

**T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**TREYLER ÜRETİMİNDE MONORAY VİNÇLİ İMALAT
PROSESİNİN PLANLANMASI VE OTOMATİK KONTROLÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kuntay KOCA

Enstitü Anabilim Dalı : MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sinan Serdar ÖZKAN

Ağustos 2019

T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TREYLER ÜRETİMİNDE MONORAY VINÇLİ İMALAT
PROSESİNİN PLANLANMASI VE OTOMATİK KONTROLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kuntay KOCA

Enstitü Anabilim Dalı : MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 28/08/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. S. Serdar
ÖZKAN
Jüri Başkanı



Dr. Öğr. Üyesi Barış
BORU
Üye



Dr. Öğr. Üyesi İsmet
KANDİLLİ
Üye



BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Kuntay KOCA

28/08/2019

TEŞEKKÜR

Kendi ayaklarımın üzerinde durmamı öğreten ve sevgisini, ilgisini hiçbir zaman esirgememiş olan, kendinden çok sevgili ablamı ve beni önemseyen rahmetli babam Zeki KOCA'yı başta saygıyla ardından sevgi ve rahmetle anıyorum.

Hayatımın her anında sevgilerini, aldığım her kararda desteklerini esirgememiş olan sevgili annem Nazile KOCA'ya ve sevgili ablam Cansu KOCA'ya sevgilerimle her zaman yanımda oldukları için teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren başta değerli danışman hocam Prof. Dr. Sinan Serdar ÖZKAN'na ardından sayın Barış BORU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Beni bu çalışmada destekleyen ve teşvik eden başta sayın Enes OZAN Bey ve değerli TIRSAN TREYLER A.Ő. yönetim kuruluna da teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
1.1. Tezin Literatüre Katkısı.....	7
BÖLÜM 2.	
GENEL BİLGİLER	8
2.1. Treyler nedir?.....	8
2.1.1. Lowbed nedir?	10
2.2. Üretim Hatlarında Kullanılan Taşıma Sistemleri	11
2.2.1. Konveyör sistemleri.....	11
2.2.2. Monoray vinçler	12
2.2.3. Mevcut hat akışı ve problemin tanımı	13
2.2.3.1. Mevcut süreç akışı	13
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. PLC Nedir?	16
3.1.1. Merdiven programlama dili	19

3.1.2. STL ve FBD programlama dilleri.....	20
3.1.3. PLC'nin faydaları	21
3.1.4. HMI	22
3.2. Kullanılan PLC Donanımları	24
3.2.1. MELSEC Q serisi QnUCPU ana CPU	24
3.2.2. MELSEC Q serisi Qx80 I/O modülü.....	24
3.2.3. MELSEC Q Serisi Qy80 I/O modülü	26

BÖLÜM 4.

ALGORİTMANIN GELİŞTİRİLMESİ.....	28
4.1. Transfer Hattı.....	28
4.1.1. Transfer hattının tanımlanması.....	28
4.1.2. İstasyonların Tanıtılması	31
4.1.3. Hat akış kısıtları.....	32
4.2. Algoritmanın Tanımlanması.....	33
4.2.1. Programda kullanılan bitlerin tanımlanması.....	34
4.2.2. Sistemin başlatılması	41
4.2.3. HMI paneli ve programlanması.....	47
4.2.4. Hareketli köprü 1'in (HK1) hareketleri	54
4.2.4.1. HK1'in hollerden çağrılması.....	54
4.2.4.2. HK1'e SLA, SLL veya SOK.L (KTL'siz) yüklü halde boyahaneye gitmesi	55
4.2.4.3. HK1'e SOK.L (KTL'li) yüklü halde boyahaneye gitmesi.....	56
4.2.4.4. HK1 1. istasyondaki boyanmış şasiyi ilgili hole bırakır	57
4.2.5. Hareketli köprü 2'nin (HK2) hareketi	59
4.2.5.1. HK2 SOK.L (KTL'li) yüklü HK1'e 4. istasyonu boşaltır	59
4.2.5.2. HK2 10. istasyona bırakılan boyanmış şasiyi 1. istasyona aktarır	59
4.2.6. Hareketli köprü 3'ün (HK3) hareketi	60
4.2.6.1. HK3 17. istasyondan gelen boyalı şasiyi 10. istasyona taşır.....	60
4.2.7. Hareketli köprü 4'ün (HK4) hareketi	62

4.2.7.1. HK4 SLA, SLL veya SOK.L (KTL'siz) şasisini zımpara hattına iletir	62
4.2.7.2. HK4 SOK.L (KTL'li) şasisini zımpara hattına iletir	64
4.2.8. Hareketli köprü 5'in (HK5) hareketi	65
4.2.8.1. HK5 macun prosesi tamamlanan şasileri astar prosesine iletir.	65
4.2.9. Zımpara prosesinden macun prosesine geçiş.....	68
4.2.10. Astar prosesinden boya prosesine geçiş	68
4.2.11. Boyanan şasinin fırından geçmesi	69

BÖLÜM 5.

SONUÇ VE ÖNERİLER	71
5.1. Sonuçlar	71
5.2. Öneriler	73
KAYNAKÇA	74
EKLER	77
ÖZGEÇMİŞ	113

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

CNC	: Bilgisayarlı Numerik Kontrol
DC	: Direct Current (Doğru Akım)
FBD	: Fonksiyon Blok Diyagram
GA	: Genetik Algoritma
GM	: General Motors
HMI	: Human Machine Interface (İnsan Makine Arayüzü)
I/O	: Input / Output
KKA	: Karınca Kolonisi Algoritması
LAD	: Ladder Programlama Dili
m	: Metre
NC	: Numerik Kontrol
PLC	: Programlanabilir Lojik Denetleyicisi
RF	: Radyo Frekansı
RC	: Remote Kontrol
SCARA	: Seçici Serbest Esnemeli Robot Kolu
sn	: Saniye
STL	: Statement List (Komut Listesi)
V	: Voltage (Gerilim)
VDC	: Volt Direct Current (Doğru Akım Gerilimi)
Kİ	: Kaynaklı İmalat
MH	: Montaj Hattı
KTL	: Kataforez Kaplama Tesisi
a.s	: Adam – Saat
dk	: Dakika
adt	: Adet

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Monoray Vinç örneği.....	1
Şekil 2.1. Çeki oku grubu.....	8
Şekil 2.2. Döner tabla ile merkez pim görseli. Solda döner tabla, sağda merkez pim gösterilmektedir.....	9
Şekil 2.3. Römork örnek görseli.	9
Şekil 2.4. Yarı römork örnek görseli.....	10
Şekil 2.5. Lowbed tipi araçlar için örnek görsel.	10
Şekil 2.6. Merdaneli konveyör sistemi örneği.	11
Şekil 2.7. Bantlı konveyör sistemi örneği.	12
Şekil 2.8. Askılı konveyör sistemi örneği.	12
Şekil 2.9. Monoray Vinç.	13
Şekil 2.10. Mevcut süreçte şasinin izlediği yol.....	15
Şekil 3.1. PLC'nin iç yapısının şematik gösterimi.....	17
Şekil 3.2. Röleli kontrol panosu örneği.....	17
Şekil 3.3. PLC'li kontrol panosu örneği.	18
Şekil 3.4. Siemens S7-1200 PLC görseli.	18
Şekil 3.5. Mitsubishi Q02UCPU PLC görseli.....	19
Şekil 3.6. Akış diyagramlarında kullanılan bazı devre elemanlarının merdiven kodlamadaki karşılığı gösterilmektedir.	19
Şekil 3.7. Merdiven programlama dili ile yazılmış bir örnek.	20
Şekil 3.8. STL programlama dilinde yazılmış bir kod örneği.....	21
Şekil 3.9. FBD programlama dilinde yazılmış bir kod örneği.	21
Şekil 3.10. İlk HMI kullanımı için örnek görsel.	23
Şekil 3.11. Dokunmatik HMI için örnek görsel.	23
Şekil 3.12. “Negatif Ortak Uç” Giriş Modülü devre yapısı.	25
Şekil 3.13. “Pozitif Ortak Uç” Giriş Modülü devre yapısı	25

Şekil 3.14. MELSEC Qx80 modülüne ait görsel.	26
Şekil 3.15. “Kaynak Beslemeli” Output Module devre yapısı.....	27
Şekil 3.16. “Harici Beslemeli” Output Module devre yapısı.	27
Şekil 3.17. MELSEC Qy80 modülüne ait görsel.	27
Şekil 4.1. Transfer hattı yerleşim görüntüsü.	29
Şekil 4.2. Transfer hattının sadeleştirilmiş görüntüsü.....	30
Şekil 4.3. Hareket ve Numaralandırma yönleri.....	32
Şekil 4.4. Başlat ve Durdur butonlarının kontrolü.	42
Şekil 4.5. HK 1 ve HK 2'nin başlangıç konumlarına gelmesi.	42
Şekil 4.6. HK 3, HK 4 ve HK 5' başlangıç konumlarına gelmesi ve M12 bitinin aktif edilmesi.....	43
Şekil 4.7. RFID okuyuculardan gelen verinin dizin kayıtlarına veriyi anlık olarak aktarmaları.	44
Şekil 4.8. Hareketli köprülerin hareketini sağlayan çıkışların M bitleri ile sürülmesi. ..	45
Şekil 4.9. Monoray vinçlerin hareketini sağlayan çıkışların M bitleri ile sürülmesi.	46
Şekil 4.10. İstasyonlardaki Hazır butonlarının M bitlerini tetiklenmesi.....	47
Şekil 4.11. HMI Paneli "Ana Ekran" görseli.	48
Şekil 4.12. HMI 1. Ekranına ait merdiven kod dizimi.	49
Şekil 4.13. Jenerik Seçim ekranına ait görsel.	50
Şekil 4.14. Jenerik Seçim Ekranına ait merdiven kod dizimi.	50
Şekil 4.15. SLA jenerik ekranı.....	51
Şekil 4.16. SLL jenerik ekranı.	51
Şekil 4.17. SOK.L jenerik ekranı.	52
Şekil 4.18. Jenerik Seçim Ekranlarına ait merdiven kod dizimi.....	53
Şekil 4.19. Kaplama Tipi Seçim Ekranı.....	54
Şekil 4.20. Kaplama Tipi Seçim Ekranına ait merdiven kod dizimi.....	54
Şekil 4.21. HK1'in hollere çağırılması için yazılan merdiven kod dizimi.	55
Şekil 4.22. HK1'e SLA, SLL veya SOK.L (KTL'siz) Yüklü Halde Boyahaneye Gitmesi için yazılan kod dizimi.	56
Şekil 4.23. HK1'e SOK.L (KTL'li) Yüklü Halde Boyahaneye Gitmesi için yazılan kod dizimi.....	57

Şekil 4.24. HK1 1. İstasyondaki Boyanmış Şasiyi İlgili Hole Bırakması için yazılan kod dizini.....	58
Şekil 4.25. HK2 SOK.L (KTL’li) Yüklü HK1’e 4. İstasyonu Boşaltması için yazılan kod dizini.....	59
Şekil 4.26. HK2 10. İstasyona Bırakılan Boyanmış Şasiyi 1. İstasyona Aktaran kod dizini.....	60
Şekil 4.27. HK3 17. İstasyondan Gelen Boyalı Şasiyi 10. İstasyona taşınması için yazılan kod dizini.....	61
Şekil 4.28. HK4 SLA, SLL veya SOK.L (KTL’siz) Şasisini Zımpara hattına iletmesi için yazılan kod dizini.	63
Şekil 4.29. HK4 SOK.L (KTL’li) Şasisini Zımpara hattına ilerlemesi için yazılan kod dizini.....	65
Şekil 4.30. HK5 Macun prosesi tamamlanan şasileri astar prosesine iletmesi için yazılan kod dizini.....	67
Şekil 4.31. Şasilerin zımpara prosesinden macun prosesine transferi.	68
Şekil 4.32. Astar prosesinden boya prosesine geçiş için yazılan kod dizini.....	69
Şekil 4.33. Boya prosesinden fırının çıkışına şasinin ilerleyişini kontrol eden kod dizilimi.	70

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1. Programda kullanılan giriş bitleri.	34
Tablo 4.2. Programda kullanılan çıkış bitleri.	36
Tablo 4.3. Programda kullanılan yardımcı röle bitleri.	37
Tablo 4.4. Programda kullanılan veri kaydı elemanları.	39
Tablo 4.5. Programlama kullanılan dizin kaydı elemanları.	40
Tablo 4.6. Programlamada kullanılan zamanlayıcı elemanları.	41
Tablo 5.1. Mevcut duruma ait süre ve adam saat verisi.	72
Tablo 5.2. Önerilen sistem sisteme ait süre ve adam saat verisi.	73
Tablo 5.3. Önerilen çözüm ile elde edilen iyileşme değerleri.	73

TREYLER ÜRETİMİNDE MONORAY VİNÇLİ İMALAT PROSESİNİN PLANLANMASI VE OTOMATİK KONTROLÜ

ÖZET

Üretim kalitesini, iş verimliliğini, iş performansını arttırmak ve iş maliyetini düşürmek için günümüzde birçok akademik çalışmalar gerçekleştirilmektedir. İnsan, verimliliği, performansı, maliyeti ve ürün kalitesini belirleyen etkenlerin başında gelmektedir. Teknolojinin ilerlemesiyle akademik çalışma konuları sistemlerden ve proseslerden insan kontrolünü çıkararak makinelerin kendilerini anlık şekilde kontrol edebilecekleri, kendi kendilerine idare edebilecekleri bir yapı haline getirmek üzere şekillenmektedir. Bu kapsamda otomasyon ve optimizasyon çalışmaları yürütülmektedir.

Bu tez çalışmasında da karayolları standartları dışında kalan yükleri taşımakta kullanılan yarı römork türü olan Lowbed üretimi yapan treyler üreticisi bir firmanın Lowbed üretimi yaptığı fabrikasında kaynaklı imalattan çıkan şasilerin boyanmasını ve montaj hattına teslim etmesini sağlayan boyahane transfer hattında araç şasilerinin otomatik transferini sağlayacak bir algoritma geliştirilmiştir. Bu algoritma Mitsubishi PLC (Programlanabilir Lojik Denetleyicisi) üzerinde LADDER kodlama ile kodlanarak transfer işleminin kontrol edilmesi sağlanmıştır. 10800 metre karelik boyahane tesisinde ağırlıkları 3,5 – 10 ton arası olan toplam 10 adet Lowbed şasisinin aynı anda boyahane içerisinde prosesler arasında monoray vinçler ile otomatik olarak ilerlemesi sağlayacak kontrol algoritması geliştirilmiştir.

Mevcut durumda her bir şasinin taşınmasında vinçlerin kontrolü personeller tarafından gerçekleştirilmekte ve bu durum transfer sürecini uzatmaktadır. Aynı zamanda 3,5 – 10 ton arası olan şasilerin yerden yukarıda taşınırken vinci kontrol eden personelin vinci yanlış hızda kullanmakta ve yönlendirmesidir. Bu sebeple yüksek tonajlı şasilerin havada sallanması gibi bir durum oluşabilir ve bu sırada personelin taşınan şasiye yakın olması iş kazalarının oluşmasına ortam hazırlamaktadır. Yapılan çalışmada yüksek tonajlı bu şasilerin taşınması sırasında ortamda personel olmaması için transfer işleminin otomatik olarak yürütülmesi hedeflenmiştir.

Çalışma sonucuna göre bir adet şasi iki adet monoray vinç ile taşınacak ve HMI (İnsan Makine Ara Yüzü) üzerinden girilecek olan araç bilgisine göre şasi kaynaklı imalattan monoray vinçlere yüklenerek boyahane içerisinden geçip montaj hattına iletileceği transfer sistemin vinçlerin rotalarını otomatik olarak belirlemesi sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: PLC, monoray, monoray vinç, rotalama, otomasyon, endüstriyel sistemler, malzeme transfer sistemleri.

PLANNING AND AUTOMATIC CONTROL OF MANUFACTURING PROCESS WITH MONORAIL WINCH IN TRAILER PRODUCTION

SUMMARY

Many academic studies are being carried out today to improve production quality, work efficiency, improve work performance and reduce work costs. Human being is one of the factors that determine efficiency, performance, cost and product quality. With the advancement of technology, academic study topics are shaped by making human control of systems and processes and making machines a self-manageable structure that they can control themselves momentarily. In this context, automation and optimization studies are carried out.

In this thesis, an algorithm has been developed in order to provide automatic transfer of vehicle chassis in the transfer line of the dyehouse, which provides painting and delivery of the chassis from the welded nickel in the factory where a manufacturer of trailers is producing lowbeds. This algorithm is coded with LADDER encoding on Mitsubishi PLC (Programmable Logic Controller) to control the transfer process. At the 10800 square meter dye shop facility, a control algorithm has been developed which will allow 10 low-bed chassis with 3,5 – 10 tons weights to be automatically progressed with monorail winchs between the processes in the dye shop at the same time.

In the present case, the control of the winchs is carried out by the personnel in the transport of each chassis and this increases the transfer process. At the same time, when the chassis is carried above the ground between 3,5 – 10 tons, it is possible to create a situation in the air due to the wrong speed and direction of the personnel who control the winch and to shake the high tonnage chassis in the air. In this study, it is aimed to carry out the transfer process automatically in order to prevent personnel in the environment during the transportation of these high tonnage chassis.

According to the results of the study, one chassis will be transported by two monorail winchs and it is ensured that the transfer system will automatically transfer the routes of the winchs to the monorail winchs from chassis-based manufacturing and transfer to the assembly line through the paint shop.

Keywords: PLC, monorail, monorail winch, routing, automation, industrial systems, material transfer systems.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Sanayi Devriminin getirdiği makineleşme üretim tesislerinin hızla gelişmesini sağlamıştır. Bu hızlı gelişim beraberinde karmaşık endüstriyel sistemleri ortaya çıkarmıştır. Karmaşık endüstriyel sistemlerin çözümü için Yön Eylem çalışmaları, Sezgisel Optimizasyon Algoritmaları, Numerik Kontrol (NC) ve Bilgisayarlı Numerik Kontrol (CNC) sistemleri, Programlanabilir Lojik Kontrol (PLC) sistemleri gibi çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve bu yöntemler üzerine birçok çalışma yapılmıştır.

19. yy'da Henry Ford'un başlattığı bantlı üretim sistemiyle üretim tesislerinde mamüllerin taşınması için bantlı-rollerli konveyör sistemleri, ray üstünde giden arabalı sistemler, hafif yükler için askılı raylı köveyör sistemleri, robot kolları, monoray vinç (Şekil 1.1. ve Şekil 1.2.) sistemleri gibi taşınan mamülün ağırlığına göre farklı birçok sistem geliştirilmiştir.



Şekil 1.1. Monoray Vinç örneği.

Teknolojinin ilerleyişi ile endüstriyel sistemlerde optimizasyon, otomasyon gibi iyileştirici faaliyetler akademik çalışmalara konu olmuştur.

Önder (2011) Çok Depolu Araç Rotalama Probleminin için sezgisel optimizasyon algoritmalarından Parçacık Sürü Optimizasyonu ve Genetik Algoritmayı bir arada kullanarak çözüm aramışlardır. Yaptıkları çalışmayı İstanbul'da bir dağıtım firması için uygulamış ve %35,49 iyileşme sağlandığını gözlemlemişlerdir.

Dalkılıç (2007) bir fazlı daimî kondansitörlü asenkron motoru için yol verme momentini arttırırken verimini düşürmeyecek bir anahtar mekanizması geliştirmiştir. Geliştirdiği anahtarlama mekanizması ile motorun verimini düşürmeden yol verme momentini %250 arttırmayı başarmış ancak motorun ve mekanizmanın ömrünün kısaldığını, IP55 ve IP65 sınıfı motor kullanımının zorunlu olduğunu vb. dezavantajların ortaya çıktığını gözlemlemiştir.

Lafcı (2016) gezgin bir robotun sabit ve dinamik engellerin olduğu bir ortamda istenilen hedefe otonom olarak gidebilmesi için bir hareket algoritması geliştirmiştir. Hareket algoritmasını geliştirirken A* Arama Algoritması'ndan faydalanmıştır. Aracın gezeceği ortam bilgisinin çalışma başında mevcut olduğu varsayarak algoritmayı geliştirmiştir. Çalışmasında robotun önüne çıkacak dinamik engelleri lazer tarayıcı ile saptamakta ve robotun engellerden kaçınmasını sağlamaktadır.

Memiş (2016) monoray sistemlerin kent içi kullanıma uygunluğunu incelemiş ve avantajlarının dezavantajlarından çok olduğunu belirtmiştir. Kent içi ulaşımı daha hızlı hale getirdiğini, otonom araçların kullanımına daha uygun olduğu ve monoray hatların kentsel oluşumları, karayolu trafiğini bozmadığı gibi avantajları olduğu belirtirken yükseltilmiş istasyonlara ihtiyaç duyması, hafif raylı sistemlere göre daha maliyetli olması gibi dezavantajları olduğunu belirtmektedir.

Yücenur (2011) çok depolu araç rotalama probleminin optimizasyonu için karınca kolonisi algoritması ve genetik algoritmayı bir arada kullanarak melez bir algoritma geliştirmiştir. Literatürde bilinen 23 problem setinin 15 tanesinden daha iyi sonuçlar elde

ettiği karınca kolonisi ve genetik algoritma kullanarak oluşturduğu kendine has melez algoritması ile literatüre yeni bir algoritma getirmiştir.

Güngör (2015) bir fazlı asenkron motor için aktif filtreler kullanarak reaktif güç kompanzasyonunu tam elektriksel eş değer devresiyle ve Matlab/Simulink üzerinde modelleyerek incelemesini yapmıştır. Yaptığı incelemede her iki durumda da %5, %10 ve %15'lik kayma uygulamış ve motorun boşa çalışması sırasında reaktif gücün aktif güce göre çok fazla olduğunu, motorun kayma değeri arttıkça reaktif gücün aktif güce yaklaştığını gözlemleyerek başarılı sonuçlar elde etmiştir.

Özmen'in (1996) "PLC ile Elektronik Devrelerin Otomatik Kontrolü" isimli çalışması Türkiye'de PLC üzerine yapılan ilk çalışmalardan biridir. Özmen çalışmasında PLC'lerin röleli panolara karşı avantajlarına değinmiş aynı zamanda iki farklı ladder kod ile ADC devresi oluşturmuş ve literatüre ilk katkıları sağlamıştır.

Gürleyen (2013) asenkron motor tasarımları için yabancı menşeli pahalı programların kullanılmasının yerine ulusal bir program geliştirmiştir. Miksan Motor A.Ş. desteği ile geliştirdiği programın çıktılarını test etmiş ve işletme verileri ile program çıktılarını karşılaştırmıştır. Karşılaştırma sonucunda iki değer arasında %0,63'lük bir fark gözlemlemiştir.

Demir (2010) PLC'deki analog işlemlerin cep telefonu ile iş yerinden uzak mesafelerde kontrol edilebilmesi için çalışmıştır. Çalışmasında cep telefonu, bilgisayar, RF ve PLC'yi bir arada kullanmıştır. Cep telefonu hattının bağlı olduğu kod çözücü ile PLC ve PLC'nin bağlı olduğu makinenin uzaktan kontrolünü sağlarken aynı zamanda da Uzaktan masaüstü izleme programı kullanarak başka bir bilgisayardan üretim hattının kontrolünü sağlamıştır.

Kalaycı (2015) birden fazla binası olan komplekslerde gereksiz yanana aydınlatmaların, stand-by durumundaki cihazların sebep olduğu enerji sarfiyatını engellemeye yönelik bir enerji tasarruf çalışması yapmıştır. Çalışmasında birden fazla binası olan komplekslerde her bir binanın merkez bina ile haberleşmesini, merkez bina üzerinden merkezi bir kontrol

elde edebilmek için her bir binada yardımcı PLC kullanmış ve merkez binadaki merkez PLC ile CAN-BUS ile haberleşmelerini sağlayacak bir algoritma geliştirmiştir. Çalışmasının sonucunda boşa sarf edilen enerjinin önüne geçmeyi başarmıştır.

Özdemir (2016) monoray sistemi üzerine kurulu bir malzeme taşıma sisteminin optimizasyonu üzerine çalışmıştır. Çalışmasında taşıma sistemini Ayrık Olaylar Sistemine benzeterek MATLAB Simulink programında Stateflow yöntemi ile programlamasını yapmıştır. Benzetimini yaptığı çalışmasının ray yönlendirmeli araçların kullanıldığı araçların olduğu ara bağlantılı yüksek yoğunluktaki yükler üzerine yaptığı denemelerinde mevcut duruma göre %20'ye yakın iyileştirme elde etmiştir.

Demir (2015) raylı sistemlerin önemini vurgulayan ve çevre dostu, ilerleyen ülkeler için ülke gelişimi etkileyecek, gelişime açık bir sektör olduğunu bir çalışmada vurgulamıştır.

Daş (2003) endüstride kullanılmak üzere bir malzeme transfer sistemi tasarlamıştır. Transfer işlemini SCARA (Seçici Serbest Esnemeli Robot Kolu) robotu ile gerçekleştirmiştir. SCARA robotunun kullanımında robotun malzemeleri bir noktadan hedeflenen başka bir noktaya taşımalarını sağlamak için robotun kontrolü PLC üzerinden gerçekleştirmiştir.

Yeksan (2014) asenkron motorların tasarımını iyileştirmek üzere yaptığı çalışmada derin oluk etkisi ve akademik çalışmalarda konusu az geçen uzay harmoniklerinin farklı rotor kesitleri ile inceleyerek motor üzerindeki etkilerini gözlemlemiştir. MATLAB programı kullanarak motorun tek ve üç faz sargı fonksiyonunu matematiksel olarak elde etmiştir. Yaptığı denemeler sonucunda ortaya çıkardığı model ile derin oluk etkisinin ve uzay harmoniklerinin değişik rotor kesitleri ile ilişkisini ortaya koymuştur.

Pembe (2014) karışık dağıtım toplamalı araç rotalama probleminde kat edilen yol uzunluğunu minimize etmek için sezgisel optimizasyon algoritmalarından Tabu Arama algoritmasını kullanmıştır. Yaptığı çalışmada Tabu Arama algoritması ile minimum

mesafe kat edilmesini sağlayacak araç rotaları oluşturulmasını sağlayacak bir algoritma geliştirmiştir.

Yılmaz (2014) bina yüzeylerinin sabit formlarda olmayıp değişik form tiplerinde inşa edildiği için monoray vinç hatlarının hareket serbestliğinin geliştirilmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında monoray vinçlerin binaların istenilen yerine erişimini sağlayabilmek için bir monoray hattı tasarımı geliştirmiştir. Geliştirdiği tasarımı sonlu elemanlar metodu ile analizi yapmıştır.

Altay (2014) kafesli asenkron motorların hız ve doğrudan moment kontrolünü sağlamak için sabit hızda ve yüksek hızlarda alan zayıflama bölgesini kapsayan ve hız geri beslemesine ihtiyaç duymadığı bir algoritma geliştirmiştir. Çalışmada akımdaki harmonik miktarının azaldığı ve faz gerilim değerinin Sinüzoidal Darbe Genişlik Modülasyonu yöntemine göre 1,15 kat daha fazla olduğunu deneyler sonucunda elde etmiştir. Yaptığı tasarımın kafesli asenkron motorların sayısal kontrolü ile motorun performansının ve verimliliğinin yükseltebileceği gözlemlemiştir.

Bu tez çalışması ise treyler üretimi yapan bir fabrikada Lowbed araçlarına ait şasilerin kaynaklı imalat ve montaj hattı arasındaki proseslerin uygulandığı boyahane hattındaki monoray vinçlerin kontrolü ile ilgilidir. Bu kapsamda boyahane içerisinde bulunan Oto-Kumlama, Kum Temizleme, Macun-Zımpara, Astar, Boya ve Fırın proseslerini geçecek olan şasilerin transferi sırasında asenkron motorlu monoray vinçler kullanılmaktadır.

Mevcut durumda boyahane hattı boyunca bir adet şasiyi iki adet monoray vinç taşımaktadır. Boyahane içerisinde on adet şasinin transferi söz konusudur. Taşıma işlemi hattın başından sonuna kadar operatörün ilgili vinci kumanda yardımıyla kontrol etmesiyle gerçekleşmektedir. Bu durumda on adet şasinin transferi sırasında oluşacak olan trafik ile operatör kaynaklı gecikmeler sistemin ilerleyişinde aksaklıklara sebep olmaktadır. Aynı zamanda 2 ila 5 ton arasında ağırlığı olan yükün yanlış hızlarda taşınması sonucu sallanması, ağır yükün taşındığı ortamda personel bulunması ve benzeri durumlar iş kazalarına ortam hazırlamaktadır.

Bu çalışmada PLC ile monoray vinçlerin hızlarını ve rotalarını kontrol edecek bir algoritma yazılması böylece transfer sürecindeki trafik kontrol altına alınarak iş güvenliğinin, iş veriminin artırılması ve süreç takibinin kolaylaştırılması hedeflenmiştir.

Boyahane içerisinde 5 adet hareketli ray, 20 adet monoray vinç ve 22 adet dönüm noktası mevcuttur. Bu kapsamda boyahane hattı durak noktalarına ayrılarak basitleştirilmiş bir harita çıkarılmıştır. Bu harita üzerinden on adet şasinin trafiğini kontrol edecek bir rotalama algoritması ve hattın emniyetini sağlayacak bir emniyet algoritması geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritmalar Mitsubishi marka PLC üzerine merdiven kodlama ile yazılmıştır.

Monoray vinçlerin ayırt edilebilmesi için kimlikleme yöntemlerinden bir tanesi olan RFID kullanılmıştır. Her bir monoray vince RFID vericisi ile birer ID verilmiş ve hareketli köprüler üzerine RFID alıcıları yerleştirilerek hangi hareketli rayın üzerinde hangi monoray vincin olduğu takip edilmiştir. Monoray vinçlerin ID'leri ile taşıdıkları şasilerin sipariş numaraları eşleştirilerek şasilerin hangi monoray vinçte olduğunun takibi yapılarak doğru proseslere yönlendirilmeleri ve proseslerde doğru işlemlerin yapılması sağlanmıştır.

Tezin ikinci bölümünde çalışmanın uygulanacağı üretim tesisi ve genel kavramlar hakkında bilgilendirme yapılmıştır.

Üçüncü bölümde tezde kullanılan materyallerin yapısından bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde geliştirilen algoritmadan ve algoritmanın PLC'ye adapte edilmesinden bahsedilmiştir.

Beşinci bölümde çalışmanın sonucundan ve ilerleyen zamanda nasıl geliştirilebileceğinden bahsedilmiştir.

1.1. Tezin Literatüre Katkısı

Bu tez çalışması kapsamında treyler üretimi yapan firmalar arasında en büyük Lowbed üretim tesisine sahip olan firmanın Lowbed boyahanesinde şasilerin transfer süreci otonom kontrole çevrilmesi için bir algoritma geliştirilerek literatürde bilinen kontrollü transfer sistemlerine yüksek tonajlı şasi transferi için otonom kontrollü monoray vinçlerin kullanımı eklenmiştir.

Şasi transfer sisteminin kontrolü geliştirilen algoritmanın Mitsubishi Q serisi PLC'ye aktarılması ile sağlanmıştır.

Çalışma kapsamında algoritmanın geliştirilmesini kolaylaştırmak için ilk olarak boyahane hattının basitleştirilmiş haritası oluşturulmuştur. Haritanın basitleştirilmesi, istasyonların ve üretim hollerinin durak noktaları olarak belirtilmesi ve sabit rayların tek çizgi ile gösterilmesiyle sağlanmıştır. Durak noktaları numaralandırılmış ve bu numaralar üzerinde hareket kısıtları çıkarılmıştır.

Boyahane içerisinde iş kazasını önlemek için hat içerisine lazer perdeler yerleştirilmiş ve personel hatta girdiğinde veya hat içerisindeki personel dışarı çıkmadığı durumlarda sistemin çalışmasını önleyecek iş güvenliği kısıtları çıkarılmıştır. Aynı zamanda sistemin doğru çalışması için hareketli raylar üzerinde dört adet ve istasyonlarda iki adet mekanik sensör bulunmaktadır. Hareketli rayların ve istasyonların üzerindeki bu sensörler ile şasileri taşımakta kullanılan ikili monoray vinç gruplarının raylar üzerindeki pozisyonları takip edilmiştir.

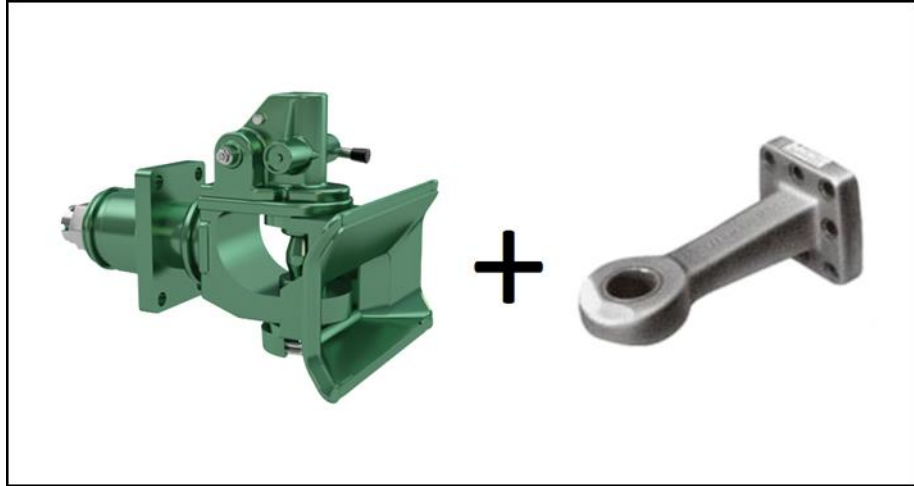
Geliştirilen algoritma ile monoray vinçlerin anlık konum takibinin yapılamaması tezin dezavantajı olarak gözlemlenmiştir. İlerleyen çalışmalarda barkod okuma gibi anlık veri takibi yapılabilen sistemler eklenerek sistemin iyileştirilmesi sağlanacaktır.

BÖLÜM 2. GENEL BİLGİLER

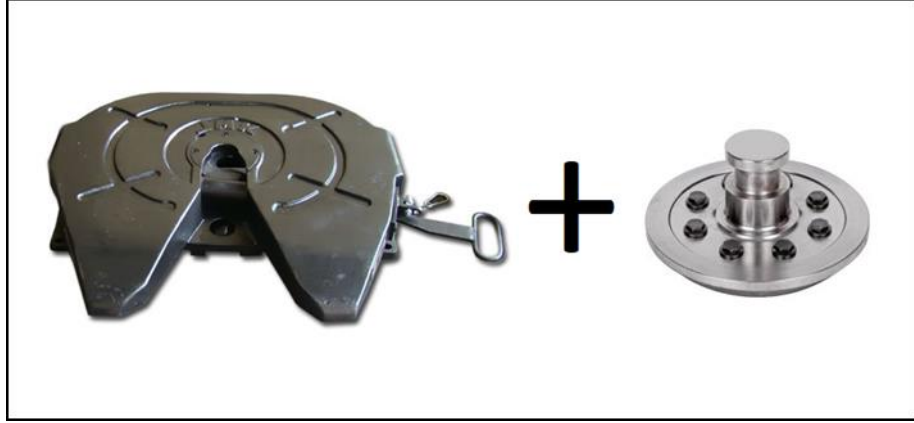
2.1. Treylar nedir?

Treylar, taşıyacağı yüke özel olarak tasarlanmış, en az bir dingilli ve motorlu taşıtlara çekici oku (Şekil 2.1.), döner tabla (Şekil 2.2.) gibi bağlantı aparatları ile bağlanarak çekilmesiyle hareket ettirilen yük taşıyan karayolu taşıtıdır.

Römork ve yarı römork olarak iki tipe ayrılırlar. Çeken araca çeki oku ile bağlanan, taşıdığı yükün ağırlığını ve kendi ağırlığını çeken araca aktarmayan treylar tipi römork olarak adlandırılır (Şekil 2.3.). Taşıdığı yükün ağırlığının ve kendi ağırlığının bir kısmını çeken araca aktaran, döner tabla ve merkez pim ile çeken araca bağlanan treylar tipi ise yarı römork olarak adlandırılır (Şekil 2.4.).



Şekil 2.1. Çeki oku grubu.



Şekil 2.2. Döner tabla ile merkez pim görseli. Solda döner tabla, sağda merkez pim gösterilmektedir.

12 Ekim 2013 tarihinde yayınlanan 282793 sayılı resmî gazete ile düzenlenen “Motorlu Araçların ve Römorklarının Kütle ve Boyutları ile İlgili Tip Onayı Yönetmeliği” ne göre treylerler yani yarı römork araçlar “O Kategorisi” araçlardır. Bu kapsamda treylerler dört başlık altında incelenmektedir.

Azami kütlesi 0,75 tonu aşmayan treylerler O1 kategorisi, 0,75 – 3,5 ton arası treylerler O2 kategorisi, 3,5 – 10 ton arası treylerler O3 kategorisi, 10 ton ve üzeri treylerler ise O4 kategorisi olarak belirtilmektedir.

Bu tez çalışmasında transfer hattı boyunca taşınacak olan treylerler yarı römork cinsi olan ve resmî gazetenin oluşturduğu sınıflandırmaya göre O4 kategorisine dahil araçlardır.



Şekil 2.3. Römork örnek görseli.



Şekil 2.4. Yarı römork örnek görseli.

2.1.1. Lowbed nedir?

İş makinesi, tank, yat, uçak, otobüs gibi ve rüzgâr türbini kanatları, rüzgâr türbini gövdesini, beton bloklar gibi ağır, geniş veya yüksek yapıların bir yerden başka bir yere transferini sağlamak için kullanılan yarı römork treylerlerdir.

Yüksek yükler taşıdıklarından taşınan yükün gabari seviyesi altında kalabilmesi için şasi gövdeleri alçak tasarlanmaktadır. Kullanım amacına göre farklı modellerde üretimleri yapılmaktadır.

Standart tip bir Lowbed için örnek bir görsel Şekil 2.5.'te gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Lowbed tipi araçlar için örnek görsel.

2.2. Üretim Hatlarında Kullanılan Taşıma Sistemleri

Taşıma sistemi, malzemelerin bir noktadan istenen başka bir noktaya aktarma, kontrol, depolama gibi amaçlarla taşınmasına verilen genel bir tanımdır.

Malzemelerin uygun miktarlarda bir noktadan istenilen başka bir noktaya uygun hız, zaman ve minimum maliyetle taşınması hedeflenir.

Taşıma sistemleri el arabaları, konveyörler, vinçler, ray destekli ve monoraylı sistemler gibi çeşitli aktarma organlarının kullanıldığı sistemlerin biri veya birkaçından oluşmaktadır.

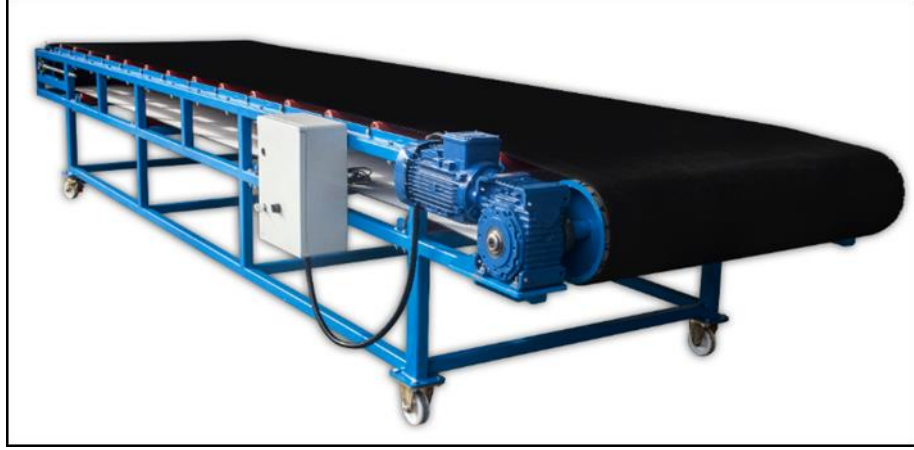
2.2.1. Konveyör sistemleri

Sürekli mal akışının olduğu üretim hatlarında malın bir noktadan istenen başka bir noktaya sabit bir rota üzerinde havadan ya da yerden taşınması için kullanılan kapalı devre taşıma sistemlerine konveyör taşıma sistemi denir.

Bu taşıma sisteminin merdaneli (Şekil 2.6.), bantlı (Şekil 2.7.) ve askılı (Şekil 2.8.) gibi değişik modelleri de mevcuttur. Genellikle hafif ağırlıkta olan malların taşındığı ilaç, otomotiv, şişeleme, bilgisayar, elektronik, gıda vb. üretim tesislerinde tercih edilirler.



Şekil 2.6. Merdaneli konveyör sistemi örneği.



Şekil 2.7. Bantlı konveyör sistemi örneği.

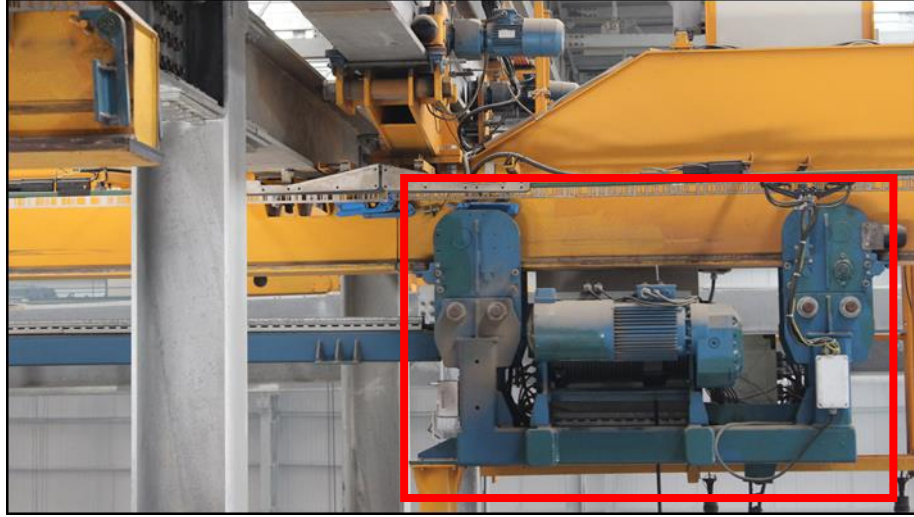


Şekil 2.8. Askılı konveyör sistemi örneği.

2.2.2. Monoray vinçler

Tek bir ray üzerine yerleştirilmiş kendi motor ve işlemcisi olan vinç arabalarından oluşan taşıma sistemidir. Zincirli konveyör hatlarına göre daha yüksek hızlarda ve daha yüksek ağırlıklarda yük taşıyabilmektedir.

Her vincin kendi motor ve işlemcisi olduğundan konveyör hatlarına göre çok daha esnek çalışabilmektedirler. Konveyör hatları taşıma işlemini tek bir hat üzerinde gerçekleştirirken, Monoray vinçler çok kombinasyonlu rotalar oluşturabilirler (Şekil 2.9.).



Şekil 2.9. Monoray Vinç.

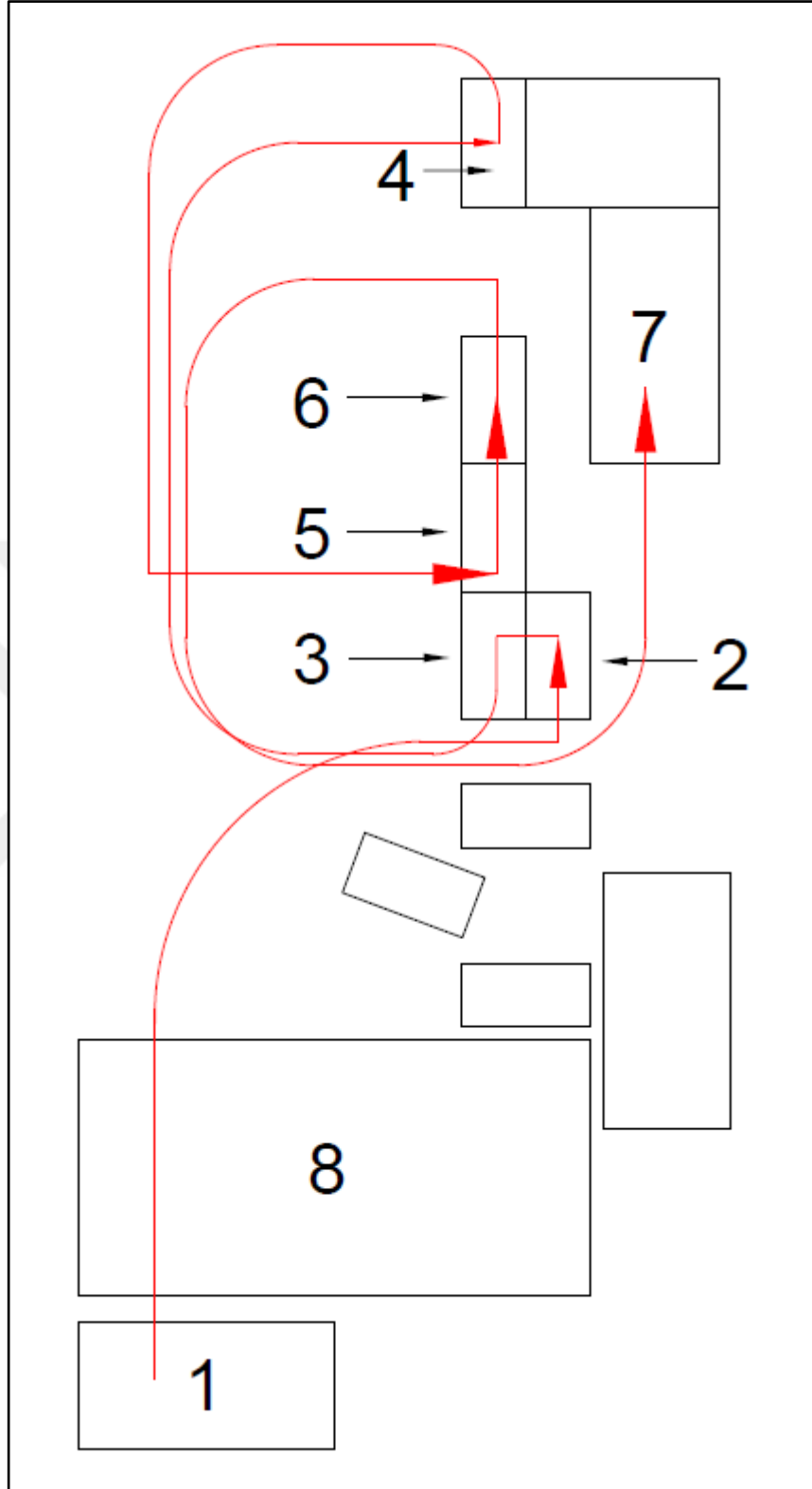
2.2.3. Mevcut hat akışı ve problemin tanımı

Mevcut durumda şasilerin kaynaklı imalattan montaj hattına kadar geçen süreçte şasilerin defalarca vinçlere yüklenmesi ve indirilmesi gerekiyor ayrıca tek dingilli taşıyıcı römorklar ve tekerlekli sehpalarda bu süreç boyunca belli bölgelerde kullanılmaktadır. Şasiler her istasyon arası transferde vinçlerden indirilmesi, araca yüklenmesi ve diğer istasyona ulaşılınca tekrar vince alınması gerekiyor. Süreç boyunca her istasyonda şasinin vince asılıp indirilmesinde yardımcı personele ve istasyonlar aracı geçişte bir adet de şoföre ihtiyaç duyulmaktadır.

2.2.3.1. Mevcut süreç akışı

- Şasinin kaynaklı imalat (1) sonunda kumlama (3) alanına iletecek olan taşıyıcı römork çağrılır ve şasi vince yüklenerek taşıyıcı araca aktarılarak vinçten ayrılır.
- Taşıyıcı römork şasiyi bitmiş araç park alanından (8) geçirek kumlama bekleme alanına (2) getirir, burada şasi vince yüklenerek römorktan alınır ve yere bırakılır.
- Kumlamada (3) sırası gelen şasi vince yüklenir ve kumlama bandına bırakılarak vinçten ayrılır.
- Kumlama (3) sonunda şasi vince yüklenir ve kum temizleme (4) için taşıyıcı römorka yüklenir. Taşıyıcı römork şasiyi kum temizleme (4) istasyonuna iletir.

- Kum temizlemede (4) şasi vince yüklenir ve döndürme fikstürüne bağlanır. Döndürme fikstüründe şasi üzerine basınçlı hava tutularak şasi üzerindeki kum granülleri şasiden uzaklaştırılır.
- Kum temizleme işleminden sonra şasi vince yüklenerek taşıyıcı römorka aktarılır. Taşıyıcı römork şasiyi astarlama ve boya işlemlerinin yapılacağı boyahane istasyonuna (5) götürür.
- Şasi taşıyıcı römorktan vince yüklenerek tekerlekli sehpa oturtulur. Tekerlekli sehpa personel tarafından itilerek şasi astar ve boya kabinlerine yerleştirilir.
- Astar ve boya işlemi biten şasiler yine sehpanın personel tarafından itilmesiyle fırına (6) yerleştirilir.
- Fırınlama sonrası şasi itilerek kabinden çıkartılır ve vince yüklenerek taşıyıcı römorka aktarılır. Taşıyıcı römork montaja hazır şasiyi montaj hattına (7) iletilir.



Şekil 2.10. Mevcut süreçte şasinin izlediği yol.

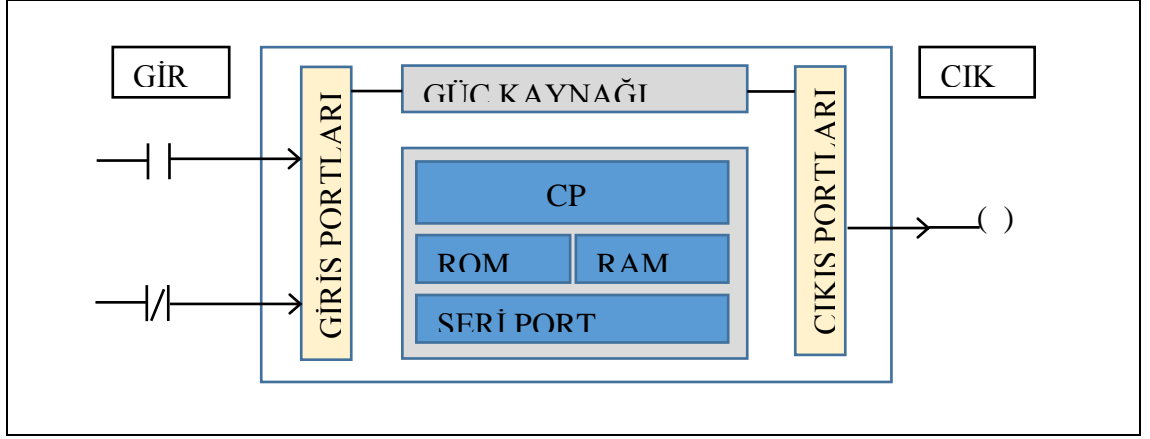
BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. PLC Nedir?

PLC (Programmable Logic Controller-Programlanabilir Lojik Denetleyicisi) üretim hatlarında kullanılan röleli kontrol panolarının (Şekil 3.2.) hat içerisinde çok büyük hacim kaplaması, maliyetinin yüksek olması ve bakım-onarımının zor olmasından dolayı 1968 yılında bir otomotiv firması olan GM'de (General Motors) çalışan Bill Stone tarafından ortaya atılan yenilikçi bir fikirdir. PLC sanayinin ve teknolojinin ilerlemesinde bir basamak taşı olmuştur. Bu basamak taşı ile ilk adımları atan Digital (DEC-Digital Equipment Corporation), Allen-Bradley ve Bedford gibi firmalar olmuştur. Bu firmalar PLC üretim çalışmalarına başlamış ve birçok modelin üretilmesinde öncülük etmiştir (Altungül ve Erdinç, 2015). Şekil 3.3.'te PLC kontrol panosu örneği gösterilmiştir.

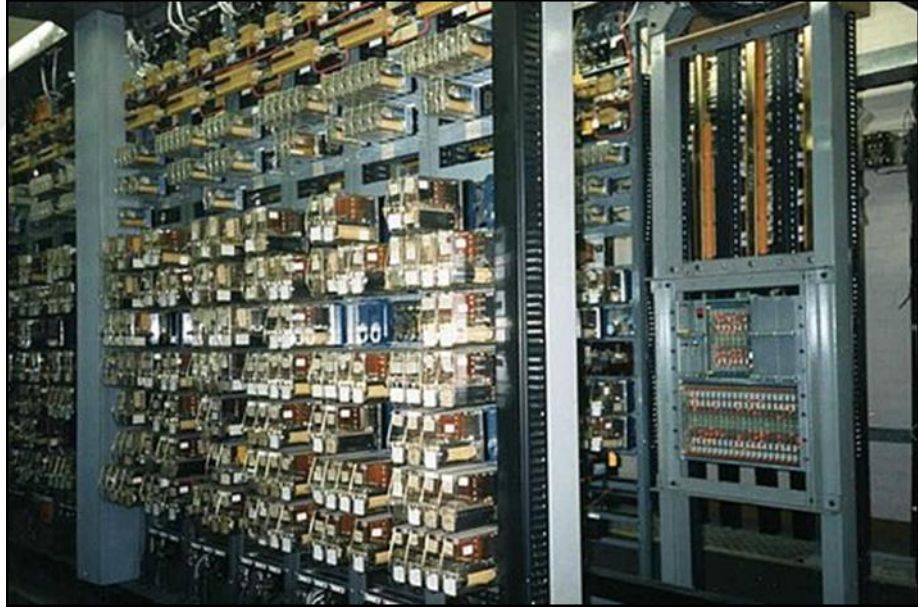
PLC, içerisinde ROM, RAM, CPU barındıran, analog ve dijital verileri okuyabilen, analog ve dijital veriler oluşturup gönderebilen ve programlanabilen bir elektronik kontrolcü donanımdır (Şekil 3.1.). İlk zamanlar sanayiye yönelik kullanılmak üzere üretilmiş olsalar da bugün maliyetlerinin çok aza indirgenmiş olmalarından dolayı ev otomasyonu gibi uygulamalarda da kullanılmaya başlanmıştır.

Farklı PLC üretici ve PLC modellerine örnek olarak Siemens firması ile S7-1200 PLC modeli (Şekil 3.4.) ve Mitsubishi firması ile Q02UCPU PLC modeli (Şekil 3.5.) gösterilebilir.



Şekil 3.1. PLC'nin iç yapısının şematik gösterimi.

PLC'lerin programlanmasında STL (Statement List), FBD (Function Block Diagram) ve LAD (Ladder-Merdiven) programlama dilleri kullanılır. Birçok marka LADDER programlama dili ile programlanabilmektedir, ancak STL ve FBD dilleri her PLC markası kullanmamaktadır markaların tercihine bağlı olarak kullanılabilir.



Şekil 3.2. Röleli kontrol panosu örneği.



Şekil 3.3. PLC'li kontrol panosu örneği.



Şekil 3.4. Siemens S7-1200 PLC görseli.

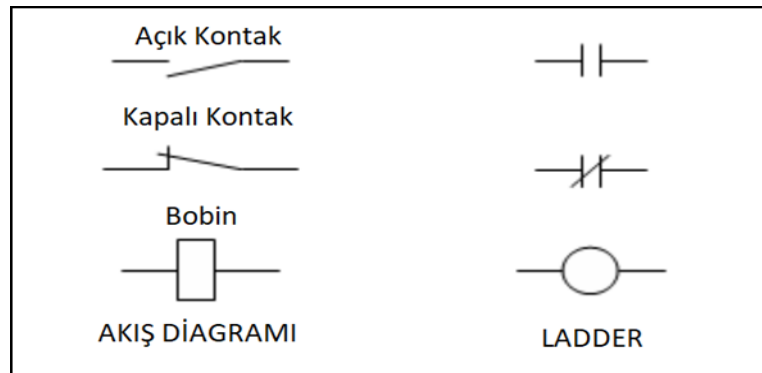


Şekil 3.5. Mitsubishi Q02UCPU PLC görseli

3.1.1. Merdiven programlama dili

Merdiven programlama dili özellikle programlama bilmeyen elektrik, elektronik, mekatronik gibi ilgili uzmanlar için geliştirilen elektrik devrelerini temel alan bir görsel PLC programlama dilidir. Adını bu programlama dilinde komutların alt alta sıralanarak yazıldığına merdiven gibi görünmesinden almaktadır.

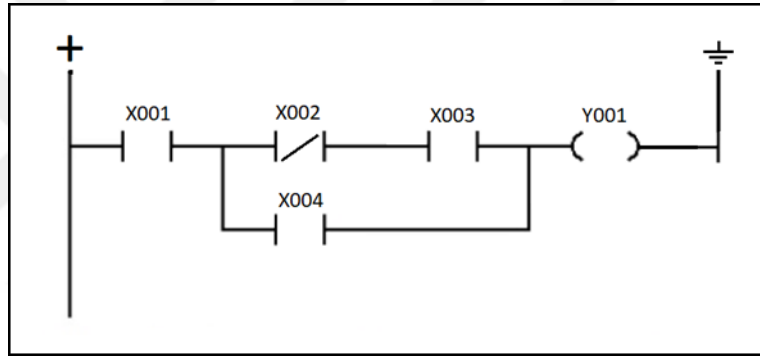
Şekil 3.6. Akış diyagramlarında kullanılan bazı devre elemanlarının merdiven kodlamadaki karşılığı gösterilmektedir



Şekil 3.6. Akış diyagramlarında kullanılan bazı devre elemanlarının merdiven kodlamadaki karşılığı gösterilmektedir.

Merdiven programla dilinde ekranın en solunda program boyunca ilerleyen devamlı dik bir çizgi bulunur bu devamlı dik çizgi güç kaynağının pozitif gerilim (+) ucunu temsil eder. Programın en sağ tarafında güç kaynağının topraklama ucunu temsil eder. Bu kapsamda merdiven programlama dil ile yapılan kodlamada seri bağlı devreler soldan sağa doğru dizilirken paralel bağlı devreler alt alta dizilir.

Program yazılırken butonlar ve sensörler kontaklar ile ifade edilir. Açık kontak ve kapalı kontak olmak üzere kontaklar iki şekilde kullanılır. Açık kontağın sol tarafından gelen enerji kontağın sağ tarafına geçmez, kapalı kontaklarda ise kontağın sol tarafından gelen enerji kontağın sağ tarafına iletilir. Açık ve kapalı kontaklar PLC'nin girişlerini temsil etmek için kullanılır. PLC'nin çıkışları ise bobinler ile temsil edilir (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Merdiven programlama dili ile yazılmış bir örnek.

3.1.2. STL ve FBD programlama dilleri

STL (Statement List – Deneyim Listesi) programlama dili makine diline yakın bir dildir ve programlama bilgisine sahip deneyimli programcılara hitap etmektedir.

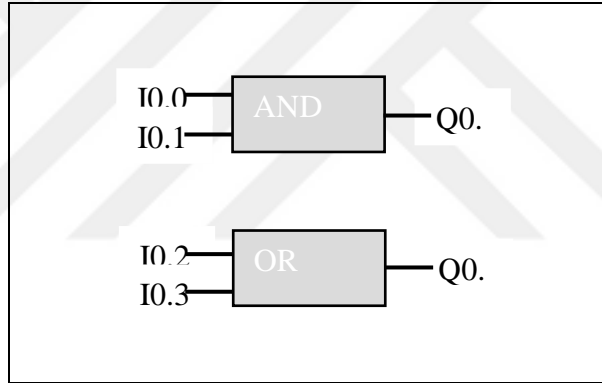
FBD (Function Block Diagram – Fonksiyon Blok Diyagramı) programlama dili sanal lojik kapıların dizilimi ile kodlanan şematik bir programlama dilidir. Mantık devreleri ile çalışan deneyimli uzmanlara hitap etmektedir.

STL ve FBD programlama dilleri her PLC markasında bulunmamaktadır. Örneğin Siemens marka PLC'lerde STL ve FBD programlama dilleri kullanılabilir. Şekil

3.8.'de STL programlama dili için örnek verilmiştir. Şekil 3.9.'da Şekil 3.8.'de yazan kodun FBD programlama dilindeki karşılığı gösterilmiştir.

Network			
1	LD	I0.0	
	A	I0.1	
	=	Q0.0	
Network			
2	LD	I0.2	
	O	I0.3	
	=	Q0.1	

Şekil 3.8. STL programlama dilinde yazılmış bir kod örneği.



Şekil 3.9. FBD programlama dilinde yazılmış bir kod örneği.

3.1.3. PLC'nin faydaları

Röleli kontrol panolarının çok fazla yer kaplaması, maliyetinin yüksek olması, bakımının zor olması gibi olumsuz etkilerinin giderilmesi için ortaya çıkarılan yeni teknoloji ürünü olan PLC'ler röleli kontrol panolarının olumsuz etkilerinin önüne geçmiştir. PLC'lerin faydaları aşağıdaki maddeler ile ifade edilebilir.

- Röleli kontrol panolarının aksine PLC'lerin sağladığı çözümler sayesinde sağladığı üretim kazançlarında maliyeti önemsiz kalmaktadır.
- Yüzlerce rölenin yerine PLC içerisinde sanal mantıksal kapılar vardır bu sayede PLC'li panolar çok az hacim kaplamaktadırlar.

- Röleli panoların yapabildiği her işlevi gerçekleştirebilen PLC'ler aynı zamanda rölelerin yapamayacağı karmaşık matematiksel işlemleri yapabilmektedir.
- PTO (Pulse Train Output – Darbe Eğitim Çıkışı), PWM (Pulse Width Modulation – Darbe Genlik Modülasyonu) ve PID (Proportional Integral Derivative – Oransal İntegral Türev) işlemleri gibi birçok karmaşık işlemi tek bir PLC ile gerçekleştirilebilir.
- PLC'li panoların güncellenmesi oldukça basittir. Proseste gerçekleşen bir değişiklik PLC içerisine yazılan programda değişiklik yaparak kolaylık adapte edilebilir. Aynı zamanda program yazılırken ön görülebilen basit güncellemeler için HMI ekranına yansıtılabilecek bir güncelleme ara yüzü ile gerekli güncellemeler operatörlere de yaptırılabilir.
- Röleli panolara göre oldukça az enerji tüketirler.
- PLC'ler bilgisayarla ve diğer PLC'ler haberleşmesi mümkün olduğu için büyük, kompleks işlemleri kolaylıkla yapabilir ve bunların kontrolünü sağlayabilir.
- Bilgisayarla ile haberleşebilmeleri sayesinde yaptırılan işlemlerin kayıtları tutulabilir. Kaydı tutulan bu veriler raporlanabilir.
- Programın yazılma aşamasında ve sonrasında yaşanabilecek hatalarda PLC'ler uyarı verirler bu sayede çözüm için hatanın kaynağına direkt ulaşılır hata giderilebilir. Bu yönüyle röleli panolara göre hata çözme süreci oldukça kısadır.
- Programlanabilir ve güncellenebilir yapısı sayesinde sadece programı değiştirilerek bir tip pano birçok proses için çalışabilir.
- Operatörlerin sistemi yönlendirmek için kullandığı buton, çekme kolu gibi donanımlar yerine HMI paneller kullanıldığından daha anlaşılır ve daha fonksiyonel işlemler küçük bir hacim ile sağlanabilir.
- Buton, çekme kolu, çevirme kolu gibi donanımlar dijital ortama alınabildiğinden donanımlarda oluşabilecek mekanik arızaların yaşanmasının önüne geçilmektedir.

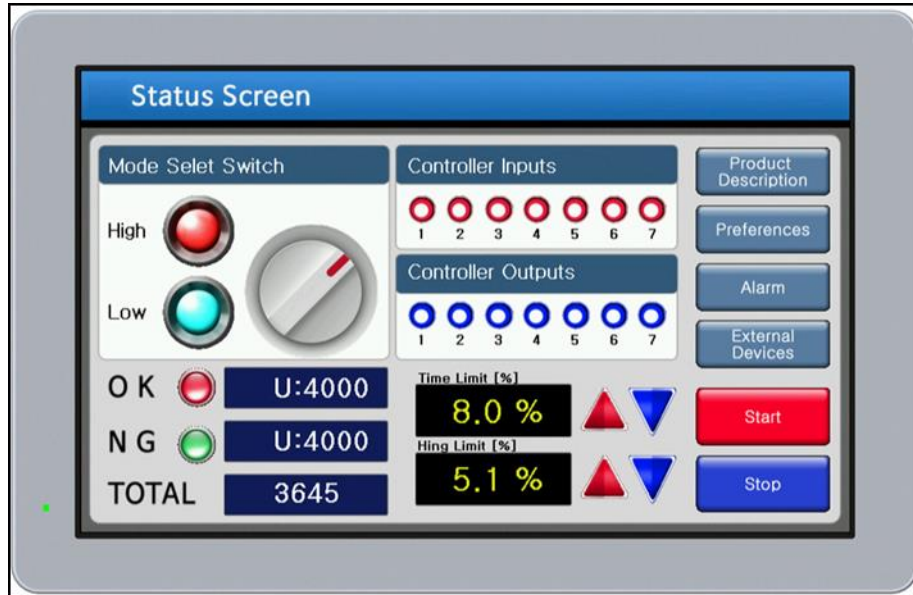
3.1.4. HMI

HMI açılımı Human Machine Interface'dir (İnsan Makine Ara yüzü). Operatör ile sistem arasındaki haberleşmeyi sağlamak için kullanılan ekranlara verilen genel bir isimdir.

Sistem ile operatörlerin haberleşmesi, yazılan programa manuel girişlerin yapılabilmesi ve sistem durumunun operatöre bildirilmesi olarak tanımlanabilir. İlk zamanlarda haberleşme için operatörlerin kullanıma butonlar verilmiş ve sistem durumunu incelenebilmesi için ışıklar kullanılmıştır. Zamanla monitör, klavye, fare gibi donanımlar bütünüyle sunulmaya başlanmıştır (Şekil 3.10.), teknolojinin ilerlemesiyle bu donanımların yerine sadece dokunmatik ekranlar kullanılmaya başlanmıştır (Şekil 3.11.).



Şekil 3.10. İlk HMI kullanımı için örnek görsel.



Şekil 3.11. Dokunmatik HMI için örnek görsel.

3.2. Kullanılan PLC Donanımları

Tez çalışması kapsamında geliştirilen algoritma Mitsubishi PLC'si üzerine merdiven programlama dili ile kodlanmıştır. Master PLC için MELSEC Q Serisi QnUCPU CPU modülü kullanılmıştır. Master PLC girişleri için MELSEC Q Serisi Qx80 (Şekil 3.21.), çıkışları için MELSEC Q Serisi Qy80 I/O (Şekil 3.24.) modülleri kullanılmıştır. Monoray vinçlerin üzerinde ise CC-Link System Remote I/O modülü kullanılmıştır.

3.2.1. MELSEC Q serisi QnUCPU ana CPU

MELSEC Q serisi QnUCPU modeli Mitsubishi marka modüler bir PLC'dir. I/O portları kendi üzerinde bulunmayan bu modeli kullanmak için harici I/O modülleri kullanılması gerekmektedir.

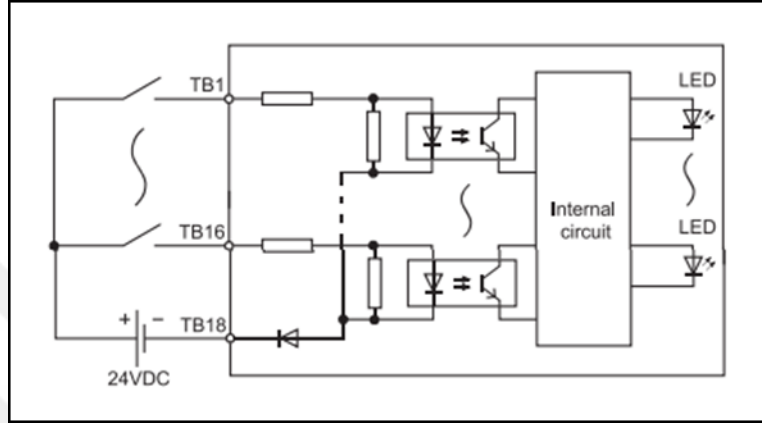
Mitsubishi PLC'lerde girişler X ile çıkışlar ise Y ile ifade edilmektedir. Programlaması yapılırken girişler için X001, X120 ve çıkışlar için Y001, Y009 şekilde adresleme yapılır. Mitsubishi PLC'lerde pointerlar Z ile ifade edilir ve toplam 8 adet pointer'a (Z0-Z7) sahiptirler. QnUCPU modelinde ise bunlara ek olarak Z pointer'ının yetmediği çalışmalarda kullanabileceğimiz V pointerları mevcuttur. V pointerları Z pointerları ile tamamen aynı özellikte olup toplamda 8 adettirler (V0-V7). Bu çalışmada QnUCPU seçme sebeplerimizden bir tanesi de 8 adet Z ve 8 adet V olmak üzere toplam 16 adet pointer bulundurmasıdır.

3.2.2. MELSEC Q serisi Qx80 I/O modülü

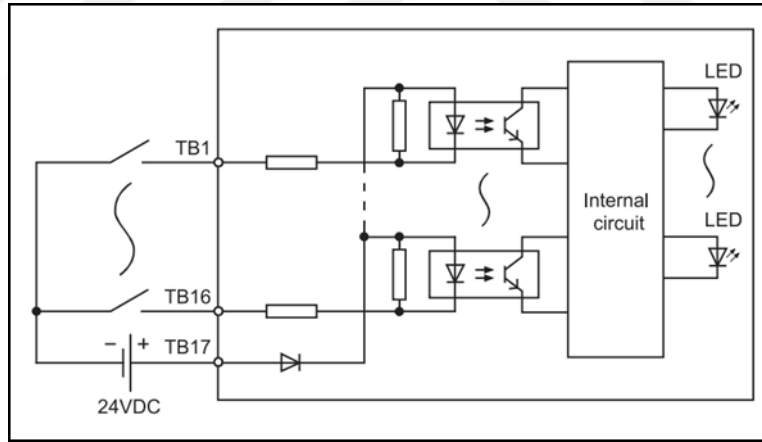
Qx80 I/O modülü Mitsubishi marka Q serisi PLC'ler için DC giriş portu modüldür. 24VDC besleme ile çalışmaktadır. Modüler Q serisi PLC'lere veri girişini sağlamak için kullanılmaktadır. Portlarına gelen 19V ve üzeri gerilim değerlerinde 1 değeri aktarmaktadır. "Negative Common Type" iç bağlantısı vardır. Şekil 3.19. ve Şekil 3.20.'de "Negative Common Type" ve "Positive Common Type" iç bağlantı yapıları gösterilmiştir.

16 adet veri okuma, 1 adet besleme ve 1 adet toprak portu olmak üzere 18 adet portu bulunmaktadır. 16 adet veri okuma portu toprak portu ile ortak iç bağlantıya sahiptir.

Bu tez çalışmasında Qx80 modülü butonlardan ve sensörlerden gelen verileri okumak için kullanılmıştır. Modülün özellikleri Ek A’da belirtilmiştir.



Şekil 3.12. “Negatif Ortak Uç” Giriş Modülü devre yapısı.



Şekil 3.13. “Pozitif Ortak Uç” Giriş Modülü devre yapısı



Şekil 3.14. MELSEC Qx80 modülüne ait görsel.

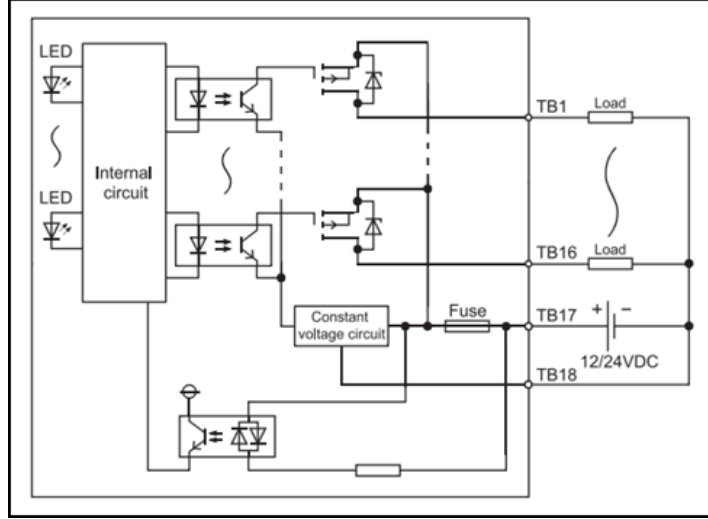
3.2.3. MELSEC Q Serisi Qy80 I/O modülü

Qy80 I/O modülü Mitsubishi marka Q serisi PLC'ler için DC çıkışı portu modüldür. Bu modül ile Q serisi PLC'den gelen analog ve dijital verilerin sisteme aktarılmasını sağlamak için kullanılmaktadır. "Source Type" iç bağlantı yapısına sahiptir. Şekil 3.22. ve Şekil 3.23.'de "Source Type" ve "Slink Type" iç bağlantı yapıları gösterilmiştir.

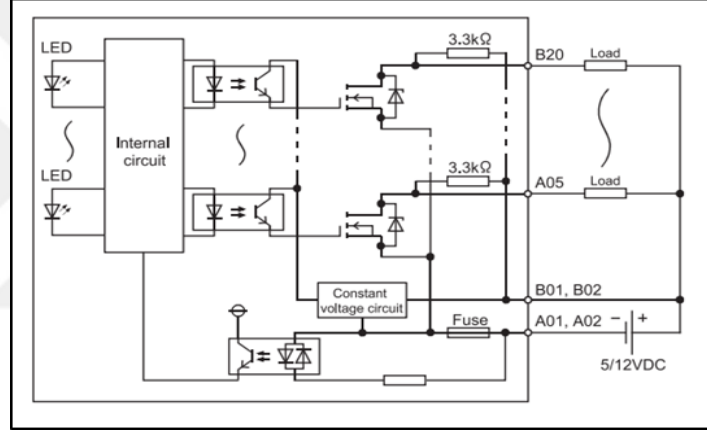
Modülün beslenmesi ve çıkış portları için 12 VDC veya 24VDC kullanılmaktadır. Bu seçim sistemde kullanılan aksiyon elemanlarının (motor, led, sürücüler vb.) özelliklerine göre seçilmektedir.

16 adet veri aktarma portu, 1 adet besleme ve 1 adet toprak port olmak üzere toplam 18 adet portu bulunmaktadır. 16 adet veri aktarma portu besleme portu ile ortak iç bağlantıya sahiptir.

Bu tez çalışmasında Qx80 modülü ledlere ve motor sürücülerine veri aktarmak için kullanılmıştır. Modülün özellikleri Tablo 3.2.'de belirtilmiştir.



Şekil 3.15. “Kaynak Beslemeli” Output Module devre yapısı.



Şekil 3.16. “Harici Beslemeli” Output Module devre yapısı.



Şekil 3.17. MELSEC Qy80 modülüne ait görsel.

BÖLÜM 4. ALGORİTMANIN GELİŞTİRİLMESİ

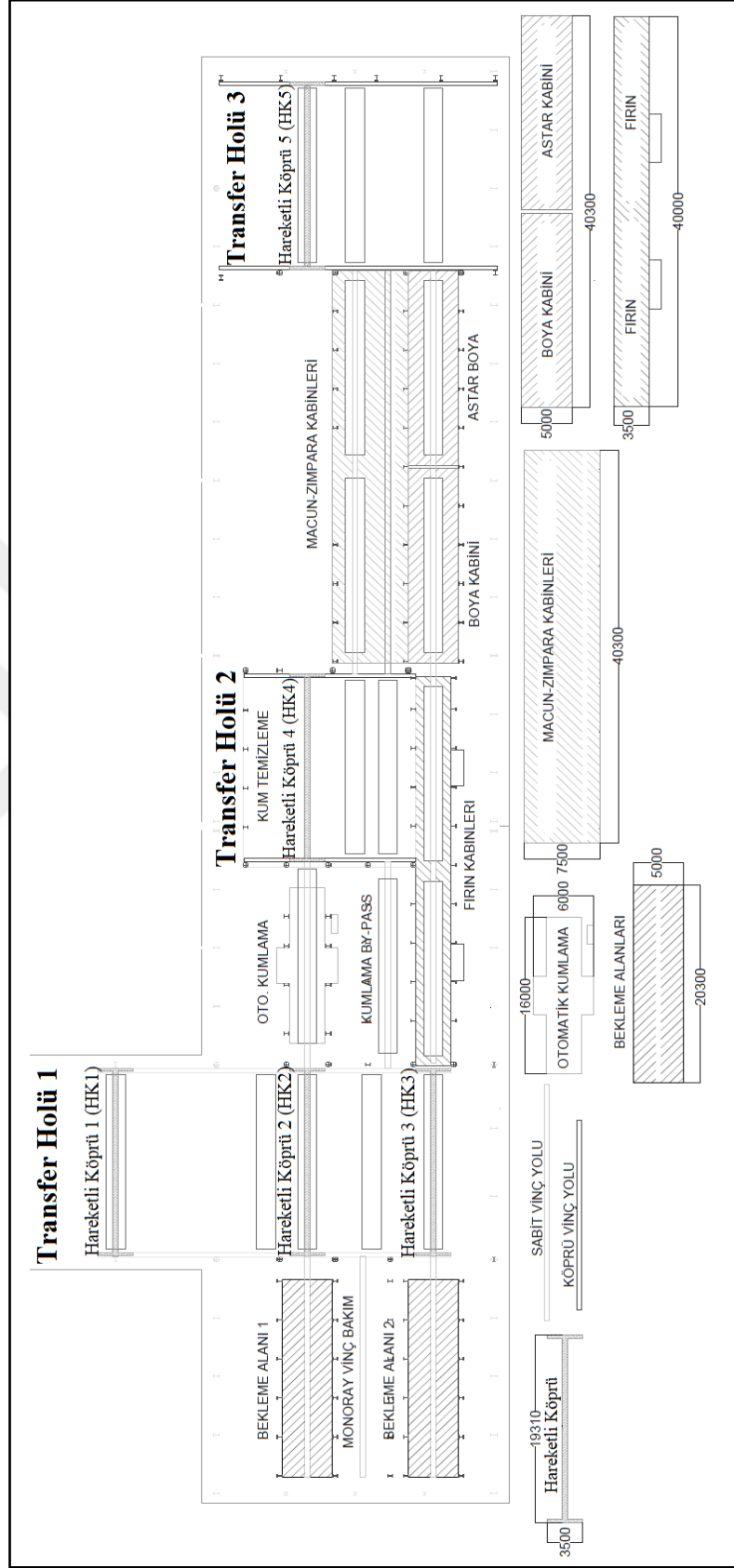
4.1. Transfer Hattı

4.1.1. Transfer hattının tanımlanması

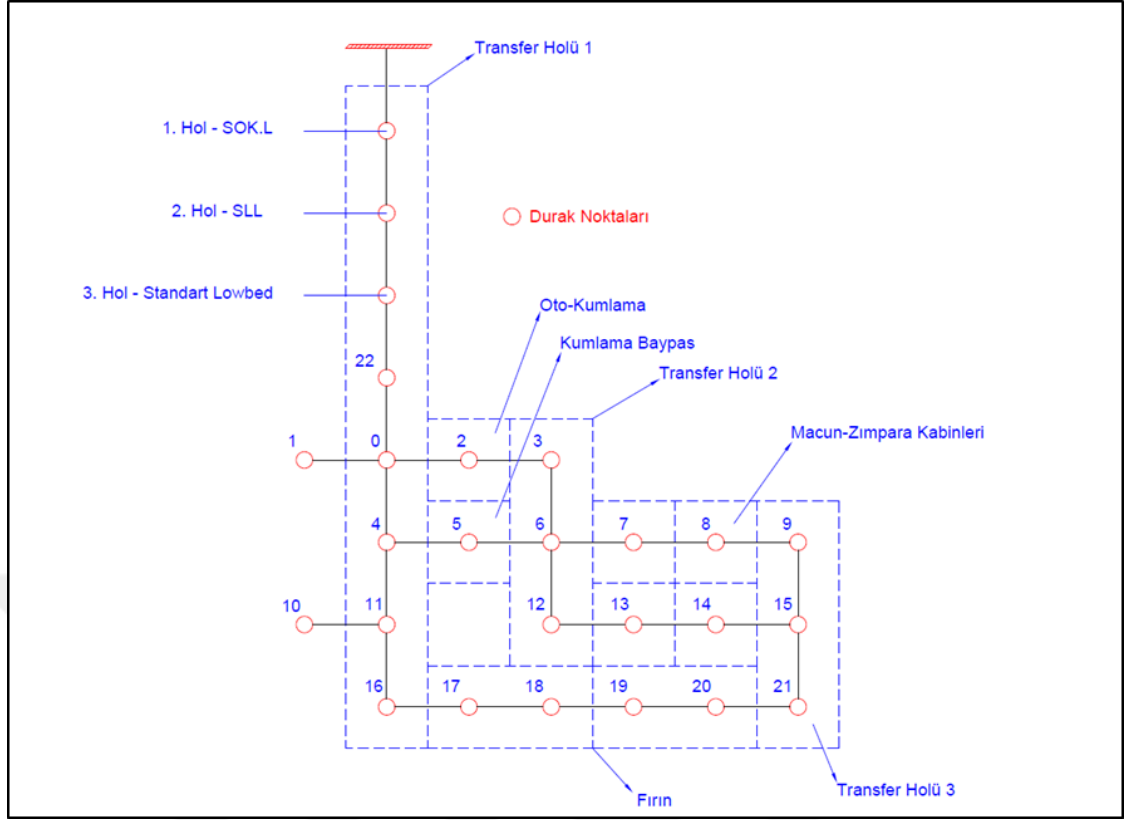
Transfer hattı, Lowbed üretim tesisinde kaynaklı imalattan çıkan şasilerin boyahane prosesi içerisindeki transferini gerçekleştirerek şasilerin montaj hattına iletilmesi için kullanılan şasi taşıma hattı olarak tanımlanmaktadır.

Yerleşim görüntüsü Şekil 4.1.'de verilen boyahane hattı içerisinde 10 adet şasinin her birinin bir proseste olması hedeflenmiştir. Boyahane içerisinde 2 adet bekleme istasyonu (1. ve 10. istasyon), 3 adet transfer holü, 1 adet oto kumlama (2. istasyon), 1 adet kumlama baypas (5. istasyon), 4 adet macun/zımpara istasyonu (7., 8., 13. ve 10. istasyon), 1 adet astar (20. istasyon), 1 adet boya (19. istasyon) ve 2 adet fırın istasyonları (17. ve 18. istasyon) bulunmaktadır.

Transfer hattı daha anlaşılır olabilmesi ve daha iyi analiz edilebilmesi için nokta ve çizgilerle ifade edilmiştir. Sadeleştirilmiştir transfer hattı Şekil 4.2.'de görülmektedir. Her bir istasyon noktalar kullanılarak belirtilirken transfer hattındaki yollarda çizgiler ile belirtilmiştir.



Şekil 4.1. Transfer hattı yerleşim görüntüsü.



Şekil 4.2. Transfer hattının sadeleştirilmiş görüntüsü.

Şekil 4.2.'de "1.Hol" olarak adlandırılan istasyon SOK_L model treylerlere ait şasilerin kaynaklı imalattan çıktıkları ve monoray vinçlere asılacağı istasyondur. Aynı şekilde "2.Hol" ve "3.Hol" olarak adlandırılan istasyonlar sırasıyla SLL modeli ve SLA modeli treylerlerin kaynaklı imalattan çıkarak monoray vinçlere asılacağı istasyonları ifade etmektedir.

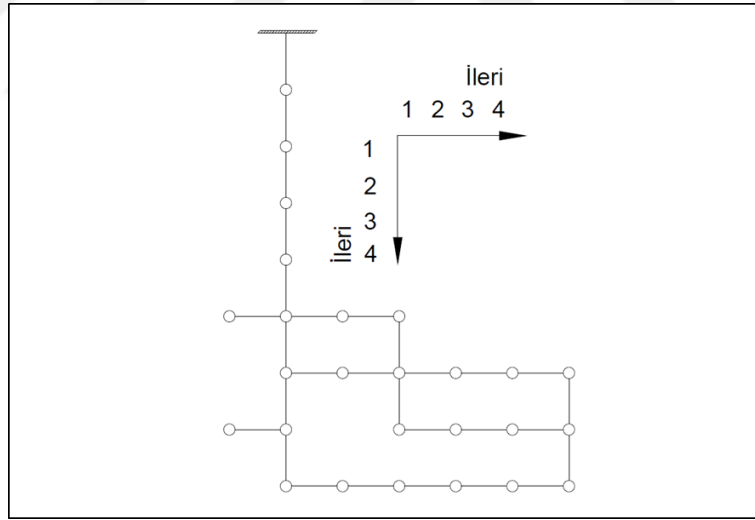
"Transfer Holü 1" içerisinde 3 adet, "Transfer Holü 2" içerisinde 1 adet ve "Transfer Holü 3" içerisinde 1 adet hareketli köprü bulunmaktadır. Her bir hareketli köprü üzerinde 4 adet sensör bulunmaktadır. Transfer süreci boyunca 2'li gruplar halinde toplam 20 adet monoray vinç bulunmaktadır. Hareketli köprülerin hareket yönü ve numaralandırılması Şekil 4.3.'te belirtildiği sırayla göre yapılmıştır. Aynı şekilde monoray vinçlerin hareketleri ve köprülerin üzerindeki sensörlerin numaraları da Şekil 4.3. gösterildiği sıraya göre verilmiştir. Numaralar soldan sağa ve yukarıdan aşağıya doğru artmaktadır, aynı şekilde yukarıdan aşağı doğru olan ve soldan sağa doğru olan yön "ileri yön" olarak adlandırılmaktadır. Aksi yönlere "geri yön" olarak adlandırılmıştır.

Hareketli Köprü 1 (HK1), Hareketli Köprü 2 (HK2), Hareketli Köprü 3 (HK3) Transfer Holü 1 üzerinde yer almaktadır. Hareketli Köprü 4 (HK4) Transfer Holü 2 üzerinde yer almaktadır. Hareketli Köprü 5 (HK5) Transfer Holü 3 üzerinde yer almaktadır.

4.1.2. İstasyonların Tanıtılması

- 0. istasyon : Transfer Holü 1'in birinci şasi aktarma noktası.
- 1. istasyon : 1. bekleme istasyonu. Boyanan şasilerin montaj hattına aktarılmadan önceki son istasyonu.
- 2. istasyon : Kaynaklı imalattan çıkan şasilerin temizlendiği istasyon. Oto Kuşlama makinesinin bulunduğu istasyon.
- 3. istasyon : Transfer Holü 2'nin birinci şasi aktarma noktası. Zımpara/macun istasyonlarına aktarılması için Oto Kuşlama makinesinden çıkan şasilerin alındığı istasyon.
- 4. istasyon : Transfer Holü 1'in ikinci şasi aktarma noktası. Kuşlama baypas hattına şasi aktarımının yapıldığı ve kuşlama baypas istasyonundan kaplamaya gidecek şasilerin alındığı istasyon.
- 5. istasyon : Kuşlamaya girmeyecek araçların direkt zımpara/macun istasyonlarına iletilmesi kullanılan Kuşlama baypas hattı.
- 6. istasyon : Transfer Holü 2'nin ikinci şasi aktarma noktası. Zımpara/macun 1. holüne şasilerin aktarıldığı nokta.
- 7. istasyon : Zımpara 1. istasyonu.
- 8. istasyon : Zımpara 2. istasyonu.
- 9. istasyon : Transfer Holü 3' 1. istasyonu. Zımpara/macun 1. holünün 1. ve 2. istasyonlarından çıkan zımpara/macun işlemi tamamlanmış araçların Astar prosesine aktarılmak üzere transfer holü 3'e aktarıldığı istasyon.
- 10. istasyon : 2. bekleme istasyonu. Boyama işlemi biten şasilerin fırından alınarak montaj hattına aktarılmadan önceki beklediği ilk istasyon.
- 11. istasyon : Transfer Holü 1'in üçüncü şasi aktarma noktası. İkinci bekleme noktasındaki şasinin birinci bekleme noktasına taşınmak üzere Transfer Holü 1'e aktarıldığı nokta.

- 12. istasyon : Transfer Holü 2'nin üçüncü şasi aktarma noktası. Zımpara/macun 2. holüne şasilerin aktarıldığı nokta.
- 13. istasyon : Macun 1. istasyonu.
- 14. istasyon : Macun 2. istasyonu.
- 15. istasyon : Transfer Holü 3' 2. istasyonu.
- 16. istasyon : Transfer Holü 1'in dördüncü şasi aktarma noktası. Fırından çıkan boyalı şasilerin ikinci bekleme noktasına taşınmak üzere Transfer Holü 1'e aktarıldığı nokta.
- 17. istasyon : Birinci fırın.
- 18. istasyon : İkinci fırın.
- 19. istasyon : Şasilerin boyandığı istasyon.
- 20. istasyon : Şasilerin boyanmadan önce astarının yapıldığı istasyon.
- 21. istasyon : Transfer Holü 3' 3. istasyonu.
- 22. istasyon : HK 1'in boş konumda bekleme noktası.



Şekil 4.3. Hareket ve Numaralandırma yönleri.

4.1.3. Hat akış kısıtları

Hat akış kısıtları Şekil 4.2.'de ki basitleştirilmiş görsel üzerinden tarif edilmiştir.

- HK1 başlangıç konumu 22. istasyondur ve 1. Hol, 2. Hol ve 3. Hol 'den aldığı şasileri 2. istasyona (Oto Kumlama) iletmektedir. Aynı zamanda 1. istasyonda bekleyen boyanmış şasiyi ilgili hole iletmekle görevlidir.
- HK2 10. istasyondaki boyanmış olan şasiyi 1. istasyona aktarmaktadır.
- HK3 17. istasyondan (2. Fırın) çıkan boyalı şasileri 10. istasyona aktarmaktadır.
- HK4 2. istasyondan aldığı şasiyi 7. veya 13. istasyona aktarmakla görevlidir.
- HK5 8. veya 14. istasyondan çıkan macun işlemleri bitmiş şasileri 20. istasyona aktarmakla görevlidir.
- 7. istasyondan sadece 8. istasyona geçilebilmektedir.
- 13. istasyondan sadece 14. istasyona geçilebilmektedir.
- 20. istasyondan sadece 19. istasyona geçilebilmektedir.
- 19. istasyondan sadece 18. istasyona geçilebilmektedir.
- 18. istasyondan sadece 17. istasyona geçilebilmektedir.
- HK1 üzerinde şasi 2. istasyona aktarılırken HK4 üzerinde şasi olmamalıdır ve HK1 üzerindeki şasi 2. istasyonu geçip HK4'ün üzerine gelene kadar HK4 3. istasyondan ayrılmamalıdır.

4.2. Algoritmanın Tanımlanması

Şasilerin kaynaklı imalattan alınarak boyahane içerisindeki sürecinin tamamlandıktan sonra montaj hattına iletilmesini sağlayacak algoritma bu bölümde tasarlanmıştır.

Algoritma hareketli köprülerin ve monoray vinçlerin hareket kısıtları ile şasilerin hedef rotaları takip edilerek geliştirilmiştir. Hareket çevrimleri hareketli köprülere bağımlı olduğu için her bir hareketli köprü için özel bir algoritma tasarlanmıştır. Rotalama algoritması bu beş adet algoritmanın iç içe kullanılmasıyla sağlanmaktadır. Algoritmanın Mitsubishi PLC üzerine yazılmış merdiven kodlama ile yazılmış kodu Ek A'da sunulmuştur.

4.2.1. Programda kullanılan bitlerin tanımlanması

Merdiven kodlaması ile yazılan programda “giriş, çıkış, veri kaydı, izin kaydı, yardımcı röle ve zamanlayıcı” bitleri iç içe kullanılmıştır. Toplam 55 adet “giriş” biti kullanılmıştır, kullanılan “giriş” bitleri Tablo 4.1 de tanımlanmıştır.

Tablo 4.1. Programda kullanılan giriş bitleri.

Sıra No.	Bit No.	Bit Tanımı
1	X001	HMI 1. Ekranındaki "BAŞLA" butonu.
2	X002	HMI 1. Ekranındaki "DURDUR" butonu.
3	X003	HOL1 üzerindeki Hareketli köprü 1'in geldiği denetleyen sensör.
4	X004	HOL2 üzerindeki Hareketli köprü 1'in geldiği denetleyen sensör.
5	X005	HOL3 üzerindeki sensör - Hareketli köprü 1'in geldiği denetlemek için kullanılıyor.
6	X006	22. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
7	X007	0. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
8	X010	1. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
9	X011	2. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
10	X012	3. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
11	X013	4. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
12	X014	5. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
13	X015	6. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
14	X016	7. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
15	X017	8. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
16	X020	9. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
17	X021	10. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
18	X022	11. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
19	X023	12. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
20	X024	13. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
21	X025	14. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
22	X026	15. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
23	X027	16. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.

Tablo 4.1. (Devamı)

Sıra No.	Bit No.	Bit Tanımı
24	X030	17. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
25	X031	18. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
26	X032	19. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
27	X033	20. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
28	X034	21. istasyon üzerinde bulunan sensör - İstasyona Hareketli köprü geldiğini denetliyor.
29	X035	Hareketli köprü 1 üzerinde bulunan sensör - Köprüye monoray vinç geldiğini denetliyor.
30	X036	Hareketli köprü 2 üzerinde bulunan sensör - Köprüye monoray vinç geldiğini denetliyor.
31	X037	Hareketli köprü 3 üzerinde bulunan sensör - Köprüye monoray vinç geldiğini denetliyor.
32	X040	Hareketli köprü 4 üzerinde bulunan sensör - Köprüye monoray vinç geldiğini denetliyor.
33	X041	Hareketli köprü 5 üzerinde bulunan sensör - Köprüye monoray vinç geldiğini denetliyor.
34	X061	HMI 2. Ekrandaki "SLA" Jenerik butonu.
35	X062	HMI 2. Ekrandaki "SLL" Jenerik butonu.
36	X063	HMI 2. Ekrandaki "SOK.L" Jenerik butonu.
37	X066	HMI 4. ekrandaki "KTL'li" butonu.
38	X067	HMI 4. ekrandaki "KTL'siz" butonu.
39	X100	HOL1 üzerindeki sensör - Aracın doğru yükseklikte yüklendiğini kontrol ediyor.
40	X101	HOL2 üzerindeki sensör - Aracın doğru yükseklikte yüklendiğini kontrol ediyor.
41	X102	HOL3 üzerindeki sensör - Aracın doğru yükseklikte yüklendiğini kontrol ediyor.
42	X104	HOL1 de bulunan buton – Personel işleminin tamamlandığını bildiren buton.
43	X105	HOL2 de bulunan buton - Personel işleminin tamamlandığını bildiren buton.
44	X106	HOL3 de bulunan buton - Personel işleminin tamamlandığını bildiren buton.
45	X111	HMI 3. Ekranındaki (SLA jenerik Ekranı) "GÖNDER" butonu.
46	X112	HMI 3. Ekranındaki (SLL jenerik Ekranı) "GÖNDER" butonu.
47	X113	HMI 4. Ekranındaki (SOK.L jenerik Ekranı) "İLERİ" butonu.
48	X114	HMI 4. Ekranındaki "GÖNDER" butonu.
49	X116	HMI 3. Ekranındaki "GERİ" butonu.
50	X120	7. istasyon üzerindeki buton - Çalışmanın tamamlandığını bildiren personel butonu.
51	X121	8. istasyon üzerindeki buton - Çalışmanın tamamlandığını bildiren personel butonu.
52	X122	13. istasyon üzerindeki buton - Çalışmanın tamamlandığını bildiren personel butonu.
53	X123	14. istasyon üzerindeki buton - Çalışmanın tamamlandığını bildiren personel butonu.
54	X124	19. istasyon üzerindeki buton - Çalışmanın tamamlandığını bildiren personel butonu.
55	X125	20. istasyon üzerindeki buton - Çalışmanın tamamlandığını bildiren personel butonu.

Toplam 43 adet “çıkış” biti kullanılmıştır, kullanılan “çıkış” bitleri Tablo 4.2 de tanıtılmıştır.

Tablo 4.2. Programda kullanılan çıkış bitleri.

Sıra No.	Bit No.	Bit Tanımı
1	Y000	HMI 1. Ekranındaki "Sistem Aktif Değil" Ledi - Kırmızı Led.
2	Y001	HMI 1. Ekranındaki "Sistem Aktif" Ledi - Yeşil Led.
3	Y002	HMI 1. Ekranındaki "Sistem Kullanıma Hazırlanıyor" Ledi - Sarı Led.
4	Y003	Hareketli köprü 1 geri yönde hareket etmesi için çıkış biti.
5	Y004	Hareketli köprü 1 ileri yönde hareket etmesi için çıkış biti.
6	Y005	Hareketli köprü 2 geri yönde hareket etmesi için çıkış biti.
7	Y006	Hareketli köprü 2 ileri yönde hareket etmesi için çıkış biti.
8	Y007	Hareketli köprü 3 geri yönde hareket etmesi için çıkış biti.
9	Y010	Hareketli köprü 3 ileri yönde hareket etmesi için çıkış biti.
10	Y011	Hareketli köprü 4 geri yönde hareket etmesi için çıkış biti.
11	Y012	Hareketli köprü 4 ileri yönde hareket etmesi için çıkış biti.
12	Y013	Hareketli köprü 5 geri yönde hareket etmesi için çıkış biti.
13	Y014	Hareketli köprü 5 ileri yönde hareket etmesi için çıkış biti.
14	Y015	HMI 1. Ekrandaki "HOL1" butonuna basıldığını gösteren led - HOL1'in yanındaki led.
15	Y016	HMI 1. Ekrandaki "HOL2" butonuna basıldığını gösteren led - HOL2'in yanındaki led.
16	Y017	HMI 1. Ekrandaki "HOL3" butonuna basıldığını gösteren led - HOL3'in yanındaki led.
17	Y020	Hareketli köprü 1 meşgul ledi - Sarı Led.
18	Y022	HMI 3. Ekrandaki (SLA jenerik ekranı) Yüklü/Yüksüz Ledi - Aracın yüklediğini bildirir.
19	Y023	HMI 3. Ekrandaki (SLA jenerik ekranı) Yükseklik kontrol ledi.
20	Y032	HMI 3. Ekrandaki (SLL jenerik ekranı) Yüklü/Yüksüz Ledi - Aracın yüklediğini bildirir.
21	Y033	HMI 3. Ekrandaki (SLL jenerik ekranı) Yükseklik kontrol ledi.
22	Y042	HMI 3. Ekrandaki (SOK.L jenerik ekranı) Yüklü/Yüksüz Ledi - Aracın yüklediğini bildirir.
23	Y043	HMI 3. Ekrandaki (SOK.L jenerik ekranı) Yükseklik kontrol ledi.
24	Y050	1. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
25	Y051	2. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
26	Y052	3. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
27	Y053	4. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
28	Y054	5. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
29	Y055	6. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
30	Y056	7. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
31	Y057	8. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
32	Y060	9. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
33	Y061	10. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
34	Y063	1. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
35	Y064	2. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
36	Y065	3. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren çıkış biti.

Tablo 4.2. (Devamı)

Sıra No.	Bit No.	Bit Tanımı
37	Y066	4. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
38	Y067	5. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
39	Y070	6. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
40	Y071	7. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
41	Y072	8. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
42	Y073	9. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren çıkış biti.
43	Y074	10. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren çıkış biti.

Toplam 66 adet “yardımcı röle” (iç röle) biti kullanılmıştır, kullanılan “yardımcı röle” bitleri Tablo 4.3 de tanıtılmıştır.

Tablo 4.3. Programda kullanılan yardımcı röle bitleri.

Sıra No.	Bit No.	Bit Tanımı
1	M1	Sistem Aktivite Rölesi
2	M3	Hol 1’den yüklenen yükünün hazır olduğu bildirmek için kullanılan yardımcı röle.
3	M4	Hol 2’den yüklenen yükünün hazır olduğu bildirmek için kullanılan yardımcı röle.
4	M5	Hol 3’den yüklenen yükünün hazır olduğu bildirmek için kullanılan yardımcı röle.
5	M7	Hareketli Köprü 1 Hol 1’e geldiğini gösteren yardımcı röle.
6	M8	Hareketli Köprü 1 Hol 2’ye geldiğini gösteren yardımcı röle.
7	M9	Hareketli Köprü 1 Hol 3’e geldiğini gösteren yardımcı röle.
8	M12	"Sistem Kullanılabilir" Sistemi çalıştırmak için kullanılan yardımcı röle.
9	M13	Hareketli Köprü 1 Sistemin başlaması için hazır olduğunu bildiren yardımcı röle.
10	M14	Hareketli Köprü 2 Sistemin başlaması için hazır olduğunu bildiren yardımcı röle.
11	M15	Hareketli Köprü 3 Sistemin başlaması için hazır olduğunu bildiren yardımcı röle.
12	M16	Hareketli Köprü 4 Sistemin başlaması için hazır olduğunu bildiren yardımcı röle.
13	M17	Hareketli Köprü 5 Sistemin başlaması için hazır olduğunu bildiren yardımcı röle.
14	M19	HMI’in 1. Ekranının kontrolü için kullanılan yardımcı röle.
15	M20	HMI’in 1. Ekranındaki HOL1 butonunun durum kontrolünü sağlayan yardımcı röle.
16	M21	HMI’in 1. Ekranındaki HOL2 butonunun durum kontrolünü sağlayan yardımcı röle.
17	M22	HMI’in 1. Ekranındaki HOL3 butonunun durum kontrolünü sağlayan yardımcı röle.
18	M23	HMI’in 1. Ekranındaki ÇAĞIR butonunun durum kontrolünü sağlayan yardımcı röle.
19	M25	HMI’in 4. Ekranındaki GÖNDER butonunun sayfa geçişini sınırlayan yardımcı röle.
20	M30	Monoray vinç vinçlerin üzerindeki yük sensörlerinin okunması için kullanılan yardımcı röle.
21	M31	1. monoray vinç grubunun yük sensörünün kontrolünü sağlayan yardımcı röle.
22	M32	2. monoray vinç grubunun yük sensörünün kontrolünü sağlayan yardımcı röle.
23	M33	3. monoray vinç grubunun yük sensörünün kontrolünü sağlayan yardımcı röle.
24	M34	4. monoray vinç grubunun yük sensörünün kontrolünü sağlayan yardımcı röle.
25	M35	5. monoray vinç grubunun yük sensörünün kontrolünü sağlayan yardımcı röle.

Tablo 4.3. Devam

Sıra No.	Bit No.	Bit Tanımı
26	M36	6. monoray vinç grubunun yük sensörünün kontrolünü sağlayan yardımcı röle.
27	M37	7. monoray vinç grubunun yük sensörünün kontrolünü sağlayan yardımcı röle.
28	M38	8. monoray vinç grubunun yük sensörünün kontrolünü sağlayan yardımcı röle.
29	M39	9. monoray vinç grubunun yük sensörünün kontrolünü sağlayan yardımcı röle.
30	M40	10. monoray vinç grubunun yük sensörünün kontrolünü sağlayan yardımcı röle.
31	M50	Hareketli köprü 1 geri yönde gideceğini bildiren yardımcı röle.
32	M51	Hareketli köprü 1 ileri yönde gideceğini bildiren yardımcı röle.
33	M52	Hareketli köprü 2 geri yönde gideceğini bildiren yardımcı röle.
34	M53	Hareketli köprü 2 ileri yönde gideceğini bildiren yardımcı röle.
35	M54	Hareketli köprü 3 geri yönde gideceğini bildiren yardımcı röle.
36	M55	Hareketli köprü 3 ileri yönde gideceğini bildiren yardımcı röle.
37	M56	Hareketli köprü 4 geri yönde gideceğini bildiren yardımcı röle.
38	M57	Hareketli köprü 4 ileri yönde gideceğini bildiren yardımcı röle.
39	M58	Hareketli köprü 5 geri yönde gideceğini bildiren yardımcı röle.
40	M59	Hareketli köprü 5 ileri yönde gideceğini bildiren yardımcı röle.
41	M61	7. istasyonun HAZIR butonunu kontrol eden yardımcı röle.
42	M62	8. istasyonun HAZIR butonunu kontrol eden yardımcı röle.
43	M63	13. istasyonun HAZIR butonunu kontrol eden yardımcı röle.
44	M64	14. istasyonun HAZIR butonunu kontrol eden yardımcı röle.
45	M65	19. istasyonun HAZIR butonunu kontrol eden yardımcı röle.
46	M66	20. istasyonun HAZIR butonunu kontrol eden yardımcı röle.
47	M71	1. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
48	M72	2. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
49	M73	3. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
50	M74	4. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
51	M75	5. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
52	M76	6. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
53	M77	7. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
54	M78	8. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
55	M79	9. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
56	M80	10. monoray vinç grubunun ileri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
57	M91	1. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
58	M92	2. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
59	M93	3. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
60	M94	4. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
61	M95	5. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
62	M96	6. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
63	M97	7. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
64	M98	8. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
65	M99	9. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.
66	M100	10. monoray vinç grubunun geri hareket etmesini bildiren yardımcı röle.

Toplam 42 adet “veri kaydı” elemanları kullanılmıştır, kullanılan “veri kaydı” elemanları Tablo 4.4 de tanıtılmıştır.

Tablo 4.4. Programda kullanılan veri kaydı elemanları.

Sıra No.	Bit No.	Bit Tanımı
1	D0	Hareketli köprü 1'in programlanırken kullanılan kayıtçı.
2	D1	Hareketli köprü 2'in programlanırken kullanılan kayıtçı.
3	D2	Hareketli köprü 3'in programlanırken kullanılan kayıtçı.
4	D3	Hareketli köprü 4'in programlanırken kullanılan kayıtçı.
5	D4	Hareketli köprü 5'in programlanırken kullanılan kayıtçı.
6	D10	Fırın prosesi programlanırken kullanılan kayıtçı.
7	D101	Hareketli köprü 1 üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
8	D102	Hareketli köprü 2 üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
9	D103	Hareketli köprü 3 üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
10	D104	Hareketli köprü 4 üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
11	D105	Hareketli köprü 5 üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
12	D106	1. istasyon üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
13	D107	5. istasyon üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
14	D108	10. istasyon üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
15	D109	7. istasyon üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
16	D110	8. istasyon üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
17	D111	13. istasyon üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
18	D112	14. istasyon üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
19	D113	20. istasyon üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
20	D114	19. istasyon üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
21	D115	17. istasyon üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
22	D116	18. istasyon üzerindeki RFID'nin okuduğu verinin kaydedildiği kayıtçı.
23	D201	1. monoray vinç grubuna yüklenen aracın jeneriğinin saklandığı veri kayıtçısı.
24	D202	2. monoray vinç grubuna yüklenen aracın jeneriğinin saklandığı veri kayıtçısı.
25	D203	3. monoray vinç grubuna yüklenen aracın jeneriğinin saklandığı veri kayıtçısı.
26	D204	4. monoray vinç grubuna yüklenen aracın jeneriğinin saklandığı veri kayıtçısı.
27	D205	5. monoray vinç grubuna yüklenen aracın jeneriğinin saklandığı veri kayıtçısı.
28	D206	6. monoray vinç grubuna yüklenen aracın jeneriğinin saklandığı veri kayıtçısı.
29	D207	7. monoray vinç grubuna yüklenen aracın jeneriğinin saklandığı veri kayıtçısı.
30	D208	8. monoray vinç grubuna yüklenen aracın jeneriğinin saklandığı veri kayıtçısı.
31	D209	9. monoray vinç grubuna yüklenen aracın jeneriğinin saklandığı veri kayıtçısı.
32	D210	10. monoray vinç grubuna yüklenen aracın jeneriğinin saklandığı veri kayıtçısı.
33	D301	1. monoray vinç grubuna yüklenen aracın sipariş numarasının saklandığı veri kayıtçısı.
34	D302	2. monoray vinç grubuna yüklenen aracın sipariş numarasının saklandığı veri kayıtçısı.
35	D303	3. monoray vinç grubuna yüklenen aracın sipariş numarasının saklandığı veri kayıtçısı.
36	D304	4. monoray vinç grubuna yüklenen aracın sipariş numarasının saklandığı veri kayıtçısı.
37	D305	5. monoray vinç grubuna yüklenen aracın sipariş numarasının saklandığı veri kayıtçısı.
38	D306	6. monoray vinç grubuna yüklenen aracın sipariş numarasının saklandığı veri kayıtçısı.
39	D307	7. monoray vinç grubuna yüklenen aracın sipariş numarasının saklandığı veri kayıtçısı.
40	D308	8. monoray vinç grubuna yüklenen aracın sipariş numarasının saklandığı veri kayıtçısı.
41	D309	9. monoray vinç grubuna yüklenen aracın sipariş numarasının saklandığı veri kayıtçısı.
42	D310	10. monoray vinç grubuna yüklenen aracın sipariş numarasının saklandığı veri kayıtçısı.

Toplam 16 adet “dizin kaydı” elemanları kullanılmıştır, kullanılan “dizin kaydı” elemanları Tablo 4.5 de tanıtılmıştır.

Tablo 4.5. Programlama kullanılan dizin kaydı elemanları.

Sıra No.	Bit No.	Bit Tanımı
1	Z0	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D101'in anlık dizin kayıtçısı.
2	Z1	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D102'in anlık dizin kayıtçısı.
3	Z2	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D103'in anlık dizin kayıtçısı.
4	Z3	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D104'in anlık dizin kayıtçısı.
5	Z4	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D105'in anlık dizin kayıtçısı.
6	Z5	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D106'in anlık dizin kayıtçısı.
7	Z6	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D107'in anlık dizin kayıtçısı.
8	Z7	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D108'in anlık dizin kayıtçısı.
9	V0	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D109'in anlık dizin kayıtçısı.
10	V1	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D110'in anlık dizin kayıtçısı.
11	V2	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D111'in anlık dizin kayıtçısı.
12	V3	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D112'in anlık dizin kayıtçısı.
13	V4	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D113'in anlık dizin kayıtçısı.
14	V5	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D114'in anlık dizin kayıtçısı.
15	V6	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D115'in anlık dizin kayıtçısı.
16	V7	Programlamadaki işlemlerde kullanmak için kullanılan D116'in anlık dizin kayıtçısı.

Toplam 19 adet “zamanlayıcı” elemanı kullanılmıştır, kullanılan “zamanlayıcı” elemanları Tablo 4.6 de tanıtılmıştır.

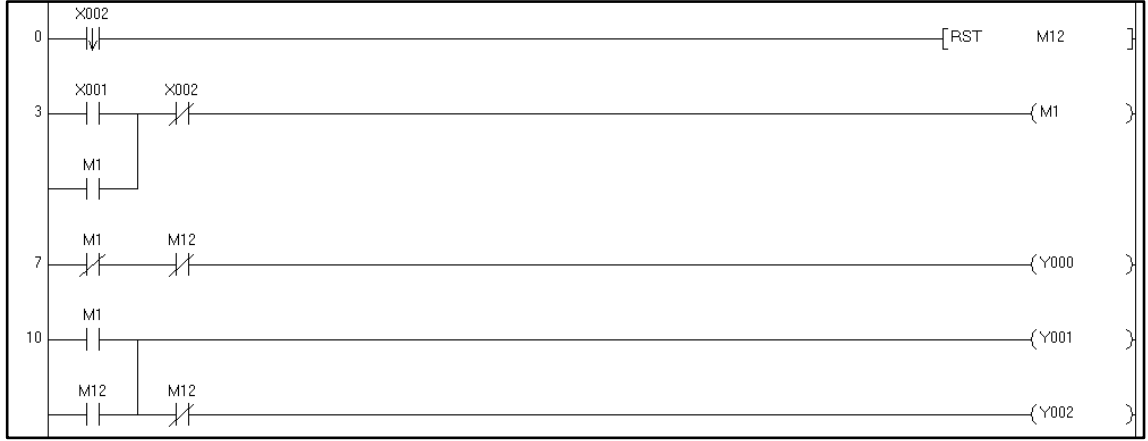
Tablo 4.6. Programlamada kullanılan zamanlayıcı elemanları.

Sıra No.	Bit No.	Bit Tanımı
1	T1	SLA/SLL/SOK.L KTL'siz yüklü HK1 Hollerden 0. istasyona geldi - 3 sn. bekleme.
2	T2	SOK.L KTL'li yüklü HK1 Hollerden 4. istasyona geldi - 3 sn. bekleme.
3	T3	HK1 1. istasyondan monoray vinç almak için 0. istasyona geldi - 3 sn. bekleme.
4	T4	1. istasyondaki monoray vinç grubu HK1'in üzerine geçti - 3 sn. bekleme.
5	T5	HK2 10. istasyondaki monoray vinç grubunu almak için 11. istasyona geldi - 3 sn. bekleme.
6	T6	10. istasyondaki monoray vinç gurubu HK2'nin üzerine geçti - 3 sn. bekleme.
7	T7	HK2 0. istasyona geldi - 3 sn. bekleme.
8	T8	HK2 üzerindeki monoray vinç gurubu 1. istasyona geçti - 3 sn. bekleme.
9	T9	HK4 üzerine 2. istasyondan monoray vinç grubu geçti - 3 sn. bekleme.
10	T10	17. istasyondan HK3'e monoray vinç grubu geçti - 3 sn. bekleme.
11	T11	HK3 11. istasyona geldi - 3 sn. bekleme.
12	T12	HK4 üzerine 2. istasyondan monoray vinç grubu geçti - 3 sn. bekleme.
13	T13	HK4 3. istasyondan 6.istasyona geldi - 3 sn. bekleme.
14	T14	HK4 3. istasyondan 12.istasyona geldi - 3 sn. bekleme.
15	T15	HK4 6. istasyondan 12.istasyona geldi - 3 sn bekleme.
16	T16	8. istasyondan HK5'in üzerine monoray vinç grubu geçti - 3 sn bekleme.
17	T17	HK5 8.istasyondan 21. istasyona geldi - 3 sn bekleme.
18	T18	14. istasyondan HK5'in üzerine monoray vinç grubu geçti - 3 sn bekleme.
19	T19	HK5 15.istasyondan 21. istasyona geldi - 3 sn bekleme.

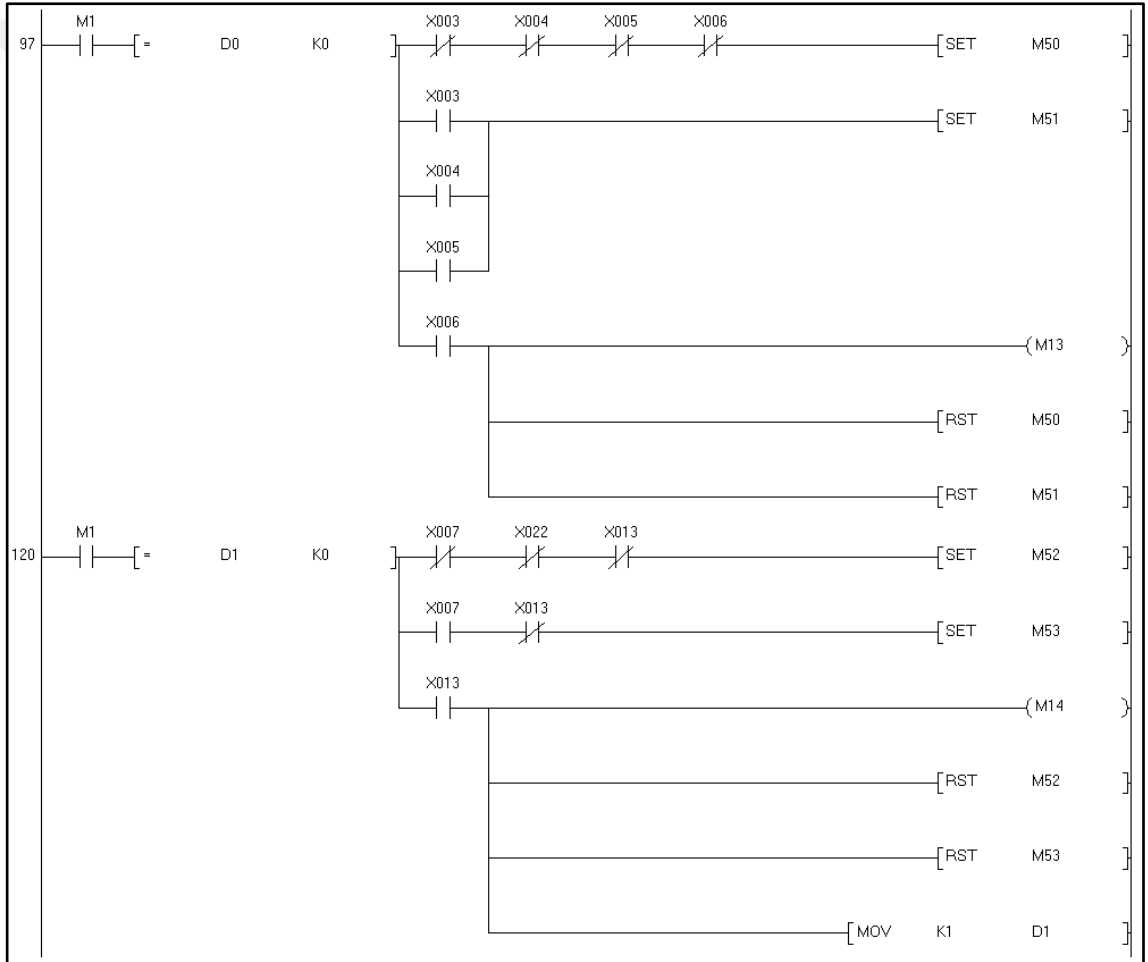
4.2.2. Sistemin başlatılması

HMI 1. Ekranındaki “BAŞLA” butonuna basıldığında 1. Ekrandaki “ON” ledi yeşil yanar ve M1 biti aktif edilerek sistemin hazırlanması başlatılır. Sistem hazır hale gelene kadar “HAZIR” ledi sarı yanacak. “BAŞLA” butonuna basılana kadar veya “DURDUR” butonuna basıldığında “OFF” ledi kırmızı yanar.

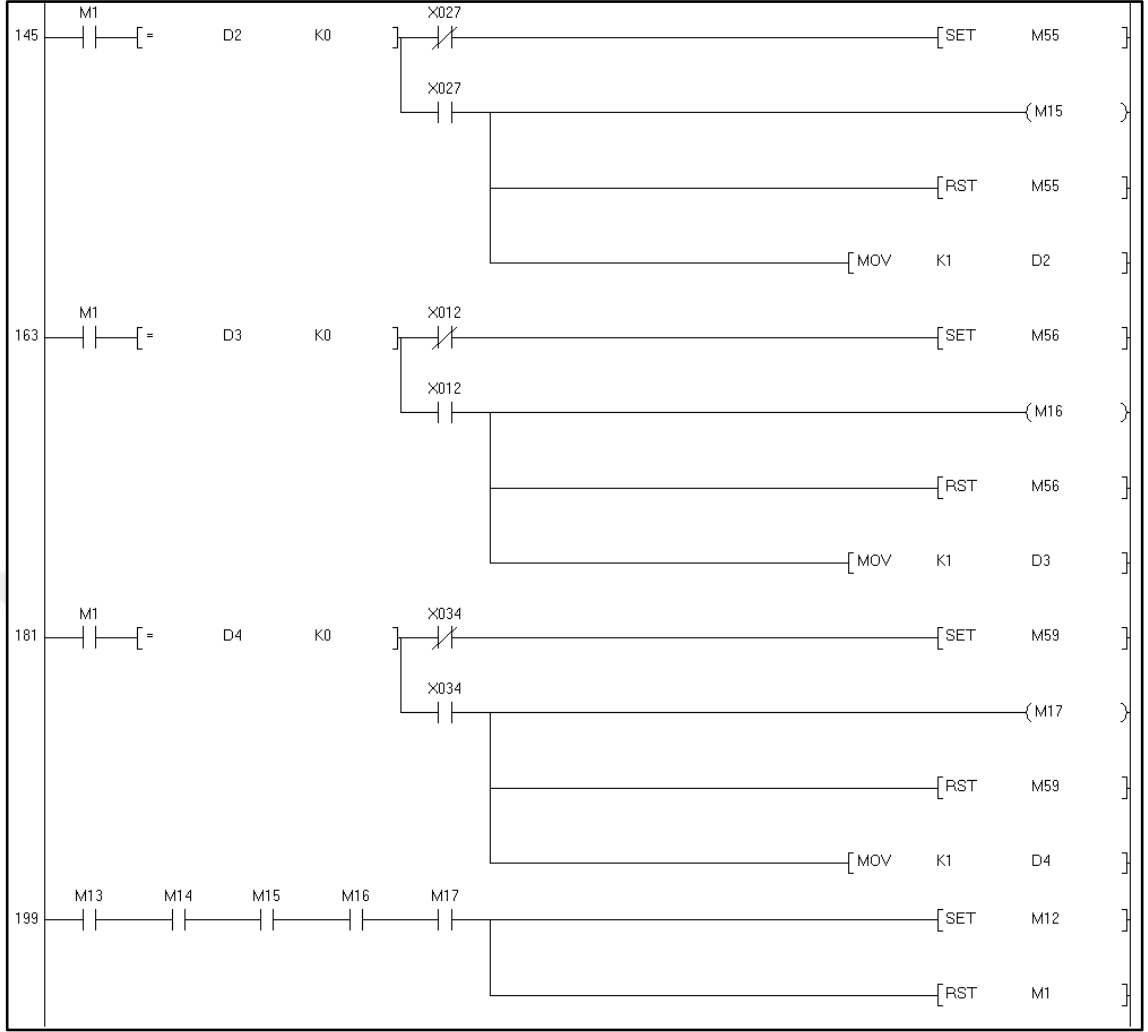
Sistemin hazır hale gelmesi hareketli köprülerin başlangıç konumunu alması ile sağlanacak ve M12 biti aktif hale gelerek sistem aktif duruma geçecek. Hareketli köprülerin başlangıç konumları, HK1 için 22. İstasyon, HK2 için 4. İstasyon, HK3 için 16. İstasyon, HK4 için 3. İstasyon ve HK5 için 9. İstasyondur. Sistem aktif duruma geçtiğinde “HAZIR” ledi sönecek. HMI 1. Ekranı Şekil 4.11’de gösterilmiştir. Sistemin aktif hale gelmesi için yazılan program Şekil 4.4’te, Şekil 4.5’te ve Şekil 4.6’da gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Başlat ve Durdur butonlarının kontrolü.

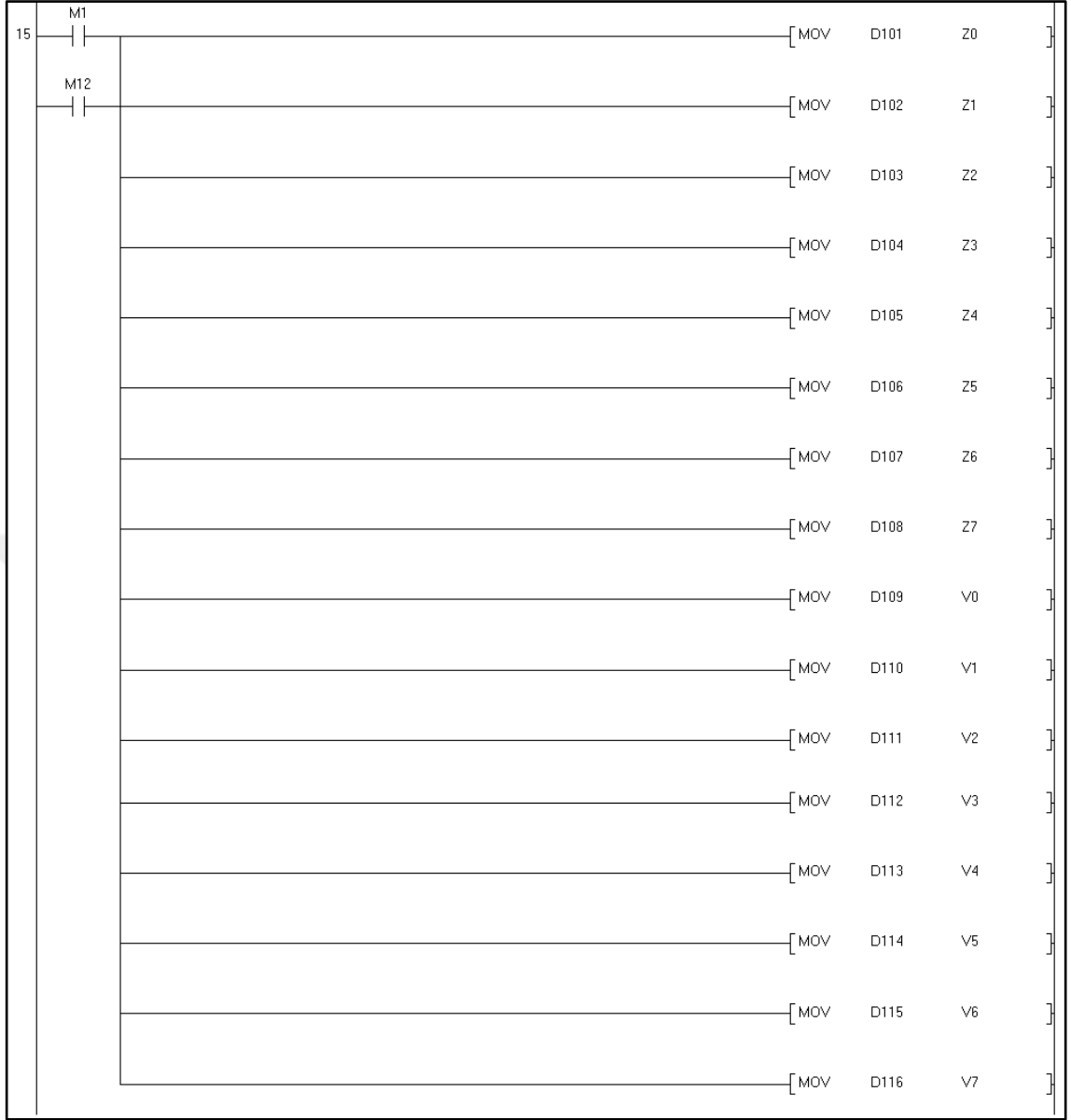


Şekil 4.5. HK 1 ve HK 2'nin başlangıç konumlarına gelmesi.



Şekil 4.6. HK 3, HK 4 ve HK 5' başlangıç konumlarına gelmesi ve M12 bitinin aktif edilmesi.

HK1, HK2, HK3, HK4, HK5 ve 1., 5., 7., 8., 10., 13., 14., 17., 18., 19., 20.istasyonda RFID okuyucular mevcuttur. Sistem aktif hale geldiği andan itibaren RFID okuyuculardan anlık olarak veri okunur ve işlemlerde kullanılmak için dizin kayıtçalarına aktarılır. RFID okuyuculardan anlık veri okunması ve dizin kayıtçalarına bu verileri aktarmalarını sağlayan kod Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

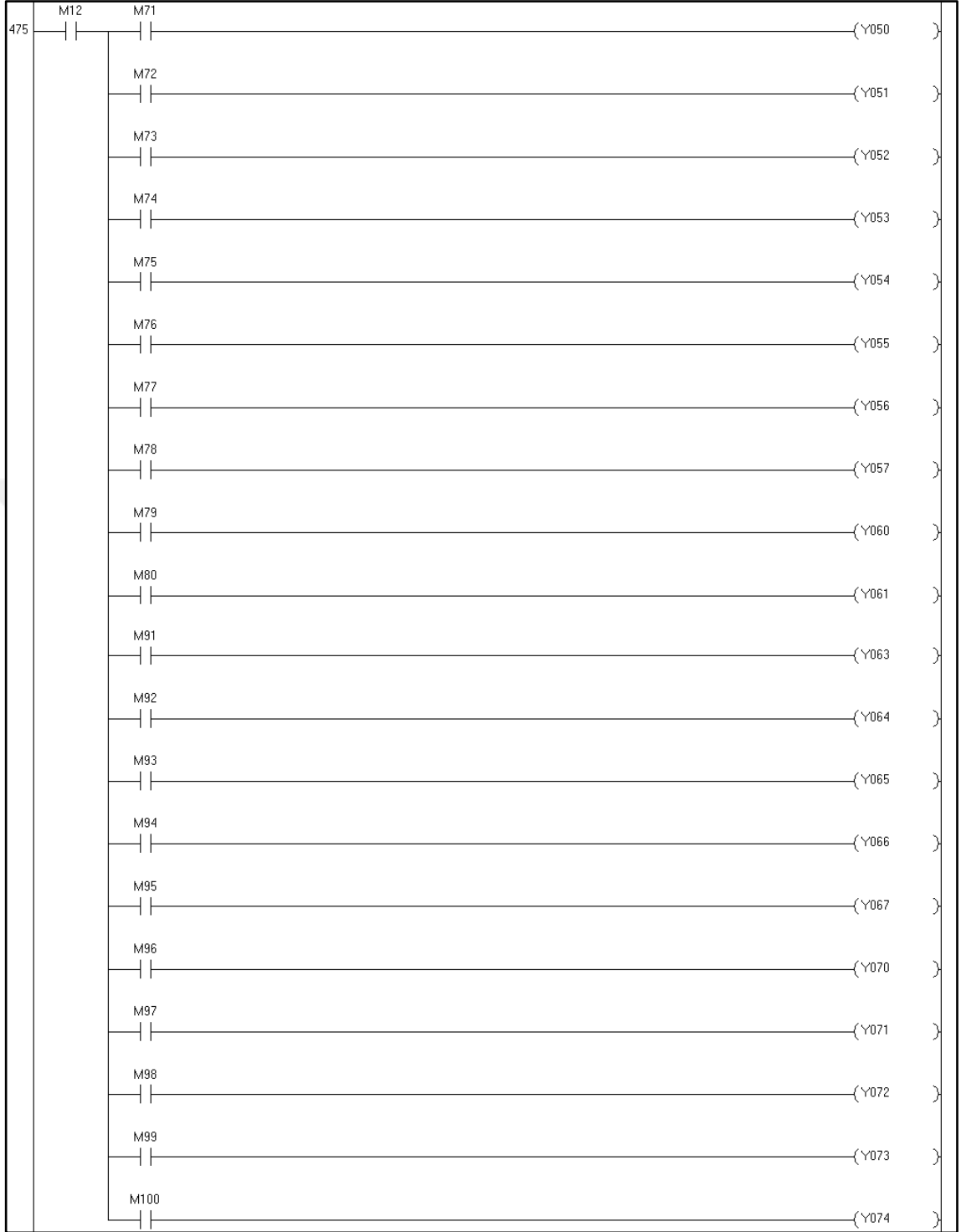


Şekil 4.7. RFID okuyuculardan gelen verinin dizin kayıtlarına veriyi anlık olarak aktarmaları.

Hareketli köprülerin ve monoray vinçlerin hareketini kontrol etmek için çıkış bitleri M bitleri (yardımcı röleler) ile sürülmektedir. Program içinde hareketin istendiği adımda M bitleri tetiklenmiştir. Hareketleri sağlayan çıkış bitlerinin M bitleri ile sürülmesi Şekil 4.8’de ve Şekil 4.9’da gösterilmiştir.

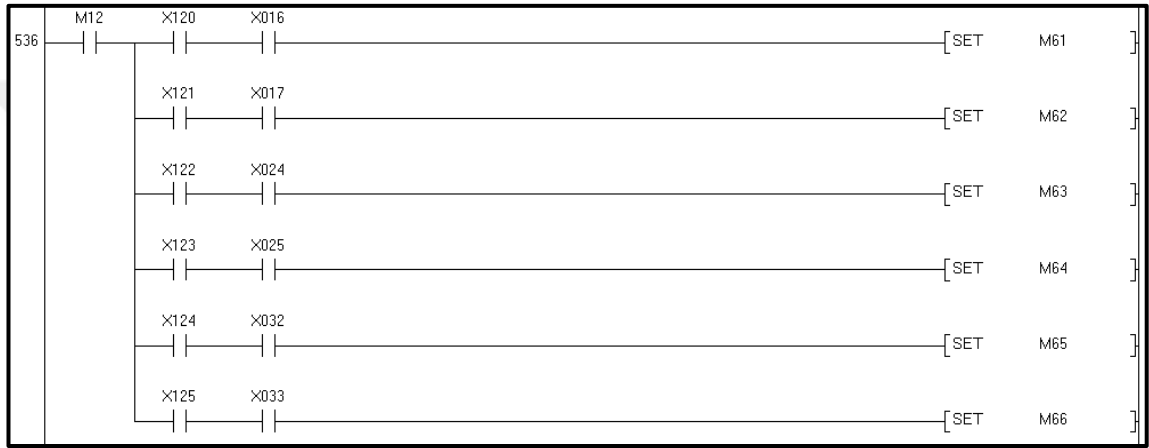


Şekil 4.8. Hareketli köprülerin hareketini sağlayan çıkışların M bitleri ile sürülmesi.



Şekil 4.9. Monoray vinçlerin hareketini sağlayan çıkışların M bitleri ile sürülmesi.

7. ve 13. İstasyonlarda zımpara işlemi, 8. ve 14. İstasyonlarda macun işlemi, 19. İstasyonda boyama işlemi ve 20. istasyonda astarlama işlemi operatörler tarafından yapılmaktadır. Operatörler çalışmalarını tamamladıklarında işlemin tamamlandığını ve aracın bir sonraki istasyona gidebileceğini belirtecekleri hat içerisinde bulunan birer buton bulunmaktadır. Butonların kontrolü, program içinde işlem yapılmasını sağlamak için butonlardan giriş bitlerine gelen sinyallerin M bitlerini tetiklenmesi ile sağlanmaktadır. Butonlardan gelen sinyaller ile M bitlerinin tetiklenmesi Şekil 4.10'da gösterilmektedir.



Şekil 4.10. İstasyonlardaki Hazır butonlarının M bitlerini tetiklenmesi.

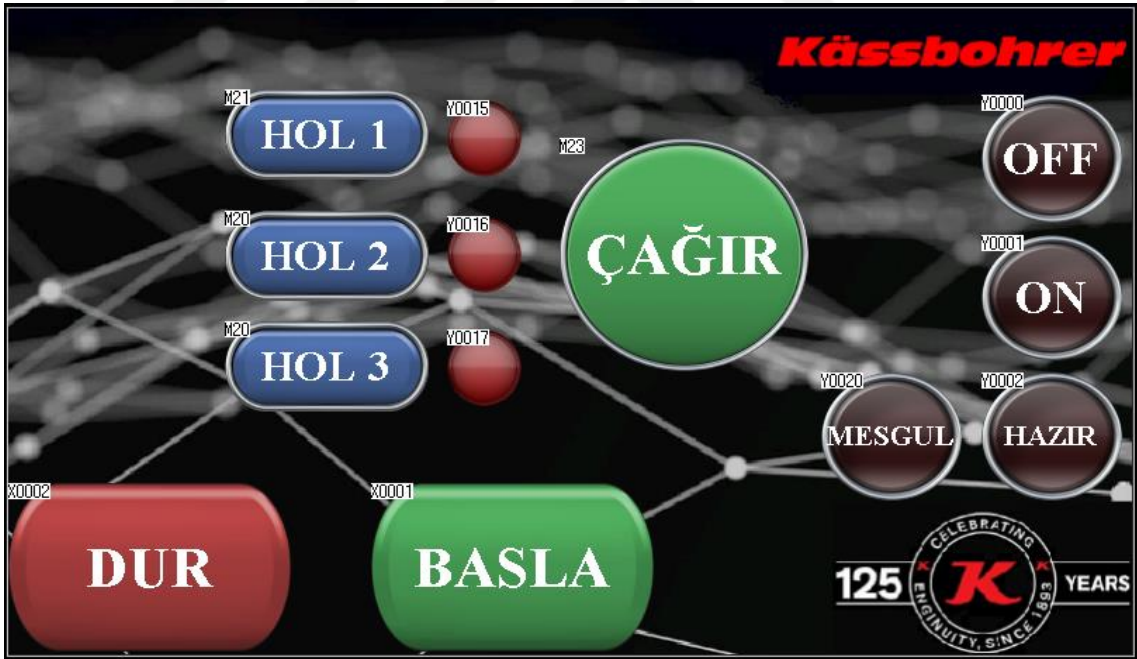
4.2.3. HMI paneli ve programlanması

HMI Paneli sayesinde operatörler şasilerin transfer alanına girmeden hareketli köprü 1'i istenilen hole çağırabilmektedir. HMI panel dört farklı ekrandan oluşmaktadır. Birinci ekran, ana ekrandır ve sistemin çalıştırılması durdurulması (Şekil 4.4) ve hareketli köprü 1'i istenilen hole çağırıp şasiyi yükleyip boyahaneye yüklenen şasiyi göndermek için kullanılır. İkinci ekran, yüklenecek araç jeneriğinin seçildiği ekrandır. Seçilen jenerik o an hareketli köprü 1'in üzerinde olan monoray vinç grubuna ait olan D20x (D201-D210) veri kayıtçısına kaydedilir. Üçüncü ekran, jenerik ekrandır ve her jenerik için özeldir. Bu ekranda yüklenen aracın sipariş numarası hareketli köprü üzerindeki monoray vinç grubuna ait olan D30x (D301-D310) veri kayıtçısına kaydedilir. Ayrıca bu ekranda yüklemenin durum kontrolü yapılarak şasi monoray vinçlere yüklendikten sonra boyahaneye gönderilmesi yine bu ekran üzerinde sağlanmaktadır. Dördüncü ekran,

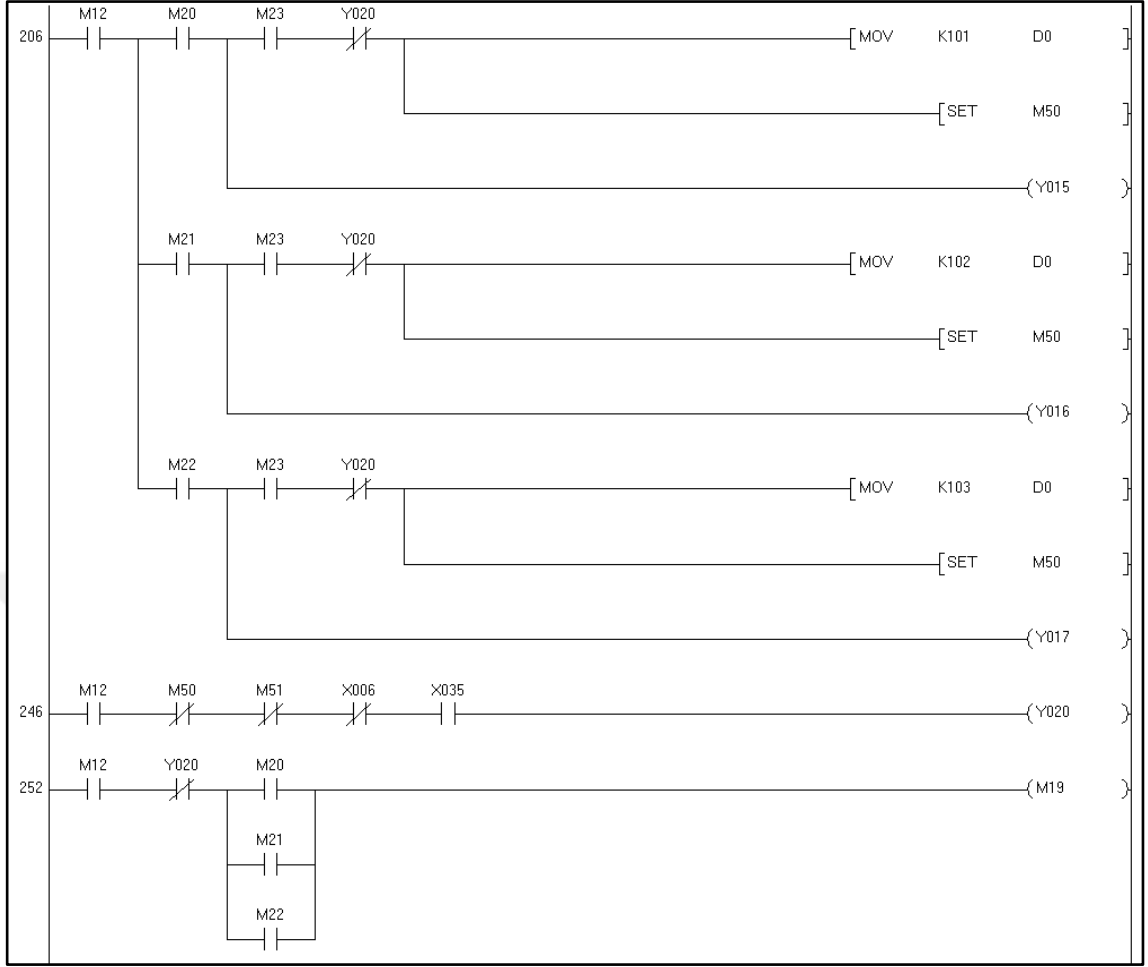
kaplama tipi seçim ekranıdır. Sadece SOK.L jeneriğindeki araçlar için kullanılır. SOK.L aracının kaplamalı olup olmamasına bağlı olarak boyahane içerisinde izleyeceği rota değişeceğinden bu ekrandan SOK.L aracının kaplama bilgisi istenmektedir.

Ana ekran, üzerinde sistemin aktifliği gösteren iki adet led barındırır. Bunlar sistem kapalı iken yanan “OFF” ledi ve sistem aktifken yanan “ON” ledidir. Sistemin ilk çalışmada hazır duruma geçene kadar sistemin henüz hazır olmadığı bildiren bir adet de “HAZIR” ledi mevcuttur ve sarı renkte yanar. Hole çağrılacak olan hareketli köprü 1’in meşguliyetini gösteren bir adet de sarı renkte “MEŞGUL” ledi vardır.

Ekran üzerinde hareketli köprü 1’in hangi istasyona çağrıldığını belirtmek için kullanılan üç adet hol butonu, bir adet “DURDUR” butonu, bir adet “BAŞLAT” butonu ve hareketli köprü 1’i hole çağırarak için bir adet de “ÇAĞIR” butonu bulunmaktadır. Ana ekranın görseli Şekil 4.11’de gösterilmektedir. Ekranın programı Şekil 4.12’de gösterilmiştir.

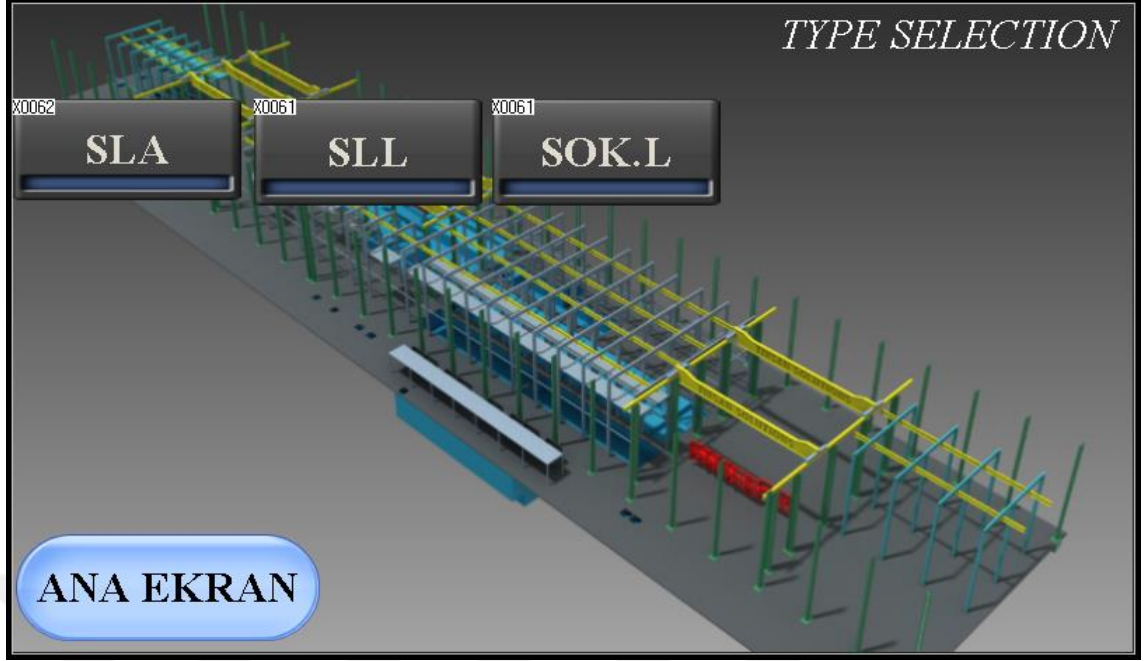


Şekil 4.11. HMI Paneli "Ana Ekran" görseli.

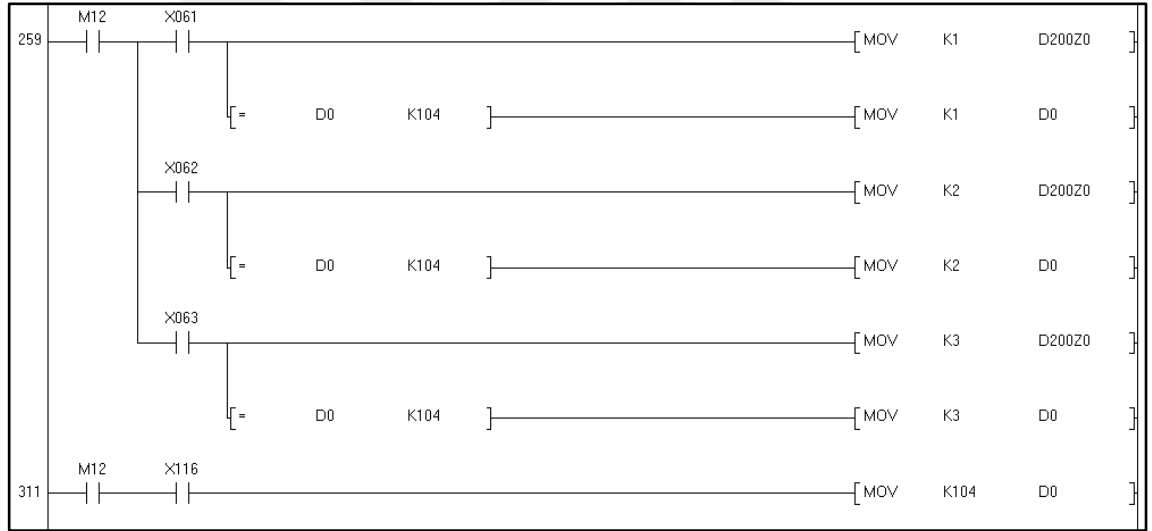


Şekil 4.12. HMI 1. Ekranına ait merdiven kod dizimi.

Jenerik seçim ekranında her bir jenerik için bir adet seçim butonu ve ana ekrana dönmeyi sağlayan bir adet de “ANA EKLAN” butonu mevcuttur. Jenerik seçim ekranın görseli Şekil 4.13’de gösterilmektedir. Jenerik seçim ekranı için yazılan program Şekil 4.14’te mevcuttur.



Şekil 4.13. Jenerik Seçim ekranına ait görsel.



Şekil 4.14. Jenerik Seçim Ekranına ait merdiven kod dizimi.

Jenerik ekranında yüklenen şasinin sipariş numarasının girileceği bir alan, şasinin yeterli yükseklikte olduğunu gösteren bir adet durum ledi, monoray vinçlere şasinin yüklendiğinin denetlenmesi için bir adet yük durum ledi, şasi yüklenmesi tamamlandıktan sonra personelin hol içinden basacağı “işlem tamam” butonuna bağlı bir led ve yüklü hareketli köprü 1’i boyahaneye gönderecek olan bir adet de “GÖNDER” butonu bulunmaktadır. Ek olarak SOK.L jeneriğinde “GÖNDER” butonu yerine kaplama tipinin seçiminin yapılacağı bir sonraki ekrana geçiş için bir adet “İLERİ” butonu vardır. Mevcut

jeneriklere ait ekranların görseller SLA jeneriği için Şekil 4.15'te, SLL jeneriği için Şekil 4.16'da ve SOK.L jeneriği için Şekil 4.17'de gösterilmektedir. Jenerik ekranlarına ait bir arada yazılmış merdiven kod dizimi de Şekil 4.18'de gösterilmektedir.



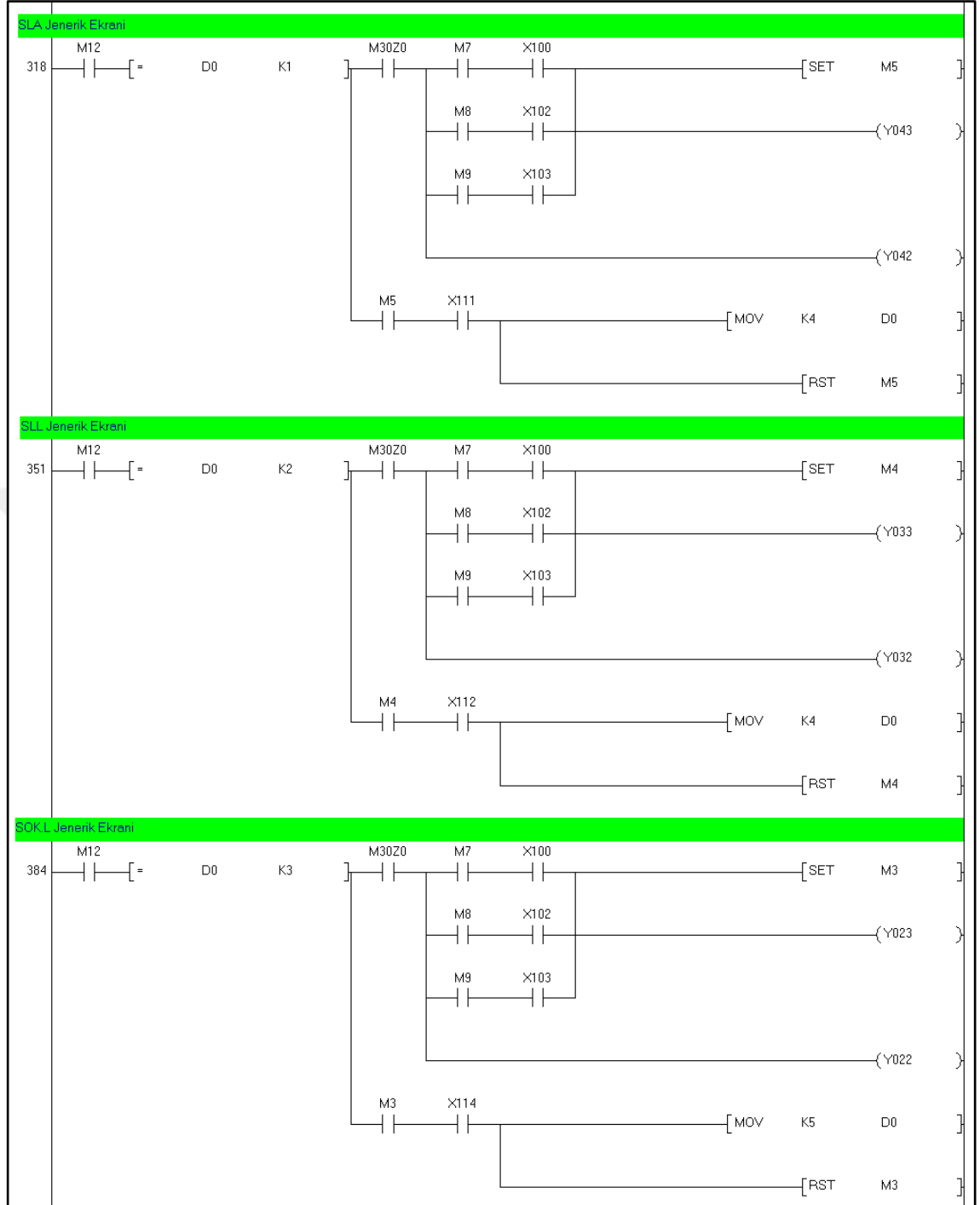
Şekil 4.15. SLA jenerik ekranı.



Şekil 4.16. SLL jenerik ekranı.



Şekil 4.17. SOK.L jenerik ekranı.

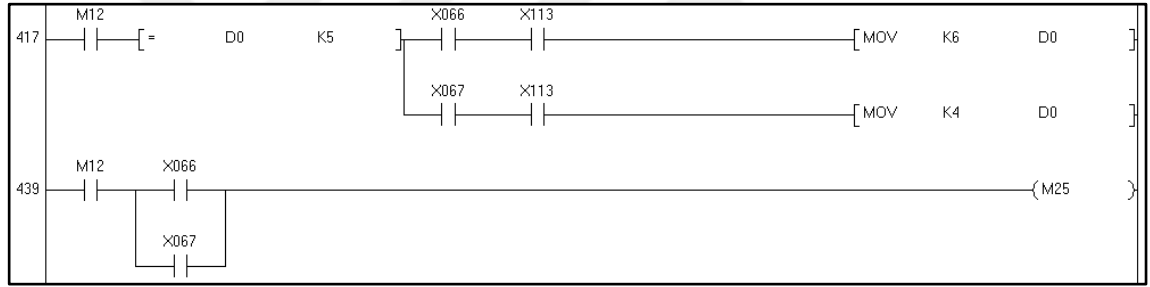


Şekil 4.18. Jenerik Seçim Ekranlarına ait merdiven kod dizimi.

Kaplama tipi seçim ekranı üzerinde aracın kaplamalı olup olmadığının seçildiği iki adet buton vardır. Kaplaması olan araçlar için bir adet “KTL’Lİ” butonu, kaplaması olmayan araçlar için bir adet “KTL’SİZ” butonu vardır. Kaplama tipi seçim ekranı Şekil 4.19’da gösterilmektedir. Ekranı ait merdiven kod dizimi Şekil 4.20’de gösterilmektedir.



Şekil 4.19. Kaplama Tipi Seçim Ekranı.

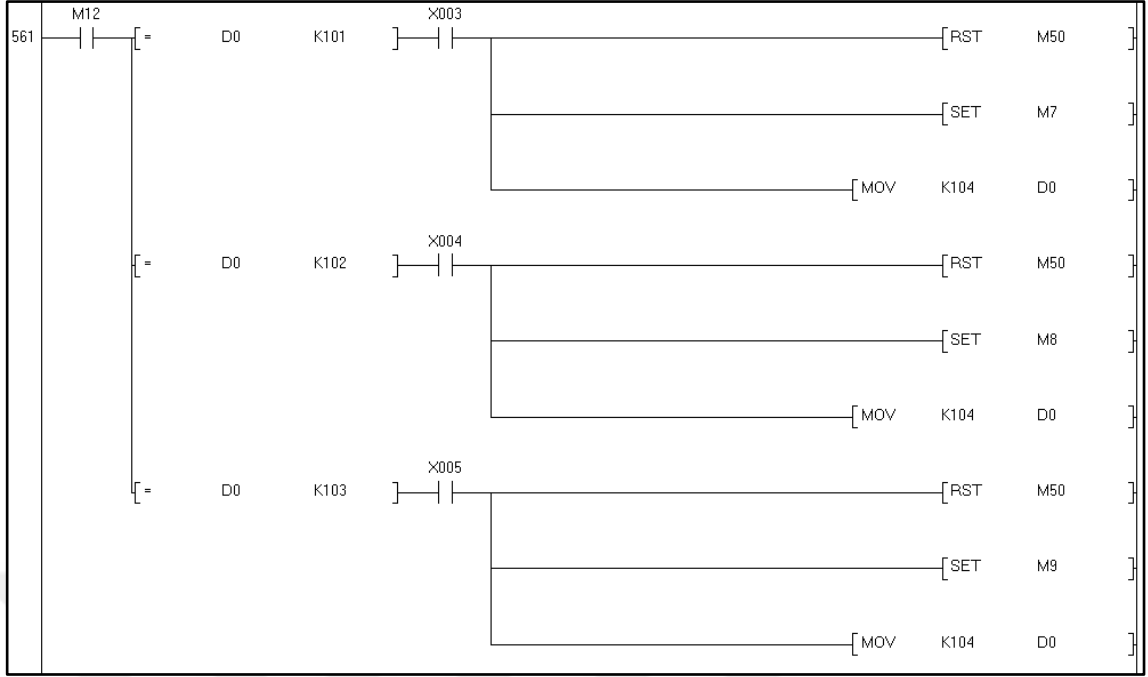


Şekil 4.20. Kaplama Tipi Seçim Ekranına ait merdiven kod dizimi.

4.2.4. Haraketli köprü 1'in (HK1) hareketleri

4.2.4.1. HK1'in hollerden çağırılması

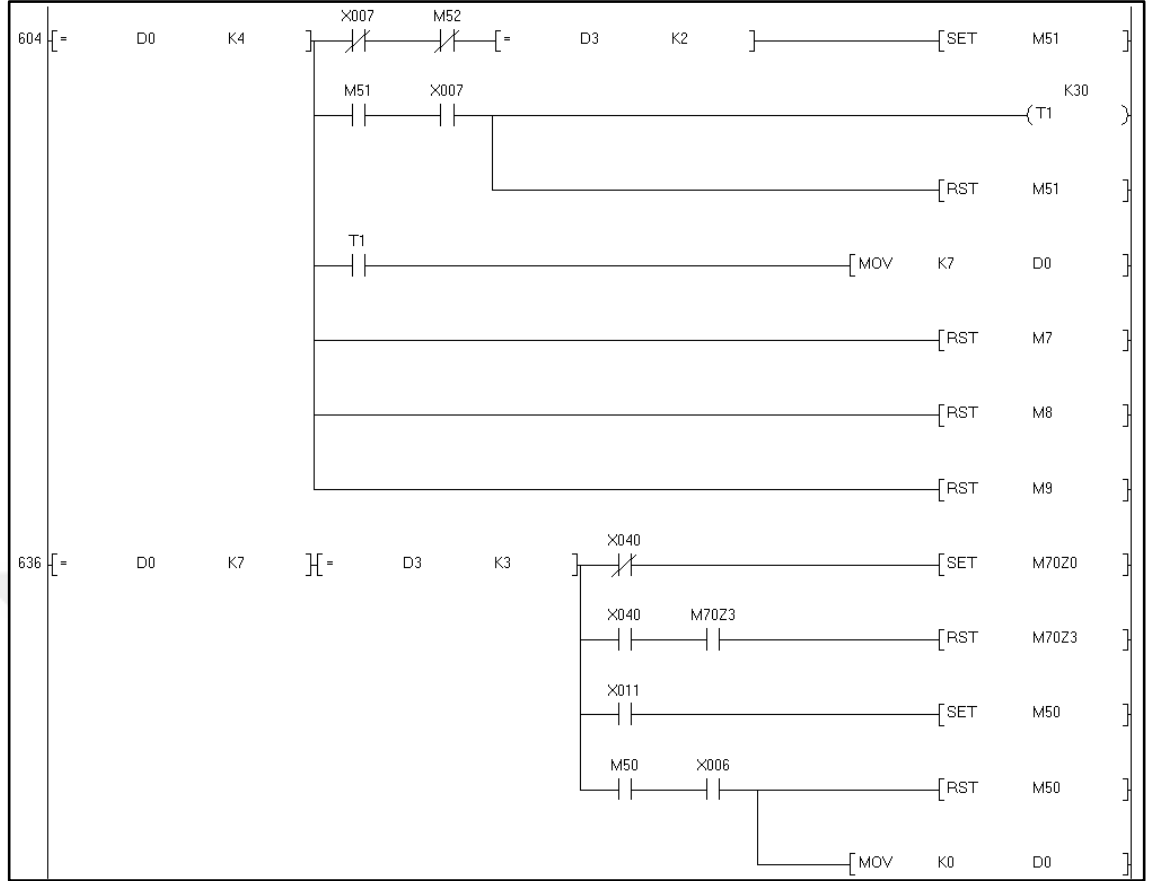
Ana ekranda “MEŞGUL” ledi (Y020) yanarken HK1'in hole çağırılması engellenmektedir (Şekil 4.12). “MEŞGUL” ledi söndükten sonra, ana ekrandan HK1'in talep edildiği hol seçilir ve “ÇAĞIR” butonuna basılarak HK1'in istenilen hole gelmesi sağlanır (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. HK1'in hollere çağırılması için yazılan merdiven kod dizimi.

4.2.4.2. HK1'e SLA, SLL veya SOK.L (KTL'siz) yüklü halde boyahaneye gitmesi

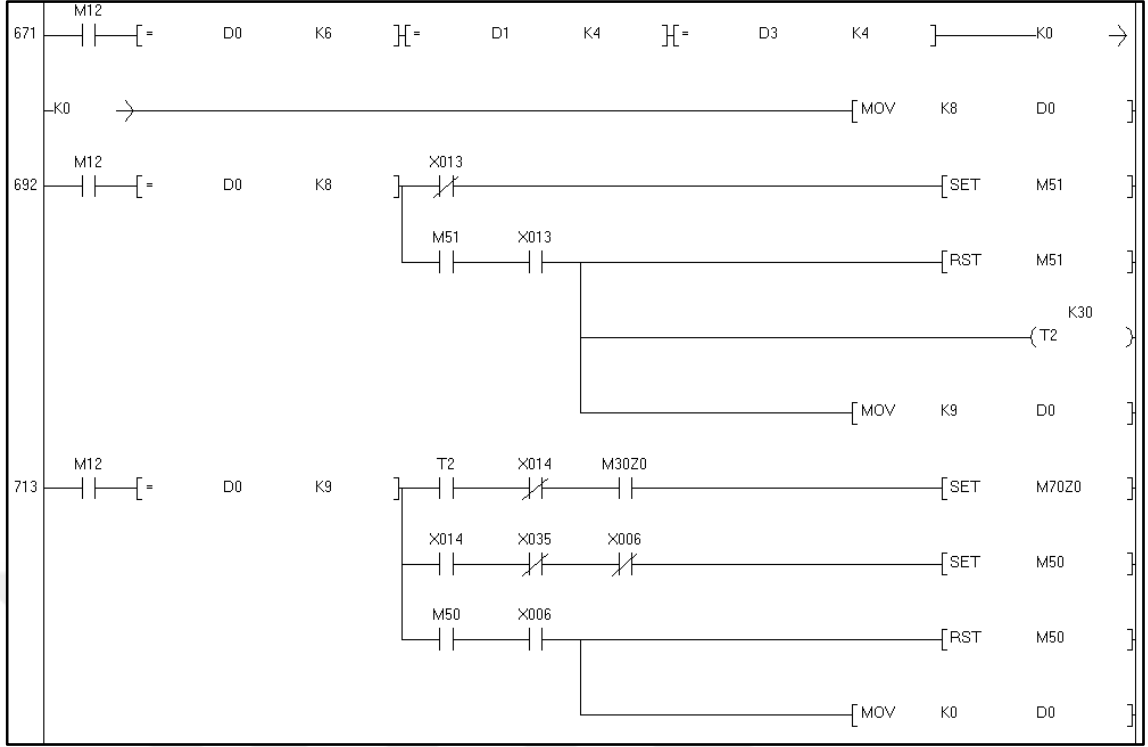
HK1'e SLA, SLL veya SOK.L (KTL'siz) yüklendikten sonra, "GÖNDER" butonuna basılır, eğer 0. İstasyon boş ise ve HK4 3. İstasyonda ise HK1 0. İstasyona gider, istasyondaki sensörü gördükten sonra durur 3 saniye bekler ve üzerindeki monoray vinç gurubu HK4'e doğru ilerlemeye başlar. Eğer 0. İstasyon dolu ise veya HK4 3. İstasyonda değil şartın sağlanması beklenir. Monoray vinç gurubu HK4'e doğru ilerlerken 2. İstasyona ulaştığında HK'1 başlangıç konumu olan 22. İstasyona döner. Yazılan kod dizimi Şekil 4.22'de gösterilmiştir.



Şekil 4.22. HK1'e SLA, SLL veya SOK.L (KTL'siz) Yüklü Halde Boyahaneye Gitmesi için yazılan kod dizimi.

4.2.4.3. HK1'e SOK.L (KTL'li) yüklü halde boyahaneye gitmesi

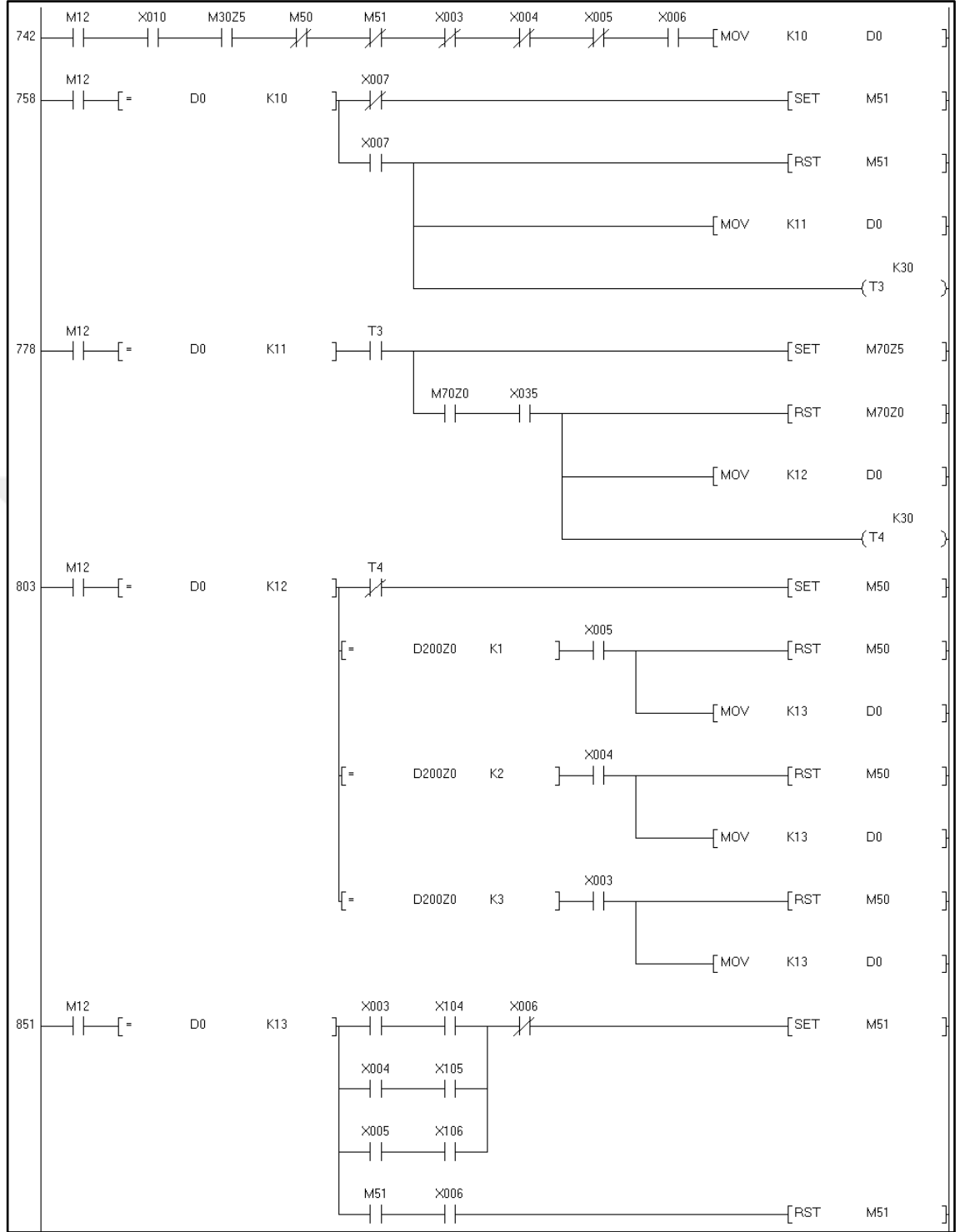
HK1'e SOK.L (KTL'li) yüklendikten sonra, "GÖNDER" butonuna basılır, eğer 4. İstasyon boş ise ve HK4 6. İstasyonda ise HK1 4. İstasyona gider, istasyondaki sensörü gördükten sonra durur 3 saniye bekler ve üzerindeki monoray vinç gurubu HK4'e doğru ilerlemeye başlar. 4. İstasyon dolu ise HK2 11. İstasyona ilerler. Şartlar sağlanana kadar HK1 hareket etmez. Monoray vinç gurubu HK4'e doğru ilerlerken 5. İstasyona ulaştığında HK'1 başlangıç konumu olan 22. İstasyona döner. HK1 hareketi ile beraber HK2 de başlangıç konumu olan 4. İstasyona döner. Yazılan kod dizimi Şekil 4.23'te gösterilmiştir.



Şekil 4.23. HK1'e SOK.L (KTL'li) Yüklü Halde Boyahaneye Gitmesi için yazılan kod dizimi.

4.2.4.4. HK1 1. istasyondaki boyanmış şasiyi ilgili hole bırakır

Eğer 1. İstasyona boyanmış şasi bırakılmış ise HK1 0. İstasyona gider. 0. İstasyondaki sensörü görür ve durur. 1.istasyondaki monoray grubu HK1 üzerine geçer, monoray gurubu HK1 üzerindeki sensörü gördüğünde durur ve 3 saniye bekler. 3 saniye sonunda monoray gurubuna ait D20x verisine göre HK1 şasiyi ilgili hole götürür. D20x değeri 1 ise 1. Hole, değeri 2 ise 2. Hole, değeri 3 ise 3. Hole hareket sağlanır. HK1 Hole gelip ilgili holün sensörünü görür ve durur. Şasi HK1'den alındıktan sonra personel “işlem tamamlandı” butonuna basar ve HK1 başlangıç konumu olan 22. İstasyona döner. Yazılan kod dizini Şekil 4.24'te verilmiştir.

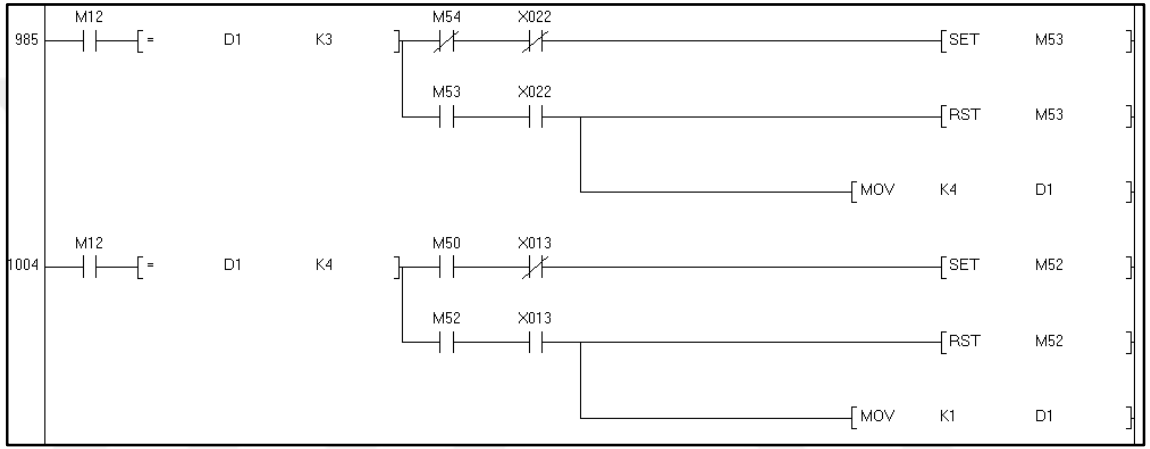


Şekil 4.24. HK1 1. İstasyondaki Boyanmış Şasiyi İlgili Hole Bırakması için yazılan kod dizini.

4.2.5. Hareketli köprü 2'nin (HK2) hareketi

4.2.5.1. HK2 SOK.L (KTL'li) yüklü HK1'e 4. istasyonu boşaltır

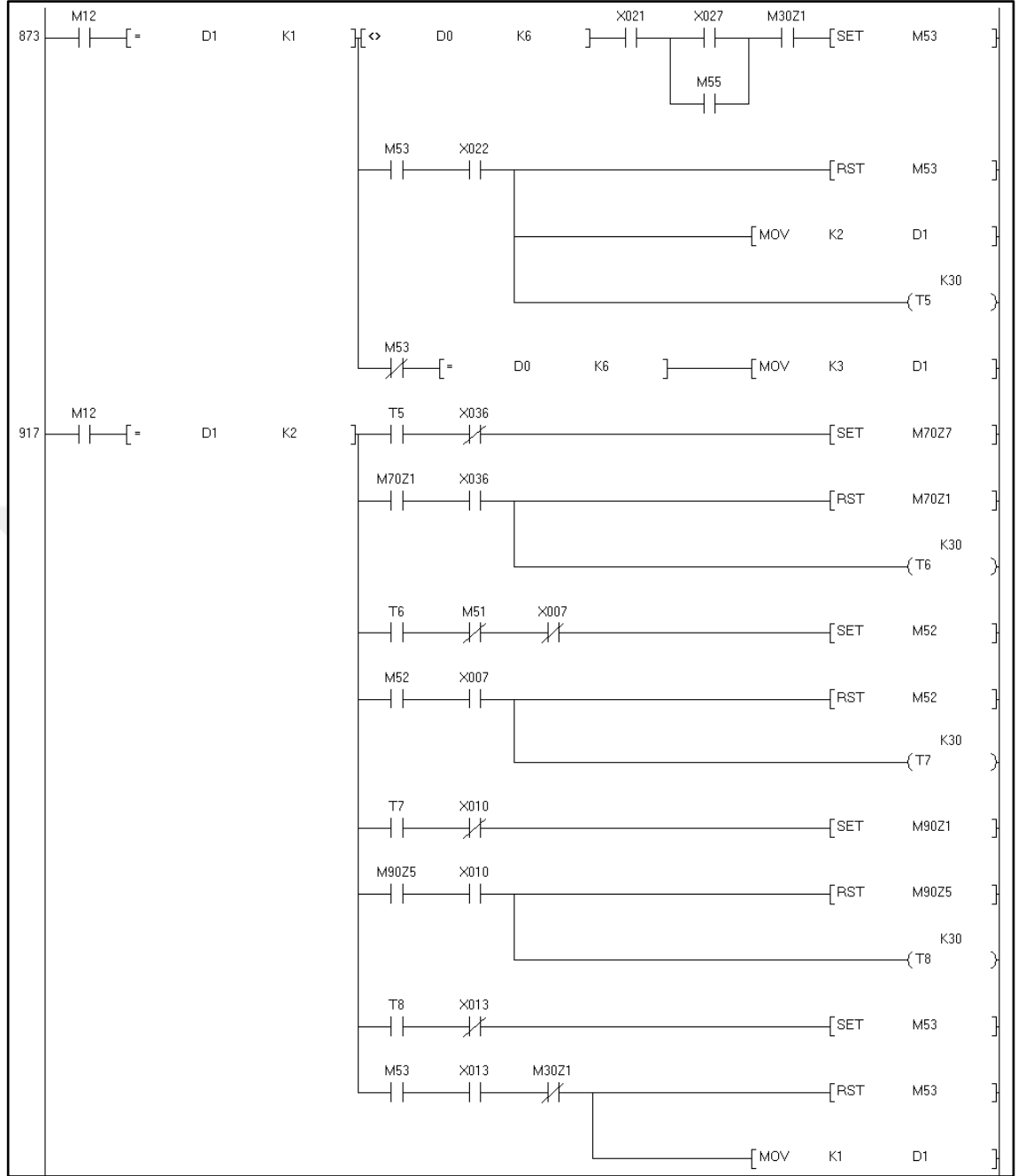
Holden SOK.L (KTL'li) gelirken HK1'in 4. İstasyona gelebilmesi için HK2 11. İstasyona giderek 4. İstasyonu boşaltır. HK1 üzerindeki monoray gurubunu aktarır başlangıç konumuna gitmek için hareket ettiğinde HK2 de başlangıç konumuna döner. Yazılan kod dizini Şekil 4.25'te verilmiştir.



Şekil 4.25. HK2 SOK.L (KTL'li) Yüklü HK1'e 4. İstasyonu Boşaltması için yazılan kod dizini.

4.2.5.2. HK2 10. istasyona bırakılan boyanmış şasiyi 1. istasyona aktarır

10. İstasyonda boyanmış şasi varsa, 1. İstasyon boş ise ve HK1 boyahaneye şasi getirmiyor ise HK2 10. İstasyondaki şasiyi almak için 11. İstasyona giderek 11. İstasyonun sensörünü görünce durur. 10. İstasyondaki monoray vinç grubu HK2 üzerine geçer ve 3 saniye bekler. 3 saniye sonunda HK2 0. İstasyona giderek 0. İstasyonun sensörünü görünce durur ve 3 saniye bekler. Bu 3 saniye sonunda HK2 üzerindeki monoray vinç gurubu 1. İstasyona geçer. Monoray vinç gurubu 1. İstasyona geçtiği zaman HK2 başlangıç konumu olan 4. İstasyona döner. Yazılan kod dizini Şekil 4.26'da verilmiştir.



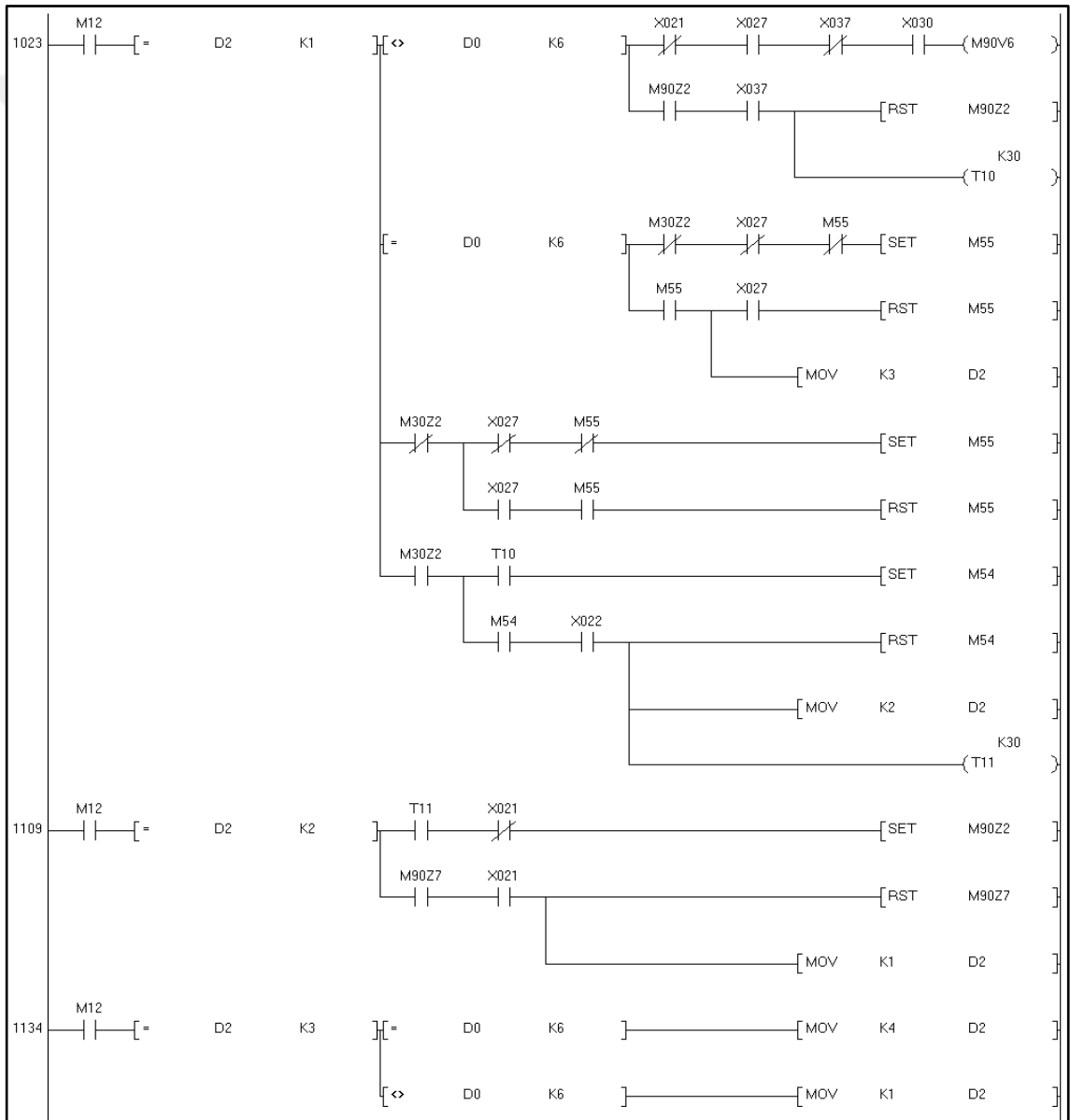
Şekil 4.26. HK2 10. İstasyona Bırakılan Boyanmış Şasiyi 1. İstasyona Aktaran kod dizini.

4.2.6. Hareketli köprü 3'ün (HK3) hareketi

4.2.6.1. HK3 17. istasyondan gelen boyalı şasiyi 10. istasyona taşı

17. ve 18. İstasyonlar fırın prosesidir ve boyası yapılan şasiler fırına alınarak boyama işleminin tamamlanması sağlanır. Fırından geçen şasiler 17. İstasyondan HK3'e

geçmektedir. Bunun için HK2'nin 11. İstasyondan olmaması ya da 11. İstasyona doğru harekete geçmemiş olması ve 10. İstasyonun boş olması gerekir. Şart sağlandığında 17. İstasyondaki şasi 16. İstasyondaki HK3'ün üzerine geçer, monoray vinç gurubu HK3'ün üzerindeki sensörü gördüğünde durur ve 3 saniye bekler. 3 saniye bekleddikten sonra 11. İstasyon boş ise HK3 11. İstasyona gelir, sensörü görür ve durur. Durduktan 3 saniye sonra HK3'ün üzerindeki monoray vinç gurubu 10. İstasyona doğru hareket eder. Monoray vinçler 10. İstasyona şasiyi ilettikten sonra HK3 başlangıç konumu olan 16. İstasyona döner. Yazılan kod dizini Şekil 4.27'de verilmektedir.

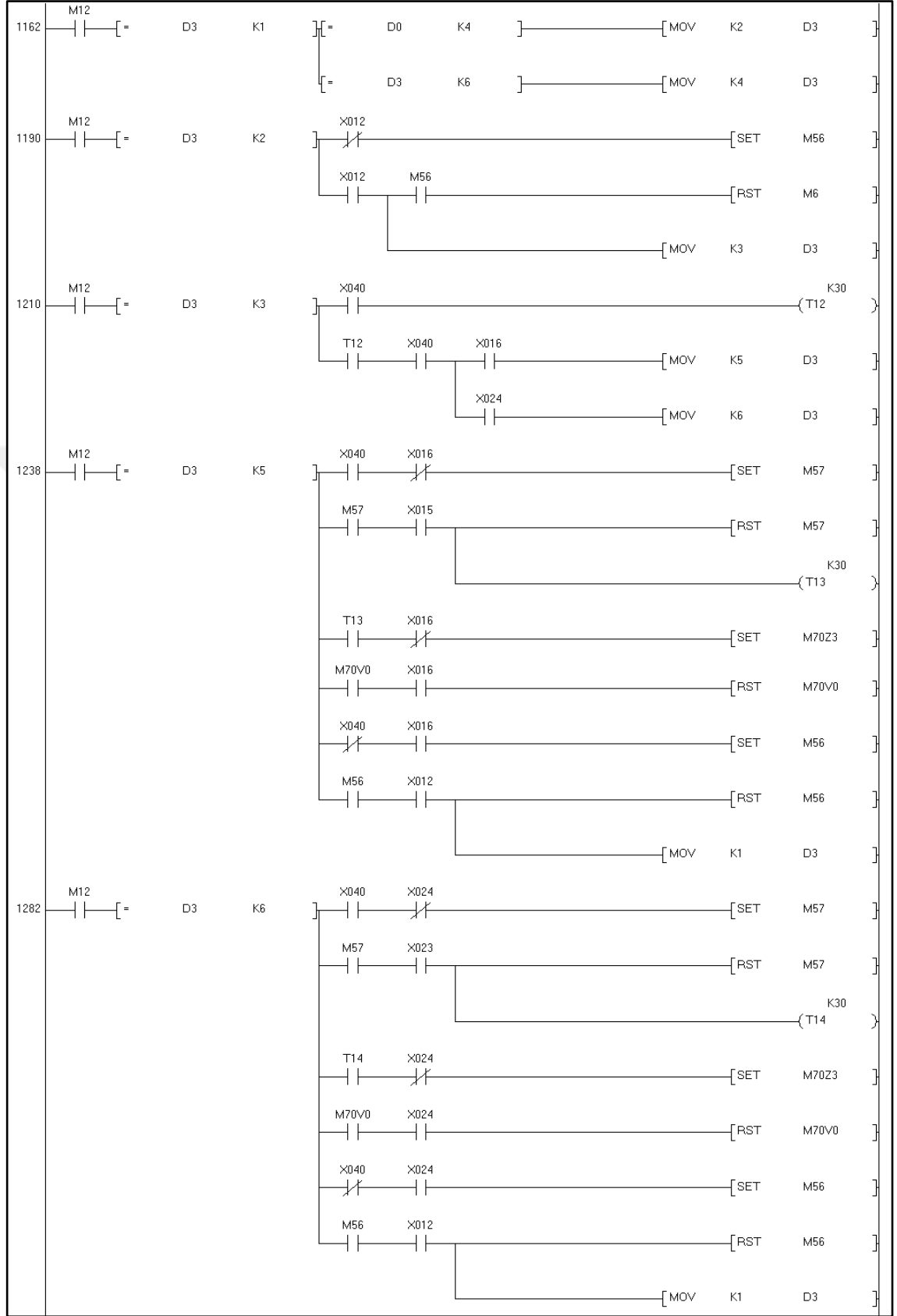


Şekil 4.27. HK3 17. İstasyondan Gelen Boyalı Şasiyi 10. İstasyona taşıması için yazılan kod dizini.

4.2.7. Hareketli köprü 4'ün (HK4) hareketi

4.2.7.1. HK4 SLA, SLL veya SOK.L (KTL'siz) şasisini zımpara hattına iletir

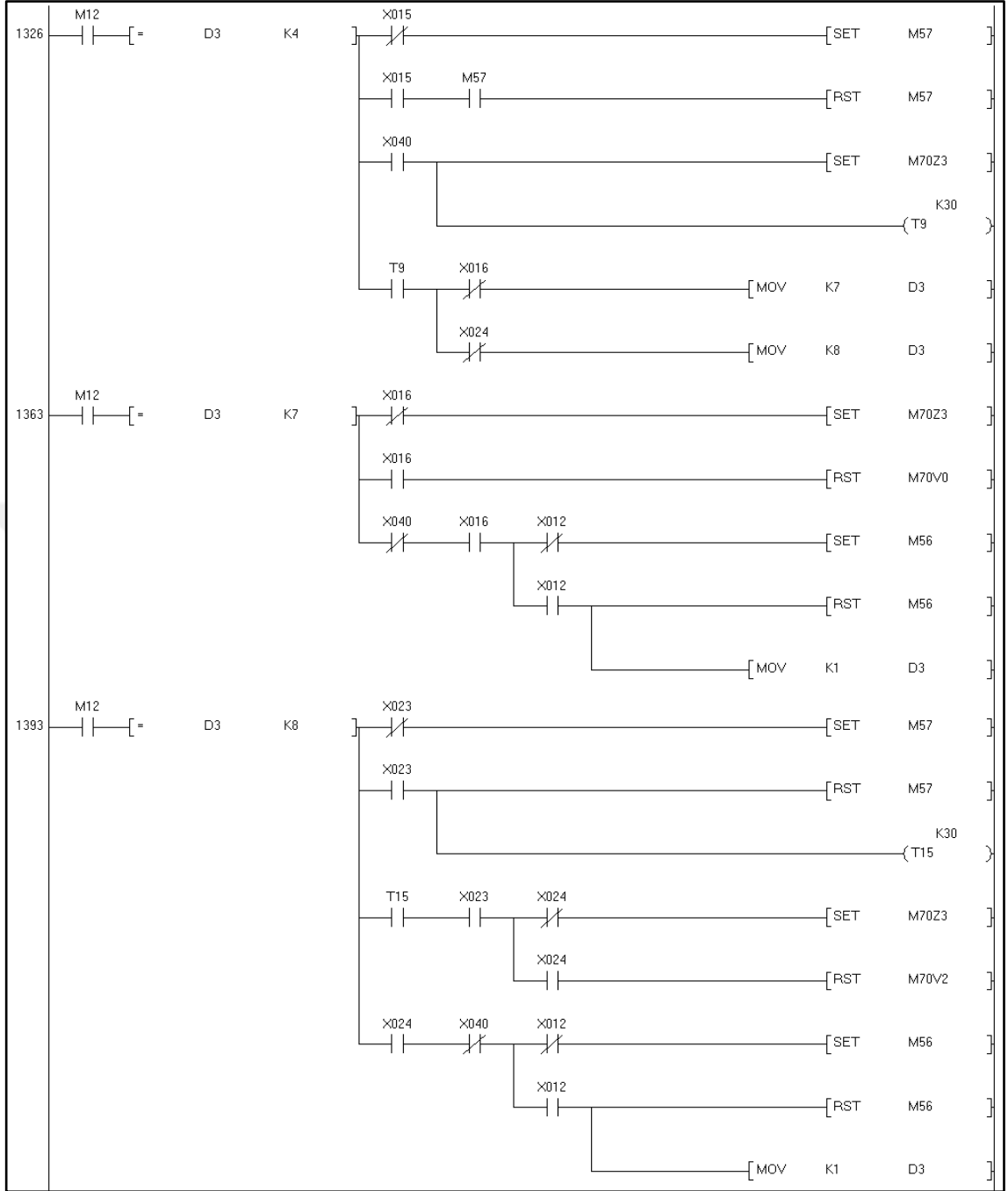
Boyahane içerisinde 7. ve 13. İstasyonlar zımpara prosesinin olduğu istasyonlardır. HK4'ün görevi de şasileri zımpara istasyonlarına aktarmaktır. Eğer SLA, SLL veya SOK.L (KTL'siz) şasisi boyahaneye girmiş ise HK4 3. İstasyondaki yerini korur. HK1 üzerinden 2. İstasyona geçen monoray vinç grubu HK4'ün üzerindeki sensörü görene kadar ilerler gördükten sonra durdur ve 3 saniye bekler. 3saniye sonunda HK4 7. İstasyon boş ise 6. İstasyona doğru ilerler, istasyondaki sensörü görünce durdur ve 3 saniye bekler. 3 saniye sonunda HK4 üzerindeki monoray vinç gurubu 7. İstasyondaki sensörü görene kadar ilerler, sensörü görünce durdur. Monoray vinç gurubu 7. İstasyona yerleşince HK4 başlangıç pozisyonu olan 3. İstasyona geri döner. 7. İstasyon dolu ise ve 13. İstasyon boş ise HK4 12. İstasyona ilerler, 12. İstasyondaki sensörü görünce durdur ve 3 saniye bekler. 3 saniye sonunda HK4 üzerindeki monoray vinç gurubu 13. İstasyondaki sensörü görene kadar ilerler, sensörü görünce durdur. Monoray vinç gurubu 13. İstasyona yerleşince HK4 başlangıç pozisyonu olan 3. İstasyona geri döner. Monoray vinç gurubu HK4'ün üzerinde geçtikten sonra 7. ve 13. İstasyonların ikisi de dolu ise istasyonlardan bir tanesi boşalana kadar HK4 olduğu konumda bekler. Yazılan kod dizini Şekil 4.28'de verilmektedir.



Şekil 4.28. HK4 SLA, SLL veya SOK.L (KTL'siz) Şasisini Zımpara hattına iletmesi için yazılan kod dizini.

4.2.7.2. HK4 SOK.L (KTL'li) şasisini zımpara hattına iletir

Eğer SOK.L (KTL'li) şasisi boyahaneye girmiş ise HK4 6. İstasyona ilerler, 6. İstasyondaki sensörü görünce durdur. HK1 üzerinden 5. İstasyona geçen monoray vinç grubu HK4'ün üzerindeki sensörü görene kadar ilerler gördükten sonra durdur ve 3 saniye bekler. 3saniye sonunda HK4 7. İstasyon boş ise 6. İstasyondaki konumunu korur ve HK4 üzerindeki monoray vinç gurubu 7. İstasyondaki sensörü görene kadar ilerler, sensörü görünce durdur. Monoray vinç gurubu 7. İstasyona yerleşince HK4 başlangıç pozisyonu olan 3. İstasyona geri döner. 7. İstasyon dolu ise ve 13. İstasyon boş ise HK4 12. İstasyona ilerler, 12. İstasyondaki sensörü görünce durdur ve 3 saniye bekler. 3 saniye sonunda HK4 üzerindeki monoray vinç gurubu 13. İstasyondaki sensörü görene kadar ilerler, sensörü görünce durdur. Monoray vinç gurubu 13. İstasyona yerleşince HK4 başlangıç pozisyonu olan 3. İstasyona geri döner. Monoray vinç gurubu HK4'ün üzerinde geçtikten sonra 7. ve 13. İstasyonların ikisi de dolu ise istasyonlardan bir tanesi boşalana kadar HK4 olduğu konumda bekler. Yazılan kod dizini Şekil 4.29'da verilmektedir.



Şekil 4.29. HK4 SOK.L (KTL'li) Şasisini Zımpara hattına ilerlemesi için yazılan kod dizini.

4.2.8. Hareketli köprü 5'in (HK5) hareketi

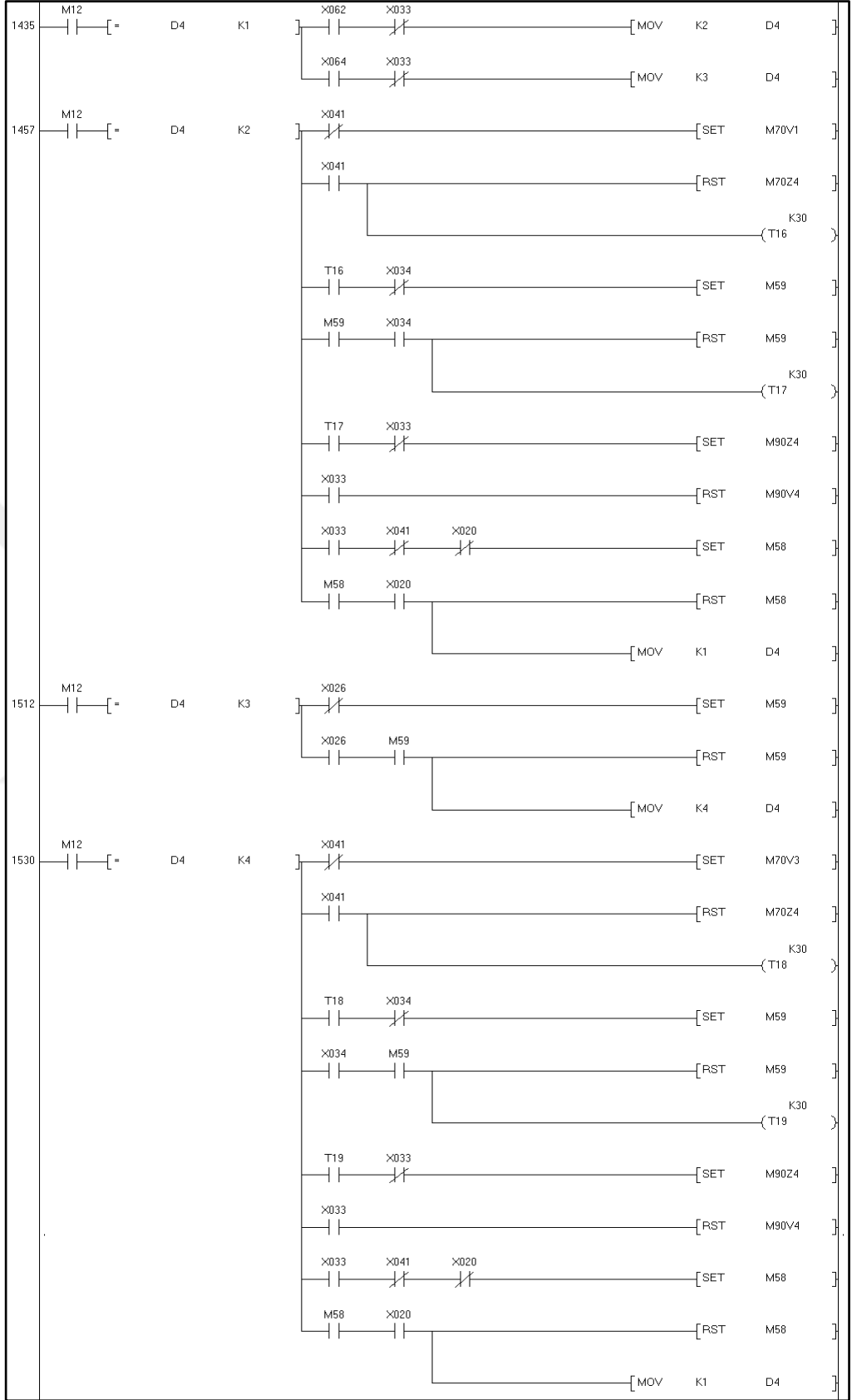
4.2.8.1. HK5 macun prosesi tamamlanan şasisleri astar prosesine iletir.

8. ve 14. İstasyonlar macunlama istasyonlarıdır. İstasyonlar içerisinde şasi üzerinde çalışmanın bittiğini belirten personel kullanımında olan "işlem tamamlandı" butonu

bulunur. Personel bu butona bastığında HK5 şasiyi o istasyondan alır ve astar prosesine bırakır.

8. istasyondaki “işlem tamamladı” butonu aktif edilirse HK5 9. İstasyondaki konumunu korur ve 8. İstasyondaki monoray vinç gurubu HK5’in üzerindeki sensörü görene kadar ilerler, sensörü görünce durur ve 3 saniye bekler. 3 saniye sonunda astar prosesi yani 20. İstasyon boş ise HK5 21. İstasyona ilerler, 21. İstasyondaki sensörü görünce durur ve 3 saniye bekler. 3 saniye sonra HK5’in üzerindeki monoray vinç gurubu 20. İstasyona ilerler, 20. İstasyondaki sensörü görünce durur. Monoray vinç gurubu 20. İstasyona yerleşince HK5 başlangıç konumu olan 9. İstasyona geri döner.

13. istasyondaki “işlem tamamladı” butonu aktif edilirse HK5 15. İstasyona ilerler, 15. İstasyondaki sensörü görünce durur ve 14. İstasyondaki monoray vinç gurubu HK5’in üzerindeki sensörü görene kadar ilerler, sensörü görünce durur ve 3 saniye bekler. 3 saniye sonunda astar prosesi yani 20. İstasyon boş ise HK5 21. İstasyona ilerler, 21. İstasyondaki sensörü görünce durur ve 3 saniye bekler. 3 saniye sonra HK5’in üzerindeki monoray vinç gurubu 20. İstasyona ilerler, 20. İstasyondaki sensörü görünce durur. Monoray vinç gurubu 20. İstasyona yerleşince HK5 başlangıç konumu olan 9. İstasyona geri döner. Yazılan kod dizini Şekil 4.30’da verilmektedir.



Şekil 4.30. HK5 Macun prosesi tamamlanan şaşileri astar prosesine iletmesi için yazılan kod dizini.

4.2.9. Zımpara prosesinden macun prosesine geçiş

Boyahane içerisindeki 7. ve 13. İstasyonlar zımpara prosesi, 8. ve 14. İstasyonlar macun proseslerinin olduğu istasyonlardır. Bu dört istasyonun dördünde de personel kullanımında olan “işlem tamamlandı” butonları vardır. Zımpara işlemi bittiğinde personel “işlem tamamlandı” butonuna basar ve macun prosesi boş ise şasi zımpara prosesinden macun prosesine geçiş yapar.

7. istasyonda zımpara işlemi tamamlandıktan sonra personel “işlem tamamlandı” butonuna basar eğer 13. İstasyon boş ise 7. İstasyondaki monoray vinç gurubu 13. İstasyondaki sensörü görene kadar ilerler, sensörü görünce durur. Aynı şekilde 8. istasyonda zımpara işlemi tamamlandıktan sonra personel “işlem tamamlandı” butonuna basar eğer 14. İstasyon boş ise 8. İstasyondaki monoray vinç gurubu 14. İstasyondaki sensörü görene kadar ilerler, sensörü görünce durur. Yazılan kod dizini Şekil 4.31’de verilmiştir.

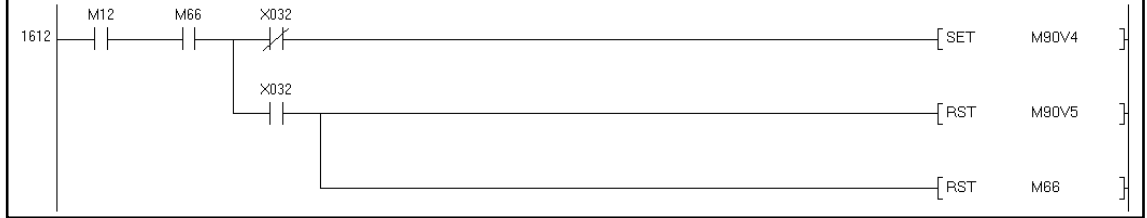


Şekil 4.31. Şasilerin zımpara prosesinden macun prosesine transferi.

4.2.10. Astar prosesinden boya prosesine geçiş

Astar ve boya proseslerinde personellerin çalışmalarını tamamladıklarını belirtmek için kullandıkları “işlem tamamlandı” butonları mevcuttur.

Astar prosesinde yani 20. İstasyonda çalışması biten personel “işlem tamamlandı” butonuna basar ve boya prosesi yani 19. İstasyon boş ise 20. İstasyondaki monoray vinç gurubu 19. İstasyona geçer. Eğer 19. İstasyon dolu ise istasyonun boşalması beklenir. Yazılan kod dizini Şekil 4.32’de gösterilmiştir.

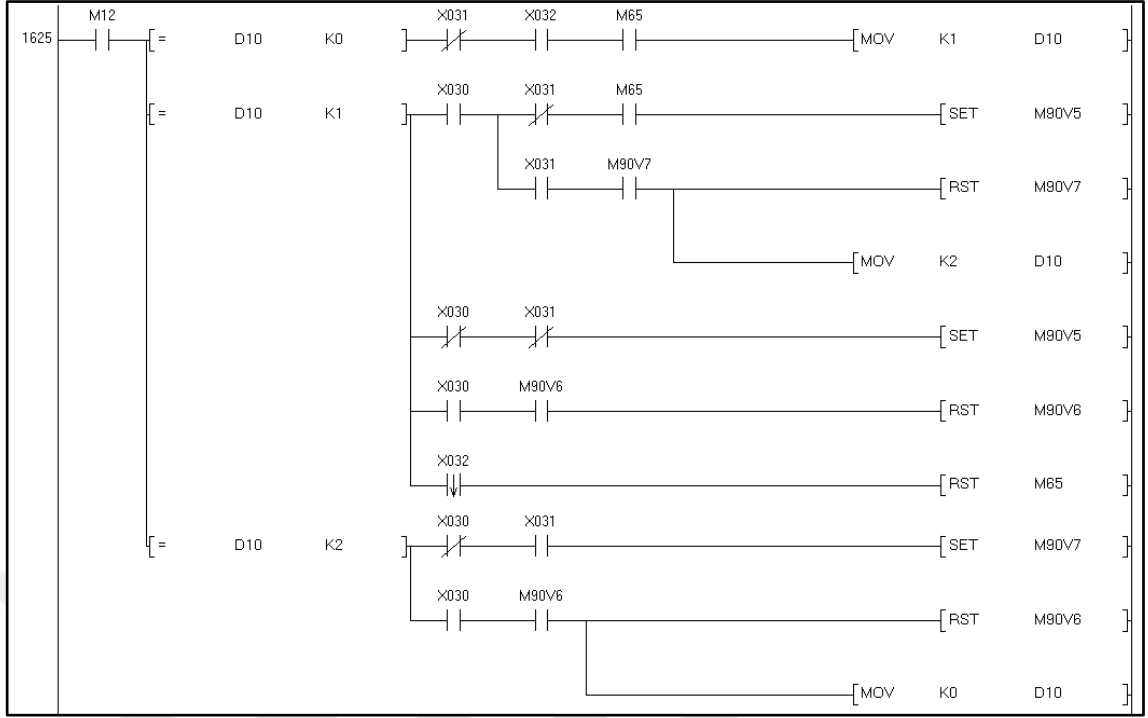


Şekil 4.32. Astar prosesinden boya prosesine geçiş için yazılan kod dizini.

4.2.11. Boyanan şasinin fırından geçmesi

Boyanan şasiler daha sonrasında fırınlama işlemine tabii tutulur ardından HK3 şasiyi fırından alır ve bekleme istasyonuna bırakır. Boyahane içerisinde boyanın fırınlanması süresinin karşılanırken hat içerisindeki hızın düşmemesi için fırın iki adettir ve sıralı şekilde peş peşe konumlandırılmıştır (17. ve 18. İstasyonlar).

Boya prosesinden yani 19. İstasyonda boyama işlemi tamamlandığında personel “işlem tamamlandı” butonuna basar. 17. İstasyon ve 18. İstasyonların ikisinde boş ise 19. İstasyondaki monoray vinç gurubu 17. İstasyona kadar durmadan ilerler ve 17. İstasyonun sensörünü görünce durur. 17. İstasyon dolu ise ve 18. İstasyon boş ise 19. İstasyondaki monoray vinç gurubu 18. İstasyona doğru ilerler ve 18. İstasyonun sensörünü görünce 17. İstasyon kontrol edilir. Eğer 17. İstasyon dolu ise şasi 18. İstasyonda bekler, eğer dolu değilse şasi 17. İstasyona doğru ilerler. 18. İstasyon dolu ise 18. İstasyonun boşalması beklenir. Yazılan kod dizini Şekil 4.33’te gösterilmiştir.



Şekil 4.33. Boya prosesinden fırının çıkışına şasinin ilerleyişini kontrol eden kod dizilimi.

BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu tez çalışmasında da Lowbed üretimi yapılan bir fabrikada üretilen şasilerin kaynaklı imalat çıkışından montaj hattına kadar izlediği boyahane süreçlerinin otomatik hale getirilmesi hedeflenmiştir. Mevcut boyahane sürecinin otomatik çalışmasını sağlamak için özgün bir algoritma geliştirilerek sistem çalışma koşulları tanımlanmış ve PLC kontrollü bir uygulama ortaya çıkarılmıştır. Bu algoritma Mitsubishi PLC (Programlanabilir Lojik Denetleyicisi) üzerinde Merdiven kodlama tekniği ile programlanarak transfer işleminin kontrol edilmesi sağlanmıştır. Ortaya çıkan algoritma her marka PLC üzerinde çalıştırılabilecek olup deneysel çalışmanın yapıldığı fabrikadaki mevcut otomasyon sistemine uygunluğundan dolayı Mitsubishi tercih edilmiştir. Algoritmanın Mitsubishi PLC üzerine yazılmış Merdiven kodu Ek A'da sunulmuştur.

Dağınık yerleşme ve personel kontrollü mevcut transfer sisteminde şasinin kaynaklı imalat sonrası montaj hattına kadar geçen boyahane süreci bir araç için 10,4 saat sürmekte ve 13 personel sürece dâhil olarak toplam 18,4 a.s (adam-saat) işçilik yapılmaktadır. İmalat personelinin adam saat ücreti 8 Euro olduğu göz önüne alınarak 1 şasinin boyahane sürecinde 147,2 Euro yani 942 Türk Lirası (15.07.2019 güncel kur, 1 Euro = 6,4 Türk Lirası) işçilik maliyeti oluşmaktadır. Deneysel çalışmanın yapıldığı işletmede 2018 yılı verilerine göre yıl içerisinde toplam 500 adet Lowbed üretilmiştir. Araç başı olan 942 liralık maliyet ile senelik 500 araç i üretiminin ardından 471.000 lira 2018 yılı Lowbed boyahane işçilik maliyeti oluşmuştur.

Önerilen sistemde düzenli hat akışı sağlanması ve transfer sürecinin otonom kontrolü ile gecikmeler minimuma indirilmiştir. Sistem otonom çalıştığı için transfer sırasında kullanılan personeller istasyonlara dağıtılarak mevcut 13 personelin yeni yöntemle göre

görevleri ve yerleri değiştirilmiştir. Yeni yöntem ile geliştirilmiş otomatik sistem ve iş gücünün daha verimli kullanımı ile adam saatte %37'lik ve üretim süresinde %48'lik iyileşme sağlanmıştır. Bunların sonucunda şasinin kaynaklı imalat sonrası montaj hattına kadar geçen boyahane süreci bir araç için 5,5 saat ve araç başı 11,5 a.s (adam-saat) işçilik maliyetine ulaşılmıştır. Sonuç olarak araç başı 5 saat daha hızlı ve 6,9 a.s işçilik kazancı sağlanmıştır. İmalat personelinin adam saat ücreti 8 Euro olduğu göz önüne alınarak 1 şasinin boyahane sürecinde 55,2 Euro yani 353,3 Türk Lirası (15.07.2019 güncel kur, 1 Euro = 6,4 Türk Lirası) kazanç sağlanırken 2018 senesi üretilen 500 adet Lowbed referans alınarak senelik 176.640 Türk Lirası kazanç sağlanmıştır.

Önerilen sistem ile 2018 yılında üretim yapılmış olsaydı 500 adet Lowbed yerine %48 süre iyileştirmesi ile 950 adet Lowbed %37 maliyet iyileşmesiyle 335.600 Türk Lirası kazanç sağlanarak üretililebilecekti.

Vinçlerin kontrolleri personel kullanımdan çıkarılması sayesinde insan kaynaklı hatalar önüne geçilerek iş güvenliği arttırılmıştır. Ayrıca proseslerin yan yana olması ile fabrika içerisinde üzerinde yüksek tonajlı şasileri taşıyan römorkların gezmesi sonlandırılmış oldu bu sayede taşıma sırasında hem ürüne hem de fabrika içi personelleri etkileyebilecek iş kazalarının önüne geçilmiştir.

Detaylı veriler mevcut durum için Tablo 5-1'de, önerilen durum için Tablo 5-2'de ve iyileştirme farkları Tablo 5-3'te sunulmuştur.

Tablo 5.1. Mevcut duruma ait süre ve adam saat verisi.

Mevcut Durum	a*s	Geçen süre	Adam sayısı (adt)
İstasyon	222	145	2
Kumlama	133	66	2
Kum Temizleme	220	138,5	2
Macun Zımpara	134	62	2
Astar	219	102	2
Boya	30	30	2
Fırın			1
Şoför			13
Toplam	958	543,5	
Tolerans	15%		
Net Deger (dk)	1101,7	625,025	
Net Deger (sa)	18,362	10,417	

Tablo 5.2. Önerilen sistem sisteme ait süre ve adam saat verisi.

Önerilen Uygulama			
İstasyon	a*s	Geçen süre	Adam sayısı (adt)
Kumlama	90	60	1
Kum Temizleme	90	45	2
Macun Zımpara	150	90	2
Astar	120	30	4
Boya	120	30	4
Fırın	30	30	0
Şoför			0
Toplam	600	285	13
Tolerans	15%		
Net Deger (dk)	690	327,75	
Net Deger (sa)	11,500	5,463	

Tablo 5.3. Önerilen çözüm ile elde edilen iyileşme değerleri.

Fark		
İstasyon	a*s	Geçen süre (dk)
Kumlama	132	85
Kum Temizleme	43	21
Macun Zımpara	70	48,5
Astar	14	32
Boya	99	72
Fırın	0	0
Toplam	358	258,5
Net Deger (sa)	6,862	4,955
İyileşme(%)	37	48

5.2. Öneriler

Çalışılan sistemin üzerine üretimin, harcanan enerjinin takibini yapacak ve sisteme giren Lowbed araçlarını izleyecek aynı zamanda bu verileri depolayarak günlük, haftalık, aylık ve yıllık verimliliklerini raporlayacak bir SCADA sistemi kurulabilir. Kurulan bu sistemin çıktıları doğrultusunda tez konusu kapsamında çıkan sistemin daha da iyileştirilmesi sağlanabilir.

Gelecek çalışmalarda boya, astar ve kum temizleme istasyonundaki personel yerine boya robotları, aracın hatlarını takip ederek basınçlı hava üfleyen kum temizleme robotları devreye alınabilir. Bu istasyonlarda robot kullanımına yönelerek aslı halde istasyonlar arası ilerleyen yüksek tonajlı şasilere personelin yakın çalışması engellenebilir ve ön görülemeyen bir iş kazası durumunda personellerin yaralanmasının önüne geçilebilir.

KAYNAKÇA

- Altay, A. S. (2014). *Yeni Bir MRAS Yöntemi ile 3 Fazlı Asenkron Motorun Algılayıcısız Vektör Kontrolü*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 363550.
- Altungül, S. ve Fahrettin, E. (2015). *Siemens S7-1200 ile PLC Programlama & Otomasyon*. İstanbul: Abaküs Kitap Yayın Dağıtım Hizmetleri.
- Dalkılıç, Ö. (2007). *Bir Fazlı Asenkron Motorlarda Yeni Yol Verme Mekanizması Yaklaşımı*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 223297.
- Daş, M. T. (2003). *Motion Control Of A SCARA Robot With A PLC Unit*. Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 130890.
- Demir, A. (2015). *Raylı Sistem Araçlarında Milli Marka Oluşturma Yaklaşımı*. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 392815.
- Demir, K. (2010). *PLC İle Kontrol Edilen Endüstriyel Bir Sistemin Cep Telefonu İle Uzaktan Kontrolü*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 268534.
- Dikmen, H., Dikmen, H. Elbir, A. ve Ekşi, Z. (2014), *Gezgin Satıcı Probleminin Karınca Kolonisi ve Genetik Algoritmalarla Eniyilenmesi ve Karşılaştırılması*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 18(1), 8-13.
- Güngör, M. (2015). *Paralel Aktif Güç Filtresi ile Bir Fazlı Asenkron Motorun Reaktif Güç Kompanzasyonu*. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 405938.
- Gürleyen, E. (2013). *Orta Güçlü Sincap Kafesli Asenkron Motor Tasarım Programı Geliştirilmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 335718.

- Kalaycı, O. (2015). *PLC ve CAN-BUS Haberleşme Protokolü ile Bina Enerji Yönetimi Uygulaması*. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 418574.
- Karaboğa, D. (2004). *Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları*. Ankara: Atlas Yayınları.
- Karaboğa, D. (2017). *Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. LTD. ŞTİ.
- Lafcı, M. (2016). *Dinamik Engellerin Bulunduğu Ortamda Gezgın Robot İçin Hareket Planlama*. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 424259.
- Memiş, E. (2016). *Monoray Sistemleri, Türkiye'deki Yatırım Süreçleri Ve Yerel Yönetimlerin Monoraya Yaklaşımı*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 455433.
- Motorlu Araçların ve Römorklarının Kütle ve Boyutları İle İlgili Tip Onayı Yönetmeliği (AB/1230/2012). *Resmî Gazete* (Sayı: 28793). Erişim adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/10/20131012-45.htm>.
- Önder, E.(2011). *Araç Rotalama Problemlerinin Parçacık Sürü ve Genetik Algoritma ile Optimizasyonu*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Doktora Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 280079.
- Özdemir, R. (2016). *Ray Yönlendirmeli Araçların Kullanıldığı Malzeme Taşıma Sistemlerinin Performans İyileştirmesi*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 447025.
- Özmen, A. (1996). *PLC ile Elektronik Devrelerin Otomatik Kontrolü*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 56057.
- Öztürk, Z. (2010). *Örnek Otomasyon Laboratuvarının Geliştirilmesi Ve PLC Uygulamaları*. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 256663.
- Pembe, O. (2014). *Üç Boyutlu Konteyner Yükleme Karışık Dağıtım Toplamalı Araç Rotalama Problemi İçin Matematiksel Model Önerisi Ve Sezgisel Tabanlı Bir Çözüm Yaklaşımı*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 37158.

- Yeksan, A. Y. (2014). Sincap Kafesli Asenkron Motorda Yol Verme Aşamasında Uzay Harmoniklerinin Oluşturduğu Derin Oluk Etkisinin Değişik Oluk Profillerinde İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 363678.
- Yılmaz, G. (2014). Yatay ve Açılı Raylar Üzerinde Hareket Edebilen Ayrıca Dikey Raylara Tırmanabilen Yeni Tip Bir Monoray Vincinin Sonlu Elemanlar Metodu İle Tasarımı Ve Üretimi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 372794.
- Yücenur, G. N. (2011). *Optimizasyon Problemlerinin Çözümünde Melez Metasezgisel Bir Algoritmanın Tasarımı*. Yıldız Teknik Üniversitesi (Doktora Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>. Tez No: 297011.



EKLER

Ek A: QX80 DC Giriş Modülü (Negatif Ortak Uç) Özellikleri

Ek B: QY80 DC Çıkış Modülü (Kaynak Beslemeli) Özellikleri

Ek C: Çalışma Kapsamında Hazırlanan Merdiven Kod



Ek A: QX80 DC Giriş Modülü (Negatif Ortak Uç) Özellikleri

Çıkış portu sayısı	16 adet	
Yalıtım metodu	Fotosel (Photocoupler)	
Anma Yük Gerilimi	24VDC (+20/-15%, dalgalanma oranı 5%)	
Nominal Giriş Akımı	Yaklaşık 4mA	
Giriş Değer Kaybı	Yok	
ON voltajı/ON akımı	19V /3mA	
OFF voltajı/OFF akımı	11V /1.7mA	
Giriş Empedansı	Yaklaşık 5.6k Ω	
Tepki süresi	OFF'dan ON'a	1ms/5ms/10ms/20ms/70ms (PLC parametreleri içerisinden ayarlanabilir.) (Varsayılan: 10ms)
	ON'dan OFF'a	1ms/5ms/10ms/20ms/70ms (PLC parametreleri içerisinden ayarlanabilir.) (Varsayılan: 10ms)
Dielektrik dayanım gerilimi	560VAC rms/3 döngü (rakım 2000m)	
Yalıtım direnci	10M Ω ya da izolasyon direnci test cihazı ile daha fazlası	
Gürültü bağışıklığı	500Vp-p gürültü voltajı, 1 μ s gürültü genişliği ve 25 ila 60Hz gürültü frekansı gürültü simülatörü ile İlk geçici gürültü IEC61000-4-4: 1kV	
Koruma seviyesi	IP2X	
Ortak terminal düzenlemesi	16 port/ortak uç (ortak terminal: TB18)	
Kullanılan I/O port	16 port (I/O ataması, 16 portlu giriş modülü olarak ayarlanır.)	
Çalışma göstergesi	ON göstergesi (LED)	
Dış bağlantılar	18-point terminal bloğu (M3 6 vida)	
Uygulanabilir tel boyutu	0.3 to 0.75mm ² çekirdek (2.8mm OD max.)	
Uygulanabilir sıkma terminali	R1.25-3 (Manşon sıkma terminalleri kullanılamaz.)	
Dahili akım tüketimi (5VDC)	50mA (TYP. Bütün portlar açıkken ON)	
Ağırlık	0.16kg	

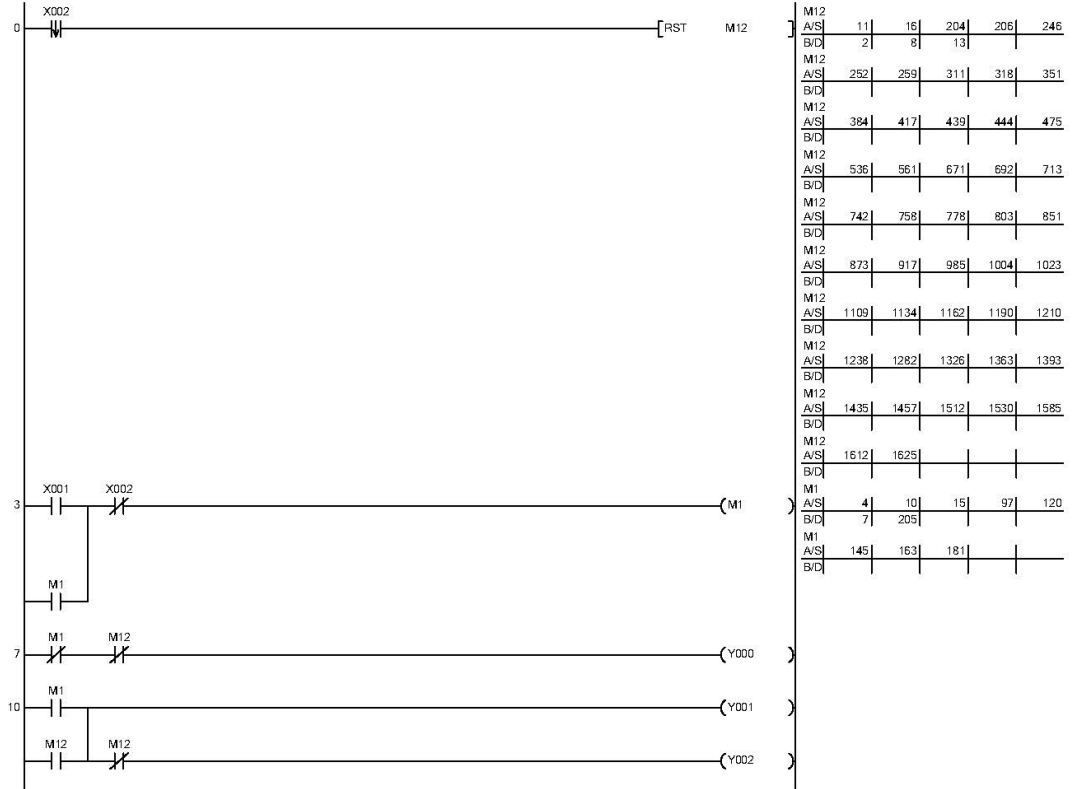
Ek B: QY80 DC Çıkış Modülü (Kaynak Beslemeli) Özellikleri

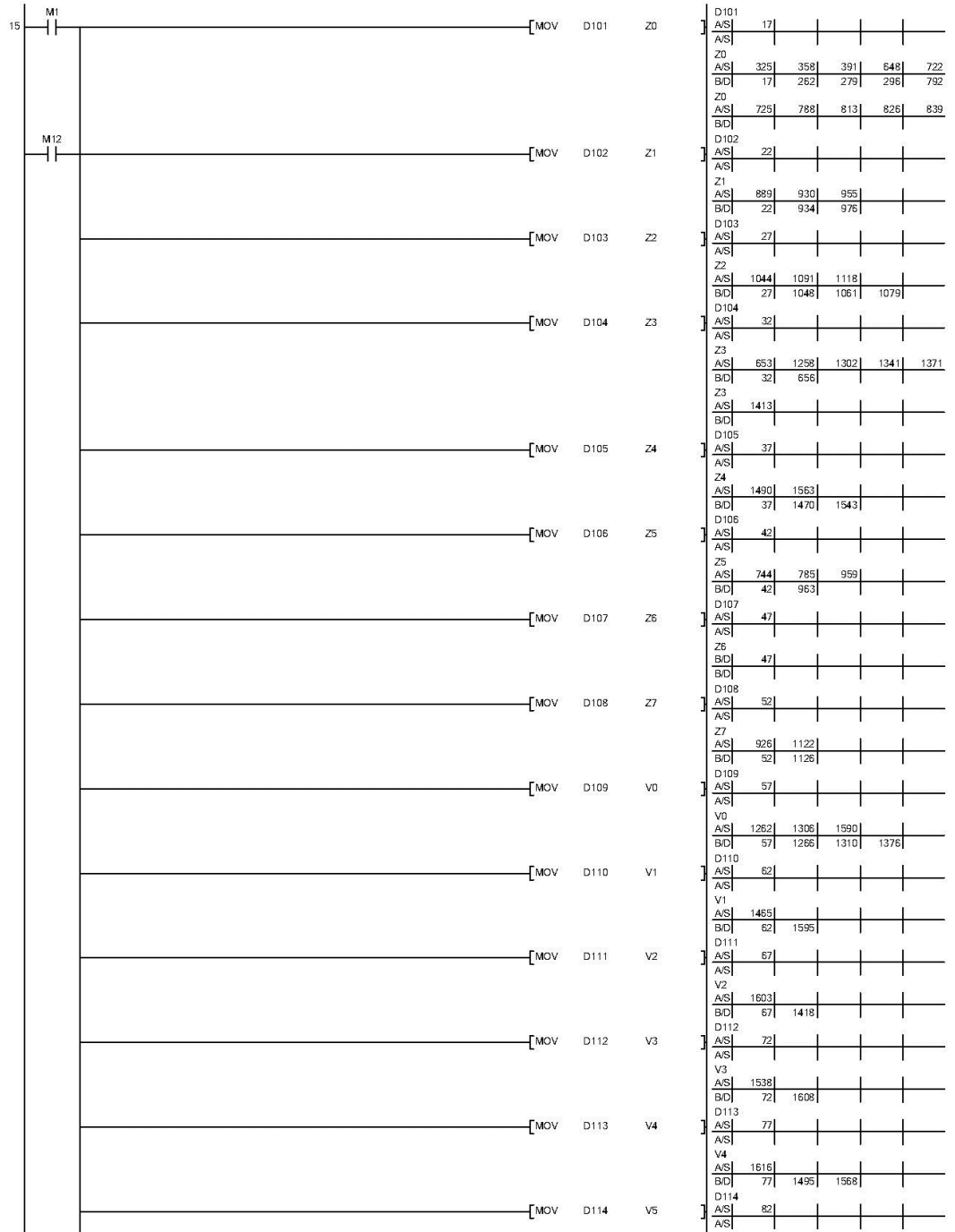
Çıkış portu sayısı	16 adet	
Yalıtım metodu	Fotosel (Photocoupler)	
Anma yük gerilimi	12-24VDC (+120/-15%)	
Maksimum yük akımı	0.5A/port, 4A ortak uç	
Maksimum ani akım	4A, 10ms	
OFF konumdaki kaçak akım	0.1mA	
ON'da maksimum voltaj düşümü	0.2VDC (TYP.) 0.5A, 0.3VDC (MAX.) 0.5A	
Tepki süresi	OFF'tan ON'a	1 ms
	ON'dan OFF'a	1 ms
Dalgalanma bastırıcı	Zener diyot	
Sigorta	6.7A (değiştirilemez) (sigorta kapasitesi: 50A)	
Sigorta atmış göstergesi	Sağlanan (Bir sigorta yandığında, LED yanar ve CPU modülüne bir sinyal verilir.) (Harici güç kaynağı kapatıldığında sigorta yanmıyor.)	
Harici besleme gücü	Voltaj Akım	12-24VDC (+120/-15%) (dalgalanma oranı 5%) 20mA (at 24VDC)
Dielektrik dayanım gerilimi	560VAC rms/3 döngü (rakım 2000m)	
Yalıtım direnci	10MΩ ya da İzolasyon direnci test cihazı ile daha fazlası	
Gürültü bağımsızlık	500Vp-p gürültü voltajı, 1µs gürültü genişliği ve 25 ila 60Hz gürültü frekansı gürültü simülatörü ile İlk geçici gürültü IEC61000-4-4: 1kV	
Koruma seviyesi	IP2X	
Ortak terminal düzenlemesi	16 port/ortak (ortak terminal: TB17)	
Kullanılan I/O port	16 port (I/O ataması 16-nokta çıkış modülü olarak ayarlanmıştır.)	
Çalışma göstergesi	ON göstergesi (LED)	
Dış bağlantılar	18-point terminal bloğu (M3 6 vida)	
Uygulanabilir tel boyutu	0.3 to 0.75mm ² çekirdek (2.8mm OD max.)	
Uygulanabilir sıkma terminali	R1.25-3 (Manşon sıkma terminaleri kullanılamaz.)	
Dahili akım tüketimi (5VDC)	80mA (TYP. Tüm portlar ON)	

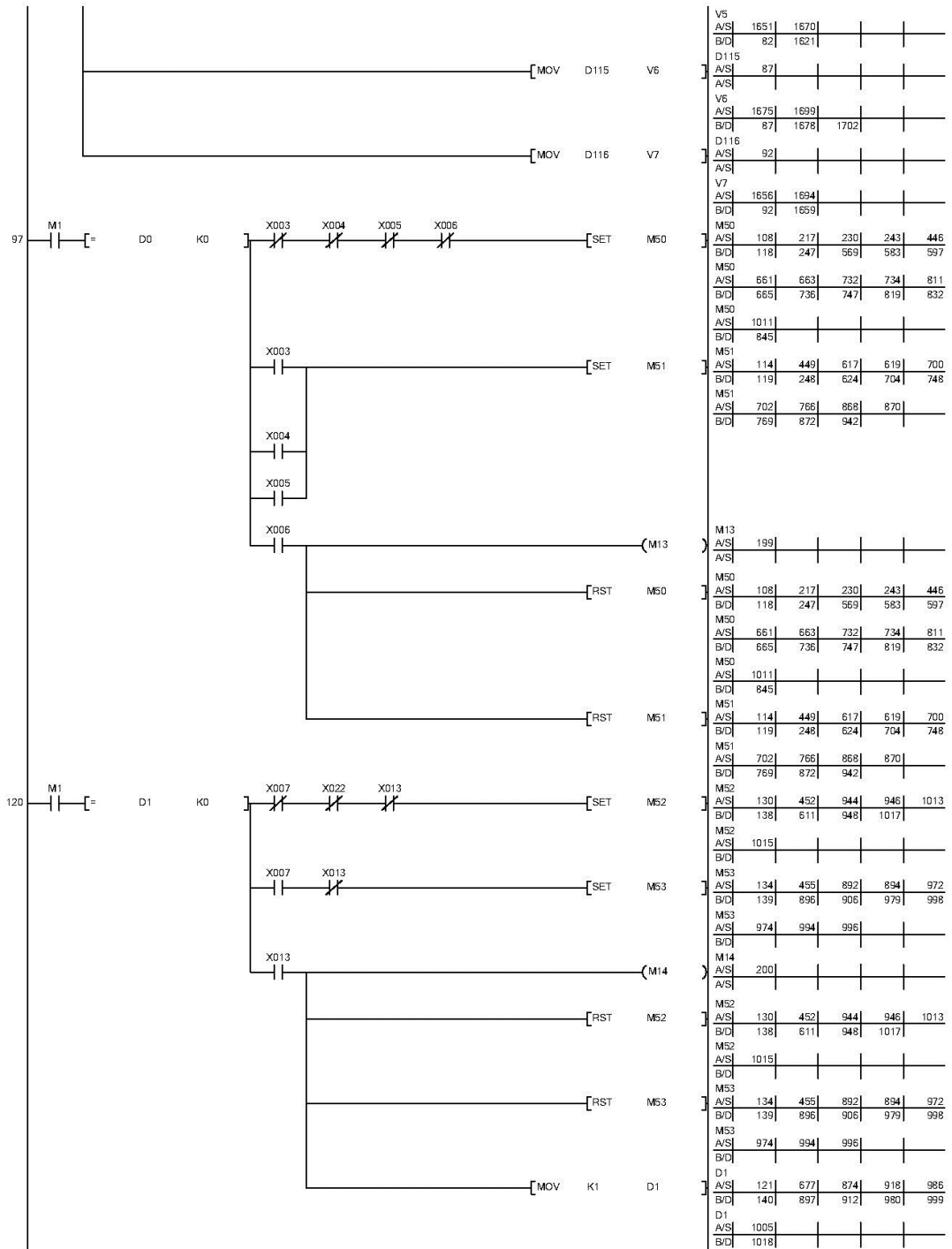
Ek C: Çalışma Kapsamında Hazırlanan Merdiven Kod

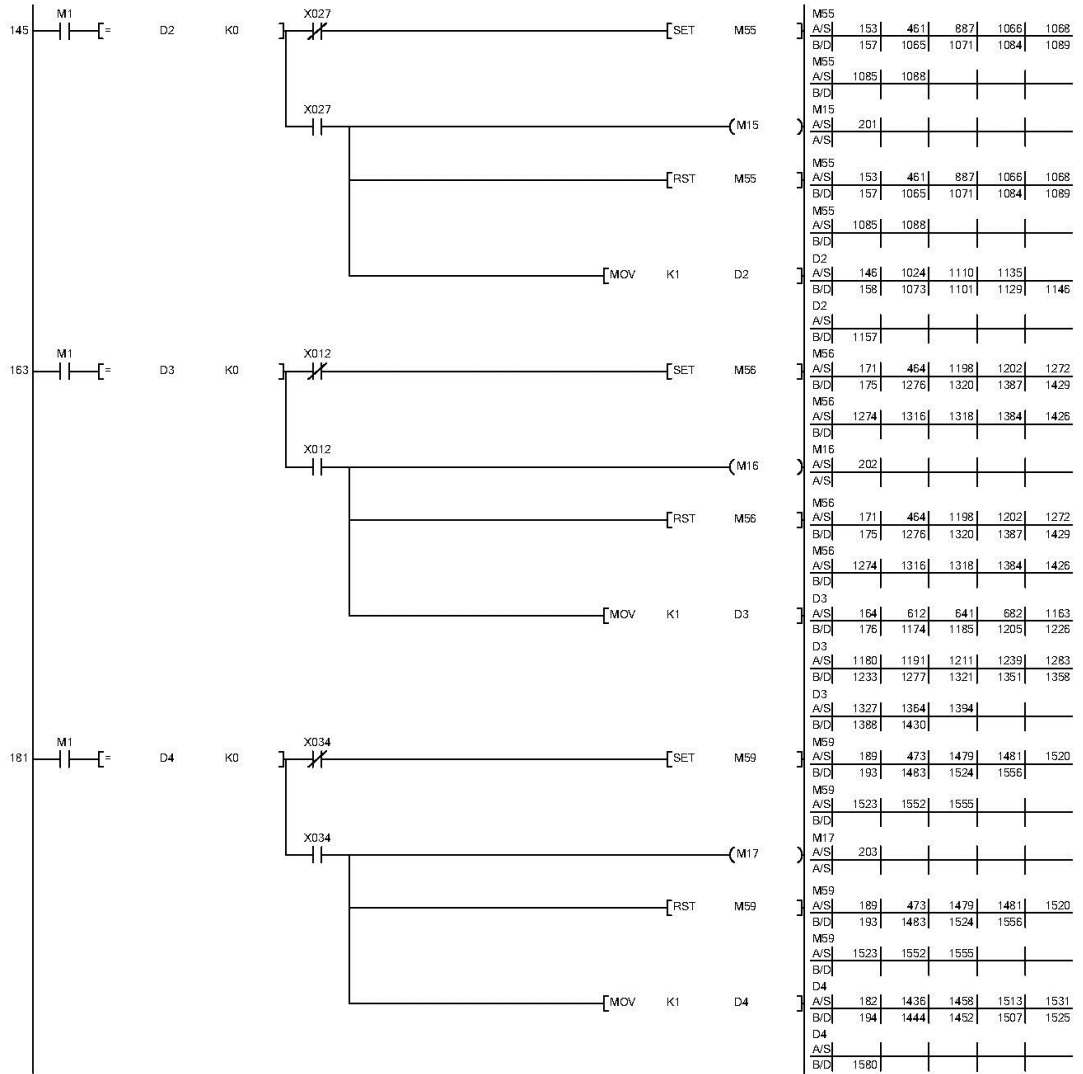
9/17/2019

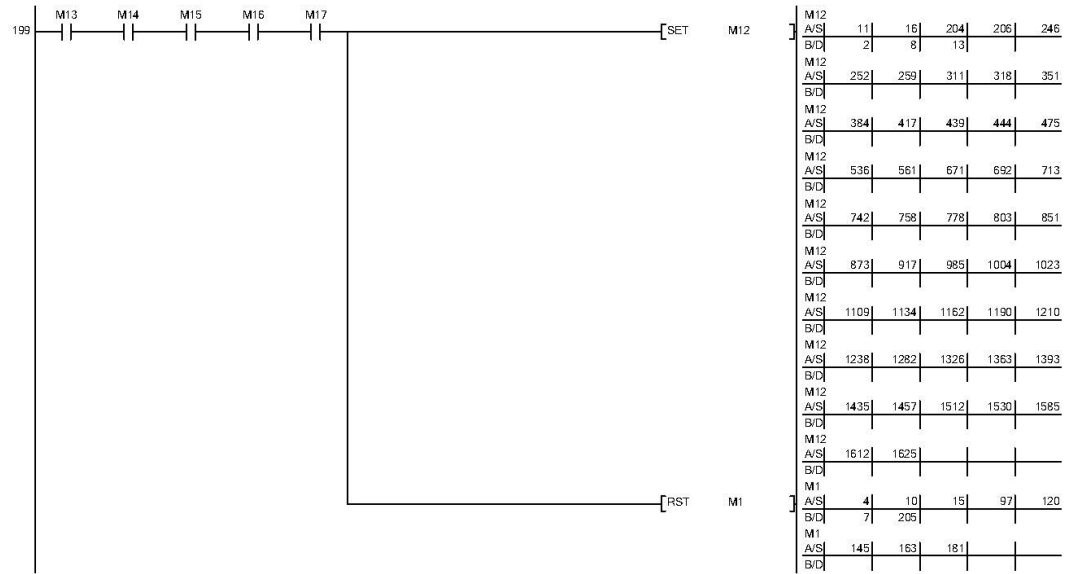
Data Name : MAIN

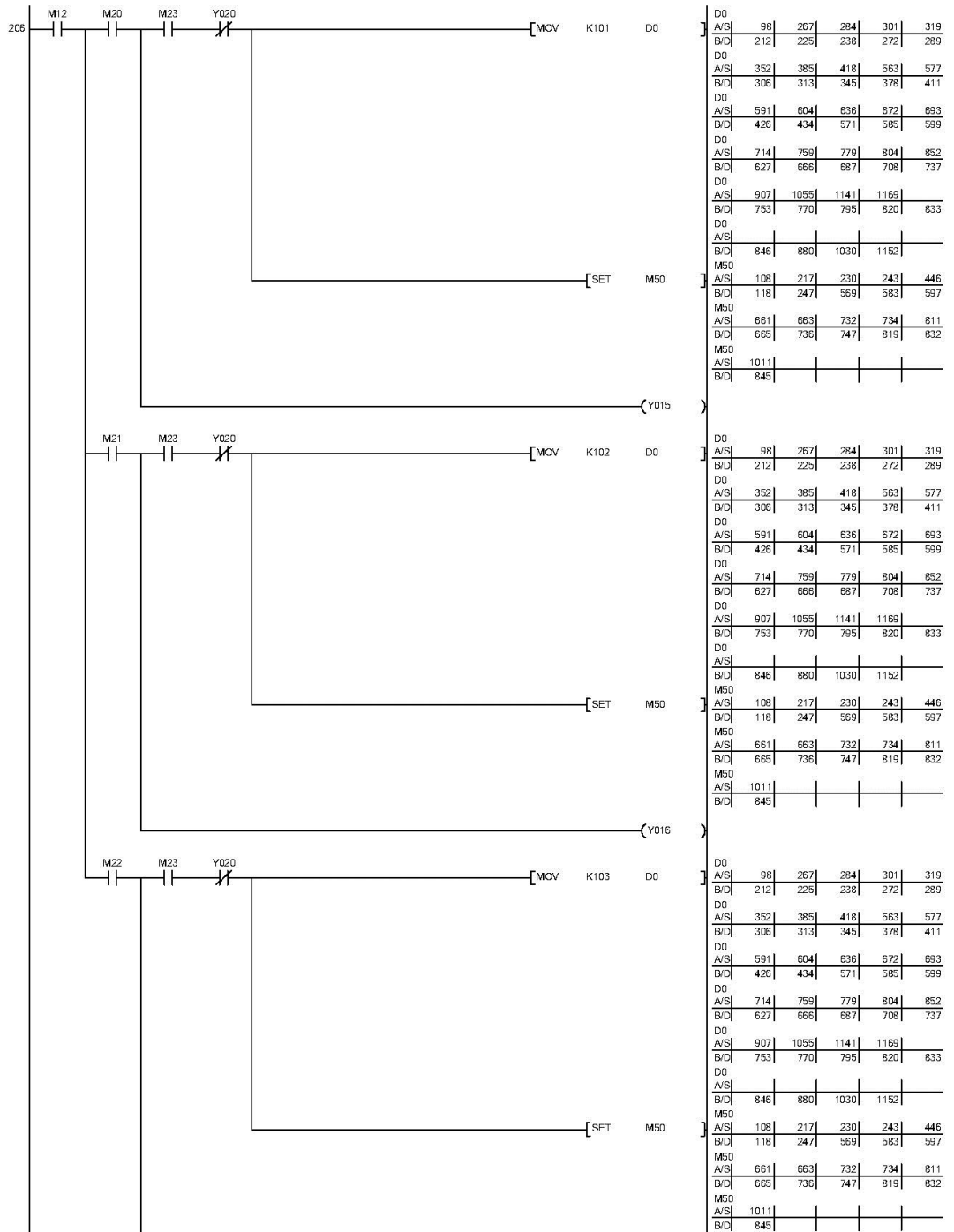


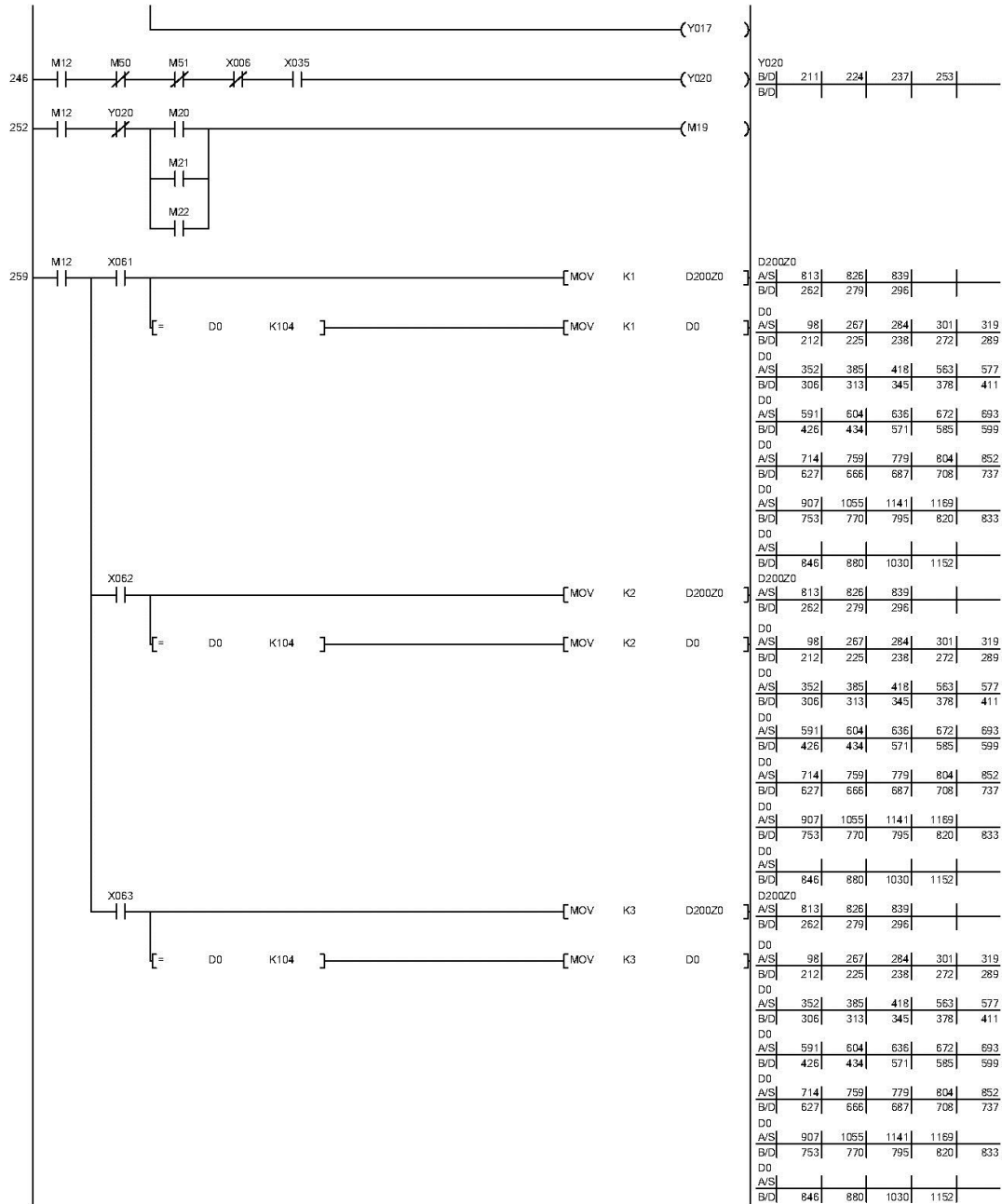


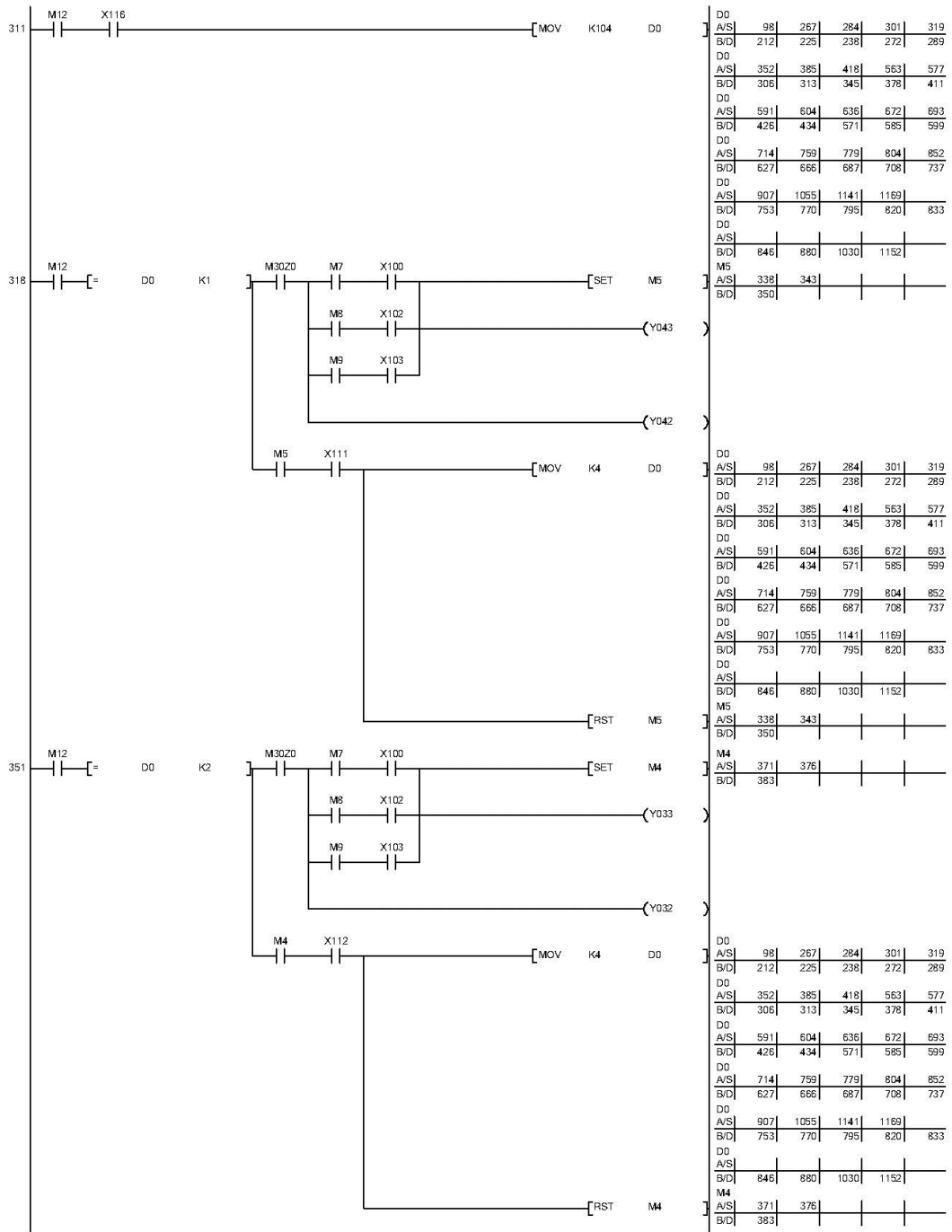


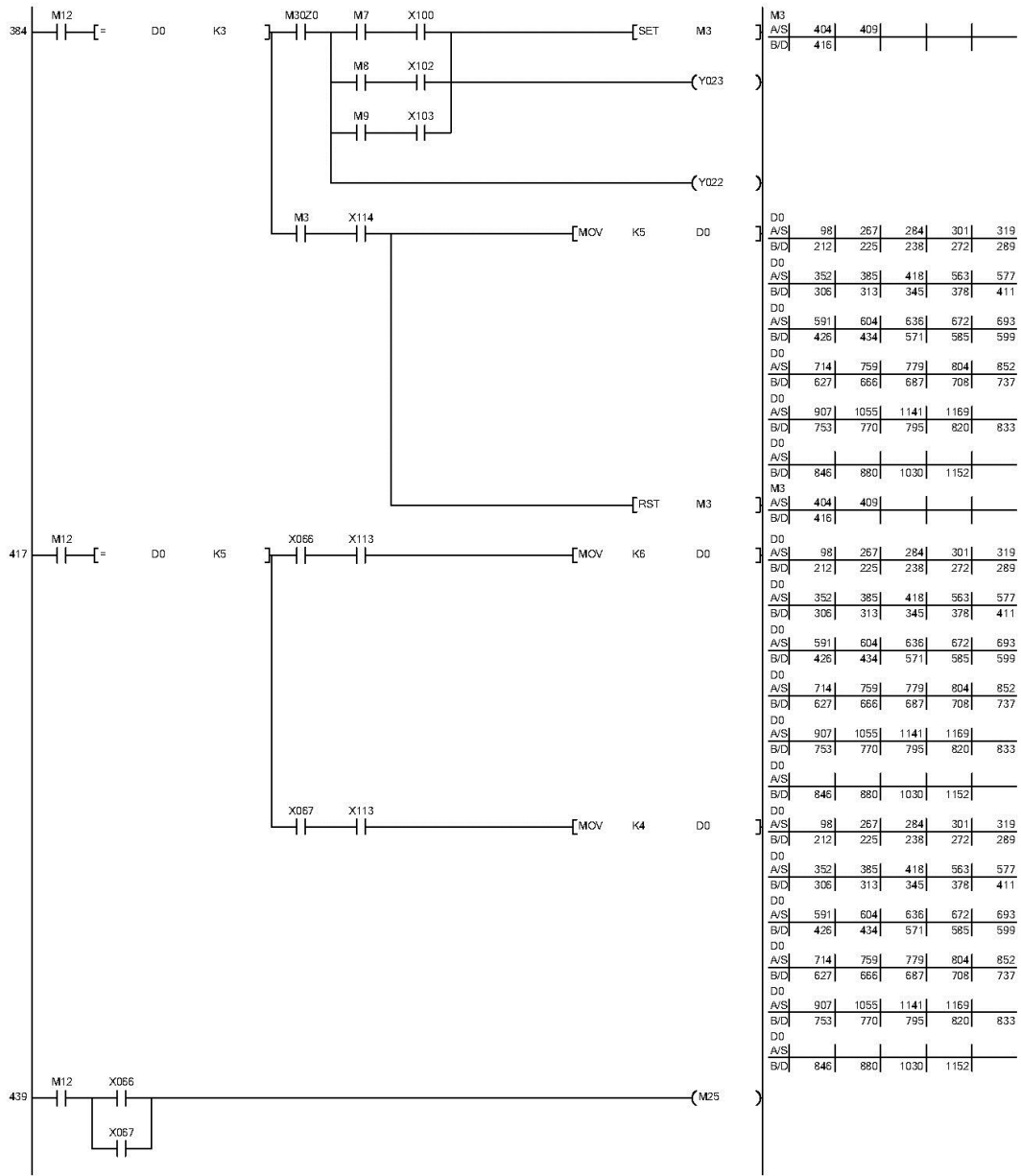


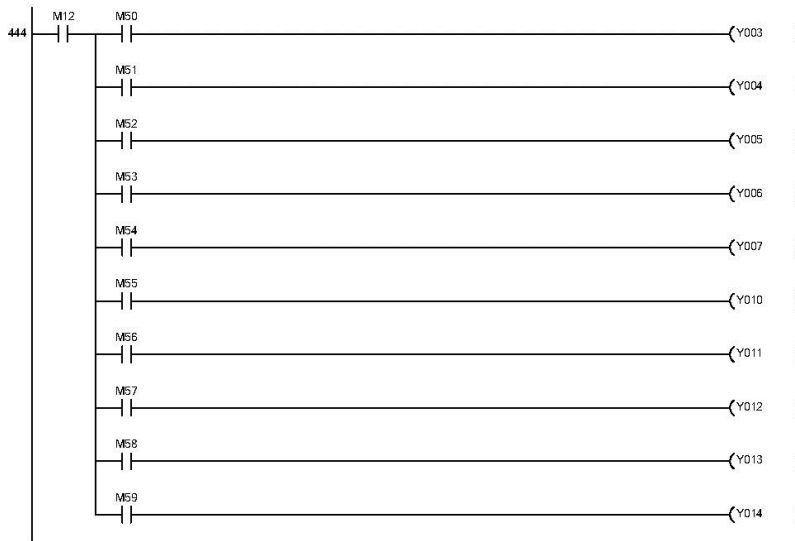


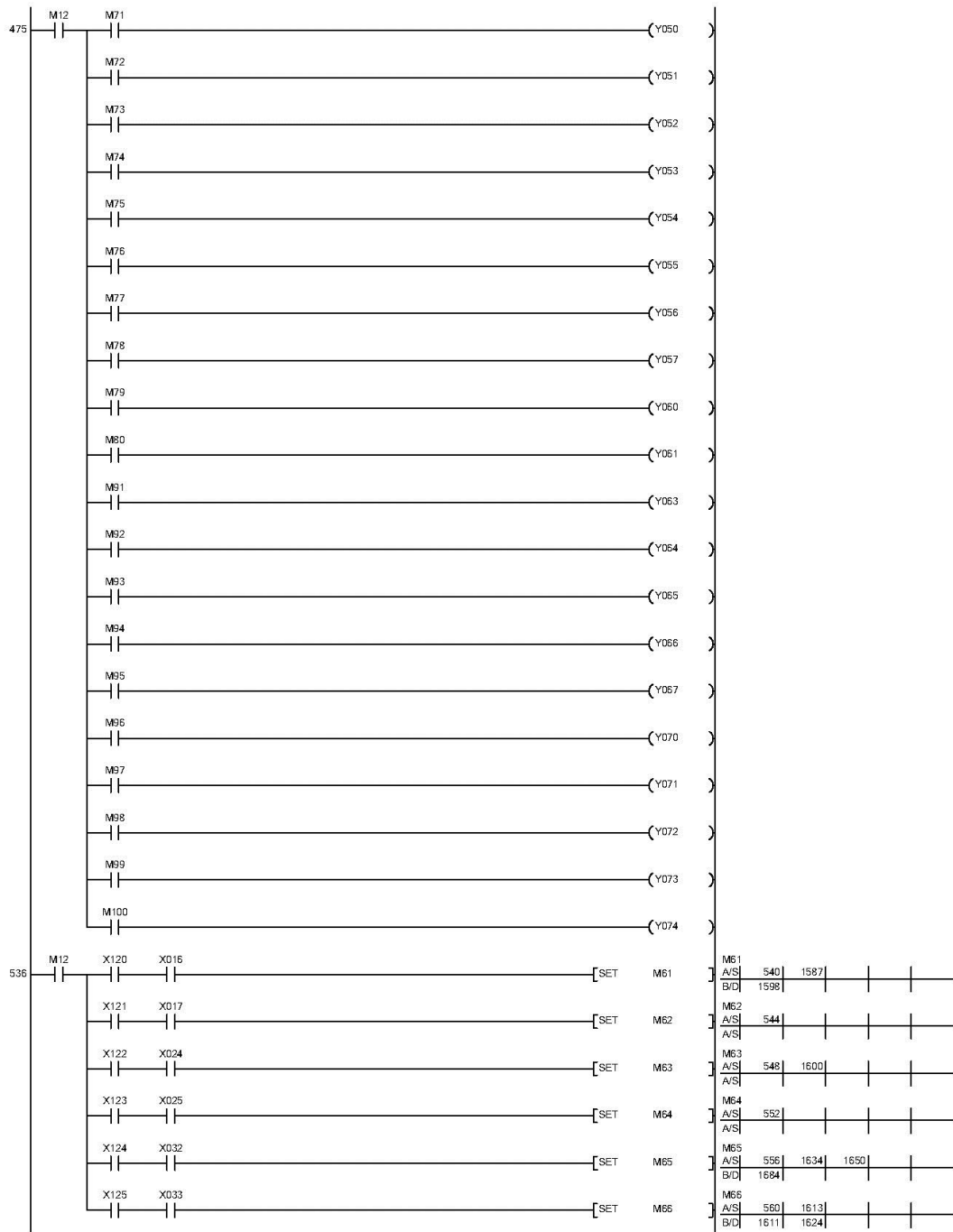


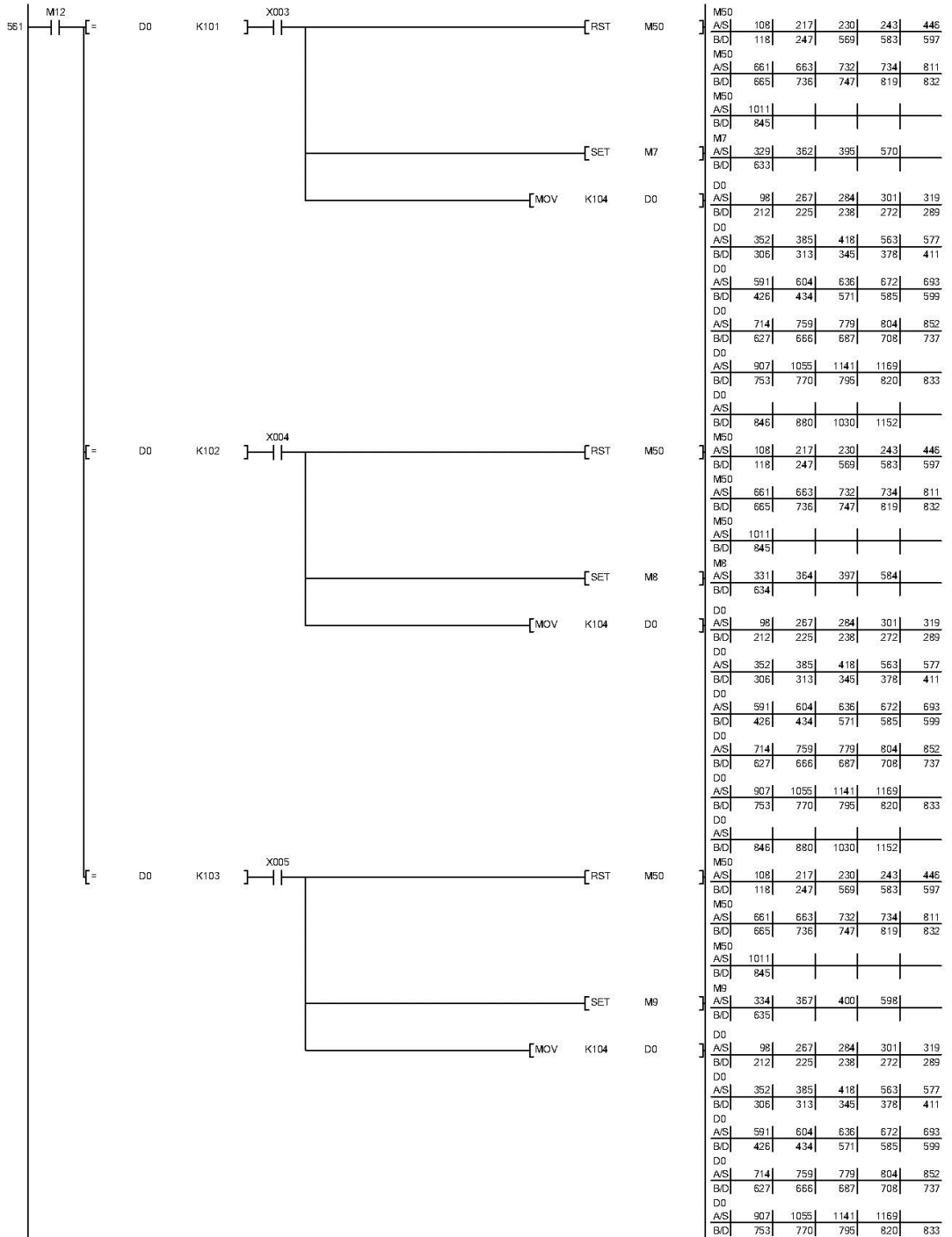


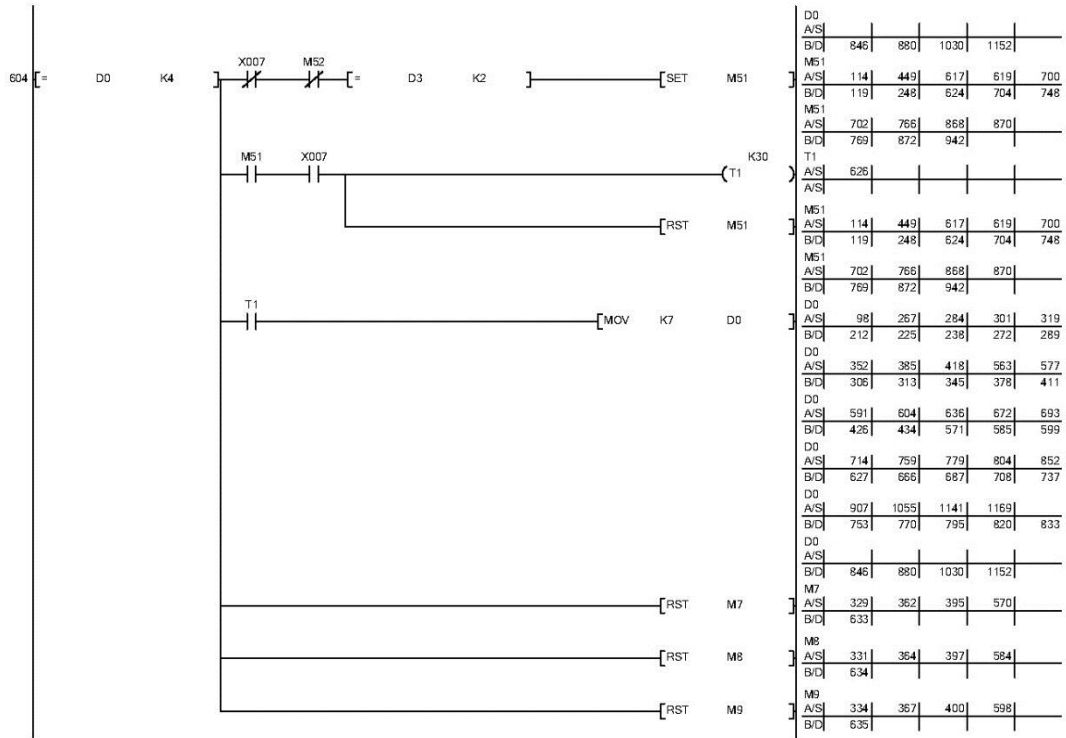


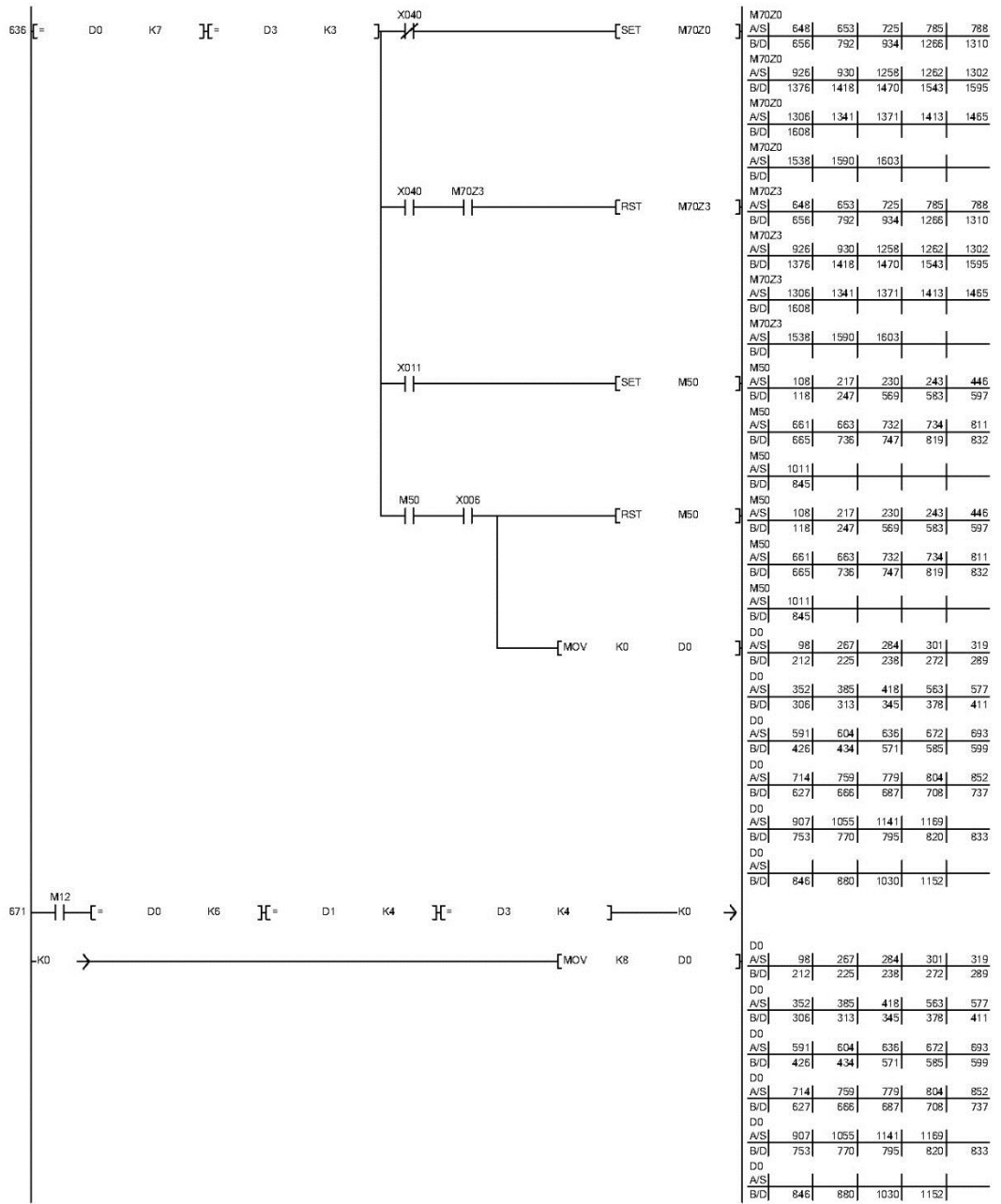


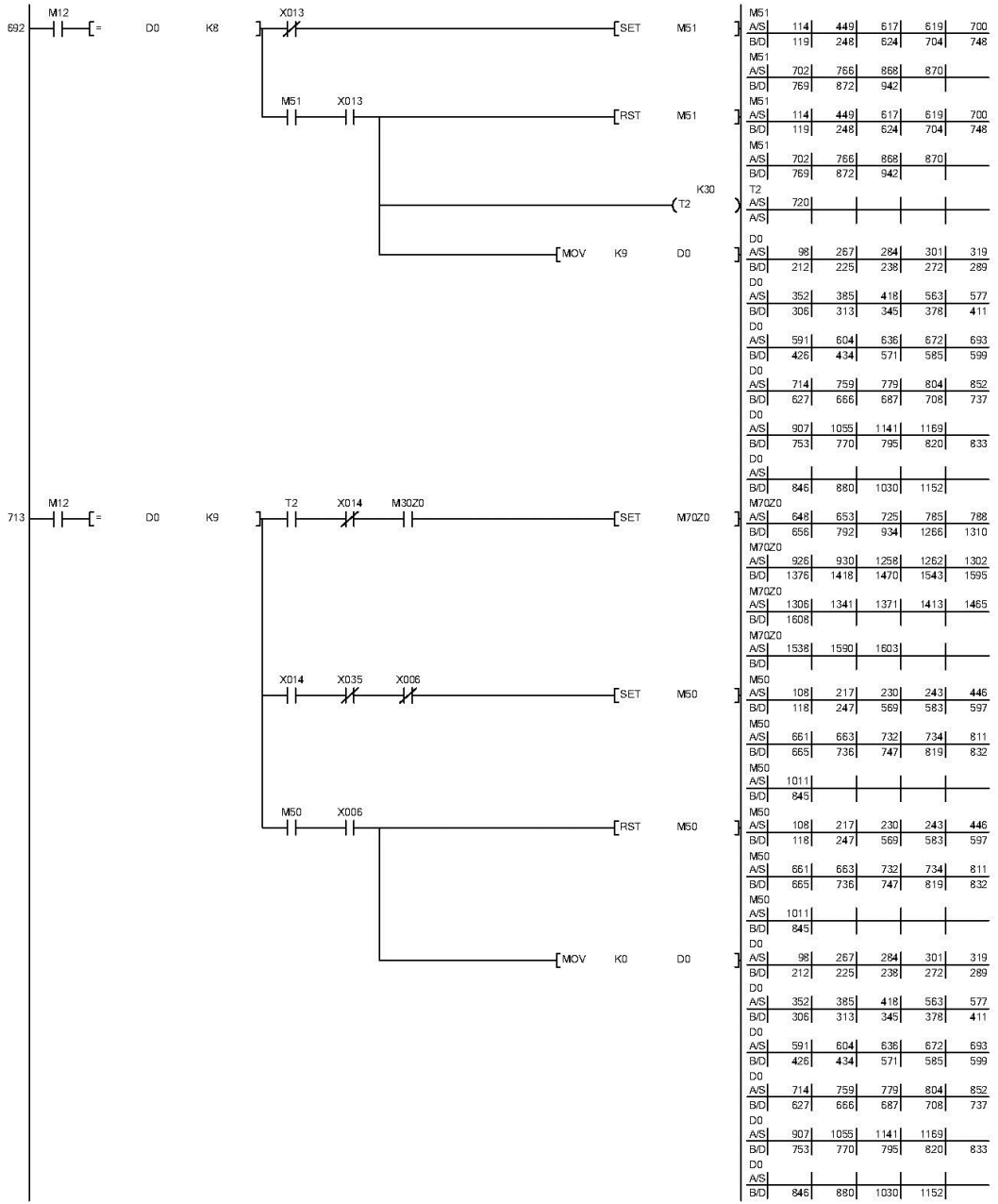


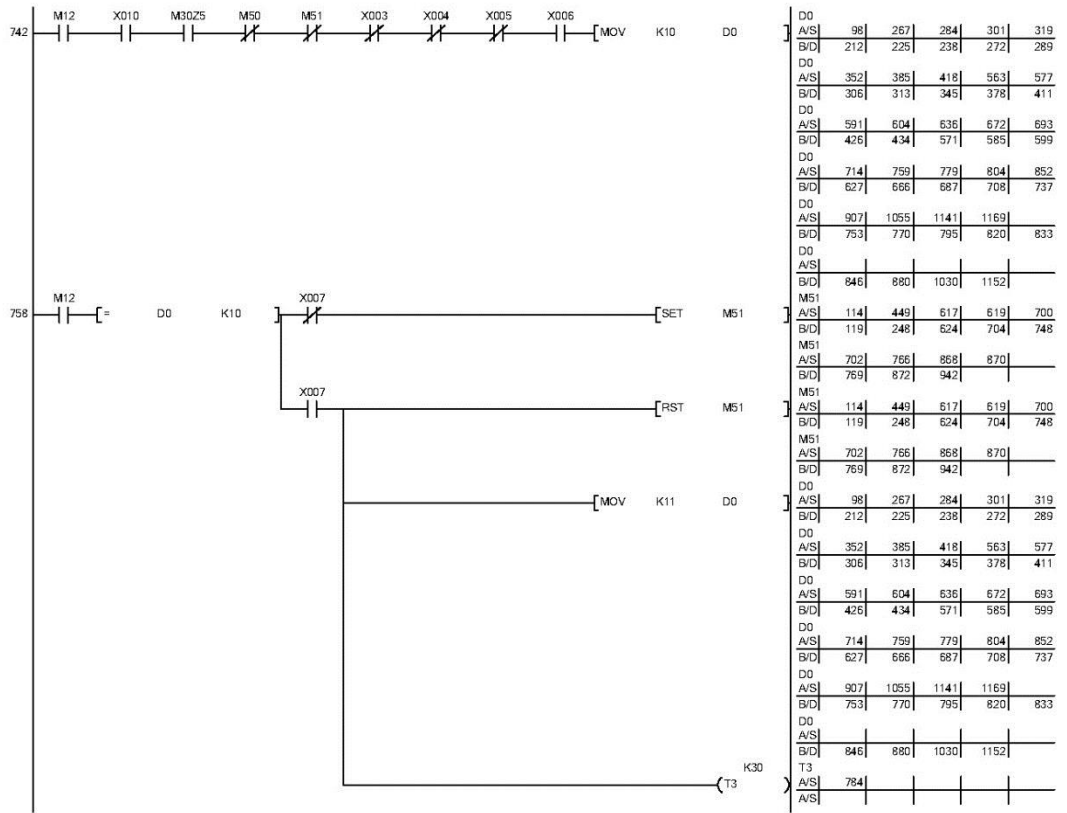


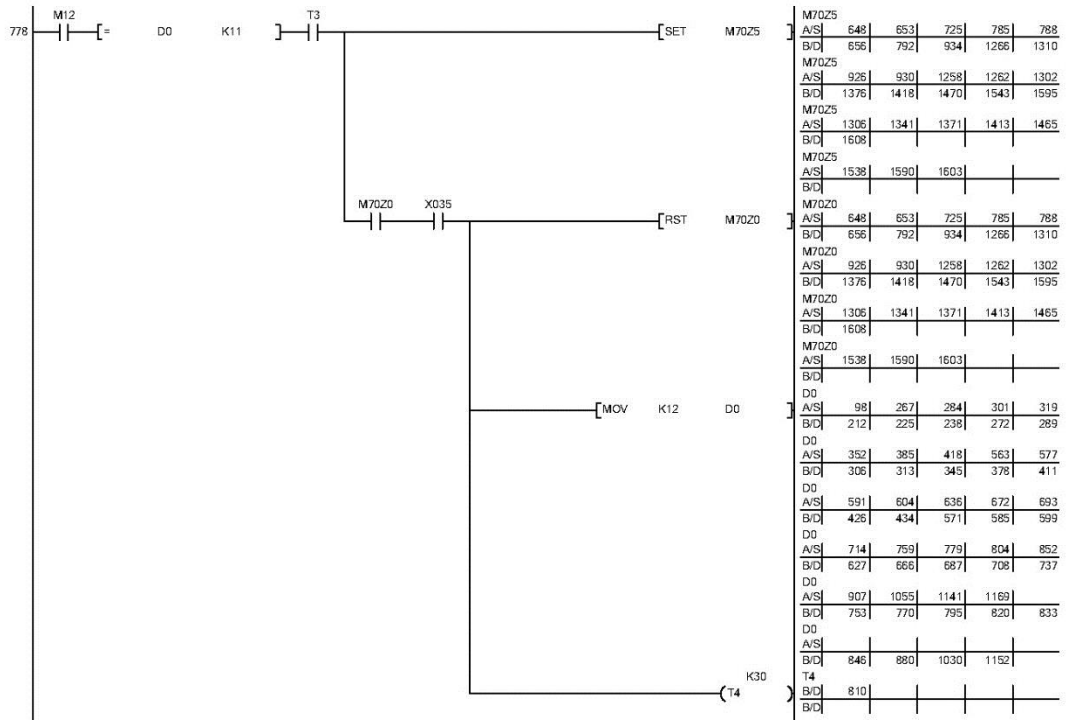


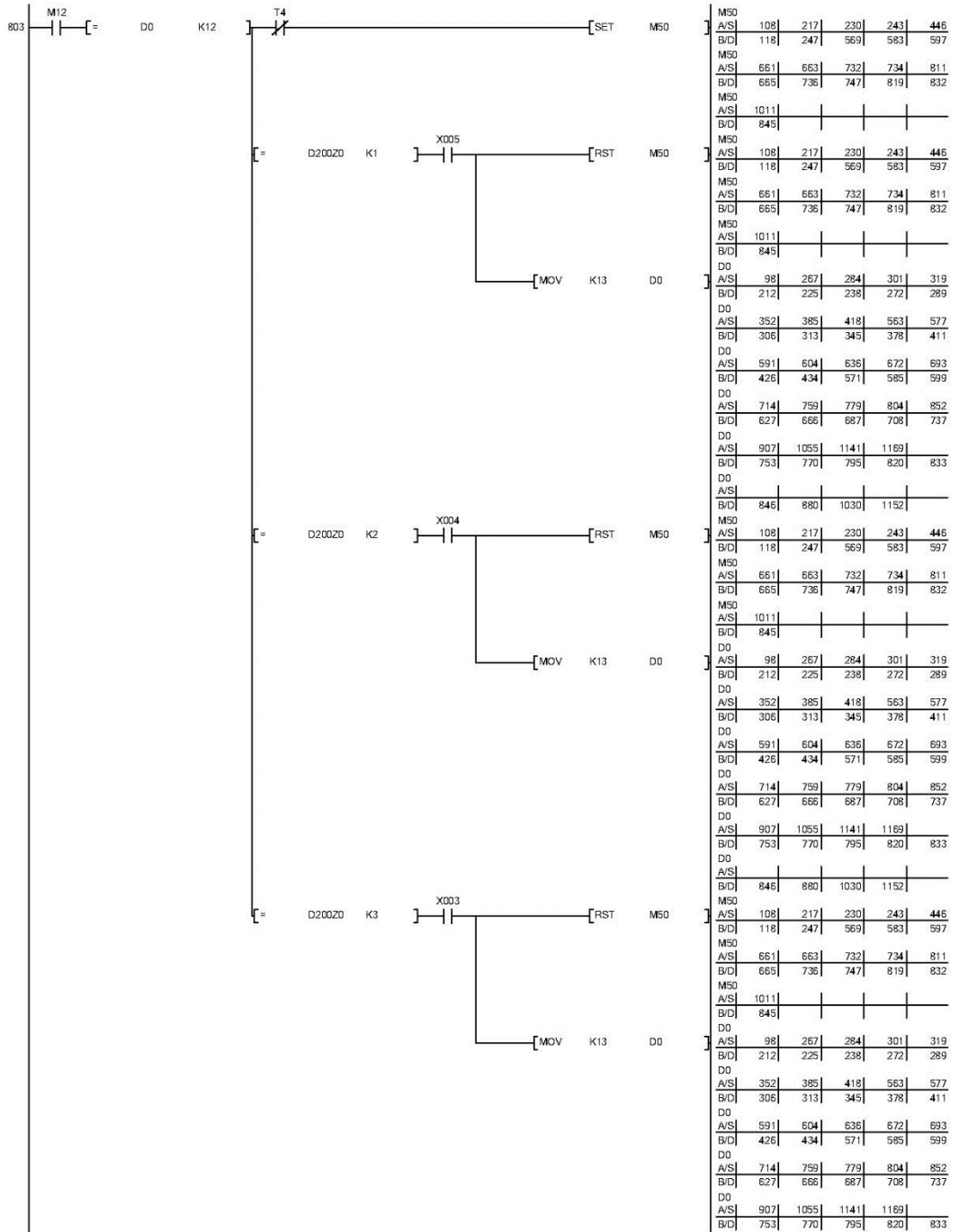


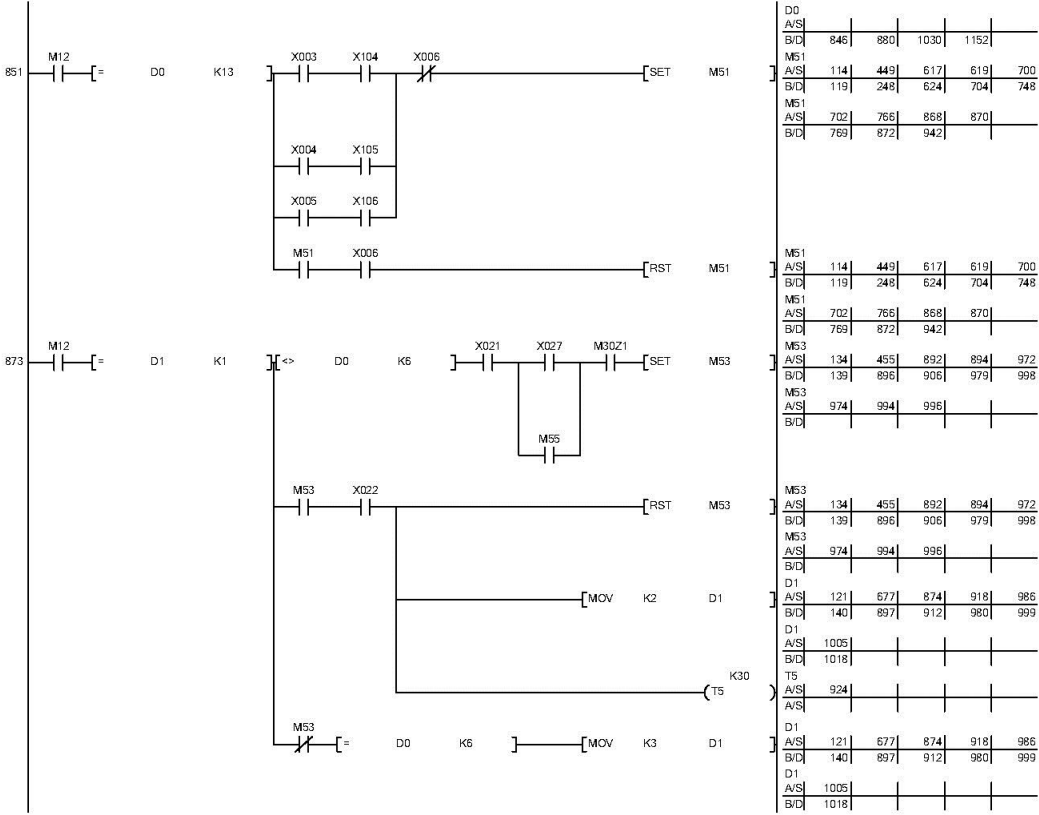


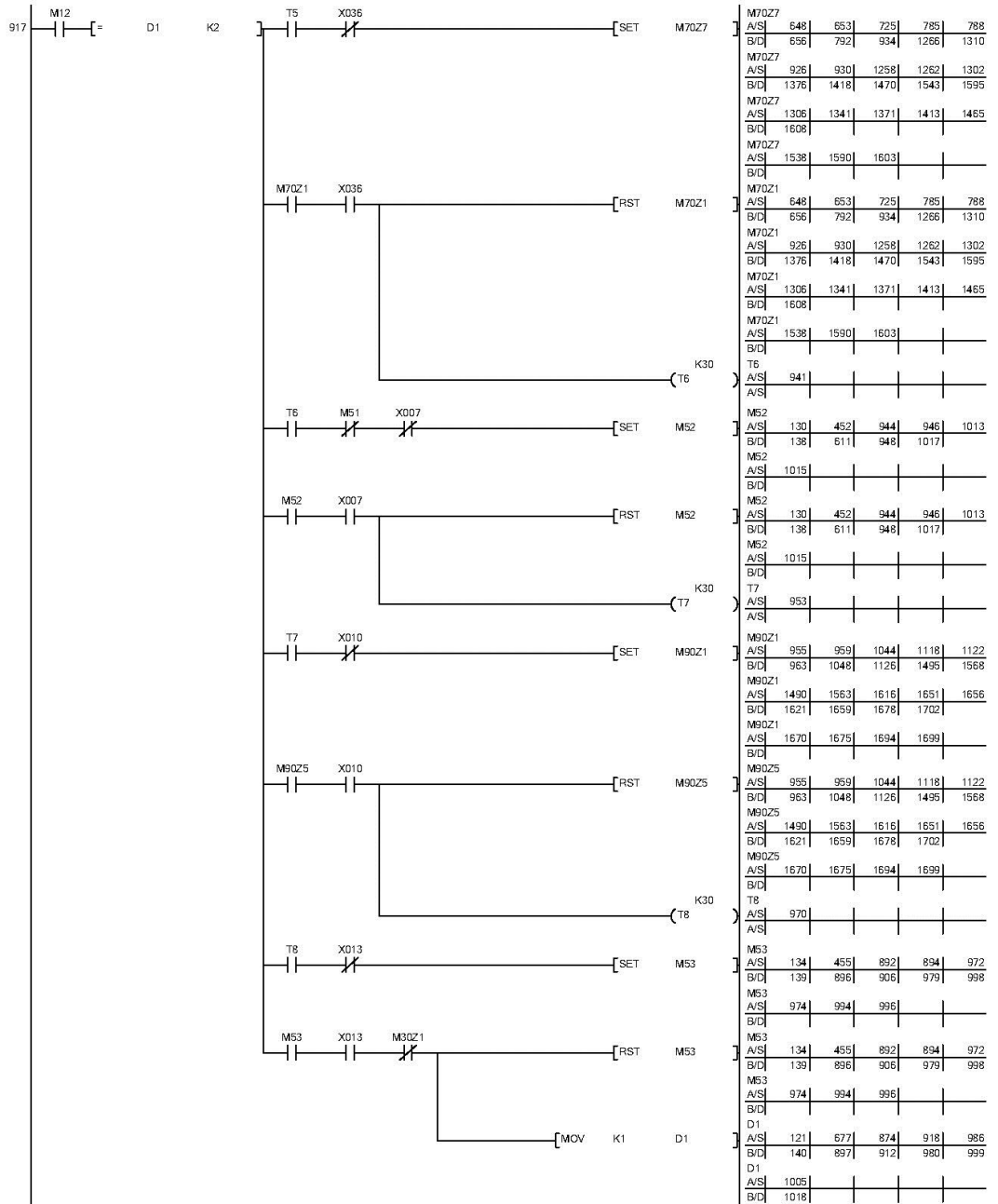


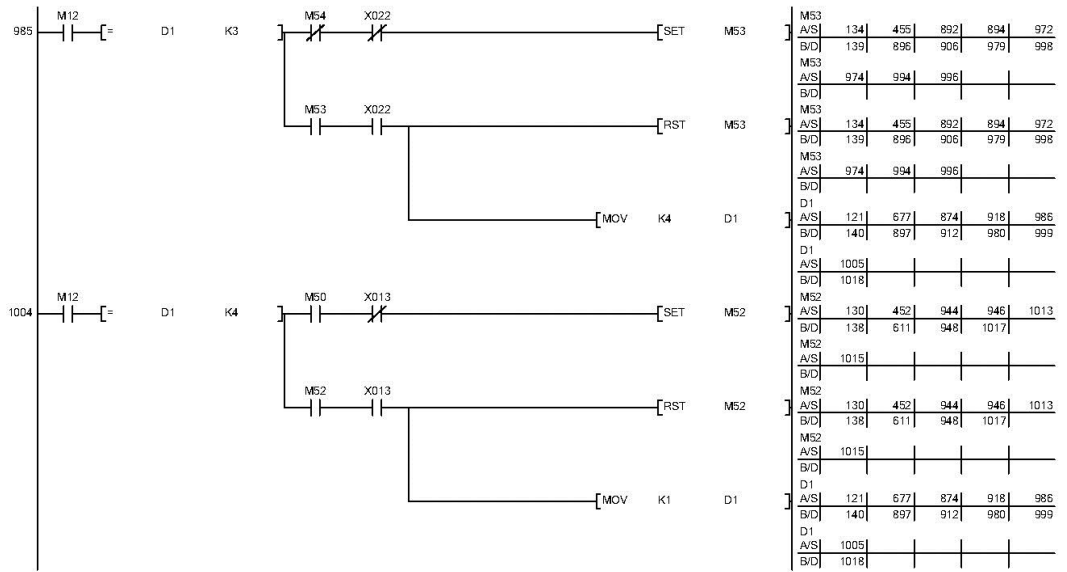


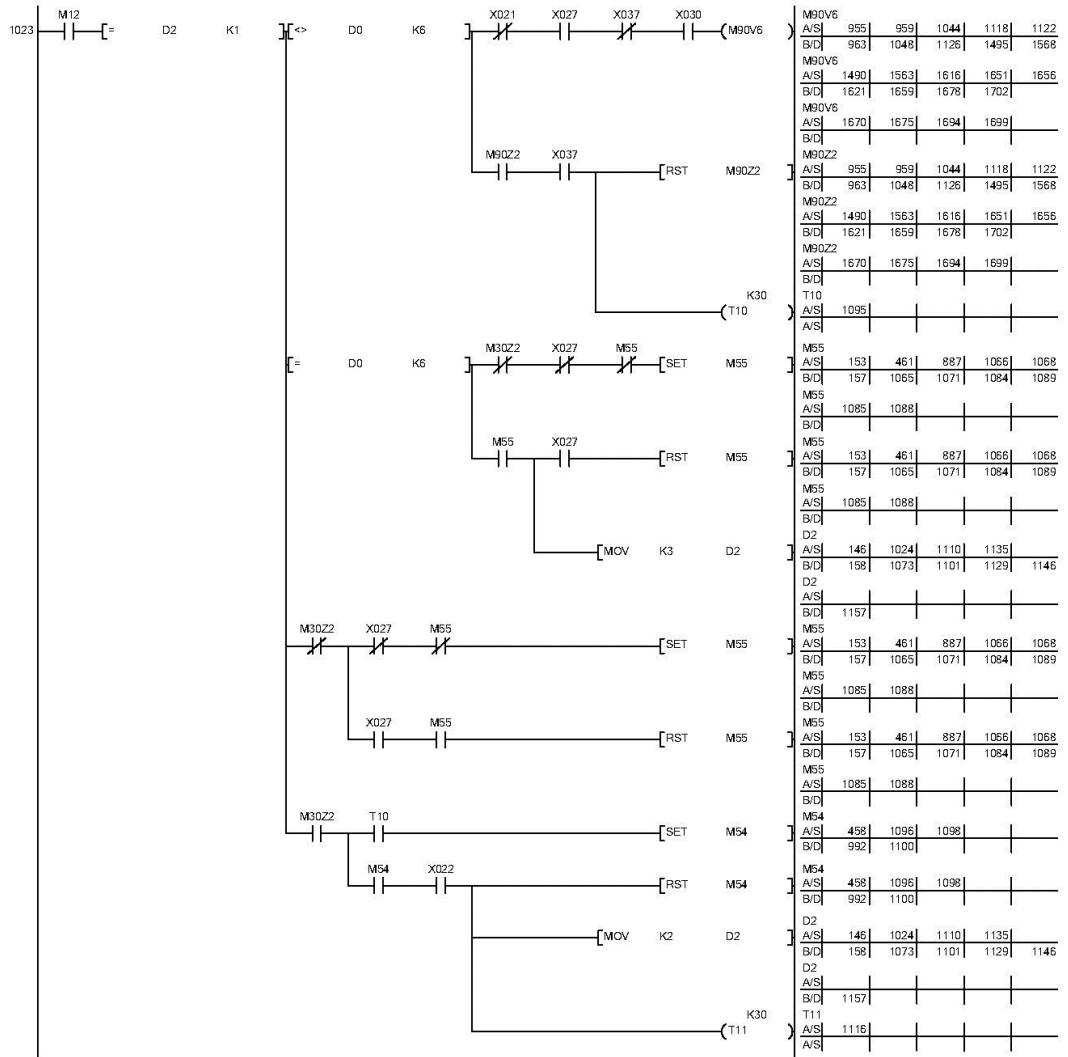


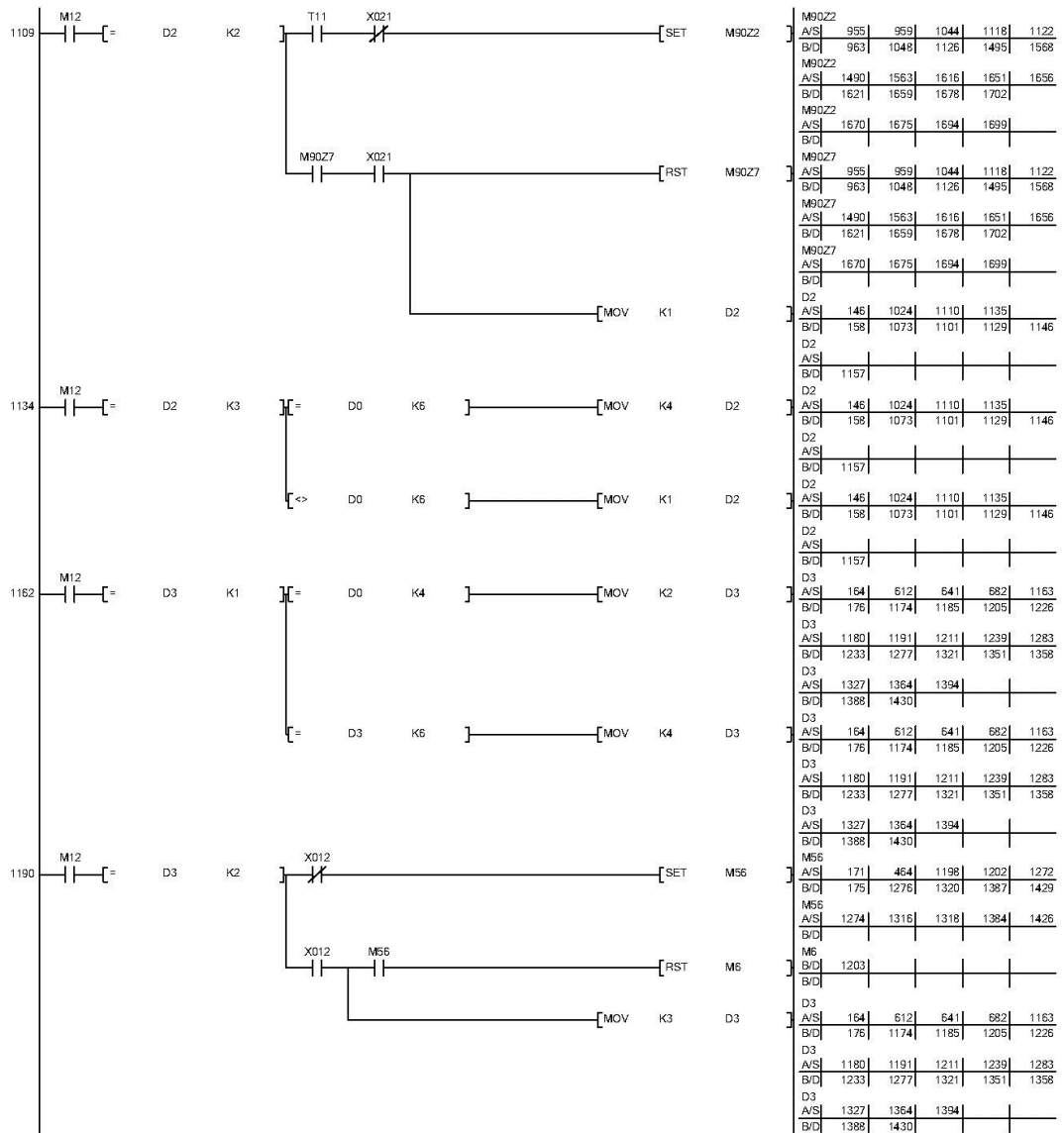


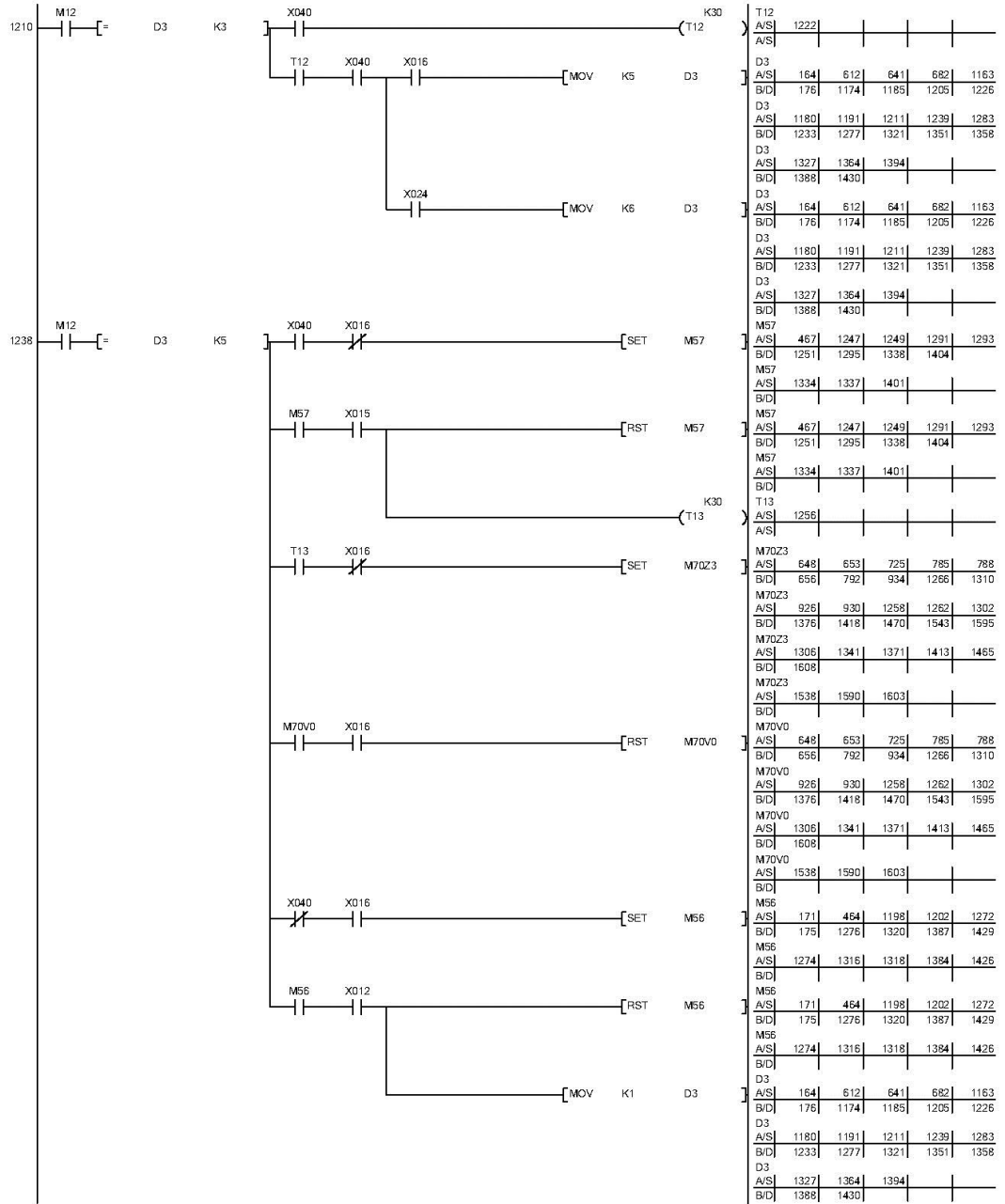


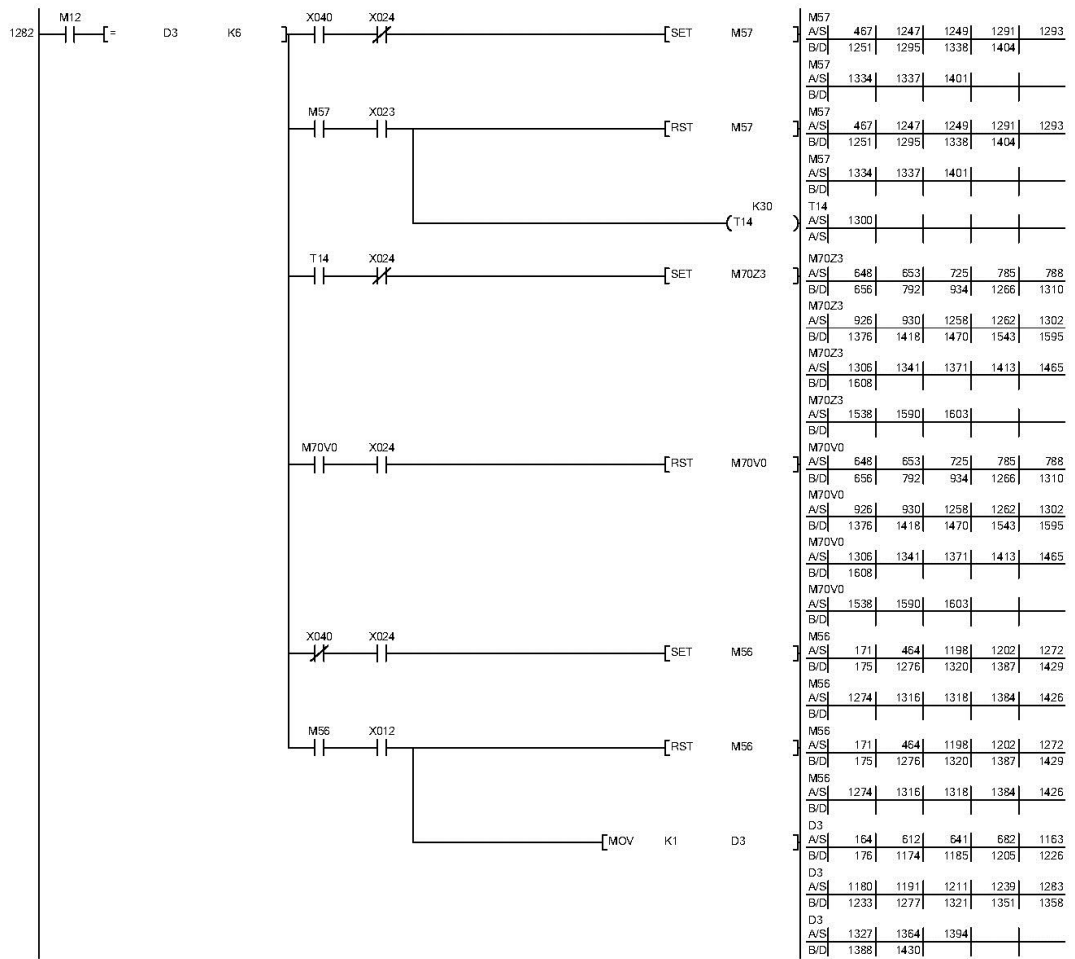


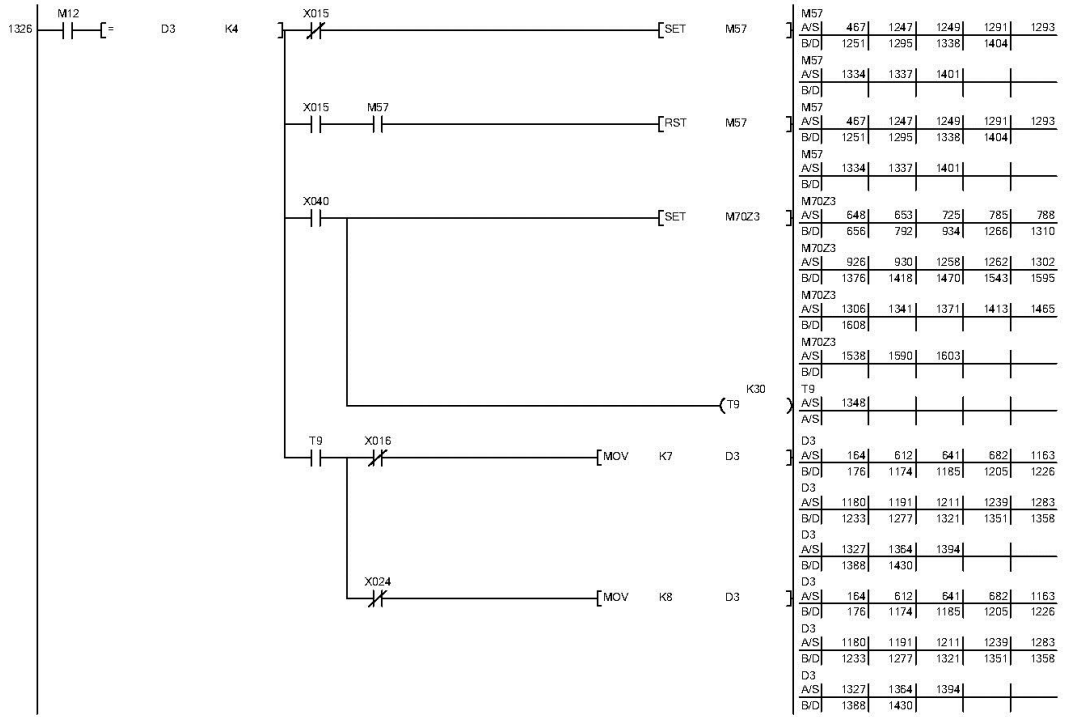


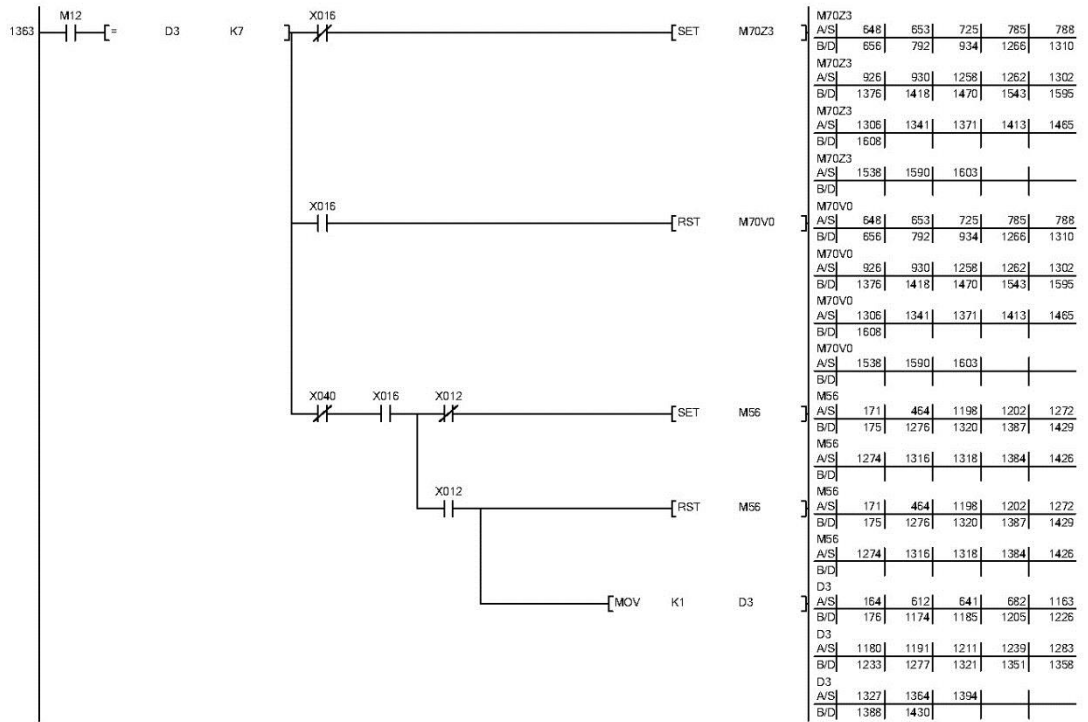


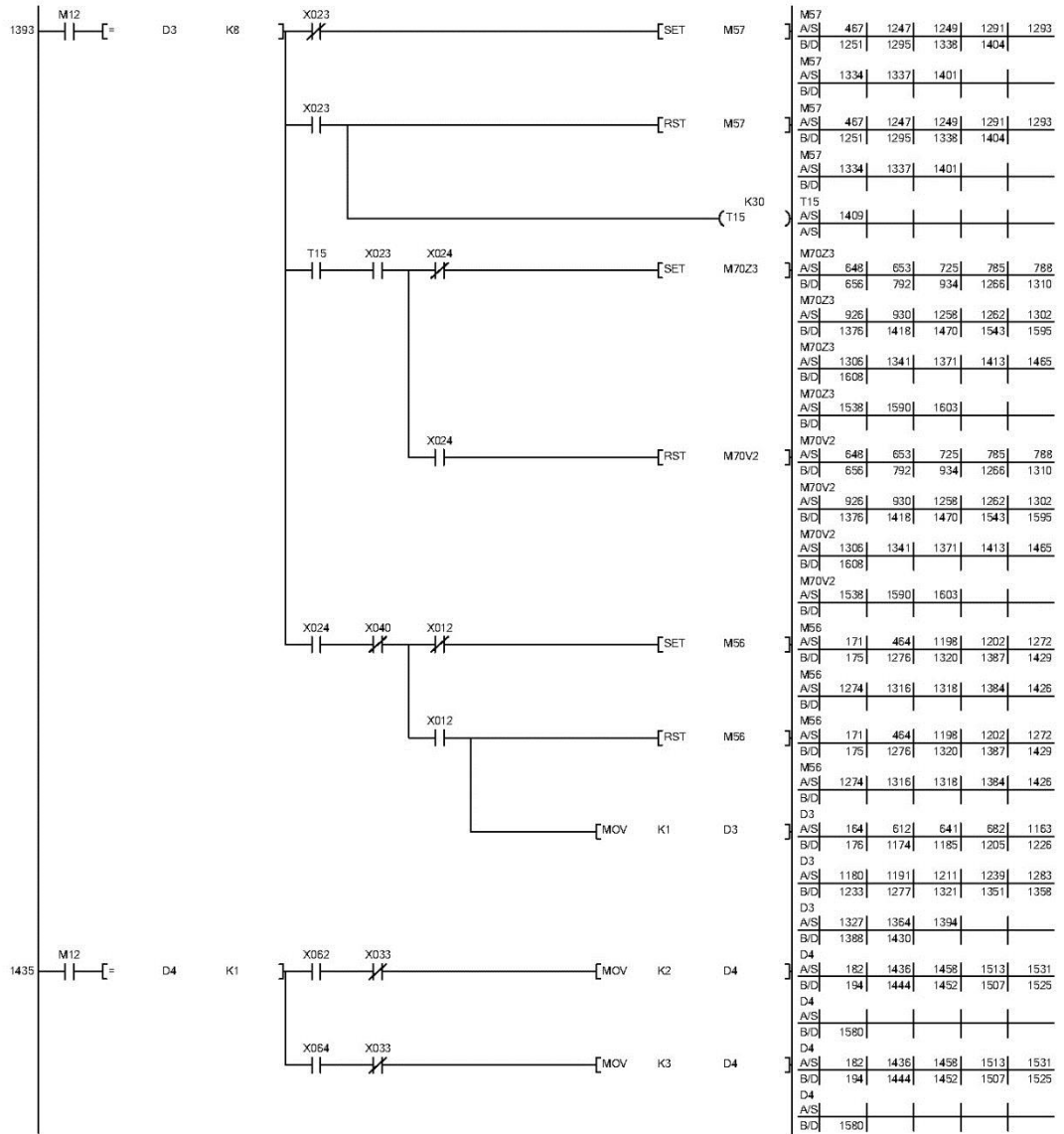


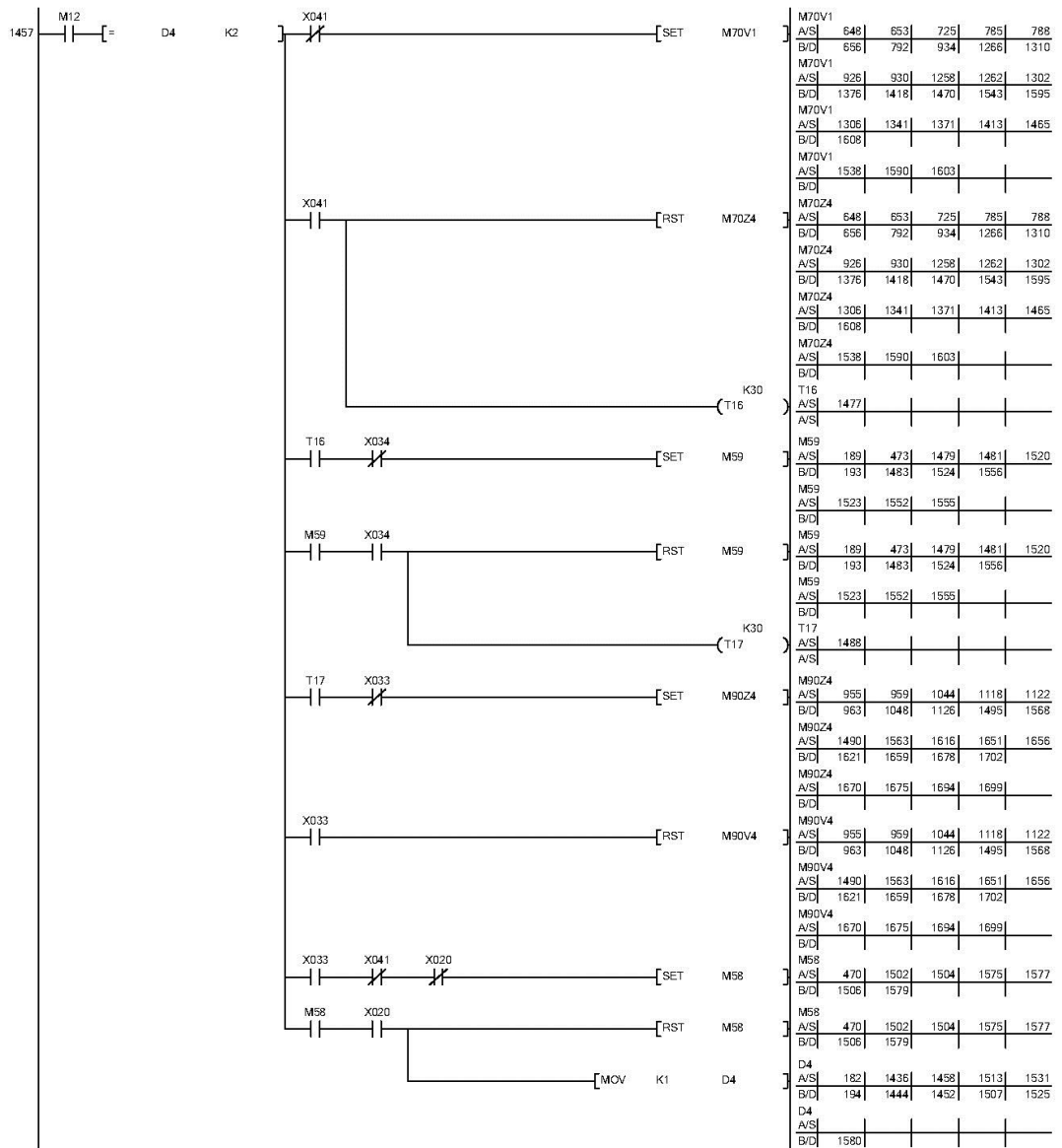


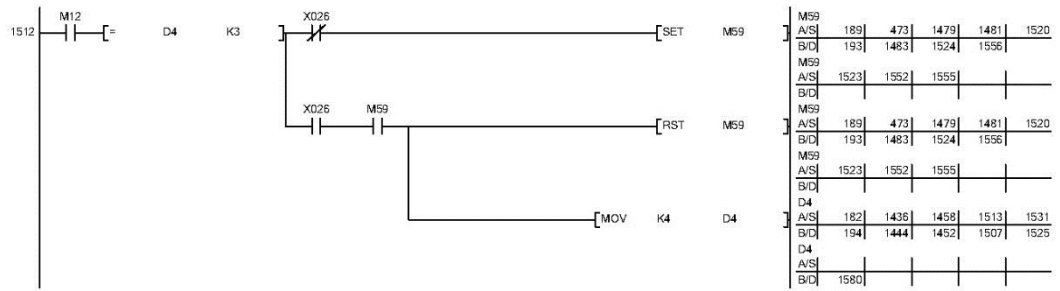


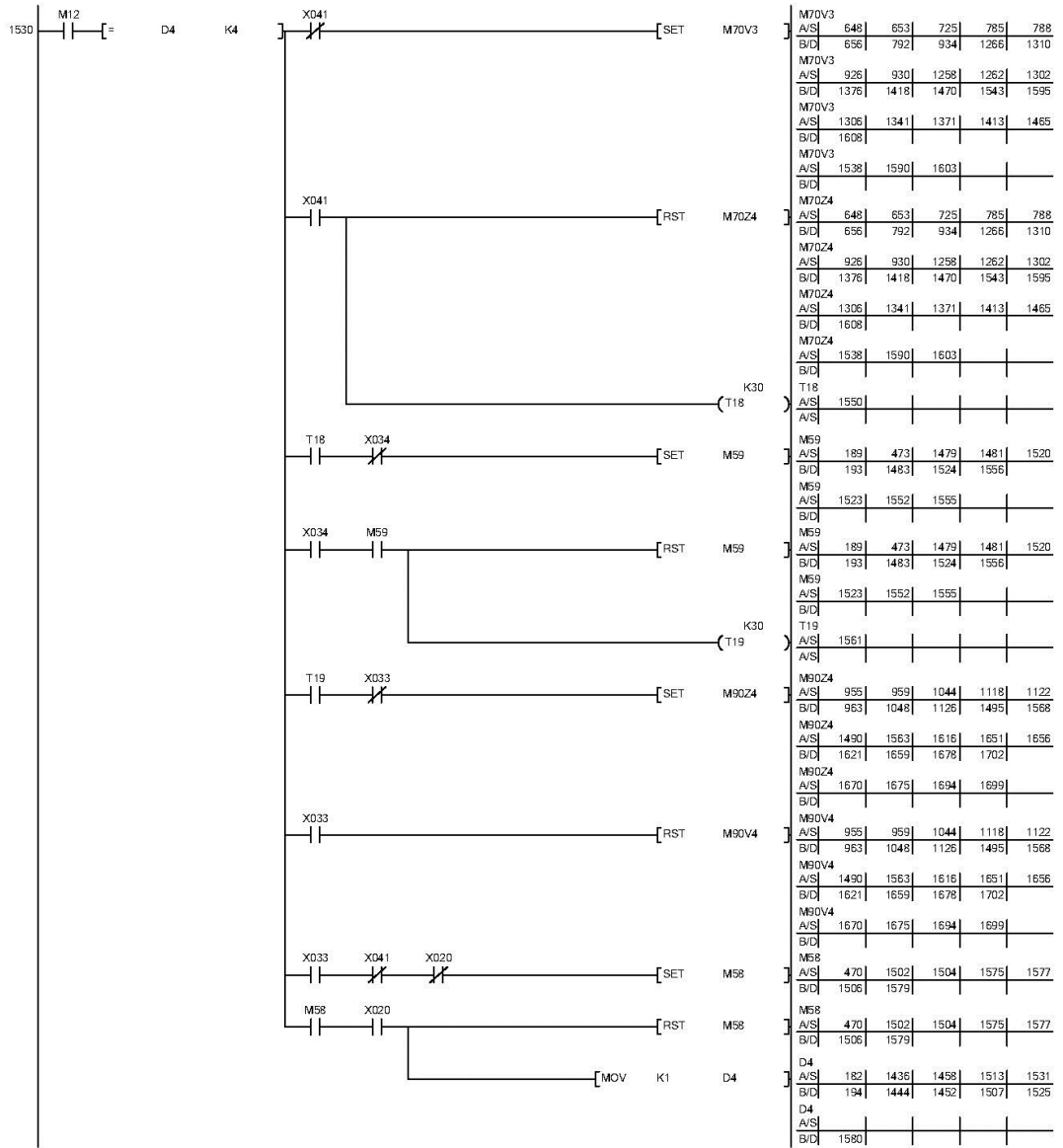


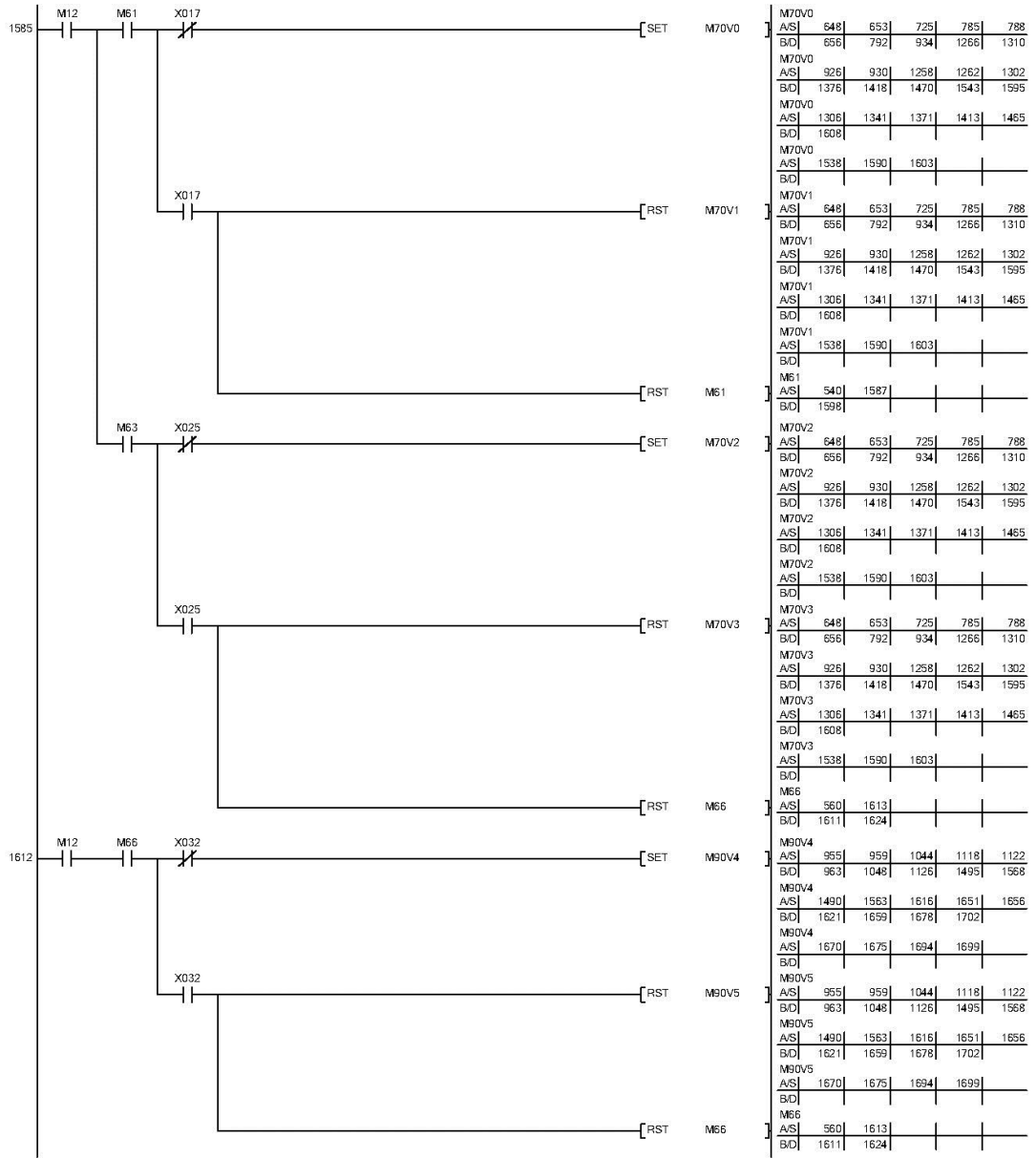


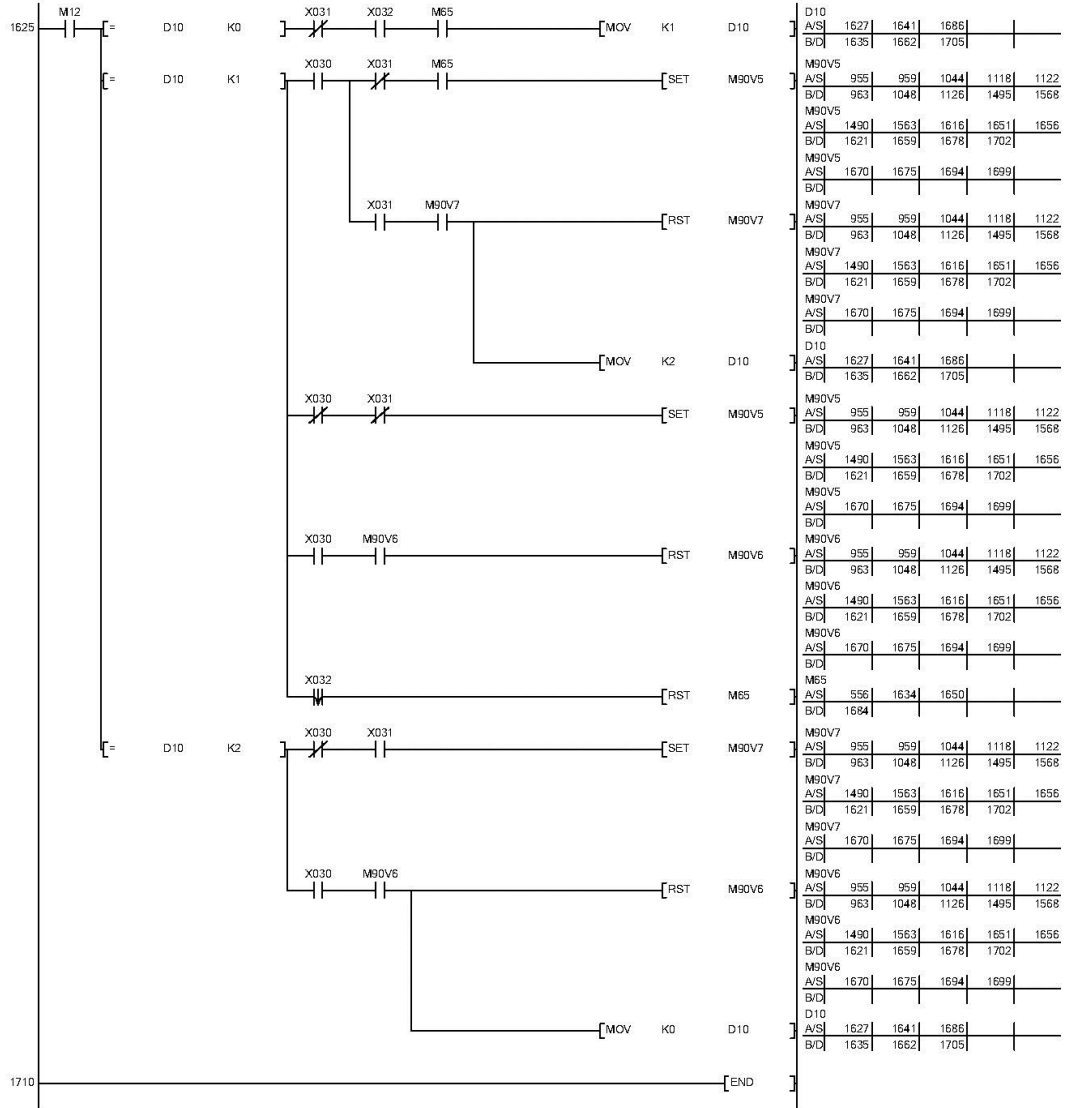












ÖZGEÇMİŞ

Kuntay Koca, 09/05/1994'te İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 2012 yılında Fatih Rüştü Zorlu Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2012 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü'nü 2016 yılında bitirdi. 2016 yılında Sakarya Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı Mekatronik Mühendisliği Programı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2016 yılında TIRSAN Treylar A.Ş.'sinde Ar-Ge Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Halen TIRSAN Treylar A.Ş.'sinde Ar-Ge Mühendisi olarak görev yapmaktadır.