



**YATAY PAKETLEME MAKİNELERİNDE
ÇENE VE DİSK BÖLGELERİNDEKİ SICAKLIĞIN
PID KONTROLLÜ STABİLİZASYONU**

MILEN MIRCHEV

**Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

Danışman: Prof. Dr. Hafız ALİSOY

2022

T.C.

TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**YATAY PAKETLEME MAKİNELERİNDE
ÇENE VE DİSK BÖLGELERİNDEKİ SICAKLIĞIN
PID KONTROLLÜ STABİLİZASYONU**

MILEN MIRCHEV

ORCID: 0000-0002-7998-7375

**ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Danışman: Prof. Dr. Hafız ALİSOY

ŞUBAT-2022

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

YATAY PAKETLEME MAKİNELERİNDE ÇENE VE DİSK BÖLGELERİNDEKİ SICAKLIĞIN PID KONTROLLÜ STABİLİZASYONU

Milen MIRCHEV

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Hafız ALİSOY

Paketlemenin birinci işlevi, raf ömrü süresince, paket içeriğini taze, temiz ve güvende tutmaktır. Bu yüzden ülkemizde makine sektöründe gelişmesiyle, paketleme hattı; malzeme teknolojisi ve üretim mühendisliğinin bir uygulamasıdır ve her iki disiplindeki gelişmeler, ambalajdaki yeniliklere katkıda bulunmaktadır. Artık tüketicinin marka sahibine ve tüketiciye ürünün bütünlüğü konusunda güvence vermesi için kolay kurcalanmaya açık cihazları açmasını kolaylaştırmak için yırtma şeritli veya lazer kesimli esnek sargıları ve poşetleri görmek artık çok olağan bir hale gelmektedir. [1]. Komple paketleme hatları artık şişelerin reçineden kalıplandığı, doldurulduğu, mühürlendiği, etiketlendiği, kartonlandığı ve yüksek düzeyde otomatik kontrol ve denetimle paletlendiği yerlerde çalışmaktadır. Bu tür gelişmeler, çok çeşitli paketleme makinelerine olan ihtiyacı doğurmaktadır. Bu, hepsini ayrıntılı olarak açıklamanın mümkün olmadığı anlamına gelmektedir[1]. Ülkemizde de onlarca makineci paketleme sektörünün makine üretim ayağını oluşturarak, ülke değerlerine maddi manevi katkılar sağlamaktadır. Yatay Paketleme makinelerinde de yaşanan en büyük sorunlardan bir tanesi, çene ısıtıcı kısmında yaşanan sıcaklık stabilasyonunun sağlanamamasından dolayı ambalajların sağlıklı bir şekilde yapılamamasını ortaya koymaktadır. Bu tezde Yatay Paketleme makinelerinde endüstriyel kontrol sistemleri ve ekipmanları kullanılarak hızlı devreye alımlar sağlanmaktadır. Çok daha fazla hurda malzemenin oluşmasının önüne geçmek hemde sürdürülebilir kaliteli üretimin devamlılığı hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: PLC, Servo Motor, PID Kontrol, Senkronizasyon, J Tipi Termokuplor

ABSTRACT

PID-CONTROLLED STABILIZATION OF THE TEMPERATURE IN THE LONGITUDINAL SEALING, END SEALING AND CUTTING AREAS AT FLOW WRAPPING MACHINES

Milen MIRCHEV

Department of Electronics and Communication Engineering
MSc. Thesis / PhD Thesis
Supervisor: Prof. Dr. Hafiz ALİSOY

The primary function of packaging is to keep the contents of the package fresh, clean and safe during its shelf life. Therefore, with the development of the machinery sector in our country, the packaging line; It is an application of materials technology and production engineering, and developments in both disciplines have contributed to innovation in packaging. It is now normal to see flexible wraps and pouches with tear strips or laser cut to make it easy for the consumer to open tamper-evident devices to reassure the brand owner and the consumer of the integrity of the product [1]. Complete packaging lines now operate where bottles are moulded from resin, filled, sealed, labelled, cartoned and palletized with a high level of automatic control and inspection. Such developments have created the need for a wide variety of packaging machines. This means that it is not possible to describe them all in detail [1]. In our country, dozens of mechanics create the machine production leg of the packaging sector, and provide material and moral contributions to the values of the country. One of the biggest problems experienced in Horizontal Packaging machines is that the packaging cannot be made healthly due to the lack of temperature stabilization in the chin heater part. In this thesis, it is aimed both to prevent the formation of much more scrap material and to maintain continuity quality production by ensuring rapid commissioning by using industrial control systems and equipment in Horizontal Packaging machines.

Keywords: PLC, servo motor, PID control, synchronization, J type thermocouple

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	x
TEŞEKKÜR	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE METOT	10
3.1. Otomasyon Sistemleri	10
3.2. PLC Sistemleri	10
3.2.1. PLC Programlama Dilleri	12
3.2.2. PLC 'nin Yapısı	13
3.2.2.1. Giriş Birimi	13
3.2.2.2. Çıkış Birimi	14
3.2.2.3. Merkezi İşlemci Birimi	15
3.2.2.4. Hafıza Alanları Birimi	15
3.2.3. PLC 'nin Çalışması	16
3.3. Uygulanması Kolay Teknoloji	17
3.4. PID Sistemler	17
3.4.1. PID Denetleyicisinin Yapısı	18
3.4.1.1. Oransal (P) Denetim (Proportional Control)	18
3.4.1.2. İntegral (I) Denetim (Integral Control)	19
3.4.1.3. Türevsel (D) Denetim (Derivative Control)	20
3.4.1.4. Oransal-İntegral (PI) Denetim (PI Control)	20
3.4.1.5. Oransal-Türev (PD) Denetim (PD Control)	21
3.4.2. PID Denetleyicisini Ayarlama Yöntemleri	21
3.4.3. PID Döngüsünü Kurma	22
3.5. DPC Parametrelerini Hesaplama	23
3.6. DPC Fonksiyon Bloğu	24
3.6.1. Kullanım Avantajları	24
3.7. Model Sistem Donanımları	25
3.7.1. Programlanabilir Kontrolör (PLC)	25
3.7.1.1. PLC	25
3.7.1.2. Standart PLC İşlemcisi (CPU)	26

3.7.1.3. Emniyet PLC İşlemcisi (CPU)	27
3.7.1.4. NX-SID800 Safety Giriş Modülü.....	27
3.7.1.5. NX-SOD400 Safety Çıkış Modülü.....	28
3.7.1.6. NX-TS3101 Sıcaklık Giriş Modülü.....	29
3.7.1.7. NX-ECC203 EtherCAT Bağlayıcı Ünitesi	29
3.7.2. J Tipi Termokupl	31
3.7.2.1. Termokupl Çalışma Prensipleri.....	31
3.7.3. Servo Motor.....	32
3.7.4. Servo sürücü	35
3.7.5. Solid State Röle (SSR)	35
3.7.6. Tek Kontaklı Röle.....	37
3.7.7. Acil durdurma butonu (Emergency Stop Button).....	38
3.7.8. Sigorta	39
3.7.9. Güç Kaynağı.....	40
3.7.10 Selenoid Valf	41
3.7.11 Silindir	42
3.8. Çalıştırma ve üretim sırasında sabit ambalaj çenesi sıcaklığı.....	43
3.9. Çene Bekleme Ayarı.....	45
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	47
4.1. Proje İle İlgili Çizimler	47
4.1.1. Mekanik Çizimler.....	47
4.1.1.1. Şasenin çizilmesi	47
4.1.1.2. Disk grubunun çizilmesi.....	49
4.1.1.3. Besleme mekanizması çizimi	51
4.1.1.4. Panonun çizilmesi.....	53
4.1.1.5. Çene grubunun çizilmesi	56
4.1.1.6. Çıkış bölümünün çizilmesi	57
4.1.1.7. Pnömatik Devre Şemasının Çizilmesi	58
4.2. Oluşturulmuş Olan Çizimlere Göre Gerekli Montaj ve Bağlantıların Yapılması.....	59
4.2.1. Mekanik Bağlantı ve Montaj.....	59
4.3. Elektrik Projesinin Çizilmesi	60
4.4. Çizimi Yapılan Elektrik Panosunun Bağlantılarının Yapılması	68
4.5. PLC nin Programlanması	68
4.5.1. Paketleme Programı.....	69
4.5.1.1. Alarm Programı	69
4.5.1.2. Uyarı Programı	70
4.5.1.3. Güç Programı.....	71
4.5.1.4. Kumanda Programı.....	72
4.5.1.5. Master Programı	72
4.5.1.6. Home Programı.....	73
4.5.1.7. El ile Kontrol Programı.....	74
4.5.1.8. Disk Benek Kontrol Programı	75
4.5.1.9. Çıkış Bant Kontrol Programı	77
4.5.1.10 Çıkış Programı	78

4.5.1.11HMI Ekran Programı	79
4.5.1.12Sıcaklık Durumu Programı	80
4.5.2. Paketleme Isı Kontrol Programı	80
4.5.2.1. Reçete Programı.....	80
4.5.2.2. Üst Çene Isı Kontrol Programı	81
4.5.2.3. Alt Çene Isı Kontrol Programı.....	82
4.5.2.4. Disk Isı Kontrol Programı.....	82
4.5.2.5. Çalışma Bilgileri Programı.....	83
4.5.3. Paketleme Programı Eksen Kurulumu	84
4.5.3.1. Palet Kurulum Programı	84
4.5.3.2. Disk Kurulum Programı	85
4.5.3.3. Makine Kilitleme Programı	85
4.5.4. Emniyet PLC 'nin Programlanması	86
4.6. SISTEMA Analizinin Yapılması.....	87
4.7. LVD Testinin Yapılması.....	89
4.8. Ekran Ayarlarının Yapılması	89
4.8.1. Çalışma Sayfasının Kullanımı	90
4.8.2. Tarih Basma Cihazı Ayarlarının Kullanımı	91
4.8.3. Çalışma Bilgileri Sayfasının Kullanımı.....	92
4.8.4. Giriş-Çıkış Sinyalleri Sayfasının Kullanımı.....	93
4.8.5. Reçete Sayfasının kullanımı	93
4.8.6. Servis Sayfasının Kullanımı	94
4.8.7. Alarm Sayfasının Kullanımı.....	95
4.8.8. Genel Ayarların Kullanımı	96
4.8.9. Ekran Ayarlarının kullanımı	96
4.8.10Sistemin Hız Ayarlarının Kullanımı	97
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	99
KAYNAKLAR.....	100
EK-1. PARÇA LİSTESİ	103
EK-2. PLC PROGRAMLARI.....	105
TEZDEN ÜRETİLMİŞ ESERLER	111
ÖZGEÇMİŞ	112

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1. Tez çalışmasında kullanılan Standart CPU'nun teknik özellikleri.	26
Çizelge 3.2. Tez çalışmasında kullanılan Emniyet CPU'nun teknik özellikleri.	28
Çizelge 3.3. DIN 43712'ye göre termal kabloların °C cinsinden maksimum kullanım sıcaklığı.....	33
Çizelge 4.1. 35 parçadan oluşmuş şasenin teknik verileri	49
Çizelge 4.2. Disk grubunun çiziminde kullanılan parçalar.	51
Çizelge 4.3. Besleme mekanizmasının çiziminde kullanılan parçalar.	53
Çizelge 4.4. Pano çiziminde kullanılan parçalar	56
Çizelge 4.5. Çıkış bölümünün çiziminde kullanılan parçalar	58
Çizelge A.1. Çene grubunun çiziminde kullanılan parçalar	103

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. PLC Genel blok şeması.....	11
Şekil 3.2. PLC genel yapısı.....	13
Şekil 3.3. 24 VDC gerilimle uyarılan bir giriş birimi devresi [14].....	14
Şekil 3.4. Triyak Çıkışlı Devre [14].....	14
Şekil 3.5. PLC işlem basamakları [25].....	16
Şekil 3.6. Standard PID kontrolcü algoritması.....	18
Şekil 3.7. PI blok şeması.....	21
Şekil 3.8. PD blok şeması.....	22
Şekil 3.9. SV - PV Değişimi.....	23
Şekil 3.10. DPC 'nin PID ile Entegrasyonunun Fonksiyonel Şeması.....	23
Şekil 3.11. DPC kullanıldığında ortaya çıkan sonuç.....	24
Şekil 3.12. Tez çalışmasında kullanılan Standart CPU görünüşü [29].....	26
Şekil 3.13. Tez çalışmasında kullanılan Emniyet CPU görünüşü [29].....	27
Şekil 3.14. NX-SID800 Safety giriş modülü [29].....	28
Şekil 3.15. NX-SID800 Safety çıkış modülü [29].....	29
Şekil 3.16. NX-TS3101 Sıcaklık Giriş Modülü [29].....	29
Şekil 3.17. NX-ECC203 devre şeması ve modülü [29].....	30
Şekil 3.18. Farklı türdeki termokuplörlerin özellikleri.....	33
Şekil 3.19. R88M-1L1K030C-S2 ve R88M-1M75030T-S2 servo motor [29].....	34
Şekil 3.20. R88D-1SN10F-ECT ve R88D-1SN08H-ECT servo sürücü [29].....	35
Şekil 3.21. IG3PA-4840D ISISO solid state röle [31].....	37
Şekil 3.22. 39.01.0.024.0060 Tek kontaklı röle [32].....	38
Şekil 3.23. XB4BS8442 Emergency stop [34].....	39
Şekil 3.24. A9F74306, A9F74106, A9F74125 sigorta [35].....	40
Şekil 3.25. 58VK-C12024 güç kaynağı [36].....	40
Şekil 3.26. Selenoid valf iç yapısı ve sistemde kullanılan valf.....	41
Şekil 3.27. FESTO ADN-50-10-A-P-A model silindir.....	43
Şekil 3.28. Paketleme Kalitesi 3 Parametreye Bağlıdır.....	43
Şekil 3.29. Çalıştırma Sırasında Kötü Ambalaj.....	44
Şekil 3.30. Makine çene bölgesi ve bölümleri.....	46
Şekil 4.1. SOLIDWORKS 3D katı modelleme ile şase çizimi.....	47
Şekil 4.2. Şase çiziminde yapılmış olan numaralandırma.....	48
Şekil 4.3. SOLIDWORKS 3D katı modelleme ile disk grubu çizimi.....	50
Şekil 4.4. SOLIDWORKS 3D katı modelleme ile besleme mekanizması çizimi... ..	52
Şekil 4.5. SOLIDWORKS 3D katı modelleme ile pano çizimi.....	55
Şekil 4.6. SOLIDWORKS 3D katı modelleme ile çene grubu çizimi.....	57

Şekil 4.7. SOLIDWORKS 3D katı modelleme ile çıkış bölümünün çizimi	58
Şekil 4.8. Pnömatik devre şeması	59
Şekil 4.9. SOLIDWORKS ile yapılan çizimlerin montajlanması	60
Şekil 4.10. Pnömatik elemanların montajları	61
Şekil 4.11. Besleme hatlarının çekilmesi	62
Şekil 4.12. Fan ve rezistans	62
Şekil 4.13. Servo motor kontrolü	63
Şekil 4.14. Servo motor kontrolü	63
Şekil 4.15. Asenkron motor kontrolü	64
Şekil 4.16. Standart PLC NX1P2-9024DT1 input modülü elektriksel bağlantıları ..	64
Şekil 4.17. Standart PLC NX1P2-9024DT1 output modülü elektriksel bağlantıları.	65
Şekil 4.18. NX-TS3101 modülü elektriksel bağlantıları	65
Şekil 4.19. NX-SID800 emniyet girişi elektriksel bağlantıları	66
Şekil 4.20. NX-SOD400 emniyet çıkışı elektriksel bağlantıları	67
Şekil 4.21. Lamba ve valf bağlantıları	67
Şekil 4.22. Elektrik pano montajı	68
Şekil 4.23. Alarm grubu PLC programı	70
Şekil 4.24. Uyarı bölümü PLC programı	71
Şekil 4.25. Güç bölümü PLC programı	71
Şekil 4.26. Kumanda devresi PLC programı	72
Şekil 4.27. PLC master bölümü programı	73
Şekil 4.28. Palet kontrolü PLC programı	74
Şekil 4.29. PLC palet ve disk kontrol programı	75
Şekil 4.30. Benek kontrolü PLC programı	76
Şekil 4.31. Çıkış bandının kontrolü PLC programı	77
Şekil 4.32. Çıkışlar PLC programı	78
Şekil 4.33. HMI PLC programı	79
Şekil 4.34. Sıcaklık Durumu PLC programı	80
Şekil 4.35. Reçete PLC programı	81
Şekil 4.36. Üst Çene Isı Kontrol PLC programı	81
Şekil 4.37. Alt Çene Isı Kontrol PLC programı	82
Şekil 4.38. Disk Isı Kontrol PLC programı	83
Şekil 4.39. Çalışma bilgileri PLC programı	83
Şekil 4.40. PLC palet kurulum programı	84
Şekil 4.41. PLC disk kurulum programı	85
Şekil 4.42. Makine kilitleme PLC programı	86
Şekil 4.43. Emniyet PLC programı	87
Şekil 4.44. SISTEMA Analizi	88
Şekil 4.45. LVD Testi raporu	89
Şekil 4.46. HMI Ekran	90
Şekil 4.47. Tarih basma cihazının ayar ekranı	92
Şekil 4.48. Çalışma bilgileri ayar ekranı	92
Şekil 4.49. Giriş-Çıkış Sinyalleri Sayfası ayar ekranı	93
Şekil 4.50. Reçete Sayfası ayar ekranı	94
Şekil 4.51. Servis Sayfası ayar ekranı	95

Şekil 4.52. Servis Sayfası ayar ekranı.....	95
Şekil 4.53. Genel Ayarlar sayfası ayar ekranı.....	96
Şekil 4.54. Ekran Ayarları sayfası ayar ekranı.....	97
Şekil 4.55. Ekran Ayarları sayfası ayar ekranı.....	97
Şekil B.1. PLC Alarm programı.....	106
Şekil B.2. Kumanda devresi PLC programı.....	108
Şekil B.3. PLC Master programı.....	110



KISALTMALAR DİZİNİ

SM	Servo Motor
TC	Termokupl
AC	Alternative Current
AI	Analog Input
AO	Analog Output
CFC	Continuous Function Chart
CPU	Central Processing Unit
DC	Direct Current
DCS	Distributed Control System
DI	Digital Input
DO	Digital Output
DPC	Direct Power Control
FBD	Function Block Diagram
FFC	Flat Flexible Crimping
FFS	Form Fill and Sealing
TCU	Temperature Control Unit
IEC	International Electrotechnical Commission
IT	Information Technology
LD	Ladder Diagram
LAN	Local Area Network
MTU	Master Terminal Unit
MMCS	Mechanics and Motion Control Schematics
PID	Proportional Integral Derivative
PGS	Projected Gauss Seidel
PLC	Programlanabilir Lojik Kontrolör
ROM	Read Only Memory
RTU	Remote Terminal Unit
SFC	Sequential Function Chart
ST	Structured Text
IL	Instruction List
SV	Set Value
PV	Patch Value
PWM	Pulse Width Modulation
HMI	Human Machine Interface
LVD	Low Voltage Directive

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimlerim boyunca bana her zaman yol gösteren saygıdeğer danışmanım Sayın Prof. Dr. Hafız ALİSOY 'a ve Yüksek Elektronik ve Haberleşme Mühendisi Fatih Altekin'e, bana her türlü olanağı sağlayıp, çalışmalarına katkı sağlayan değerli bölüm hocalarıma, arkadaşlarıma ve maddi ve manevi her türlü desteği sağlayan değerli eşime ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

MILEN MIRCHEV

Elektronik ve Haberleşme Mühendisi

1. GİRİŞ

Ürün paketleme şirketlerinin, makine üreticilerinin ve otomasyon tedarikçilerinin tümü tek bir hedefe ulaşmak için çalışıyor. Hassas malların üreticiden tüketiciye taşınması için en iyi yöntem, raf ömrünü uzatmak ve ürünleri korumak, paketlemenin özünü oluşturur. Hepimiz ürünlerin tüketiciye mükemmel bir durumda ulaşmasını isteriz. Biçimlendirme, Doldurma ve Ambalajlama (FFC) makineleri, genellikle büyük miktarda malı yüksek hızlarda paketlemek için kullanılır. Bu mallar genellikle kuruyemiş, çikolata ve şeker gibi gıda ürünleridir. Bu tür birincil paketleme makinelerinin hızını sınırlayabilen farklı faktörler mevcuttur. Bunlar: Ürün besleme, paketleme malzemesini besleme ve ambalajlama süresidir. FFC makinelerinde kullanılan esnek paketleme malzemeleri (ör. folyo) genelde hareket halindeyken ürünün çevresinde, anında biçimlendirilir ve ambalajlanır. FFC paketleme makinesinin üç temel ilkesi; Farklı çeşitlerde ve kaliteli üretim ile birlikte birim zamanda daha çok paket üretmektir . Daha fazla tüketiciye ulaşmak ve maliyeti düşürmek hedefi için daha yüksek verim gerekmektedir. Yüksek verim sadece daha hızlı makineler ile gerçekleştirilemez, ürettiğiniz ilk paketten itibaren daha kaliteli ambalajlama ile elde edilebilir. Bu tezde sağlanan çözümler ambalaj kalitesi, daha yüksek iş hacmi ve çalıştırma sırasında daha az atık ile ilgilidir. Sonuç olarak, paketi ambalajlama işleminin hızlı olması ancak her şeyden çok makine geçişinin tüm aşamalarında iyi olması gerekir.

Şekillendirme, Doldurma ve Kapama (FFS) makinelerinde her zaman ve baştan itibaren mükemmel bir kapama yapılması gerekmektedir. Çözüm olarak Omron Sysmac, sıcaklık kontrolünü, kapama çenesi zamanlamasını ve basıncını entegre etmektedir. Sysmac makine kontrol cihazları lojik ve hareket yanında bir takım akıllı analog ve uygulamaya özel fonksiyon bloğunu bir arada barındırmaktadır. DPC fonksiyon bloğu makinenin hareket akışıyla sıcaklık kontrolünü entegre etmektedir.

Bir paketleme makinesinin üç temel ilkesi; Varyasyon ve kalite ile birlikte birim zamanda daha fazla paket üretmektir.

Sonuç olarak, hızlı bir Şekilde paketlerin kapatılması gerçekleŐtirilmelidir, ancak daha önemlisi makinenin her geçiş aşamasında iyi olmasıdır. İndirilebilecek tam ayrıntılı bir rapor, iyileştirilmiş kapama kalitesi, daha yüksek seviyede bir verim ve baŐlangıçta daha az atık sunan zm sağlanması iyi olacaktır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Programlanabilir mantık denetleyicileri (PLC'ler), bilgisayarlara ve diğer denetleyicilere kıyasla yüksek güvenilirliği korurken çeşitli ortamlara dayanabilme avantajına sahiptir. Geleneksel olarak, PLC'ler basit ON-OFF kontrol şemaları veya orantılı-integral-türev (PID) kontrolü için kullanılmıştır. Bununla birlikte, teknolojiye son gelişmeler, düşük maliyetli PLC'lerin bile daha gelişmiş ve verimli algoritmaların uygulanmasına izin verdi. Levenson ve arkadaşları [2] yaptıkları çalışmada, özelleştirilmiş Projected Gauss-Seidel (PGS) algoritmasının bir PLC uygulamasını araştırmışlardır. PGS algoritması hem simetrik hem de asimetrik matematiksel programlama problemlerini hızlı ve verimli bir şekilde çözebilir. Algoritma, model öngörücü kontrol (MPC) gibi daha karmaşık sorunları çözmek için daha fazla kullanılabilir. Yaptıkları çalışmanın odak noktası, bir PLC üzerindeki genel kısıtlı bir optimizasyon problemini çözmek ve bir MPC örneğini çözmeye yeteneğini genişletmek olduğu sonucuna varmışlardır. DirectLogic Do-More PLC, hem hesaplama verimliliği hem de bellek kullanımı için kullanılır.

Otomasyon ihtiyacı önemli ölçüde arttığından, bir kontrol sisteminin kolayca programlanabilir, esnek, güvenilir, sağlam ve uygun maliyetli olması gerekir. Alphonsus ve Abdullah [3] yaptıkları çalışmalarında, mevcut pazarımızda programlanabilir mantık denetleyicisinin (PLC) uygulaması hakkında bir inceleme yapmışlardır. PLC'lerin enerji araştırmaları, mühendislik çalışmaları, endüstriyel kontrol uygulamaları ve tesislerin izlenmesindeki uygulamalarına ilişkin araştırmaları gözden geçirmişlerdir. PLC'lerin kendi sınırlamaları vardır, ancak bulgular PLC'lerin sınırlamalardan daha fazla avantajı olduğunu göstermektedir. Alphonsus ve Abdullah [3] çalışmalarında, PLC'lerin basit veya karmaşık kontrol sistemine sahip herhangi bir uygulama için kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Isıtma fırınının doğrusal olmama, büyük gecikme ve zaman değişkeni problemini çözmek için, Dequan ve arkadaşları [4] yaptıkları çalışmada, Bulanık PID kontrolü ve uzman kararının kombinasyonu, sıcaklığı düzenlemek için kullanmış ve bir uzman bulanık PID denetleyicisi tasarlamışlardır. Bu kontrolörde, PID parametreleri,

bulanık akıl yürütme algoritması ile ayarlanır, bu nedenle kendi kendini ayarlama yeteneğine sahiptir. Uzman kararı, sıcaklık şokunu ayarlanan değere yaklaştırabilir. Hata, ayarlanan değerden yüksek olduğunda, sıcaklığı kontrol etmek için bulanık PID kullanılır. Aksi takdirde, uzman seçilir. Simülasyonlar ve deneysel sonuçlar, uzman bulanık PID algoritmasına dayalı sıcaklık kontrol sisteminin, klasik PID 'den daha hızlı yanıt, daha küçük aşma ve daha yüksek sağlamlık özelliklerine sahip olduğunu göstermişlerdir.

Jun ve Safonov [5] yaptıkları çalışmalarında, gerçek zamanlı PID kontrolör parametre ayarı ve ayarlaması için tahrif edilmemiş kontrol teorisini kullanmak için ayrıntılı prosedürler vermişlerdir. Makine öğreniminin aday eleme algoritmaları ile ilgili olarak, PID ayarlama teknikleri bir tesis modeline ihtiyaç duymaz ve sadece gözlemlenen verileri kullanarak PID kazanç seçimini mümkün kılar. Simülasyon sonuçlarında dahil etmişlerdir.

Tan ve arkadaşları [6] yaptıkları çalışmada, PID kontrolörlerinin performansını değerlendirmek için bozulma reddi ve sistem sağlamlığına dayalı kriterler önermişlerdir. Basit bir sağlamlık ölçüsü tanımlamış ve PID kontrolörlerinin integral kazançlarının, bozulma reddi için iyi bir ölçü olduğu göstermişlerdir. Bazı iyi bilinen PID ayarlama formüllerinin bir analizi, performans ve sağlamlık arasında iyi bir uzlaşma sağlamak için sağlamlık ölçüsünün 3 ile 5 arasında olması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Otomasyon endüstrisindeki programlama standardizasyonu ve donanım geliştirmedeki son gelişmeler, kontrol mühendisliği eğitimi için yeni olanaklar sunmaktadır. IEC 61131 günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır ve üst düzey simülasyon dilleri için otomatik kod üreticileri bulunmaktadır. Nispeten ucuz, ancak güçlü donanım ve programlanabilir mantık denetleyicisinin (PLC) otomasyona ve karmaşık kontrol görevlerine uygulanabilirliği, bu kombinasyonu lisans ve lisansüstü kontrol mühendisliği dersleri için değerli bir araç haline getirir. Misgeld ve arkadaşları [7] yaptıkları çalışmada, Matlab/Simulink, IEC 61131 ve bir PLC kullanılarak model tabanlı takım zincirinin uygulamasını sunmuş ve iyi bilinen dört tank modeline deneysel bir platform olarak uygulamışlardır. Doğrusal ve doğrusal olmayan kontrol mühendisliği sınıflarında kullanılan çeşitli eğitim örnekleri ayrıntılı olarak açıklamış

ve donanım kurulumunda uygulamışlardır. Deneysel sonuçlar gösterip, simülasyon verileriyle karşılaştırmışlardır.

Otomatik endüstriyel makinelerin tasarımı, her biri kendi ve farklı bilgi temsil sistemlerini ve yazılım araçlarını kullanan farklı mühendislik alanlarını içerir. Her teknolojinin temel ortak verilerini toplamak ve düzenlemek için ortak bir bilgi modelinin olmaması, mekatronik bir yaklaşımın kullanımını zorlaştıran işbirlikçi multidisipliner mühendislik çalışmalarını engellemektedir. Garrido ve arkadaşları [8] yaptıkları çalışmada, makinenin mekanik yapısına göre hiyerarşik olarak düzenlemiş, makinenin manipüle ettiği alet ve nesnelere ilgili geometrik, kinematik ve mantıksal bilgileri içermesine izin veren bir bilgi modelinin yapısını önermişlerdir. Yapmış oldukları bu model, yazarların daha önceki bir geliştirmesini, MMCS'yi grafik temsile odaklanan "Mekanik ve Hareket Kontrol Şemaları" olarak adlandırarak tamamlar. Bunları birleştirerek, dinamik davranış ile birlikte görselleştirilebildiğini göstermişlerdir.

Liu ve Daley [9] çalışmalarında endüstriyel süreç kontrolü için üç optimal ayarlı PID kontrol tasarım şemasını ele almışlardır. Bunlar; zaman alanlı - optimal ayarlı PID kontrolü, frekans alanlı - optimal ayarlı PID kontrolü ve çok amaçlı optimal ayarlı PID kontrolüdür. Bu şemaların, süreç dinamiklerinin zaman değişkeni olduğu durumlarda bile optimum PID parametreleri sağlayabildiğini ve üç endüstriyel sisteme uygulanabilir olduğunu göstermişlerdir. Bu sistemler, hidrolik konum kontrol sistemi, döner hidrolik hız kontrol sistemi ve gazlaştırıcı sistemleridir.

Crompton [1] yapmış olduğu çalışmada, ana paketleme makinesi türlerinin çalışma ilkelerinin temel anlayışının oluşturulmasına yardımcı olacak bir giriş sağladığını göstermiştir. Bir ambalaj dolmuş hattının tasarımı ve işletilmesi, her birinin kendi uzmanlık alanına ek olarak geniş bir anlayışa ihtiyaç duyacağı çok disiplinli bir ekip gerektiren karmaşık bir işdir. Bu konunun çalışılmasını Crompton [1] yazısında, malzemeye özgü bölümlere atıfta bulunmayı gerektirmesinin kaçınılmaz olduğunu göstermiştir.

Geçici yüzey ısı akışının tahmini, geçici sıcaklıkların arka planında hızlı tepkili termal sensörler kullanılarak, içten yanmalı motor, gaz türbini motoru, yüksek

sıcaklık uygulamaları gibi ısı transfer hızının hızla değiştiği kısa süreli ölçümler için kullanılan en yaygın tekniklerden biridir. Hızlı uçuş testi, aerodinamik yeniden giriş aracı, vb. Koaksiyel termokupllar, milisaniye veya daha kısa (0.1 ms) mertebesinde çok hızlı tepki süresine sahip olmaları nedeniyle bu mühendislik uygulamalarında oldukça faydalıdır. Ayrıca, bu koaksiyel termokupllar, şirket içinde tasarlanabildikleri için daha uygun maliyetlidir. Koaksiyel geometriye sahip oldukları için her türlü yüzey geometrisinde doğrudan uygulanabilir. Manjhi ve Kumar [10] yaptıkları çalışmalarında, K-tipi, E-tipi ve J-tipi koaksiyel termokuplların imalatı ile ilgili bilgiler vermiş, laboratuvarında benzersiz bir kalibrasyon tekniği denemişlerdir. Bu imal edilmiş koaksiyel termokupllar 'ın, performans analizi için yağ banyosu bazlı teknik kullanılarak statik olarak kalibre edip, termal katsayı direnci (TCR) ve hassasiyeti (S) hesaplamışlardır. Koaksiyel termokuplun bağlantısında bilinen bir adım, ısı yükü değeri uygulanarak yeni bir deneysel düzenleme türü tasarlamışlardır. Konsantre güneş ışığı demeti, koaksiyel termokuplun birleşimine odaklanmış ve geçici sıcaklıktaki değişimi çalışmalarında [10] göstermişlerdir. Yarı-sonsuz cisim için tek boyutlu ısı iletimi modellemesi kullanılarak geçici ısı akışını tahmin etmişlerdir. Ansys 15.0 ticari yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen sayısal analiz ve analitik değerlendirme, deneysel sonuçlar arasında makul bir anlaşma olarak bulmuşlardır. Manjhi ve Kumar, bu analizlerinde [10], el yapımı koaksiyel termokuplların, kısa süreli geçici ölçümler için güneş ışığına dayalı uygulamada yüzey ısı akışını ölçmek için uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Isı eşanjör sistemi, geniş bir sıcaklık ve basınç aralığına dayanabilmesi nedeniyle kimya tesislerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir ısı eşanjör sisteminin temel amacı, ıyı sıcak bir akışkandan daha soğuk bir akışkana aktarmaktır, bu nedenle çıkış akışkanının sıcaklık kontrolü çok önemlidir. Isı eşanjör sisteminin çıkış sıvısının sıcaklığını kontrol etmek için geleneksel bir PID kontrolörü kullanılabilir. Khare ve Singh [11] yaptıkları çalışmalarında, Konvansiyonel kontrol tekniklerinin içsel dezavantajları nedeniyle, model tabanlı kontrol tekniği kullanmış ve ısı eşanjör sisteminin çıkış sıvısının sıcaklığını kontrol etmek için dahili bir model tabanlı PID kontrolörü geliştirmişlerdir. Tasarladıkları kontrolör, yük ve proses bozuklukları, ekipman doygunluğu ve doğrusal olmama durumundan bağımsız olarak, çıkan akışkanın sıcaklığını mümkün olan en kısa sürede istenen bir ayar noktasına düzenler.

Geliştirilen dahili model tabanlı PID kontrolörün yazılarında [11], klasik kontrolöre kıyasla aşmada %84 ve yerleşme süresinde %44,6 iyileşme sağladığını göstermişlerdir.

Hem geçici hem de kararlı durum yanıtlarının tedavisini sunan üç dönemli işlevselliği ile orantılı-integral türev (PID) kontrolü, gerçek dünya kontrol sorunlarına genel ve verimli bir çözüm sunar. PID kontrolünün geniş uygulaması, "PID'den en iyi şekilde yararlanmak" için araştırma ve geliştirmeyi teşvik etmiş ve sürdürmüştür ve "PID ayarı için bir sonraki anahtar teknolojiyi veya metodolojiyi bulmak için araştırmalar devam etmektedir". Li ve arkadaşları [12] yaptıkları çalışmada, integral ve türev terimlerini içeren sorunlara yönelik çözümler sunmuşlardır. PID tasarım hedefleri, yöntemleri ve gelecekteki yönlerini tartışmışlardır. Daha sonra, birinci dereceden, daha yüksek dereceden ve doğrusal olmayan tesisler için açıklayıcı tasarım sonuçlarıyla birlikte bilgisayarlı, simülasyon tabanlı bir yaklaşım sunmuşlardır. Son olarak, PID kontrolünde yeni araştırma yönlerini motive etmek için akademik araştırma ve endüstriyel uygulama arasındaki farklılıkları tartışmışlardır.

Orantılı-integral-türev (PID) bir kontrolcü dizayn etmek ve düzenlemek, teoride sezgisel durabilir, fakat kısa, geçici ve yüksek kararlılık gibi çoklu (ve çoğu zaman çelişen) hedeflere ulaşmak için uygulamada zor olabilir. Genellikle, her şekilde elde edilen ilk tasarımların, kapalı döngü sistemi, istenen şekilde gerçekleştirene veya ödün verene kadar bilgisayar simülasyonları yoluyla tekrar tekrar ayarlanması gerekir. Bu, mühendislerin tüm çalışma zarfı için en iyi genel PID kontrolünü elde etmelerine yardımcı olabilecek "akıllı" araçların geliştirilmesini teşvik eder. Bu gelişme ayrıca bazı gelişmiş ayar algoritmalarının PID donanım modüllerine dahil edilmesine yol açmıştır. Ang ve arkadaşları [13] yaptıkları çalışmada, bu gelişmelere karşılık gelen, patentlerde, yazılım paketlerinde ve ticari donanım modüllerinde işlevselliklere ve ayarlama yöntemlerine modern bir genel bakış sunmuşlardır. Geçici rejim performansını iyileştirmek için birçok PID varyantının geliştirildiği, ancak zorlu olmasına rağmen PID kontrolünün standartlaştırılması ve modülerleştirilmesi istendiği görülmektedir. Yazılım tabanlı PID sistemlerine sistem tanımlama ve "akıllı" tekniklerin dahil edilmesi, tüm tasarım ve ayarlama sürecini faydalı bir dereceye kadar otomatikleştirmeye yardımcı olur. Bu aynı zamanda geniş çapta uygulanabilen, kolayca kurulabilen ve artırılmış üretkenlik, iyileştirilmiş kalite ve azaltılmış bakım

gereksinimleri için optimum şekilde çalışabilen "tak ve çalıştır" PID kontrolörlerinin gelecekteki geliştirilmesine de yardımcı olmalıdır.

Yaşamın olduğu tüm yapılarda hayatı kolaylaştırmak, iş yükünü azaltmak, daha güvenli ve daha kaliteli ortamlar sunabilmek için bina otomasyon sistemleri vazgeçilmezdir. Günümüz otomasyon teknolojisi genellikle bilgisayar destekli otomasyon kullanmaktadır. PLC ve SCADA Sistemleri de en çok tercih edilenlerdir. Teknolojinin gelişimiyle beraber farklı donanımlar ve yöntemlerin bu alanda da kullanıldığı görülmektedir. Fatih [14] yapmış olduğu çalışmada, bir bina otomasyon sisteminin parametrelerinin izlenmesi, uzaktan kontrolü ve veri toplanması için bir sistem gerçekleştirmiştir. Sistem PLC ve SCADA tabanlı olup, ayrıca geliştirilen bu model sistem eğitim materyali olarak da tasarlanmış olup, anketlerle başarısını gözlemlemiştir.

Hull ve arkadaşları [15] yapmış oldukları çalışmada, Değişken Sıcaklık Kontrol (VTC) sistemine, istenilen sıcaklığa ulaşıncaya, akış düzenleme cihazı konumunun bir fonksiyonu olarak tahliye sıcaklığının eğimini ölçen ve bu eğimi kullanarak, akış düzenleme cihazının konumunu tahmin etmek için bir Eğim tahminli kontrol yöntemi uygulamışlardır. Yapmış oldukları bu çalışmada [15] ayrıca zaman içinde VTC'nin tepkisini izler ve daha fazla kontrol ayarlamasının ne zaman yapılması gerektiğini belirlemek, sistemin tepki süresini tahmin etmek için kendi kendine öğrenen bir algoritma kullanmışlardır.

Wei ve arkadaşları [16] yaptıkları çalışmada, yatay akış sarmalayıcı için çok eksenli servo sürücülerin, elektronik kamın yatay akış sarmalayıcısının hassas kontrolü için çok görevli ve gerçek zamanlı hareket kontrolü sağlamak üzere tasarlandığı DSP tabanlı bir servo hareket kontrolörü geliştirmişlerdir. Film kesme doğruluğunu iyileştirmek ve ürün film oluşturucuya hareket ettiğinde tekrarlanabilir konum hatasını ortadan kaldırmak için geri besleme kontrol yöntemine bir ILC eklentisi geliştirmişlerdir.

Aksoy ve arkadaşları [17] yaptıkları çalışmada, vakumlu bir paketleme makinesinin otomasyonunu sunmuşlardır. Otomasyonun kontrolü orta seviye bir PLC olan PLC'ye dayanmaktadır. Gerekli otomasyon sisteminin üç bağımsız çalışma modu

vardır: manuel, yarı otomatik ve tam otomatik. Yapılan çalışmadaki [17] deneysel sonuçlar, tasarlanan paketleme makinesinin istenilen hız ve toleranslarda başarılı bir şekilde çalışabileceğini göstermiştir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Otomasyon Sistemleri

Sözlük anlamı olarak otomasyon endüstride, yönetimde ve bilimsel işlerde insan aracılığı olmadan işlerin otomatik olarak yapılması şeklinde ifade edilmektedir [18].

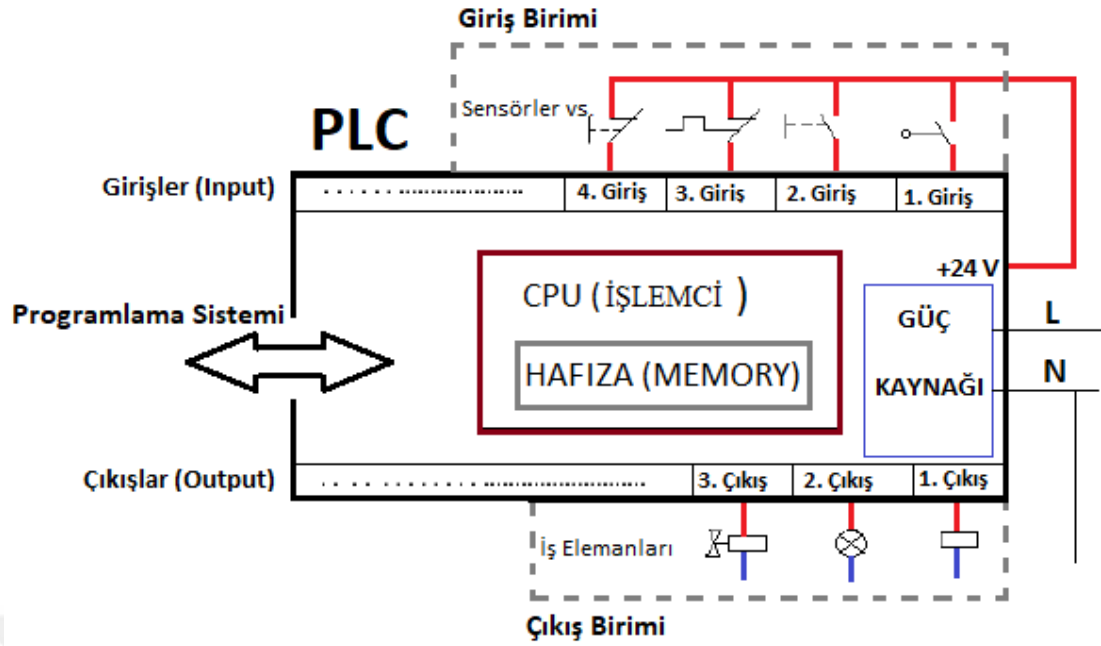
Uluslararası Otomasyon Topluluğu tarafından ise otomasyon, ürün ve hizmetlerin üretimini, teslimatını izlemek ve kontrol etmek için teknolojinin yaratılması ve uygulanması olarak tanımlamıştır [19].

Otomasyon birçok hayati unsuru, sistemi ve iş fonksiyonunu kapsar. Gıda ve ilaç dahil imalat, havacılık ve demiryolu, savunma ve güvenlik sistemleri, elektrik enerjisi, Ölçüm sistemleri ve sensörler gibi birçok sistem otomasyon sistemine dahildir [19].

Yukarıdaki tanımlamalarda da ifade edildiği üzere otomasyon, insana ihtiyaç duymadan, üretim ve hizmet kalitesini artırmak maksadı ile robot, makine, sensör ve bilgisayarların aynı sisteme eklenmesiyle otomatik ve kontrollü şekilde çalışan otomatik sistemlerdir. Otomasyon, iş maliyetlerindeki düşüş, zamandan tasarruf, insan hatalarını en aza indirilmesi gibi avantajlar sunmaktadır. Fakat otomasyon sisteminin maliyetlerinin fazla olması ve insan gücünün önemini büyük ölçüde ortadan kaldıran bu sistemleri dezavantaj olarak göstermektedir.

3.2. PLC Sistemleri

Programlanabilir Lojik Kontrolörler (PLC) (Programmable Logic Controller) otomasyon devrelerinde yardımcı röleler, zaman röleleri, sayıcılar gibi kumanda ve kontrol elemanlarının işlevini gerçekleştirmek için kullanılan mikroişlemci tabanlı cihazlardır. PLC Şekil 3.1 'de görülen kısımlardan oluşmaktadır.



Şekil 3.1. PLC Genel blok şeması

PLC ler ilk olarak 1960 ların sonundan itibaren kullanılmaya başlandı. Bu cihazın tazarlanmasının temel nedeni röle tabanlı makine kontrol sistemlerinde bozulan rölelerin değiştirilmesi işlemlerinin çok masraflı olmasıdır. İlk olarak Bedford Associates (Bedford, MA) firması Modular Digital Controller (MODICON) adı ile üretilmiş ve piyasaya sürülmüştür. Diğer bazı firmalar da o sıralarda işlemci tabanlı sistemlerini ilan ettiler. MODICON 084 dünyanın ilk ticari PLC si olarak piyasaya çıkmıştır [20].

PLC sistemi sahada meydana gelen fiziksel olayları, değişimleri ve hareketleri çeşitli ölçüm cihazları ile tespit ederek, elde edilen bilgileri yazılan kullanıcı programına göre bir değerlendirmeye tabi tutar. Mantıksal işlemler sonucu ortaya çıkan sonuçları da kumanda ettiği elemanlar vasıtasıyla elektrik motoru, kontaktör, vana, röle gibi elamanlar istenilen amaçla kontrol edilebilmektedir. Aritmetik işlem yetenekleri PLC 'lere daha sonradan eklenmesiyle birlikte bu cihazların, geri beslemeli kontrol sistemlerinde de kullanılabilmeleri sağlanmıştır [21].

Dünya üzerinde birçok marka PLC üretimi yapmaktadır. Bunlardan bazıları ise Siemens, Eaton, ABB, Omron, Delta, GMT, Yaskawa, Allen Bradley gibi birçok çeşitli

PLC üretici firması bulunmaktadır. Her ne kadar üretilen PLC 'lerin yapısal özellikleri farklılık gösterse de genel olarak çalışma mantığı hepsinde aynı olmaktadır.

PLC ile klasik röleli kumanda sistemlerini karşılaştırdığımızda ise karşımıza çıkan avantajlar şu şekildedir;

- PLC ile daha üst seviyede bir otomasyon sağlanmaktadır.
- Az sayıda denetim yapılan durumlarda tesis yatırımı PLC 'de daha fazladır.
- PLC 'li sistemin bakım onarım süresi Röleli sisteme göre daha azdır.
- Teknik gereksinim değişikliğinde PLC 'li bir sistem az bir değişiklik yapılarak (genellikle yazılımsal değişiklik) yeni durumlara adapte edilebilirken röleli sistemde bu oldukça zordur.
- PLC' ler röleli sistemlere göre daha az yer kaplar ve enerji harcarlar [22].

3.2.1. PLC Programlama Dilleri

PLC üreten pek çok firma bulunmaktadır ve bu firmaların çoğu kendi tasarım programını kullanmaktadır. Tasarım programları farklı olsa bile PLC programlamak için kullanılan diller ortaktır. PLC 'yi istenilen şekilde programlamak için birden fazla yol bulunmaktadır. IEC 61131-3 standartlarına göre 6 farklı programlama dili vardır. PLC programlama dillerinin her birinin kendine has avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Yapılacak projeye uygun dili seçmek, zaman ve kolaylık açısından önemlidir [23].

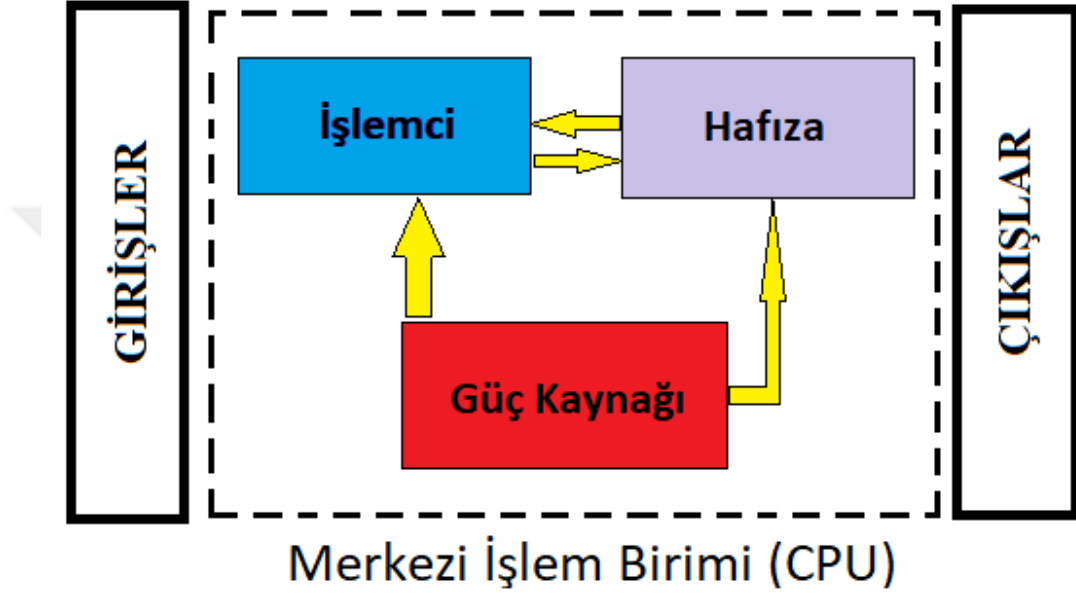
IEC 61131-3 standardına göre olan programlama dilleri şunlardır:

- LD (Ladder Diagram),
- ST (Structured Text),
- IL (Instruction List),
- FBD (Function Block Diagram),
- SFC (Sequential Function Chart),

- CFC (Continuous Function Chart) Programlama dilleridir.

3.2.2. PLC 'nin Yapısı

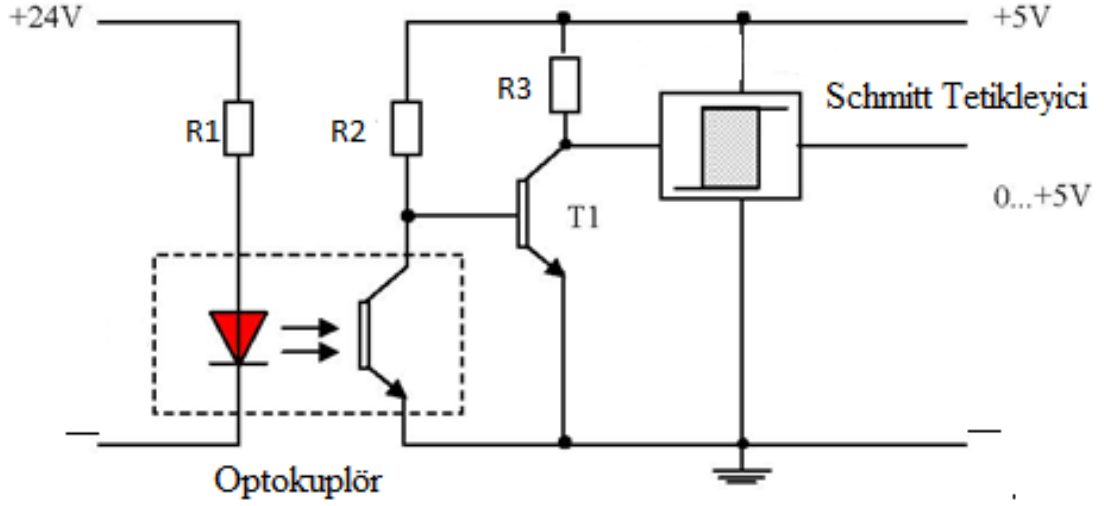
PLC 'ler, Merkezi işlem birimi (CPU), Bellek (Hafıza) birimi, Giriş birimi (IN), Çıkış birimi (OUT) olmak üzere 4 ana bölümden oluşur. Şekil 3.2' de PLC' yi oluşturan temel bileşenler gösterilmiştir.



Şekil 3.2. PLC genel yapısı

3.2.2.1. Giriş Birimi

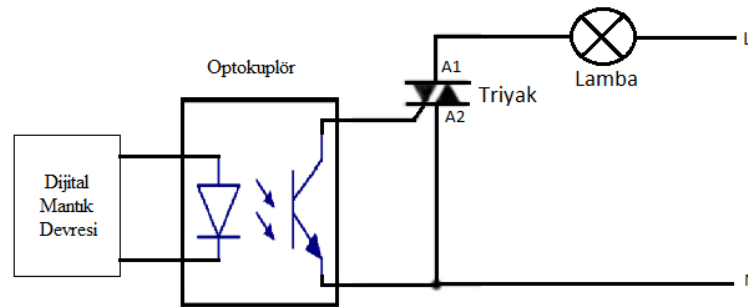
Kontrol edilen sisteme bağlı olarak basınç, seviye ve sıcaklık algılayıcıları, butonlar ve sınır anahtarı gibi sayısal işaretler (1 veya 0) giriş birimi üzerinden alınır. Genellikle giriş gerilim seviyesi biçimindedir. Gerilim seviyesi değerleri 24 V, 48 V, 100 – 120 V, 200 – 240 V doğru veya alternatif akım olabilir. Şekil 3.3 'te 24 V DC giriş gerilimi ile uyarılan giriş birimi devresi verilmiştir. PLC giriş birimine gelen bir işaretin lojik "1" seviyesinde olabilmesi için bir alt sınır, lojik "0" kabul edilmesi için de bir üst sınır vardır. Giriş bilgisinin doğru olarak alınabilmesi için işaret gerilim seviyesinin bu değerlerde olması gerekmektedir. [24]



Şekil 3.3. 24 VDC gerilimle uyarılan bir giriş birimi devresi [14]

3.2.2.2. Çıkış Birimi

PLC 'de hesaplanan çıkış noktalarına ilişkin lojik gerilim voltajını, kontrol edilen sistemde ki kontaktör, röle, selenoid gibi kumanda elemanlarını harekete geçirmek üzere uygun elektriksel işaretlere dönüştüren birimdir. Çıkış birimi röle çıkışlı, triyaklı veya transistörlü devrelerden oluşabilir. Özellikle çalışma sırasında çok sayıda, yüksek hızlı açma – kapama gerekli olduğu yerlerde; doğru akımda transistörlü, alternatif akımda triyaklı olan yarıiletken çıkışlar tercih edilir [24]. Şekil 3.4 'te çıkış birimi triyak çıkışlı bir devre gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Triyak Çıkışlı Devre [14]

3.2.2.3. Merkezi İşlemci Birimi

Merkezi işlem birimi PLC 'nin beynidir. CPU'nun temel işlevi, işlemcinin belleğinde kalıcı olarak depolanan bilgisayar tabanlı programları yorumlamak ve yürütmektir. Bu programlar, PLC 'nin diğer programlama dilleri yerine merdiven mantığı gerçekleştirmesini sağlamak için PLC üreticisi tarafından yazılmıştır. CPU, aritmetik mantık birimi ve belleğin çalışmasını koordine eder. Yazılım programına bağlı olarak CPU, aritmetik mantık biriminde ve bellekte ne yapılması gerektiğini ve ne zaman yapılması gerektiğini belirler. CPU ayrıca PLC 'nin düzgün çalışıp çalışmadığını ve çevresel aygıtlar ve diğer işlemcilerle iletişimin olup olmadığını belirlemek için kendi kendine teşhis rutinleri gibi diğer işlevleri de gerçekleştirmektedir. [3].

3.2.2.4. Hafıza Alanları Birimi

Hafıza (Bellek) birimi, bilgilerin dijital '0' ve '1' olarak saklandığı yarı iletken elemanlardır. Her PLC 'nin kendisine uygun bir programlaması vardır ve yazılan bu programlar PLC 'nin hafızasında saklanır. Hafızadan da merkezi işlem birimine gönderilir. PLC 'ler giriş görüntü (sistem program belleği) belleği, veri belleği ve program belleği olmak üzere kısımlara ayrılmıştır. Sistem belleği ve PLC 'ye ait değiştirilmeyen veriler için kalıcı bellek, veri bilgileri ve kullanıcı program bilgileri için ise kalıcı olmayan bellek kullanılır [25].

PLC 'de ROM (Read Only Memory- Salt Okunur Bellek), kalıcı programların veya değişmeyen verilerin sürekli olarak saklanması için tasarlanmış bellek elemanıdır ve bellek içerisinde bulunmaktadır. Silinebilir, programlanabilir bellek türü olan EEPROM (Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory) bellek içerisinde, hem yazılabilir hem okunabilir bellek türü olan RAM (Random Access Memory – Rastgele Erişimli Bellek) enerjisi kesildiğinde bünyesinde ki bilgiler kaybolduğundan kalıcı olmayan bellek sınıfına girmektedir ve bellekte bulunmaktadır [7].

3.2.3. PLC 'nin Çalışması

PLC, çalışma (RUN) modunda iken ilk önce çıkış hafızası sıfırlanmaktadır. Sonrasında girişlere bağlı bulunan buton, sensör, sınır anahtarı gibi elemanlardan alınan sinyaller okunarak giriş görüntü belleğine yazılır. Daha sonra PLC 'nin program hafızasında bulunan kontrol programı komutları sırası ile çalıştırılır. Giriş değişkenlerine bağlı olarak elde edilen sonuçlar çıkış hafızasına aktarılır. Yapılan bu işlem sırası sürekli olarak tekrarlanır. Tüm bu işlemlerin gerçekleşmesi için geçen zamana bir tarama çevrimi ya da bir çevrim süresi denir. PLC 'nin enerjisi kesilinceye kadar ya da STOP (Durdurma) konumuna alınıncaya kadar tarama çevrimi sürekli olarak tekrar eder. Bir tarama çevrim süresi 3-10 ms arasında olup mikro saniye mertebelerinde olan PLC modelleri de bulunmaktadır. Eğer bu süre çok uzun olursa girişlerde meydana gelen çok kısa süreli sinyal değişiklikleri algılanamayabilir [14]. Şekil 3.5 'te PLC işlem basamakları gösterilmiştir.



Şekil 3.5. PLC işlem basamakları [25]

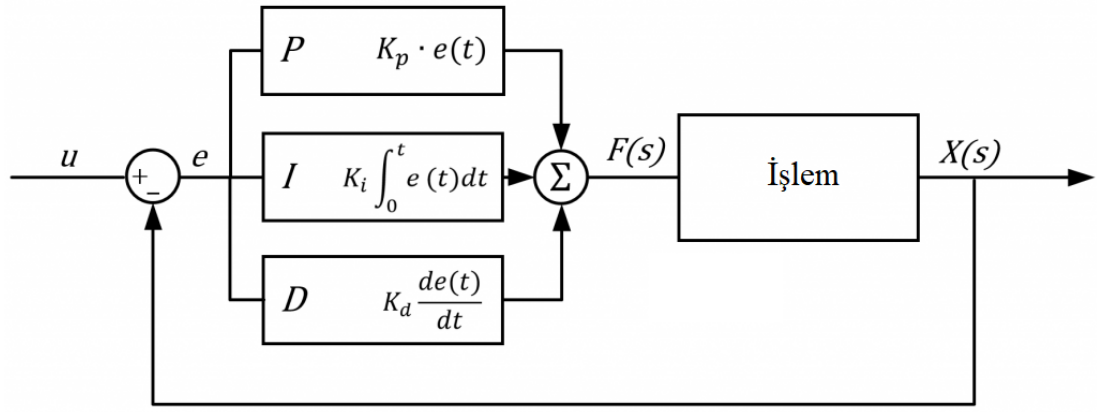
3.3. Uygulanması Kolay Teknoloji

Makinenin performansını iyileştirmek için tüm etki parametrelerinin dikkate alınması ve bunların kontrolü ile ilgili entegre bir yöntemin uygulanması gerekir. Kullanılan Omron NX serisi makine kontrolörü bunu yapabilecek kapasiteye sahiptir. Daha önce belirtildiği gibi, yüksek hızlarda iyi ambalajlama için zamanlama, hareket ve sıcaklık kontrolünün entegre edilmesi zorunludur. Sıcaklık kontrolü bölümüne odaklanmayı sürdürmek amacıyla bir FFC paketleme makinesine DPC uygulamak için üç adım gerekir. İlk olarak PID kontrol döngüsünün kurulması ve ayarlanması, ardından PID değerlerinden birkaç parametrenin türetilmesi gerekir ve son olarak, tüm bu parametrelerin kontrolördeki DPC fonksiyon bloğu tarafından kullanılan matrisle yüklenmesi.

3.4. PID Sistemler

PID kelimesi Proportional Integral Derivative İngilizce kelimelerinin ilk harflerinin birleşmesi ile oluşmaktadır. Türkçe karşılığı, “Oransal Türevsel İntegral” kavramlarını kapsayan bir kontrolcü olarak çevrilebilir. PID denetleyici ile, endüstriyel kontrol sistemlerinde akış, sıcaklık, seviye, basınç ve diğer proses değişkenlerini düzenlemek, regüle etmek gibi işlemler gerçekleştirilebilir.

PID denetleyici devamlı olarak bir hata değerini, yani geri besleme ile girişe gönderilmekte olan sinyali, giriş sinyaliyle karşılaştırıp elde edilen hatayı hesaplamaktadır. Yani hedeflenen sistem durumu ile mevcut olan sistem durumu arasındaki farkı hesaplamaktadır. PID denetleyici süreç kontrol girdisini sürekli olarak ayarlayarak hatayı en aza indirmeye çalışmaktadır. Şekil 3.6 da PID sisteminin algoritması gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Standard PID kontrolcü algoritması

3.4.1. PID Denetleyicisinin Yapısı

PID kontrol cihazı oransal, integral ve türev kontrolü olmak üzere üç terimden oluşur. Bu üç kontrolörün birlikte çalışması, proses kontrolü için kontrol stratejisi sağlamaktadır. PID kontrol cihazı basınç, hız, sıcaklık, akış vb. gibi proses değişkenlerini değiştirmektedir.

Şekil 3.6' da PID kontrolörünün yapısı gösterilmektedir. İşlem yapısından gelmekte olan geri besleme sinyali bir ayar noktası veya referans sinyali $u(t)$ ile karşılaştırılmakta ve karşılık gelen hata sinyali $e(t)$ ile PID denetleyicisine gönderilmektedir. Algoritmada orantılı, integral ve türevsel kontrol hesaplarına göre, kontrolör, santral kontrol cihazlarına uygulanan kombine tepki veya kontrollü çıktı üretir.

Kontrol uygulamalarının hepsi, üç kontrol ögesinde (P, I, D) aynı zamanda ihtiyaç duymamaktadırlar. Pratik uygulamalarda PI ve PD kontrolleri gibi kombinasyonlar sıklıkla kullanılmaktadır [26].

3.4.1.1. Oransal (P) Denetim (Proportional Control)

Oransal denetimde denetleyici, istenen noktayı gerçek değer ile karşılaştırdıktan sonra elde edilen hata değerini bir katsayı (k_p) ile çarparak küçültmeyi hedeflemektedir. Sistemin gereksinim duyduğu enerji ile verilen enerji arasında belirli

bir orana (dengeye) ihtiyaç vardır. Bu oran istenilen seviyeye gelene kadar sistem çıkışı ile referans değeri arasında belli bir fark olması gerekmektedir. Denklem 3.1 'de oransal kontrolün karakteristiği gösterilmiştir.

$$m(t) = K_p * e(t) \quad (3.1)$$

Referans değeri ile sistemin üzerinde kurulduğu ve sabit kaldığı değer arasındaki farka kararlı durum hatası (off-set) denir. Kararlı durum hatasını azaltmak için oransal bant azaltılabilmektedir. Ancak oransal bant azaldıkça aç-kapa denetime yaklaştığı için referans değeri etrafında salınımlar artabilmektedir. Geniş oransal bantta kararlı durum hatasının büyük olacağı düşünülerek sisteme en uygun oransal bandın seçilmesi gerekmektedir [27].

3.4.1.2. İntegral (I) Denetim (Integral Control)

İntegral denetimde denetleyici, belirli bir (t) süresince elde edilen hatanın eğri altında kalan alanının toplamını bulur. Kontrol sisteminde girdi sinyali gönderilir ve geri beslemeden gelen sinyal ile birlikte bir hata sinyali alınır. Her döngüde hata, katsayı (k_i) ile çarpılır. İntegral işlemi ile bu iki sinyal arasında kalan alan toplanmakta ve hatanın sıfırlanması için girdi sinyalinin üzerinde de aynı alanı oluşturacak bir sinyal döndürülmektedir. Denklem 3.2 'de integral kontrolün karakteristiği gösterilmiştir.

$$m(t) = K_i \int_0^t e(t) dt \quad (3.2)$$

İntegral denetleyici, belirli bir süre boyunca hatayı sıfır değerine ulaşana kadar entegre eder ve sıfır değerine ulaştığında son kontrol cihazına geçer. İntegral denetleyici, kontrolcü çıkışındaki azaltma ve artışı hızlı yapar. Buna bağlı olarak negatif hata meydana geldiğinde entegre kontrol çıkışı azaltılır, yanıt hızını kontrolcüdeki zaman ayarı (T_i) ile sınırlar ve sistemin kararlılığını etkiler.

3.4.1.3. Türevsel (D) Denetim (Derivative Control)

Türev denetleyici, belirli bir (t) süresinde hata değerinin geçmiş değişimlerine bakarak, gelecekteki değişimlerini ön görmektedir. Bunun sonucunda sistemi istenen değer üzerine çıkmaması için sınırlamakta ve yavaşlatmaktadır. Türev denetleyicinin etkisi hatanın geçmişteki değer değişimlerine bağlı olduğu için hatanın değişimine göre farklılık göstermektedir. Eğer iki örnek arasında hatada herhangi bir değişim gerçekleşmediyse türev de sıfır olmaktadır. Denklem 3.3 'de türevsel kontrolün karakteristiği gösterilmiştir.

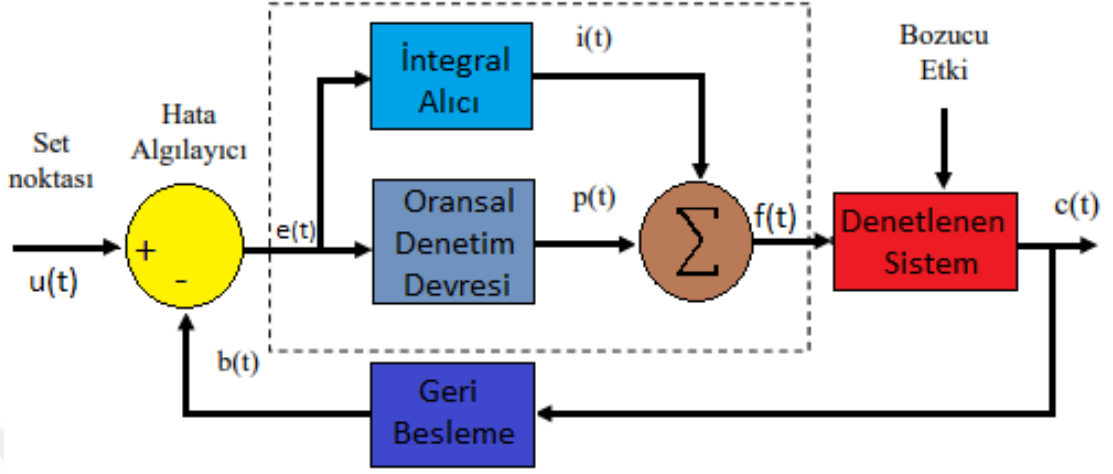
$$m(t) = K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (3.3)$$

3.4.1.4. Oransal-İntegral (PI) Denetim (PI Control)

Oransal denetimde oluşan kalıcı durum hatası, el ile (manuel) veya otomatik olarak kaldırılmalı ve çıkışta oluşan zayıf denetim sinyallerinin yükseltilmesi gerekmektedir. İntegratör devresi oransal ofset durumunu ortadan kaldıran bir otomatik resetleme sağlamaktadır. İntegral alma yaklaşımı ile kalıcı durum hatası giderilebilmektedir. Ölçülen değer ile referans değeri arasındaki fark sinyalinin, yani hata sinyalinin zamana göre integrali alınmaktadır. İntegratör devresiyle sisteme verilen enerji otomatik olarak artırılır veya azaltılır ve sistem referans değerine oturtulur. İntegratör devresi gerekli enerji değişikliğine, referans değeri ile ölçülen değer arasındaki fark kalmayınca kadar devam eder. Fark sinyali sıfır olduğu anda artık integratör devresinin integralini alacağı bir sinyal söz konusu değildir. Herhangi bir şekilde bazı değişiklikler olup, çıkış değeri referans değerinden uzaklaşacak olursa tekrar hata sinyali oluşur ve integratör devresi düzeltici etkiyi göstermektedir. Hata sinyalinin integrali alınıp denetleyici çıkışına integral değeri eklenmelidir. Bu yapılan işlemlerle oransal-integral (PI) denetim elde edilmektedir. [27].

PI denetimin en belirgin özelliği, sistemin ilk başlatmasında sistem çıkışının referans (set) değerini geçmesidir. Bu ilk salınımda önemli bir yükselme yapar, buna üst aşım (overshoot), referans değerinin altına düştüğü en düşük alçalmasına ise alt

aşım (undershoot) denir. Çıkış, referans değeri etrafında bir-iki salınım yaptıktan sonra referans değerine oturur [27]. Şekil 3.7 'de PI denetim sisteminin blok şeması gösterilmektedir.



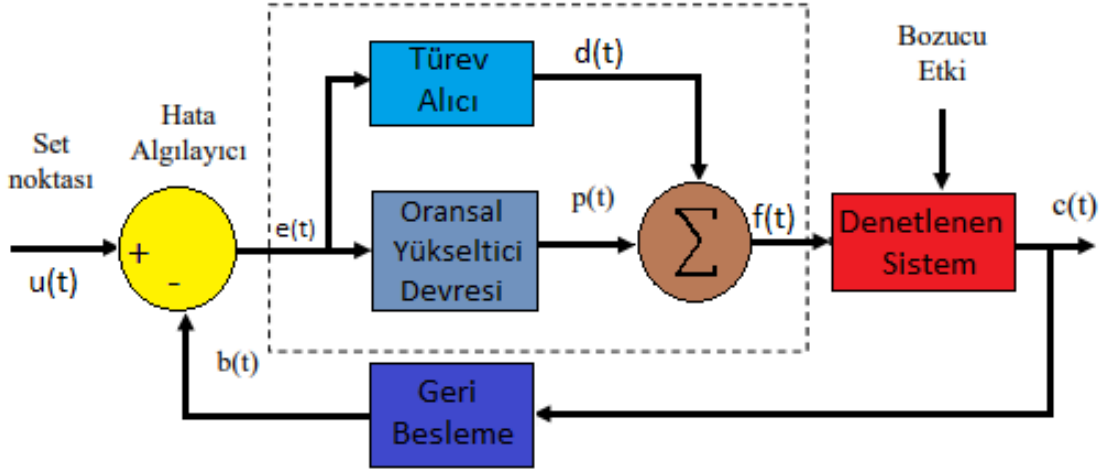
Şekil 3.7. PI blok şeması

3.4.1.5. Oransal-Türev (PD) Denetim (PD Control)

Oransal denetimde oluşan kararlı durum hatası PD denetim yapılarak kaldırılmaya çalışılabilir. PD denetimde set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark sinyalinin türevi alınmaktadır. Hata sinyali oransal denetleyiciden geçer ve toplayıcı devresinde türev sinyali, oransal sinyal ve dengeleme gerilimi (V_0) toplanır. Bu şekilde dengeleme gerilimi taban alınarak düzeltme yapılmış olunmaktadır. Sistem üzerinde türevsel etkinin asıl fonksiyonu ise üst aşım (overshoot) ve alt aşım (undershoot) değerlerini azaltmak içindir. Bu iki olumsuz durum azalırken bir miktar kararlı durum hatası kalabilmektedir [28]. Şekil 3.8 'de PD denetim sisteminin blok şeması gösterilmektedir.

3.4.2. PID Denetleyicisini Ayarlama Yöntemleri

PID ayarı, orantılı (k_p), türev (k_d) ve integral (k_i) kontrolün optimum kazanç değerini ayarlamak anlamına gelir. PID denetleyicisi, belirli bir ayar noktasında kalma ve komut izleme anlamına gelen bozulma reddi için ayarlanmıştır. PID denetleyicide, P (oransal), I (integral), D (türev) kazançlarının en iyi değerlerini seçmek için farklı ayar yöntemleri bulunmaktadır. Bunlar:

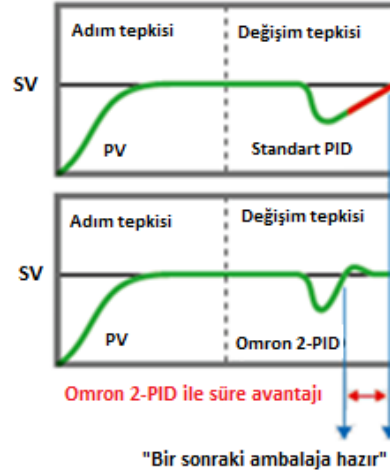


Şekil 3.8. PD blok şeması

1. Deneme – Yanılma Yöntemi,
2. Proses reaksiyon eğrisi yöntemi,
3. Zeigler- Nichols yöntemi,
4. Röle yöntemi,
5. Yazılım kullanma.

3.4.3. PID Döngüsünü Kurma

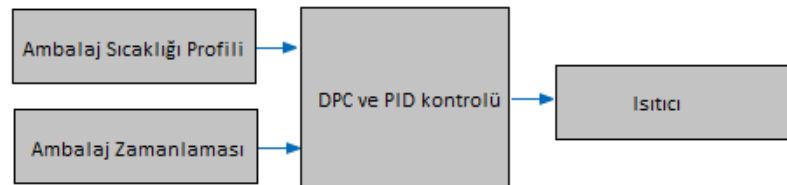
Kullanılan PLC 'nin benzersiz 2-PID sıcaklık kontrolü, standart PID kontrolü üzerinde büyük bir avantajdır. Dahili Otomatik Ayar, sistemi hızlı değişim tepkisi için optimize eder. Ambalajlama, çok hızlı bir değişim sürecidir. Ayar değeri (SV) sabittir ancak her ambalajlama, ambalaj çenesinin (PV) sıcaklığını düşürür. Kontrolör PV 'yi SV 'ye ne kadar hızlı kurtarırsa bir sonraki ambalajlama işlemide o kadar hızlı yapılabilir. Omron 2-PID ve AT, pano üzerinde ve pano içinde bağımsız TC ve PLC 'de ve Makine kontrolörü FB'lerinde mevcuttur. Şekil 3.9 'da SV - PV değişimi gösterilmiştir.



Şekil 3.9. SV - PV Değişimi

3.5. DPC Parametrelerini Hesaplama

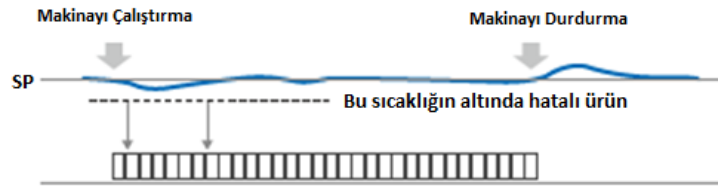
Otomatik Ayarın (AT) bulunduğu PID parametrelerinden ölü süre hesaplanabilir. DPC fonksiyon bloğunun, sıcaklık eğilimi tablosundan veya basit bir manuel test ile kolayca bulunabilecek bilgilerle de beslenmesi gerekir. Temelde bu değerler, çene açıkken ve çene kapalıyken folyo kenetlenmiş durumdayken sıcaklık kontrolörü çıkışının güç düzeyleridir. Bu hesaplamalardan bir ambalaj sıcaklığı profili ve bir ambalaj zamanlaması profili oluşturulabilir. DPC fonksiyon bloğu, bu ince ayar hesaplama görevini gerçekleştirmek için kullanımı kolay, net adımlara bölünmüş bir talimatla birlikte gelir. Şekil 3.10 'da DPC 'nin PID ile entegrasyonunun fonksiyonel şeması gösterilmiştir.



Şekil 3.10. DPC 'nin PID ile Entegrasyonunun Fonksiyonel Şeması

3.6. DPC Fonksiyon Bloğu

Parametreler bulunmuş ve DPC çalışma matrisi doldurulmuş durumdayken bunların tümü birleştirilebilir. PID algoritması, DPC veri matrisi ve DPC fonksiyon bloğu artık üretime hazırdır. Sonuç, özellikle makinenin boşta durumdan üretime geçmesi sırasında ambalaj çenesi sıcaklığının daha önceki gibi ayar noktasından (SP) daha az sapma göstermesi olur. Şekil 3.11 'de DPC kullanıldığında ortaya çıkan sonuç gösterilmiştir.



Şekil 3.11. DPC kullanıldığında ortaya çıkan sonuç

3.6.1. Kullanım Avantajları

DPC teknolojisini kullanmanın avantajları, temel olarak yatay paketleyici, HFFS ve VFFS makinesi gibi FFC makinelerinde ortaya çıkar. Toplu torba ambalajlayıcıların tepsi ambalajlayıcıları gibi daha yavaş hareket eden kesintili (strok) makineler, bu teknolojiden daha az faydalanır.

Çoğu esnek malzemede olduğu gibi, özellikle bunlar lamine bariyer ve taşıyıcı folyo katmanlarından çıktığında, uygulanan sıcaklık kritiktir. 2°C yüksek olması, ambalajın yanmasına ve 2°C düşük olması, kötü ambalaja veya hiç ambalajlama yapılmamasına yol açabilir. Örneğin, kolay açılan paketler, karmaşık katman yapısına sahip folyodan üretilir ve ısı sapsmalarına karşı çok hassastır. Paketlenen ürünler de ambalajlamayı etkileyebilir. Örneğin, ürünün ıslak, donmuş veya çok soğuk olduğu durumlarda ürün filmi soğutur ve ambalajlama işlemi başarısız olabilir. Bunu otomatik olarak telafi etmenin tek yolu sıkı kontroldür. Bir başka uygulama da ilaç alanındadır. İlaçların paketlenmesi sıcaklığa karşı oldukça duyarlıdır ve DPC ile ambalajlamaya ancak yetecek sıcaklık uygulanır.

Isı kaybı telafisi, kontrolör tarafından yapıldığından daha fazla ısı ataleti tutan daha büyük bir ambalajlama çenesine gerek olmaz. Makine daha hafif ve daha ucuz çenelerle çalışabilir. Daha küçük ambalajlama çeneleri, daha az enerji kullanımı anlamına da gelir. PLC ile bir makine kontrolörü FB'si oluşturulmuş ve iş akışını belgelendirmiştir.

3.7. Model Sistem Donanımları

Model sistemi oluşturmak üzere kullanılan donanım bileşenleri; standart PLC, emniyet PLC , E-STOP butonları, EtherCAT bağlayıcı ünitesi, sürücüler, termokupl, servo motorlar, sigortalar, güç kaynağı, röleler, selenoid valf ve silindirdir.

3.7.1. Programlanabilir Kontrolör (PLC)

Düşük güç tüketimi, optimum performans, çok sayıda arayüzü, az yer kaplaması, tasarım kolaylığı ve yüksek güvenilirlikleri sayesinde PLC 'ler otomasyon sistemindeki çözümlerin vazgeçilmez unsurlarıdır. Bu tez çalışmasında Omron marka NX1P2 Standart PLC ile NX-SL3300 model bir Safety PLC tercih edilmiş ve kullanılmıştır.

3.7.1.1. PLC

10 Mayıs 1933 yılında Japonyada kurulan ve 1993 yılından itibaren Türkiyede endüstriyel otomasyon alanında hizmet veren Omron, standart PLC ve Emniyet (Emniyet) PLC üreten en önemli firmalardan biridir. Emniyet PLC, standart bir PLC 'nin yapmış olduğu tüm uygulamaları desteklemesiyle birlikte, endüstriyel ekipmanları kontrol edebilir ve otomatikleştirmek için kullanılabilir. Maksimum esneklik ve fonksiyon çeşitliliği, artırılabilir I/O modülleri, yazılım kolaylığı gibi sebeplerden dolayı model sistemde standart işlemler için NX1P2-9024DT1 CPU' ya sahip bir standart PLC ile bu PLC ile senkronize olarak çalışabilen Omron NX-SL3300 CPU 'ya sahip bir Emniyet PLC seçilmiştir.

3.7.1.2. Standart PLC İşlemcisi (CPU)

Bu tez çalışmasında kullanılan Omron NX1P2-9024DT1 CPU modüler olup, işlevsellik açısından güçlü NX1P, hareket, I/O, güvenlik ve görüş gibi tüm makine cihazlarının tek bir entegre geliştirme ortamı altında senkronize kontrolünü sağlar. NX1P2-9024DT1, 24 dijital transistörlü I/O (PNP), 1,5 MB program belleğine, EtherCAT, EtherNet/IP ve FSoE bağlantı noktasına sahiptir. Tez çalışmasında kullanılan Standart CPU Şekil 3.12 'de gösterilmiş olup, teknik özellikleri Çizelge 3.1 'de verilmiştir.



Şekil 3.12. Tez çalışmasında kullanılan Standart CPU görünüşü [29]

Çizelge 3.1. Tez çalışmasında kullanılan Standart CPU'nun teknik özellikleri.

İletişim	EtherCAT Master, EtherNet/IP, Ethernet TCP/IP
Program hafızası	1.5 MB
Programlama dilleri (IEC 61131-3)	Ladder diagram (LD) ve structured text (ST)
Dijital giriş sayısı	14
Giriş tipi	PNP/NPN
Dijital çıkış sayısı	10
Çıkış tipi	PNP
Max. artırılabilir birim sayısı	8
Maks. uzak I/O düğümlerinin sayısı	16
Ethernet bağlantı noktası sayısı	2
İletişim seçenekleri	Serial RS-232C, Serial RS-422, Serial RS-485
Besleme gerilimi DC	20.4-28.8 V

3.7.1.3. Emniyet PLC İşlemcisi (CPU)

Bu tez çalışmasında kullanılan Omron NX-SL3300 CPU modüler olup, emniyet I/O bağlantı şemaları, emniyet devre programlarını ve kullanıcı tanımlı Fonksiyon bloklarını otomatik olarak oluşturup emniyet tasarımı hatalarını en aza indirmesi, PLCopen Fonksiyon blokları yardımı ile emniyet tasarımını öğrenmek için gereken zamanı ve maliyeti azaltması, IEC 61131-3'e göre programlamayı daha verimli hale getirmesi, EtherCAT Üzerinden, standart cihazların ve emniyet cihazlarının aynı EtherCAT ağında kullanılmasına olanak sağlaması en önemli avantajlarından. Omron NX-SL3300 IEC 61131-3 standartlarına uygun olarak PLC programlama dillerini destekler. Tez çalışmasında kullanılan Emniyet CPU Şekil 3.13 'de gösterilmiş olup, teknik özellikleri Çizelge 3.2 'de verilmiştir.



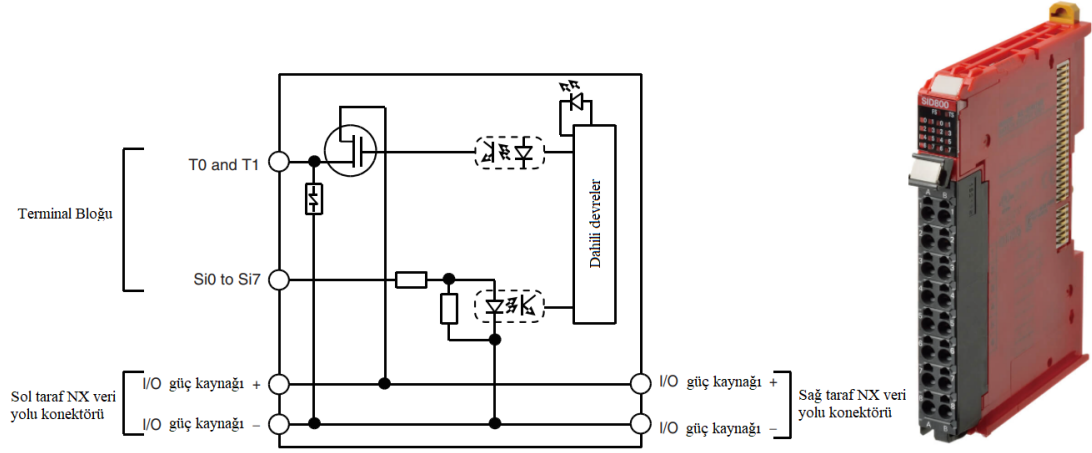
Şekil 3.13. Tez çalışmasında kullanılan Emniyet CPU görünüşü [29]

3.7.1.4. NX-SID800 Safety Giriş Modülü

Bu safety giriş modülü 24 (20,4 ile 28,8 arası) V DC giriş gerilimine sahip olup 100 V DC'de izole devreler arasında minimum 20 M Ω yalıtım direnci mevcuttur. Modül üzerinde 8 dijital emniyet girişi bulunmaktadır. Bu modül ve elektriksel şeması Şekil 3.14 'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Tez çalışmasında kullanılan Emniyet CPU'nun teknik özellikleri.

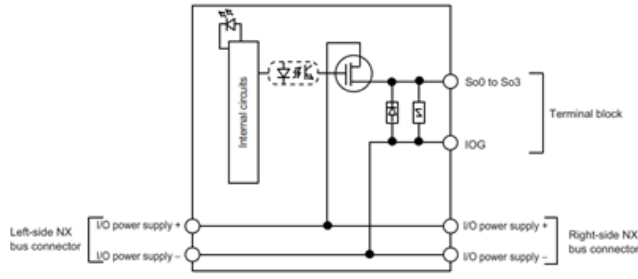
İletişim	EtherNet/IP, EtherCAT, FSoE
I/O Sistem	NX I/O Bus
Modülün Tipi	Emniyet kontrolü
Programlama dilleri (IEC 61131-3)	IL, LD, FBD, CFC, ST, SFC
I/O bağlantı yöneticisi	True
Emniyet fonksiyonları için uygun	True
LED Göstergeler	[TS] LED: Mevcut çalışma ve iletişim durumu [FS] LED: Emniyet iletişim durumu [RUN] LED: programın çalışma durumu [DEBUG] LED: Hata ayıklama durumu [VALID] LED: Emniyet doğrulamasının gerçekleşip gerçekleşmeme durumu
Hafıza boyutu	512 kByte
Yükseklik	104.5 mm
Genişlik	30 mm
Derinlik	71 mm
Ağırlık	750 g



Şekil 3.14. NX-SID800 Safety giriş modülü [29]

3.7.1.5. NX-SOD400 Safety Çıkış Modülü

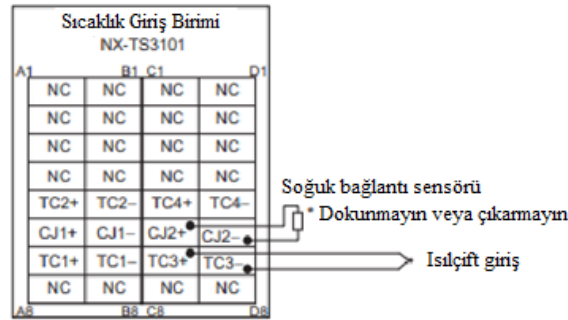
Bu safety çıkış modülü 20,4 - 28,8 V, 0,5 A çıkış vermektedir. PNP tipinde 4 adet çıkışı vardır. Bu modül ve elektriksel şeması Şekil 3.15 'da verilmiştir.



Şekil 3.15. NX-SID800 Safety çıkış modülü [29]

3.7.1.6. NX-TS3101 Sıcaklık Giriş Modülü

Bu analog giriş modülüne K, J, T, E, L, U, N, R, S, B, WRe5-26, PLII tipinde olan Termokupl sensörleri bağlanabilmektedir. Dört kanallı olan bu modül 0° C ile 50° C arasında ortam çalışma sıcaklığına sahiptir. Modül tüm sıcaklık değerlerini doğrusallaştırarak ölçme işlemini gerçekleştirmektedir. Bu modül ve elektriksel şeması Şekil 3.16 'de verilmiştir.



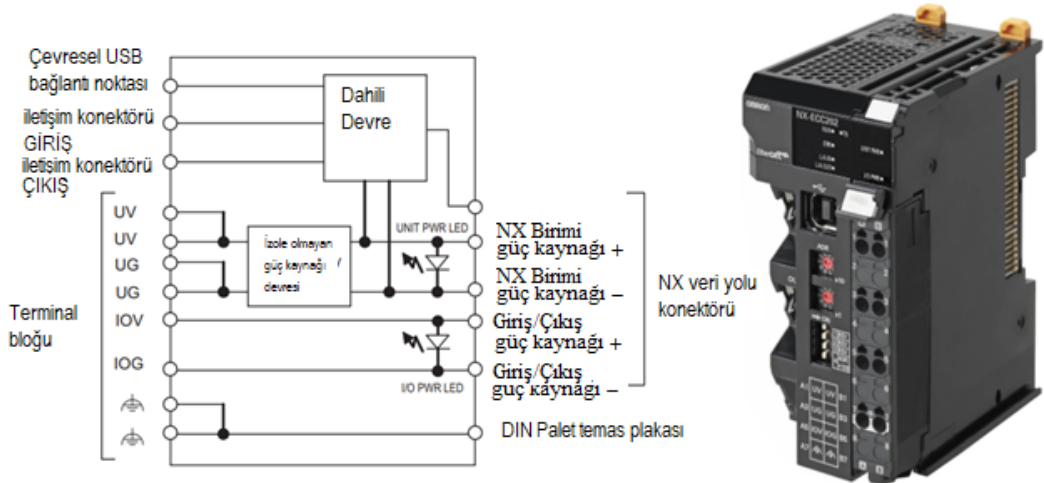
Şekil 3.16. NX-TS3101 Sıcaklık Giriş Modülü [29]

3.7.1.7. NX-ECC203 EtherCAT Bağlayıcı Ünitesi

EtherCAT master-slave haberleşmeye dayalıdır, bir master cihaz birçok slave cihaza bilgi göndererek onları kontrol etmektedir. Ethernet ile aynı fiziksel ve veri bağlantısı katmanlarını kullanılır, fakat protokoller bundan farklıdır,

yani çerçevenin boyutları endüstriyel ortamda kullanmak üzere geliştirilmiş ve değiştirilmiştir. EtherCAT, I/O seviyesinde gerçek zamanlı haberleşme sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Bunu gerçekleştirmekte iken başka alt sistemlere gerek duymamakta, ağ geçidinde gecikme oluşturmamakta, dijital, analog giriş ve çıkışları hiçbir şekilde ayırt etmeksizin hepsini tek bir protokol altında kontrol etmek mümkün olmaktadır. EtherCAT protokolünün hızlı aktarım yapması mesajların bir sonraki slave'e iletilmeden önce donanımda işlenmiş olmasıdır. Slave'ler, veri çerçevesi geçerken kendileriyle ilgili verileri okur ve aynı veri akışına anında yeni veriler eklerler. Bunu yapabilmek için tam çift yönlü iletim hızı ve ana bağımlı konfigürasyonu kullanır, buna bağlı olarak taşınma hızı 2x100 Mbaud (Tek yönlü iletim hızı) değerine çıkmaktadır. Bu hızı endüstriyel olarak örneklersek 256 dijital I/O ile 11 µs' de haberleşme, 1000 dijital I/O noktasını 30 µs'de işleyebilir, 100 servo eksenini ile 100 µs'de iletişim kurabilir [30].

NX-ECC203 EtherCAT bağlayıcı ünitesi, Remote I/O konfigürasyonundaki EtherCAT makine kontrol ağı ile NX serisi I/O birimleri arasındaki bağlantıyı sağlar. Model sistemde kullanılan NX-ECC203 EtherCAT bağlayıcı ünitesi, 2 bağlantı noktasına ve 125 µs döngü süresine sahiptir. Maksimum 63 adede kadar NX-IO Ünitesi bağlanabilmekte ve maksimum I/O akımı 10 A olup 24 V DC besleme gerilimi ile çalışmaktadır. Bu ünite ve elektriksel şeması Şekil 3.17 'de verilmiştir.



Şekil 3.17. NX-ECC203 devre şeması ve modülü [29]

3.7.2. J Tipi Termokupl

J tipi (demir-konstantan) termokuplda, sıcaklık değer aralığı çok kısıtlıdır. Algılaması yaklaşık $55 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ değerinde olmaktadır. Demirin üst sıcaklık sınırını belirleyen Curie sıcaklığı (770°C), demirin karakteristiğinde ani değişime neden olmaktadır [10].

Termokupl veya ısı çift, bir tür sıcaklık sensörü olarak kullanılmaktadır. Farklı iki iletken malzemeden oluşmaktadır. Bu malzemelerin iki ucu birleştirilip (sıcak nokta) ve ısıtıldığında, diğer uçlardan (soğuk nokta) gerilim elde edilmektedir. Bu gerilimin değeri kullanılan metal malzemenin cinsine ve birleşim noktasının ısınma miktarına bağlıdır. Sıcak nokta ile soğuk nokta sıcaklık dağılımını nasıl olursa olsun üretilen gerilim sıcak ile soğuk nokta arasındaki sıcaklık farkıyla orantılı olmaktadır. Sıcak nokta ile soğuk nokta arasındaki sıcaklık farkı termokupl üzerinde gerilim meydana getirmektedir. Sıcak nokta sıcaklığı aynı kalmak koşulu ile soğuk nokta sıcaklığı değiştirdiğinde farklı sıcaklıklar okunmaktadır. Bu nedenle mV tablolarındaki değerlerde standart sağlamak için ölçülen sıcaklık karşılığı mV değerleri soğuk noktanın 0°C 'de tutulması ile elde edilmektedir. Termokupllar -200° 'den 2320°C 'ye kadar sıcaklık aralığında, ölçüm ve kontrol için yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Ayrıca sıcaklık gradyanını elektriğe dönüştürmektedirler.

Termokupllar bilim ve endüstride de sıkça kullanılmaktadırlar. Özellikle yüksek sıcaklık olan tuğla veya kiremit yapımında kullanılan fırınlarda, gaz türbin egzozlarında (çıkışlarında), dizel motorlarda, plastik sektörü gibi yerlerde kullanılır.

3.7.2.1. Termokupl Çalışma Prensibi

Herhangi bir iletken sıcaklık gradyanına maruz bırakıldığında, bir gerilim elde edilmektedir. Bu olaya termoelektrik etki denir. Elde edilen bu gerilimi ölçmek için, iletkenin "sıcak" ucuna başka bir iletken bağlanmalıdır. Sonradan bağlanan iletken de sıcaklık gradyanına maruz kalmaktadır. Etkinin derecesi kullanılan metalin cinsine bağlıdır. Devreyi tamamlamak için benzer olmayan metallerin kullanılması, problardaki (elektrotlardaki) gerilimlerde küçük farklılıklara neden olmaktadır. Bu

fark sıcaklıkla artmakta ve fark standart metal alaşımlarında, 1 Celcius derecede 1 ile 70 mikrovolt ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$) seviyelerinde olmaktadır [10].

Termokupldaki iki metalin bağlantı noktalarında gerilim oluşturulmamaktadır. Ancak benzer olmayan uzun metaller sıcaklık gradyanına neden olmaktadır. Çünkü benzer olmayan her iki uzun metal, aynı sıcaklık gradyanına sahiptir. Bu durum sonuç olarak termokupl bağlantı noktası ile referans noktası arasındaki sıcaklığın farklı ölçülmesine neden olmaktadır.

Çıkış gerilimi , termokupllarda kullanılan tipik metaller için sıcaklık farkı (ΔT) ile doğrusal olarak artmaktadır. Doğrusalsızlık tam ölçümler veya doğrusal sıcaklık değeri dışındaki ölçümler için, düzeltilmelidir. Bir termokuplun sıcaklık farkı (ΔT) ile çıkış gerilimi (birkaç mV) arasındaki ilişkisi bir polinom tarafından denklem 3.4 'de gösterilmiştir.

$$\Delta T = \sum_{n=0}^N a_n \cdot v^n \quad (3.4)$$

Formül 3.4'teki a_n Katsayıları, malzemeye bağlı olarak 0'dan 5 ile 13 arasındaki n değerleri için verilir. Bazı durumlarda daha iyi doğruluk, ek doğrusal olmayan terimlerle sağlanmaktadır. Şekil 3.18 'de farklı türdeki termokuplların özellikleri gösterilmiştir.

Model sistemde kontrolünü sağlayacağımız ısı aralığı 100 ile 300 derece arasında bir sıcaklık olduğundan DEM FE-CPNST Ö:12/1-M J tipi bir termokupl kullanılmıştır. J tipi termokuplun istenilen sıcaklık aralığına yakın olması, düşük sıcaklıklarda kullanılmayacak olması ve DIN 43712 ye göre termal kabloların maksimum kullanım sıcaklığının çalışma ortamına uygun olması tercih sebebidir. Çizelge 3.3 'de termal kabloların kullanım sıcaklığı verilmiştir.

3.7.3. Servo Motor

Servo, mekanizmalardaki açısal - doğrusal pozisyonu, hız ve ivme kontrolünü hatasız bir şekilde yapan tahrik sistemi olarak tanımlanmaktadır. Servo, kısaca hareket kontrolü yapılan bir düzenektir. Servo motorlar, robot teknolojilerinde en

Tür	Sıcaklık değeri °C (sürekli)	Sıcaklık değeri °C (ani)	Hata payı sınıfı bir (°C)	Hata payı sınıfı iki (°C)	IEC Renk kodu	BS Renk kodu	ANSI Renk kodu
K	0 ile +1100	-180 ile +1300	-40 °C ile 375 °C arasında ±1,5 375 °C ile 1000 °C arasında ±0,004×T	-40 °C ile 333 °C arasında ±2,5 333 °C ile 1200 °C arasında ±0,0075×T			
J	0 ile +750	-180 ile +800	-40 °C ile 375 °C arasında ±1,5 375 °C ile 750 °C arasında ±0,004×T	-40 °C ile 333 °C arasında ±2,5 333 °C ile 750 °C arasında ±0,0075×T			
N	0 ile +1100	-270 ile +1300	-40 °C ile 375 °C arasında ±1,5 375 °C ile 1000 °C arasında ±0,004×T	-40 °C ile 333 °C arasında ±2,5 333 °C ile 1200 °C arasında ±0,0075×T			
R	0 ile +1600	-50 ile +1700	0 °C ile 1100 °C arasında ±1,0 1100 °C ile 1600 °C arasında ±[1 + 0,003×(T - 1100)]	0 °C ile 600 °C arasında ±1,5 600 °C ile 1600 °C arasında ±0,0025×T			Tanımlı değil.
S	0 ile 1600	-50 ile +1750	0 °C ile 1100 °C arasında ±1,0 1100 °C ile 1600 °C arasında ±[1 + 0,003×(T - 1100)]	0 °C ile 600 °C arasında ±1,5 600 °C ile 1600 °C arasında ±0,0025×T			Tanımlı değil.
B	+200 ile +1700	0 ile +1820	Kullanılmaz	600 °C ile 1700 °C arasında ±0,0025×T	Bakır kablunun standart kullanımı yok	Bakır kablunun standart kullanımı yok	Tanımlı değil.
T	-185 ile +300	-250 ile +400	-40 °C ile 125 °C arasında ±0,5 125 °C ile 350 °C arasında ±0,004×T	-40 °C ile 133 °C arasında ±1,0 133 °C ile 350 °C arasında ±0,0075×T			
E	0 ile +800	-40 ile +900	-40 °C ile 375 °C arasında ±1,5 375 °C ile 800 °C arasında ±0,004×T	-40 °C ile 333 °C arasında ±2,5 333 °C ile 900 °C arasında ±0,0075×T			
Kromel-Au/Fe	-272 ile +300	Uygulanabilir değil	Gerilimin %0,2 arttırılması için her sensörde özel ayar gerekir.				

Şekil 3.18. Farklı türdeki termokuplörlerin özellikleri

Çizelge 3.3. DIN 43712'ye göre termal kabloların °C cinsinden maksimum kullanım sıcaklığı

Ø mm	0,2	0,35	0,5	0,8	1,0	1,38	1,6	2,0	3,0
CuCuNi Tipi T, U	200°C	200°C	200°C	200°C	300°C	300°C	300°C	400°C	400°C
Fe-CuNi Tipi J, L	300°C	400°C	400°C	400°C	500°C	600°C	600°C	700°C	700°C
NiCr-Ni Tipi K, N	600°C	700°C	700°C	800°C	800°C	900°C	900°C	1000°C	1000°C
PtRh-Pt Tipi S, R	—	1300°C	1300°C	—	—	—	—	—	—
PtRh-PtRh Tipi B	—	1500°C	1500°C	—	—	—	—	—	—

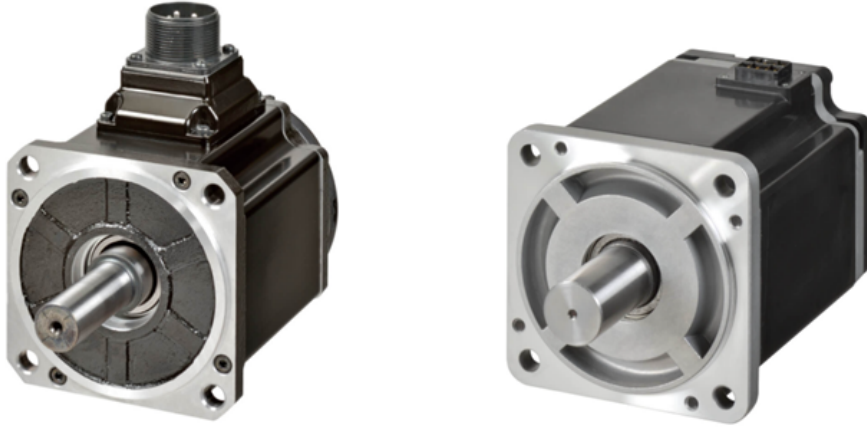
çok kullanılan motor çeşidi olmanın yanı sıra, RC (Radio Control) uygulamalarda da kullanılmaktadırlar. RC Servo Motorlar ilk olarak uzaktan kumandalı model araçlarda kullanılmışlardır. Servoların tasarım amacı, istenilen pozisyonu alması ve yeni bir komut gelmediği sürece bulunduğu pozisyonu değiştirmemesidir [16].

Servo motorlar içerisinde motorun hareketini sağlayan bir DC motor barındırmaktadırlar. Bu motora ek olarak bir dişli mekanizması, potansiyometre ve bir motor sürücü devresi bulunmaktadır. Potansiyometre, motor milinin dönüş miktarını ölçmektedir. Servo içerisindeki DC motor hareket ettikçe potansiyometre dönmekte ve kontrol devresi motorun bulunduğu pozisyon ile istenilen pozisyonu karşılaştırarak motor sürme işlemi yapmaktadır. Genellikle çalışma açıları 180 derece ile sınırlı olmakla birlikte 360 derece çalışma açısına sahip özel amaçlı servo motorlar da vardır.

Servolar genellikle 4.8-6V gerilim ile çalışmaktadırlar. Ayrıca 7.4V ve daha yüksek gerilimle çalışan servolar da bulunmaktadır.

Servo motorlar PWM (Darbe Genişlik Modülasyonu) sinyal ile çalışmaktadırlar. Bu PWM sinyaller bir mikrokontrolcünden veya uzaktan kumandanan sağlanabilmektedir. Servo, her 20 ms içerisinde bir pals değeri okumaktadır. Pals uzunluğu ile motorun dönüşünü belirlenebilmektedir. Örnek olarak 1.5 ms'lik bir pals, motorun 90 derecelik pozisyonunu almasını sağlamaktadır (Nötr Pozisyon). Servolara hareket etmek üzere bir komut verildiğinde önce istenilen pozisyona hareket etmektedirler, sonrasında ise o pozisyonda kalmaktadırlar. Servolar buldukları pozisyonu kormakta iken kendilerine dışarıdan bir güç uygulandığında bu güce direnmektedirler. Buldukları konumu sonsuza kadar koruyamazlar, pozisyonlarını koruyabilmeleri için palsin tekrar edilmesi gerekebilmektedir. Hareket etmeleri için gereken pals genişliklerinin minimumları ve maksimumları vardır ve bu değerler değişkendir. Lakin genellikle kullanımda minimum pals genişliği 1 ms, maksimum pals genişliği ise 2 ms'dir.

Model sistemde EtherCAT kontrollü 1kW, 400 VAC 3000 rpm ve 0,75 kW, 230 VAC 3000 rpm, R88M-1L1K030C-S2 ve R88M-1M75030T-S2 servo motorları kullanılmıştır. Bu modeller şekil 3.19 'de verilmiştir.



Şekil 3.19. R88M-1L1K030C-S2 ve R88M-1M75030T-S2 servo motor [29]

3.7.4. Servo sürücü

Servo sürücü, bir servo motoru istenilen şekilde döndürmek üzere gerekli olan akım ve gerilimi üreten kapalı bir devre sisteminin parçasıdır. Sürücü, sistemin hız, pozisyon ve moment değerlerinin referans değerine uygun olarak hareket ettirilmesini sağlayan ve hız, konum ve ivme gibi parametrelerin kontrolünü sağlayan elektronik cihazdır.

Model sistemde EtherCAT kontrollü 1 kW, üç fazlı 400 V Omron R88D-1SN10F-ECT modeli ile EtherCAT kontrollü 0.75 kW, tek fazlı 230 V Omron R88D-1SN08H-ECT model servo sürücüler kullanılmıştır. Şekil 3.20 'de kullanılmış olan servo sürücü gösterilmiştir.



Şekil 3.20. R88D-1SN10F-ECT ve R88D-1SN08H-ECT servo sürücü [29]

3.7.5. Solid State Röle (SSR)

Solid state röle, mekanik kontak barındırmayan, tamamen elektronik kısımlardan oluşmuş bir anahtarlama cihazıdır. Klasik röle ve kontaktörlerle aynı görevi yerine getirmektedirler. Kontaktör ve rölelerde olduğu gibi kumanda ve güç kısımlarına sahiptirler. Solid state röleyi kontaktör ve röleden ayıran en büyük özelliği, anahtarlama işlemi için bobin ve kontaklar yerine elektronik devre elemanlarına sahip olmasıdır.

Solid state rölede kumanda devresi ile güç devresi arasında herhangi bir elektriksel bağlantı bulunmamaktadır. Aralarında ki iletimi optokuplörlerle gerçekleştirmektedir. Kumanda devresinin enerjilenmesi ile devrede bulunan foto Transistörlü, foto Diyotlu, foto Tristörlü veya foto Triyaklı Optokuplör üzerinden akım geçer ve güç devresi tarafında bulunan yarı iletken elemanı açık konumdan kapalı konuma getirerek sistemin enerji alarak çalışmasını sağlar.

Transistör, triyak, tristör gibi elektronik elemanlar, asgari bir akım veya gerilim değerinde iletme geçerler, mekanik kontaklarda olduğu gibi 0.1, 1, 2 volt gibi bir gerilimi solid state rölelerle anahtarlama mümkün değildir. Solid state röleyle minimum voltaj değerinin altında bir güç devresi anahtarı olduğu durumda solid state röle zarar görmemektedir. Sadece anahtarlama işlemi gerçekleşmeyecektir. Diğer yandan solid state rölenin üst gerilim değerinden daha yüksek voltaj değerinde anahtarlama yapılmak istenirse transistör, triyak, tristör gibi elektronik anahtarlama elemanının dayanabileceği üst gerilim değeri aşılmış olacağından, cihaz hasar görür ve kullanılmaz hale gelir. Böyle bir hasarın oluşması için 1 saniyenin altında, çok kısa sürelerde uygulanacak bir gerilim aşımı yeterli olacaktır.

Solid state röleler yarı iletken malzemelerden imal edildiğinden dolayı anahtarlamanın yapıldığı yük ucundaki direnç değeri sıfır değildir. Bu yüzden, SSR çıkış ucunda bir gerilim düşümü oluşmakta olup, buda yük ucundan çekilen akım değerine göre bir güç kaybı olacaktır. Bu güç kaybı cihazda ısı enerjisi olarak açığa çıkmaktadır. Oluşacak olan bu ısı enerjisi, bir soğuktma ile dışarı atılmalı ve sıcaklığın yükseltilmesi önlenmelidir. SSR uygulamasında açığa çıkan güç denklem 3.2 'de gösterilmiştir.

$$PS = U_s * I \quad (3.5)$$

Projede 3 adet solid state röle kullanılmıştır. Kullanılan solid state röle ISISO IG3PA-4840D modeli olup, ürün monofaze 40 A, 3-32 VDC giriş voltajı ve 24-230 VAC çıkış voltajına sahiptir. bu model şekil 3.21 'de gösterilmiştir.

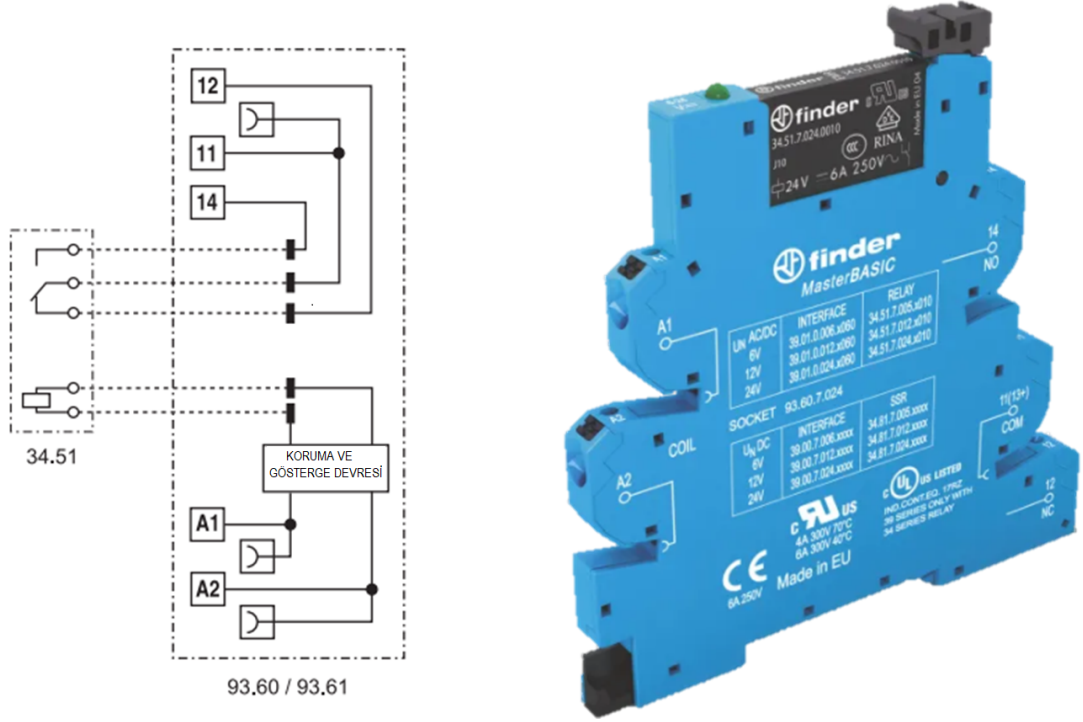


Şekil 3.21. IG3PA-4840D ISISO solid state röle [31]

3.7.6. Tek Kontaklı Röle

Röleler, giriş uçlarındaki elektriksel sinyallere bağlı olarak çıkış uçlarındaki kontaklara bağlı olan bir elektrik devresini kumanda eden koruma elemanlarıdır. Röleler kontaklarını açıp kapayabilmek için bir kuvvete ihtiyaç duyarlar, bu kuvveti sağlayan bobindir. Bobin enerjilendiğinde oluşan elektromanyetik alan kontakları harekete geçirmektedir ve kontaklar konum değiştirmektedir bunun sonucunda NO kontaklar kontaklarını kapatırken, NC kontaklar kontaklarını açacaktır. Enerji kesildiğinde ise kontaklar tekrar ilk konumuna döner.

Model sistemde toplamda 9 adet 24 V AC/DC 6 A anahtarlama akımına sahip FINDER 39.01.0.024.0060 modeli kullanılmıştır. Bu model ve elektriksel şeması şekil 3.22 'de gösterilmiştir.



Şekil 3.22. 39.01.0.024.0060 Tek kontaklı röle [32]

3.7.7. Acil durdurma butonu (Emergency Stop Button)

Acil durdurma butonunun işlevi ISO 13850'ye göre insanların davranışlarından veya beklenmeyen tehlikeli bir durumdan kaynaklanan var olan veya yaklaşmakta olan acil durumları önlemektir. Acil durdurma butonu sistem üzerinde her zaman mevcut ve çalışır durumda olmalıdır. Makinenin tüm çalışma modlarındaki diğer tüm işlevleri ve işlemleri, diğer koruyucu işlevleri bozmadan geçersiz kılması gerekmektedir. Sistem üzerinde olası bir acil durumda, acil durdurma butonu etkinleştirildiğinde, manuel olarak sıfırlanana kadar muhafaza edilecektir, ayrıca acil durdurma fonksiyonunun başlatılmasıyla birlikte durdurulan operasyonlar üzerinde herhangi bir başlatma komutunun etkili olması mümkün olmamalıdır [33].

Model sistemde kullanılan acil stop butonu Schneider marka XB4BS8442 modelidir. Bu model 300000 döngü mekanik dayanıklılığa sahip, nominal çalışma akımı 3 A 'de 240 V, 6 A'de 120 V gerilimde çalışabilmektedir. Bu model şekil 3.23 'da gösterilmiştir.



Şekil 3.23. XB4BS8442 Emergency stop [34]

3.7.8. Sigorta

Sigorta, bağlı bulunduğu elektrik devresini, alıcıyı besleyen hatları, cihazları aşırı akımdan koruyarak hasar görmesini önleyen koruma elamanıdır. Sigortalar, devrenin kolayca açılıp kapatılmasını sağlar. Devreye seri olarak bağlanırlar ve üzerinden anma akımından daha fazla akım geçtiğinde devreyi açmaktadırlar.

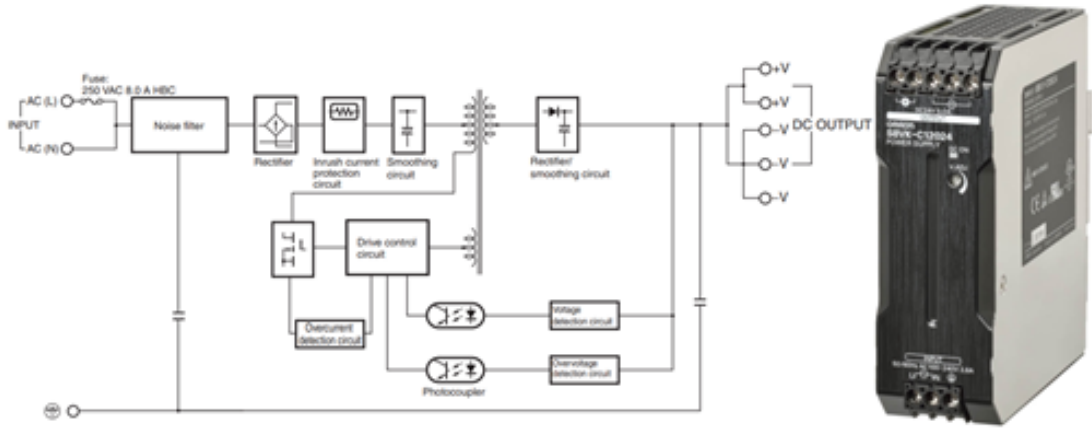
Model sistemde 2 tane 3P 6 A A9F74306 sigorta, 1P 1 A A9F74106 sigorta, 1P 10 A A9F74110 sigorta, 1P 16 A A9F74116, 1P 25 A A9F74125 Schneider sigortalar kullanıldı. Kullanılan sigortalardan bazıları Şekil 3.24 'de gösterilmiştir.



Şekil 3.24. A9F74306, A9F74106, A9F74125 sigorta [35]

3.7.9. Güç Kaynağı

Model sistemde giriş gerilimi 100/240 VAC, 24 VDC çıkış gerilimi, 5 A, 120 W çıkış gücü veren Omron 58VK-C12024 modeli kullanılmıştır. Bu model ve elektrik devre şeması şekil 3.25 'de verilmiştir.



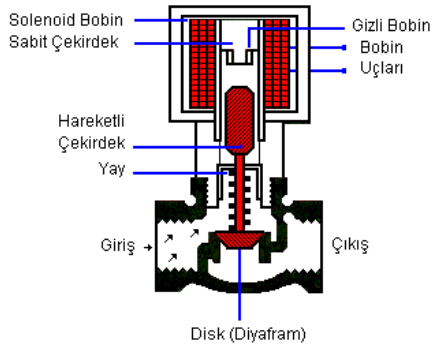
Şekil 3.25. 58VK-C12024 güç kaynağı [36]

3.7.10. Selenoid Valf

Selenoid valf, bir elektriksel sinyal ile açılıp kapanan bir vana olarak tanımlanabilmektedir. Selenoid valfin temel amacı bir akışkanın kontrolünü sağlamaktır. Genel itibariyle bir selenoid valfin yapısında solenoid bobin, sabit çekirdek, gizli bobin, bobin uç kısımları, hareketli çekirdek, yay ve diyafram bulunur.

Selenoid valfler 220 volta kadar DC veya AC gerilim ile çalışabilir. Yeterli çalışma gerilimiyle birlikte selenoid bobini bir mıknatıslanma görevi görür buna bağlı olarak valf sistemindeki diyaframa bağlı olan ve bobin içinde yer alan demir nüve, bir yay ile aşağı doğru itilir. Bunların sonucunda demir nüve ve demir nüveyle mekaniksel bağa sahip diyafram yukarı doğru çekilir. Böylelikle hava, yağ vs. gibi akışkan valfin giriş bölümünden geçip çıkışını tamamlar.

Model sistemde, 2.5-10 bar, 2.6 W-24 VDC bobin gerilimlerinde çalışabilen pilot kontrollü 5/2 FESTO VUVS-L20-M52-MD-G18-F7-1C1 model valf kullanılmıştır. Şekil 3.26 'de bir selenoid valfin iç yapısı ve kullanılan selenoid valf gösterilmiştir.



(a) Selenoid valf iç yapısı [37]



(b) VUVS-L20-M52-MD-G18-F7-1C1 selenoid valf [38]

Şekil 3.26. Selenoid valf iç yapısı ve sistemde kullanılan valf

3.7.11. Silindir

Kullanım alanına göre hidrolik veya pnömatik enerjiyi mekanik enerjiye çeviren, doğrusal itme hareketini gerçekleştiren elemana silindir denir. Silindirler genel olarak tek etkili ve çift etkili silindirler olmak üzere ayrılırlar. Tek etkili silindirde itme hareketini basınçlı hava veya basınçlı yağ sağlarken dönme (çekme) hareketini yayın etkisiyle gerçekleştirmektedir. Çift etkili silindirde ise itme ve dönme (çekme) hareketlerini silindire her iki tarafında giriş çıkış yapan basınçlı hava veya basınçlı yağ gerçekleştirmektedir. Silindirlerin itme ve çekme hareketleri esnasında hareket halinde olan piston silindir uçlarına hızlı ve darbeli olarak hareket edebilir. Bunun olması piston mekanizmasının bozulmasının yanında çalışma sahasında tehlikelere yol açar. Bu sebeple silindirlerin imalatı sırasında yastıklama sistemi uygulanır. Yastıklamada silindir uçlarında bulunan ayar vidası geliş ve gidiş hareket hızlarını ayarlamayı sağlar. Bu şekilde silindir darbesiz, gürültüsüz ve titreşimsiz çalışabilmektedir. [39].

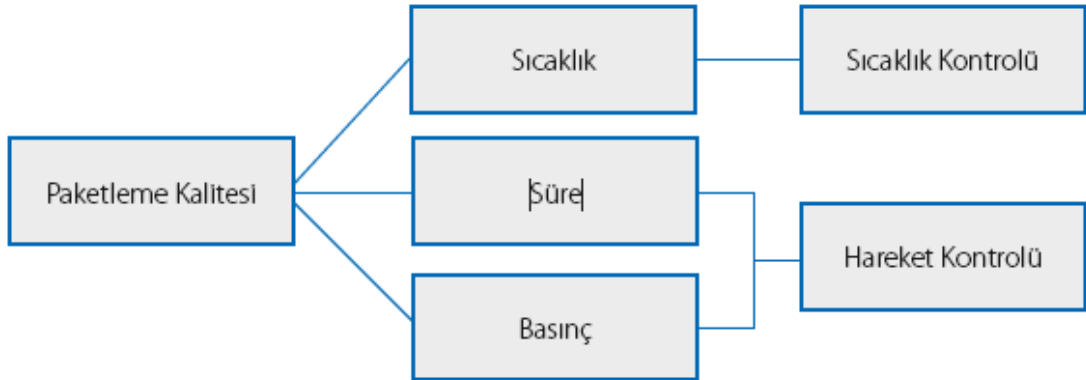
Model sistemde FESTO ADN-50-10-A-P-A kompakt silindir modeli kullanılmıştır. Kullanılmış olan silindir sınırlı alanlarda maksimum üretkenlik için standart pnömatik silindirlerden daha küçüktür. Ayrıca silindir çift bağlantı portuna sahip olup 10 mm strok uzunluğuna ve 10 bara kadar çalışma basıncına sahiptir. Kullanılmış olan silindirin boyutları ise 65.5 x 65.5 x 62.7 mm dir. Model sistemde kullanılan silindir şekil 3.27 'de gösterilmiştir.



Şekil 3.27. FESTO ADN-50-10-A-P-A model silindir

3.8. Çalıştırma ve üretim sırasında sabit ambalaj çenesi sıcaklığı

İyi bir ambalajlama sağlamak için paketlenme malzemesinin belirli bir basınçta tam bir sıcaklıkta olması gerekir. Ambalajlama sürecinde, Şekil 3.28 'de görüldüğü gibi sıcaklık, basınç ve süre eşit derecede önem taşır. Hareket kontrolü, ambalajlama çenesinin zamanlamasından ve basıncından sorumludur. Bu önemlidir ancak bu tezde tartışılan bir konu değildir. Paket ambalajının kalitesi, yalnızca ambalajlama



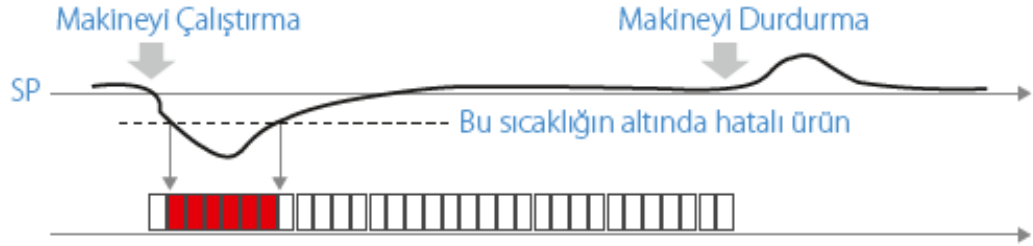
Şekil 3.28. Paketleme Kalitesi 3 Parametreye Bağlıdır

sıcaklığından değil, oda sıcaklığından, paketlenme malzemesi sıcaklığından ve ürün sıcaklığından da etkilenir.

Pek çok durumda konu, tüm bu faktörleri telafi etmek için ambalajlama çenesine dayanır. Folyonun önceden ısıtılması bir seçenek olabilir ancak buna her zaman izin verilmez veya bu her zaman mümkün olmayabilir.

Çalıştırma sırasında, her ambalajda, film ambalaj çenesinden ısıyı emerek sıcaklığının düşmesine neden olur. Bir sonraki ambalajın yapılabilmesi için ambalaj çenesinin tekrar aynı sıcaklığa gelmesi gerekir. Her ambalajlama işleminden sonra sıcaklık düştüğünde hızlı kurtarma sağlamak için Omron'un 2-PID algoritması ve otomatik ayar (AT) tam olarak geliştirilmiştir [13].

Makine üretim aşamasındayken normalde kontrol iyi olur. Boşta aşamasından üretim aşamasına geçilirken PID kontrol döngüsündeki denge büyük oranda bozulur. Şekil 3.29 'da görüldüğü gibi çalıştırma sırasında sıcaklıktaki büyük düşüş, genellikle çok az veya hatta pek çok kötü paketle sonuçlanır. Makine duraklatıldığında, ambalaj çenesi sıcaklığı gereksiz derecede yükselir. Özellikle Yatay Paketleyici gibi hızlı



Şekil 3.29. Çalıştırma Sırasında Kötü Ambalaj

çalışan makinelerde, en baştan tam hızda çalışarak tüm ürünleri eşit derecede iyi ambalajla paketlemek istenilir.

Burada çözüm şudur; makinenin ne zaman çalışacağını bilinmesi, ambalaj çenesi sıcaklığını kısa süre sonra gerçekleşecek düşüş için hazırlanabilir ve bu düşüş telafi edilebilir. Omron'un bunu başarmak için kullandığı teknoloji, Doğrudan Güç Kontrolü (DPC) olarak adlandırılır. Bu teknoloji, Omron'un benzersiz 2-PID sıcaklık algoritması ile bağlantılı olarak ısı çıkışı beslemesi ileri kontrolü sağlar ve makinenin hareketiyle senkronize haldedir.

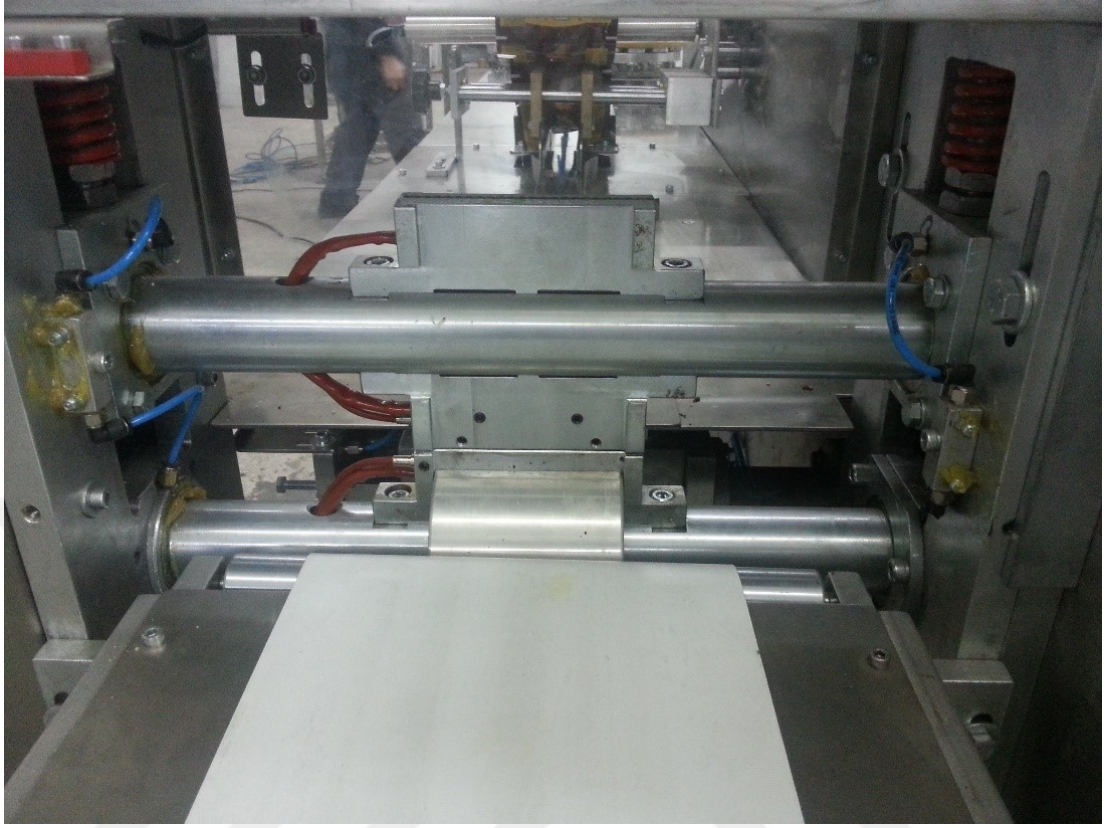
3.9. Çene Bekleme Ayarı

1. Üst çene aşağıya tam dik baktığında alt çene ile örtüşmelidir. Zaten tam yapıştırma ve kesme zamanı bu zamandır.

2. Çene bekleme tam bu zamanda olmalıdır. (Şekil 3.30.a)

3. Makine üç servolu yatay ambalaj makinasında çene servo kontrollü olduğundan bu ayar ekran menüsünden "Çene Ayarı" menüsüne girerek kolaylıkla yapılabilir. Ancak bu ayarlar kurulum ve devreye alma sırasında ürüne göre reçeteler oluşturulurken yapılacağından bu ayarlar ile gereksiz yere oynamamanız tavsiye olunur. (Şekil 3.29)

4. En uygun bekleme ayarı, çeneler yapıştırıp keserken bobini (ambalaj kağıdını) çekmemeli veya bobini çenelerin önüne yığmamalıdır. (Şekil 3.30.b)



(a) Makine çene bölgesi



Çene baskı yayları

Üst çene bıçaklar alttan doldurularak ayarlanır.

Alt çene tam dik olduğunda üst çene ile buluşmalı, bekleme, yapıştırma ve kesme zamanı

(b) Çene bölümleri

Şekil 3.30. Makine çene bölgesi ve bölümleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

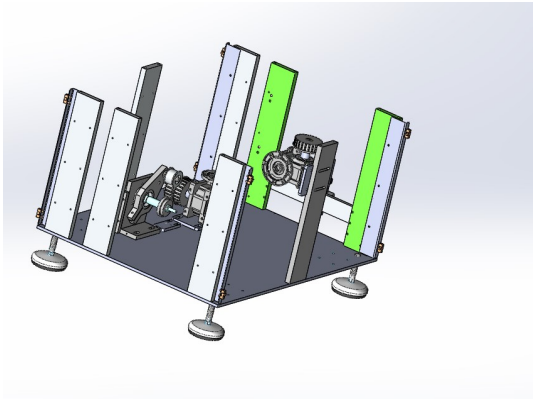
Bu tez çalışmasında yapılan PLC programlamasında Omron Sysmac Studio programı, elektrik projesi çiziminde EPLAN programı, makinenin değerlendirilmesi için emniyet bütünlüğü yazılım aracı olarak SİSTEMA yazılımı, 3D katı modelleme, mekanik çizimler için SOLIDWORKS yazılımı kullanılmıştır.

4.1. Proje İle İlgili Çizimler

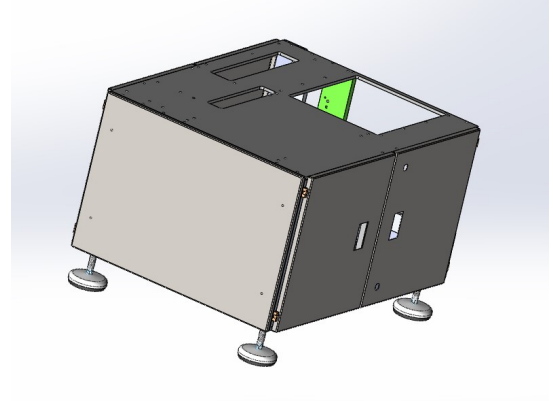
4.1.1. Mekanik Çizimler

4.1.1.1. Şasenin çizilmesi

Bu tez çalışmasında teknik resim çizimleri ve mekanik çizimler için SOLIDWORKS yazılımı kullanılmıştır. Model sistemin (Makinenin) iskeletinin (şase) katı modellemesi Solidworks programının 3D sketch bölümünde çizilmiştir. Yapılan işleme ait görüntü şekil 4.1 'de gösterilmiştir.



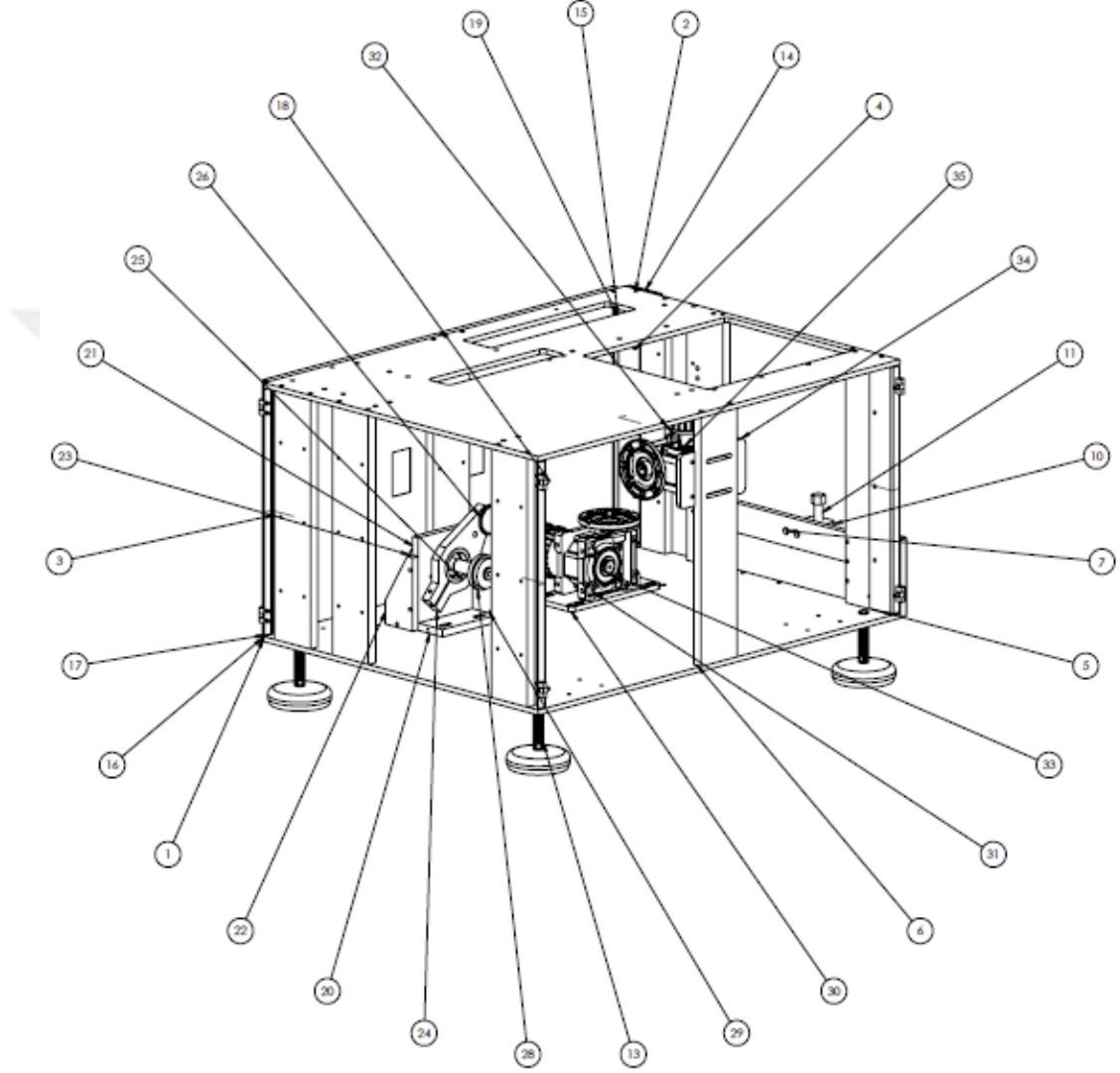
(a) Şase içi yan görünüm



(b) Şase dışı yan görünüm

Şekil 4.1. SOLIDWORKS 3D katı modelleme ile şase çizimi

Şaseler makinenin diğer aksamlarına göre daha güçlü ve dinamik konstruksiyonlardan meydana gelmektedir. Buna bağlı olarak şasenin içinde bulunacak olan elemanların konumları özenle hesaplanmış ve çizilmiştir. Şase 'de çizimi yapılmış olan parçalar şekil 4.2 'de gösterildiği gibi numaralandırılmıştır, bazı parçaların tanımı yapılmış ve bu parçalardan kaç adet kullanıldığı çizelge 4.1 'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Şase çiziminde yapılmış olan numaralandırma

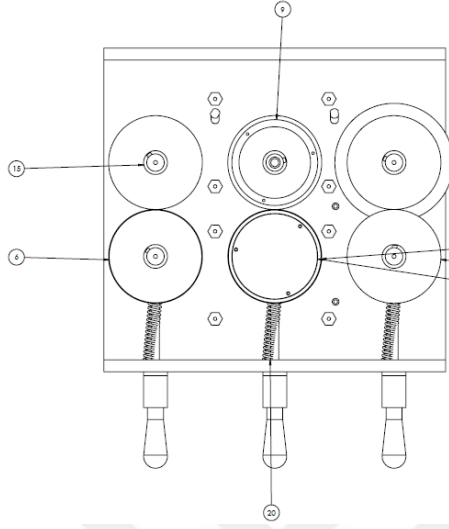
Çizelge 4.1. 35 parçadan oluşmuş şasenin teknik verileri

Öge No	Parça Numarası	Tanım	Miktarı
1	A0640		1
2	A0641		1
3	A0893		3
4	A0896		2
5	A0898		2
6	A0895		1
7	A0646		1
8	A0648		1
9	A0890		1
10	A0650		1
11	m16 civata		1
12	A0655		4
13	Çap 110xm16 Pabuj	Ø120 Paslanmaz Ayak	4
14	A0897		1
15	A0891		2
16	A0892		2
17	A0894		4
18	S114 0003	Menteşe 10X10 Kenar	8
19	S114 0004	Menteşe 10X10 Kenar	16
20	A0700		1
21	A0701		1
22	A0702		1
23	A0703		1
24	A0704		1
25	A0705		1
26	A0706		1
27	A0707	Ø120 Paslanmaz Ayak	1
28	A0708		1
29	A0838		1
30	A0151		1
31	50 Gövde Tramex		2
32	A0694	h Serisi 24 Dişli	3
33	A0710		1
34	A0696		1
35	A0695		1

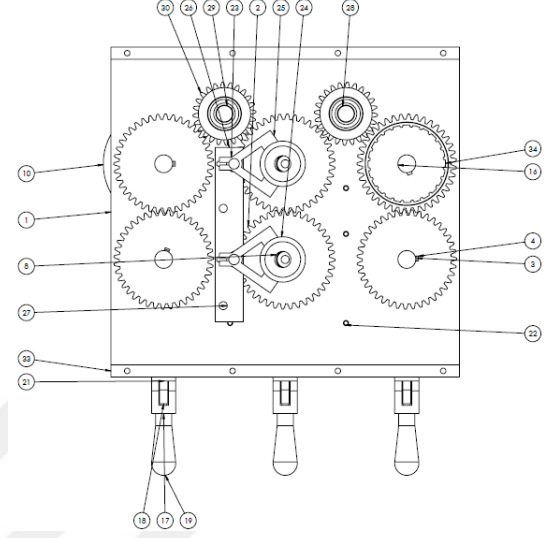
4.1.1.2. Disk grubunun çizilmesi

Model sistemde bant üzerinde gelecek olan ürünü paketlemek için rulmandan gelecek olan ambalajı kendine doğru çekme ve katlama işlemlerini gerçekleştirme

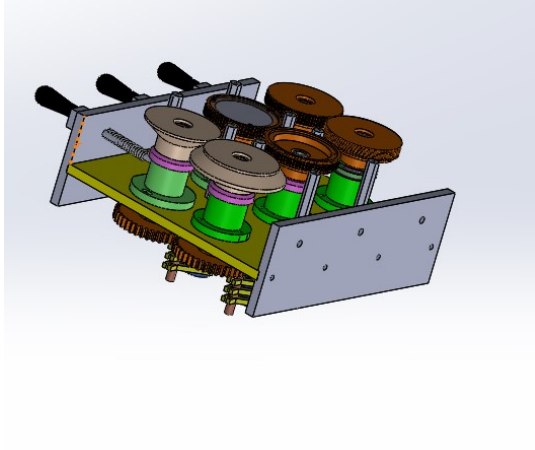
görevini yapacak olan disk grubu çizelge 4.2 'de görüldüğü gibi disklerden, disk dişlilerinden, kollektörlerden oluşmaktadır. Bu disk grubuna ait 3D çizimler şekil 4.3 'de gösterilmiştir.



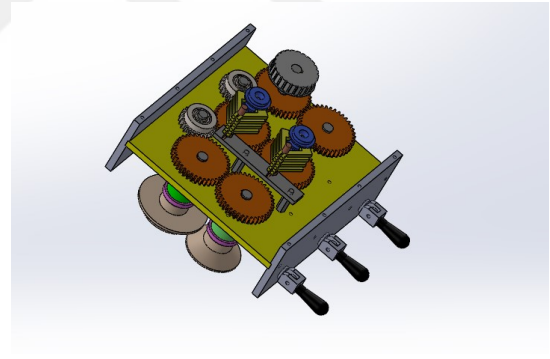
(a) Disk grubu üst görünüş



(b) Disk grubu disk mili üst görünüş



(c) Disk grubu izometrik görünüş



(d) Disk grubu disk mili izometrik görünüş

Şekil 4.3. SOLIDWORKS 3D katı modelleme ile disk grubu çizimi

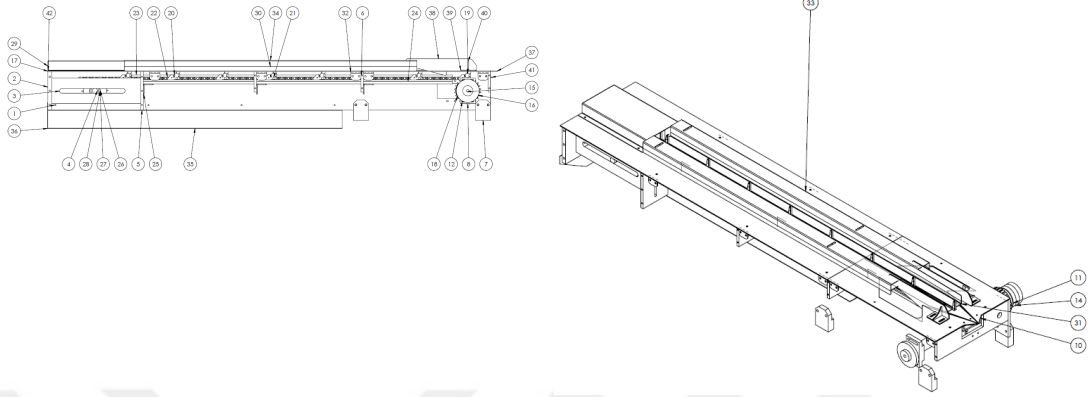
Çizelge 4.2. Disk grubunun çiziminde kullanılan parçalar.

Öge No	Parça Numarası	Tanım	Miktarı
1	A0659		1
2	AP147 disk dişlisi	3 Modül Z: 39 Disk	6
3	AP146	VP-DISK Hareketli Isısız Disk Mili	3
4	AP155		5
5	A0105		3
6	AP144 dişi	Disk	1
7	A0106		3
8	AP154	VP-DISK Hareketli Isısız Disk Mili	2
9	AP156	disk	1
10	AP150	konik büyük disk	1
11	AP149	konik küçük disk	1
12	AP156 dişi	Disk	1
13	A0231	Ø120 Paslanmaz Ayak	1
14	A0230		1
15	AP144	Disk	1
16	A0152	VP-DISK Hareketli Isısız Disk Mili	1
17	A0242		3
18	A0666 0003	Menteşe 10X10 Kenar	3
19	TUTAMAK MUZ ERKEK M8X25	Menteşe 10X10 Kenar	3
20	disk baskı yayı		3
21	A0246		3
22	A0177		8
23	AP153	Kollektör Bağlantı Mili	2
24	çap 50 kollektör	Dörtlü Kollektör	2
25	ikili firca	Kollektör	8
26	AP152	Kollektör Bağlantı Laması	1
27	AP151	Kollektör Bağlantı Mili	2
28	A0179	VP100 Diks Avare Tahrik Mili	2
29	DIN 625-6004 -12,SI,NC,12,68		4
30	DIN-Spur gear 3M 24T 20PA 15FW-S24B75H30L20S1		2
31	A0476		1
32	A0175		1
33	A0665		2
34	A0694	h Serisi 24 Dişli	1

4.1.1.3. Besleme mekanizması çizimi

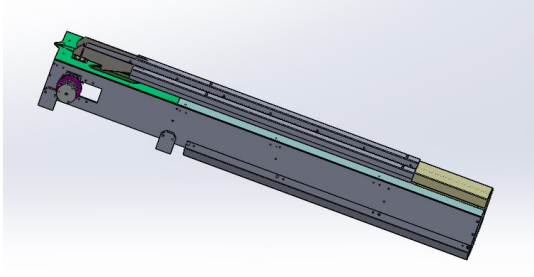
Besleme mekanizması ile disk grubu bölümünde paketlenmek üzere ürünü başlangıç konumundan son konumuna aktaran besleme mekanizması, motor gücü yardımı ile birlikte ürünü istenilen konuma taşımaktadır. Bu sisteme ait 3D

katı modelleme şekil 4.4 'de kullanılan parçalara ait bilgiler ise çizelge 4.3 'de gösterilmiştir.

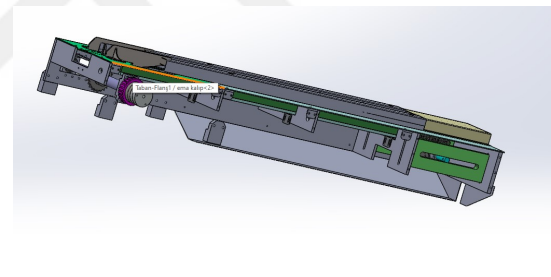


(a) Besleme mekanizması üst görünüş

(b) Besleme mekanizması sol yan görünüş



(c) Besleme mekanizması yan görünüş



(d) Besleme mekanizması iç kısmının görünüş

Şekil 4.4. SOLIDWORKS 3D katı modelleme ile besleme mekanizması çizimi

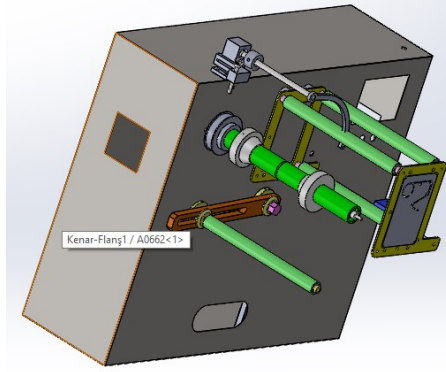
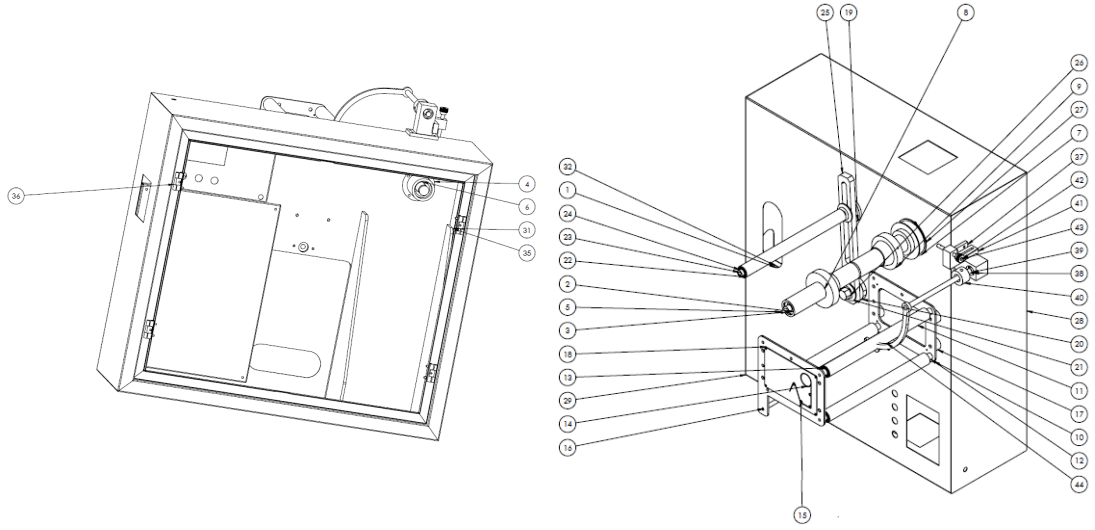
Çizelge 4.3. Besleme mekanizmasının çiziminde kullanılan parçalar.

Öge No	Parça Numarası	Tanım	Miktarı
1	A0944		2
2	A0669	Disk Dişlisi	1
3	A0090	Arka Gerdirme Plakası	2
4	A0091	Arka Gerdirme Mili	1
5	A0670		1
6	A0671	Dişi	3
7	A0668		4
8	A0768		2
9	6006	Rulman	2
10	A0767		1
11	A0129		2
12	TD.H Z24.	Asker Çeken	1
13	S122 0002	Rulman Sabit Bilyalı 6005-47X25X12	2
14	A0778		1
15	A0779		1
16	A0136		1
17	A0945	Kuyruk Üst Sacı	2
18	A0771	ZD T1-2 Z24 34x10	1
19	Akay Alt Asker	Asker	8
20	Akay Dik Asker	İtici Asker	8
21	Asker Pimi	Asker Pimi	8
22	Delikli Zincir	Yarım Parmak Zincir	20
23	A0951	Zincir Kızağı	1
24	A0950	Kuyruk Alt Lama	1
25	A0102	Kuyruk Laması Bağlantı Sacı	3
26	A0675	ZD T1-2 Z24 20X6	1
27	DIN 625-6004-12,SI,NC,12-68		2
28	A0676		2
29	A0952	Kuyruk Arka Koruma Sacı	1
30	A0949		1
31	A0947		1
32	A0713		10
4z 33	A0946		1
34	A0948		1
35	A0954		2
36	A0955		2
37	ema kalıp		2
38	ema balta 2		4
39	A0749		4
40	A0750		4
41	A0751		2
42	A01132		2

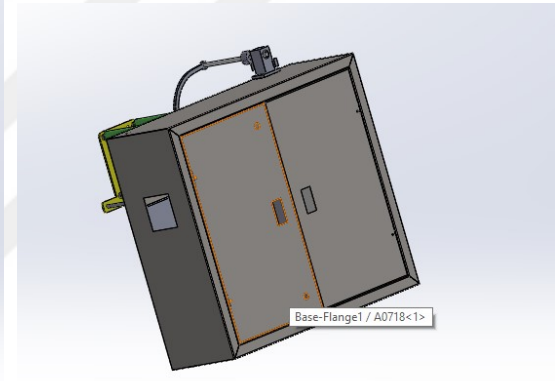
4.1.1.4. Panonun çizilmesi

Panonun tasarımı yapılırken, panonun iç kısmına tüm elektrik ekipmanlarının uygunluğuna göre ölçülendirme yapılmış ve panonun arka kısmında rulmanlar olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu rulmanları tasarlarken üzerindeki yükün yönünü ve taşıyabileceği yük büyüklüğünü dikkate alarak tasarımı yapılmıştır. Panonun genel tasarımı şekil 4.5 'de gösterilmiştir ve bu çizimi ait kullanılan malzemeler çizelge 4.4 'de verilmiştir.





(c) Pano arka kısım katı modellemesi



(d) Pano ön kısım katı modellemesi

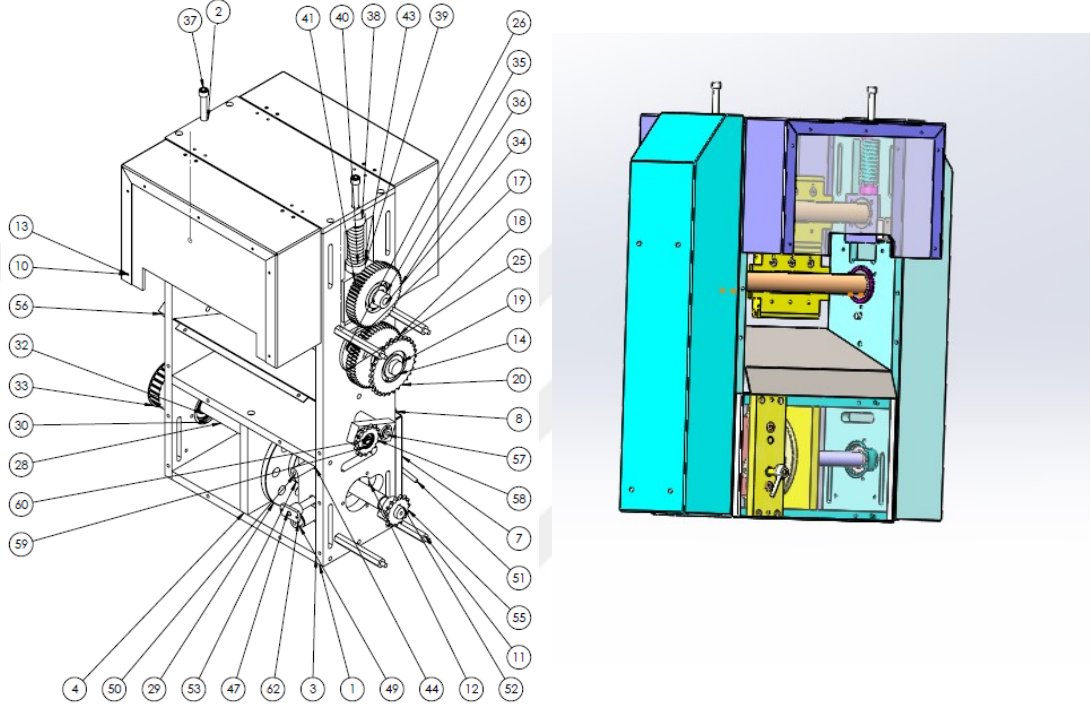
Şekil 4.5. SOLIDWORKS 3D katı modelleme ile pano çizimi

Çizelge 4.4. Pano çiziminde kullanılan parçalar

Öge No	Parça Numarası	Tanım	Miktarı
1	A0662	VP100 Sağ Giydirme Sacı	1
2	A0122 disk dişlisi		1
3	A0123		1
4	A0124		1
5	A0126		1
6	A0125 Dişi		2
7	A0188		1
8	A0169		1
9	A0167		1
10	A0108	VP500 Bobin Sacı	2
11	A0110	Merdane	3
12	A0109		3
13	Kağıt Grubu Rulmanı 20x32x7	Rulman 61804 20X32X7	6
14	Fotosel		1
15	A0205		1
16	A0204		1
17	A0245		4
18	A0967		1
19	A0119	Hareketli Merdane Tutucu	1
20	A0115	Sabit Merdane Sabitleme Parçası	1
21	A0113	Sabitleme Ön Parçası	2
22	A0116	VP100 Bobin Merdanesi	1
23	A0117	VP100 Bobin Merdane Mili	1
24	20x32x7 Rulman	Rulman 61804 20X32X7	2
25	A0114		1
26	A0118	Hareketli Bobin Sıkma Kolu	1
27	A0958		1
28	A0663	VP100 Üst Giydirme Sacı	1
29	A0664	VP100 Üst Giydirme Sacı	1
30	A0711		1
31	A0712		2
32	A0956		1
33	A0716	VP100 Pano Kapağı	1
34	A0718	VP100 Pano Kapağı	1
35	Menteşe1	Menteşe Kapak	4
36	Menteşe2	Menteşe	4
37	A0189		1
38	A0191		1
39	A0250		1
40	ME.007		1
41	A0249		1
42	A0174		1
43	A0173		1
44	A0206		1
45	A0904		1
46	A0905		1

4.1.1.5. Çene grubunun çizilmesi

Disk grubunda ambalajlanıp gelen ürünün bu bölümde döner çene sayesinde yapıştırılması ve kesilmesi sağlanmaktadır. Çene grubuna ait 3D çizimler şekil 4.6 'da gösterilmiştir ve çene grubunun çiziminde kullanılan parçalara ait bilgi EK A.1. 'de verilmiştir.



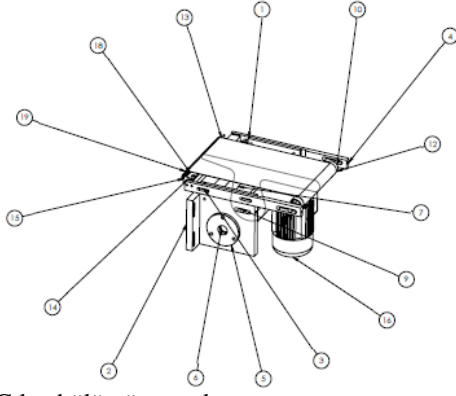
(a) Çene grubu parçaları.

(b) Çene grubu katı modellemesi.

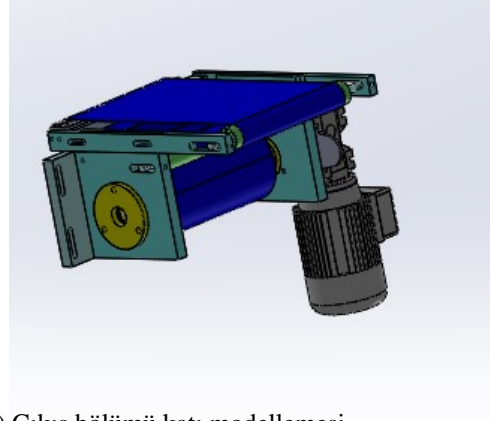
Şekil 4.6. SOLIDWORKS 3D katı modelleme ile çene grubu çizimi

4.1.1.6. Çıkış bölümünün çizilmesi

Çene grubu bölümünde yapıştırılıp kesilen ürün çıkış bölümüne gelir. Burada konveyör bant aracılığı ile birlikte stoklanacak alana iletilir. Çıkış bölümünde bulunan konveyör bant, rulman ve asenkron motorun tasarımı şekil 4.7 ' de gösterilmiştir ve çıkış bölümünün çiziminde kullanılan parçalara ait bilgiler çizelge 4.6 'da verilmiştir.



(a) Çıkış bölümü parçaları.



(b) Çıkış bölümü katı modellemesi.

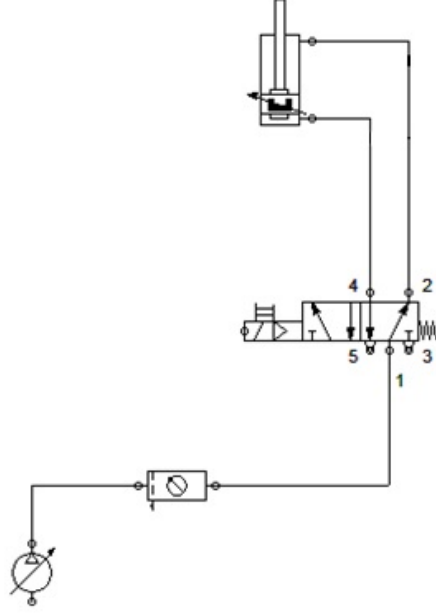
Şekil 4.7. SOLIDWORKS 3D katı modelleme ile çıkış bölümünün çizimi

Çizelge 4.5. Çıkış bölümünün çiziminde kullanılan parçalar

Öge No	Parça Numarası	Tanım	Miktarı
1	A0063		1
2	A0064	disk dişlisi	2
3	A0066		1
4	A0943		2
5	A0068		2
6	6205 Rulman	S RUL ZZ 6205	2
7	A0957		1
8	A0070		1
9	A0071		1
10	A0072		1
11	A0073		2
12	A0074		1
13	AP011		3
14	A0181		1
15	A0182		1
16	S121 0002	Redüktörlü Motor AC 0,25KW 40	1
17	S127 0001	Tork Kolu 40 Gövde VARVEL	1
18	S122 0006	Rulman 625 5X16X5	40
19	Kayış1-1-AKY100	Çıkış Grubu	1

4.1.1.7. Pnömatik Devre Şemasının Çizilmesi

Model sistemde kullanılmış olan şartlandırıcı, 5/2 selenoid uyarılı valf ve çift etkili silindire ait yapılmış olan çizim şekil 4.8 'de verilmiştir.

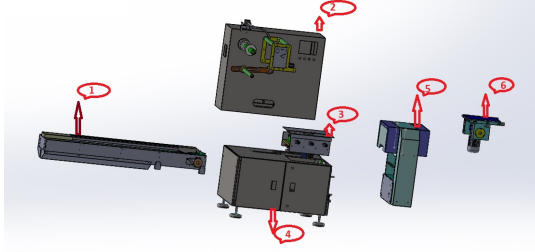


şekil 4.8. Pnömatik devre şeması

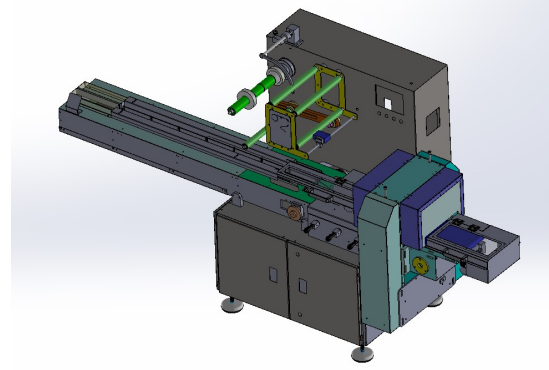
4.2. Oluşturulmuş Olan Çizimlere Göre Gerekli Montaj ve Bağlantıların Yapılması

4.2.1. Mekanik Bağlantı ve Montaj

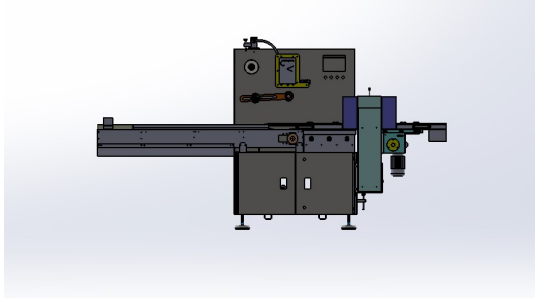
şimdiye kadar, şase tasarımı, disk grubunun tasarımı, besleme mekanizmasının tasarımı, pano tasarımı, çene grubunun tasarımı ve çıkış bölümünün tasarımı yapılmıştır. Yapılan tüm bu çizimlerin montajını SOLIDWORKS programı bünyesinde bulunan 'montaj alanı' sekmesini seçerek bu bölümden montajlaması yapılmıştır. şekil 4.9 'de montajı yapılan yatay paketleme makinesi gösterilmiştir.



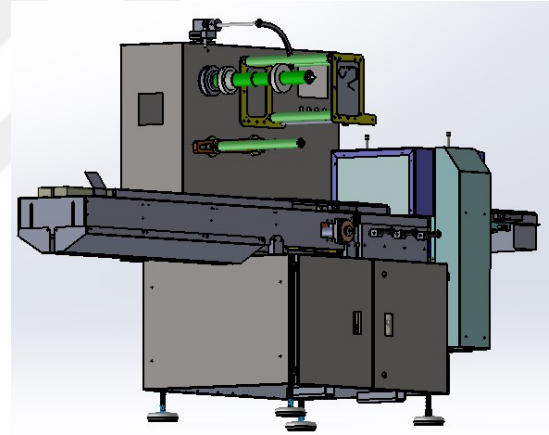
(a) Montajlanacak tasarımlar.



(b) Montajlanan makinenin izometrik görünüşü.



(c) Montajlanan makinenin ön görünüşü.



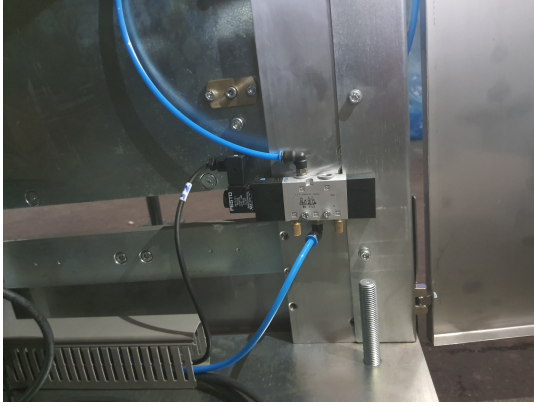
(d) Montajlanan makinenin yan görünüşü

Şekil 4.9. SOLIDWORKS ile yapılan çizimlerin montajlanması

Çizimi yapılmış olan pnömatik sistemin, makine üzerindeki montajı şekil 4.10 'da gösterildiği gibi yapılmıştır.

4.3. Elektrik Projesinin Çizilmesi

Elektrik projesi çizimlerinin yapılması için EPLAN yazılımı kullanılmıştır. Elektrik proje çizimine 3 faz, nötr ve toprak hatlarının çekilmesi, trafolar, fan, sürücü



(a) 5/2 selenoid uyarılı pnömatik valf



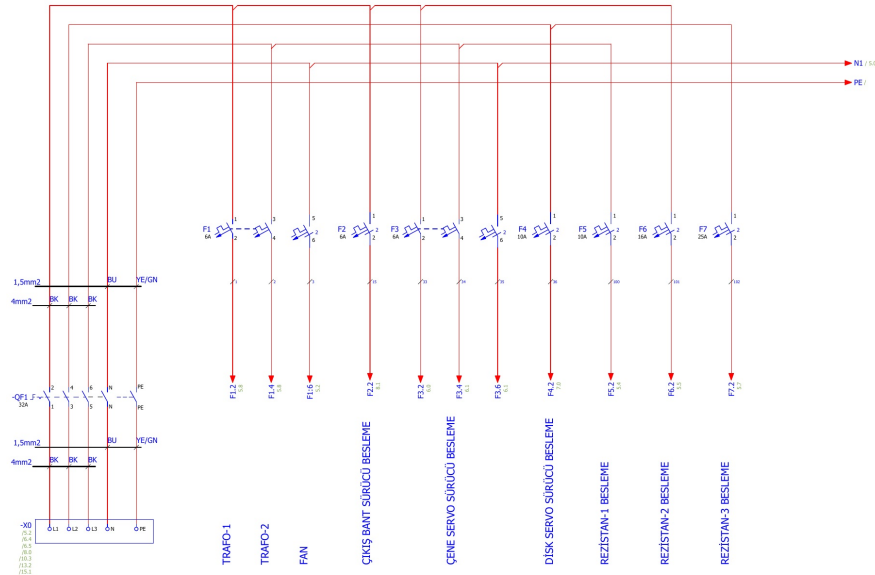
(b) Çift etkili silindir.



(c) Şartlandırıcı grubu.

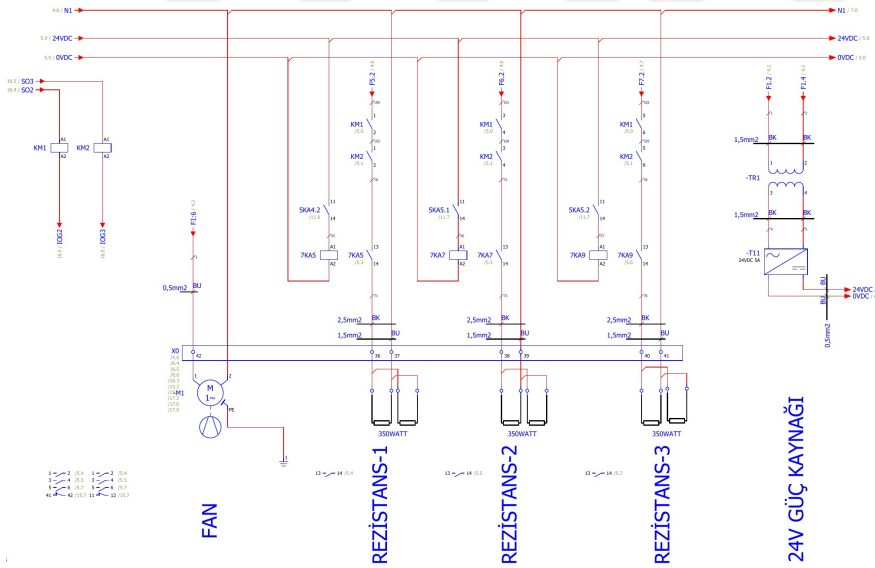
Şekil 4.10. Pnömatik elemanların montajları

beslemeleri ve rezistans beslemelerinin çizimi ile başlanmıştır. Yapılan çizim şekil 4.11 'de gösterilmiştir.



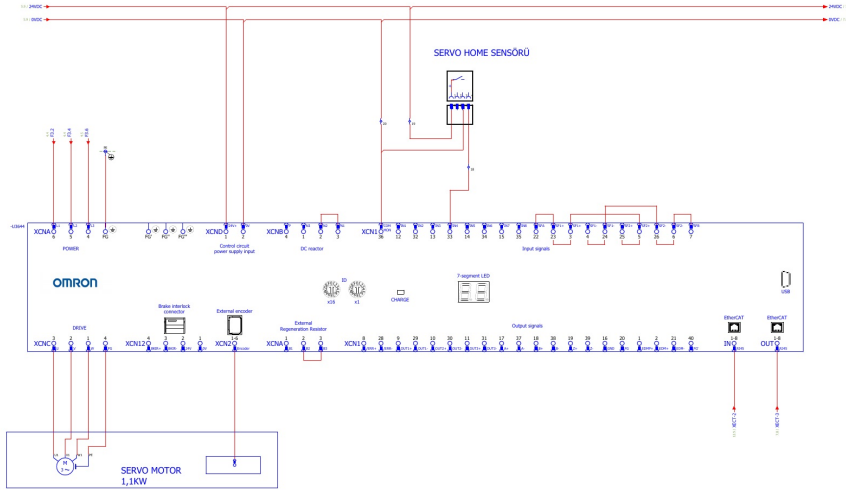
Şekil 4.11. Besleme hatlarının çekilmesi

Şekil 4.12 'de fan motorunun, rezistansların ve trafo ile güç kaynağı arasındaki bağlantıların çekilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir.



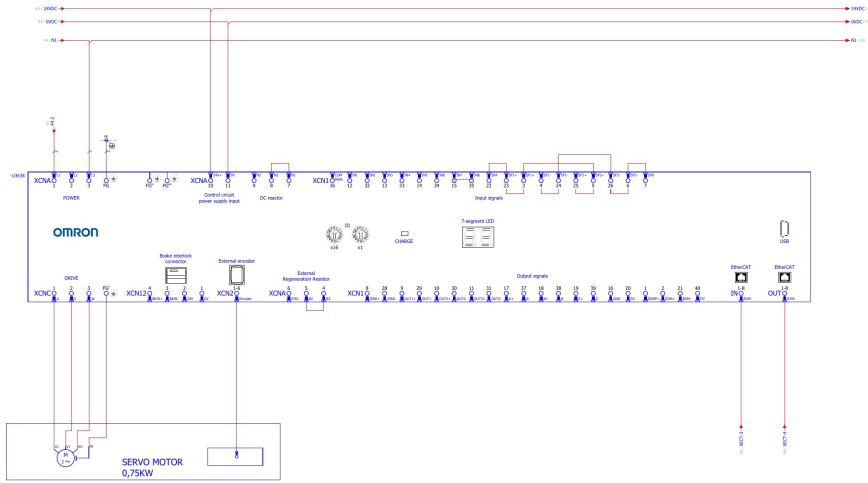
Şekil 4.12. Fan ve rezistans

Şekil 4.13 'de servo sürücünün EtherCAT ile kontrol edilmesi için gerekli olan bağlantı, 24 VDC ve 0 VDC beslemeleri ve çene bölümünde bulunan 1.1 kW 'lık servo motorun kontrolü için gerekli olan elektriksel bağlantıları gösterilmiştir.



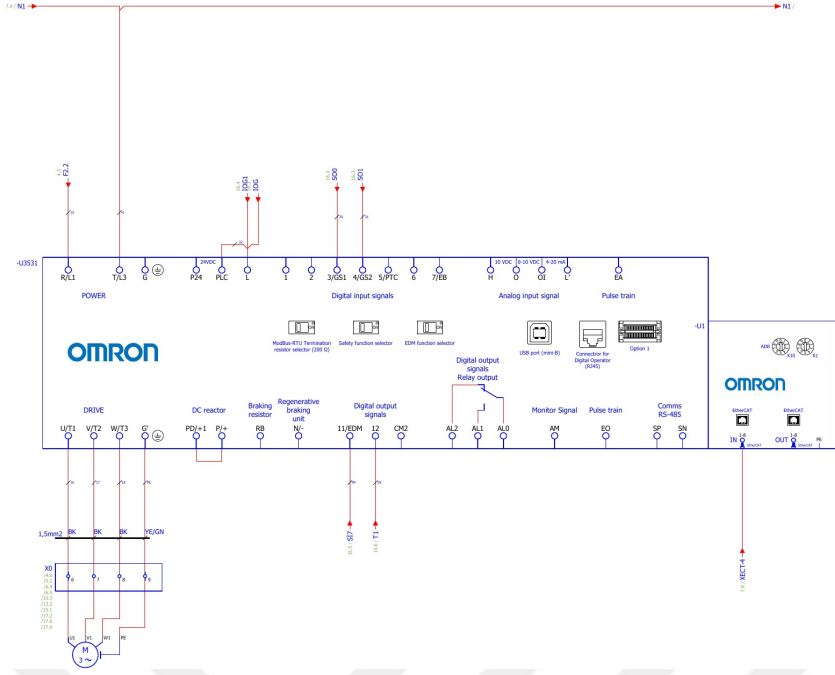
Şekil 4.13. Servo motor kontrolü

Disk bölümünün kontrolünde kullanılan 0.75 kW 'lık servo motorun servo sürücü ile kontrolü için gerekli olan elektriksel bağlantılar şekil 4.14 'de gösterilmiştir.



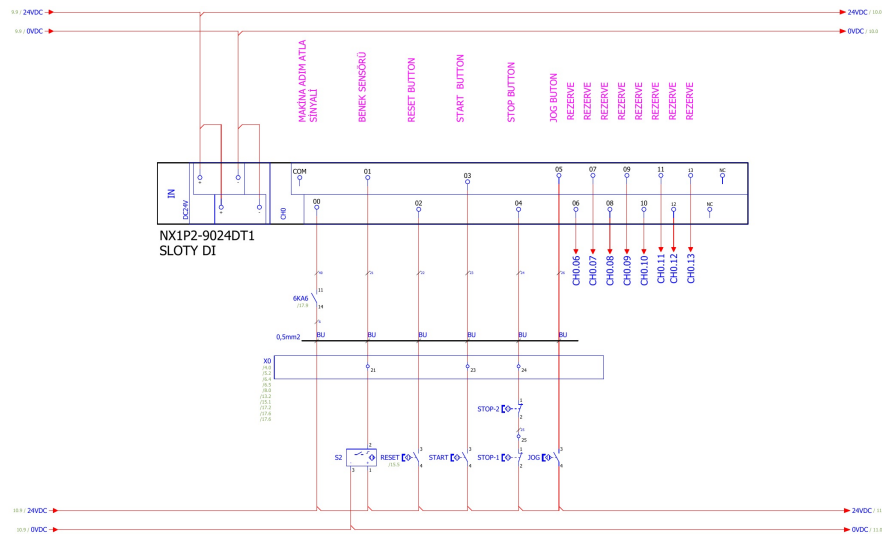
Şekil 4.14. Servo motor kontrolü

Paketleme makinesinin çıkış bandı bölümünde bulunan asenkron motorun kontrolü için kullanılan inverter ile asenkron motor arasındaki elektriksel bağlantılar şekil 4.15'de gösterilmiştir.



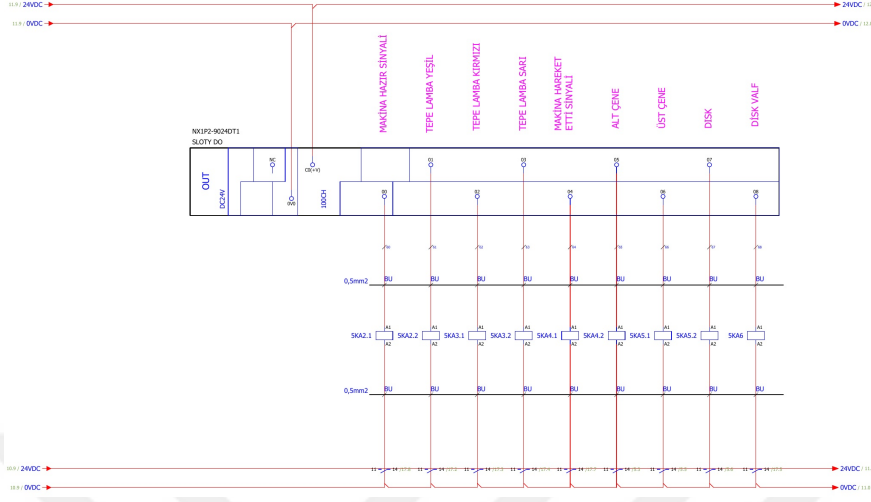
Şekil 4.15. Asenkron motor kontrolü

Standart PLC 'nin NX1P2-9024DT1 input modülünün, reset butonu, stop butonu, start butonu, jog butonu ile modülün çalışması için gerekli olan 24 VDC beslemesi gibi elektriksel bağlantıları yapılmıştır. Şekil 4.16 'da input modülü için çizilen elektriksel şema gösterilmiştir.



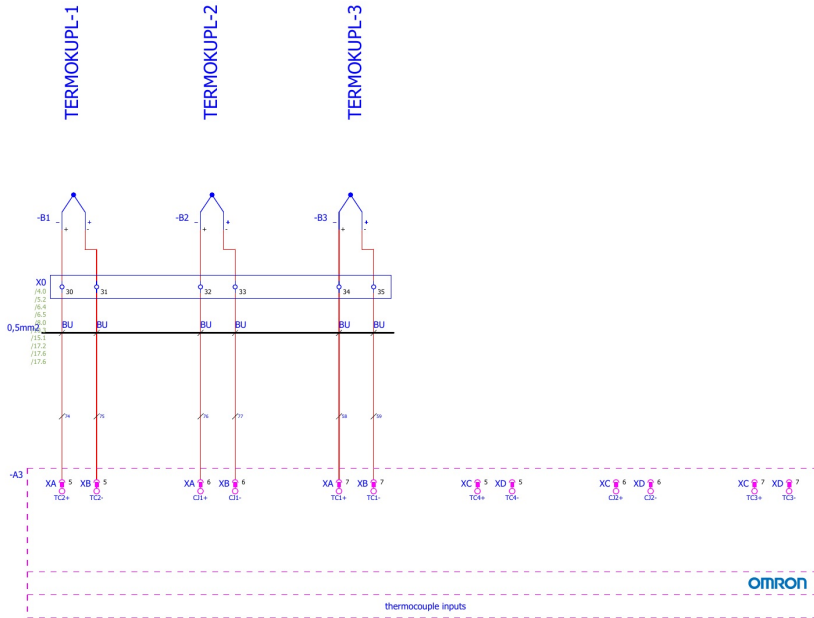
Şekil 4.16. Standart PLC NX1P2-9024DT1 input modülü elektriksel bağlantıları

Standart PLC 'nin NX1P2-9024DT1 output modülü ile ikaz lambaları ve sinyalleri, alt çene - üst çene ve disk bölümünün kontrolü için gerekli olan elektriksel bağlantılar şekil 4.17 'de gösterilmiştir.



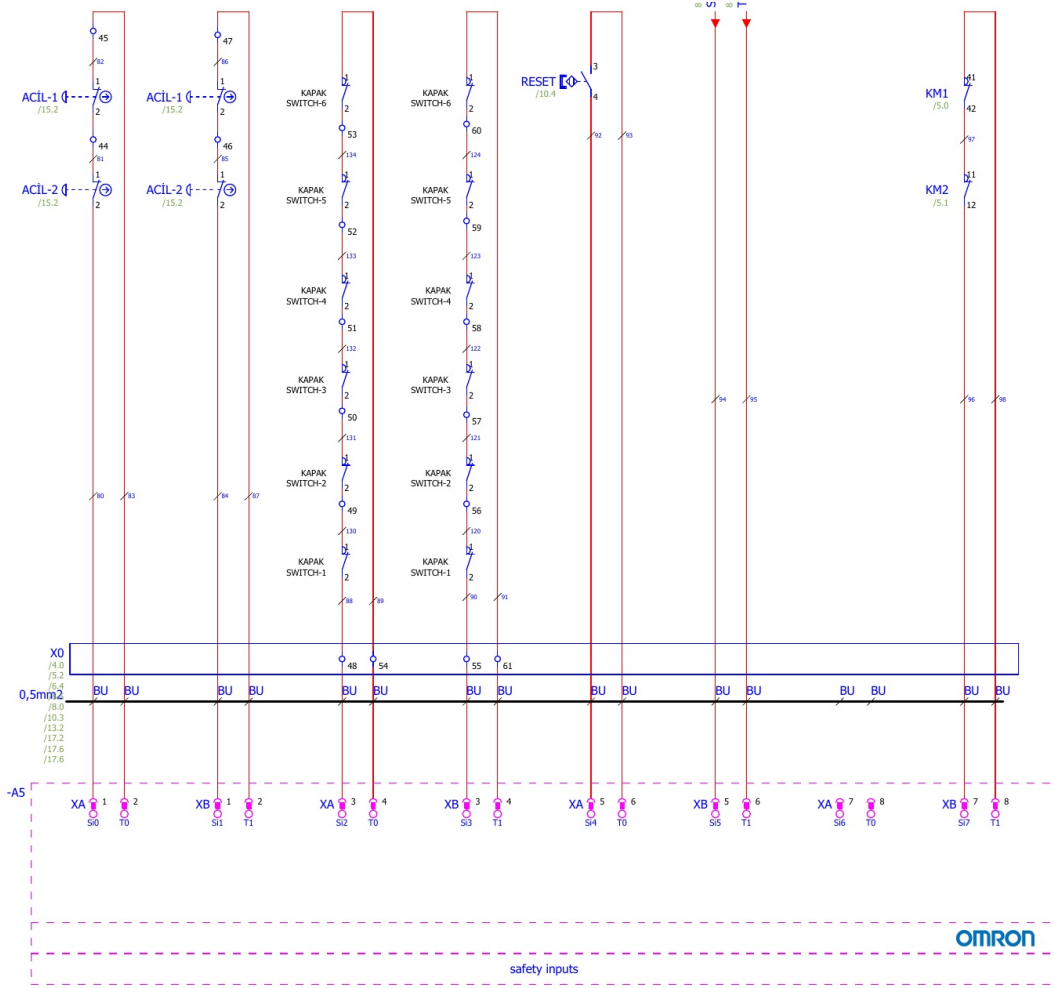
Şekil 4.17. Standart PLC NX1P2-9024DT1 output modülü elektriksel bağlantıları.

NX-TS3101 sıcaklık giriş ünitesi ile sistemde kullanılmış olan termokupllar arasındaki elektriksel bağlantılar şekil 4.18 'de gösterilmiştir.



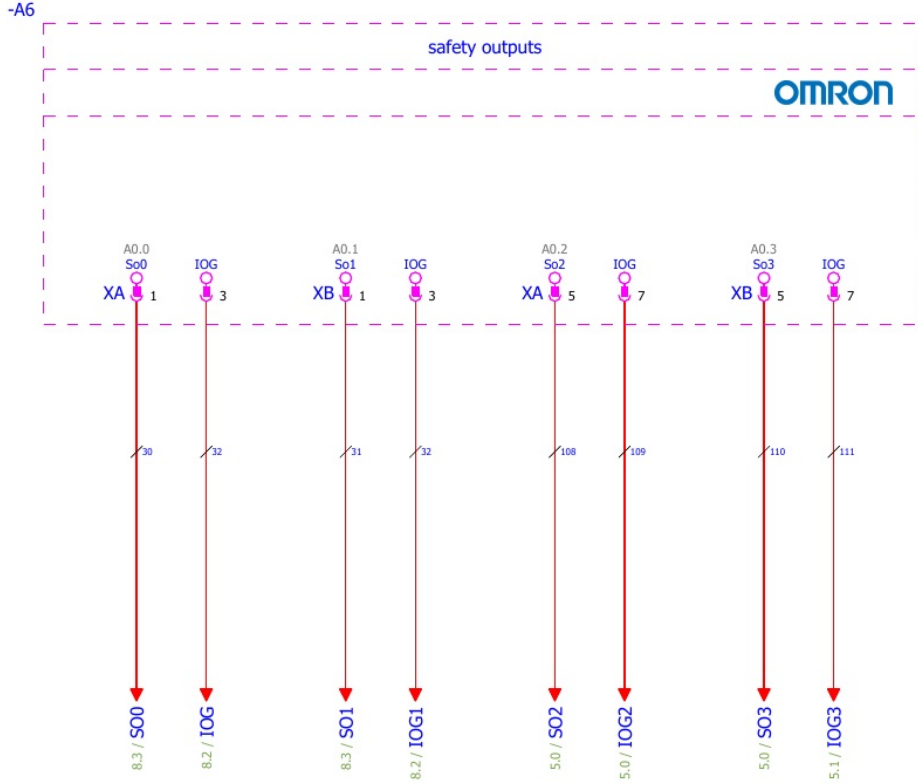
Şekil 4.18. NX-TS3101 modülü elektriksel bağlantıları

Emniyet PLC 'nin giriş modülü olan NX-SID800 ile emniyet anahtarları ve acil durdurma butonları arasında ki elektriksel bağlantı şekil 4.19 'da gösterilmiştir.



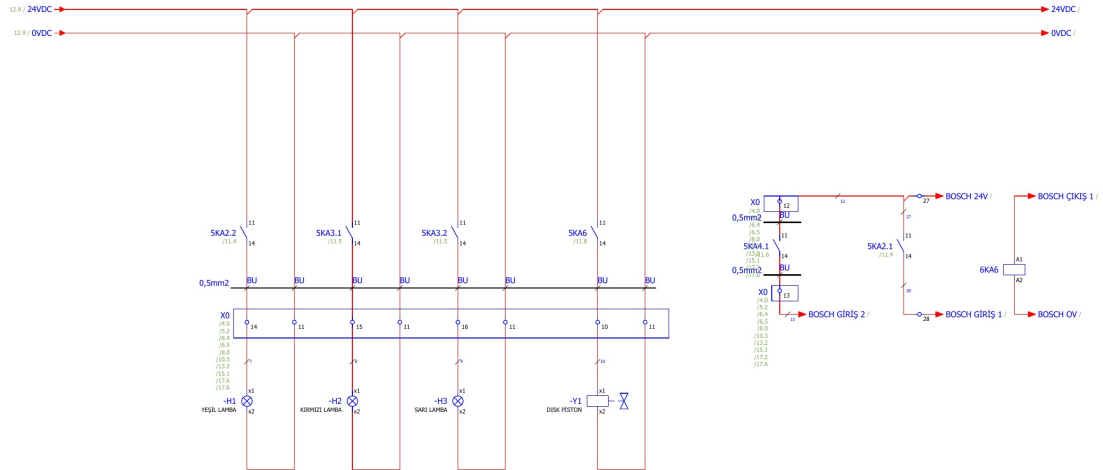
Şekil 4.19. NX-SID800 emniyet girişi elektriksel bağlantıları

Emniyet PLC 'nin çıkış modülü olan NX-SOD400 ile inverter ile arasındaki elektriksel bağlantı ve kontaktörler arasındaki bağlantı şekil 4.20 'de gösterilmiştir.



Şekil 4.20. NX-SOD400 emniyet çıkışı elektriksel bağlantıları

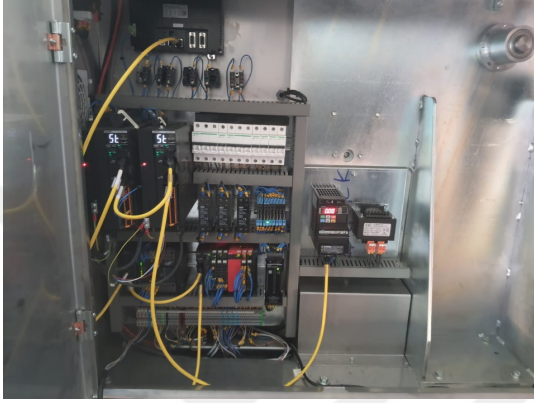
Röle kontakları ile ikaz lambaları arasındaki elektriksel bağlantılar ve röle kontağı ile disk pistonu valfi arasındaki elektriksel bağlantılar Şekil 4.21 'de gösterilmiştir.



Şekil 4.21. Lamba ve valf bağlantıları

4.4. Çizimi Yapılan Elektrik Panosunun Bağlantılarının Yapılması

Elektrik panosunun tasarımını SOLIDWORKS programı ile oluşturup, PLC'lerin, rölelerin, sürücülerin, sigortaların, butonların vs. gerekli elektrik çizimleri EPLAN programında yapılmıştır. Yapılan çizimlere uygun elektrik panosunun montajı yapılmış ve elektriksel bağlantıları çekilmiştir. Şekil 4.22 'de elektrik panosu bağlantıları gösterilmiştir.



(a) Pano bağlantısı.



(b) Pako Şalteri .



(c) Kontrol butonları ve Acil durdurma butonu bağlantısı.



(d) HMI ekran.

Şekil 4.22. Elektrik pano montajı

4.5. PLC nin Programlanması

Standart ve safety PLC 'nin programlanmasında Omron Sysmac Studio programı kullanılmıştır. Açık standart IEC 61131-3 ile tamamen uyumlu olan Sysmac

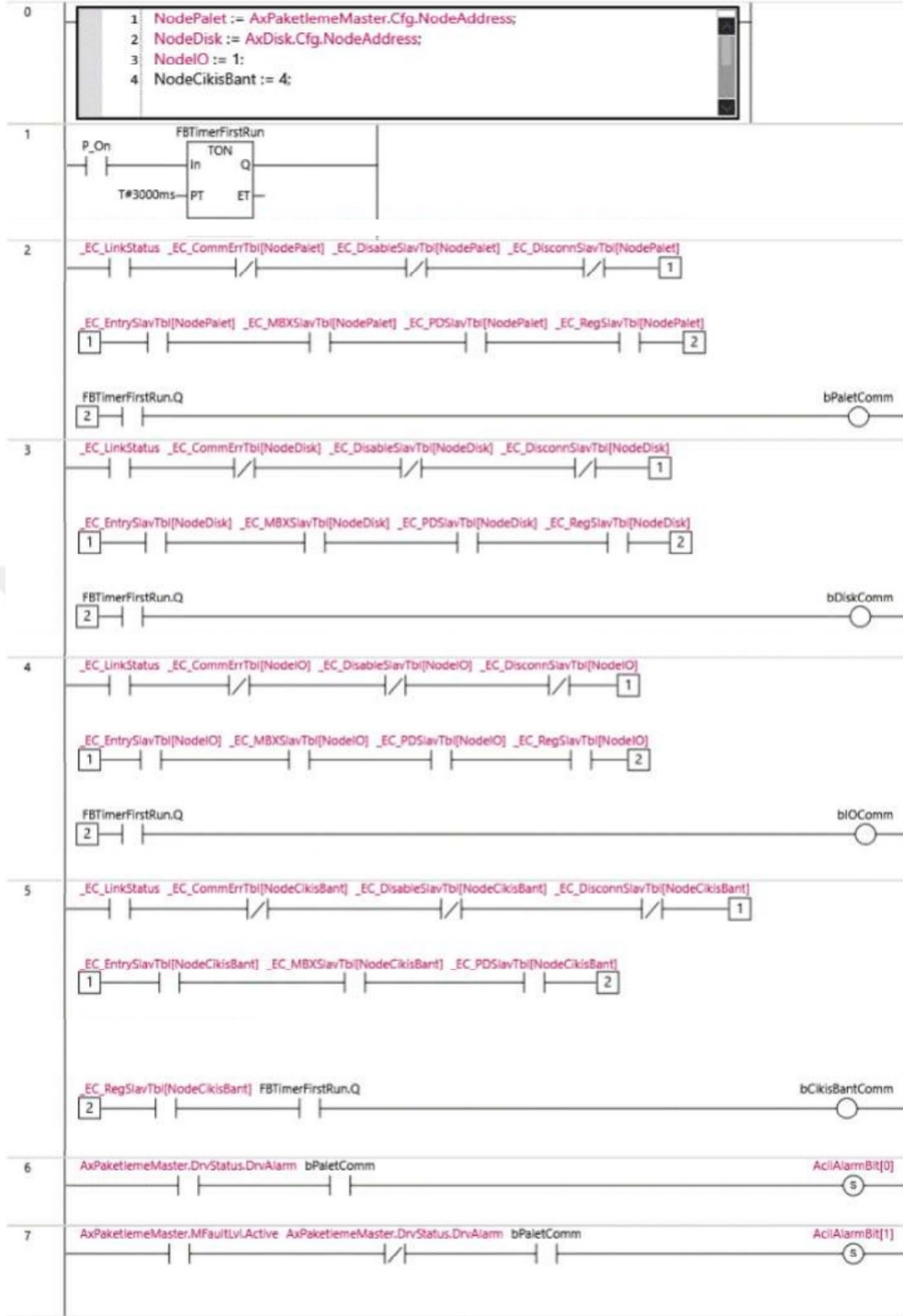
Studio, programlar, fonksiyonlar ve fonksiyon bloklarını içeren program organizasyon üniteleri, ladder diyagramı ve yapılandırılmış metin programlama dillerine dayanan bir programdır. PLCopen standartları temelindeki hareket kontrolü talimatları ve IEC kurallarına uyan bir talimat seti de bunlara dahildir. Symac Studio, yeni bir yazılımın öğrenme eğrisini neredeyse ortadan kaldırır ve yeni yazılımın hızlı bir şekilde benimsenmesi sağlar. [29]. Bu yazılım sistem üzerindeki sensörlerden gelen verilerin yorumlanması, verilerin haberleşme üzerinden bir buluta module gönderilmesi, ve panelden gelen komutların alınıp yorumlanması ve bu komutlara göre sistem ayarlarının düzenlenebilmesi bölümlerden oluşmaktadır [3].

Symac Studio programı tasarıma sistemin herhangi bir parçasından başlamanızı sağlamakta ve tasarım konsepti ile iş akışına müdahale etmeyen uygun kılavuzlarla birlikte anlaşılabilir çalıştırma prosedürleri sunmaktadır. Bu durum, ayarlardaki ve prosedürlerdeki hataların hemen giderilebildiği veya ciddi kazalara neden olmadığı sürece proje sonlanana dek düzeltilmeden bırakılabildiği esnek bir tasarım çalışması sunmaktadır. Symac Studio, yanlış bağlantıların önlenmesini ve buna bağlı olarak makinenin çalıştırılmasını engellemektedir. [29].

4.5.1. Paketleme Programı

4.5.1.1. Alarm Programı

Sistem çalışması sırasında oluşabilecek herhangi bir hatanın bildirilmesi adına acil alarm lambaları bulunmaktadır. Bu lambalarda ikaz oluşturabilmek için öncelikle gerekli olan bölümlerde bağlantıların yapılmış olması gerekmektedir. Disk bağlantısı, palet bağlantısı, çıkış bant bağlantısı gibi müdahale gerektiren yerler ile bağlantı kurulduktan sonra oluşabilecek durumlara ait yazılımın bir kısmı şekil 4.23 'de verilmiştir. Yazılımın tamamı Ek B.1 'de verilmiştir.



Şekil 4.23. Alarm grubu PLC programı

4.5.1.2. Uyarı Programı

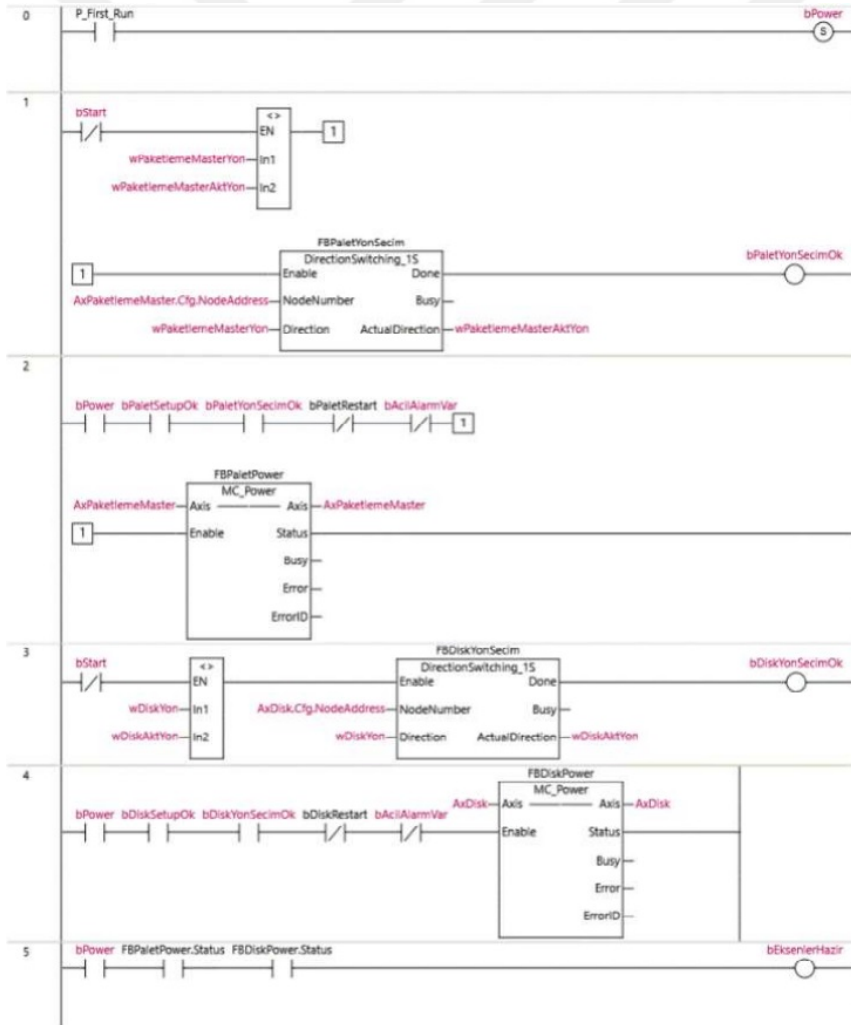
Yazılan programın uyarı bölümüne ait yazılım şekil 4.24 'de verilmiştir.



Şekil 4.24. Uyarı bölümü PLC programı

4.5.1.3. Güç Programı

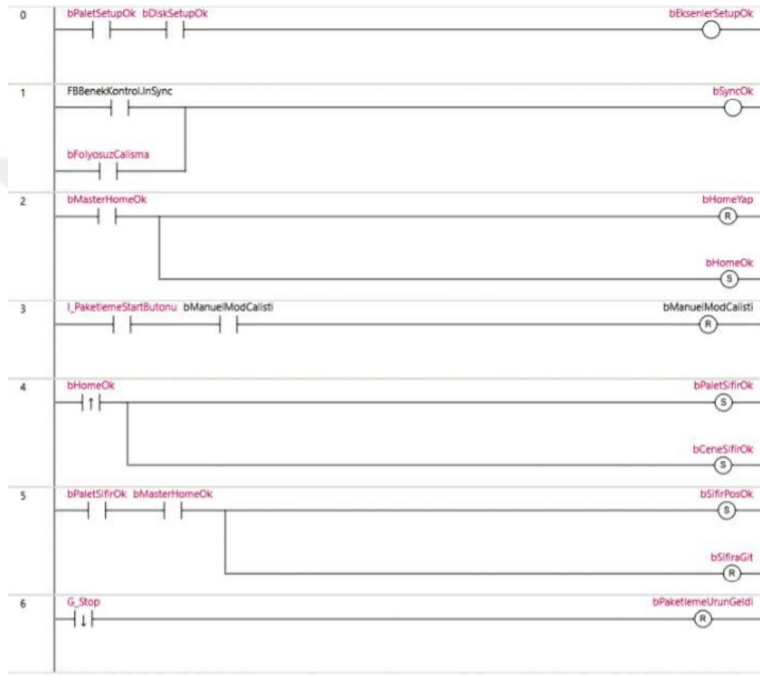
Sistemin güç kontrolünün sağlanabilmesi için gerekli olan yazılım şekil 4.25 'de verilmiştir.



Şekil 4.25. Güç bölümü PLC programı

4.5.1.4. Kumanda Programı

Model sistemde bulunan paletlerin ve diskin yön kontrolünün sağlanması, paketlenme için başlatma butonuna basıldığında hangi durumların gerçekleşeceği, folyosuz çalışma durumunda, acil alarmların ve normal alarmların oluşması durumunda olması gereken adımlara dair gerekli olan yazılımın bir kısmı şekil 4.26 'da verilmiştir. Yazılımın tamamı Ek B.2 'de verilmiştir.



Şekil 4.26. Kumanda devresi PLC programı

4.5.1.5. Master Programı

Makine hızının, duruş ve kalkış rampasının değer aralıklarını kullanarak ana hareketin hızlanma ve yavaşlamasının kontrolü, duruş pozisyonunun hazırlanması, besleme mekanizması üzerinde ürün var-yok kontrolünün sağlanması gibi başlıca hareketlerin hesaplamalarının yapılmasına dair yazılan programın bir kısmı şekil 4.27 'de verilmiştir. Yazılımın tamamı Ek B.3 'de verilmiştir.

```

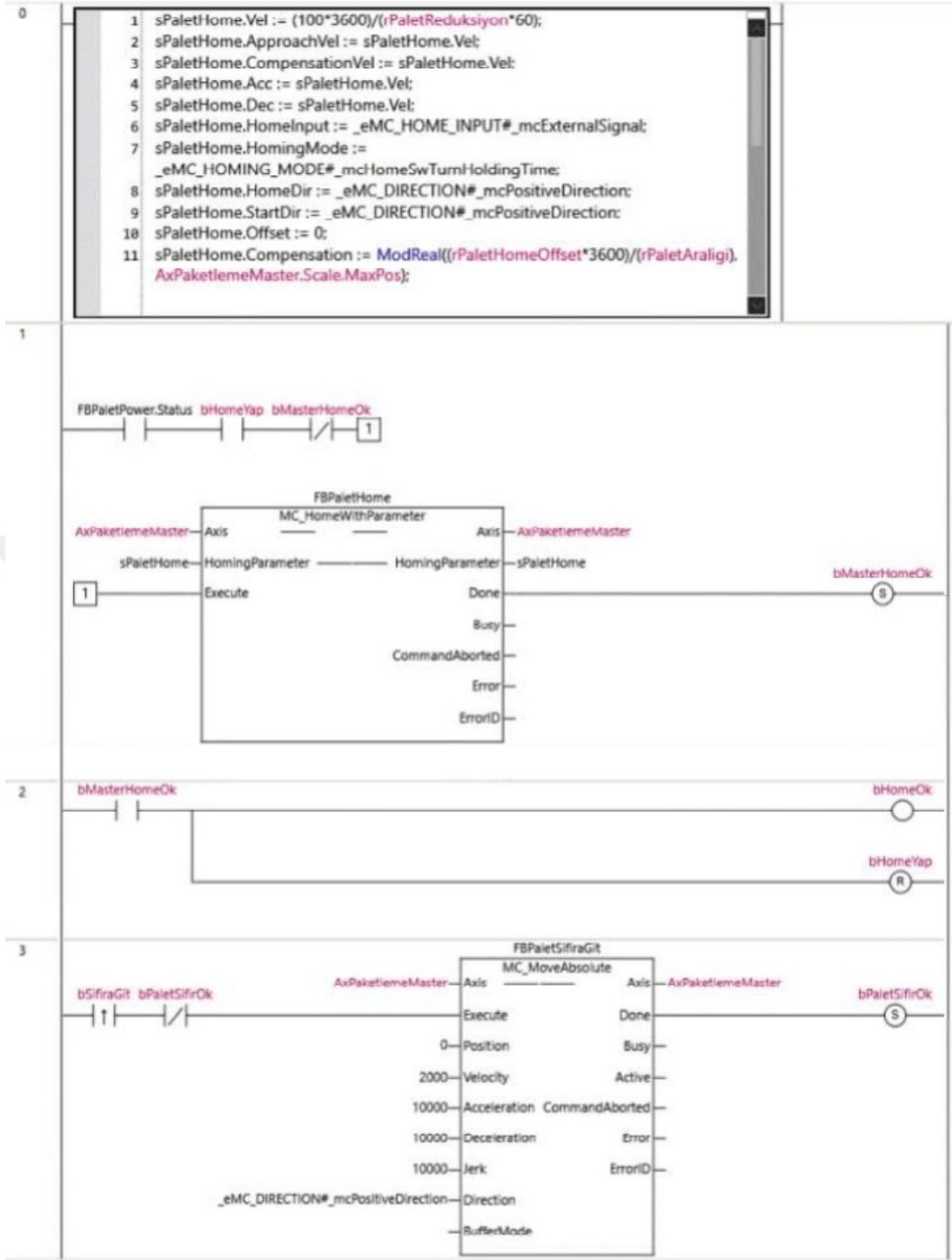
0
1 IF rMaksimumHiz = 0 THEN rMaksimumHiz := 100; END_IF;
2 IF rKalkisRampasi = 0 THEN rKalkisRampasi := 200; END_IF;
3 IF rDurusRampasi = 0 THEN rDurusRampasi := 200; END_IF;
4 IF rMakinaHizi > rMaksimumHiz THEN rMakinaHizi := TO_REAL(rMaksimumHiz);
   END_IF;
5 FBMasterMoveVel.Velocity :=
   (rMakinaHizi*AxDurumMaster.Scale.MaxPos)/60;
6 FBMasterMoveVel.Acceleration := (FBMasterMoveVel.Velocity*1000)/
   rKalkisRampasi;
7 FBMasterMoveVel.Deceleration := (FBMasterMoveVel.Velocity*1000)/
   rDurusRampasi;
8 bUrunVar := TRUE; // ((bY1Start OR bY2Start) AND bPaketlemeUrunGeldi) OR
   (bY1Start = FALSE AND bY2Start = FALSE); //ürün var yok senaryosu olursa
   kullanılacak.
9
10 rAktMakinaHizi := LREAL_TO_REAL((AxDurumMaster.Act.Vel*60/
   AxDurumMaster.Scale.MaxPos));
11
1
bNormalSertDurusVar
1
1
1 rDurusPosHesap :=
   ((rAktMakinaHizi*AxDurumMaster.Scale.MaxPos*rDurusRampasi)/60000);
2 rDurusNoktasi := rDurusPosHesap + AxDurumMaster.Cmd.Pos;
3 rDurusPos := rDurusPosHesap + (AxDurumMaster.Scale.MaxPos - ModReal
   (rDurusNoktasi, AxDurumMaster.Scale.MaxPos));
4 rDurusZamani := 2*rDurusPos/AxDurumMaster.Cmd.Vel;
5 rDurusAccel := AxDurumMaster.Cmd.Vel/rDurusZamani;
6
7 rSertDurusAccel := (AxDurumMaster.Cmd.Vel**2)/(2*
   (2*AxDurumMaster.Scale.MaxPos - AxDurumMaster.Cmd.Pos));
8 IF bSogukSecim = FALSE AND AxDurumMaster.Cmd.Vel > 1 AND
   bCeneSikistiAlarm = FALSE THEN
9   rSertDurusAccel := rDurusAccel;
10 ELSIF bSogukSecim AND AxDurumMaster.Cmd.Vel > 1 AND
   bCeneSikistiAlarm = FALSE THEN
11   rSertDurusAccel := 1000000;
12 ELSIF bCeneSikistiAlarm THEN
13   rSertDurusAccel := 2000000;
14 END_IF;

```

Şekil 4.27. PLC master bölümü programı

4.5.1.6. Home Programı

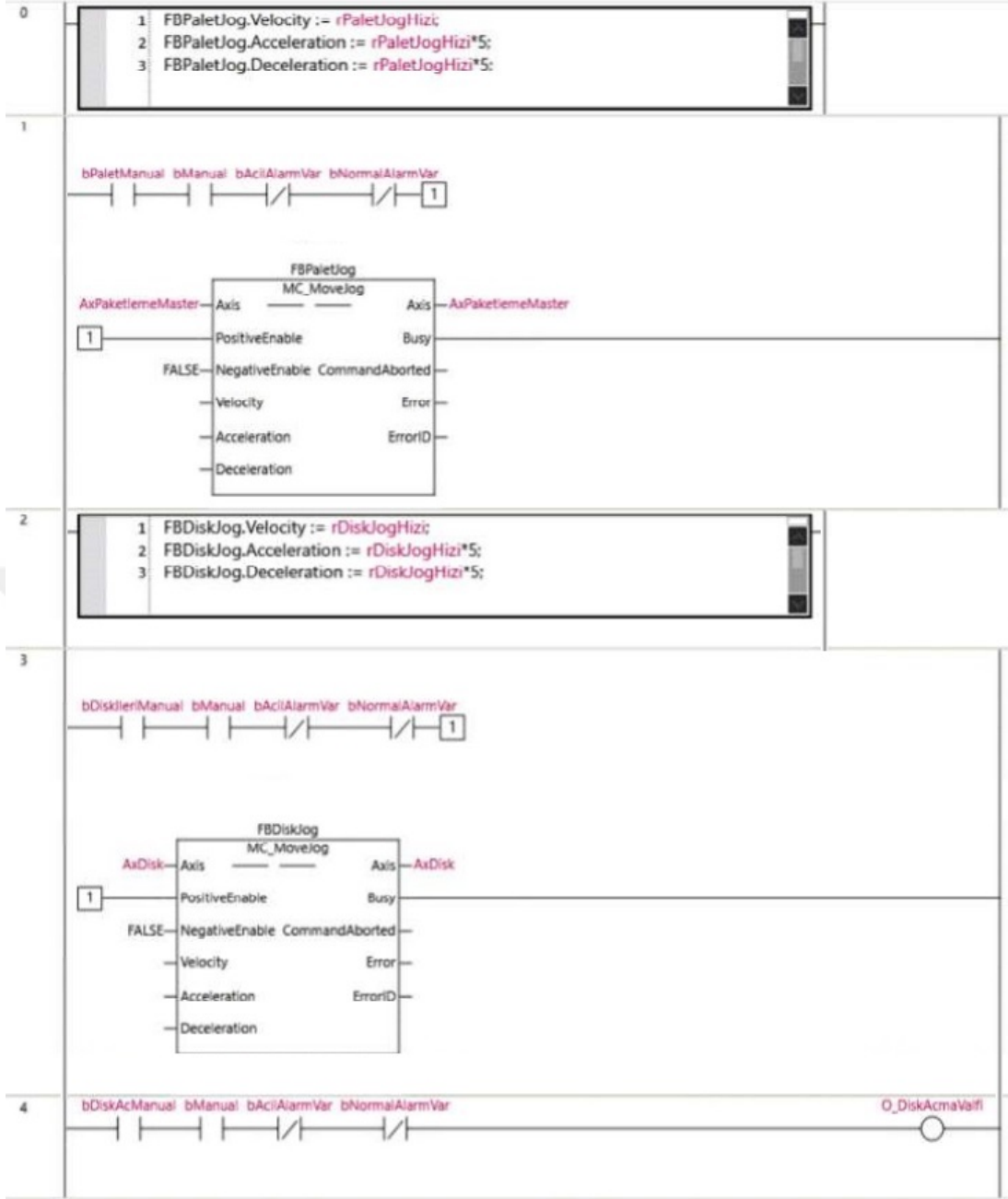
Model sistemde bulunan paletin kontrolü, paletin sıfır noktasının ayarlanması için gereken hesaplamalar yapılmış ve gerekli PLC programı yazılmıştır. Yazılan program şekil 4.28 'de verilmiştir.



Şekil 4.28. Palet kontrolü PLC programı

4.5.1.7. El ile Kontrol Programı

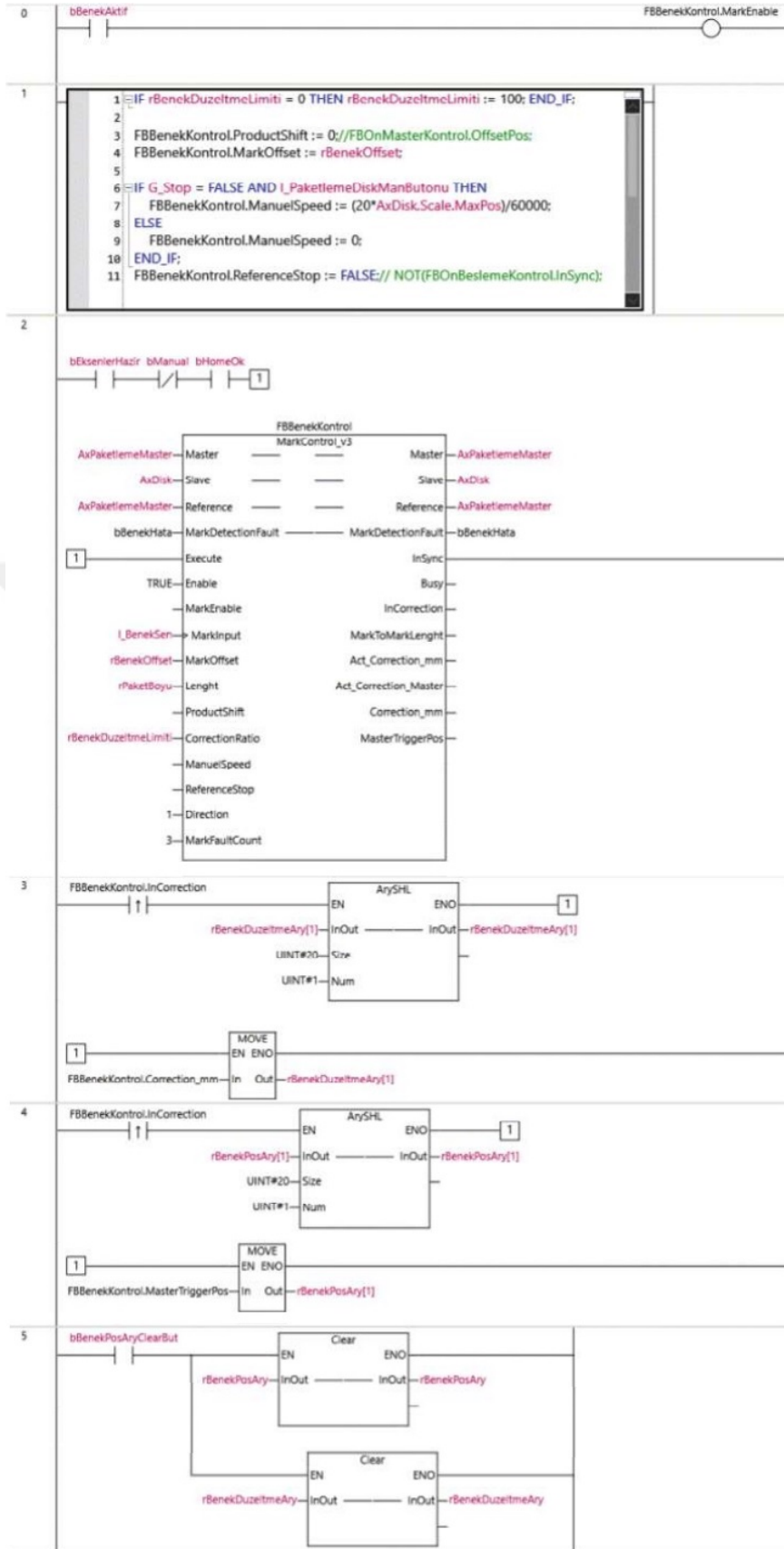
Model sistemde bulunan paletin ve diskin kontrolünü manuel olarak kontrol etmek için yazılan program şekil 4.29 'da verilmiştir.



Şekil 4.29. PLC palet ve disk kontrol programı

4.5.1.8. Disk Benek Kontrol Programı

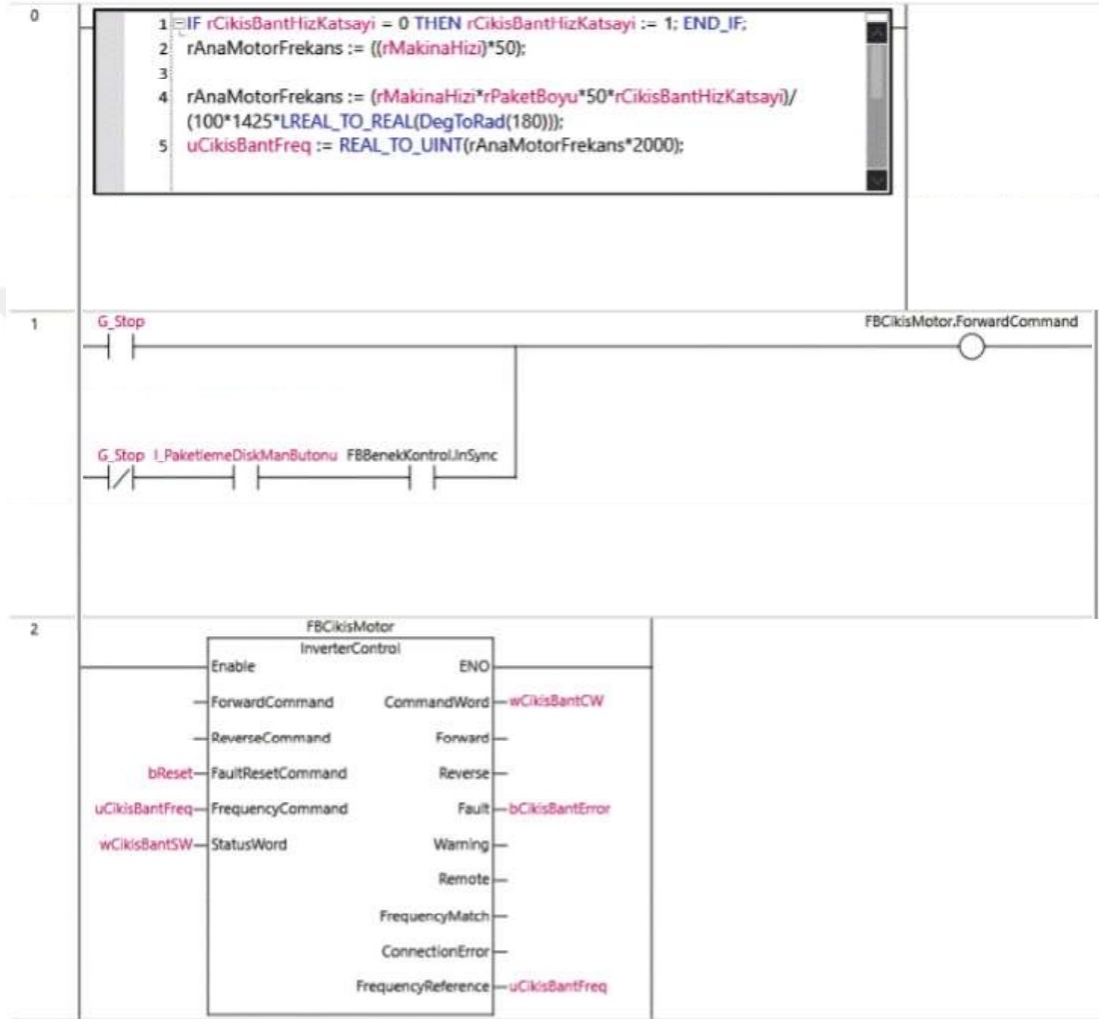
Otomatik ve manuel çalışma modunda fotosel benek sensörü sayesinde ambalaj ve ürünün takip edilmesi ve buna bağlı olarak hızının ayarlanması sağlanmıştır. Şekil 4.30 'da fotosel benek kontrolü için yazılmış olan PLC programı verilmiştir.



Şekil 4.30. Benek kontrolü PLC programı

4.5.1.9. Çıkış Bant Kontrol Programı

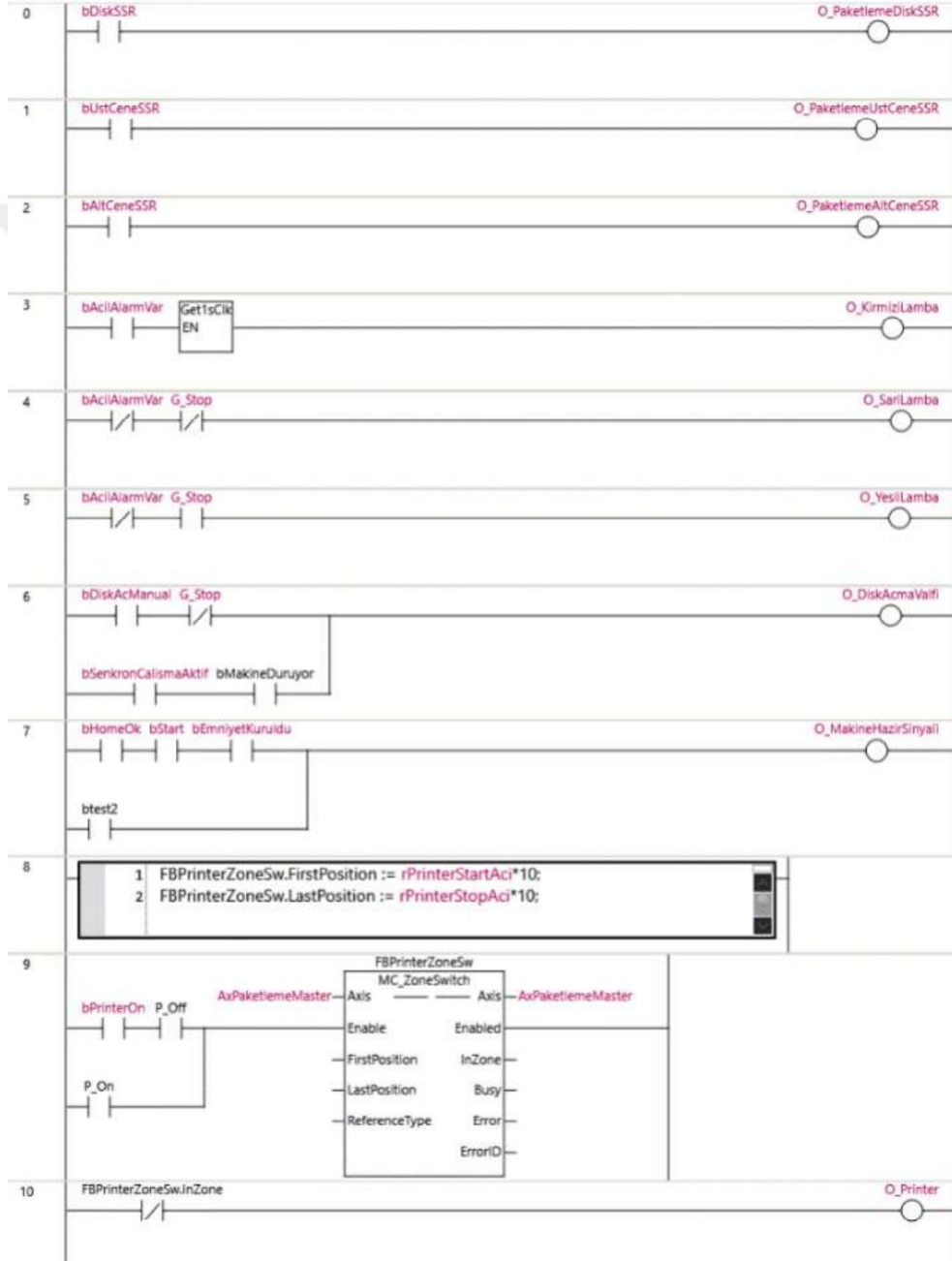
Model sistemde bulunan çıkış bandının kontrolünün sağlanması için bant kontrolünde kullanılan asenkron motorun frekansını, makinenin hızını ve çıkış bandı hız katsayısını kullanarak yapılan hesaplamalar ve buna bağlı asenkron motorun kontrolü için yazılan program şekil 4.31 'de verilmiştir.



Şekil 4.31. Çıkış bandının kontrolü PLC programı

4.5.1.10. Çıkış Programı

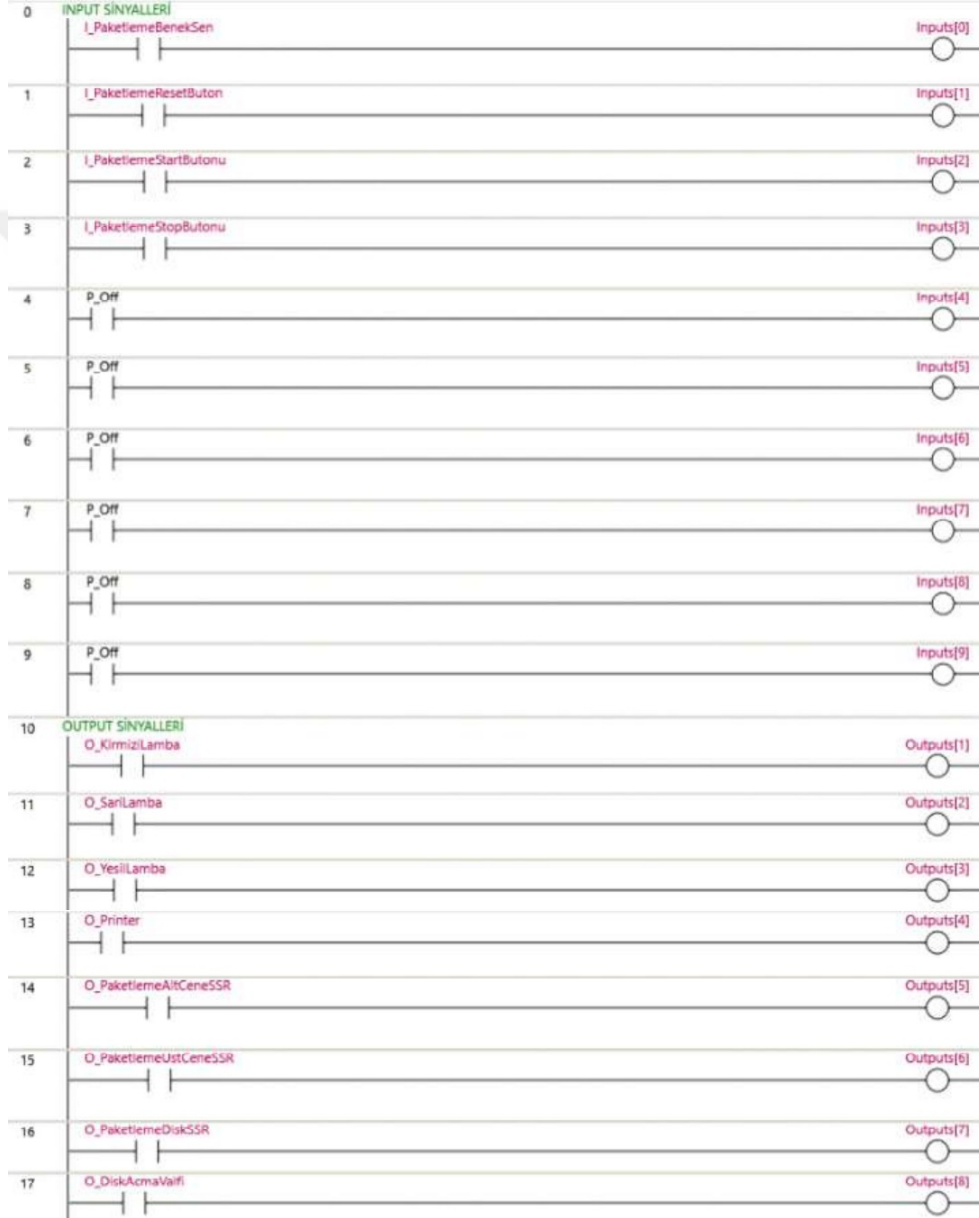
Disk butonuna basıldığında paketleme diskinin aktif olması, üst ve alt çene girişlerinin aktif edilmesine göre çenelerden çıkış alınması, acil alarm ve buna bağlı olarak farklı durumlarda alınacak ikaz lambalarının çıkışları, disk açma valfinin aktif edilmesi gibi alınacak olan çıkışlara ait yazılan program şekil 4.32 'de verilmiştir.



Şekil 4.32. Çıkışlar PLC programı

4.5.1.11. HMI Ekran Programı

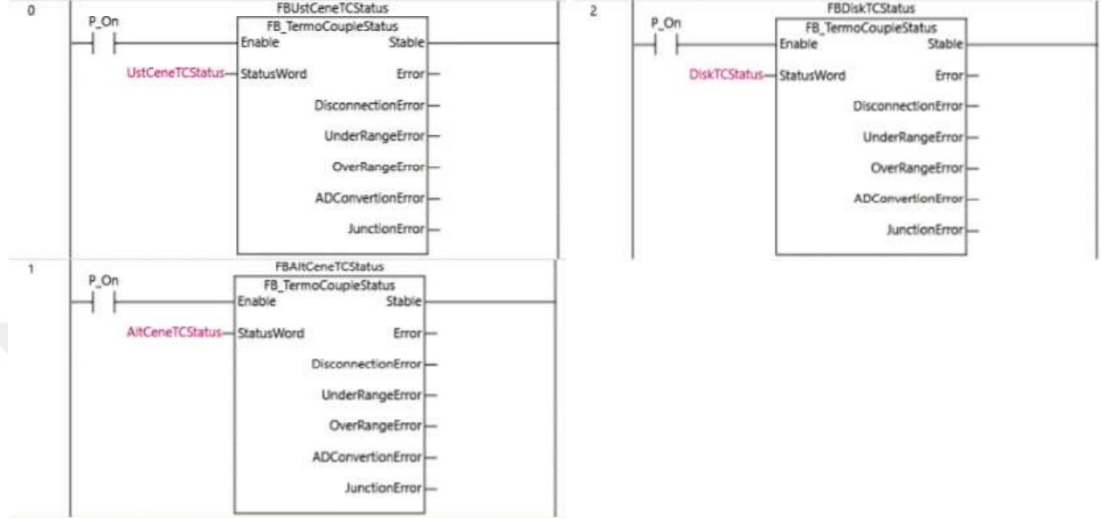
Model sistem üzerinde paketlenme sırasında benek sensöründen, reset, start ve stop sensörlerinden gelen bilgi PLC üzerinde input sinyali olarak işlenir. İkaz lambaları, alt-üst çene, disk ve disk açma valfi ise PLC üzerinde output sinyali olarak işlenir. Yapılan bu işlemlere ait PLC yazılımı şekil 4.33 'de verilmiştir.



Şekil 4.33. HMI PLC programı

4.5.1.12. Sıcaklık Durumu Programı

Alt çene, üst çene ve diskin termokupl sıcaklık durumlarını fonksiyon blokları ile alıyoruz. Yapılan işleme ait program şekil 4.34 'de verilmiştir.

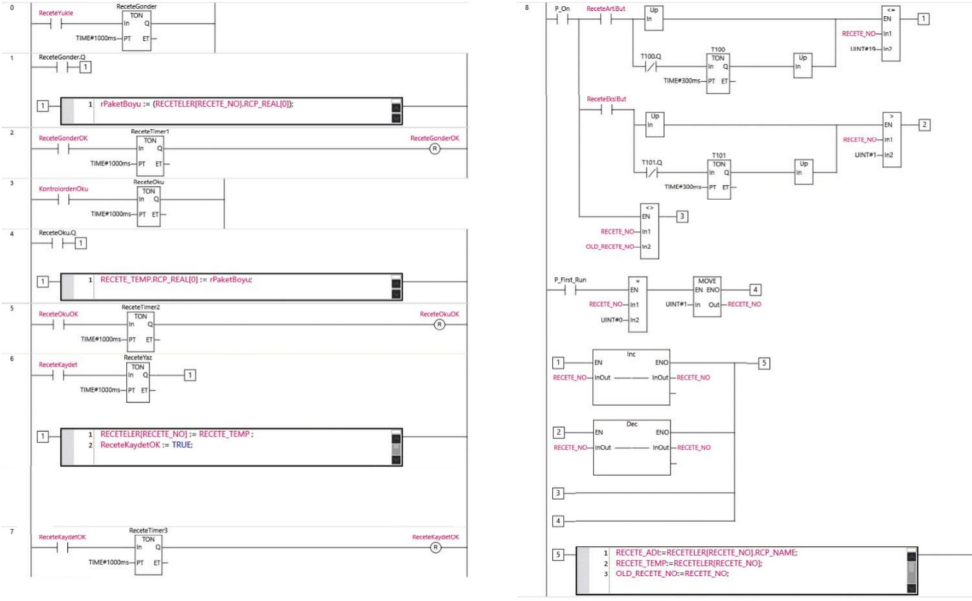


Şekil 4.34. Sıcaklık Durumu PLC programı

4.5.2. Paketleme Isı Kontrol Programı

4.5.2.1. Reçete Programı

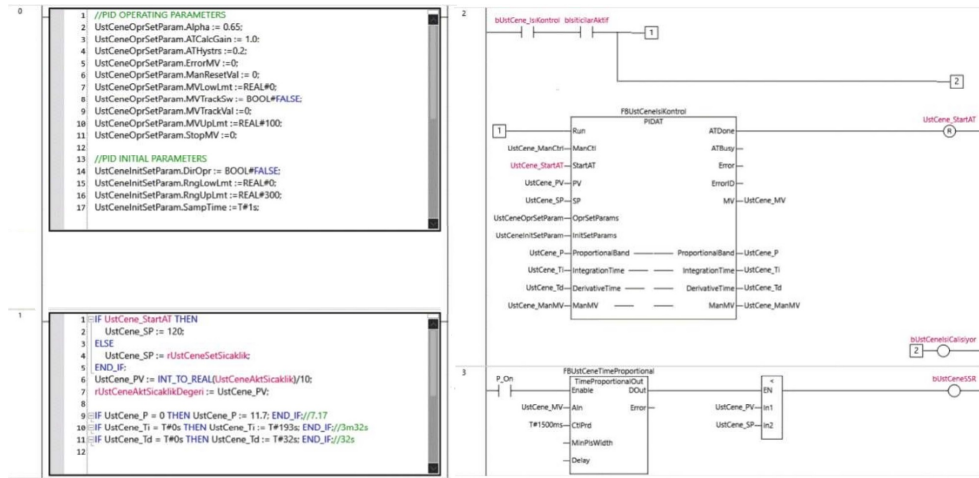
Yatay paketleme makinesinde ambalajlanacak olan ürünün birden fazla modeli veya farklı açılardan geldiğini düşünürsek kesicinin buna uygun olarak hızlanma parametreleri ve kesicinin ürüne ne kadar süre ile kesme işlemi gerçekleştireceği verileri olacaktır. Her ebat ve durum için ayrı ayrı parametreleri reçetelere kaydederek yazılım kısmında sadece reçete adını çağırarak işlem yaptırmak çok daha kolay olacaktır. Yapılan reçete işlemine ait program şekil 4.35 'de verilmiştir.



Şekil 4.35. Reçete PLC programı

4.5.2.2. Üst Çene Isı Kontrol Programı

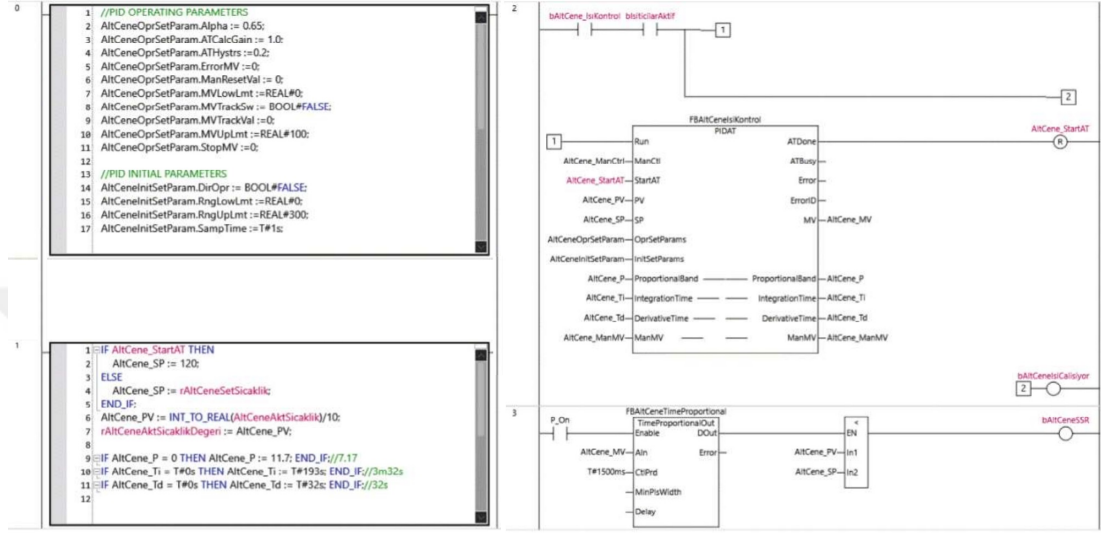
Üst çene ısı kontrolü PID kontrol ile sağlanmıştır. PLC programında bulunan PID fonksiyon bloğunun alacağı çalışma parametreleri yani alfa değeri, kazanç hesabı, histerisiz değeri, sıfırlama, durdurma gibi çalışma parametreleri ve başlangıç parametreleri önceden belirlenmiş ve buna uygun olarak programlanması yapılmıştır. Yazılan PLC programı şekil 4.36 'da verilmiştir.



Şekil 4.36. Üst Çene Isı Kontrol PLC programı

4.5.2.3. Alt Çene Isı Kontrol Programı

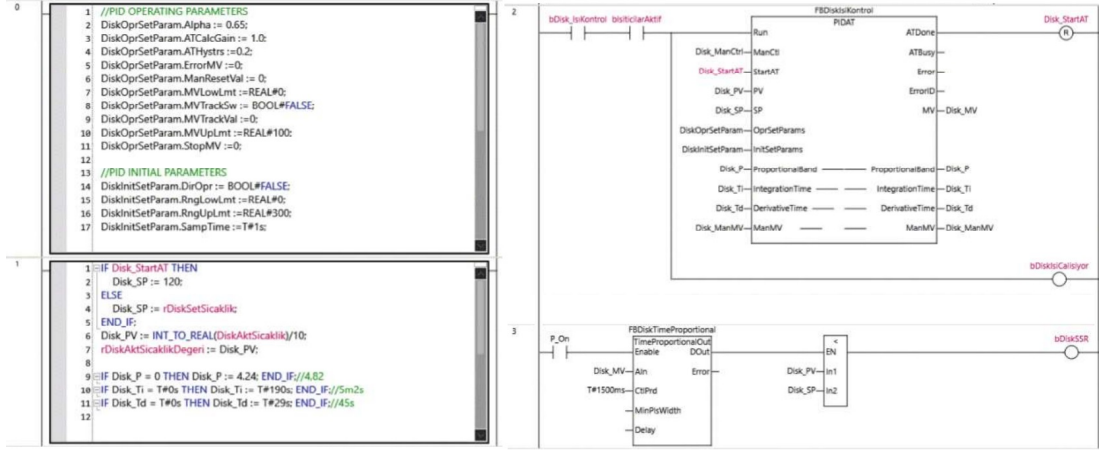
Alt çene ısı kontrolü PID kontrol ile sağlanmıştır. Üst çene için belirlenmiş olan başlangıç ve çalışma parametrelerini alt çene ısı kontrolü içinde belirlenmiştir. Belirlenmiş olan parametrelere uygun olarak PLC programlanması yapılmıştır. Yazılan PLC programı şekil 4.37 'de verilmiştir.



Şekil 4.37. Alt Çene Isı Kontrol PLC programı

4.5.2.4. Disk Isı Kontrol Programı

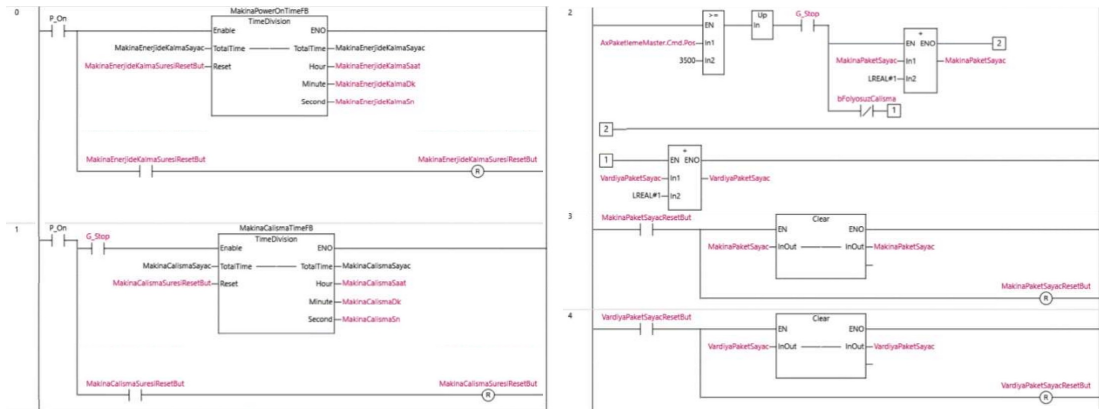
Model sistemde bulunan diskin ısı kontrolü PID kontrol ile sağlanmıştır. Disk bölümündeki ısı kontrolünü alt ve üst çene ısı kontrolü içinde kullanılmış olan PID fonksiyon bloğu kullanılmıştır. PID fonksiyon bloğunda kullanılacak olan başlangıç ve çalışma parametreleri önceden belirlenmiştir. Disk bölümü ısı kontrolü için yazılmış olan PLC programı şekil 4.38 'de verilmiştir.



Şekil 4.38. Disk Isı Kontrol PLC programı

4.5.2.5. Çalışma Bilgileri Programı

Makinenin enerjide kalma süresini ve çalışma süresini saat, dakika, saniye cinsinden almak için zaman bölümü fonksiyon bloğu kullanılmıştır. Ayrıca makinede paketlenen ürün belirlenmiş olan değeri aştığında operatörden gelecek olan paket sıfırlama butonu sinyaline göre sıfırlama yapacak ve sistemi devam ettirecektir. Bu işleme dair yazılan PLC programı şekil 4.39 'da verilmiştir.

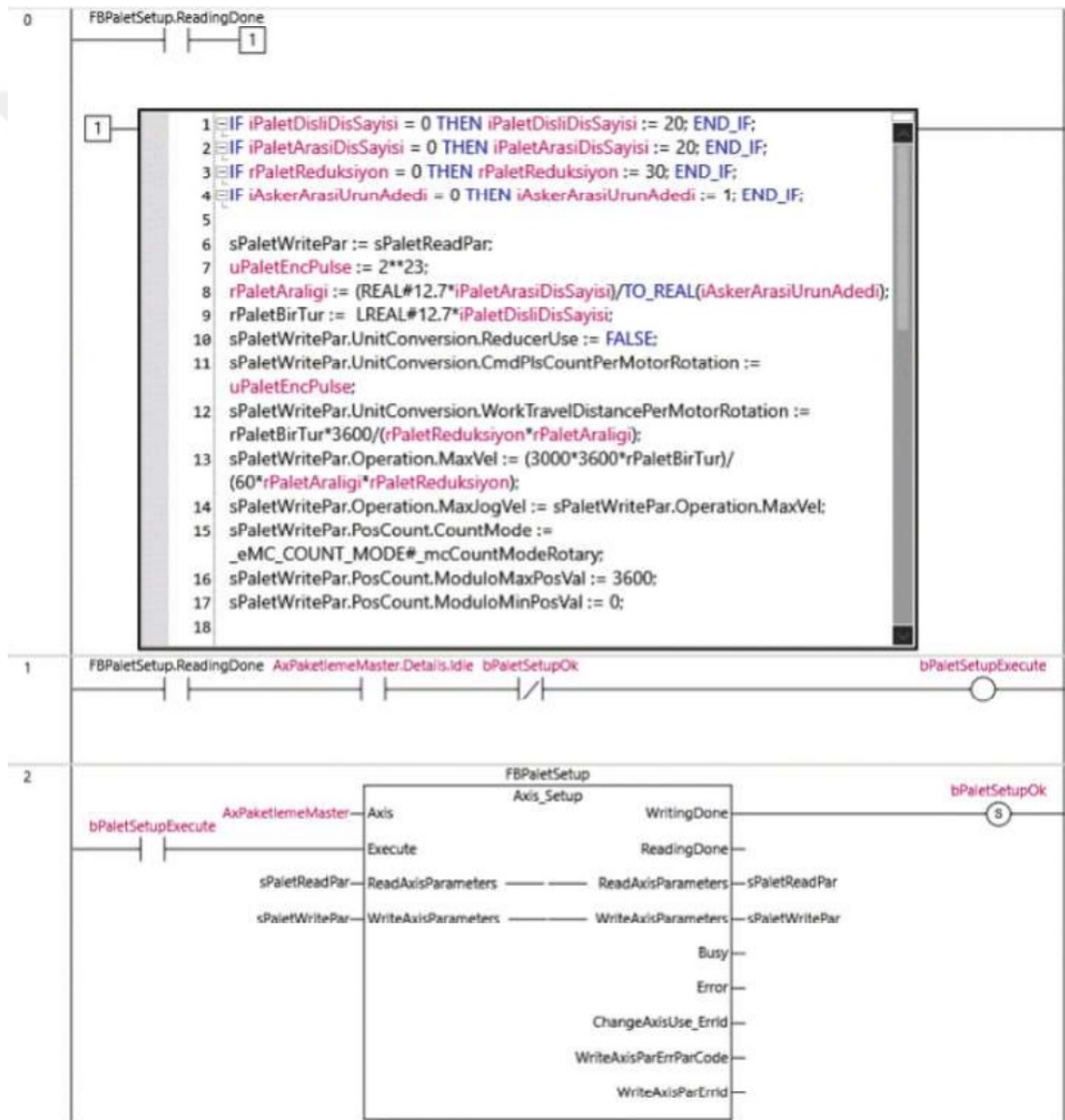


Şekil 4.39. Çalışma bilgileri PLC programı

4.5.3. Paketleme Programı Eksen Kurulumu

4.5.3.1. Palet Kurulum Programı

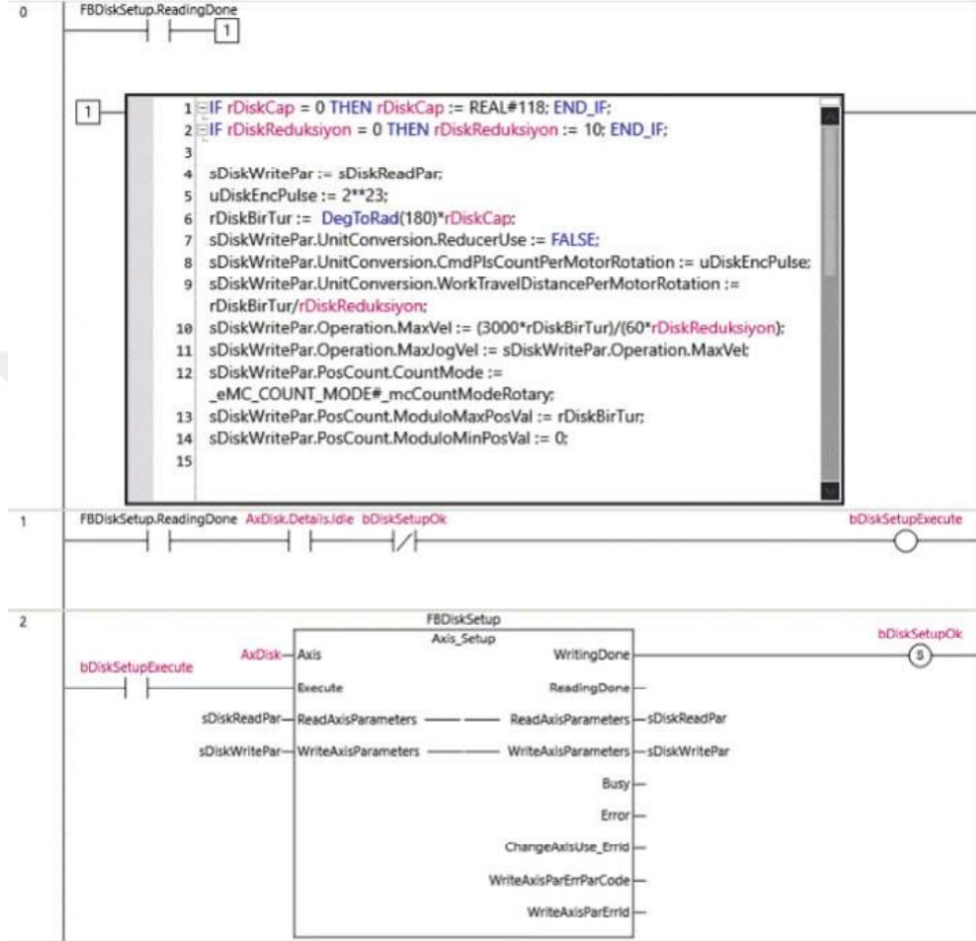
Model sistemde kullanılmış olan palet sisteminin PLC tarafında kurulum aşamasında paletteki dişli diş sayısı, palet arası diş sayısı, asker arasında bulunan ürün adedi gibi şartlara bağlı olarak PLC yazılımı yapılmıştır. Yazılan program şekil 4.40'da verilmiştir.



Şekil 4.40. PLC palet kurulum programı

4.5.3.2. Disk Kurulum Programı

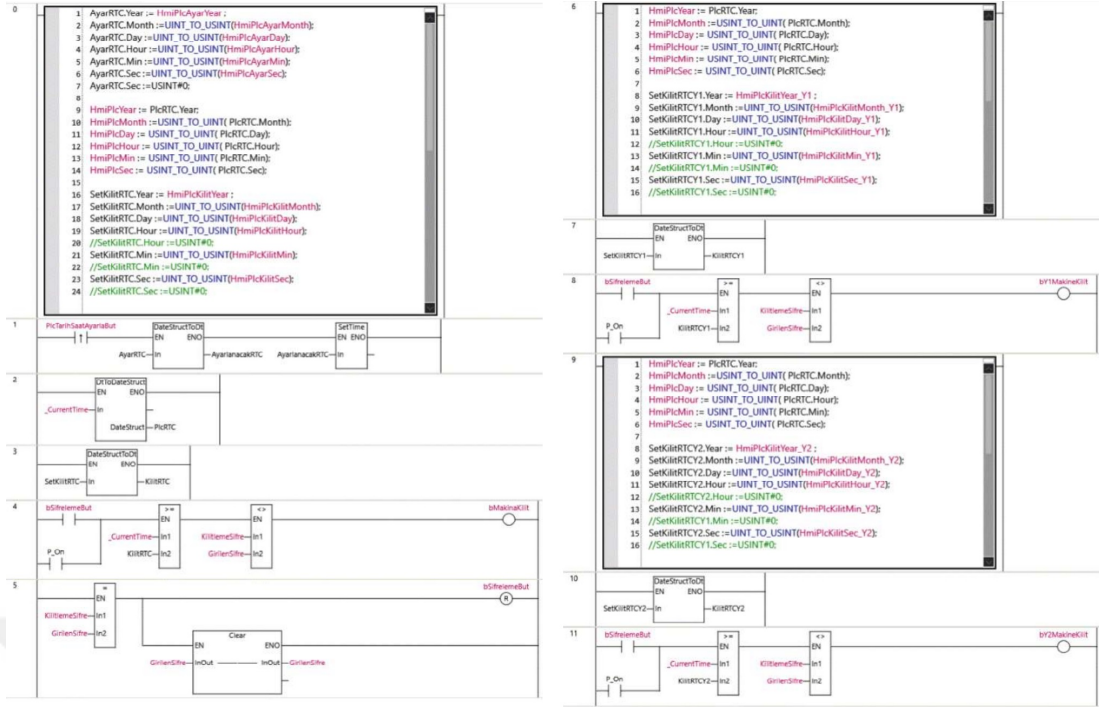
Disk bölümünün PLC üzerindeki kurulumu yapılırken diskin çapı ve diskin redüksiyon değerine bağlı olarak PLC yazılımı yapılmıştır. Yazılan PLC programı şekil 4.41 'de verilmiştir.



Şekil 4.41. PLC disk kurulum programı

4.5.3.3. Makine Kilitleme Programı

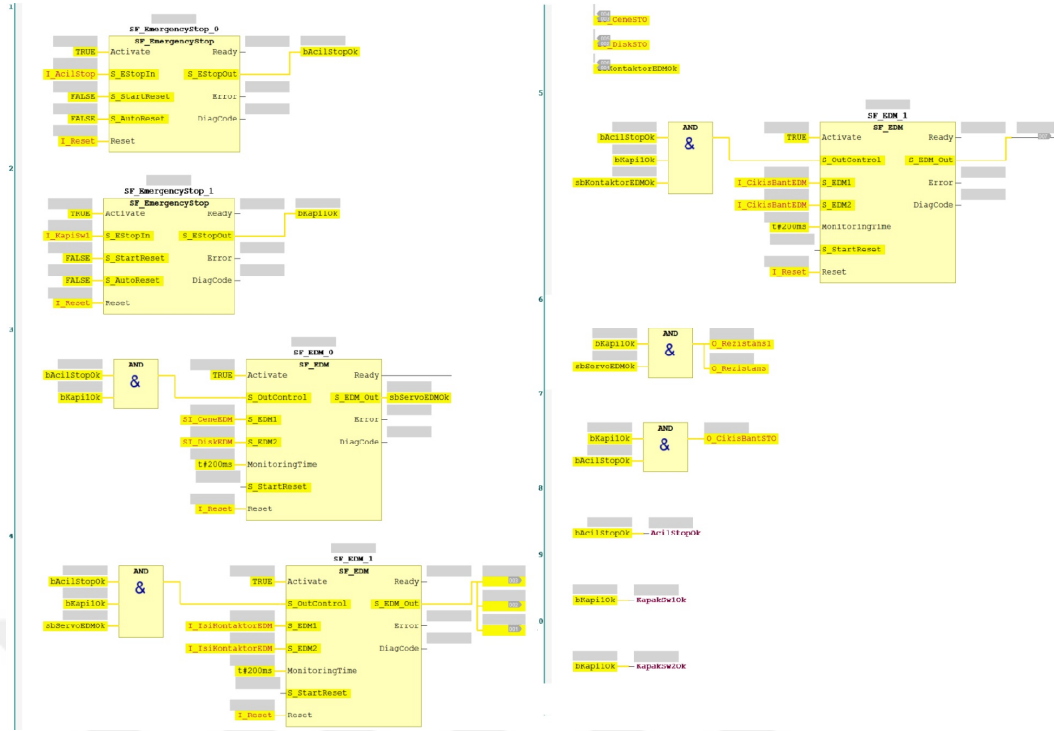
Model sistemde makinenin şifrelenmesi için HMI ekran özelinde bir programlama yapılmıştır. PLC programlaması yapılırken RTC (Real Time Clock) ile şifreleme yapılacak olan zamanı yıl, saat, dakika, saniye olarak HMI ekrandan alınır. Alınan bilgiler ile operatör tarafından gelen şifre değiştirme butonundan gelen sinyal kullanılarak kilitleme şifresiyle girilen şifrenin uyuşması durumunda makineyi kilitlemesi sağlanmıştır. Yazılan PLC programı şekil 4.42 'de verilmiştir.



Şekil 4.42. Makine kilitleme PLC programı

4.5.4. Emniyet PLC 'nin Programlanması

Model sistemin emniyetli bir şekilde çalışabilmesi adına emniyet ekipmanları kullanılmış olup kullanılan ekipmanların programlanması için emniyet PLC 'si kullanılmıştır. Emniyet PLC'sini programlarken giriş modülünde acil durdurma butonları, emniyet sviçleri, reset butonu, çıkış bandından ve ısı kontaktöründen feedback alınmıştır. Çıkış modülünde ise ısı kontaktörleri ve çıkış bandı kontrol edilmiştir. Oluşabilecek acil durumlarda operatörün acil durdurma butonuna basması veya emniyet anahtarlarından gelecek olan sinyale göre PLC de bulunan emniyet fonksiyon blokları bir çıkış sinyali üretecek ve buna bağlı olarak bölgesel veya sistemin tamamının emniyetli bir şekilde durması sağlanmış olacaktır. Yapılan emniyet işlemlerine ait PLC programı şekil 4.43 'de verilmiştir.



Şekil 4.43. Emniyet PLC programı

4.6. SISTEMA Analizinin Yapılması

Makine Emniyet Yönetmeliğine göre (2006/42/AT) SISTEMA Analizi, makine üzerinde kullanılan emniyet fonksiyonlarının istenen PL seviyesine ulaşmış olmadığına kanıtlanacağı teknik raporlardan biridir. Yani, SISTEMA Analizinde ortak nedenli arıza (CCF), hata teşhis kabiliyeti (DC) ve tehlikeli hataya kadar ortalama süre (MTTFd) gibi değişkenleri girdi olarak alıp ilgili emniyet fonksiyonunun (acil durdurma butonları, emniyet sviçleri, ışık perdeleri, alan tarayıcılar vs.) EN ISO 13849-1 uygunluk raporunun $PLr = PL(a - e)$ seviyesine ulaşmış olmadığına kanıtlandığı rapordur [40]. Yapılan SISTEMA Analizi şekil 4.44 'de verilmiştir.

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: EMP_Flow_Wrapping_Machines

File date: 04.12.2020 12:43:33 Report date: 4.12.2020 Checksum: 198c8a2e0d177266907c40ffe3b402ba

PR Project name: EMP_Flow_Wrapping_Machines

Project file name:	C:\Users\user\Desktop\Bosch_Packing Machinery\EMP_Flow_Wrapping_Machines.ssm
Creation date:	17.11.2020 16:00:47
Project status:	In Progress
Project number:	0001
Project version:	1.0
Authors:	Mecnun Beycan
Project managers:	Hakan COŞKUN
Inspectors:	
Dangerous point/machine:	
Documentation:	
Document:	C:\Users\user\Desktop\Bosch_Packing Machinery\EMP_FLOW WRAPPING MACHINE.docx
Version of software:	2.0.8 build 4
Version of standard:	ISO 13849-1:2015, ISO 13849-2:2012
Checksum:	198c8a2e0d177266907c40ffe3b402ba
Options:	<input checked="" type="checkbox"/> Use DC intermediate levels for calculation of PFHD (more precise) <input type="checkbox"/> MTTFD capping for category 4 lower from 2500 to 100 years.
Status:	green
Note:	There are no warnings listed for this project (or it's subordinate basic elements).

Print options

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Show device details | <input checked="" type="checkbox"/> Show requirements on PL and Category |
| <input checked="" type="checkbox"/> Show documentations on SF, SB, BL and EL | <input checked="" type="checkbox"/> Show parameter documentations on PLr, PL, Category, CCF, MTTFD and DC |
| <input checked="" type="checkbox"/> Show CCF and DC measures in detail | <input checked="" type="checkbox"/> Show messages |

Contained safety functions

SF Name: Emergency_Stops (2 Emergency Stops wired serial)

Required: PLr d	Reached: PL d	PFHD [1/h]: 8,7E-8	Status: green
-----------------	---------------	--------------------	---------------


SF Name: Safety_Switches (4 Safety Switches wired serial)

Required: PLr d	Reached: PL d	PFHD [1/h]: 1,8E-7	Status: green
-----------------	---------------	--------------------	---------------

Şekil 4.44. SISTEMA Analizi

4.7. LVD Testinin Yapılması

Avrupa birliği tarafından yayımlanan Alçak Gerilim Direktifi (LVD) kapsamında belirtilen standartlara uygun gerilim aralığında yani 50-1000 volt alternatif akımla veya 75-1500 volt doğru akımla çalışan elektronik cihazların kullanımını sırasında oluşabilecek olumsuz durumların engellenmesi adına LVD testi uygulanmaktadır. Model sistemde yapılan LVD testinde toprak sürekliliği testi, izolasyon direnci testi ve yüksek gerilim testleri yapılmıştır. Yapılan LVD testine ait rapor şekil 4.45 'de verilmiştir.



Customer No.:	BOSCHSTMO8	Inspect. rec. No.:	04122020	Order No.:	009
---------------	------------	--------------------	----------	------------	-----

ELECTRICAL EQUIPMENT TEST REPORT

Full detailed PRO

Room Projects	Building SHOPFLOOR									
Appliance/Project BOSCHPACKAGING/010	Test Date 4. Dec 2020	Status Pass								
Appliance name/Device 2MACHINE	Retest Date									
Serial 19120388	Comment TEKKAN									
	Test Site ISTANBUL/SHOPFLOOR									
	User USER 1									
Measurement	Parameter 1	Parameter 2	Parameter 3	Parameter 4	Parameter 5	Parameter 6	Parameter 7	Limit	Result	Status
Continuity	10A	10s	Manual					0.50 Ω	0.017 Ω	Pass
Level 1 PANO										
Continuity	10A	10s	Manual					0.50 Ω	0.008 Ω	Pass
Level 1 SAGKAPAK										
Continuity	10A	10s	Manual					0.50 Ω	0.010 Ω	Pass
Level 1 SOLKAPAK										
Continuity	10A	10s	Manual					0.50 Ω	0.009 Ω	Pass
Level 1 BESLEME										
Continuity	10A	10s	Manual					0.50 Ω	0.019 Ω	Pass
Level 1 FILM										
Continuity	10A	10s	Manual					0.50 Ω	0.007 Ω	Pass
Level 1 EKРАН										
Continuity	10A	10s	Manual					0.50 Ω	0.012 Ω	Pass
Level 1 ALTSASE										
Continuity	10A	10s	Manual					0.50 Ω	0.008 Ω	Pass
Level 1 ALTSASE										
Continuity	10A	10s	Manual					0.50 Ω	0.014 Ω	Pass
Level 1 CIKIS										
Continuity	10A	10s	Manual					0.50 Ω	0.020 Ω	Pass
Level 1 CENE										
Insulation	500V	5s	single					1.00 MΩ	>199.9 MΩ	Pass
Level 1 INSULATION										

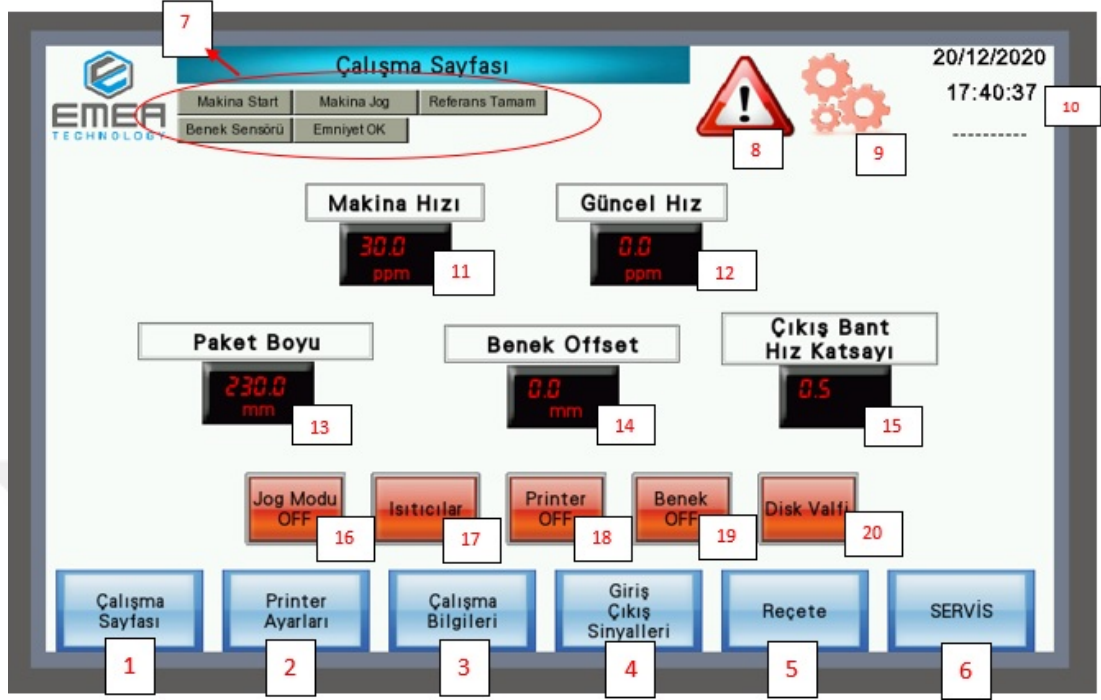
Şekil 4.45. LVD Testi raporu

4.8. Ekran Ayarlarının Yapılması

Oluşturulan model sistemin gerçek zamanlı olarak kontrol işlemlerini gerçekleştirmek, verileri sürekli ve gerçek zamanlı olarak toplamak, değerlendirmek ve kumanda etmek için iki HMI Ekranı Sysmac Studio üzerinde yazılım ve tasarım yapılmıştır.

4.8.1. Çalışma Sayfasının Kullanımı

HMI ekran çalışma sayfası bölümü Şekil 4.46 'da verilmiştir.



Şekil 4.46. HMI Ekran

1. Çalışma Sayfası Butonu; çalışma sayfasına dönmek için kullanılır.
2. Printer Ayarları Butonu; makineye bağlanan tarih basma cihazlarının çalışma sinyalini ayarlama sayfasına geçiş için kullanılır.
3. Çalışma Bilgileri Butonu; makinenin çalışma bilgilerini görüntüleyen sayfaya geçiş için kullanılır.
4. Giriş-Çıkış Sinyalleri Butonu; Makinenin giriş çıkış sinyallerini görüntüleyen sayfaya geçiş için kullanılır.
5. Reçete Butonu; reçete sayfasına geçiş için kullanılır.
6. SERVİS Butonu; servis ayarlarına geçiş için kullanılır.
7. Makine Durum Bilgileri; makinenin çalışma durumlarını gösterir.
8. Alarm Sayfası Butonu; alarmları görüntüleme sayfasına geçiş için kullanılır.

9. Makine Genel Ayarları Butonu; makinenin genel ayarlarının yapıldığı sayfaya geçiş için kullanılır.

10. Tarih Saat Bilgisi; güncel tarih ve saat bilgisini görüntüler.

11. Makine Hızı; makinenin çalışma hızını değiştirmek için kullanılır.

12. Makine Güncel Hızı; makinenin aktif hızını görüntüler.

13. Paket Boyu; makinenin keseceği paket boyunu değiştirmek için kullanılır.

14. Benek Offset; baskılı ambalajlarda baskının ortalanması için kaydırma işlemini sağlar.

15. Çıkış Bant Hız Katsayı; çıkış bandının çalışma hızını değiştirmek için kullanılır. Değer çalışma hızını doğru orantılı olarak değiştirir.

16. Jog Modu On-Off Butonu; makineyi manuel moda çalıştırmayı sağlar.

17. Isıtıcılar Butonu; makinede yer alan sıcaklık kontrollerinin sağlandığı sayfayı açar.

18. Printer On-Off Butonu; tarih basma cihazına gönderilen sinyali açıp kapatmaya yarar.

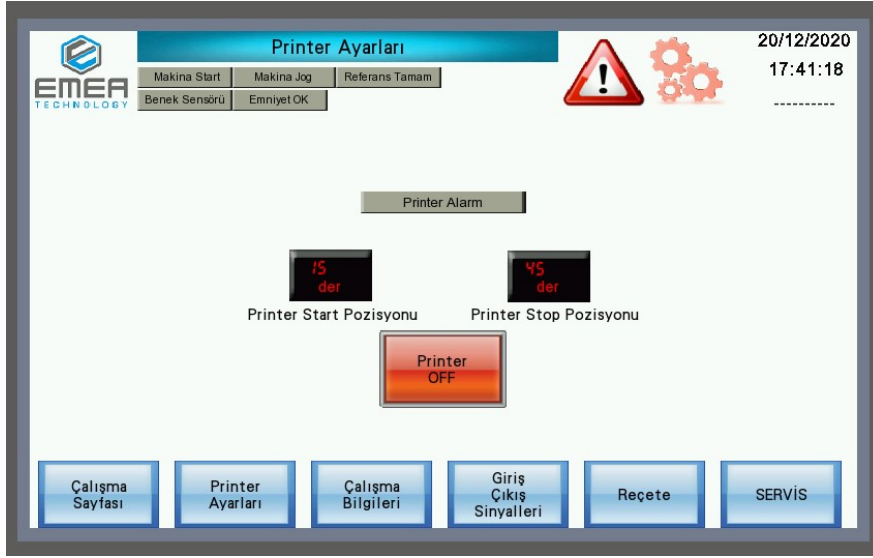
19. Benek On-Off Butonu; işaretli kesmeyi aktif veya pasif etmeye yarar.

20. Disk Valfi Butonu; disk valfini aktif pasif yapmaya yarar.

4.8.2. Tarih Basma Cihazı Ayarlarının Kullanımı

Tarih basma cihazı eklendiğinde, tarih basma sinyalini makineden alabilir. Birim derecedir. '0-360' derece aralığında değer girilmelidir. Bu aralık bir paket boyunu ifade etmektedir. şekil 4.47 'de HMI ekran printer ayarları sayfası verilmiştir.

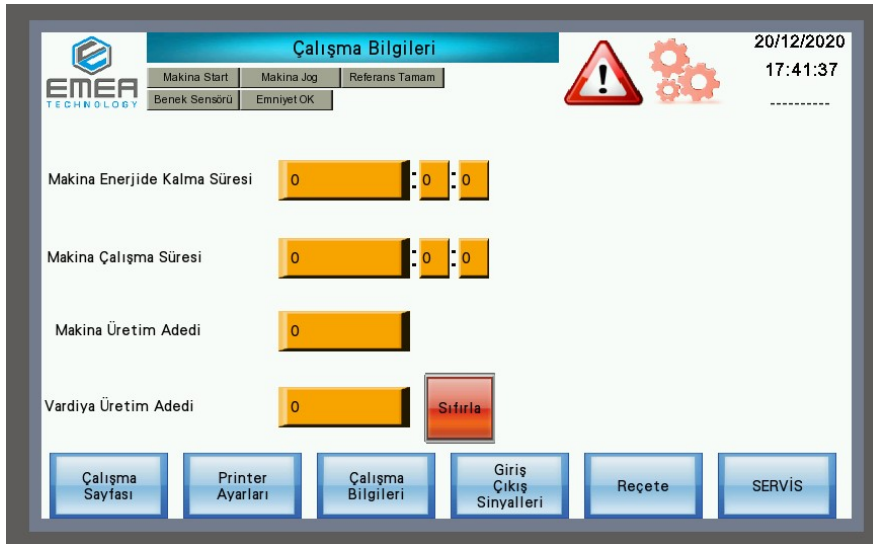
- Printer Start Pozisyonu; sinyalin başlangıç değerini ifade eder.
- Printer Stop Pozisyonu; sinyalin bitiş değerini ifade eder.
- Printer On-Off butonu ile sinyal aktif veya pasif edilebilir



Şekil 4.47. Tarih basma cihazının ayar ekranı

4.8.3. Çalışma Bilgileri Sayfasının Kullanımı

Çalışma bilgileri sayfasında üretim adetleri, makinenin çalışma süreleri gibi bilgiler yer alır. Makinenin elektriği kapatılıp açıldığında değerler sıfırlanır. 'Sıfırla' butonu ile değerler sıfırlanabilir. Şekil 4.48 'de HMI ekran çalışma bilgileri sayfası verilmiştir.



Şekil 4.48. Çalışma bilgileri ayar ekranı

4.8.4. Giriş-Çıkış Sinyalleri Sayfasının Kullanımı

Makinede yer alan giriş çıkış sinyallerini kontrol etmek amacıyla kullanılır. Sinyaller aktif olduğunda yeşil renk ile sinyal takip edilir. HMI ekran giriş çıkış sinyalleri sayfası şekil 4.49 'da verilmiştir.



Şekil 4.49. Giriş-Çıkış Sinyalleri Sayfası ayar ekranı

4.8.5. Reçete Sayfasının kullanımı

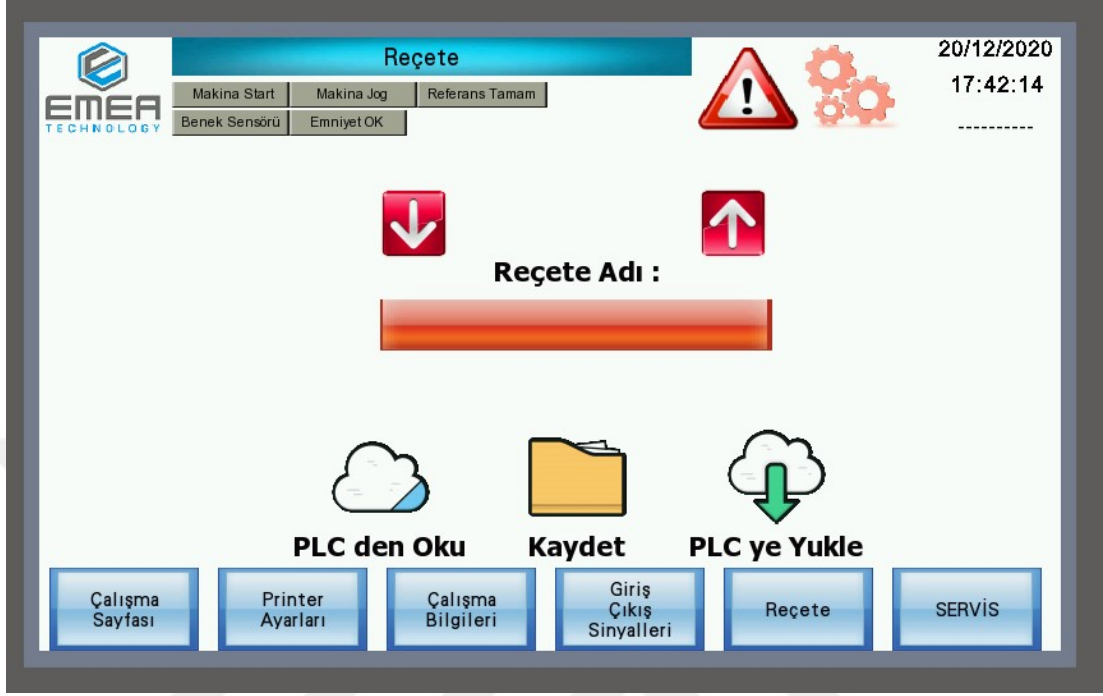
Makinede farklı çalışma şekillerinin kaydedildiği sayfadır. HMI ekran reçete sayfası şekil 4.50 'de verilmiştir.

Reçetenin kaydedilmesi için;

- Reçete adı girilir.
- PLC 'den Oku butonuna basılarak değerler makineden okunur.
- Kaydet butonuna basılarak kayıt gerçekleştirilir.

Reçetenin yüklenmesi için;

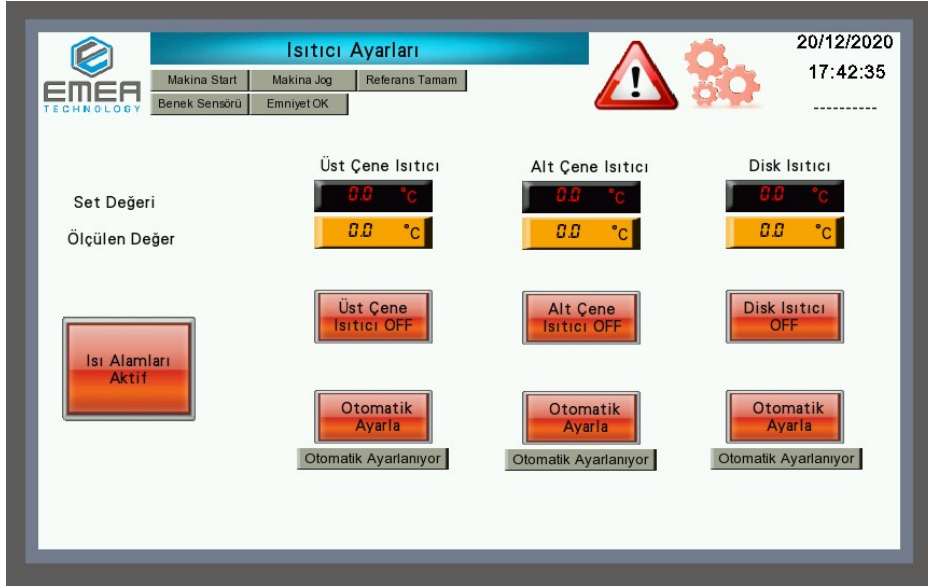
- 'Yukarı' ve 'Aşağı' ok işaretleriyle reçete seçilir.
- PLC 'ye yükle butonuna basılarak reçete yüklenir.



Şekil 4.50. Reçete Sayfası ayar ekranı.

4.8.6. Servis Sayfasının Kullanımı

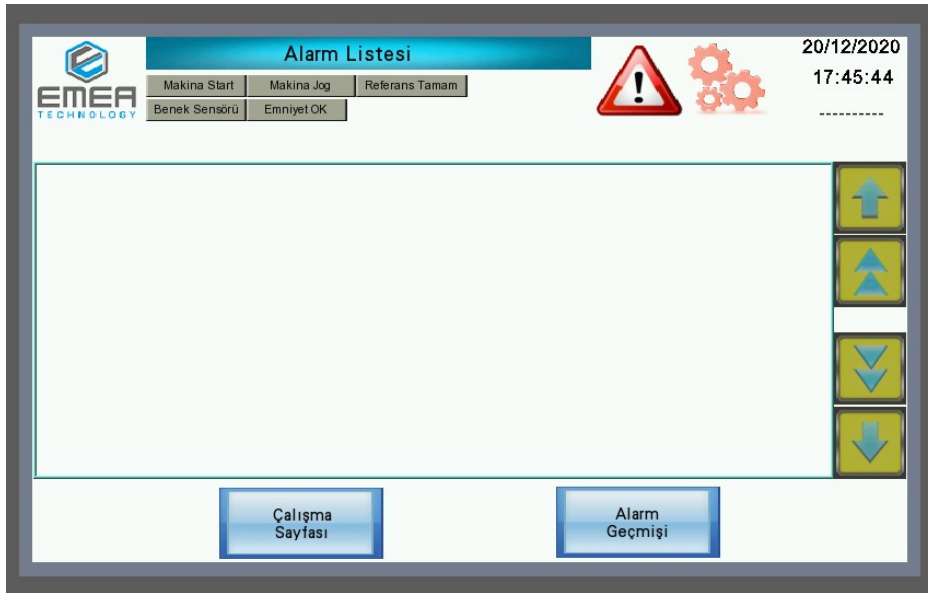
Servis sayfasında ısı kontrollerinin detay ayarları yapılır. PID kontrolcülerinin katsayıları ayarlanarak çalışma sağlıklı şekilde oluşturulur. HMI ekran Servis sayfası şekil 4.51 'de verilmiştir.



Şekil 4.51. Servis Sayfası ayar ekranı

4.8.7. Alarm Sayfasının Kullanımı

Sistem çalışmasında oluşan alarmlar listelenir. Oluşan alarmlara karşılık gerekli açıklamalar yer alır. 'Alarm Geçmişi' butonuna basılarak önceden meydana gelen alarmlar listelenebilir. Şekil 4.52 'de HMI ekran alarm sayfası verilmiştir.

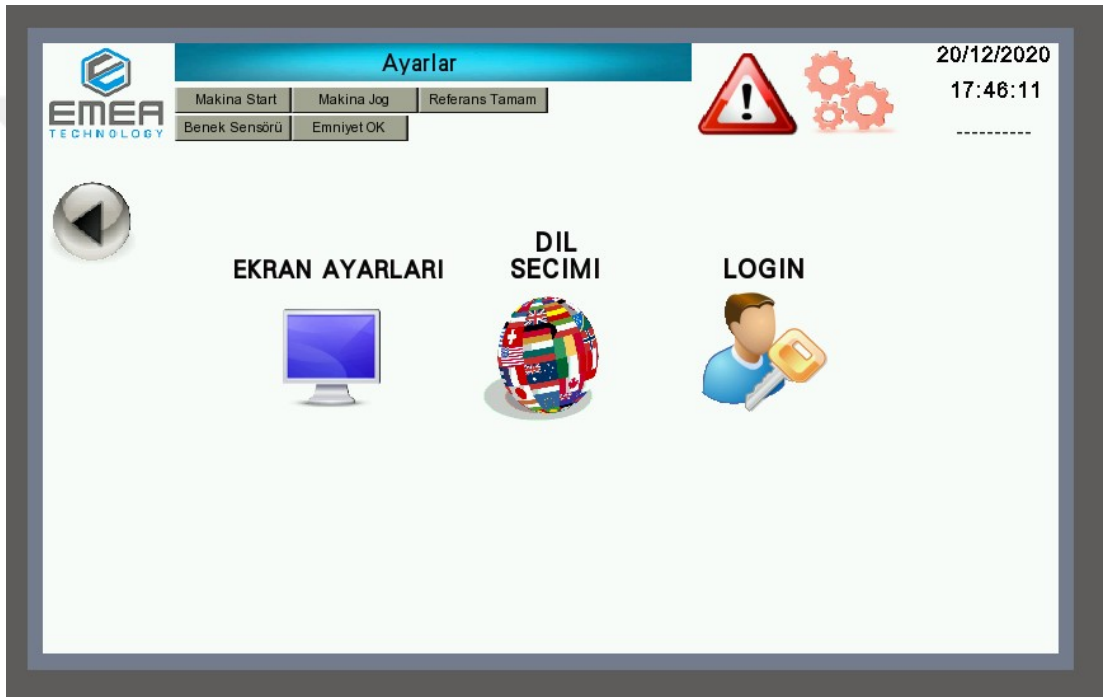


Şekil 4.52. Servis Sayfası ayar ekranı

4.8.8. Genel Ayarların Kullanımı

HMI ekran genel ayarlar sayfası şekil 4.53 ' de verilmiştir.

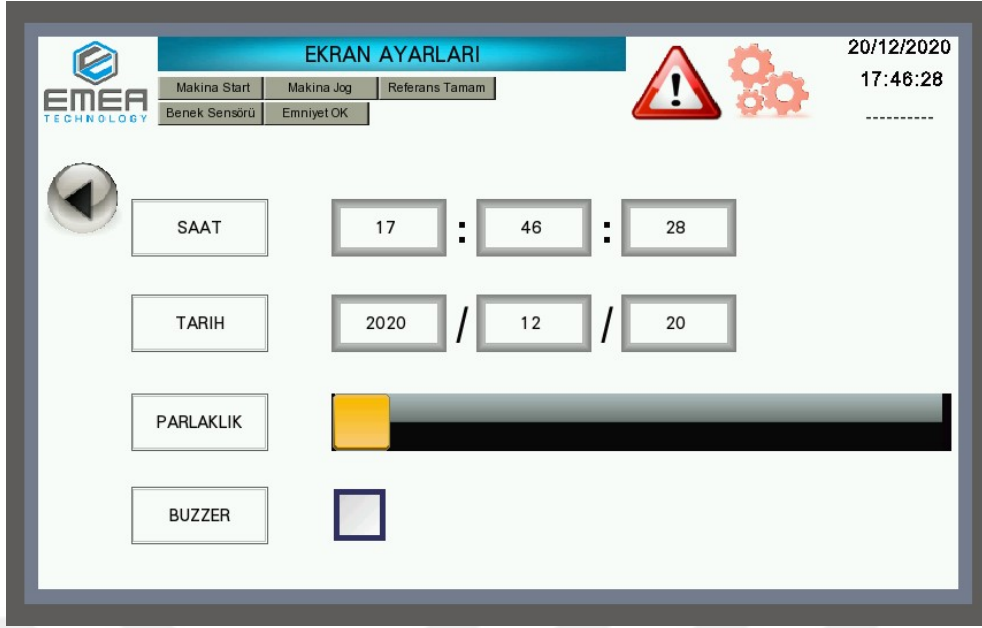
1. Ekran Ayarları; ekranın sistem ayarlarının yapıldığı sayfaya erişimi sağlar.
2. Dil Seçimi; sisteme yüklü kullanım dillerinin seçiminin sağlandığı sayfaya erişimi sağlar.
3. Login; sistemin hız ayarlarının yapıldığı sayfaya erişimi sağlar.



Şekil 4.53. Genel Ayarlar sayfası ayar ekranı

4.8.9. Ekran Ayarlarının kullanımı

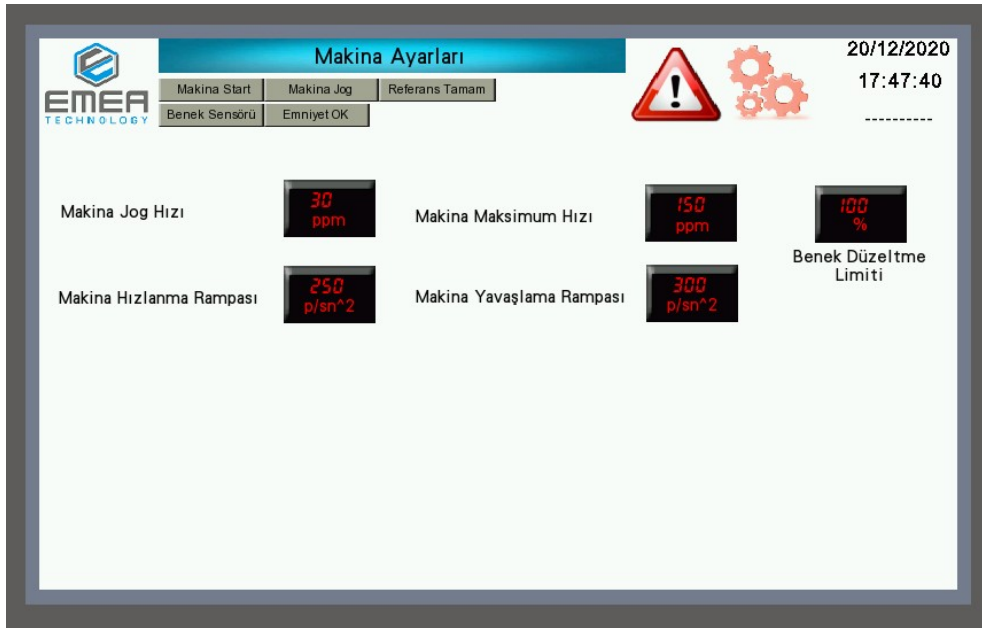
Ekranın tarih, saat, parlaklık gibi ayarlarını yapmayı sağlar. Ekranı kullanırken tuş sesi çıkması için Buzzer sekmesi işaretlenir. Şekil 4.54 'de ekran ayarları sayfası verilmiştir.



Şekil 4.54. Ekran Ayarları sayfası ayar ekranı

4.8.10. Sistemin Hız Ayarlarının Kullanımı

Sistem hız ayarlarının yapılması için gerekli olan makina ayarları sayfası şekil 4.55 'da verilmiştir.



Şekil 4.55. Ekran Ayarları sayfası ayar ekranı.

1. Makine Jog Hızı; makine jog modu aktif yapıldığında 'Start' butonuna basılı tutulduğu sürece makine çalışır. Bu çalışmada kullanılan hızı ayarlamaya yarar.

2. Makine Maksimum Hızı; ekrandan girilen makine hızı maksimum sınırlama değeri olarak kullanılır.

3. Makine Hızlanma Rampası; makine çalışmaya başlayınca kullanılan rampa değerini ayarlamak için kullanılır.

4. Makine Yavaşlama Rampası; makine durmaya başlayınca kullanılan rampa değerini ayarlamak için kullanılır.

5. Benek Düzeltme Limiti; benek düzeltme işleminin yüzdeler olarak değerini ayarlamak için kullanılır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma Türkiyede yatay paketleme makinesi üretimini gerçekleştiren onlarca makineci de en büyük sorun olan, çene bölgesindeki sıcaklığın stabilize edilememesinden dolayı oluşan kalite ve üretimin standartların düşmesine neden olan, ilk devreye alımlardaki hassas ayarların yapılamamasıyla fire oranını olabildiğince yüksek olması nedeniyle bu sorunlara çözüm bularak, kaliteli ürünler çıkararak üreticilerin rekabetçiliğini arttıracaktır. Sisteminde diğer önemli hususları olan; benek kontrolü, senkron kesim işlemi, ambalajın stabil akışı ve ıskarta oranının minimum olmasını hedef almaktadır. ‘Non-contact’, ‘soft-contact’ ve ‘hard-contact’ gibi ürüne bağlı çeşitli besleme sistemlerini gerçekleştirmek, böylece üreticilerin raftaki rekabetçi konumunu iyileştirecek ve daha yüksek tüketici memnuniyeti ile yüksek satış ve karlılık sağlayacaktır.

BDA makinelerinde, başlangıçtan itibaren ve her defasında mükemmel bir ambalaj oluşturmak son derece önemlidir. Yapılan çalışmada, buna yönelik olarak sıcaklık kontrolü ile ambalajlama çenesi zamanlamasını ve basıncını entegre eden bir çözüm sağlandı. Yazılan yazılım ve kullanılan ekipmanlar ile makine kontrolörleri, lojik ve hareketi, bir takım akıllı analog ve uygulamaya özel fonksiyon bloğu ile entegre etti. DPC fonksiyon bloğu, sıcaklık kontrolüyle makine hareketi akışını entegre etmiş oldu.

KAYNAKLAR

- [1] G. Crompton, "20 - packaging machinery and line operations," in *Packaging Technology*, A. Emblem and H. Emblem, Eds., Woodhead Publishing, 2012, pp. 490–537.
- [2] R. M. Levenson, Z. E. Nelson, and A. A. Adegbege, "Programmable logic controller for embedded implementation of input-constrained systems**this work began while zachary nelson was a student of the department of electrical and computer engineering at the college of new jersey.," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 50, no. 1, pp. 14 412–14 417, 2017, 20th IFAC World Congress.
- [3] E. R. Alphonsus and M. O. Abdullah, "A review on the applications of programmable logic controllers (plcs)," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 60, pp. 1185–1205, 2016.
- [4] S. Dequan, G. Guili, G. Zhiwei, and X. Peng, "Application of expert fuzzy pid method for temperature control of heating furnace," *Procedia Engineering*, vol. 29, pp. 257–261, 2012, 2012 International Workshop on Information and Electronics Engineering.
- [5] M. Jun and M. G. Safonov, "Automatic pid tuning: An application of unfalsified control," *Proceedings of the 1999 IEEE International Symposium on Computer Aided Control System Design (Cat. No.99TH8404)*, pp. 328–333, 1999.
- [6] W. Tan, J. Liu, T. Chen, and H. J. Marquez, "Comparison of some well-known pid tuning formulas," *Computers and Chemical Engineering*, vol. 30, no. 9, pp. 1416–1423, 2006.
- [7] B. J. Misgeld, A. Pomprapa, and S. Leonhardt, "Didactic approach to multivariable control using iec 61131 model-based design and programmable logic controllers," *IFAC Proceedings Volumes*, vol. 46, no. 17, pp. 220–225, 2013, 10th IFAC Symposium Advances in Control Education.
- [8] J. Garrido, D. Santos, J. Sáez, D. Silva, and E. Riveiro, "Information model to support plcopen motion control programming from mechanical design," *Procedia Manufacturing*, vol. 51, pp. 258–265, 2020, 30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2021).
- [9] G. Liu and S. Daley, "Optimal-tuning pid control for industrial systems," *Control Engineering Practice*, vol. 9, no. 11, pp. 1185–1194, 2001, PID Control.
- [10] S. K. Manjhi and R. Kumar, "Performance assessment of k-type, e-type and j-type coaxial thermocouples on the solar light beam for short duration transient measurements," *Measurement*, vol. 146, pp. 343–355, 2019.

- [11] Y. B. Khare and Y. Singh, "Pid control of heat exchanger system," *International Journal of Computer Applications*, vol. 8, pp. 22–27, 2010.
- [12] Y. Li, K. H. Ang, and G. Chong, "Pid control system analysis and design," *IEEE Control Systems Magazine*, vol. 26, no. 1, pp. 32–41, 2006.
- [13] K. H. Ang, G. Chong, and Y. Li, "Pid control system analysis, design, and technology," *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, vol. 13, pp. 559–576, 2005.
- [14] F. Özen, "Plc ve scada kullanılarak bir bina otomasyon sisteminin gerçekleştirilmesi, uzaktan kontrolü ve izlenmesi," 2019.
- [15] G. G. Hull, S. T. Tom, and R. L. Saar, *Slope predictive control and digital pid control for a variable temperature control system*, US Patent 7,669,777, Mar. 2010.
- [16] S. Wei, C. Rong-hu, and Y. Lei, "Synchronizing servo motion and iterative learning control for automatic high speed horizontal flow wrapper," *2012 24th Chinese Control and Decision Conference (CCDC)*, pp. 2994–2998, 2012.
- [17] S. AKSOY and A. MUHURCU, "Vakumlu paketleme makinasinin plc ile otomasyonu,"
- [18] "Türk dil kurumu sözlükleri." (), [Online]. Available: <https://www.tdk.gov.tr/>.
- [19] "Isa what is automation?" (), [Online]. Available: <https://www.isa.org/about-isa/what-is-automation>.
- [20] "Plc tarihçesi." (), [Online]. Available: <https://docplayer.biz.tr/14427671-Tanitim-plc-tarihcesi.html>.
- [21] M. E. Bakanlığı, *Temel PLC sistemleri*. 2007.
- [22] Y. Eminoğlu, "Plc programlama ve s7-300/400-1," *Birsen yayınevi Ltd. Şti*, 2013.
- [23] M. Tiegelkamp and K.-H. John, *IEC 61131-3: Programming industrial automation systems*. Springer, 2010.
- [24] E. Oğuzay, "Programlanabilir lojik kontrolör (plc) eğitimi için bir simülasyon tasarımı," M.S. thesis, Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
- [25] S. Kurtulan, *PLC ile endüstriyel otomasyon*. Birsen Yayınevi, 2010.
- [26] "Pid kontrolör." (), [Online]. Available: <http://www.derstagram.com/pid-kontrol-nedir-ve-nasil-calisir/>.
- [27] S. Kaçar, A. F. Boz, B. Aricioglu, and H. Tekin, "Pid denetleyici uygulamaları için yeni bir online deney seti tasarımı," *Sakarya University Journal of Science*, vol. 21, no. 1, pp. 34–46, 2017.
- [28] "Endüstriyel otomasyon teknolojileri pid kontrolü." (), [Online]. Available: <http://meslek.eba.gov.tr/moduller/Pid%5C%20Kontrolu.pdf>.

- [29] “Nx1p2-9024dt1, nx-sl3300, nx-sid800, nx-sod400, nx-ts3101, nx-ecc203, r88m-111k030c-s2, r88m-1m75030t-s2, symacstudio.” (), [Online]. Available: <https://industrial.omron.com.tr/tr/home>.
- [30] İ. Güler, “Ethercat ile bir süreç otomasyonu,” Ph.D. dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.
- [31] “Ig3pa-4840d.” (), [Online]. Available: <http://www.isisoelektrik.com.tr/Urunler/Solid-State-Rol%20ler/>.
- [32] “39.01.0.024.0060 slim röle.” (), [Online]. Available: <https://cdn.findernet.com/app/uploads/2020/09/30111944/S39EN.pdf>.
- [33] “Iso 13850 emergency stop.” (), [Online]. Available: <https://drive.google.com/file/d/1LVLEg4ABd7nNs0iCBtqsiQ0KyLyGHhYU/view?usp=sharing>.
- [34] “Xb4bs8442 emergency stop.” (), [Online]. Available: <https://www.se.com/tr/tr/product/XB4BS8442/k%C4%B1rm%C4%B1z%C4%B1-%C3%B840-acil-durdurma-kapatma-%C3%B822-mandallama-serbest-b%C4%B1rak%C4%B1lan-1nk/>.
- [35] “Elektrik koruma ve kontrol.” (), [Online]. Available: <https://www.se.com/tr/tr/product-category/1600-elektrik-koruma-ve-kontrol/?filter=business-5-elektrik-tesisat-ve-kontrol-sistemleri>.
- [36] “Omron 58vk-c12024.” (), [Online]. Available: <https://industrial.omron.com.tr/tr/products/S8VK-C12024>.
- [37] “Solenoid valve iç yapı.” (), [Online]. Available: https://www.google.com/search?q=solenoid+valf+i+%C3%A7+yap+%C4%B1s+%C4%B1&client=opera&hs=MzB&sxsrif=AOaemvKlmZmLmMRODLm572WfH2EwssDg5A:1639569177807&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwilvbWT3-X0AhUHSPEDHYC8A1kQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1473&bih=696&dpr=0.9#imgsrc=dQoZXW-TOJ06WM.
- [38] “Festo solenoid valve.” (), [Online]. Available: <https://www.festo.com/us/en/a/575264/>.
- [39] “Hidrolik-pnömatik sistemler.” (), [Online]. Available: https://abs.mehmetakif.edu.tr/upload/0572_656_dosya.pdf.
- [40] “Sistema analizi.” (), [Online]. Available: <https://sistemaanalizi.com/>.

EK-1. PARÇA LİSTESİ

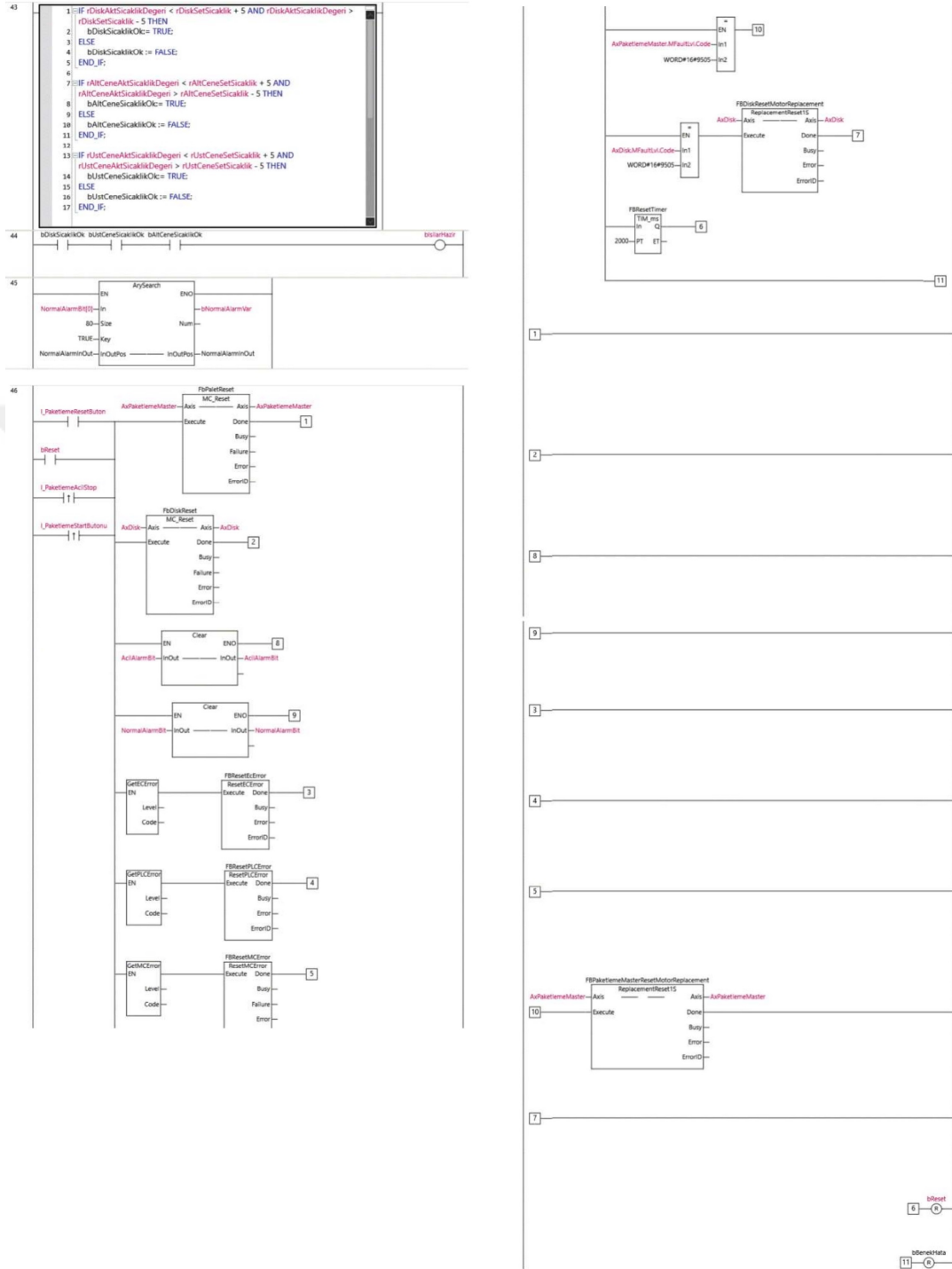
Çizelge A.1. Çene grubunun çiziminde kullanılan parçalar

Öge No	Parça Numarası	Tanım	Miktarı
1	A0007		2
2	A0004	disk dişlisi	1
3	A0008		2
4	A0010		1
5	A0001		2
6	A01137	Dişi	1
7	A0020		1
8	A0019		1
9	A0658		1
10	A01138		2
11	A0201		4
12	A0011		1
13	A01143		1
14	A0021		4
15	A01134		12
16	A0027		1
17		Çene Dişli 2	1
18		Çene Dişli 1	1
19	A0026		1
20	A0029		1
21		Yalıtkan Mil	1
22		Bilezik 4 Lü	2
23		Fırça	8
24	A0030		8
25	A0022	VP Çene Sabit Flans Ø108	2
26	093308-8-35-mattssons	M8X20 AKB CIVATA	6
27	A0023	VP-Çene Toz Kapağı	8
28	A0036		1
29	A0186		1
30	A0035		2
31	ZD.T3-8 B1 Z19.	Zincir Dişli T3-8 Z-29 Ø25 K8	1
32	6206		2
33	A0697	h Serisi 24 Dişli	1
34	A0031		1

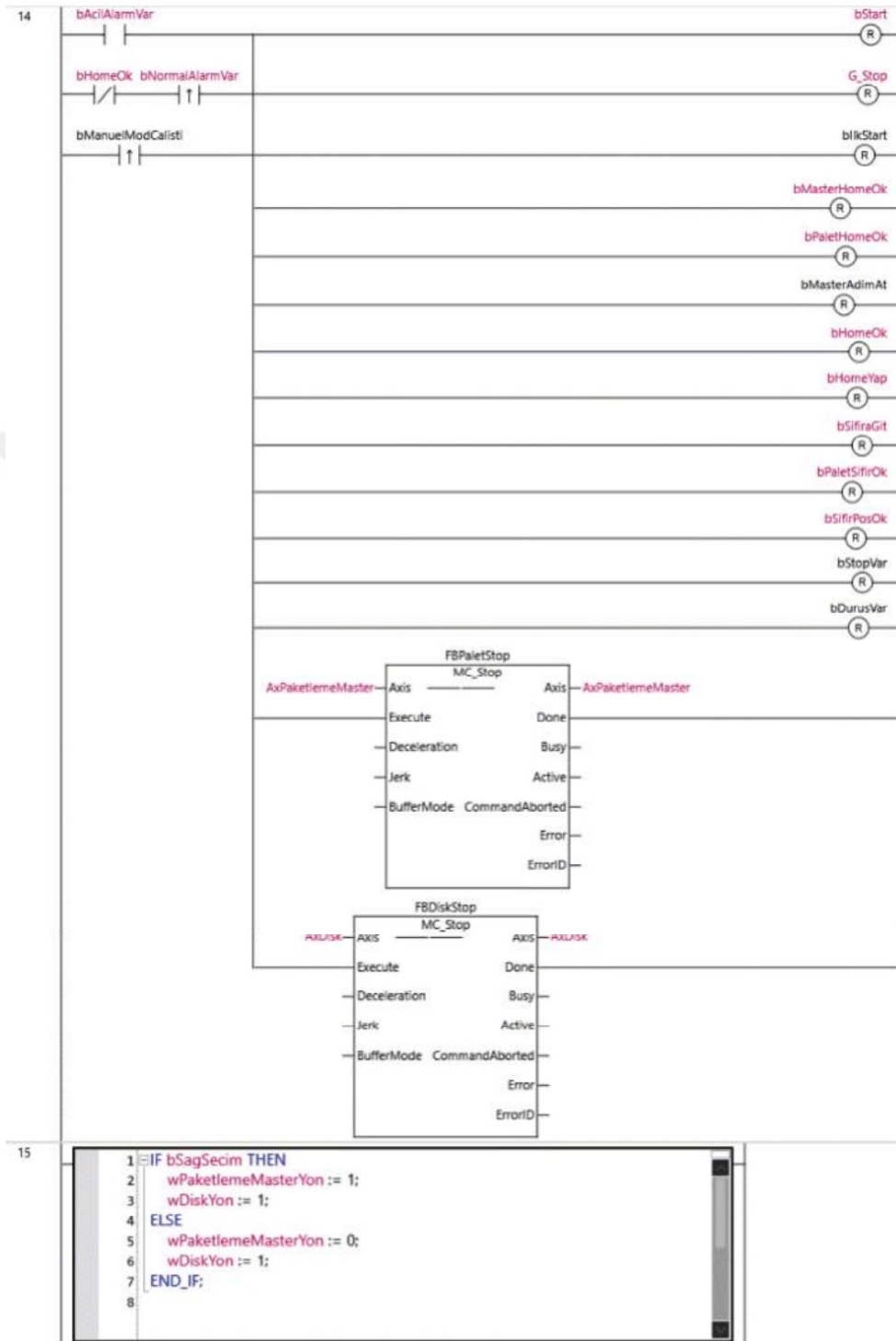
Öge No	Parça Numarası	Tanım	Miktarı
35	P.001545		1
36	MD.M2,5 Z52.003		1
37	A0032		2
38	A0033		2
39	A0034		2
40	Çene Üst Yatak Baskı Yayı1		2
41	A0024	Hareketli Kare Yatak	2
42	Rolling bearings NU206E GB 283-94	NU 206 Rulman	2
43	A0025	Kare İç Yatak	2
44	A0041		1
45	KH-2030		4
46	A0042		1
47	A0043		1
48	KAMA DIN 6885 A 8x7x20	S Kam 8X7X25	1
49	A0044		1
50	A0045		2
51	A0046		1
52	A0047		1
53	A0048		1
54	A0049		1
55	ZD.T1-2 B1 Z15 Dişli1	Zincir Dişli 1-2 I Z15 Ø25 Kamalı	1
56	A0038		2
57	A0142		1
58	ZD.T1-2 B1 Z15 Dişli	Zincir Dişli Rulmanlı 1-2 I Z15	2
59	6002		2
60	A0143		2
61	A0198		1
62	A0247		1

EK-2. PLC PROGRAMLARI

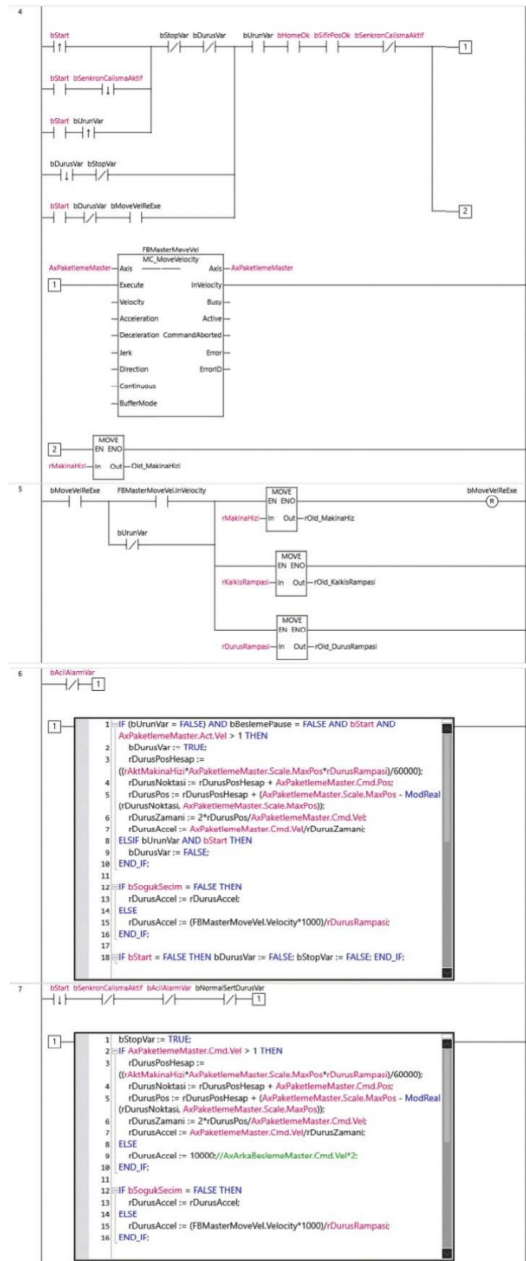
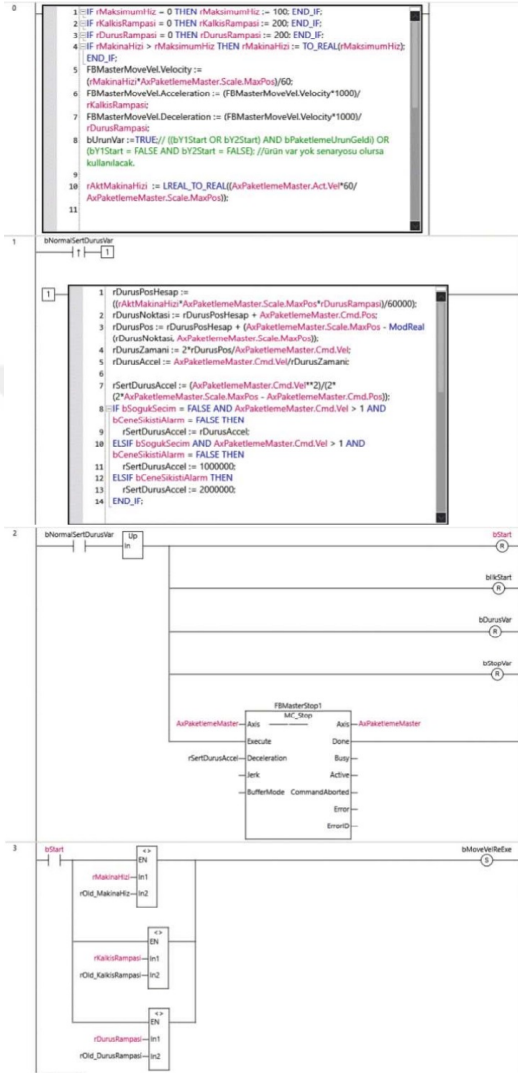


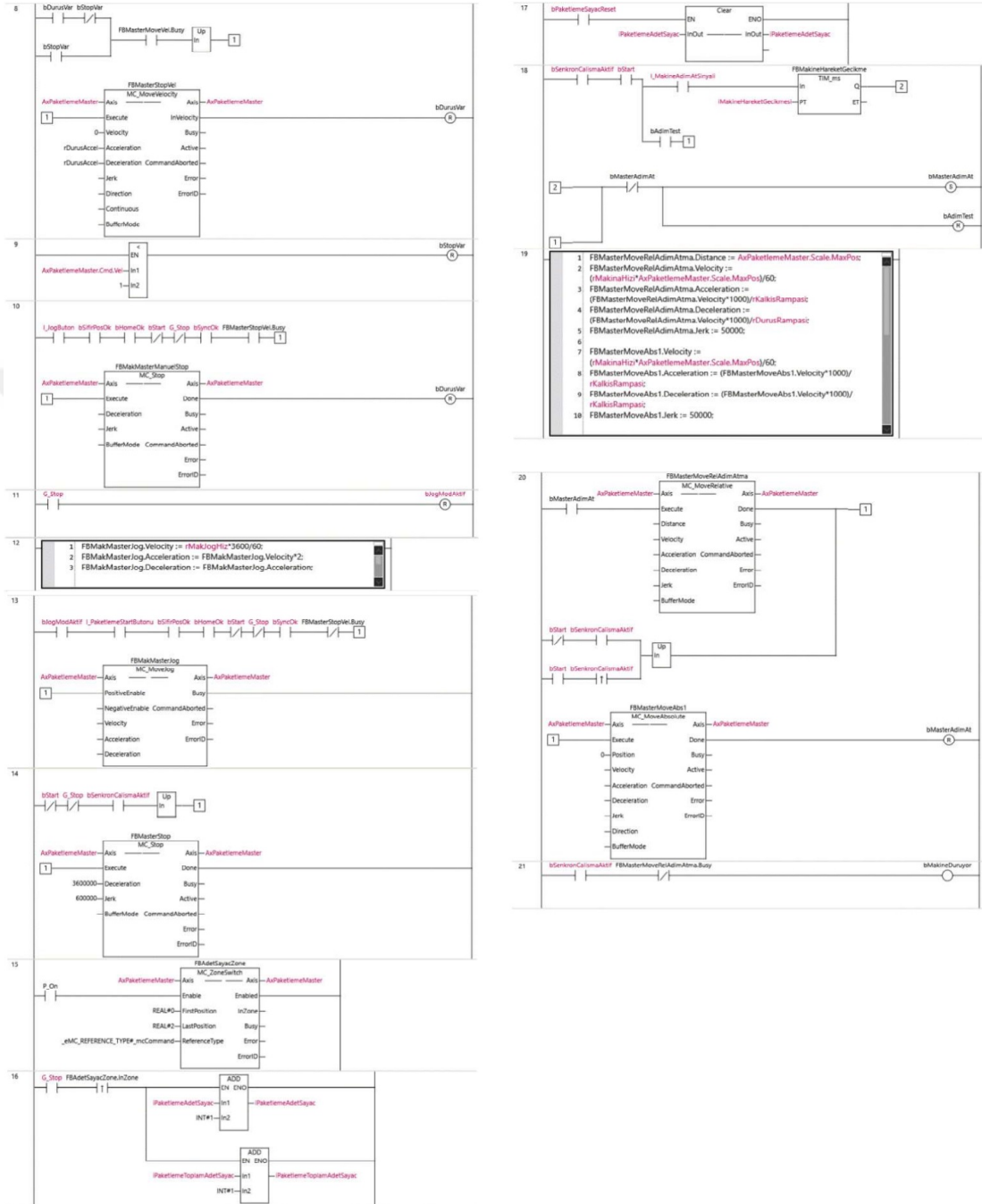


Şekil B.1. PLC Alarm programı.



Şekil B.2. Kumanda devresi PLC programı.





Şekil B.3. PLC Master programı.

TEZDEN ÜRETİLMİŞ ESERLER

A. Uluslararası Hakemli Makaleler

B. Uluslararası Makaleler

C. Ulusal Hakemli Makaleler

D. Ulusal Makaleler

E. Uluslararası Konferans Bildirileri

F. Ulusal Konferans Bildirileri

G. Projeler

H. Ödüller