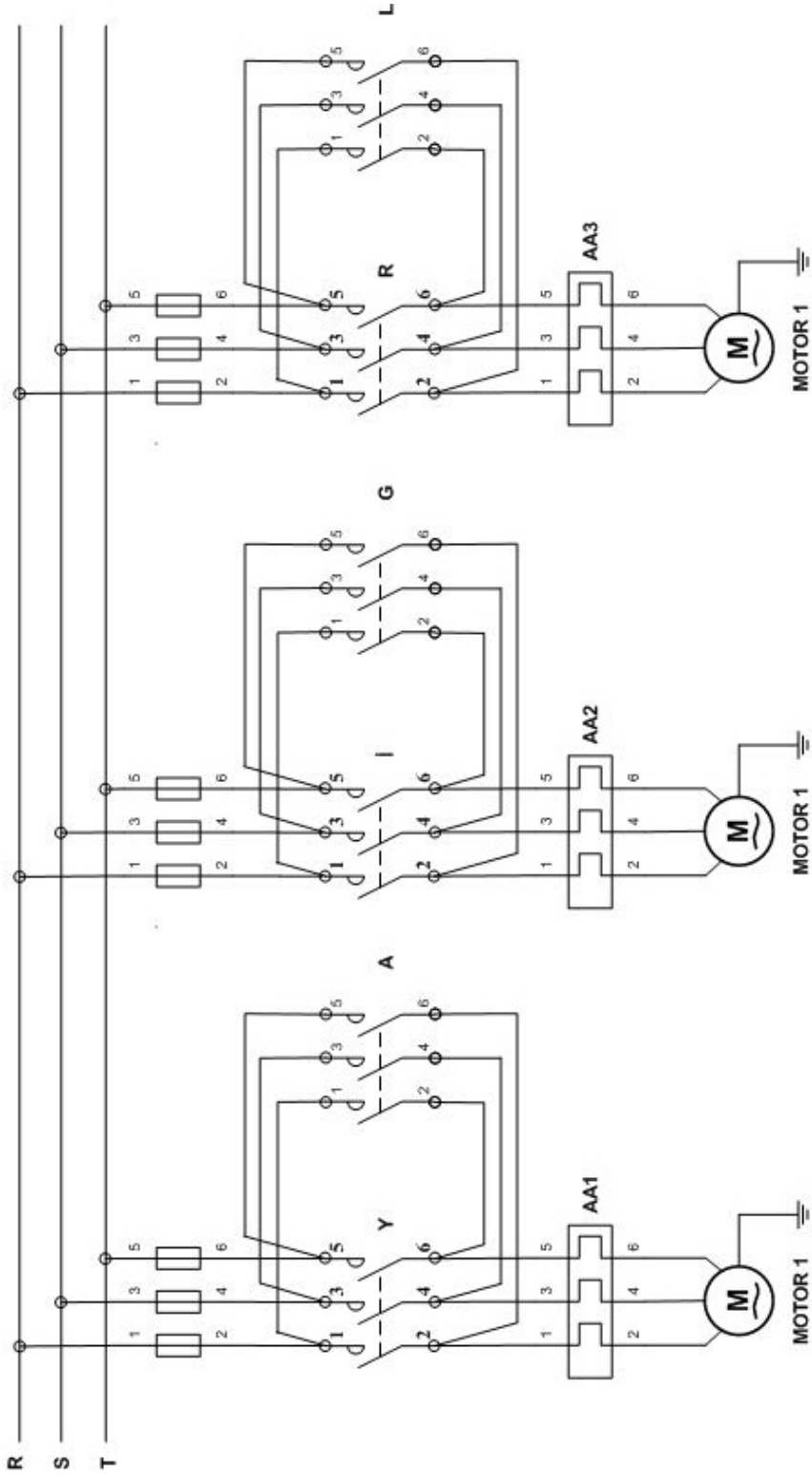


Şekil 3.7: Akış diyagramı

➤ Kumanda ve güç devresi



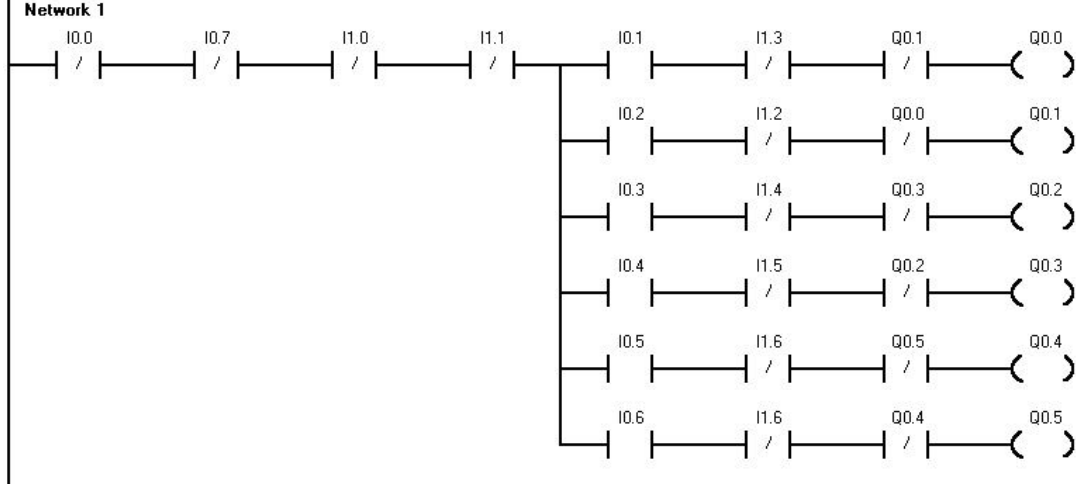
Şekil 3.8: Kumanda devresi



Şekil 3.9: Güç devresi

istem PLC programı Ladder ve STL yöntemiyle aşağıdaki gibi yapılır.

Ladder



Şekil 3.10: Ladder diyagramı

STL

NETWORK 1

LDN	I0.0	→	LRD
AN	I0.7		A
AN	I1.0		AN
AN	I1.1		AN
LPS			=
A	I0.1		Q0.2
AN	I1.3		LRD
AN	Q0.1		A
=	Q0.0		AN
LRD			AN
A	I0.2		=
AN	I1.2		Q0.3
AN	Q0.0		LRD
=	Q0.1		A
LRD			AN
A	I0.3		AN
AN	I1.4		=
AN	Q0.3		Q0.4
=	Q0.2		LPP
			A
			AN
			AN
			=
			Q0.5

PLC Giriş ve Çıktıları			
I 0.0	STOP	Q 0.0	M1 YUKARI
I 0.1	M3 SAĞA	Q 0.1	M1 AŞAĞI
I 0.2	M3 SOLA	Q 0.2	M2 GERİ
I 0.3	M2 GERİ	Q 0.3	M2 İLERİ
I 0.4	M2 İLERİ	Q 0.4	M3 SAĞA
I 0.5	M1 YUKARI	Q 0.5	M3 SOLA
I 0.6	M1 AŞAĞI		
I 0.7	AA1		
I 1.0	AA2		
I 1.1	AA3		
I 1.2	LS1		
I 1.3	LS2		
I 1.4	LS3		
I 1.5	LS4		
I 1.6	B1 (Ağırlık sns)		

Tablo 3.4: PLC giriş ve çıkış elemanları

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Kontrol problemini tanımlayarak kâğıda döküyor musunuz?		
2.	Sorunun çözümü için gerekli program veya fonksiyonları belirleyebiliyor musunuz?		
3.	Programın zaman diyagramı veya dalga şekilleriyle çalışırlığının kontrolünü yapabiliyor musunuz?		
4.	Programın ladder diyagramını aktarabiliyor musunuz?		
5.	Programı yazabiliyor musunuz?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız, öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () PLC’de bir sistemin programını yaparken, sistemi yapısal olarak kısımlara ayırıp programlamalıyız.
2. () Dijital giriş ve çıkış genişleme modüllerini her PLC için istediğimiz kadar kullanabiliriz.
3. () Kurduğumuz sistemde sensörler var ise cpu’ nun izin verdiği akım değerlerine kadar direkt cpu üzerinden enerji beslemesi yapılabilir.
4. () Sensörler dışarıdan bir gerilim kaynağı ile beslenemez.
5. () Cpu ve genişleme modüllerinin çıkışlarında yüksek akım çeken elemanlar, röle kartı veya solid state röle ile bağlanmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Proje tasarımlarında, PLC'nin giriş ya da çıkış sayısının yetersiz kaldığı durumlarda genişletme modülü kullanılarak giriş çıkış sayıları artırılabilir.
2. () Dijital giriş ve çıkış genişleme hem giriş hem de çıkış sayısının artırılma işlemi tek bir modülle mümkün değildir.
3. () Dijital giriş ve çıkış genişleme modüllerinin, giriş ve çıkış adres numaralandırılması rastgele yapılabilir.
4. () Bir PLC'nin ya da genişleme modülünün çıkışlarına direkt olarak bir alıcı bağlanamaz.
5. () Genişleme modüllerinin, dijital ve analog olarak çeşitleri mevcuttur.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. S7-222 CPU'ya maksimum _____ adet genişleme modülü takılabilir.
7. S7-222 CPU _____ adet input ve _____ adet output' a sahiptir.
8. S7-200 CPU' larda 4. çıkışın adresi _____ dir.
9. S7-200 serisi PLC'lerde, PC-PLC arası bağlantı hangi arayüz kablosu ile yapılır?
A) PC/PPI B) Paralel C) Seri D) MPI

Aşağıdaki soruyu dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

10. EM-223 serisi genişlememodüllerinde en fazla kaç adet input ve output bulunur?
A) 8 input ve 10 output B) 8 input ve 6 output
C) 14 input ve 10 output D) 16 input ve 16 output

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

11. () PLC'de bir sistemin programını yaparken, sistemi yapısal olarak kısımlara ayırıp programlamalıyız.

12. () Dijital giriş ve çıkış genişleme modüllerini her PLC için istediğimiz kadar kullanabiliriz.
13. () Kurduğumuz sistemde sensörler var ise cpu' nun izin verdiği akım değerlerine kadar direkt cpu üzerinden enerji beslemesi yapılabilir.
14. () Sensörler dışarıdan bir gerilim kaynağı ile beslenemezler.
15. () Cpu ve genişleme modüllerinin çıkışlarında yüksek akım çeken elemanlar, röle kartı veya solid state röle ile bağlanmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	2
2	8 , 6
3	Q 0.3
4	A
5	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Doğru
6	2
7	8 , 6
8	Q 0.3
9	A
10	D
11	Doğru
12	Yanlış
13	Doğru
14	Yanlış
15	Doğru

KAYNAKÇA

- ÇETİN Recep, **S7-200 PLC' lerle Otomasyon**, Ankara, 2004.
- KURTULAN Salman, **PLC ile Endüstriyel Otomasyon**. Birsen Yayınevi, İstanbul, 1999.
- ÖZURUL Volkan, **Programlanabilir Lojik Kontroller (PLC) ve Uygulamaları**, Lisans Bitirme Projesi, Düzce, 1998.
- TAŞTAN Mehmet, **Siemens S7-200 CPU 214 Programlanabilir Lojik Denetleyicisi İle Deneysel Bir Endüstriyel Sistemin Kontrolü**, Yüksek Lisans Bitirme Projesi, Niğde, 2002.