T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SCADA TABANLI PLC İLE SERVO MOTOR HIZ KONTROLÜ

Maryam Mammadli

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Rana ORTAÇ KABAOĞLU

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2020

Bu çalışma, Tarih girmek için burayı tıklatın. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından ....., ...nda ..... olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Dr. Öğr. Üyesi Rana ORTAÇ KABAOĞLUI(Danışman)
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Fakülte

Unvan Adı SOYADI
Üniversite
Fakülte

Unvan Adı SOYADI
Üniversite
Fakülte

Unvan Adı SOYADI
Üniversite
Fakülte

Unvan Adı SOYADI
Üniversite
Fakülte

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin ..... numaralı projesi ile desteklenmiştir.
Bu tez, ... numaralı ..... projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Tez yazım süreci boyunca tüm desteklerini benden esirgemeyen ve bu tez çalışmasını yürüten değerli danışman hocam Dr.Öğe. Üyesi RANA ORTAÇ KABAOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamda manevi desteklerini benden esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma şükranlarımı sunarım.

Tarih girmek için burayı tıklatın. Maryam MAMMADLI

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **vi**
TABLO LİSTESİ ..... **xvii**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xviii**
ÖZET ..... **xx**
SUMMARY ..... **xxi**
1. GİRİŞ **1**
2. KONTROL SİSTEMLERİ HAKKINDA GENEL KISIMLAR **3**
2.1. PLC SİSTEMLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER 3
2.1.1. PLC Sistemleri 3
2.1.2. PLC'nin Tarihçesi 4
2.1.3. PLC'nin Uygulama Alanları 5
2.1.4. PLC'nin Yapısı 7
2.1.4.1. Merkezi İşlem Birimi *8*
2.1.4.2. Giriş Birimi *9*
2.1.4.3. Çıkış Birimi *10*
2.1.4.4. Bellek (hafıza) Elemanları *11*
2.1.4.5. Programlama Birimi *12*
2.1.4.6. Genişletme Birimi *12*
2.1.5. PLC Giriş Elamanları 13
2.1.5.1. Butonlar *13*
2.1.5.2. Anahtarlar *14*
2.1.5.3. Endüktif Algıyıcılar *14*
2.1.5.4. Kapasitif Algılıyıcılar *15*
2.1.5.5. Sıcaklık Algılayıcılar *16*
2.1.6 PLC Çıkış Elamanları 16
2.1.6.1 Lambalar *17*
2.1.6.2 Kontaktörler *17*
2.1.6.3. Motorlar *18*

2.1.6.4. Selenoid Valfler *19*
2.1.6.5. Röleler *20*
2.1.7. Programlama Yazılımı 20
2.1.7.1. TIA Portal Programlama Yazılımı *21*
2.1.7.2. Programlayıcı Cihazlar *24*
2.1.7.3. PLC-PC arabirimi *25*
2.1.8. Program İşleme Şekilleri 26
2.1.8.1. Lineer Program İşleme *26*
2.1.8.2. Yapısal program İşleme *27*
2.1.9. Program Yazılım Şekilleri 28
2.1.9.1. Merdiven Mantığı (LAD) *28*
2.1.9.2. Fonksiyon Blok Diyagramı (FBD) *29*
2.1.9.3. Komut (STL) *30*
2. 2. SCADA SİSTEMLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER 31
2.2.1. SCADA Sistemi 31
2.2.2. SCADA sisteminin yararları ve uygulama alanları 32
2.2.3. SCADA Sisteminin Yapısı 33
2.2.3.1. Saha Donanımı *34*
2.2.3.2. Ana Terminal Birimi (MTU) *34*
2.2.3.3. Uzak Terminal Birimi *35*
2.2.3.4. İletişim Birimi *36*
2.2.4. SCADA ve PLC Bağlantı Kontrolü 36
2.2.5. Çizim Ekranının Özellikleri 38
2.2.6. SCADA Sisteminde Reçete Oluşturma 39
3. LABORATUVARDA KULLANILAN ELEMANLAR HAKKINDA BİLGİLER 41
3.1. S7-300 PLC SİSTEMLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER 41
3.1.1. S7-300 PLC Sistemi 41
3.1.2. S7-300 PLC Sisteminin Donanım Yapısı 42
3.1.3. CPU Yapısı 42
3.1.4. S7-300 PLC'de Zamanlayıcı Çeşitleri 44
3.1.4.2. SS (S_ODTS) Hafızalı Gecikmeli Start *45*
3.1.4.3. SF (S_OFFDT) Gecikmeli Stop *46*
3.1.4.4. SP (S_Darbe) Darbe *47*
3.1.4.5. SE (S_Pext) Uzatılmış Darbe *47*

3.1.5 S7-300 PLC'de Sayma İşlemleri 48
3.1.5.1 İleri Sayıcı (CU) *49*
3.1.5.2. Geri Sayıcı (CD) *49*
3.1.5.3 İleri-Geri Sayıcı (CUD) *50*
3.1.6 Eskon Sürücü 50
3.1.7. PT- 100 Sıcaklık Sensörü 52
3.1.8. UT-17 Dönüştürücü 52
3.2. S7-1200 PLC SİSTEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER 53
3.2.1. S7-1200 PLC Sistemi 53
3.2.2. S7-1200 PLC Sisteminin Donananım Yapısı 54
3.2.3. S7-1200 PLC Sisteminin CPU Yapısı 55
3.2.4. Sinyal Bord ve Sinyal Modülleri 56
3.2.5. S7-1200 PLC'de Zamanlayıcı Çeşitleri 57
3.2.5.1. TP Zamanlayıcı *58*
3.2.5.2. TON Zamanlayıcı *60*
3.2.5.3. TOF Zamanlayıcı *61*
3.2.5.4. TONR Zamanlayıcı *61*
3.2.6. S7-1200 PLC'de Sayma İşlemleri 62
3.2.6.1 İleri Sayıcı (CTU) *64*
3.2.6.2. Geri Sayıcı (CTD) *64*
3.2.6.3. İleri-Geri Sayıcı *65*
3.2.7. Enkoderler 66
3.2.8. Step Motor 68
3.2.8.1. Leadshine M542 Step Motor Sürücü *70*
3.2.9. Servo Motor 73
3.2.9.1. Delta ESMA ASDA-B2 Servo Motor Sürücü *74*
3.3. S7-1500 PLC SİSTEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER 78
3.3.1. S7-1500 PLC Sistemi 78
3.3.2. S7-1500 PLC Sisteminin Donanım Yapısı 79
3.3.3. S7-1500 Sisteminin CPU Yapısı 80
3.3.4. S7-1500 PLC'nin Ekranı (Display) 81
3.3.5. Hafıza Kart (Simatic Memory Card) 81
3.3.6. Sinyal Modülleri 82
3.3.7. S7-1500 PLC'de Zamanlayıcı Çeşitleri 83

3.3.7.1. TP Zamanlayıcı *85*
3.3.7.2. TON Zamanlayıcı *85*
3.3.7.3. TONR Zamanlayıcı *85*
3.3.7.4. TOF Zamanlayıcı *86*
3.3.7.5. SP (S_darbe) Darbe *86*
3.3.7.6. SE (S_PEXT) Uzatılmış Darbe *86*
3.3.7.7. SD (S_ODT) Girişin Uzatılması *86*
3.3.7.8. SS (S_ODTS) Hafızalı Gecikmeli Start *86*
3.3.7.9. SF (S_OFFDT) Gecikmeli Stop *86*
3.3.8. S7-1500 PLC'de Sayma İşlemleri 87
3.3.8.1 İleri Sayıcı (CU) *87*
3.3.8.2. Geri Sayıcı (CD) *87*
3.3.8.3. İleri-Geri Sayıcı (CUD) *87*
3.3.9. Siemens Sinamix V20 Asenkron Motor Sürücü 88
3.3.10. Endüktif Sensör 90
3.3.11. Kapasitif Sensör 92
3.3.12. Fotoelektrik Sensör 93
3.3.13. Kompresör ve Pnömatik Valf 95
3.4. ARDUINO HAKKINDA GENEL BİLGİLER 97
3.4.1. Arduino Yazılımı 97
3.4.2. Arduino UNO Kartının Özellikleri 98
3.4.3. Arduino Yazılımı 99
3.4.4. DHT11 Sıcaklık ve Nem Sensörünün Arduino ile Kullanımı 101
3.4.5. MODBUS Haberleşme Protokolü 102
3.4.6. Arduino ile RS485 üzerinden MODBUS Haberleşme 104
4. TEZ SÜRECİ BOYUNCA GELİŞTİRİLEN UYGULAMALAR 105
4.1. S7-300 İLE SICAKLIĞA BAĞLI HIZ KONTROLÜ 105
4.2.S7-1200 PLC İLE YAY BÜKME MAKİNASININ STEP VE SERVO MOTORLARININ SENKRON ÇALIŞMASI 110
4.3. S7-1500 PLC İLE ÜRÜN KONTROLÜ 119
4.3.1. S7-1500 Proje Çalışma Mantığı 121
4.4. ARDUİNO İLE NEM VE SICAKLIK BİLGİSİNİN OKUNMASI VE SERİ HABERLEŞME İLE SCADA'YA GÖNDERİLMESİ 126
4.5. GELİŞTİRİLEN UYGULAMALARIN SCADA SİSTEMİNİN KURULMASI 131
5. SONUÇ 138

KAYNAKLAR **140**
ÖZGEÇMİŞ ..... Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: General Motors firması tarafından üretilen ilk PLC modeli [6]. 4

Şekil 2.2: Laboratuvarda kullanılmış konveyör 6

Şekil 2.3: Laboratuvarda kullanılmış servo motor 6

Şekil 2.4: PLC'nin blok şeması [5] 7

Şekil 2.5: PLC cihazında bulunan elemanların yerleşim planı [8] 8

Şekil 2.6: TIA PORTAL yazılımında Siemens'in S7-300 markasının CPU katalog görünümü. 9

Şekil 2.7: PLC cihazının giriş yapısı [2]. 10

Şekil 2.8: PLC cihazının çıkış yapısı [2]. 10

Şekil 2.9: ROM belleğin blok şeması. 11

Şekil 2.10: Genişletme birimleri takılmış bir PLC [7]. 13

Şekil 2.11: PLC giriş ve çıkış elemanları [7]. 13

Şekil 2.12: Butonlar [7]. 14

Şekil 2.13: Anahtar türleri [5]. 14

Şekil 2.14: Endüktif Algılıyıcılar [5]. 15

Şekil 2.15: Kapasitif Algılıyıcılar [5] 16

Şekil 2.16: Sıcaklık algılayıcıları [5]. 16

Şekil 2.17: Lambalar [5]. 17

Şekil 2.18: Kontaktörün iç yapısı [16]. 18

Şekil 2.19: Kontaktör [16] 18

Şekil 2.20: Motor çeşitleri [5]. 19

Şekil 2.21: Selenoid Valfer [7] 19

Şekil 2.22. Röle. 20

Şekil 2.23: TIA PORTAL arayüz görüntüsü. 21

Şekil 2.24: Portal view görünümü.....22

Şekil 2.25: Create New Project Pencere Görünümü. 22

Şekil 2.26: Oluşturulmuş Proje Görünümü.....23

Şekil 2.27: ''Device&Network'' Pencere Görünümü.....23

Şekil 2.28: TIA Portal ana pencere görünümü.....24

Şekil 2.29: Siemens Field PG M6 [11]. 25

Şekil 2.30: S7-200 PLC'lerin bağlantı kablosu [12].....25

Şekil 2.31: Organizasyon (OB1) bloku [13]. 27

Şekil 2.32: Yapısal program işlemenin genel yapısı [13]. 28

Şekil 2.33: Klasik kumanda devresi [14].....29

Şekil 2.34: Ladder diyagram ile programlama örneği. 29

Şekil 2.35: Fonksiyon blok diyagram ile programlama. 30

Şekil 2.36: STL ile programlama örneği.....31

Şekil 2.37: Tipik SCADA sistemi diyagramı [5].....32

Şekil 2.38: Örnek SCADA uygulaması [19].....33

Şekil 2.39: SCADA yapısı [5].....34

Şekil 2.40: Uzaktan izleme ve denetleme ünitesi (RTU) [21]. 36

Şekil 2.41: Açılmış ADD new device penceresi.....37

Şekil 2.42: Açılmış PC station penceresi. 38

Şekil 2.43: Açılmış Device & Networks penceresi.....38

Şekil 2.44: Genel SCADA ekran görüntüsü [18].....39

Şekil 2.45: Reçete Ekleme [18].....40

Şekil 3.1: S7-300 PLC. 41

Şekil 3.2: S7-300 PLC modüler yapısı [13].....42

Şekil 3.3: S7-300 PLC'nin CPU birimi [13].....43

Şekil 3.4: S7-300 PLC'nin gecikmeli start çeşidinin zaman grafiği [13]. 45

Şekil 3.5: Gecikmeli start zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram. 45

Şekil 3.6: S7-300 PLC'nin hafızalı gecikmeli start çeşidinin zaman grafiği [13]. 45

Şekil 3.7: Hafızalı gecikmeli start zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram. 46

Şekil 3.8: S7-300 PLC'nin gecikmeli stop çeşidinin zaman grafiği [13]. 46

Şekil 3.9: Gecikmeli stop zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram. 46

Şekil 3.10: S7-300 PLC'nin DARBE çeşidinin zaman grafiği [13]. 47

Şekil 3.11: Darbe zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram. 47

Şekil 3.12: S7-300 PLC'nin uzatılmış darbe çeşidinin zaman grafiği [13]. 48

Şekil 3.13: Uzatılmış darbe zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram. 48

Şekil 3.14: İleri sayıcı kullanılmış Ladder diyagram. 49

Şekil 3.15: Geri sayıcı kullanılmış Ladder diyagram.....50

Şekil 3.16: İleri-Geri sayıcı kullanılmış Ladder diyagram.....50

Şekil 3.17: Eskon kontrol cihazının ekran görünümü [12]. 51

Şekil 3.18: Eskon kontrol cihazının kontrol bağlantısı [12]. 52

Şekil 3.19: PT-100 sıcaklık sensörü [].....52

Şekil 3.20: UT-17 dönüştürücü bağlantı şeması [32].....53

Şekil 3.21: S7-1200 PLC. 54

Şekil 3.22: TIA PORTAL programında bulunan CPU kataloğu. 55

Şekil 3.23: TIA PORTAL programında bulunan Sinyal Bord kataloğu.....57

Şekil 3.24: TIA PORTAL programında bulunan Timer operations kataloğu.....58

Şekil 3.25: TP zamanlayıcının Data Block sekmesi. 59

Şekil 3.26: TP zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram. 59

Şekil 3.27: TP zamanlayıcının zaman grafiği [22].....60

Şekil 3.28: TON zamanlayıcının zaman grafiği [22]. 60

Şekil 3.29: TON zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram. 61

Şekil 3.30: TOF zamanlayıcının zaman grafiği [22].....61

Şekil 3.31: TOF zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram. 61

Şekil 3.32: TONR zamanlayıcının zaman grafiği [22]. 62
Şekil 3.33: TONR zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram. 62
Şekil 3.34: TIA PORTAL programında bulunan Counter operations kataloğu. 63
Şekil 3.35: Sayıcılarda oluşmuş data blok. 63
Şekil 3.36: CTU sayıcı kullanılmış Ladder diyagram. 64
Şekil 3.37: CTU sayıcının zaman grafiği [22]. 64
Şekil 3.38: CTD sayıcı kullanılmış Ladder diyagram. 65
Şekil 3.39: CTD sayıcının zaman grafiği [22]. 65
Şekil 3.40: CTUD sayıcı kullanılmış Ladder diyagram. 66
Şekil 3.41: CTUD sayıcının zaman grafiği [22]. 66
Şekil 3.42: Enkoder [23]. 68
Şekil 3.43: Step motor çeşitleri [26]. 69
Şekil 3.44: M542 Step motor sürücü. 71
Şekil 3.45: Servo motor [25]. 74
Şekil 3.46: ASDA B2 Servo motor Delta sürücü [51]. 75
Şekil 3.47: ASDA B2 Servo motor Delta sürücünün arka tarafı [51]. 77
Şekil 3.48: Laboratuvarda kullanılmış ASDA B2 Servo motor Delta sürücü. 78
Şekil 3.49: S7-1500 PLC cihazı [29]. 79
Şekil 3.50: TIA PORTAL yazılımında bulunan S7-1500 CPU kataloğu. 80
Şekil 3.51: S7-1500 PLC cihazının ekranı [28]. 81
Şekil 3.52: SIMATIC MEMORY CARD [28]. 82
Şekil 3.53: S7-1500 PLC cihazının dijital ve analog sinyal modül kataloğu. 83
Şekil 3.54: TIA PORTAL programında bulunan Timer operations kataloğu. 84
Şekil 3.55: TIA PORTAL programında bulunan Timer operations kataloğu. 85
Şekil 3.56: Siemens Sinamix V20 sürücü. 88
Şekil 3.57: Siemens Sinamix V20 sürücünün kontrol etme tuşları [35]. 89
Şekil 3.58: Siemens Sinamix V20 sürücünün Cn003 kontrol makrosu [35]. 90

Şekil 3.59: Endüktif sensör [36]. 91

Şekil 3.60: Endüktif Sensörün iç yapısı [36]. 91

Şekil 3.61: Kapasitif sensör [38]. 93

Şekil 3.62: Fotoelektrik Sensör [40]. 94

Şekil 3.63: FiveStar markasına ait kompresör. 96

Şekil 3.64: Pnömatik valf. 97

Şekil 3.65: Arduino UNO kart [44] 98

Şekil 3.66: Atmega 328 P mikrodenetleyicinin pin isimleri [44]. 99

Şekil 3.67: Arduino yazılım ekranı [44]. 100

Şekil 3.68: DHT11 Sıcaklık ve nem sensörü [45] 101

Şekil 3.69: DHT11 Sıcaklık ve nem sensörünün Arduino ile bağlantı devresi [46]. 102

Ş**ekil 3.70:** RS485 dönüştürücü kart [49]. 104

Şekil 4.1: S7-300 PLC ile Eskon sürücü bağlantı şeması. 105

Şekil 4.2: Laboratuvar ortamında bağlantısı yapılmış S7-300 PLC sistemi. 106

Şekil 4.3: S7-300 PLC sisteminin tag tablosu. 107

Şekil 4.4: Network 1. 107

Şekil 4.5: Network 2. 108

Şekil 4.6: Network 3. 108

Şekil 4.7: Network 4. 110

Şekil 4.8: Network 5 ve 6. 110

Şekil 4.9: S7-1200 PLC ile Step ve servo motor sürücülerinin bağlantı şeması. 111

Şekil 4.10: Bağlantısı yapılmış S7-1200 PLC sistemi. 112

Şekil 4.11: Motion Control sekmesi. 113

Şekil 4.12: General sekmesi. 113

Şekil 4.13: Drive signal sekmesi. 114

Şekil 4.14: Dynamics sekmesi. 114

Şekil 4.15: Emergency sekmesi 115

Şekil 4.16: Homing sekmesi. 115

Şekil 4.17: Servo motor FC'si.....116

Şekil 4.18: Servo_data bloğu 116

Şekil 4.19: S7-1200 PLC'ye ait hazır fonksiyonlar. 117

Şekil 4.20: MC_Power Sekmesi. 117

Şekil 4.21: MC_Reset sekmesi. 118

Şekil 4.22: MC_home sekmesi. 118

Şekil 4.23: MC_ Halt sekmesi. 118

Şekil 4.24: MC_relative sekmesi. 119

Şekil 4.25: S7-1500 PLC ile kontrolü yapılacak ürünler. 120

Şekil 4.26: Laboratuvar ortamında bağlantısı yapılmış S7-1500 PLC ile Siemens Sinamix V20 asenkron motor sürücü. 121

Şekil 4.27: Laboratuvar ortamında bağlantısı yapılmış S7-1500 PLC sistemi. 122

Şekil 4.28: S7-1500 PLC sisteminin tag tablosu.....123

Şekil 4.29: Network 1 ve 2.....124

Şekil 4.30: Network 3. 124

Şekil 4.31: Network 4. 125

Şekil 4.32: Network 5. 125

Şekil 4.33. Network 6.....126

Şekil 4.34: Network 7. 126

Şekil 4.35: Arduino ile DHT11 sıcaklık ve nem sensörünün bağlantı şeması.....127

Şekil 4.36: Bağlantısı yapılmış Arduino il DHT11 nem ve sıcaklık sensörü bağlantısı.....128

Şekil 4.37: SCADA sistemi ile PLC ve Modbus cihazlarının bağlantısı. 131

Şekil 4.38: Bağlantı tiplerinin konfigrasyonu. 132

Şekil 4.39: Modbus cihazın tag tanımlanması. 133

Şekil 4.40: Ana ekran sayfası.....134

Şekil 4.41: Havalandirma_Kontrol sayfası. 135

Şekil 4.42: Yay_bukme sayfası.....136

Şekil 4.43: Urun_Kontrol sayfası.....136

Şekil 4.44: Sera_Nem ve Sicaklik sayfası.....137

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: S7-1200 PLC cihazının CPU türlerinin farklılık tablosu [9]. 56

Tablo 3.2: P1 konnektörünün işlev tablosu [42].....71

Tablo 3.3: P2 konnektörünün işlev tablosu [42].....72

Tablo 3.4: Mikro adım çözünürlüğü tablosu [42].....73

Tablo 3.5: Dinamik akım ayarım [42]. 73

Tablo 3.6: Atmega 328P mikrodenetleyicinin özellikleri [44]. 98

Tablo 4.1: Kullanılan cihazların listesi. 105

Tablo 4.2: Kullanılan cihazların listesi. 111

Tablo 4.3: Kullanılan cihazlaın listesi. 120

Tablo 4.4: Kullanılan cihazların listesi. 127

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler **Açıklama**

% : Yüzde
A : Amper
℃ : Santigrat derece
C : Kapasite
İ/O : Haberleşme giriş-çıkış
R : Direnç
V : Gerilim

Kısaltmalar **Açıklama**

3~ : 3 Faz
AC : Alternativ akım
AI : Analog girişler
AQ : Analog çıkışlar
B : Byte
Canbus : Aaaa
CD : Geri sayıcı
CPU : Merkezi işlem birimi
CU : İleri sayıcı
CUD : İleri-geri sayıcı
DC :Doğru akım
DQ : Dijital çıkış
EEPROM : Elektrikle silinip programlanabilir bellek
EPROM : Silinebilir programlanabilir sadece-okunabilir hafıza
FB : Fonksiyon blok
FBD : Fonksiyon blok diagramı
FC : Fonksiyon
HB : Hibrit stepmotorlar
ID : İdentifier
IOT : Nesnelerin interneti

LAD : Ladder Diagram
Ms : Milisaniye
MTU : Merkezi ana birim
NC : Normalde kapalı kontakt
NO : Normalde açık kontakt
NPN : N(-)-P(+)-N(-) tipli
OB : Organizasyon blok
PC : Kişisel bilgisayar
PLC : Programlanabilir lojik kontrolör
PM : Sabit mıknatıslı stepmotor
PNP : P(+)-N(-)-P(+) tipli
PROFIBUS : Process field bus
PROM : Programlanabilir sadece okunabilir hafıza
PWM : Modulasyonlu fals
RAM : Rastgele erişimli bellek
ROM : Okunabilir bellek
RTU : Uzaktan izleme ve denetleme ünitesi
SCADA : Süpervizer kontroler ve veri edinimi
SD : Gecikmeli zamanlayıcı
SE : Uzatılmış darbe zamanlı zamanlayıcı
SF : Düşen kenara göre gecikmeli zamanlayıcı
SFB : System function blocks
SP : Darbe zamanlı zamanlayıcı
SS : Geciklemeli ve mühürlemeli zamanlayıcı
STL : Statement luist
TOF : TOF zaman
TON : TON zaman
TONR : TONR zaman
TP : TP zaman
USB : Universal Serial Bus
VR : Değişken relüktanslı stepmotor
W : Word

ÖZET

SCADA TABANLI PLC ile SERVO MOTOR HIZ KONTROLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Maryam MAMMADLİ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Rana ORTAÇ KABAOĞLU

Türkiye de diğer dünya ülkeleri gibi teknoloji geliştikce daha verimli veya az masraf talep eden otomatik kontrol sistemleri geliştirmektedir. Otomatik kontrol sistemini oluşturan elemanların en önemli vazifeleri kurulan sistemin kaliteli olması, hem de ucuz ve işlevsel olmasıdır. Elemanların karşısına koyulan bu şartları hayata geçirmek için, önemli kontrol sistemlerinden olan SCADA ve PLC kontrol sistemleri kullanılmaktadır. İster SCADA olsun, isterse de PLC son zamanlarda ismini sıkca duyuran otomatik konrol sistemlerindendir. Her iki sistem endüstrinin hemen her alanında kullanılmaktadır.

Bu tez çalışması, Akademi otomasyon Ar-Ge laboratuvarında hayata geçirilerek otomasyon sistemlerinin vazgeçilmezi olan PLC ve SCADA ile uygulamalar geliştirilmiştir. PLC'nin 3 türü olan S7-300, S7-1200, S7-1500 ve aynı zamanda MODBUS cihazları kullanılarak tüm sistemler SCADA'ya bağlanmış, SCADA'ya aktarılan bu dört sistem, bir ekrandan izlenmiştir. Aynı zamanda SCADA sisteminin önemli avantajlarından olan sisteme arıza anında müdahale etmek mümkün kılınmıştır.

Tarih girmek için burayı tıklatın., 165. sayfa.

Anahtar kelimeler: Kontrol sistemleri, plc, modbus cihazı, scada sistemi

SUMMARY

SERVO MOTOR SPEED CONTROL WITH SCADA BASED PLC

M.Sc. THESIS

Maryam MAMMADLİ

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Electrical and Electronic Engineering

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Rana ORTACH KABAOGLU

Like other countries in the world, Turkey, as technology evolves, is developing more efficient and less cost requesting automatic control systems. The most important duties of the elements that constitute the automatic control system are quality of the established system and being cheap and functional. SCADA and PLC control systems, which are among the significant control systems, are utilized to implement these conditions placed against the elements. Whether it is SCADA or PLC, it is one of the automatic control systems that have become popular recently. Both of them are used in almost every field of industry.

This dissertation has been implemented in the Academy automation R&D laboratory and applications have been developed with PLC and SCADA, which are indispensable for automation systems. All systems are connected to SCADA using 3 types of PLC, S7-300, S7-1200, S7-1500 and also MODBUS devices. These four systems transferred to SCADA were monitored on a screen. At the same time, one of the significant advantages of the SCADA system is that permit to intervene in the system in the case of malfunction.

Tarih girmek için burayı tıklatın., 165. pages.

Keywords: Control systems, plc, modbus device, scada system

1. GİRİŞ

Günümüzde otomasyon teknolojisinin çok hızlı bir gelişme içinde olduğu görülmektedir. Üreticiler, bu sistemleri kontrol edecek elemanların hem kaliteli, hem ucuz, hem de istenilen vazifeyi tam olarak karşılamasını istemektedirler. İşte bu tür sistemleri en ucuz, verimli ve etkili kontrol edebilen sistemler, SCADA ve PLC kontrolü yapılarak oluşturulan sistemlerdir. Yapılan otomasyon sistemleri röleli ve bilgisayarlı (PC) sistemlere göre birçok avantaja sahiptir. Bu sebeplerden dolayı oldukça geniş şekilde kullanılmaktadırlar.

PLC (Programlanabilir Lojik Kontrolör), günümüzde endüstride hemen hemen her alanda, özellikle el değmeden gerçekleştirilen üretimlerde kullanılmaktadır. PLC'lerle yapılan otomasyon sistemleri röleli ve bilgisayarlı (PC) sistemlere göre birçok avantaja sahiptir. İçerisinde EEPROM proglamlayıcılar ve PIC işlemciler bulunmaktadır.

SCADA (Süpervizer Kontrol ve Veri Edinimi) sistemi, alan verisi toplayan ve iletişim sistemi aracılığıyla ana istasyonun sonuna bağlanan belirli sayıda uzak terminal ünitelerinden oluşmaktadır. Ana istasyon, edinilen veriyi görüntüler ve operatörün uzaktan kontrol işlemlerini yapmasını sağlar. SCADA sistemi, hidroelektrik, nükleer güç üretimi, doğalgaz üretim ve işleme tesislerinde, gaz, yağ, kimyasal madde ve su boru hatlarında pompaların, valflerin ve akış ölçüm ekipmanlarının işletilmesinde, kilometrelerce uzunluktaki elektrik aktarım hatlarındaki açma kapama düğmelerinin kontrolü ve hatlardaki ani yük değişimlerinin dengelenmesi gibi çok farklı alanlarda kullanılabilmektedir.

Bu tez çalışmasında Akademi Otomosyon Ar-Ge laboratuvar ortamında Scada'nın PLC ve IOT teknolojisi ile entegrasyonu gerçekleştirilecektir. Tez çalışması üç farklı PLC ve Arduino ile gerçekleştirilecektir. PLC'lerin programlanması ve SCADA uygulaması için TIA Portal programı, Arduino programlamak için ise Arduino IDE derleyicisi kullanılacaktır. Tez çalışması, beş bölümden oluşmaktadır.

Kullanılan PLC türleri S7-300, S7-1200 ve S7-1500 tür. S7-300 ile yapılacak uygulamada analog işlemler SCADA sistemi üzerinden okunacaktır. Okuma işlemi PLC'nin analog modülüne bağlanan transmittere bağlı sıcaklık sensörü ile gerçekleştirilecektir. Kullanıcının

ayarladığı sıcaklık değerlerine göre asenkron motora bağlı fanın çıkış hızı kademeli olarak değişecektir.

S7-1200 ile yapılacak uygulamada yay bükme makinasının step ve servo motorları birbirleriyle senkron çalışacak. Reçete uygulaması yapılarak bükülecek yayın boy bilgisi kullanıcının SCADA sistemi üzerinden sisteme girilip step motor ve servo motor kontrolü sağlanacaktır.

S7-1500 ile yapılacak uygulamada konveyör üzerinden geçen ürünler iki farklı sensör ile okunacak, okunan değerler PLC üzerindeki algoritmaya bağlı olarak ürünün hatalı olup olmadığı kararı verilecektir. Hatalı ürünler pnömatik valf ile konveyör üzerinden itilerek ayrıştırılacaktır.

Arduino ile yapılacak uygulamada sistemin bağlı olduğu seranın nem kontrolü yapılacaktır. Nem sensöründen okunan değerler seri haberleşme ile master cihaz üzerinden SCADA sistemine gönderilecektir. Tüm bu PLC'lerden ve Arduino'dan veriler okunarak bilgisayar üzerinden görüntülenmesi sağlanacak ve kontrol uygulaması ile de SCADA projesi tamamlanmış olacaktır.

Bu tezin amacı, endüstride SCADA sistemi ile yapılacak uygulamaların kontrol edilebilirliğinin artırılması, sistemlerin hem daha izlenebilir ve raporlanabilir, hem de uzak veya yakından kolayca kontrol edilebilir hale gelmesini sağlamaktır. Ayrıca Endüstri 4.0 kapsamında günümüzde yaygın olarak kullanılan IOT cihazlarının SCADA sistemine entegrasyonu amaçlanmaktadır. Akademi Otomosyon Ar-Ge laboratuvar ortamında gerçekleştirilecek uygulamalarla otomasyon sistem elemanlarını gerek bireysel gerekse bir bütün olarak kullanarak gerekli analiz ve sentezler yapılacaktır.

2. KONTROL SİSTEMLERİ HAKKINDA GENEL KISIMLAR

2.1. PLC SİSTEMLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

2.1.1. PLC Sistemleri

Programlanabilir Lojik Kontrolörler (PLC), içerisinde PIC işlemciler ve aynı zamanda EEPROM programlayıcılar barındıran ve günümüz teknolojisinde önemli yere sahip olan kontrol ve kumanda elemanlarıdır. Cihazlara Programlanabilir Lojik Kontrolör isminin verilme nedeni lojik temelli röle sistemlerine seçenek olarak tasarlanmalarıdır. PLC'lerin önemli özelliklerinden biri bellek fonksiyonlarının, sayıcı ve zaman gibi elemanlarının üretici firmalar tarafından hazır olarak tasarlanmış olmasıdır. Kumanda problemlerinin çözümünde PLC'nin bu özelliğinden basit programlama ile rahatlıkla faydalanılır [1]. PLC, kullanıcının yazdığı programa uygun anahtar, buton ve sensörler gibi elemanlardan aldığı bilgiyi lojik değerlere dönüştürerek çıkış bölümüne ileten cihazlardır [2].

Bu cihazların kumanda devreleri, yazılımla yapıltığı için röleli sistemlere kıyasla aşağıda belirtilen avantajlara sahiptir [1,2]:

1. Daha kolay ve güvenilirdirler
2. Yeni uygulamalara rahatlıkla uyum sağlarlar
3. Çok fazla kablo bağlantısına ihtiyaç duymazlar
4. PLC'in hafızasına kaydedilen hazır fonksiyonları operatör (kullanıcı) rahatlıkla kullanır
5. Az arıza yaparlar ve tesbit edilen problemler kısa sürede kollaylıkla devre dışı bırakılır.
6. Enerji tüketimleri daha azdır
7. Kötü çevre şartlarından kolay etkilenmezler aynı zamanda uzun süre bakım beklemezler
8. İstenilen zamanda kullanıcı tarafından giriş ve çıkış durumları rahatlıkla izlenebilir.

PLC'li sistemlerin bilgisayarlı sistemlere kıyasla aşağıda belirtilen avantajlara sahiptir [5]:

1. Bilgisayarlı sistemlerin aksine PLC sistemleri kötü çevresel şartlara (toz, kirlilik ve sıcaklık gibi) karşı daha dayanıklıdır.

2. Bu cihazlarda problemler teşhis yazılarıyla rahatlıkla çözümlenebilir.

3. Kullanıcı tarafından yüklenmiş programlar bilgisayarlı sistemlerin aksine PLC'lerde belli bir sırayla gerçekleşir.

4. PLC sistemlerinin yazılım dili kumanda devrelerine benzer olduğundan öğrenilmesi kolaydır. Fakat PC'lerde programlama dilinin öğrenilmesi ekstra bir eğitim gerektirir.

2.1.2. PLC'nin Tarihçesi

Mikroişlemci olarak da tanınan Programlanabilir Lojik Kontrolörler tarihimizde 1968 yılında boy göstermeye başlamıştır. Bu PLC'ler otomobil sektöründe seri üretim amacıyla kullanılmıştır [5]. Eski zamanlarda piyasaya sürülen PLC'ler günümüzde üretilen PLC'lerden hem boyut olarak, hem de sistemi kumanda etmek adına farklılık göstermektedir. Günümüz PLC'leri rahatlıkla istenilen sisteme adapte olurlar. Otomasyon teknolojisi geliştikçe PLC'ler de gelişim göstermiştir.



Şekil 2.1: General Motors firması tarafından üretilen ilk PLC modeli [6].

Günümüzde çok fazla PLC üreticisi piyasada boy göstermektedir. Bu üreticilerden en bilineni Siemens markasıdır. Siemens'in ilk S3 PLC modeli boyut olarak çok büyüktü. Otomosyon teknolojisi geliştikce ve aynı zamanda hafıza kartlarının, mantık devrelerinin boyutlarının

küçülmesiyle Siemens 1979 yılında S5 modelini üreterek kullanıma sundu. Artık Siemens'in dört farklı PLC çeşidi mevcuttur ve aşağıda belirtilmiştir [1, 3].

- S7-300
- S7-400
- S7-1200
- S7-1500

Gelecekte kullanılacak olan PLC teknolojilerinde ise hafıza ve işlem kapasitesi gibi yükseltmeler mutlaka olacaktır. Gelişen teknoloji karşısında veriler büyümekte ve işlemler karmaşık bir hal almaktadır. Dokunmatik panel montajlı modeller, bilgisayar ile veya kontrol üniteleri ile programlanabilen modeller çok daha ileri seviye getirilecektir [4].

2.1.3. PLC'nin Uygulama Alanları

Otomasyon teknolojisinin kullanıldığı herhangi bir alanı PLC'siz düşünmek olmaz [15]. Başka bir tabirle PLC, otomosyon teknolojisinin kalbi ve en önemli kontrol elemanlarından biridir. PLC ile kontrolü yapılacak sistem her açıdan farklılık gösterebilir. Örneğin PLC ile bir makina da kontrol edilebilir büyük bir fabrika da. Aralarındaki farklılık, kullanılan PLC'nin kapasitesidir. Endüstrinin aklımıza gelen hemen hemen her alanında (kimya sanayi, imalat sanayi, tarım, robot tekniği, paketleme, otomobil tesisleri, havalandırma ve soğutma tesisleri vb.) kullanılan PLC'lerin genel uygulama alanlarını aşağıdaki gibi ayırabiliriz [7,17].

1. Sıra Kontrol
2. Hareket Kontrolü
3. Süreç Analizi
4. Veri yönetimi

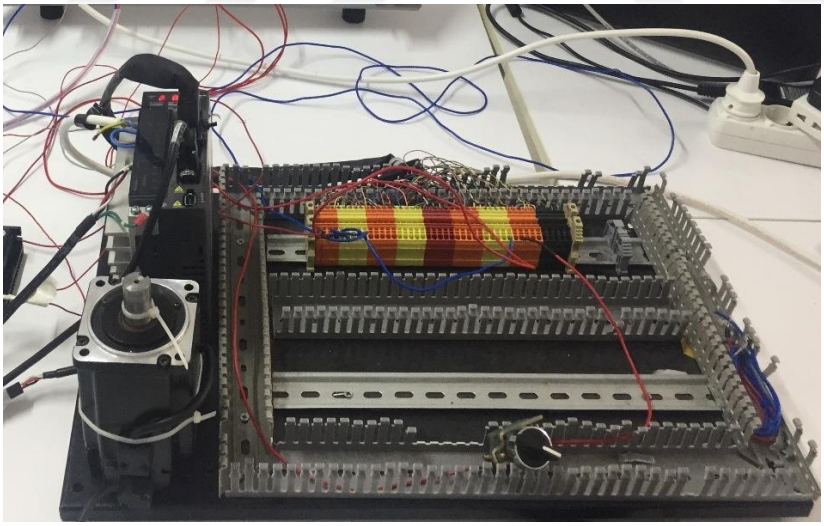
Sıra Kontrol, bu cihazların en popüler ve en çok kullanılan uygulama alanıdır. Bu yöntemin özelliği sıralı çalışmasıdır. Sistem, sıralı çalışma özelliğiyle röleli sistemlere benzerlik

göstermektedir. Bu tez çalışmasında kullanılan konveyör, sıra kontol uygulama alanına örnektir ve ileri bölümlerde tam anlamıyla açıklanacaktır.



Şekil 2.2: Laboratuvarda kullanılmış konveyör.

Hareket Kontrolü dendiğinde doğrusal ve döner hareket denetim sistemlerinin PLC'de tümleştirilmesi anlaşılmaktadır. Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen PLC ile servo motorların hız kontrolü, hareket kontrolü uygulamasına örnektir.



Şekil 2.3: Laboratuvarda kullanılmış servo motor.

Süreç analizi uygulama alanındaysa PLC, sıcaklık, hız, basınç, seviye gibi parametreleri denetleyerek kapalı çevrim analiz sistemi oluşturur. Bu çevrim analiz sitemini oluşturmak

için, analog giriş ve çıkışa ihtiyaç duyar. Plastik enjeksiyon makineleri bu uygulama alanına örnek verilebilir.

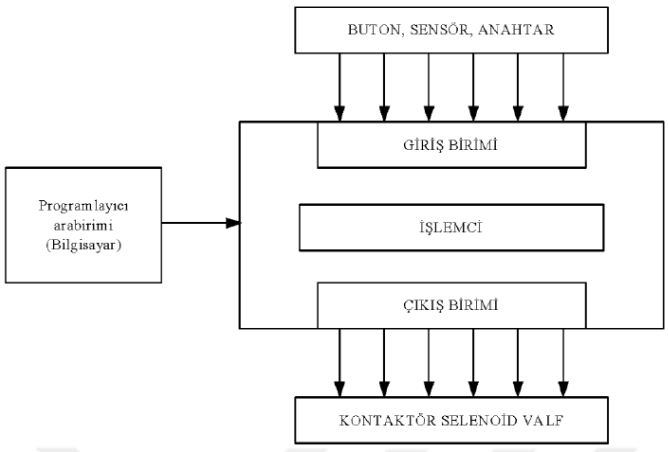
Veri yönetimi uygulama alanı son yıllarda gelişme göstermiştir. PLC'ler veri toplayıcı gibi kullanılır. Toplanmış bu veriler, referans verilerle karşılaştırılarak rapor alınır. Bu uygulama alanına kağıt, metal ve yiyecek işleme gibi proseslerde kullanımlar örnek verilebilir [7].

2.1.4. PLC'nin Yapısı

PLC'nin yapısı incelenirse üç ana bölümden oluştuğu söylenebilir. Bu ana bölümler aşağıda gösterilmiştir:

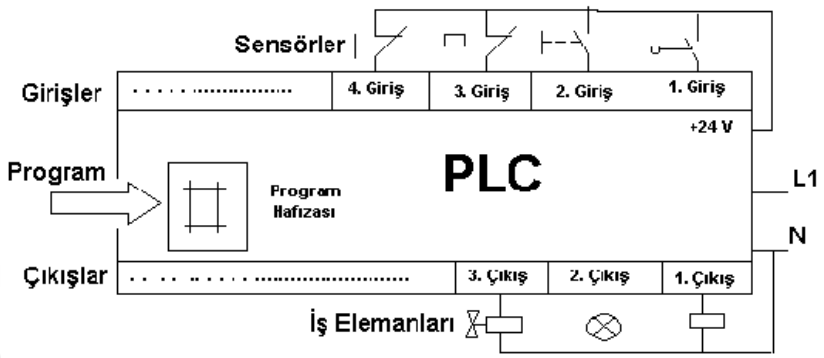
1. Merkezi İşlem birimi
2. Giriş birimi
3. Çıkış birimi

Sensör, sınır anahtarı, buton gibi elemanlardan gelen elektriksel sinyaller lojik değerlere dönüşerek 0 veya 1 olur. Giriş sinyalleri hem analog, hem de dijital olabilir. Analog sinyallerin PLC tarafından kabul edilmesi için mutlaka analog modüllere ihtiyaç duyulur. Bu modüller bazı PLC'lerde hazır şekilde bulunur. Aşağıdaki şekilde PLC'nin blok şeması gösterilmiştir:



Şekil 2.4: PLC'nin blok şeması [5].

PLC cihazındaki bulunan bu bloklar, hafızanın boyutu, giriş - çıkış birimlerinin özelliği ve sayısı, mikroişlemcinin hızı açılarından farklılık göstermektedir. Farklılık göstermeyen bu birimlerin yerleşim planıdır. Şekil 2.5' de PLC'nin yapısını oluşturan elemanların yerleşim planı gösterilmektedir [3].



Şekil 2.5: PLC cihazında bulunan elemanların yerleşim planı [8].

2.1.4.1. Merkezi İşlem Birimi

Bu birim, yani CPU (Central Processing Unit) giriş biriminden aktarılan lojik değerleri belleğine yükler ve bu değerlere göre programı yürüterek çıkış birimine aktarır. Bilgisayarların beyni CPU olduğu gibi PLC'lerde de CPU beyin rolünü oynar. Piyasada birbirinden farklı beklentileri karşılayacak CPU modelleri mevcuttur. Bu modeller sayıcı sayısı, zamanlama sayısı, hafıza tutumu, hafıza elaman sayısı, işleme hızı gibi değerlerle birbirinden farklılık göstermektedir.

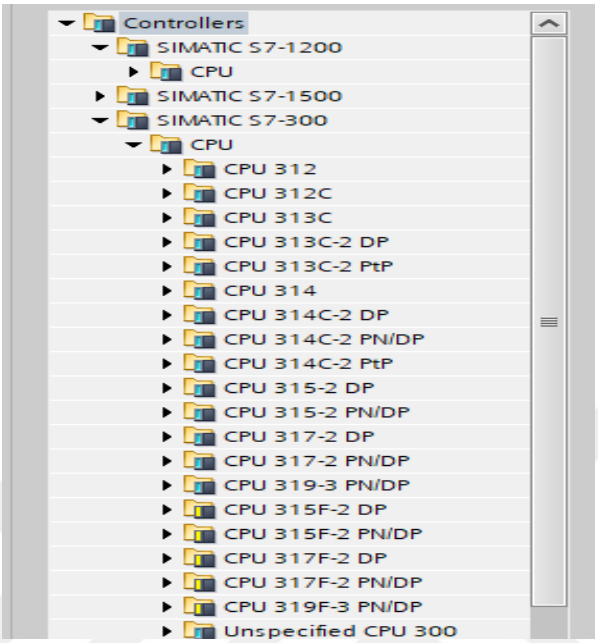
Merkezi işlem birimi, program belleği, temel yazılım, kullanıcı programı ve veri belleği gibi bellek yapılarından oluşmaktadır.

1. Program belleği, program adını alan bütün komutları içerisinde bulundurur. Merkezi işlem biriminin temel yazılım ve kullanıcı program belleği bu alanda yerleşmektedir.

2. CPU'nun ikinci bellek yapısı olan temel yazılım, Siemens gibi firmalar tarafından verilen PLC'nin programlanabilmesini sağlar.

3. Kullanıcı programı, isminden de görüldüğü gibi operatör (kullanıcı) tarafından yazılan programlardır. Bu alanın avantajı istenildiği zamanda silinip yeniden tasarlanabilmesidir.

4. Veri belleği alanıysa program tarafından üretilen önemli verileri ve aynı zamanda giriş-çıkış işaret durumlarını hafızasına kaydeder [1].

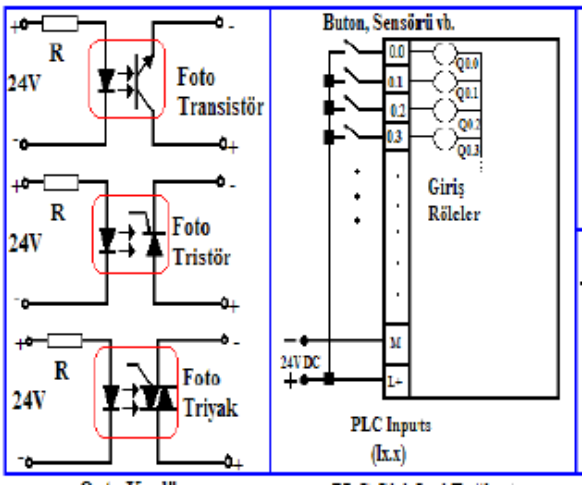


Şekil 2.6: TIA PORTAL yazılımında Siemens'in S7-300 markasının CPU katalog görünümü.

2.1.4.2. Giriş Birimi

PLC'nin ana bölümlerinden olan giriş birimi, kendisine bağlanan elemanlardan (seviye,sıcaklık sensörü, buton, anahtar vb) alınan sinyalleri mantıksal değerlere dönüştürerek merkezi işlem ünitesine aktaran bir birimdir. PLC giriş devresine gelen bir sinyalin lojik 1 kabul edildiği bir alt sınır ve lojik 0 kabul edildiği bir üst sınır vardır.

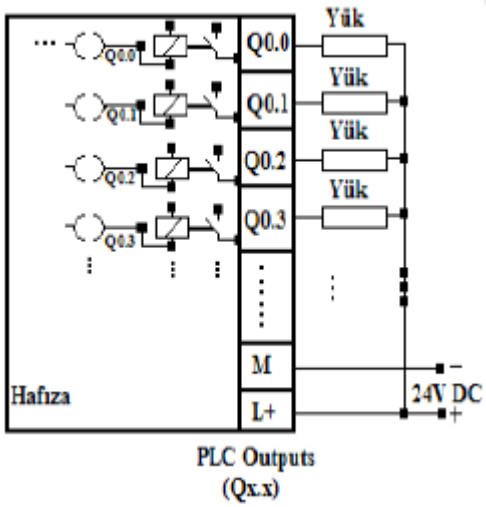
Günümüzde PLC'lerin giriş ve çıkış üniteleri CPU'dan optik izolatör ile ayrılmıştır [1]. Şekil 2.7'de PLC cihazının giriş yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2.7: PLC cihazının giriş yapısı [2].

2.1.4.3. Çıkış Birimi

Bu birim, sık sık ismini duyacağımız çıkış görüntü belleğine (PIQ) kaydedilen mantıksal değerleri elektriksel işaretlere dönüştürererek, çıkışa bağlanan kumanda elemanlarını sürer. Çıkış birimi, röle, tiriyak ve transistor çıkışlı olabilir.



Şekil 2.8: PLC cihazının çıkış yapısı [2].

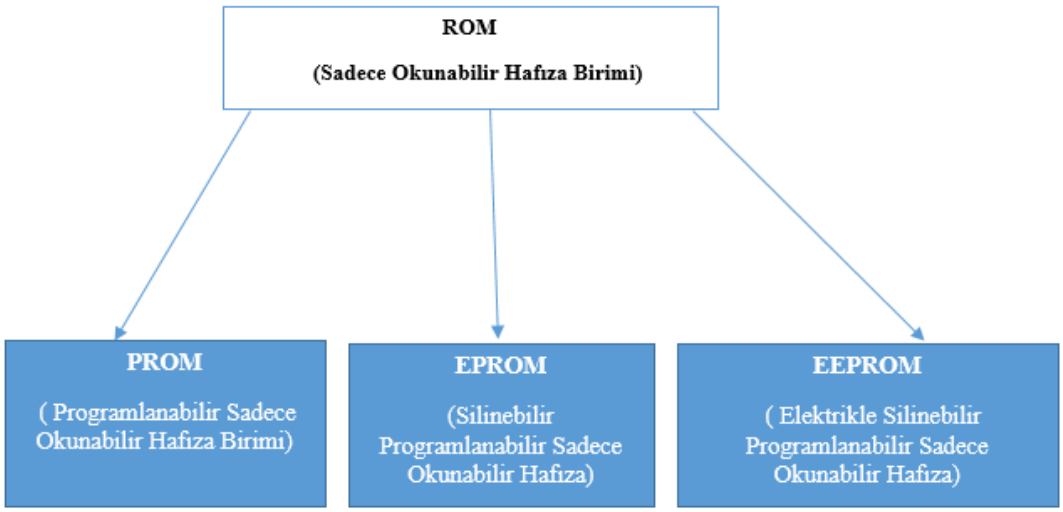
PLC cihazının duygu organı olarak adlandırılan giriş ve çıkış ünitesi yaptıkları işlere göre çeşitli sınıflara ayrılmaktadır. Bu birimler analog, rakamsal ve özel giriş-çıkış birimleridir.

2.1.4.4. Bellek (hafıza) Elemanları

Bellek, programlanabilir lojik denetleyicilerin çalışması için gerekli ve diğer üç bölüm kadar önemli olan birimlerden biridir. PLC'lerde bellek, üretici firma tarafından aktarılan önemli verilerin ve aynı zamanda operatör (kullanıcı) tarafından yüklenen programların saklandığı alandır. Hafızalar birbirinden yaptıkları işleme ve yapılarına göre ayrılmaktadır.

Rastgele Erişimli Bellek (RAM), yazılabilen ve okunabilen hafıza türü olduğu için sadece okunabilir bellekten farklılık göstermektedir. Bu bellek türünün dezavantajıysa herhangi bir elektrik kesilmesi veya cihazda oluşan arıza nedeniyle silinerek kaybolmasıdır.

Sadece okunabilir bellek gibi bilinen ROM, PLC'lerin çalışması için üretici firma tarafından yüklenen bilgilerin saklandığı alandır. İçerisinde barındırdığı bu bilgiler, herhangi bir müdahale yapılmadan sadece okunabilir. ROM hafıza çeşidinin üstünlüğü elektrik kesilimi gibi problemlere aldırış etmeden sabit durmasıdır. ROM belleğin üç türü vardır ve bu türler aşağıda anlatılmıştır [3].



Şekil 2.9: ROM belleğin blok şeması.

PROM, besleme gerilimi kesilse bile hafızasındakı verileri korur. PROM hafızanın ROM'dan farkı yalnız bir kez kullanıcının müdahale edebilmesidir. Bir kez müdahale edildikten sonra aynı ROM'da olduğu gibi sadece okunabilir.

EPROM, diğer bellek türlerinden farkı içerisinde tuttuğu bilgiyi 20 dakika boyunca ultraviyole ışın tatbik edilmesiyle silebilmesidir. Silinen bilgiler tekrar istenildildiği gibi programlanabilir.

EEPROM, elektrikle silinip programlanabilir ROM bellek türüdür. Ultraviyole ışınla silinebilen bellek türlerine, örneğin EPROM'a benzerlik göstermeleri ile tanınırlar [3].

2.1.4.5. Programlama Birimi

PLC'nin program belleğine yazılan komutlar, programlama birimi adını verdiğimiz aygıt ile yüklenir. Programlama birimi, operatör ile PLC arasındaki haberleşmeyi sağlar. Programlama birimi aynı zamanda giriş/çıkış, sayıcı, zamanlayıcı ve veri belleğindeki ceşitli kaydedicilerin durumlarının gözlemlenmesi ya da değiştirilmesi gibi olanakları da sağlar.

Günümüzde genel amaçlı kişisel bilgisayarlara yüklenen özel yazılımların kullanımı yaygındır. Bu yazılımlar özellikle kumanda devreleri ile ilgili kişilerin kolayca kullanabilecekleri ve kolayca uyum sağlayabilecekleri özel programlardır [2,7].

2.1.4.6. Genişletme Birimi

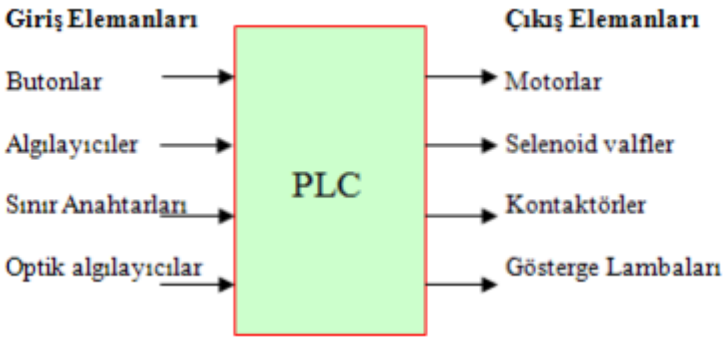
Bazen kumanda problemlerini çözerken PLC'nin kapasitesi az gelebilir ve bu nedenle cihaza ek modüller bağlanır. Takılmış ek modüllere genişletme modülleri adı verilmiştir. PLC'ye eklenmiş olan giriş ve çıkış üniteleri cihazın marka ve özelliklerine göre değişir. Hangi firmanın PLC'sine genişletme modülü eklenecekse o firmanın piyasaya sürdüğü genişletme üniteleri kullanılmalıdır. Şekil 2.10' da PLC'ye eklenmiş genişletme birimleri görülmektdir [7].



Şekil 2.10: Genişletme birimleri takılmış bir PLC [7].

2.1.5. PLC Giriş Elamanları

Giriş elemanları, kontrol edilecek sisteme ait elektriksel değerleri PLC'nin giriş ünitesine aktaran elemanlardır. Giriş elemanlarına butonlar, çeşitli algılayıcılar, sınır anahtarları gibi elemanları örnek verebiliriz.



Şekil 2.11: PLC giriş ve çıkış elemanları [7].

2.1.5.1. Butonlar

Yay, basma aparatı ve kontakt gibi yapılardan oluşan butonlar, role ve kontaktörlerin kontakt konumunu değiştiren giriş elemanlarından biridir. Butonların start, stop ve jog butonu gibi çeşitleri vardır. Yapısal olarak bazı buton türlerinde, fiziksel baskı zamanı kontaktları çekilir ve baskı bittikden sonra da eski hallerine dönmezler. Bu tür butonlar kalıcı butonlar olarak adlanır. Kalıcı butonların aksıne, fiziksel baskı bittikden sonra da kontaktlar eski haline dönüyorsa bu butonlar ani temaslı butonlardır [7].



Şekil 2.12: Butonlar [7].

2.1.5.2. Anahtarlar

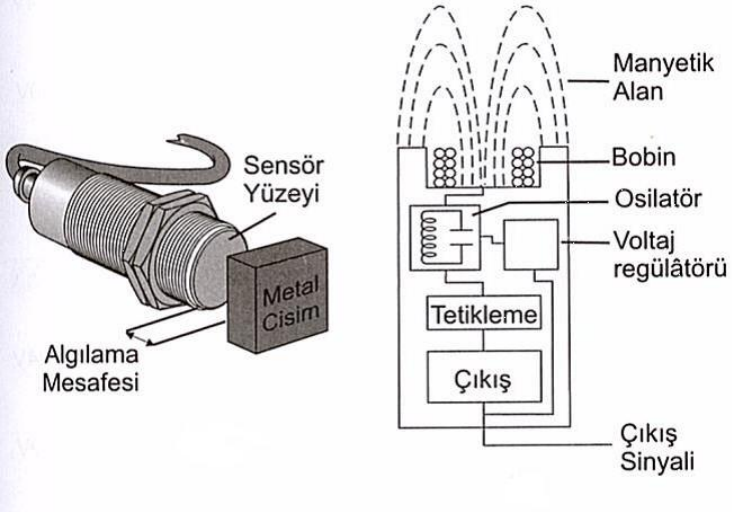
Bir çok çeşidi bulunan anahtarlar, fiziksel hareket uygulandığında kontaktlarını çeken ve eski haline dönemeyen giriş elemanlarıdır. Aynı zamanda elektriksel akımın yön değiştirmesini ve geçip geçmemesini sağlar. Dokunmatik, ışıklı ve basmalı anahtar tüleri mevcuttur.



Şekil 2.13: Anahtar türleri [5]

2.1.5.3. Endüktif Algıyıcılar

Osilatör, çıkış kartları, tetikleme ve bobin kısımlarından oluşan endüktif algılayıcılar, metal nesneleri ayırt etmek işin kullanılan temassız algılayıcılardır. Metal nesneleri ayırt etmek için elektromanyetik alan üretirler. DC ve AC türü olan bu algılayıcaların algılama mesafesi 1 mm'den 50mm mesafeye kadardır [5].



Şekil 2.14: Endüktif Algılıyıcılar [5].

2.1.5.4. Kapasitif Algılıyıcılar

Kapasitif algılayıcılar, hem metal ürünleri ve aynı zamanda ametal ürünleri de tespit etme yeteniğine sahip elemanlardır. İndüktif algılayıcılarla kıyaslanırsa, algılama mesafeleri daha fazladır. Elektrot, tetikleme, çıkış kartları ve osilatör kısımlarından oluşmaktadır. Algılayıcı, algılama mesafesini ayarlamak için arka tarafında bulunan potensiyometreye sahiptir.

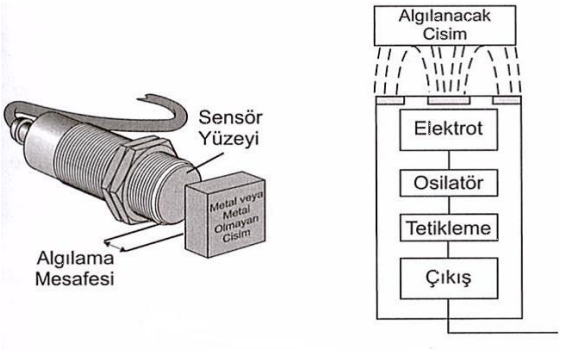
Kapasitif algılayıcılar, endüstride otomosyonun olduğu hemen hemen tüm sistemlerde kullanılmaktadır. Bu sensörlerin uygulama alanlarına aşağıdaki örnekleri gösterebiliriz:

1. Otomosyon teknolojisinde

2. Konveyör ve taşıma sistemlerinde

3. Sıralama talep edilen yerlerde

4. Endüstri robotları vb. yerlerde



Şekil 2.15: Kapasitif Algılıyıcılar [5].

2.1.5.5. Sıcaklık Algılayıcılar

Sıcaklık sensörleri ile analog değer olan sıcaklık ölçülmüktedir. Sıcaklığın belli bir arayla sık sık ölçülmesinin nedeni bazı sistemlerin sıcaklıktan etkilenmesidir. Sıcaklık algılayıcıların aşağıdaki çeşitleri bulunmaktadır [5]:

1. Termodirençler (RTD)

2. Termistör

3. Termokupl vb



Şekil 2.16: Sıcaklık algılayıcıları [5].

2.1.6 PLC Çıkış Elamanları

Lojik değerlere dönüştürülerek merkezi işlem birimine gönderilen veriler, çıkış birimine aktarılır. Otomosyon sistemini hayata geçirmek için çıkış biriminden gelen veriler, bu üniteye

bağlanmış elemanlara gönderilir. Bu elemanlar sayesinde otomosyon projesi gerçekleşmiş olur. Çıkışa bağlanan bu elemanlar, çıkış elemanları olarak adlandırılarak farklı çeşitleri mevcuttur. Aşağıda çıkış elemanlarının listesi verilmektedir [5].

1. Lambalar

2. Kontaktörler

3. Motorlar

4. Selenoid valfler

5. Röleler

2.1.6.1 Lambalar

PLC'nin çıkş elemanlarından biri olan lambalar, çıkışta oluşmuş durumu öğrenmek için kullanılır. Lambaların farklı renk çeşitleri mevcuttur. Renk seçimi kullanıcının isteğine bağlıdır. Aşağıdaki görselde lamba çeşitleri gösterilmektedir [5].

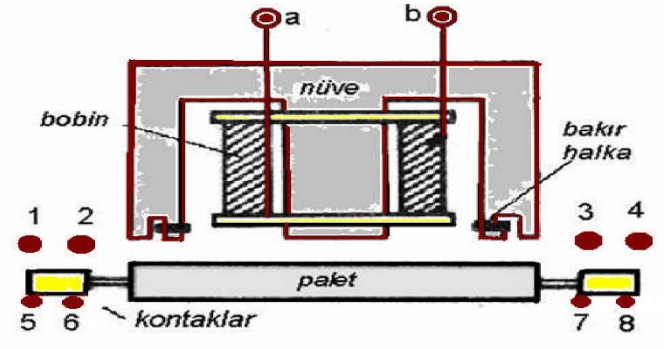


Şekil 2.17: Lambalar [5].

2.1.6.2 Kontaktörler

Yapısında kontakt, demir nüve, bobin ve palet gibi kısımlar barındıran kontaktörler, genellikle alçak gerilimlerde kullanılır. Kontaktörler, uzaktan kontrol edilebilme yetenekleri dolasıyla büyük güçlü motorları kumanda etmekte sıklıkla tercih edilir. Bu elemanları PLC'nin diğer

çıkış elamanlarından olan rölelerden ayıran özellik yüksek akım çekmeleridir. Şekil 2.18' da kontaktörün iç yapısı gösterilmektedir.



Şekil 2.18: Kontaktörün iç yapısı [16].

Kontaktör, bobin kısmına verilen elektrik dolasıyla kontakt konumunu değiştirir, yani açık kontak kapalı, kapalı kontaksa açık duruma gelir. İki tür kontaktı (normalde açık ve normalde kapalı) olan kontaktörler, elektromanyetik anahtarlardır.



Şekil 2.19: Kontaktör [16].

2.1.6.3. Motorlar

Endüstrinin her alanında sıklıkla tercih edilen motorların birçok çeşidi mevcuttur. Sıklıkla kullanılmanın birçok nedeni vardır. Motorların önemli türlerinden olan asenkron motorlar maliyetinin düşük olması, zor çevre şartlarında kullanılabilmesi ve az bakıma ihtiyaç duymaları nedeniyle diğer motor çeşitlerinden ayrılmaktadır.

Motorların programlanabilir denetliyicilerle bağlantısı bu cihazların diğer çıkış elemanları olan röle ve kontaktör yardımıyla sağlanır.



Şekil 2.20: Motor çeşitleri [5].

2.1.6.4. Selenoid Valfler

Yapısında bobin, bakalit klıf, valf ayar vidası, demir nüve, diyafram ve yay bulunan selenoid valfler, endüstrinin birçok uygulamsında kullanılmaktadır. Yapısını oluşturan kısımlardan ikisi ana kısımdır. Bu kısımlar bobin ve valf gövdesidir. Selenoid valflerler, kontaktörler gibi normal açık ve normal kapalı kontakt durumlarını birçok nedenle değiştirirler. Bu nedenler; yay ve yerçekimi etkisi, magnetik alanın oluşturduğu hareket etkisidir. Elektrik enerjisini doğrusal hareket enerjisine dönüştüren elemanlardan olan valfler, DC/AC' de 12 V, 24 V, 48V ve 240 V gibi çeşitli gerilimlerde yapılırlar [7].

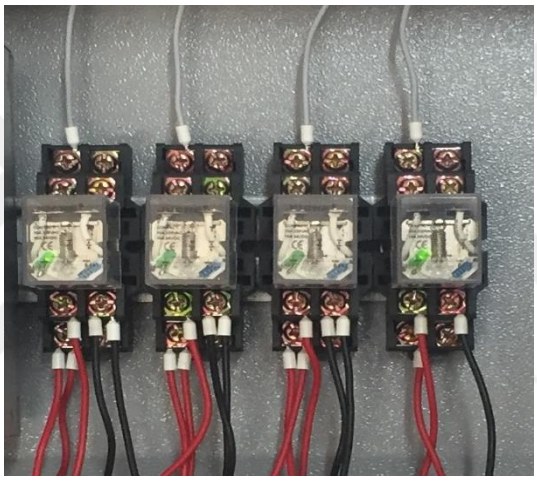


Şekil 2.21: Selenoid Valfer [7].

2.1.6.5. Röleler

Küçük değerli bir akım ile yüksek güçlü bir alıcıyı anahtarlayabilmek için kullanılan elektromanyetik anahtarlara röle denir. Rölelerin kontakt saylarının farklı olabilir ama tüm modelleri aynı prensiple çalışır.

Günümüzde rölelerin yerine geçen tristör ve triyaklar sistemlerde daha çok tercih edilmektedir. Fakat rölenin bu elemanlardan tek farkı ve avantajı bir bünye içinde birden fazla anahtar kontaktına sahip olmasıdır. Bir tane avantajı bulunan rölelerin dezavantajı daha fazladır. Örnek olarak çok arıza yapmalarını gösterilebilir [16].



Şekil 2.22. Röle.

2.1.7. Programlama Yazılımı

Yazılım, komutlar topluluğudur ve aynı zamanda program denetleyicisinin yapısını oluşturan donanımın hangi durumda nasıl davranış göstereceğini sağlar. Her PLC türünün kendine ait yazılımı vardır. Örneğin Siemens markasının türleri olan S7-1200 ve S7-1500 PLC'ler TIA PORTAL programlama yazılımı ile programlanmaktadır. TIA PORTAL yazılımı, aynı zamanda S7-300 ve S7-400 türleri için de kullanılmaktadır. Fakat S7-300 ve S7-400'ler SIMATIC MANAGER yazılımı ile de programlanabilir.

Bu tez çalışmasında kullanılan üç PLC türü (S7-300, S7-1200 VE S7-1500) yalnız TIA PORTAL yazılımı ile progranlanmıştır [9].

2.1.7.1. TIA Portal Programlama Yazılımı

TIA Portal programlama yazılımıyla, PLC'nin S7-200 türü hariç olmakla diğer türleri ve aynı zamanda Siemens Operatör paneller, Scada, sürücüler de proglamlanabilmektedir. Bu arayüz, mühendislikte önem taşıyan konulardan olan verimlilik ve kontrol gibi alanlarda da kolaylık sağlar.

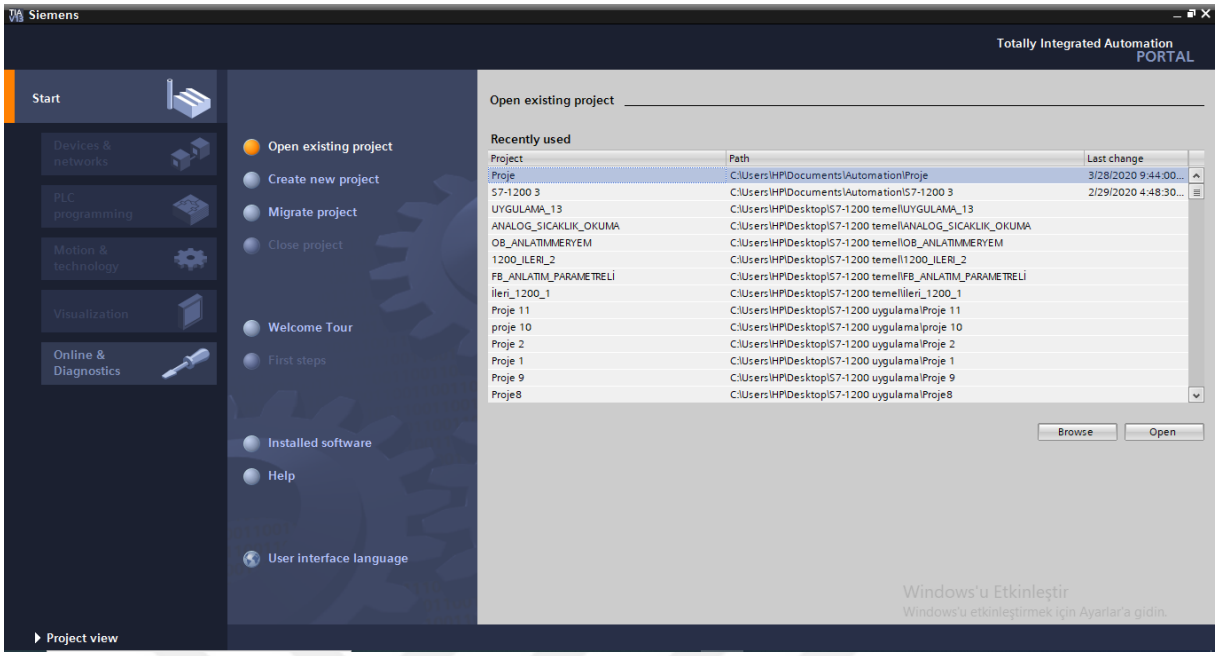
TIA Portal programlama yazılımının özellikleri aşağıda gösterilmektedir [10].

- Her kullanıcı kendi nesne kütüphanesini oluşturarak projeleri yeniden kullanabilir.
- Kurulmuş sistem dünyanın her tarafıından VPN bağlantısıyla izlenebilir
- TIA Portal, kolay ve verimli bir şekilde otomasyon çözümlerine güvenlik teknolojilerini entegre eder.



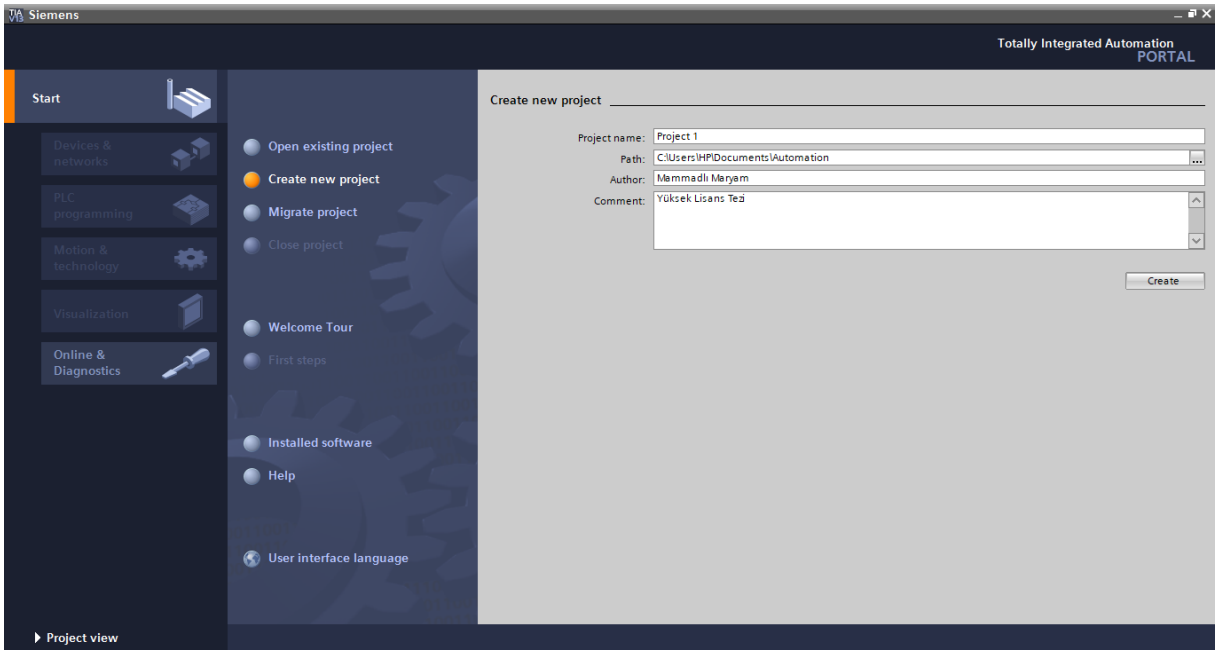
Şekil 2.23: TIA PORTAL arayüz görüntüsü.

Programı başlattığımız zaman aşağıda gösterilen pencere açılır.



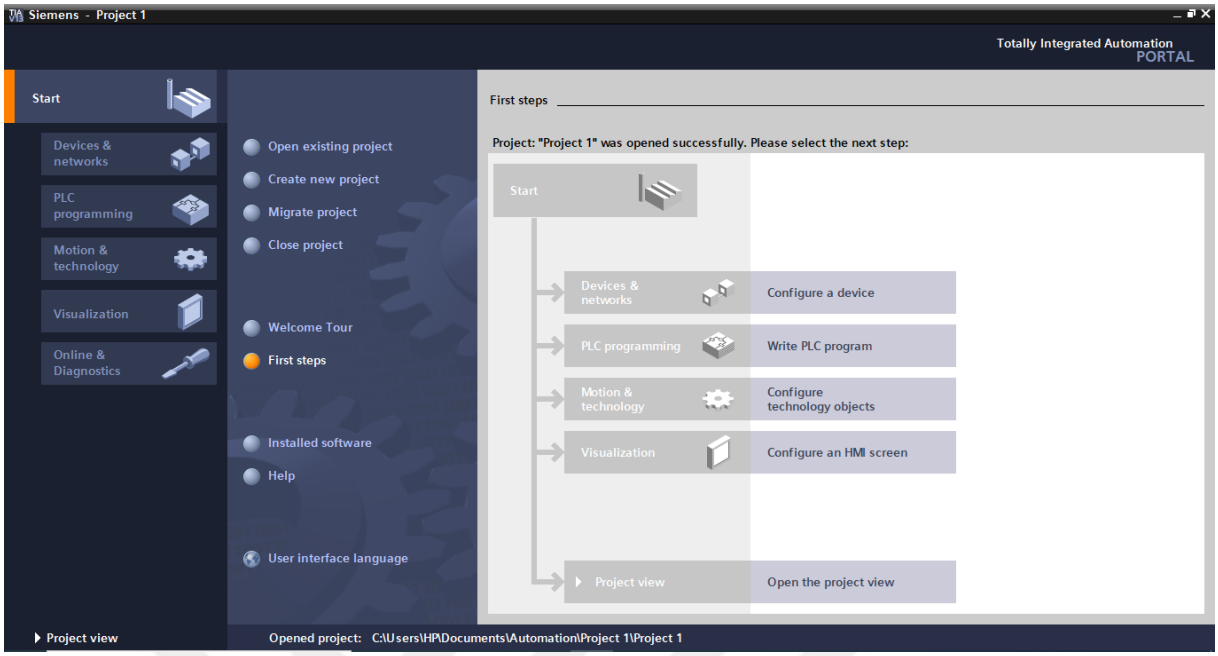
Şekil 2.24: Portal view görünümü.

Açılan bu pencerede proje oluşturmaya başlamak için ''Create new Project'' çubuğu seçilir. Bu pencerede projenin ismi, kaydedileceği yer ve isteğe bağlı açıklamalar oluşturulduktan sonra ''Create'' düğmesine basılır.



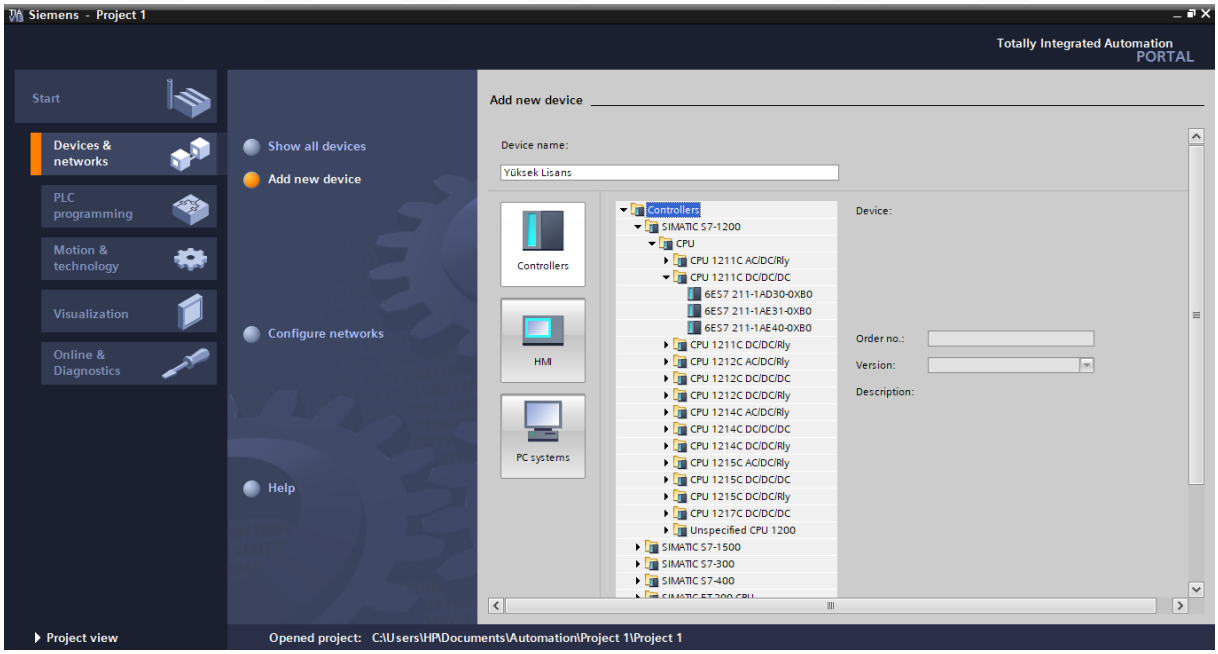
Şekil 2.25: Create New Project Pencere Görünümü.

Proje oluşturularak açılan yeni pencerede ''Configure a device'' düğmesine basılır.



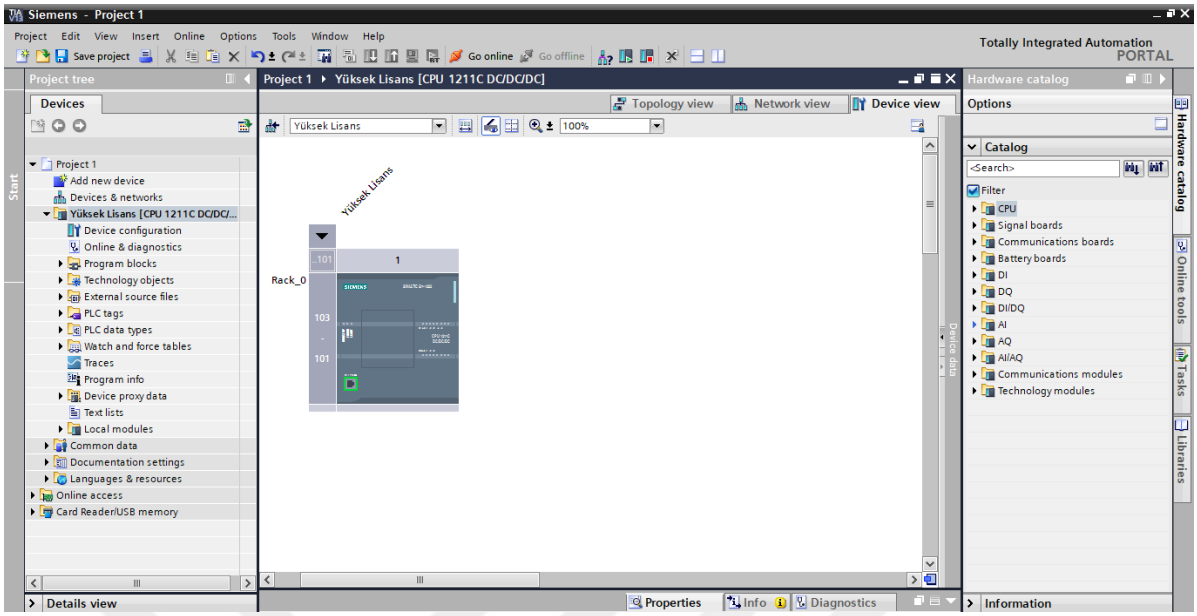
Şekil 2.26: Oluşturulmuş Proje Görünümü.

Bu düğme basıldıktan sonra ''Device&network'' penceresi açılır ve ''Add new device'' seçilir. Daha sonra PLC türü ve kullanılacak CPU seçilir.



Şekil 2.27: ''Device&Network'' Pencere Görünümü.

CPU'ya ait sipariş numarası seçilir ve ''Add'' düğmesi basılarak aşağıdaki şekildeki görünüm oluşturulur [9].



Şekil 2.28: TIA Portal ana pencere görünümü.

2.1.7.2. Programlayıcı Cihazlar

Elektronik cihazlar gibi tanınan programlayıcı cihazlar, PLC'lerde önemli rol oynamaktadır. Bu cihazlar sayesinde PLC'nin yapısını oluşturan CPU hafızasına istenilenler yüklenir veya bu hafızadaki veriler değiştirilir. Günümüzde programlayıcı cihaz olarak kişisel bilgisayarlar (PC) veya firmaların kendi ürettikleri cihazlar (PG) kullanılır. Örnek olarak Siemens firmasının kullandığı programlama cihazı Field PG-dir. Field PG-in bilgisayardan farkı Siemens'in kendi yüklediği yazılımlar ve haberleşme kartlarını içinde barındırmasıdır. En önemli avantajlarından biri, zorlu ortamlarda güvenilir şekilde rahatlıkla işlevini yapmasıdır [9]. Şekil 2.29' da Siemens Field PG M6 gösterilmektedir.

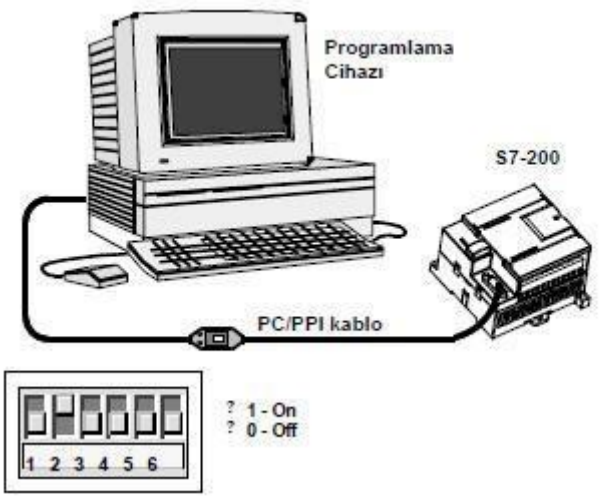


Şekil 2.29: Siemens Field PG M6 [11].

2.1.7.3. PLC-PC arabirimi

Programlanabilir denetleyici ile PC bağlantısı her PLC türünde hatta aynı üreticinin farklı modellerinde de değişiklik göstermekdedir. PLC'nin S7-200, S7-300 ve S7-1200 türleri için bağlantı şekilleri aşağıda anlatılmaktadır.

PLC S7-200 cihazı ile PC bağlantısını sağlayan PC/PPI iletişim kablosudur. Bu kablo aracılığı ile yazılımlar PLC'ye aktarılarak haberleşme sağlanır.



Şekil 2.30: S7-200 PLC'lerin bağlantı kablosu [12].

S7-300 PLC ve PC arasındaki haberleşmeyi sağlamak için CPU üzerindeki MPİ arabirimi kullanılır. Ethernet haberleşmesi bazı PLC türlerinde hiç yoktur veya Siemens gibi bazı

markalar tarafından üretimde hazır donanım olarak kullanıcıya sunulmuştur. Örneğin S7-1200 PLC'ler programlayıcı cihazlar ile haberleşmesi Profinet protokolü ile gerçekleşir [9].

2.1.8. Program İşleme Şekilleri

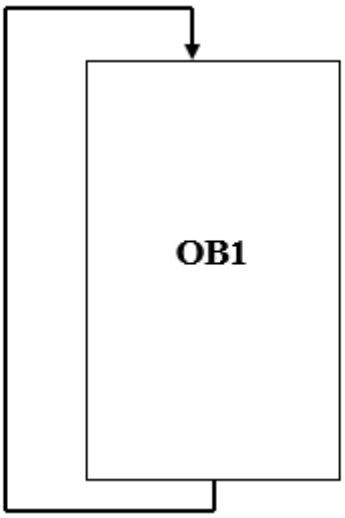
PLC'lerde iki tür program işleme şekli mevcuttur.

- Doğrusal (lineer) program işleme
- Yapısal program işleme

Her iki program işleme şekli birbirinden farklılık göstermektedir.

2.1.8.1. Lineer Program İşleme

Doğrusal programlama şekli, yapısal programlama şekline göre daha basittir. Bu programlama şeklinin özelliği programlanmanın tek bir blok üzerinden yapılmasıdır. Lineer programlama genelde basit programlar için kullanılır. Programı oluşturan komutlar sırayla gerçekleşerek sanki sürekli çevrim oluşturur. Burada önemli noktalardan biri oluşan sürekli çevrimin süresini kısa tutmaktır [9,13].



Şekil 2.31: Organizasyon (OB1) bloku [13].

2.1.8.2. Yapısal program İşleme

Program işlemenin yapısal programlama türü, mantıksal küçük bloklara ayrılır. Ana program adı verilen organizayon bloku, alt programları belli bir sırayla çağırır. Günümüzde PLC projeleri çoğunlukla yapısal program işleme şeklinde tasarlanır.

Yapısal programlama şeklini oluşturan elemanlar şunlardır.

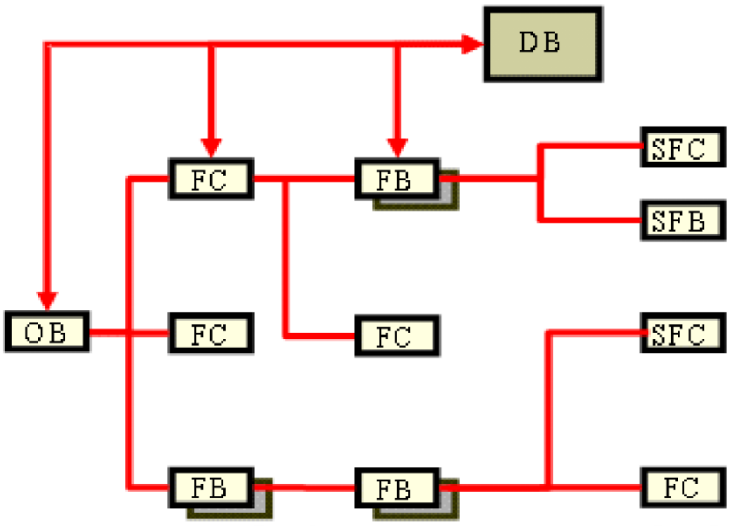
1. Ana blok adı verdiğimiz organizasyon blokları (OB), alt programları belirli bir sırayla çağırarak işlevini tamamlar. OB bloklarının çevrim süresi PLC'nin S7-300 türünde 150 msn'dir. Eğer bu süre aşılarsa işletim sistemi tarafından OB bloku çağrılır ve PLC stop konumunu alır.

2. FC, alt program gibi tanınarak, kompleks programları küçük ve aynı zamanda takip edilebilir parçalara ayırır.

3. Fonksiyon blokları (FB) da FC bloklar gibi alt programlardır. Bu programı FC'den ayıran özelliği data bloklara (hafızaya) sahip olmasıdır.

4. SFC/SFB blokları diğer bloklardan farklı olarak CPU ile birlikte gelen hazır yapılardır.

5. Özel ve genel olmak üzere iki türü olan data bloklar, verilerin saklandığı yapılardır [13].



Şekil 2.32: Yapısal program işlemenin genel yapısı [13].

2.1.9. Program Yazılım Şekilleri

Kumanda devrelerini ve mantığını anlayan her kulanıcının PLC programlama dillerine rahatlıkla uyum sağlaması ve öğrenebilmesi için PLC üreticileri yazılımı daha kolay biçimde tasarlamak ister. Günümüzde otomosyon teknolojisi geliştikce bu programlama dilleri de evrim geçirmektedir. Bu gelişimden ayrılan bazı programlama dilleri, örneğin mantıksal programlama, programlanabilir denetleyiciler tasarlandığı günden beri kullanılmaktadır.

PLC'nin programlama dilleri aşağıda gösterilmektedir [5]:

1. Merdiven Mantığı (Ladder Diagram – LAD)

2. Fonksiyon Blok diyagram (Function Blok Diagram – FBD)

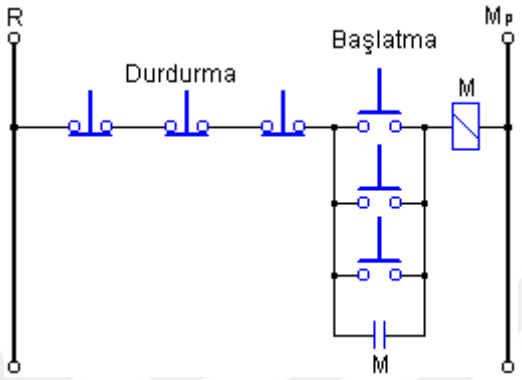
3. Komut (Statement List – STL)

4. Ardışıl Fonksiyon Gösterimi (Sequential Functions Charts – SFC)

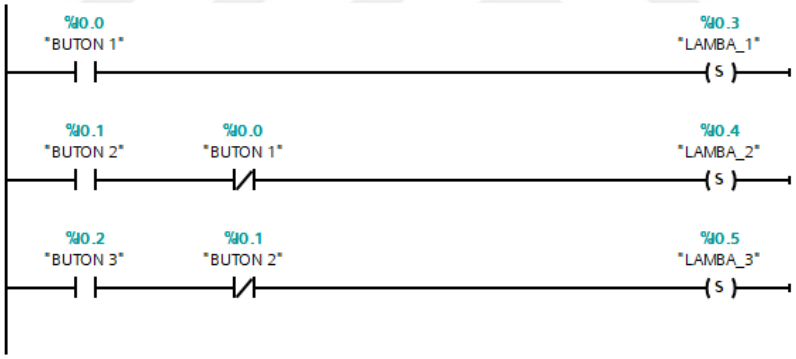
2.1.9.1. Merdiven Mantığı (LAD)

Merdiven mantığı ile programlama, klasik kumanda devrelerine benzerlik göstermesi ile bilinen bir PLC programlama dilidir. Elektrik kumanda devreleriyle çalışan herkes rahatlıkla kontakt planı programlama dilini öğrenerek PLC programlamasını yapabilir.

Bu programlama dilinde komutlar şekillerle gösterilir. Klasik kumanda devrelerinde kullanılan şekillerle, LAD programlama dilinde kullanılan şekiller benzerlik göstermektedir. Fakat her iki yapıyı oluşturan bu şekiller çizimleriyle birbirinden ayrılmaktadır. LAD programlama dilinde şekillerin çizimi soldan sağa yapılırken, klasik kumanda devrelerinde yukarıdan aşağıya çizilmektedir [1]. Aşağıda gösterilen örnekte bu fark göze çarpmaktadır.



Şekil 2.33: Klasik kumanda devresi [14].



Şekil 2.34: Ladder diyagram ile programlama örneği.

Yukarıda gösterilen şekilde Ladder diyagram elemanlarının üzerinde adreslerinin yazıldığı görülmektedir.

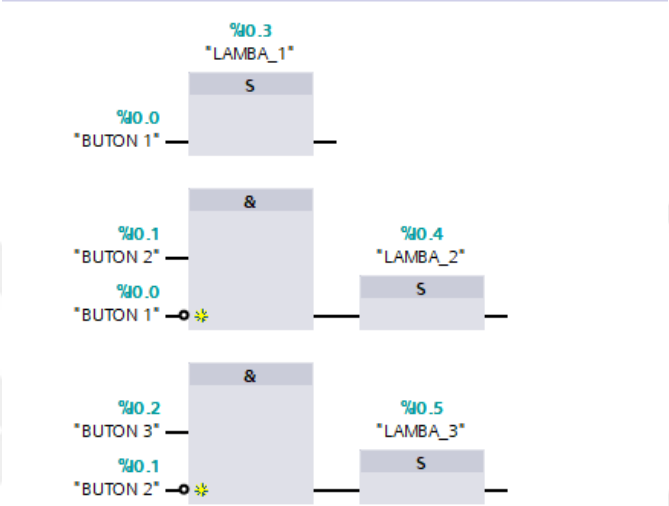
LAD programlama dili, klasik kumanda devrelerine benzemesi dolasıyla en çok tercih edilen diller arasındadır [1].

2.1.9.2. Fonksiyon Blok Diyagramı (FBD)

Fonksiyon Blok Diyagramı (FBD) programlama dili, LAD programlama dilinden komutların şekline göre fark göstermektedir. Bu programlama türünde komutlar, kontakt ve röle yerine

bloklar şeklinde tasarlanmaktadır. FBD dilinde blokların lojik kapı elemanlarına benzerlik göstermesi, elektronik bilgisi olan kullanıcılar tarafından daha çok tercih edilmesine neden olmuştur [5].

LAD ve FBD dillerinin ortak yönü şekillerle gösterilmesidir ve bu nedenle her iki dil için grafik programlama dilleri terimi de kullanılır [1].



Şekil 2.35: Fonksiyon blok diyagram ile programlama.

LAD ve FBD dilleri rahatlıkla birbirine dönüştürülebilir. Yukarıda gösterilen Şekil 2.34 ve Şekil 2.35 LAD ve FBD dillerinin birbirine dönüştürülmüş halidir.

2.1.9.3. Komut (STL)

Komut listesi ile programlama, isminden görüldüğü gibi komut kodları yazılarak tasarlanan PLC programlama dilidir. Bu programlam dilinin FBD ve LAD dillerinde olduğu gibi birbirine dönüştürülme özelliği yoktur.

Assembly diline benzerlik göstermesi nedeniyle bilgisayar programcıları tarafından en çok kullanılan dillerdendir. STL dilinde komut kodları yukarıdan aşağıya doğru belli bir sırayla uygulanır. Bu proses durmadan tekrarlanır. STL dili karmaşık olmasına rağmen az program hafızası kullanmakla bilinir.

STL:

Network 1

```
LD      I0.0
LD      I0.1
AN      I0.2
OLD
LDN     I0.3
A       I0.4
O       I0.5
ALD
=       Q0.0
```

Şekil 2.36: STL ile programlama örneği.

2. 2. SCADA SİSTEMLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

2.2.1. SCADA Sistemi

Denetimli Kontrol ve Veri Toplama sistemi (SCADA), 1960'lı yıllarda kendisini göstermeye başladı. Eskiden SCADA sistemi, sinyal ışıkları, ölçü aletleri, şerit kaydedici gibi elamanlardan oluşmaktaydı. Zamanla bilgisayar, otomasyon sistemleri gelişim gösterdi ve SCADA sistemi de bu gelişime kayıtsız kalmadı. Günümüzde SCADA sistemi, yüzlerce ekranda farklı farklı sistemleri izleyerek kaydedebilme yeteneğine sahiptir.

SCADA sistemini iki sınıfa ayırabiliriz.

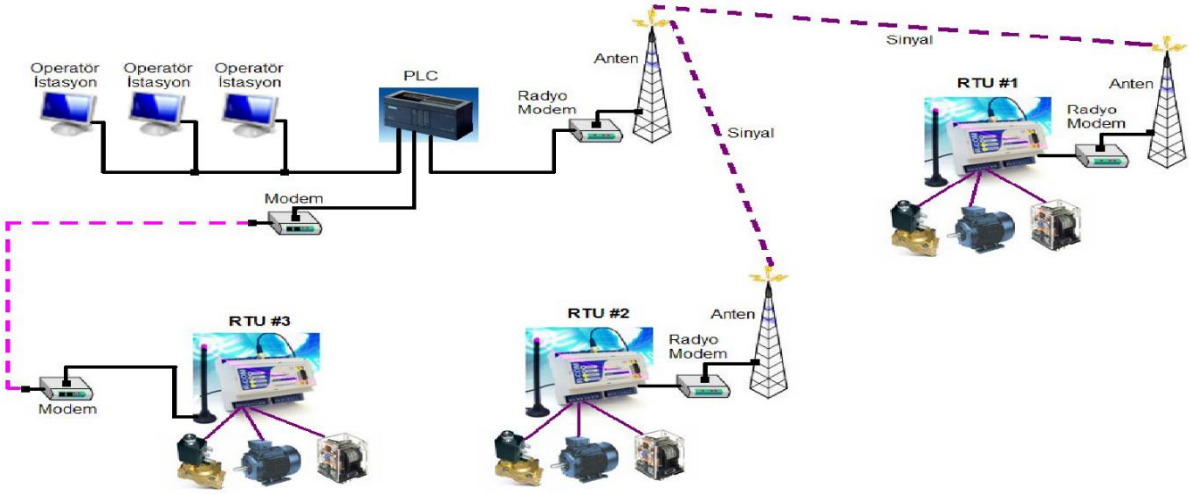
1. Proses veya Fabrika SCADA'ları

2. Enerji veya Alt Yapı SCADA'ları

Proses veya Fabrika SCADA'sı, endüstriyel uygulamalarda, imalat projelerinde kullanılan SCADA türüdür. SCADA'nın diğer türü olan Enerji veya Alt Yapı ise elektrik, gaz, petrol, toplu taşıma gibi sistemlerde kullanılmaktadır. Her iki SCADA sınıfı birbirinden farklılık göstermektedir. Örneğin, Proses SCADA'sı firma tarafından tasarlanarak kullanıcılara sunulur, yani bu sistem önceden tasarlanmıştır. Diğer SCADA sınıfında kullanıcılar tasarlanmış sistemle ilgili bilgiye sahip olmakla beraber, oluşmuş herhangi bir arızayı tanımalı ve çözümler üretmelidir.

SCADA sistemi ile yalnız prosesler uzaktan izlenmez aynı zamanda bu proseslere müdahale de edilebilir [18].

Şekil 2.37'de tipik bir SCADA siteminin diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 2.37: Tipik SCADA sistemi diyagramı [5].

2.2.2. SCADA sisteminin yararları ve uygulama alanları

Günümüzde otomasyonun kullanıldığı hemen her alanda SCADA sistemi uygulanmaktadır. Bu sık kullanımın pek çok nedeni vardır. Örneğin; SCADA sistemi kullanılan şebekelerde insan hayatı için tehlikeli olan bazı durumlar ortadan kalkmıştır. Bunun yanı sıra SCADA sistemi ile izlenen prosesle ilgili rahatlıkla bilgi almak ve arıza durumlarında hatalı elamanların bulunarak sisteme uzaktan müdahale edilebilmesi mümkündür.

SCADA sistemi kullanıcının talepleri doğrultusunda çalıştığı için kontrol edilecek sistem daha güvenilir ve kullanıcı sayısı daha az olur. Bu sistemin avantajlı özelliklerinden biri de rapor alınabilmesidir. Rapor alma özelliği kullanılarak kontrol edilen sisteme ait geçmişteki ve anlık değerler rapor olarak alınabilir [5].

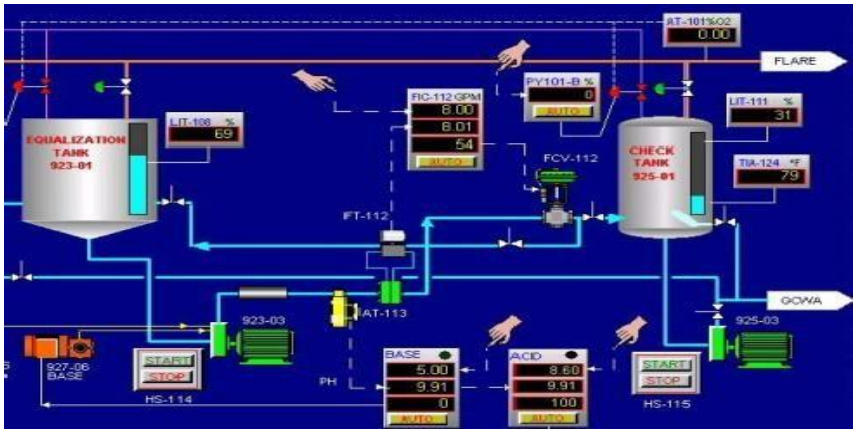
SCADA'nın önemli özelliklerinden biri alarm (uyarı) verebilmesidir. Ayarlanan değerler değişiklik gösterdiğinde alarm sayesinde kullanıcı haberdar olmaktadır.

Ele alınan tüm bu avantajlar, SCADA sisteminin günümüzde pek çok alanda kullanılmasını sağlamıştır. Aynı zamanda üretici firmalar müşterilerine güvenilir, daha uygun fiyatlı ve

kullanışlı sistemler sunmak için her zaman arayış içinde olmuşlardır. Bu istekleri tam anlamıyla karşılayan sistemlerden biri olduğu için SCADA çokca tercih edilmektedir.

SCADA'nın başlıca kullanıldığı sektörler aşağıda gösterilmiştir [18]:

- Doğal gaz ve petrol boru hatları
- Hava kirliliği kontrolü
- Trafik kontrolü
- Elektrik üretim sistemleri
- Otomotiv endüstrisi
- Gida endüstrisi
- Kimya endüstrisi
- Bina otomosyonu
- Proses tesisleri

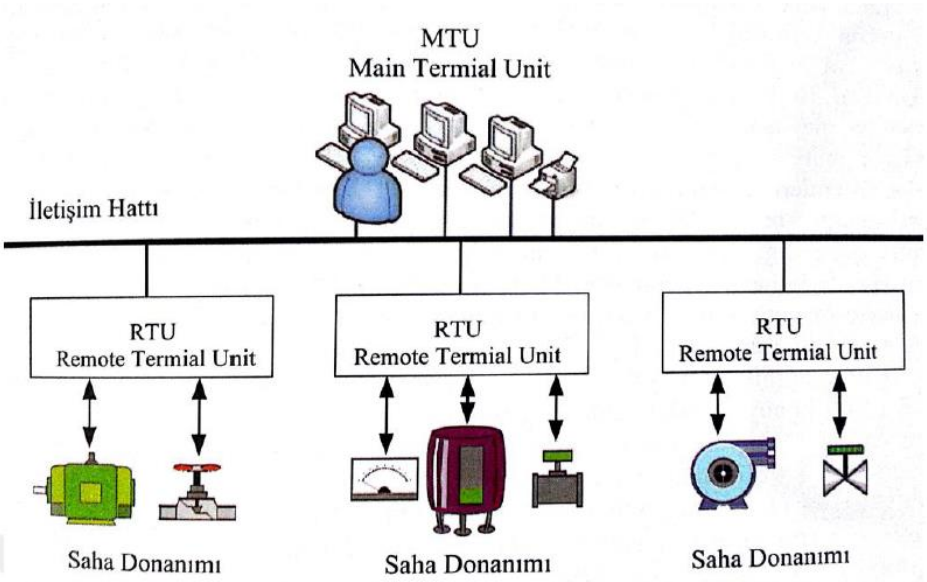


Şekil 2.38: Örnek SCADA uygulaması [19].

2.2.3. SCADA Sisteminin Yapısı

SCADA sisteminin yapısını saha donanımı, merkezi ana birim gibi tanınan MTU'lar, uzaktan izleme ve denetleme ünitesi adı verilen RTU'lar ve iletişim hattı oluşturmaktadır.

Şekil 2.39 ’de SCADA sistemenin yapısı gösterilmektedir:



Şekil 2.39: SCADA yapısı [5].

2.2.3.1. Saha Donanımı

SCADA sisteminin yapısını oluşturan ve tamamlayıcı parçası olan saha donanımı, kontrol edilen ve izlenen sistemin saha elamanlarına bağlanan sensör ve çeşitli düzeneklerdir. Saha donanımı, uzaktan izleme ve denetleme ünitesi adı verilen RTU’lar yardımıyla sisteme ait hız, basınç, seviye gibi elektriksel parametreleri ölçüp elektriksel sinyallere dönüştürürler [5].

2.2.3.2. Ana Terminal Birimi (MTU)

Ana terminal birimi (MTU), SCADA sisteminin merkezi istasyonu veya bilgisayarı olarak tanınmaktadır. MTU, kontrol edilen sistemi izler ve arıza oluşması durumunda kısa zamanda çözümler bularak normale dönüş sağlamalıdır. Gelecekte kurulan sistemlerde aynı durumlarla karşılaşmamak için oluşan arızalarla ilgili istatistikler tutulmalıdır [20].

MTU’lar aynı zamanda RTU’lardan gelen verileri de inceler ve yorumlayarak kullanıcılarına sunar. Kullanıcıların da isteklerini uzak terminal bilimine gönderir.

Ana terminal biriminin görevlerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- RTU’lardan verileri toplar;

- Toplanmış veriler yorumlanarak, yazılım programı oluşturulur;
- Yorumlanmış veriler sayesinde sonuç elde edilir ve bu sonuca göre komut gönderilir;
- İzlenen değerlerde değişiklik olduğunda alarm (uyarı) oluşturur;
- Oluşmuş alarmları kullanıcıya gönderilir;
- Toplanmış veriler rapor edilir [20].

2.2.3.3. Uzak Terminal Birimi

Uzaktan izleme ve denetleme ünitesi olarak tanınan RTU, SCADA sisteminin önemli birimlerinden biridir. RTU, kontrol edilen sisteme ait bigileri toplayan, depolayan ve ihtiyaç halinde bu bilgileri kontrol merkezine gönderen SCADA ünitesidir. Bu birimler aynı zamanda akım, gerilim, güç gibi parametrelere ölçebilir. Ölçülen bu değerler merkeze aktarılır. Fakat RTU'lar sadece ölçme yapmak için kullanılmaz. Aynı zamanda ölçüm sonuçlarını yorumlayarak referans değerlerle karşılaştırırlar. Değerler farklılık gösterdiğinde ise alarm durumlarını merkeze iletirler [18].

RTU'nun görevlerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Veri toplama ve depolama
- Kontrol ve kumanda
- İzleme
- Arıza tespiti

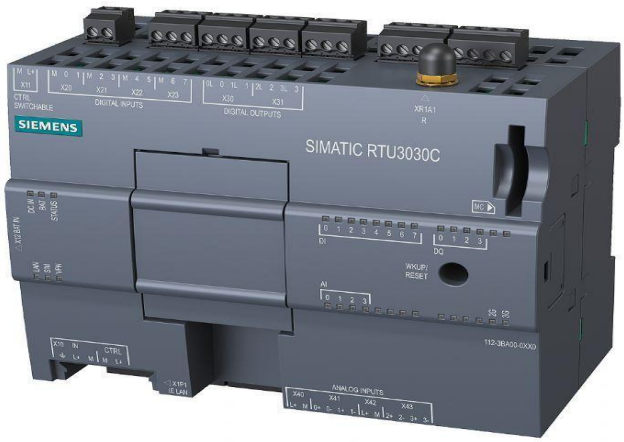
Veri toplama ve depolama görevi sayesinde RTU, belirli bir aralıkla bilgiler toplar ve bu bilgiler kontrol merkezine gönderilmeden önce denetlenir. Denetlenmiş bilgiler RTU'da depolanır. Kontrol ve kumanda görevi ile RTU, uzaktan kontrol edilecek sistemlerde örneğin, elektrik tesislerinde bir kesiciyi açmak gibi komutlar gerçekleştirebilir.

İzleme görevi sayesinde RTU, gerçekleştirilmiş komutları portatif bir bilgisayara da bildirmelidir. Arıza yerini tespit ve izolyasyon görevini ise RTU, iki modül sayesinde hayata geçirebilir. Bu modüller şunlardır:

1. Arıza Arabirimi Modülü

2. Arıza Akımı Algılayıcı Modülü

Bu iki modül sayesinde arızalar bulunur ve RTU'ya bildirilir [18].



Şekil 2.40: Uzaktan izleme ve denetleme ünitesi (RTU) [21].

2.2.3.4. İletişim Birimi

SCADA sisteminin birimlerinin birbiri ile iletişime geçmesi için iletişim hattı gereklidir. Bilindiği gibi iletişim hattının iki türü mevcuttur:

1. Kablolu iletişim

2. Kablosuz iletişim

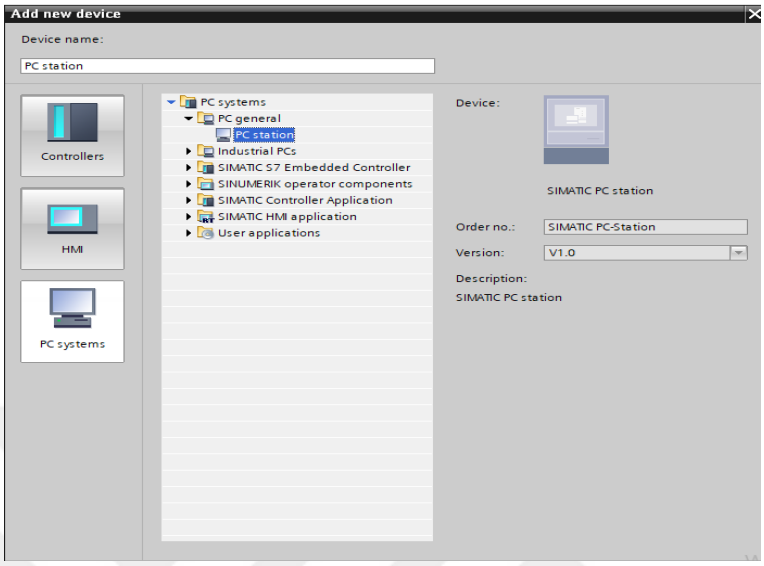
Kablolu iletişim hattına örnek olarak fiber optik hatları ve elektrik hatlarını verebiliriz. Diğer iletişim türü içinse modem, radyo verici vb. örnek verilebilir.

SCADA sistemi ile haberleşebilmek için birden fazla iletişim birimi kullanılabilir [5,18].

2.2.4. SCADA ve PLC Bağlantı Kontrolü

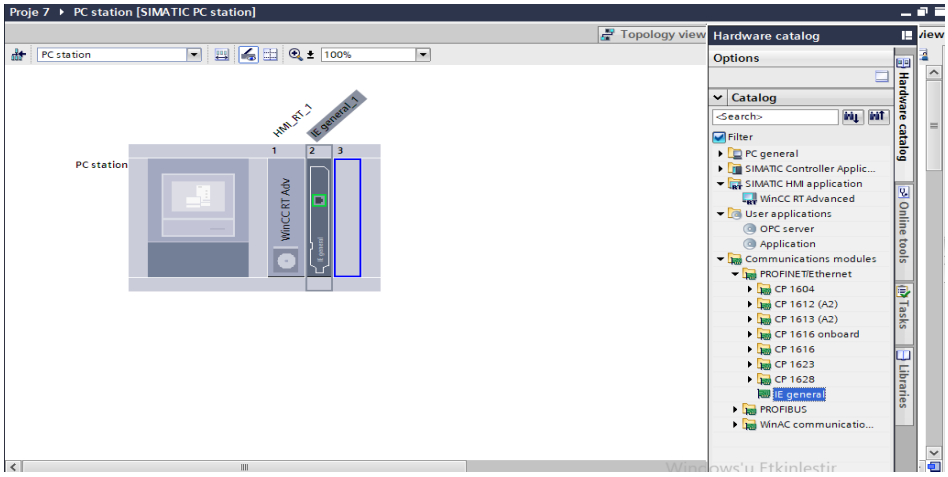
SCADA ve PLC arasında bağlantı kurmak için ilk önce PLC projesi, bölüm 2.1'de bahsedildiği gibi oluşturulur ve TİA PORTAL programı çalıştırılır. Bu proje PLC'ye yüklenir. Oluşturulan projeye SCADA eklemek için WINCC PROFESSIONAL indirilmiş TIA PORTAL yazılımında aşağıdaki şekilde de gösterildiği gibi ADD new device düğmesi

tıklanır. Açılmış yeni pencerede ilk olarak PC systems, sonra PC general ve PC station seçilerek çift tıklanır [18].



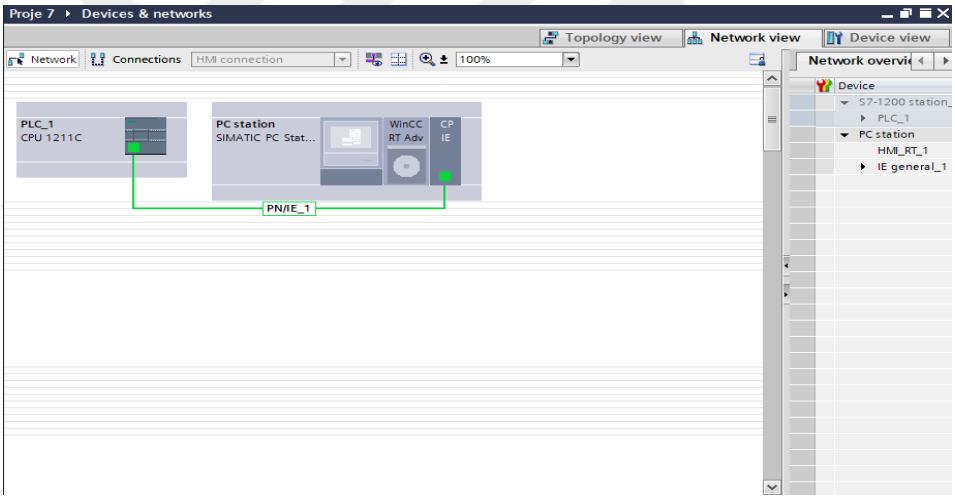
Şekil 2.41: Açılmış ADD new device penceresi.

PC station seçeneği onaylandıktan sonra Catalog penceresinden ilk olarak SIMATIC HMI Application seçeneği daha sonra WinCC RT Advanced seçeneği aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi seçilerek slota eklenir. WinCC RT Advanced yerine bazen WinCC RT Professional veya WinCC Client seçeneği de seçilebilir. Aralarında çok ciddi fark yoktur, örneğin WinCC RT Advanced, daha çok operator panel projesinin bilgisayar ekranında runtime olarak çalıştırılmak için kullanılır. Sonda PLC ve SCADA arasında bağlantıyı kurmak için Profinet/Ethernet sekmesinden IE general seçilir [18].



Şekil 2.42: Açılmış PC station penceresi.

IE general slota eklendikten sonra Network view seçeneği tıklanarak PLC ile SCADA sistemini Şekil 2.43'de gösterildiği gibi yeşil hatla birleştirilmiş olur.



Şekil 2.43: Açılmış Device & Networks penceresi.

2.2.5. Çizim Ekranının Özellikleri

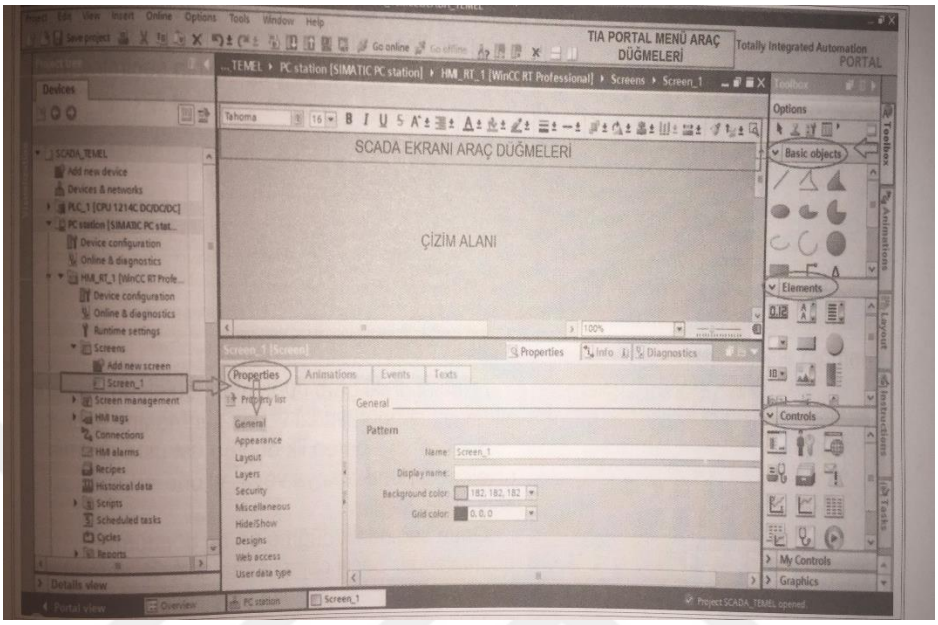
Eklenmiş olan SCADA ekranının bir kısmı çizim ekranından oluşur. Çizim ekranında hayata geçirilecek olan projeye ait çizim objeleri getirilir. SCADA ekranınında bu çizim objelerine Task card içerisindeki Toolbox alanından gelinir. Çizim objelerinin çoğu Windows'dan bilinen objelerle aynı işlevi yerine getirmektedir. Bu alan üç gruptan oluşmaktadır [18].

1. Basic objects grubu, temel çizim objelerinden oluşmaktadır.

2. Elements grubu ise temel SCADA objelerinden oluşmaktadır.

3. Üçüncü grup olan Controls grubunda ise SCADA fonksiyonları yer almaktadır.

Aşağıdaki şekilde genel SCADA ekranının ekran görüntüsü gösterilmektedir.

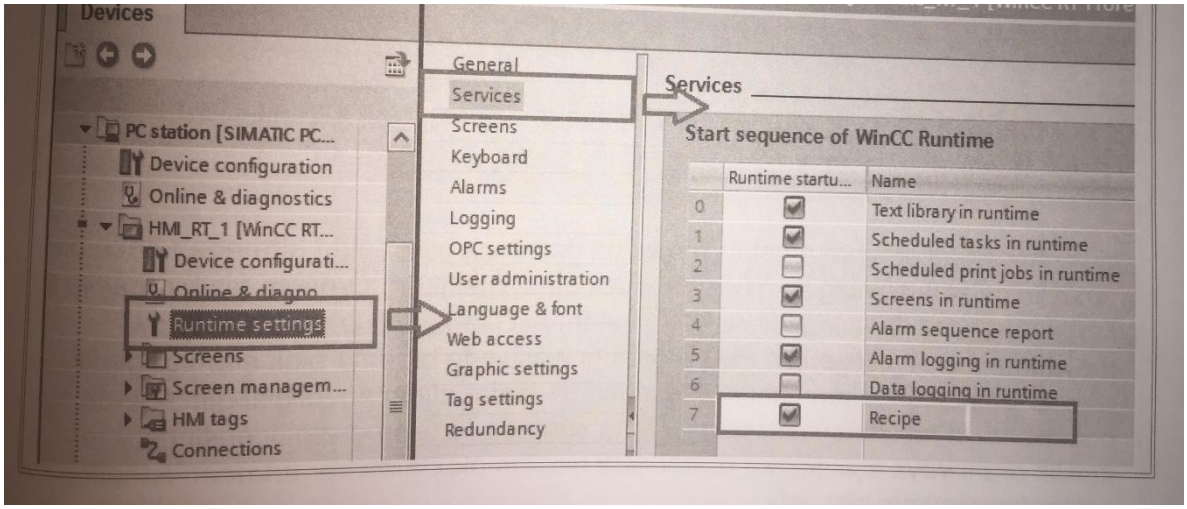


Şekil 2.44: Genel SCADA ekran görüntüsü [18].

Kullanılan çizim objelerinin özelliklerini değişmek için ise özellikler penceresi veya araç düğmeleri kullanılmaktadır.

2.2.6. SCADA Sisteminde Reçete Oluşturma

SCADA sisteminde reçete sorgulama işlemini yalnız WİNCC Professional projesi ile hayata geçirmek mümkündür. Eğer proje runtime olarak çalıştırılacaksa reçete özelliği Runtime settings bölümünün services kısmından aktif hale getirilir. Aynı zamanda yapılacak runtime projesinde kullanılması gerekli veya gereksiz olan uygulamalara da aynı işlem yapılarak sistemden çıkarılabilir veya eklenebilir. Aşağıdaki şekilde WİNCC Professional projesine reçete eklenmesi işleminin ekran görüntüsü verilmektedir:



Şekil 2.45: Reçete Ekleme [18].

Reçetinin eklenme işlemi yapıldıktan sonra Recipes sekmesi tıklanarak konfigirasyon işlemleri hayata geçirilir.

Açılmış olan reçete penceresi 3 alandan oluşur. Bu alanlar aşağıda verilmiştir.

1. Recipes

2. Elements

3. Data records

İlk alan olan Recipes'de Add new tıklanarak yeni satırlar eklenir. Recipes alanını oluşturan Name, Display name kısımlarına ise ürün adı yazılır. Diğer alan olan Element alanına ise Recipes'e yazılan ürünleri meydana getirecek birleşenler yazılır. Aynı zamanda bu alana veri tipi ve adres bilgileri eklenir. Üçüncü alan olan Data records kısmına ise ürünü meydana getirecek olan bileşenlerden ne kadar kullanılacağı yani miktarı yazılacaktır.

Dikkate alınması gereken husulardan biri de reçeteyi ve reçeteyi oluşturan bileşenleri girmeden önce tag'ler oluşturulmalıdır. Tag'leri oluşturmak için data blok alanı kullanılır ve reçeteyi meydana getirecek olan bileşenler girilir. Bu işlemin ardından Scada tag'lerini hazırlmak için Default tag table sekmesi kullanılacaktır. Tag'ler oluşturulduktan sonra Recipes menüsünde reçeteyi meydana getiricek bileşenler ve miktarı girilecektir. Aynı zamanda oluşturulmuş olan reçeteye şifre bağlama işlemi de mevcuttur. Şifre bağlama işlemi Recipes menüsünün Read ve Write kısımlarından yapılmaktadır [18].

3. LABORATUVARDA KULLANILAN ELEMANLAR HAKKINDA BİLGİLER

3.1. S7-300 PLC SİSTEMLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

3.1.1. S7-300 PLC Sistemi

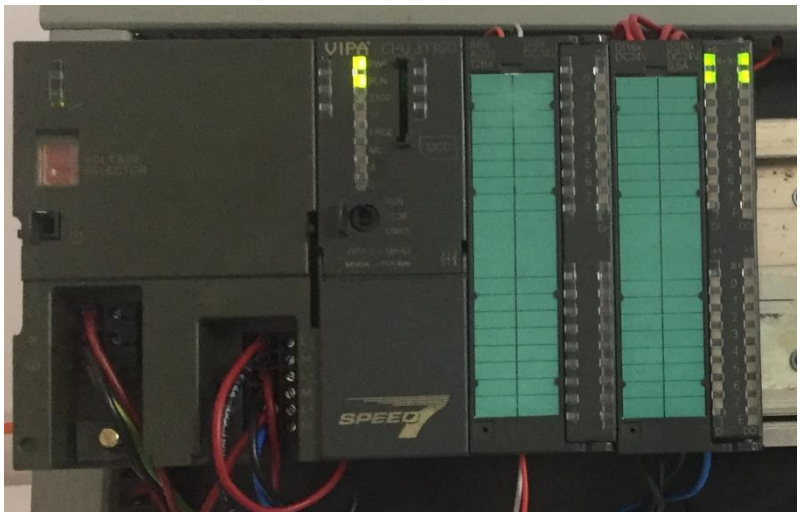
S7-300, SIEMENS markasının 1996 yıllından itibaren kullanıcılarına sunduğu bir PLC türüdür. Bu PLC cihazının piyasaya sürülmesi ile beraber elde edilen bazı avantajlar şunlardır:

1. Yapısına istenildiği durumda modüllerin eklenmesi

2. PLC cihazının programlama birimi ile haberleşmesini sağlamak için MPİ, Profibus ve Ethernet gibi protokolleri kullanma olanağı

3. Programlanması zamanı üst düzey programlama dilleri olan SCL ve Graph kullanma olanağı

4. Sürekli gelişmekte olan otomosyon teknolojisinde kullanmak için zengin ürün çeşidi avantajları [17].

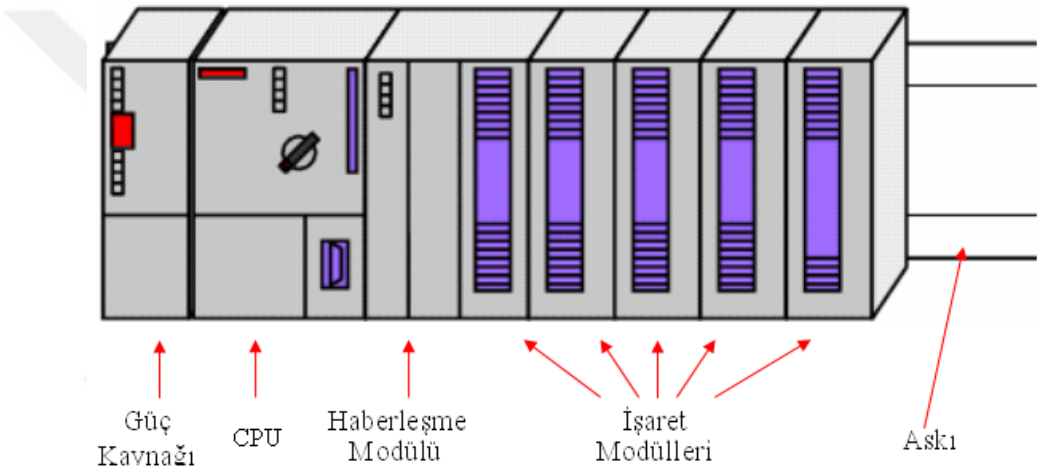


Şekil 3.1: S7-300 PLC.

3.1.2. S7-300 PLC Sisteminin Donanım Yapısı

S7-300 PLC sisteminin yapısını oluşturan birimler aşağıda gösterilmektedir.

- Güç kaynağı
- CPU
- Haberleşme modülleri
- İşaret modülleri

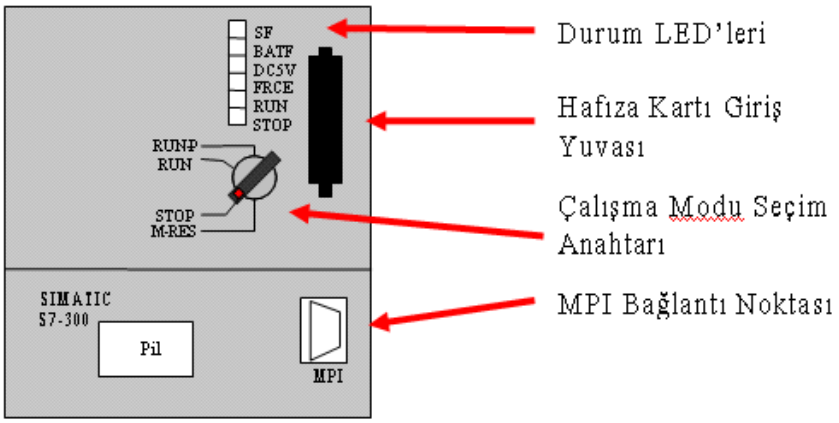


Şekil 3.2: S7-300 PLC modüler yapısı [13].

Bu cihaza ek olarak 32 modül ekleyebiliriz. Kullanılabilen maksimum ray sayısı 4-tür. Kullanılan her raya da sekkiz adet sinyal modülü eklenebilir. Sinyal modülleri 32 bitlik veri içerir. Raylar arasında haberleşme sağlamak için haberleşme modüllerine ihtiyaç vardır [13].

3.1.3. CPU Yapısı

S7-300 PLC cihazının yapısında önemli birimlerden olan CPU, üzerinde durum ledleri, hafıza giriş kartı, çalışma modu seçim anahtarı ve MPI bağlantı kısımlarını barındırır.



Şekil 3.3: S7-300 PLC'nin CPU birimi [13].

Durum Ledlerinde yanan ışıklara bakarak PLC'de oluşmuş durumlar söylenebilir. Durum ledleri SF, BATF, DC5V, FRCE, RUN ve STOP kısımlarından oluşmaktadır.

1.SF ismi verilen durum ledi, PLC ünitelerinde oluşmuş hataları gösterir.

2.BATF ise pil hatasını gösterir. Örneğin pil bitti gibi.

3. DC5V, isminden de görüldüğü gibi 5 Volt DC sinyali

4. FRCE durum ledi, giriş ve çıkışın zorlandığını gösterir

5. RUN, merkezi işlem ünitesi çalışmaya başlarken başta ledi yanar ve söner. Çalışma modunda ise sürekli yanar.

6. STOP, durma modunda durmadan yanar.

Çalışma modu seçim anahtarı S7-300 PLC cihazında dört kısımdan oluşur.

1. MRES, hafızayı resetlemek için kullanılır.

2. PLC'ni durdurmak için çalışma modu anahtarı, stop kısmına alınmalıdır.

3. RUN-P kısmı, programı CPU'dan programlama cihazına aktarır veya aksi işlem yapılır.

4. RUN, program CPU tarafından çalıştırılmaktadır [13].

MPI bağlantı noktası, MPI kablosu ile bilgisayar ve PLC'yi haberleştirmek için kullanılan kısımdır.

CPU'nun pil kısmında 3.6V'luk lityum pil bulunur. Ömrü 5 yıldır. Ancak 2 yılda bir değiştirilmesi önerilir. Programı korur, hardware ayarlarını korur ve gerçek zaman saatini işletir. Yeni tip CPU'larda pil yerine süper kondansatör kullanılır. 10 hafta kadar bilgilerin muhafaza edilmesini sağlar [1].

3.1.4. S7-300 PLC'de Zamanlayıcı Çeşitleri

Tetikleme prensibine göre çalışan zamanlayıcılar, PLC kütüphanesinde hazır şekilde bulunan önemli elamanlardan biridir. Bir giriş sinyaline, zamana bağlı çıkış sinyali olarak cevap vermek için zamanlayıcı elamanları kullanılır[1].

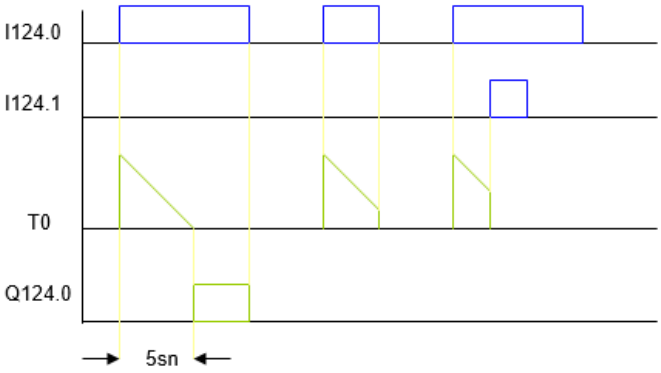
S7-300 PLC cihazına özgü beş zamanlayıcı çeşidi mevcuttur. Bu zamanlayıcı çeşitleri aşağıda belirtilmiştir. [13]

- S_ODT (SD) - Gecikmeli Zamanlayıcı
- S_ODTD (SS) - Gecikmeli ve Mühürlemeli Zamanlayıcı
- S_OFFDT (SF) - Düşen Kenara Göre Gecikmeli Zamanlayıcı
- S_PULSE (SP) - Darbe Zamanlı Zamanlayıcı
- S_PEXT (SE) - Uzatılmış Darbe Zamanlı Zamanlayıcı

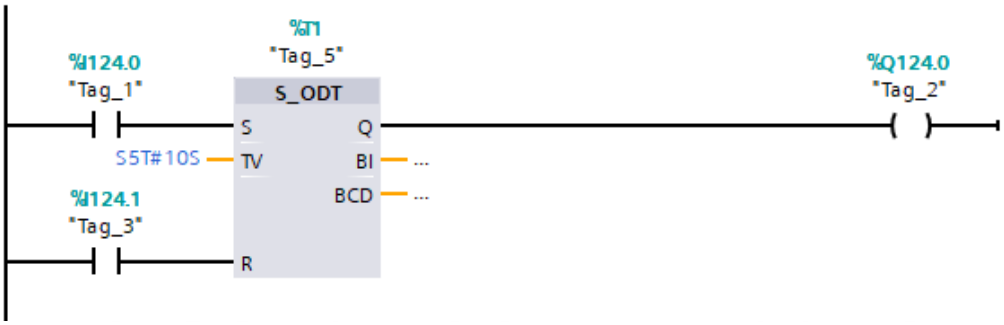
Projede ihtiyaca bağlı olarak zamanlayıcı kullanmak için CPU modeline bakmak gerekir. Çünkü her CPU modelinde kullanılabilecek zamanlayıcı sayısı farklıdır. Örneğin; CPU 312 tipinde 0-63, CPU 313, CPU 314 ve CPU 315 tiplerinde 0-127 zamanlayıcı adeti kullanılmaktadır. Merkezi işlem biriminin hafızasında her zamanlayıcı için 16 bitlik bellek adresi vardır [13].

3.1.4.1. SD (S_ODT) Gecikmeli Zamanlayıcı

S7-300 PLC cihazının zamanlayıcı çeşitlerinden biri olan gecikmeli zamanlayıcıda süre, giriş sinyali alındıktan sonra geriye doğru akmaya başlar. İsteğe bağlı verilen süre dolduğunda çıkış sinyali 1 olur ve giriş sinyali yok olana kadar 1 olmaya devam eder. Eğer start sinyalimiz daha önce kaybolursa, çıkış sinyali de o olur [1].



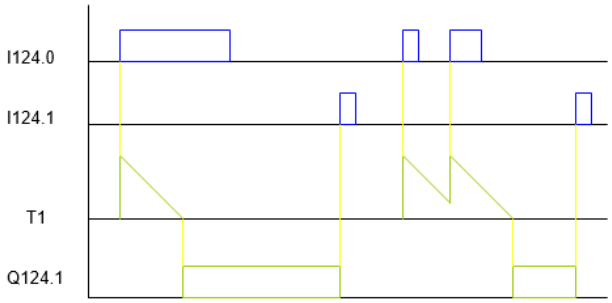
Şekil 3.4: S7-300 PLC'nin gecikmeli start çeşidinin zaman grafiği [13].



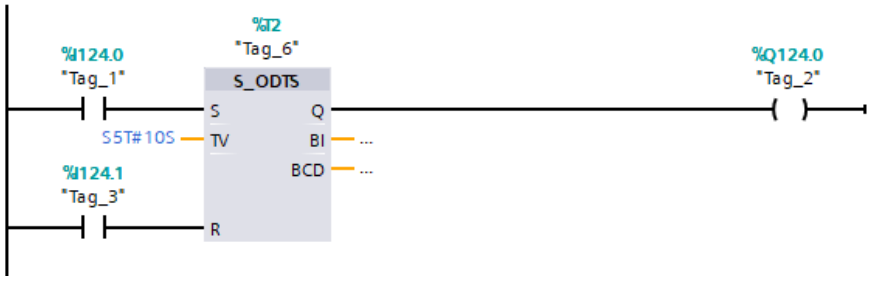
Şekil 3.5: Gecikmeli start zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

3.1.4.2. SS (S_ODTS) Hafızalı Gecikmeli Start

Gecikmeli zamanlayıcı çeşidi ile hafızalı gecikmeli start türünün bazı özellikleri aynıdır. Tek farkı, SS zamanlayıcı da start sinyali gelip gitse bile girilen süre sonunda çıkış sinyali 1 olacaktır. Çıkışın sıfır olması için RESET edilmesi gerekir [1].



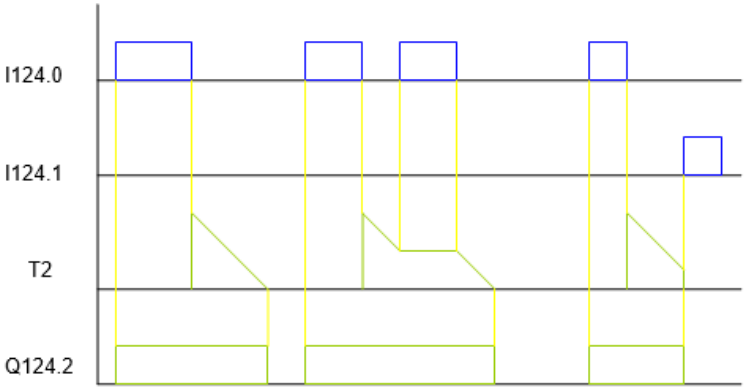
Şekil 3.6: S7-300 PLC'nin hafızalı gecikmeli start çeşidinin zaman grafiği [13].



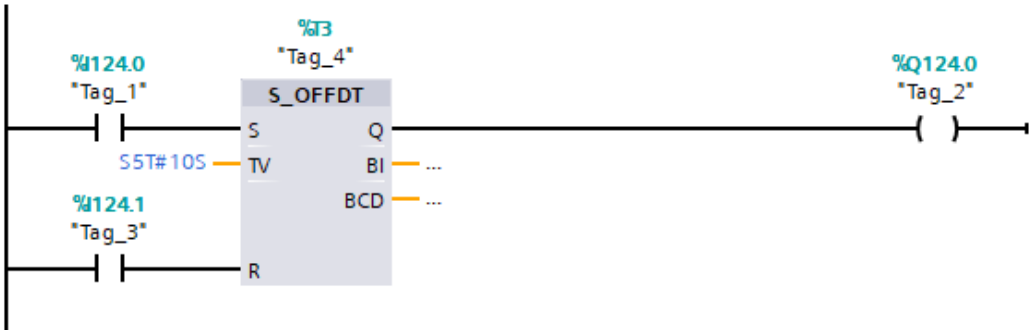
Şekil 3.7: Hafızalı gecikmeli start zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

3.1.4.3. SF (S_OFFDT) Gecikmeli Stop

Gecikmeli stop zamanlayıcı elamanının bazı özellikleri diğer elamanlarla aynıdır. Bu zamanlayıcı elemanında giriş sinyali alındıktan hemen sonra çıkış da 1 olur. Fakat giriş sinyali kaybolsa da çıkış sinyali ayarlanan süre kadar 1 durumunu korur [1].



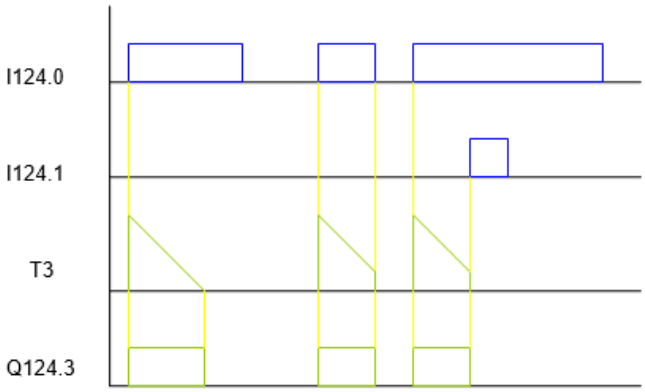
Şekil 3.8: S7-300 PLC'nin gecikmeli stop çeşidinin zaman grafiği [13].



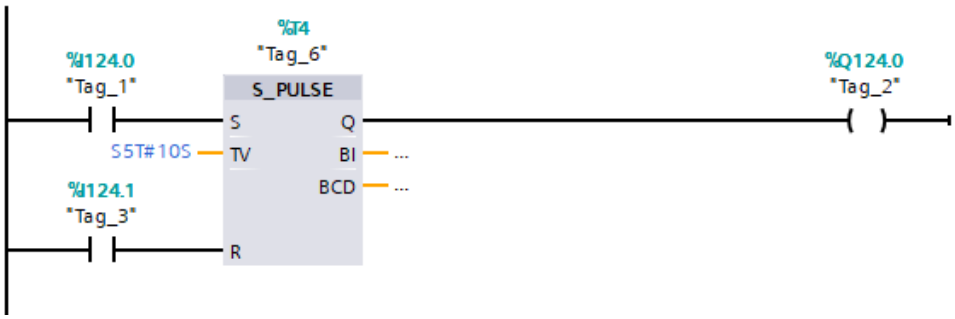
Şekil 3.9: Gecikmeli stop zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

3.1.4.4. SP (S_Darbe) Darbe

Zamanlayıcının SP darbe türünün çalışma prensibi, giriş sinyalinin alınması ile hemen başlar. Girişin hisedilmesi ile çıkış da bir olur. İstenilen sürü bitse de giriş sinyali hisediliyorsa, çıkış da hissedilecektir [1].



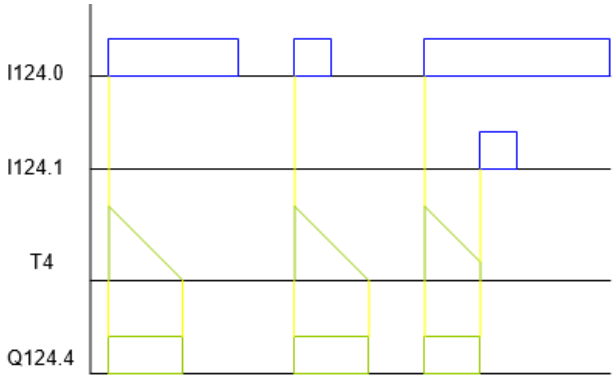
Şekil 3.10: S7-300 PLC'nin DARBE çeşidinin zaman grafiği [13].



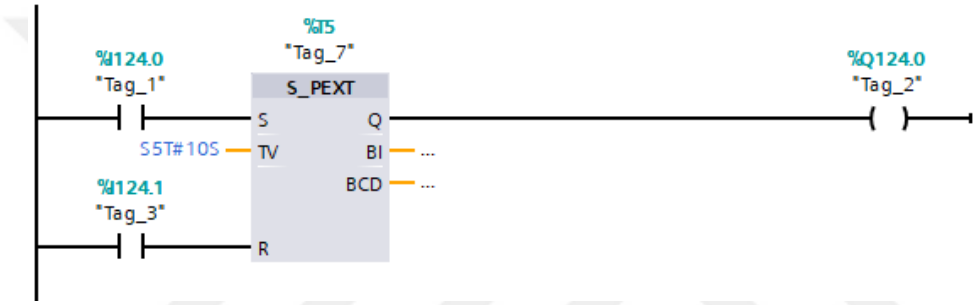
Şekil 3.11: Darbe zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

3.1.4.5. SE (S_Pext) Uzatılmış Darbe

Start sinyali değişim göstermesiyle zamanlayıcı çalışmaya başlar ve çıkış 1 değerini alır. Zamanlayıcı çalışmaya devam ederken start sinyali yeni bir değişim gösterirse zaman yeniden start yapılır [1].



Şekil 3.12: S7-300 PLC'nin uzatılmış darbe çeşidinin zaman grafiği [13].



Şekil 3.13: Uzatılmış darbe zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

3.1.5 S7-300 PLC'de Sayma İşlemleri

S7-300 PLC cihazının zaman elamanları gibi sayma işlemlerini hayata geçirmek için kullandığı elamanları vardır. Bu elamanlara sayıcı ismi verilmiştir. Sayıcı ile zamanlayıcının benzer özellikleri çoktur. Bunun nedeni ikisinin de donanım olarak aynı olmalarıdır. Başka bir benzerlikse, her iki elaman için CPU hafızasında 16 bitlik bellek adresi ayırılmasıdır [1].

Kullanılan sayıcı sayısı, her CPU tütünde değişiklik göstermektedir. Örneğin; CPU 312 için 0-128, CPU 313, 314 ve 315 türü için 0-255 sayıda sayıcı kullanılabilmektedir [13].

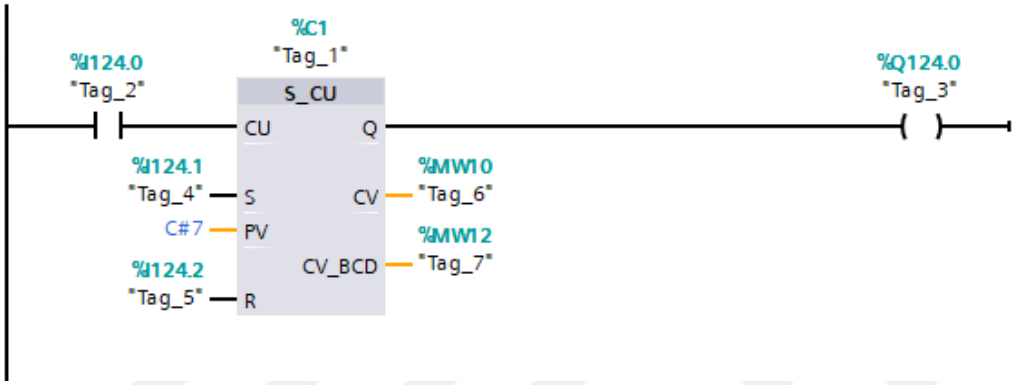
S7-300 PLC cihazında sayıcının üç türü kullanılmaktadır.

- İleri Sayıcı (CU)
- Geri Sayıcı (CD)
- İleri-Geri Sayıcı (CUD)

S7-300 PLC'de sayıcılarla farklı farklı sayma işlemleri yapılabilmektedir. Örneğin; Hazır olarak kullanabileceğimiz sayıcılar mevcuttur. Bu sayıcılar belirli bir komut listesine sahiptirler. Sayma işlemi ileri veya geri şekilde hayata geçirilir. S7-300 PLC sisteminde sayma değeri 999 olarak kabul edilmiştir [1].

3.1.5.1 İleri Sayıcı (CU)

S7-300 PLC sisteminde kullanılan sayma işlemi yapan sayıcı türlerinden biri ileri sayıcıdır. İleri sayıcı giriş değeri 0'dan 1'e değişim yaptığında sayıcı da değerini 1 artırır [1].



Şekil 3.14: İleri sayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

Sayıcının işlev şemasında S, PV, R, CV gibi parametreler mevcuttur.

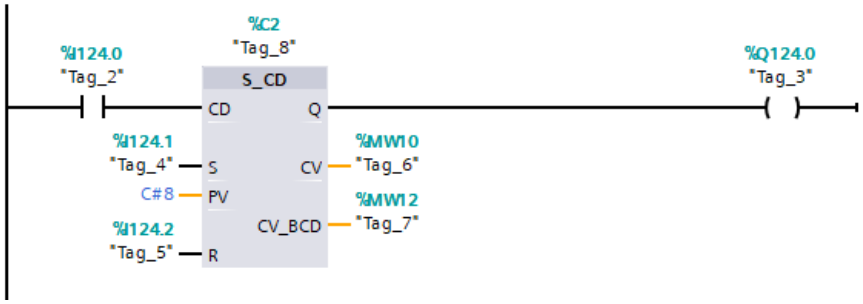
1. Set (S) parametresi, sayma işleminin hangi sayı ile başlayacağı belirtilir.

2. Preset Value (PV) , C#7 şeklinde yazılmış olan kısımdır. Sayıcının sayması istenilen sayı bu kısma yazılır.

3. RESET (R), bu sinyal sayıcı değerini 1'den 0'a getirir.Aynı zamanda RESET sinyali aktifse sayma ve SET işlemleri yapılamaz [1].

3.1.5.2. Geri Sayıcı (CD)

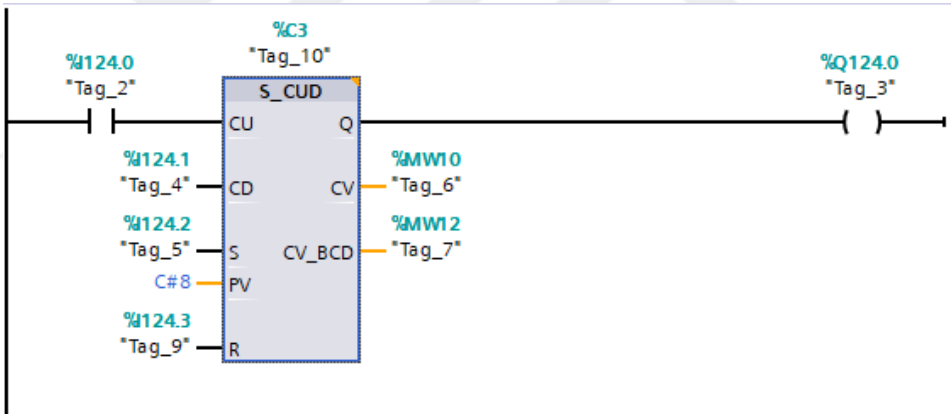
S7-300 PLC sisteminde kullanılan sayma işlemi yapan sayıcı türlerinden biri de geri sayıcıdır. Geri sayıcı, giriş değeri 0'dan 1'e değişim yaptığında sayıcı da değerini 1 azaltır [1].



Şekil 3.15: Geri sayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

3.1.5.3 İleri-Geri Sayıcı (CUD)

Sayıcının ileri-geri türünde hem ileri, hem de geri sayma işlemi hayata geçrilebilinir. Giriş değeri 0'dan 1'e değişim yaptığında sayıcının ileri kısmında çıkış 1 artır. Fakat geri işlem kısmında çıkış 1 azalır. Şekil 3.16' da ileri-geri sayıcının Ladder dilinde yazılmış diyagramı gösterilmiştir [1].



Şekil 3.16: İleri-Geri sayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

3.1.6 Eskon Sürücü

Asenkron motorun hızını kontrol etmek için kullanılan kontrol cihazı Eskon cihazıdır.

Aşağıda Eskon kontrol cihazının ekran görünümü gösterilmektedir.

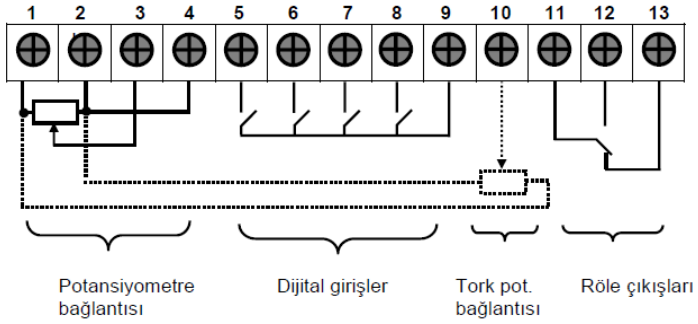


Şekil 3.17: Eskon kontrol cihazının ekran görünümü [12].

Eskon kontrol cihazının ekran görünümünde bulunan düymelerin işlevleri şunlardır:

- I : Start Butonu
- 0 : Stop Butonu
- ▲ : Yukarı Butonu
- ▼ : Aşağı Butonu
- P : Program Butonu
- Fn : Fonksiyon Butonu
- J : Jog Butonu

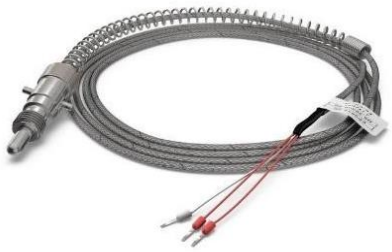
Kolay programlanması ve yanyana montaj imkanı önemli özelliklerinden biridir.Eskon cihazının S7-300 PLC ile kontrol bağlantısının resmi aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 3.18: Eskon kontrol cihazının kontrol bağlantısı [12].

3.1.7. PT- 100 Sıcaklık Sensörü

PT 100, 0℃ de 100 Ω üreten termodirençlerin tiplerinden biridir. Sıcaklık elemanı olarak tanınan PT-100 ile ölçüm, sıcaklığı değişmekle direncin değişmesi sonucunda hayata geçirebiliriz. Sıcaklık sensörü olan PT-100, üç türde üretilir. Bu türler 2,3 ve 4 uçlu olur. Fakat en çok endüstride kullanılan PT-100 sıcaklık sensörü türü, 3 uçludur. Önemli özelliklerinden biri tek başına kullanamazlar.



Şekil 3.19: PT-100 sıcaklık sensörü [14].

3.1.8. UT-17 Dönüştürücü

Sinyal çevirici gibi bilinen UT-17 usb bağlantısı kullanılarak programlanabilen universal çıkışlı çeviricidir. UT-17 dönüştürücünün sık kullanılma nedenlerinde biri kolay kullanışın olması ve istenilen skala aralığına programlanabilmesidir. Herhangi bir sensörden gelen analog bilgiler, sinyala dönüştürülür. Dönüştürülmüş sinyal rahat bir şekilde PC den kontrol edilebilir. Aşağıda UT-17 dönüştürücünün önemli özeliklleri gösterilmiştir:

- Geniş besleme gerilim aralığı
- Geniş sıcaklık çalışma aralığı
- Yüksek ölçüm ve çıkış doğruluğu
- Ekonomik ve pratik USB konfigürasyon kablosu
- Güç kaynağı gerektirmeden USB üzerinden konfigürasyon
- Ayarlanabilir giriş skalası

- Programlanabilir çıkış skalası [33].



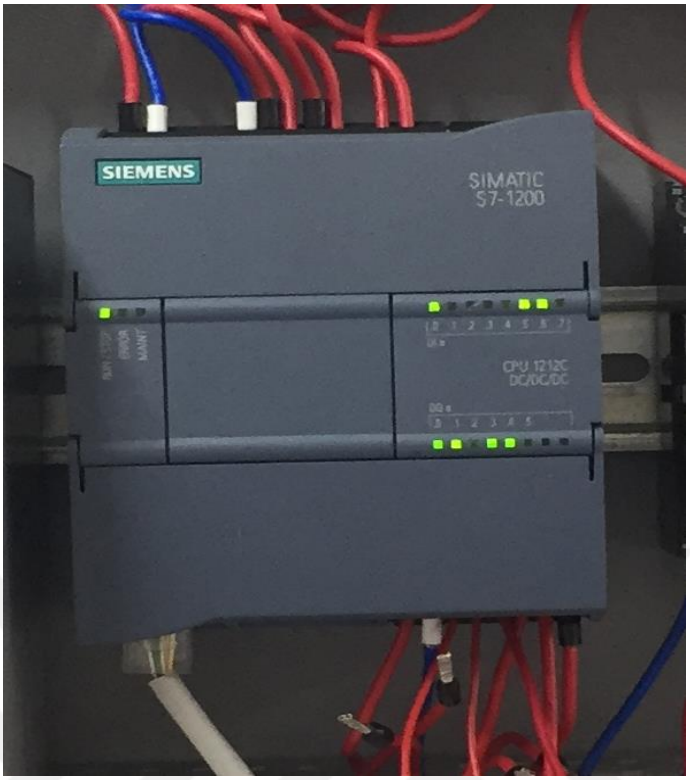
Şekil 3.20: UT-17 dönüştürücü bağlantı şeması [32].

3.2. S7-1200 PLC SİSTEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

3.2.1. S7-1200 PLC Sistemi

S7-200 PLC türü ile tutumları aynı olan S7-1200 PLC'ler, SIEMENS markası tarafından 2009 yılından itibaren kullanıcılara sunuldu. S7-1200 PLC, hızı, hafızası ve programlama şekli ile SIEMENS markasının iller önce piyasaya sürdüyü S7-200 ve S7-300 PLC türleri arasında yer almaktadır.

Aşağıdaki şekilde S7-1200 PLC'nin şekli gösterilmektedir [9].



Şekil 3.21: S7-1200 PLC.

Bu PLC türünün en önemli özelliklerinden biri, kompakt olmasıdır. Kompakt olma özelliklerine bakmayarak isteğe bağlı ek modüller de eklenebilir. Günümüzde otomasyon teknolojisinin gelişim göstermesi ile ister üretici firmalar, isterse de kullanıcılar uygun fiyatlı ve dayanıklı kontrol projeleri tasarlamak için S7-1200 PLC türünü seçebilirler.

3.2.2. S7-1200 PLC Sisteminin Donananım Yapısı

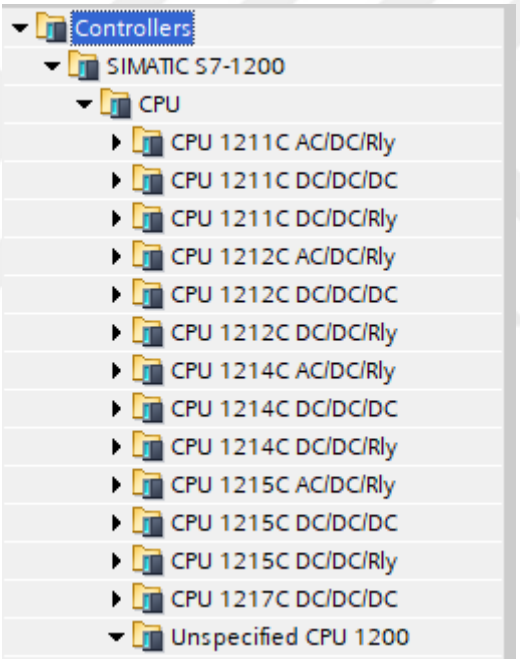
S7-1200 PLC cihazının donanım yapısını oluşturan birimler aşağıda gösterilmektedir:

1. CPU
2. Güç kaynağı
3. Hafıza kartı yuvası
4. Haberleşme modülü
5. Giriş ve çıkışların durumunu gösteren LED'ler vb. [22]

Bu cihazın kapasitesine artırmak için donanım yapısını genişlendirmek mümkündür. Bu işlemi hayata geçirmek için ihtiyaç duyulan modüller, CPU'nun sol ve sağ tarafına eklenebilir. Eklene bilen modüllere örnek olarak sinyal bordlar, sinyal ve haberleşme modüllerini gösterebiliriz.

3.2.3. S7-1200 PLC Sisteminin CPU Yapısı

Tüm PLC türlerinde olduğu gibi S7-1200 PLC cihazında da en önemli birimlerden biri merkezi işlem birimidir (CPU). S7-1200 PLC'nin beş CPU türü mevcuttur. Bunlar; CPU 1211C, 1212C, 1214C, 1215C ve 1217C türleridir. Bu türlerin de farklı çeşitleri vardır. Aşağıdaki şekilde TIA PORTAL programında bulunan CPU'ların kataloğu gösterilmektedir.



Şekil 3.22: TIA PORTAL programında bulunan CPU kataloğu.

Yukarıda gösterilen CPU kataloğuna bakıldığında CPU türlerinin yanında bulunan üçlü kodlar dikkat çekiyor. Bu kodlar CPU türlerinin çeşitleridir. Örnek olarak DC/DC/RLY kodlarının açıklamasını verelim:

İlk sırada gözüken DC, CPU'nun beslemesini gösterir. Yani CPU, 24 DC beslemelidir. İkinci sırada yer alan DC, dijital girişlere 24V DC sinyallerin bağlanacağını gösterir. Üçüncü sırada ise RLY yer alıyor ve dijital çıkışları gösterir. Kullanılan CPU ise röle çıkışlı olur [9]. Aynı

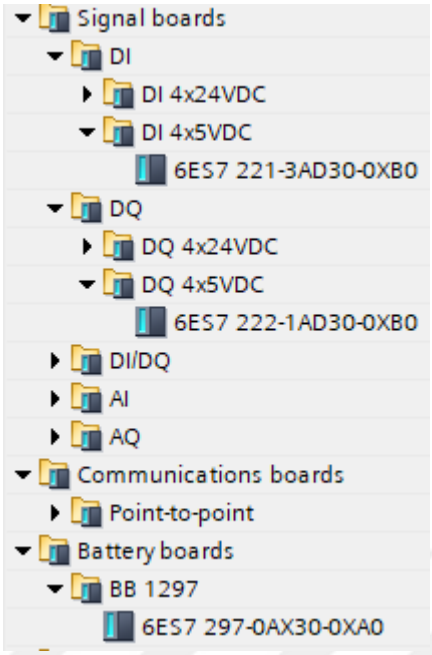
zamanda S7-1200 PLC cihazının 5 CPU türü kendi aralarında bazı özelliklerinden dolayı farklılık göstermektedir. Bu farklılıkları gösteren tablo aşağıda gösterilmektedir.

Tablo 3.1: S7-1200 PLC cihazının CPU türlerinin farklılık tablosu [9].

Özellik		CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214 C	CPU 1215 C	CPU 1217C
Fiziksel boyut		90x100x75	90x100x75	110x100x75	130x100x75	150x100x75
Kompakt giriş ve çıkış sayısı	Dijital	6/4	8/6	14/10	14/10	14/10
	Analog	2 Giriş	2 Giriş	2 Giriş	2/2	2/2
Genişletilebilir sinyal modülü (SM)		Yok	2	8	8	8
Sinyal (SB) veya haberleşme (CB) bordu'u		1	1	1	1	1
Haberleşme modülü (CM) sol yan		3	3	3	3	3
Darbe çıkış		4	4	4	4	4

3.2.4. Sinyal Bord ve Sinyal Modülleri

Sinyal bord, CPU'nun gövdesine eklenebilen bir bord türüdür. Sinyal bord kısmına aynı zamanda pil modülü de eklenebilir. Bu modül, analog ve dijital sinyal bordları şeklinde kendini göstermektedir. Aşağıdaki Şekilde TIA PORTAL yazılımında bulunan Sinyal bord katalogu gösterilmektedir [9].



Şekil 3.23: TIA PORTAL programında bulunan Sinyal Bord kataloğu.

S7-1200 PLC cihazının genişletme modüllerinden olan sinyal modülleri, CPU'nun sağ tarafına eklenebilir. Bu modül her CPU türünde kullanılamaz. Örneğin CPU 1211 türünü gösterebiliriz. CPU'nun diger türlerinde kullanılan sinyal bordlarının sayı farkılılık göstermektedir. Sinyal modülleri kendi aralarında DI, DQ, DIQ, AI, AQ, AIQ türlerine bölünürler. Genişletme modülleri rahatlıkla takıla bildiği gibi, çıkarıla da bilir. Fakat dikkat edilmesi gereken konu, CPU enerji altında olmamalıdır [9].

3.2.5. S7-1200 PLC'de Zamanlayıcı Çeşitleri

S7-1200 PLC cihazı da, S7-300 PLC türünde olduğu gibi zamanlayıcı çeşitleri, TIA PORTAL yazılımının kütüphanesinde hazır şekilde kullanıcılarına sunmaktadır. Projelerde zamanlayıcının kullanılma nedeni, bir giriş sinyaline, zamana bağlı olarak çıkış sinyali üretmekdir. Her PLC türünde kullanılan zamanlayıcı sayısı CPU'ya bağlı olarak değişir.

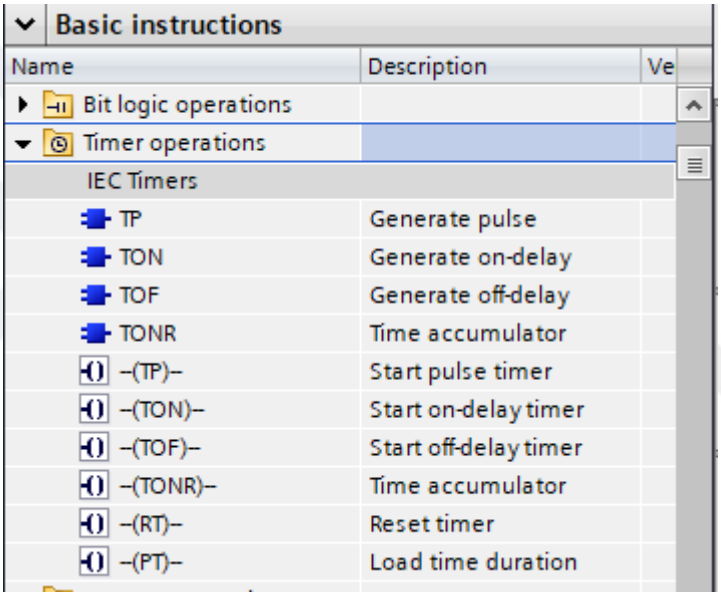
S7-1200 PLC'de cihazına özgü dört zamanlayıcı çeşidi mevcuttur. Bu zamanlayıcı çeşitleri aşağıda belirtilmiştir [9].

- Darbe (TP)
- Girişin geciktirilmesi (TON)

- Çıkışın geciktirilmesi (TOF)
- Hafızalı girişin geciktirilmesi (TONR)

Yukarıda da belirtildiği gibi bu zamanlayıcı çeşitleri, TIA PORTAL yazılımının kütüphanesinden hazır şekilde projelere sürüklenerek kullanılabilir.

İlk önce açılmış olan ''Program block'' penceresine sağ tarafta yerleşen ''Basıc Instructions'' kısmından ''Timer operations'' sekmesinden istenilen amaca bağlı olarak zamanlayıcıcı fonksiyonları sürüklenir. Aşağıdaki şekilde ''Timer operations'' katalogu gösterilmektedir.



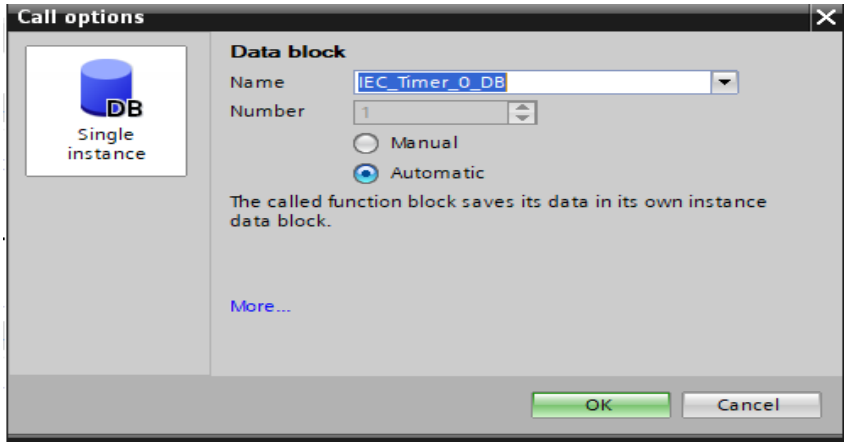
Şekil 3.24: TIA PORTAL programında bulunan Timer operations kataloğu.

Zamanlayıcılar da FB blok ile programlama bakımından benzerlik gösterirler. Bunun nedeni programlanma zamanı ek olarak data blokun oluşmasıdır.

Genel olarak S7-1200 PLC türünde kullanılan zamanlayıcılar, iki röle ve kompakt türde olur. Bu iki tip zamanlayıcının farkı data blokukun oluşma şeklidir.

3.2.5.1. TP Zamanlayıcı

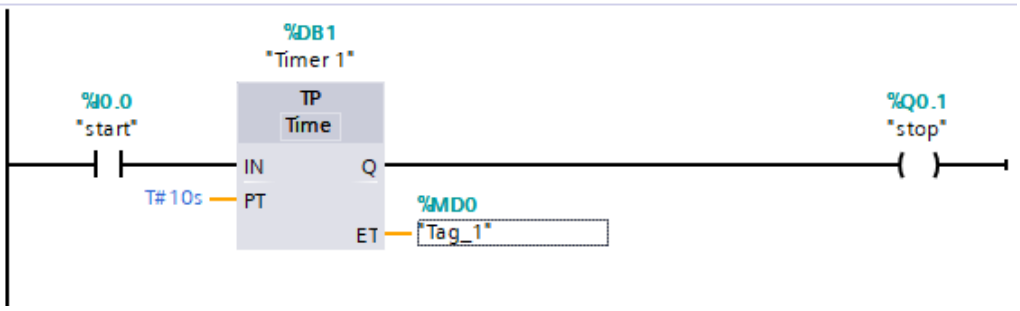
S7-1200 PLC cihazının zamanlayıcı çeşitlerinden biri olan TP, girişe sinyal verildiyinde çıkışı da ''1'' olan zamanlayıcı türüdür. Fakat giriş sinyalinin kesilmesi durumu çıkışı etkilemez. Çıkış sinyali, verilen süre bitdiyinde ''1'' komutu 0'la yerini değişir. TP zamanlayıcı projeye eklendiyinde data blok oluşur ve oluşmuş blokun resmi aşağıda gösterilmektedir [9].



Şekil 3.25: TP zamanlayıcının Data Block sekmesi.

Oluşmuş Data blokda name kısmına projeye uygun isim verilebilir.

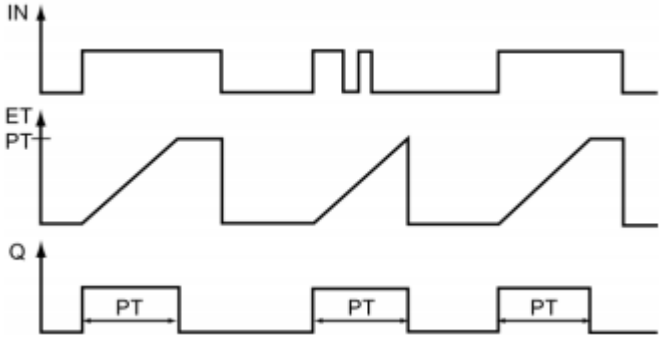
Aşağıdaki şekillerde S7-1200 PLC cihazının TP zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagramı ve zaman grafiği verilmiştir.



Şekil 3.26: TP zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

Zamanlayıcının işlev şemasında aşağıdaki parametreler mevcuttur:

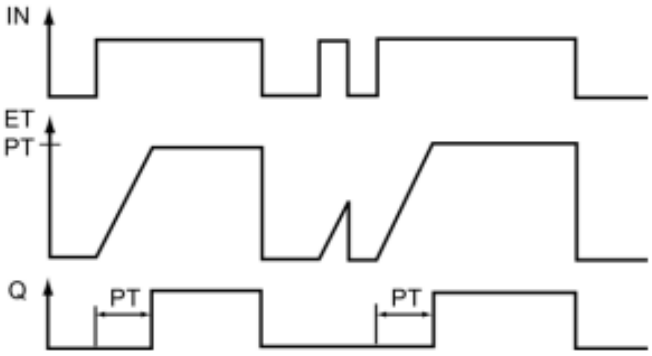
- In – sinyali girişe verilen sinyaldir.
- PT – zamanlayıcının çalışması için ayarlanan süredir ve T# şeklinde yazılarak zaman değeri girilir.
- Q – kontakt çıkışıdır.
- ET – anlık zaman değeridir.



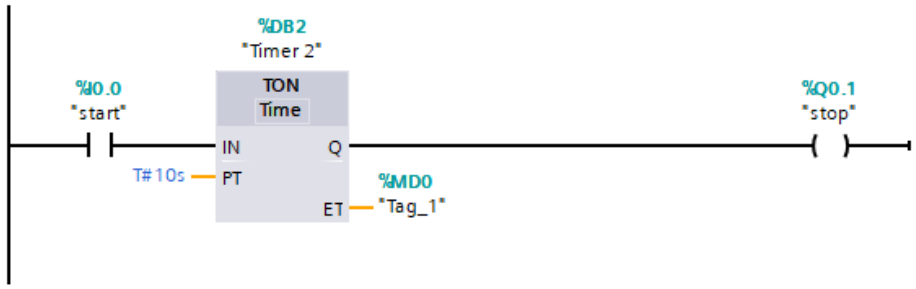
Şekil 3.27: TP zamanlayıcının zaman grafiği [22].

3.2.5.2. TON Zamanlayıcı

Girişin geciktirilmesi olarak bilinen TON zamanlayıcı da S7-1200 PLC cihazının zamanlayıcı türlerinden biridir. TON zamanlayıcının görevi ise girişe sinyal verildiğinde belirlenen süre saymaya başlar ve bu sürenin sonunda çıkış sinyali 1 olur. Çıkışın 0 komutuna geçmesi için giriş sinyalinin kesilmesi gereklidir. TON zamanlayıcının girişin geciktirilmesi olarak adlanmasının nedeni, bu sinyalin kesilmesi durumunda belirlenen sürenin de sıfırlanmasıdır. Aşağıdaki şekillerde TON zamanlayıcının zaman ve Ladder diyagramları gösterilmiştir.



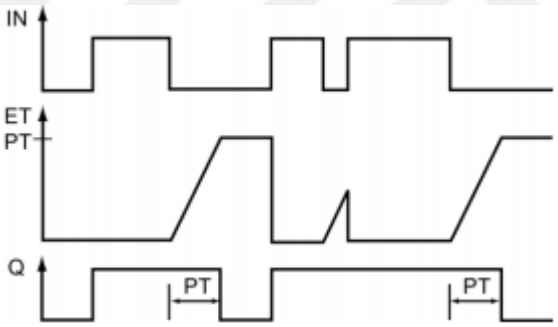
Şekil 3.28: TON zamanlayıcının zaman grafiği [22].



Şekil 3.29: TON zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

3.2.5.3. TOF Zamanlayıcı

TOF zamanlayıcının görevi, giriş sinyali geldiği zaman, çıkış da 1 olur. Belirlenen sürenin sayılması için giriş sinyalinin kesilmesi gereklidir ve bu sürenin bitiminde çıkış sinyali komutunu değişerek 0 olur. Aşağıdaki şekillerde TOF zamanlayıcının zaman ve Ladder diyagramları gösterilmiştir [9].



Şekil 3.30: TOF zamanlayıcının zaman grafiği [22].

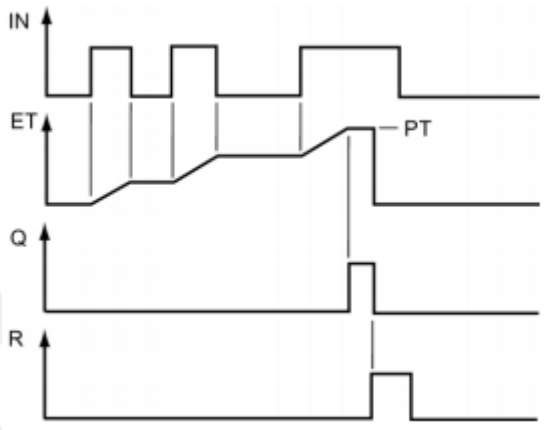


Şekil 3.31: TOF zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

3.2.5.4. TONR Zamanlayıcı

Diğer zamanlayıcı türlerinden hafızasının olması ile farklılık göstermektedir. TONR zamanlayıcının görevi, girişe sinyal geldiğinde belirlenen süre saymaya başlar ve çıkış 0

konumunda olur. Çıkışın konum değişip 1 olması için belirlenen sürenin bitmesi gereklidir. Giriş sinyali süre bitmeden kesilirse de gecikme olmaz. Nedeni TONR zamanlayıcının hafızaya sahip olmasıdır. Bu hafıza sayesinde sinyalin kesilmesi durumunda geçen süre kaydedilir ve tekrar giriş sinyali gelmesi durumunda kaldığı yerden saymaya başlar [9]. Aşağıdaki şekillerde TOF zamanlayıcının zaman ve Ladder diyagramları gösterilmiştir.



Şekil 3.32: TONR zamanlayıcının zaman grafiği [22].



Şekil 3.33: TONR zamanlayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

TONR zamanlayıcının blokunda ek olarak Reset sinyali de mevcuttur. Bu sinyalin sayesinde çıkış sinyalini 0 konumuna almak mümkündür [9].

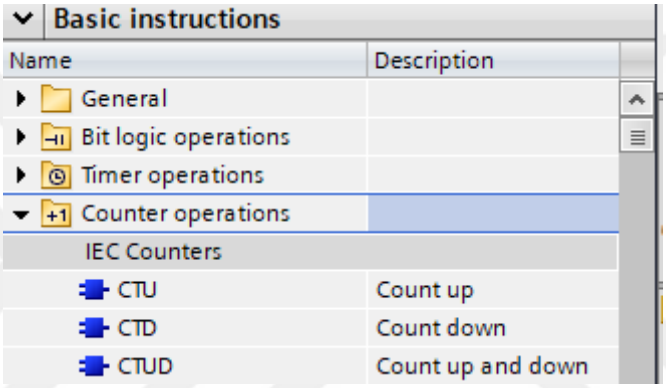
3.2.6. S7-1200 PLC'de Sayma İşlemleri

Sayıcılar, ister kumanda tekniğinde, isterse de PLC'de aynı mantıkla çalışırlar. Genel görevleri, isteğe bağlı olarak projede sayım yapar veya belirlenen bir değere göre mevcut değerin eşit, küçük vb. olup olmadığı araştırılır.

S7-1200 PLC cihazında sayıcının üç türü kullanılmaktadır.

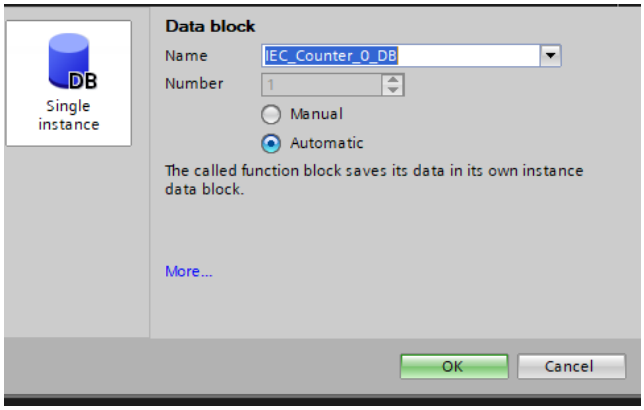
- İleri Sayıcı (CU)
- Geri Sayıcı (CD)
- İleri-Geri Sayıcı (CUD)

Bu sayıcı türleri TIA PORTAL kütüphanesinde olur ve hazır şekilde kullanılabilir. Sayıcıları çağırmak için ilk önce ''Basıc Instructions'' kısmından Counter operations sekmesi tıklanarak isteğe bağlı olarak fonksiyonlar süreklenerek bırakılır. Aşağıdaki şekilde yapılacak işlemler sırasıyla gösterilmektedir.



Şekil 3.34: TIA PORTAL programında bulunan Counter operations kataloğu.

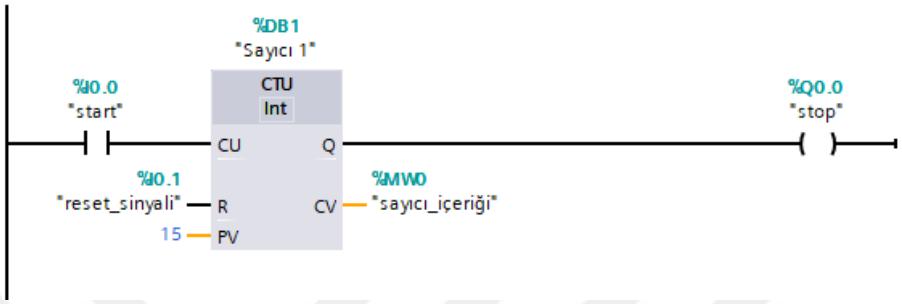
CTU, CTD ve CTUD sayıcılar da zamanlayıcılar gibi data blok oluştururlar ve bu nedenle FB yapısındadırlar.



Şekil 3.35: Sayıcılarda oluşmuş data blok.

3.2.6.1 İleri Sayıcı (CTU)

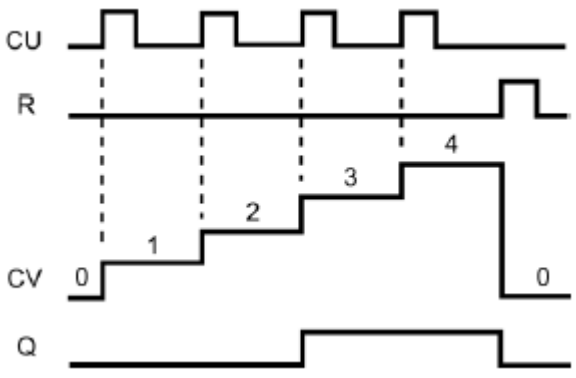
S7-1200 PLC cihazında sayıcı türlerinden biri olan CTU, girişine sinyal geldikten sonra 0 dan 1 e komut değişir. Komutun değiştiğini anlayan sayıcı içeriğini 1 artırır. Aşağıdaki şekilde CTU sayıcı kullanılmış Ladder diyagram gösterilmiştir [9].



Şekil 3.36: CTU sayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

Sayıcının işlev şemasında girişlerden biri Reset sinyalidir. Bu sinyal ile sayıcı içeriğini sıfırlar.

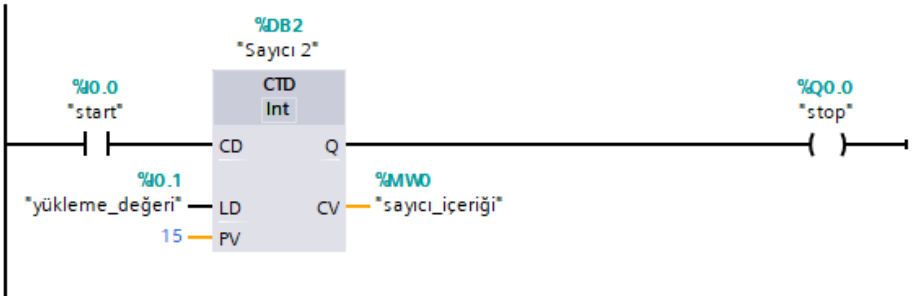
Aşağıda sayıcının zaman grafiği gösterilmiştir.



Şekil 3.37: CTU sayıcının zaman grafiği [22].

3.2.6.2. Geri Sayıcı (CTD)

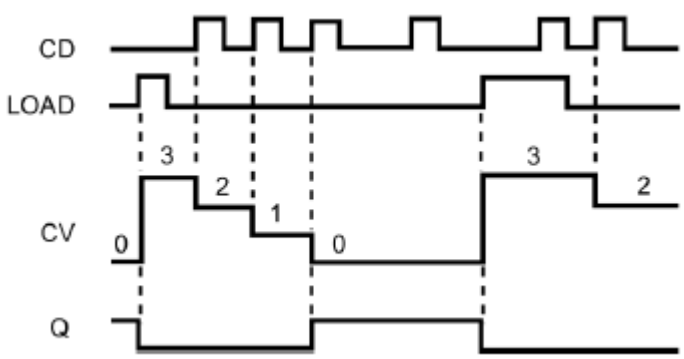
Geri sayıcı, ileri sayıcının aksine girişine sinyal geldiğinde 0 dan 1 e komut değişerek sayıcı içeriğinin 1 azaltmasına neden olur. Giriş sinyallerinden biri olan Reset sinyali ile de sayıcı içeriğini sıfırlanır. Aşağıdaki Şekilde CTU sayıcı kullanılmış Ladder diyagram gösterilmiştir [9].



Şekil 3.38: CTD sayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

CTD sayıcının işlev şemasında yer alan LOAD parametresinin (LD) değeri, 0'dan 1'e değişirse, PV (ayarlanan sayım değeri) parametresindeki değer yeni CV (geçerli sayım değeri) olarak sayıcıya yüklenir [22].

Aşağıda sayıcının zaman grafiği gösterilmiştir.

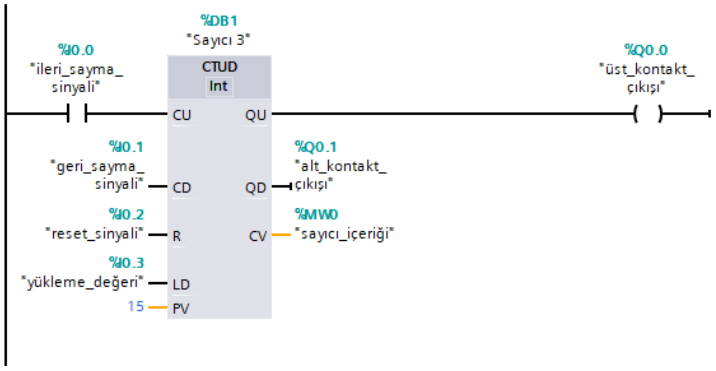


Şekil 3.39: CTD sayıcının zaman grafiği [22].

3.2.6.3. İleri-Geri Sayıcı

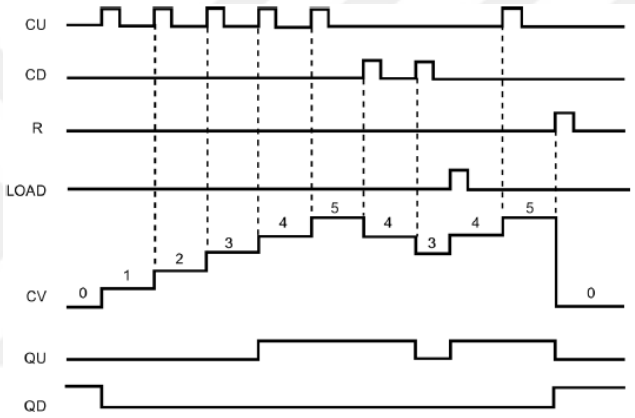
İleri ve geri sayıcının birleştirilmesinden oluşan CTUD sayıcının CU, CD, R, LD ve PV girişleri mevcuttur. CU girişine sinyal geldiğinde 0 komutu 1 komutu ile yer değişir ve sayıcı içeriğini 1 artırır. CD girişine sinyal geldiğinde 0 komutu 1 komutu ile yer değişir ve sayıcı içeriğini 1 azaltır. Sayıcı içeriği PV girişine yazılan (belirlenen değer) değere eşit veya büyük olduğunda QU çıkışı 1 olur [9].

Aşağıdaki şekilde CTUD sayıcı kullanılmış Ladder diyagram gösterilmiştir.



Şekil 3.40: CTUD sayıcı kullanılmış Ladder diyagram.

Aşağıda sayıcının zaman grafiği gösterilmiştir.



Şekil 3.41: CTUD sayıcının zaman grafiği [22].

3.2.7. Enkoderler

Enkoderler, elektromekanik bir cihaz ve pozisyon algılayıcısıdır [50] . Bu cihazlar bağlı olduğu motor milinin hareketine karşı dijital sinyallar üretir. Bazı özelliklerine göre türler mevcuttur. Örneğin, şaftların çalışma şekline göre iki yere ayrılır.

1. Dönel enkoderler

2. Doğrusal enkoderler

Enkoderlerin bir çok kullanım alanı mevcuttur. Örneğin servo motor, otomosyon, robot teknolojisi vb.

Sinyal üreticileri olarak bilinen enkoderlerin önemli özelliklerinden biri geri bildirim sağlamasıdır. Enkoderlerin dönüştürdüğü elektrik sinyalleri PLC, sayaç ve bunlar gibi kontrol cihazları tarafından okunabilir. Enkoderler üç şekilde sinyal oluşturmaktadır ve bunlar aşağıdakilerdir:

1. Mekanik
2. Dirençli
3. Optik

Oluşturduğu sinyal şekillerinden en çok kullanılanı optik sinyaldir.

Optik algılamanın çalışma prensibi ışığın kesilme kanununa dayanmaktadır. Projeler yapılırken enkoder seçimine dikkat etmek gerekir. Dikkat edilmesi gereken özellikler aşağıdakilerdir:

- Puls sayısı, yani enkoderin ürettiği pulsların sayısı
- Besleme ve çıkış gerilimi
- Enkoderin gövdesinin çapı ve uzunluğu,
- Enkoder şaftının bağlantı şekillerine göre, yani milli veya delik olması;
- Koruma sınıfı vb.

Bazı enkoderlerin besleme ve çıkış gerilimleri farklılık göstermektedir. Bu yüzden yapılan projede kullanılan cihazlara uygun çıkış gerilimi olan enkoder seçilmelidir.

Aşağıdaki şekilde enkoderin dış görünüşü gösterilmektedir.



Şekil 3.42: Enkoder [23].

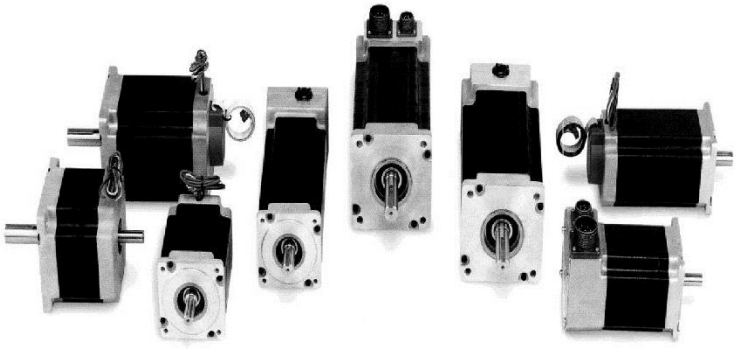
3.2.8. Step Motor

Elektromekanik bir cihaz olarak bilinen Step motorlar, elektrik enerjisini dönme hareketine çevirir [20]. Step motorların yapısını oluşturan önemli kısımlardan olan rotor ve rotora bağlı şaft elektrik enerjisini aldıktan sonra hareket etmeye başlarlar. Step motorlar diğer motorlardan farklı olarak direk olarak enerji verildiğinde çalışamazlar. Bu özelliğinden dolayı step motorlar yüksek anahtarlama kabiliyeti olan sürücülere bağlı olarak çalıştırılır ve bu sürücüler step motor sürücüsü olarak bilinir. Step motor sürücülerine bağlı olan PC, enkoder veya PLC'ler palsler gönderir. Bu palsleri alan sürücüler sayesinde motorlar bir adım ilerler. Adım motor olarak bilinmesinin sebebi de adım adım hareket etmesidir. Örnek olarak 300 adımlık motorun adım açısı aşağıdaki formülle hesaplanır [24, 26].

360/300=1.2 derecedir.

Step motorların özellikleri aşağıda gösterilmektedir:

- Yapılarının basit olmasından kaynaklı olarak fazla bakım talep etmezler.
- Geri beslenme olmadan rahat şekilde kontrol edilebilirler.
- Sayısal kontrol edilebilme özelliklerinden dolayı bilgisayar veya mikroişlemci tarafından kontrol edilebilirler.
- Sürekli çalıştırılması durumunda herhangi bir hatayla karşılaşmazlar.



Şekil 3.43: Step motor çeşitleri [26].

Step motorların aşağıdaki çeşitleri mevcuttur [27]:

- Sabit mıknatıslı (PM) step motorlar,
- Değişken relüktanslı (VR) step motorlar,
- Hibrit step motorlar (HB),
- Hidrolik step motorlar,
- Lineer step motorlar.

Step ve Servo motorlar arasındaki farklılıklar aşağıda gösterilmektedir:

- Servo motorlar, step motorlarla kıyasla daha çok bakım talep ederler.
- Servo motorlar kapalı çevrim, step motorlar ise açık çevrim halinde çalışırlar.
- Servo motorların kontrolü, step motorlarla kıyasla daha zordur.
- Servo motorlar aşırı yük ve kapasiteye sahiptirler.
- Fiyat bakımında step motorlar daha ucuzdur.
- Performans bakımından servo motorlar daha iyidir.
- Step motorlarda geri beslemeye ihtiyaç duyulmazken, servo motorlar ise geri besleme kontrol sistemi ile çalışırlar.

Sonuçta servo ve step motor seçimi tamamıyla yapılacak uygulamaya bağlıdır [42].

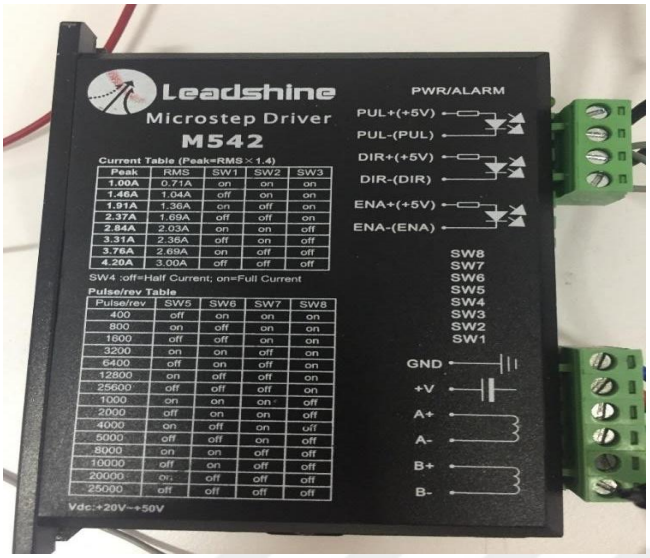
3.2.8.1. Leadshine M542 Step Motor Sürücü

M542, Leadshine markasının ürettiği ekonomik bir mikro adımlı step motor sürücüsüdür. Bu sürücüleri kullanmakla hem 2 fazlı, hem de 4 fazlı hibrit step motorları sürmek mümkündür. Geleneksel sürücülerle karşılaştırıldığında aynı L/R sürücüleri gibi yüksek tork ve hız sağlayabilirler. M542 step motor sürücünün özellikleri şunlardır:

- Düşük maliyetlidir ve yüksek hız, tork elde etmek mümkündür.
- +50VDC' ye kadar beslenme gerilimi sunarlar.
- 4,2 A'e kadar çıkış akımı verirler.
- Giriş sinyalleri optik olarak izole edilmiştir.
- 2 fazlı ve 4 fazlı motrolları sürmek için uygundur.
- Boyutları küçüktür (118x75,5x33 mm)

M542 motor sürücüleri çeşitli alanlarda kullanılabilirler. Kullanım alanları aşağıdakilerdir:

- Lazer kesiciler
- Etiketleme makinaları
- Yerleştirme cihazları vb.



Şekil 3.44: M542 Step motor sürücü.

Düşük titreşim verdikleri için istenilen uygulamalarda özellikle, yüksek tork ve hassaslık talep eden uygulamalarda kullanırlar. M542 sürücülerinin 2 konnektörü vardır. Sinyal bağlantıları için P1, güç ve motor bağlantıları içinse P2 konnektörü kullanılır. P1 ve P2 konnektörlerinin yapıları ile ilgili açıklamalar aşağıda anlatılmıştır.

Tablo 3.2: P1 konnektörünün işlev tablosu [42].

Sinyal	Fonksiyonlar
PUL (+5V)	Darbe sinyali: Tek darbe sinyali, darbe modunda bu giriş her yükselen veya düşen kenarda aktif olan darbe sinyali J1 tarafından ayarlanır. Darbe yüksek olduğunda gerilim 4-5 V, düşük olduğunda ise 0-0,5 V olur. Çift darbe modunda ise, giriş saat yönünde darbeyi temsil eder. Yüksek ve düşük seviye J1 bağlantısı tarafından belirlenir.
PUL (-PUL)	
DIR (+ 5V)	Tek darbe modunda sinyalin, düşük ve yüksek voltaj seviyeleri vardır. Motor

DIR (- DIR)	dönüşünün 2 yönünü temsil eder. Çift darbe modunda ise sinyal saatin ters darbesidir. Yüksek hızda aktif veya düşük seviye belirlenir. Güvenilirlik bakımından DIR sinyali, PUL sinyalinden 5µs önünde olmalıdır. DIR sinyali 4-4.5 V iken yüksek, 0-0,5 V olduğu zamansa DIR sinyali düşüktür.
ENA +(5V)	Etkinleştirme sinyali sürücyü etkinleştirmek için veya devre dışı bırakmak için kullanılır. Yüksek seviyesi sürücüyü etkinleştirmek için, düşük seviye ise devre dışı bırakmak için kullanılır.
ENA – (ENA)	

P2 konnektörünün işlev tablosu:

Tablo 3.3: P2 konnektörünün işlev tablosu [42].

Sinyal	Fonksiyonlar
GND	DC topraklama
+V	DC güç kaynağı
A^+, A^-	Motor faz A
B^+, B^-	Motor faz B

Bu sürücü, mikro adım çözünürlüğünü ve motor çalışma akımını ayarlamak için 8 bitlik bir DIP anahtarı kullanır [41].

Mikro adım çözünürlüğü, aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi DIP anahtarının SW5, 6, 7, 8 ile ayarlanır:

Tablo 3.4: Mikro adım çözünürlüğü tablosu [42].

Microstep	Steps/rev.(for 1.8°motor)	SW5	SW6	SW7	SW8
2	400	OFF	ON	ON	ON
4	800	ON	OFF	ON	ON
8	1600	OFF	OFF	ON	ON
16	3200	ON	ON	OFF	ON
32	6400	OFF	ON	OFF	ON
64	12800	ON	OFF	OFF	ON
128	25600	OFF	OFF	OFF	ON
5	1000	ON	ON	ON	OFF
10	2000	OFF	ON	ON	OFF
20	4000	ON	OFF	ON	OFF
25	5000	OFF	OFF	ON	OFF
40	8000	ON	ON	OFF	OFF
50	10000	OFF	ON	OFF	OFF
100	20000	ON	OFF	OFF	OFF
125	25000	OFF	OFF	OFF	OFF

DIP anahtarının ilk üç biti (SW1, 2, 3) dinamik akımı ayarlamak için kullanılır. Kullanılan motor için yeterli olan gerekli akıma en yakın ayar seçilir.

Tablo 3.5: Dinamik akım ayarım [42].

Peak current (A)	RMS (A)	SW1	SW2	SW3
1.00	0.71	ON	ON	ON
1.46	1.04	OFF	ON	ON
1.91	1.36	ON	OFF	ON
2.37	1.69	OFF	OFF	ON
2.84	2.03	ON	ON	OFF
3.31	2.36	OFF	**ON**	OFF
3.76	2.69	**ON**	OFF	OFF
4.20	3.00	OFF	OFF	OFF

3.2.9. Servo Motor

Yardımcı motorlar olarak da bilinen servo motorlar, genellikle kullanıcının isteğine bağlı olarak komutları hayata geçiren motorlardır. Servo motorların önemli özelliklerinden biri, hız sınırı genişlese bile kararlı bir şekilde çalışabilmesidir. Bu özelliği ile servo motorlar, diğer motorlardan farklılık göstermektedir. Aynı zamanda bu özellik servo motorların tasarım zamanı da dikkate alınmalıdır. Servo motorlar AC ve DC olmak üzere iki türü bilinmektedir. Genellikle DC servo motorlar fırçasız, AC servo motorlar ise fırçalı yapısı ile bilinmektedir.

Aşağıdaki şekilde servo motor gösterilmektedir [23, 24].



Şekil 3.45: Servo motor [25].

DC Servo motorlar, içerisindeki DC motordan ismini alır. Fakat DC Servo motorlar, klasik DC motorlardan bazı özellikleriyle farklılık göstermektedir. Bu özellikler aşağıda sıralanmaktadır [25]:

- Ek olarak kontrol devresine sahip olması;
- DC motorun milini kontrol etmek için gerekli olan potansiyometre;

AC Servo motorlar da DC Servo motorlar gibi ismini içerisinde barındırdığı AC motorlardan almaktadır. Fakat benzerlik göstermelerine bakmayarak enkoder kısmının olması ile AC Servo motorlar farklılık göstermektedir. Enkoder kısmının görevi ise dönme özelliğinin kazandırılmasıdır.

AC Servo motorlar, DC Servo motorlardan farklı kılan özelliklerden biri de yüksek güç gerektiren sistemlerde rahatlıkla kullanılabilmesidir. Bunun yanı sıra bu motorlar DC Servo motorlara göre daha düşük momentlerde bile çalışabilirler.

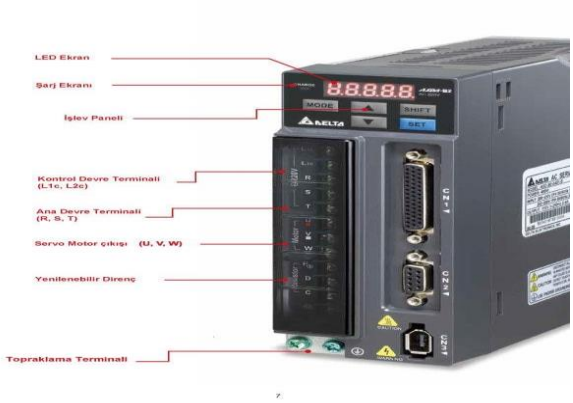
3.2.9.1. Delta ESMA ASDA-B2 Servo Motor Sürücü

Delta Electronics tarafından kullanıcılarına sunulan ASDA-B2 servo motor sürücü serisi uygun maliyetli ve yüksek performanslı olması ile farklılık göstermektedir. ASDA – B2 servo motor sürücü, yapısında 17 bit yüksek çüzünürlüklü enkoder bulundurmaktadır. Bu servo sürücünün çalışma modları pozisyon, hız ve kontrol modudur [52].

Aşağıda ASDA-B2 servo motor sürücüsünün özellikleri gösterilmektedir:

- 17 bit yüksek çözünürlü enkoder
- 9 dijital girişi ve 6 dijtal çıkışı mevcuttur.
- Pozisyon / hız, pozisyon / tork ve hız / tork modlarına çalışma durumunda da geçiş sağlayabilir.
- IP 20 korumalıdır.
- Haberleşme Modbus ASC **/ RTU
- Çözünürlüğü ayarlanabilir enkoder puls çıkışı
- Servo motor sürücünün ASDA B2 serisinde güç ve enkoder kabloları aynı yeri paylaşır ve kurulum için ekstra aksesuarlara ihtiyaç duymazlar.
- Ana devre ve kontrol devresi için ayrılmış olan güç kaynağı mekanizmanın bakımını kolaylaştırır.
- 400W veya üzeri servo sürücülerde kurulum maliyetini azaltmak ve kablolamayı basitleştirmek için rejeneratör rezistorü bulunur.
- Analog sinyal çıkışı ve ayrıca kablolamayı basitleştiren konnektörler bulunur [52].

ASDA-B2 Delta Servo motor sürücüsü aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 3.46: ASDA B2 Servo motor Delta sürücü [51].

Servo motor aşağıdaki parçalardan oluşmaktadır:

Led ekran

- Servo durumu ve hata kodlarını göstermek için 5 basamaklı, 7 bölümlü led mevcuttur.
- Şarj ledi
- Yanan bir led, servo sürücüye gücün bağlı olduğunu gösterir.
- İşlem paneli
- Durum görüntüleme, izleme gerçekleştirmek için kullanılan işlev tuşları sayesinde teşhis, fonksiyon ve parametre ayarı yapılır.

Fonksiyon tuşları:

MOD: Mod seçimi

SHIFT: İmleci sola kaydırmak için

▲: Değerleri artırmak için

▼: Değerleri azaltmak için

SET: Verileri saklamak için

Kontrol devresi terminali

200 ~ 230 VAC, 50 / 60Hz bağlamak için kullanılır tek fazlı veya üç fazlı VAC kaynağı. (L1C, L2C)

Ana devre terminali

(R S T)

200 ~ 230 VAC, 50 / 60Hz bağlamak için kullanılır

Servo motor çıkışları (U V W)

Bu sekme servo motoru bağlamak için kullanılır. AC servo motoru ana devre çıkış terminaline bağlandığında onarılamayacak hasarlar görebilir.

Rejenaratif direnç

1. Harici bir direnç kullanırken, P ⊕ ve C şeklinde bağlanır ve aralarında açık devre P ⊕ ve D olması sağlanır.

2. Dahili bir direnç kullanırken, devre P ⊕ ve D arasında kapalıdır, P ⊕ ve C arasında ise açıktır.

3. Harici frenleme ünitesini kullanırken, frenleme ünitesini P ⊕ konumuna getirilir.

Topraklama ünitesi

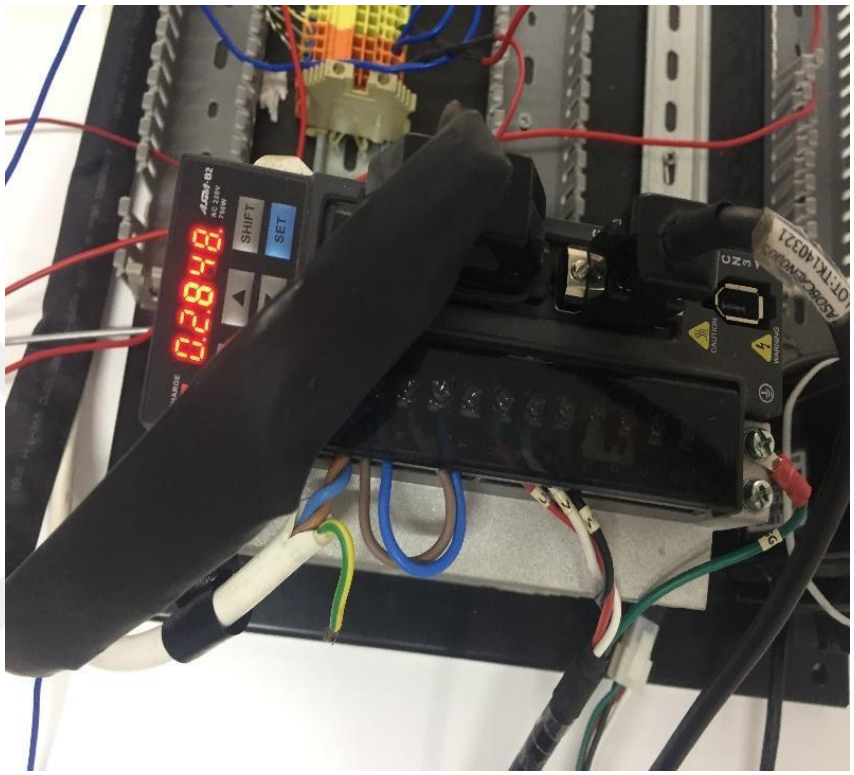


Şekil 3.47: ASDA B2 Servo motor Delta sürücünün arka tarafı [51].

- I / O Arayüzü
- Delta'nın DVP Serisini bağlamak için kullanılır
- Motor enkoder arayüzü
- Enkoder bağlamak için kullanılır
- Seri haberleşme portu
- PLC, HMI ve diğer kontroller için RS-282 veya RS485 seri haberleçme kullanılır.
- Ayrılmış sekme
- Analog gerilim çıkış terminali

- İki analog monitörü sağlamak için kullanılır
- Ayrılmış soğutma sekmesi

Laboratuvarda S7-1200 PLC cihazı ile hayata geçirilecek projede kullanılan Servo motor sürücü kullanılmıştır ve aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 3.48: Laboratuvarda kullanılmış ASDA B2 Servo motor Delta sürücü.

3.3. S7-1500 PLC SİSTEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

3.3.1. S7-1500 PLC Sistemi

Siemens tarafından piyasaya sürülen PLC cihazlarından biri de S7-1500 PLC cihazıdır. 2013 yılında Siemens S7-200 PLC'lerinin üretimini durdurdu ve bu cihazların yerini S7-1200 PLC aldı. Siemens'in gelecek planlamasında ise S7-300/400 CPU'lar üretimden kalkması ve bu CPU'lar yerine S7-1500 CPU'ların kullanılmaya başlanması öngörülmektedir.

S7-1500 PLC cihazını diğer PLC cihazlarından ayıran önemli özellikler aşağıda gösterilmektedir [28]:

- Programlanması için daha fazla dil seçeneği

- Ekran (Display) ile donatılması
- Sistemlerde baş veren hataları rahatlıkla izleme
- Programlanmasında profinet kullanılabilmesi vb.

Şekil 3.49'da S7-1500 PLC cihazı gösterilmektedir:



Şekil 3.49: S7-1500 PLC cihazı [29].

3.3.2. S7-1500 PLC Sisteminin Donanım Yapısı

S7-1500 PLC cihazının donanım yapısı aşağıda gösterilen kısımlardan oluşmaktadır.

- CPU
- Ekran (Display)
- Giriş ve çıkış modülleri
- Montaj rayı
- Güç kaynağı

S7-1500 PLC cihazının montesi montaj rayı ismi verilen özel ray sayesinde yapılır. Bu PLC türü ile 32 modül bağlantı yapılabilir.

3.3.3. S7-1500 Sisteminin CPU Yapısı

Diğer PLC türlerinde olduğu gibi S7-1500 PLC türünün de en önemli modüllerinden biri CPU'dur. S7-1500 CPU'lar birbirinden kapasitesine ve özelliklerine göre ayrılmaktadır ve bu CPU türlerine göre S7-1500 PLC cihazının tasarımında iki tip, yani dar veya geniş olarak ekran kullanılmaktadır. Günümüzde Siemens S7-1500 CPU'ları standart, kompakt, yedekli ve SIPLUS CPU şeklinde piyasaya sürmektedir.

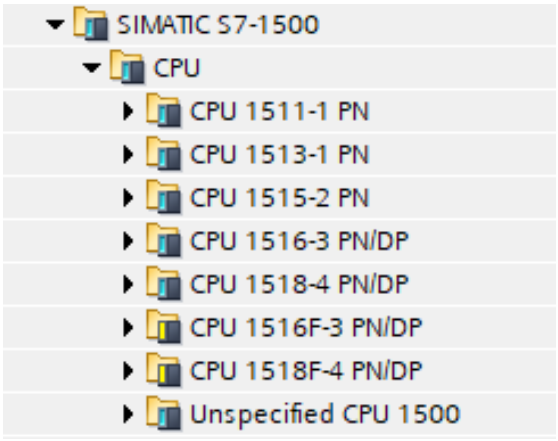
- Standart CPU, ek olarak fonksiyon, modül eklenmemiş yani donanım açısından sadece CPU'dan oluşan CPU şeklidir.

- Kompakt CPU ise standart CPU'ların aksine donanım bakımından daha zengin olan CPU şeklidir. Aynı zamanda ekonomik ve yer açısından önemli avantajı vardır.

- Yedekli CPU'lar, isminden de görüldüğü gibi iki CPU kullanarak yedekli şekilde çalışır. Kullanılan iki CPU'dan biri ilk önce kullanılır, diğeri ise yedek olarak kullanılır.

- SIPLUS CPU ise zorlu çevre şartları veya çalışma şartlarında rahatlıkla kullanılabilmek için piyasaya sürülmektedir.

Aşağıdaki şekilde S7-1500 PLC ailesinin CPU katalogu gösterilmektedir.



Şekil 3.50: TIA PORTAL yazılımında bulunan S7-1500 CPU kataloğu.

Bu kataloğa dikkatle bakıldığında CPU tiplerinin karşısında PN yazısı görülmektedir. PN, CPU'nun profinet portun sahip olduğunu gösterir ve aynı zamanda kaç tane profinet portunun olduğu da katalogda görünmektedir. Örneğin, CPU 1511-1 PN: 1 adet profinet portuna sahip olduğu anlaşılır [28].

3.3.4. S7-1500 PLC'nin Ekranı (Display)

S7-1500 PLC cihazının tasarımında ekranın kullanılması onu diğer PLC türlerinden ayıran önemli özelliklerden biridir. Bu ekranların tasarıma eklenmesi sayesinde birçok kolaylık sağlanmıştır. Örneğin, PC cihazı olmadan CPU ile ilgili bilgiler veya hatalar kolaylıkla izlenip aynı zamanda değiştirilebilir [28].

S7-1500 PLC cihazının ekranın avantajlarından biri de zorlu çalışma şartlarından etkilenmemesi işin çıkarılabilmesidir. Fakat Kompakt CPU'ların ekranı çıkarılamaz. Yukarıda da belirtildiği gibi ekranlar CPU tiplerine göre geniş veya dar şekilde üretilir. Dar ekranlarında aynı zamanda ''F'' tipi mevcuttur. Aşağıdaki şekilde S7-1500 PLC cihazının ekranı gösterilmektedir. Ekranın üzerinde bulunan yön tuşları, bir menü veya nesneyi seçmek için kullanılır. ESC düğmesi ise bir önceki menüye geçiş sağlar [28].



Şekil 3.51: S7-1500 PLC cihazının ekranı [28].

3.3.5. Hafıza Kart (Simatic Memory Card)

SIMATIC hafıza kartı S7-1500 CPU tiplerinde beraber şekilde kullanılmalıdır. Bu kartın hafızası ise 4 MB-32 GB kapasitededir. Aşağıdaki şekilde hafıza kartının resmi gösterilmektedir.



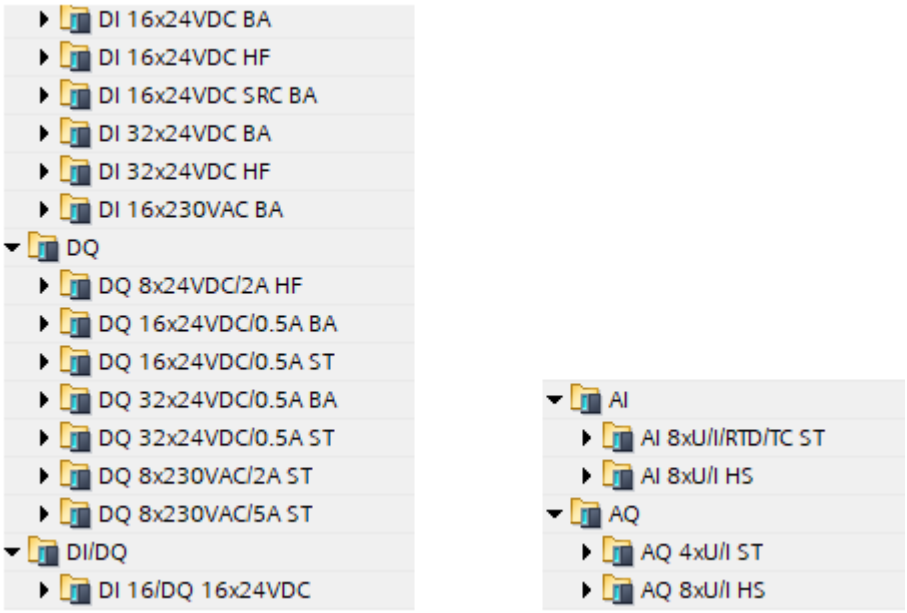
Şekil 3.52: SIMATIC MEMORY CARD [28].

SIMATIC hafıza kartı takılırken dikkat edilmesi gereken konu CPUnun STOP konumunda olmasıdır. Aksi takdirde kart içeriği veya bilgiler silinebilir. Bu karttaki bilgilere kolaylıkla PC üzerinden herhangi bir SD kartla erişilebilir [28].

3.3.6. Sinyal Modülleri

Yukarıda belirtildiği gibi S7-1500 PLC cihazının montaj rayına 32 modül eklenebilir. Bu modüllerden en önemlileri CPU, güç kaynağı ve diğer 30 modül ise sinyal modülleri, haberleşme modülleri olabilir.

Sinyal modüllerinin görevi, S7-1500 CPU'ların saha ile haberleşmesini hayata geçirirler. Bu modüller analog veya dijital sinyal modülleri olarak bilinmektedir. Analog ve dijital sinyal modülleri kanal sayılarına göre farklılık göstermektedir. Analog sinyal modüllerinde 2-4 veya 8, dijital modüller ise 8-16 veya 32 kanallı olur [28].



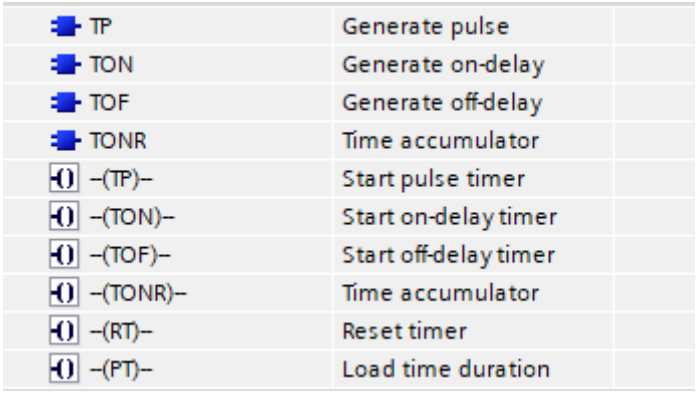
Şekil 3.53: S7-1500 PLC cihazının dijital ve analog sinyal modül kataloğu.

3.3.7. S7-1500 PLC'de Zamanlayıcı Çeşitleri

Diğer PLC türlerinde olduğu gibi S7-1500 CPU'larda da zamanlayıcılar kullanılmaktadır. Bu PLC cihazında kullanılan zamanlayıcılar, iki gruba ayrılmaktadır [28]. Birinci grup TIA PORTAL yazılımının kütüphanesinde hazır şekilde bulunan ve aynı zamanda S7-1200 CPU'larda da kullanılan IEC Timer ismi ile tanınan zamanlayıcı çeşitleridir. Bu zamanlayıcıların 4 türü mevcuttur:

- Darbe (TP)
- Girişin geciktirilmesi (TON)
- Çıkışın geciktirilmesi (TOF)
- Hafızalı girişin geciktirilmesi (TONR)

TIA PORTAL yazılımında hazır şekilde bulunan IEC Timer zamanlayıcıların ''Timer operations'' katalogu aşağıda gösterilmektedir.

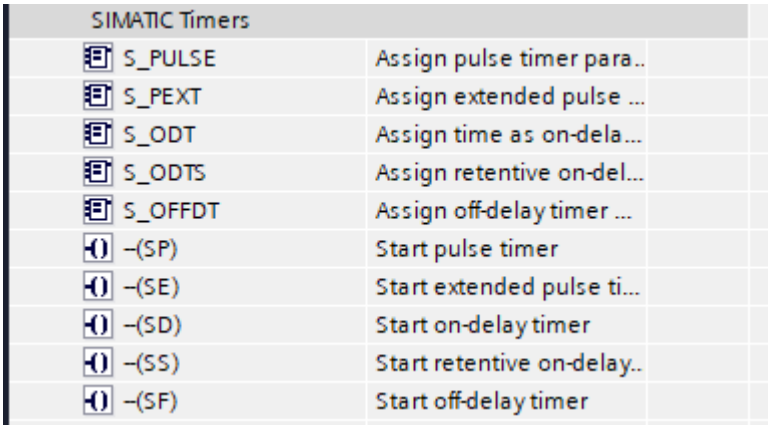


Şekil 3.54: TIA PORTAL programında bulunan Timer operations kataloğu.

İkinci grupta yer alan zamanlayıcılar, SIMATIC zamanlayıcılar olarak tanınmaktadır. SIMATIC zamanlayıcılar aynı zamanda S7-300/400 PLC cihazlarında da kullanılmaktadır. Bu zamanlayıcılarının 5 türü mevcuttur:

- S_ODT (SD) - Gecikmeli Zamanlayıcı
- S_ODTD (SS) - Gecikmeli ve Mühürlemeli Zamanlayıcı
- S_OFFDT (SF) - Düşen Kenara Göre Gecikmeli Zamanlayıcı
- S_PULSE (SP) - Darbe Zamanlı Zamanlayıcı
- S_PEXT (SE) - Uzatılmış Darbe Zamanlı Zamanlayıcı

TIA PORTAL yazılımında hazır şekilde bulunan SIMATIC zamanlayıcıların ''Timer operations'' katalogu aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 3.55: TIA PORTAL programında bulunan Timer operations kataloğu.

3.3.7.1. TP Zamanlayıcı

TP zamanlayıcı, girişe sinyal verildiğinde çıkışı da ''1'' olan zamanlayıcı türüdür. Fakat giriş sinyalinin kesilmesi durumu çıkışı etkilemez. Çıkış sinyali, verilen süre bittiğinde ''1'' komutu 0'la yerini değişir. TP zamanlayıcı projeye eklendiğinde data blok oluşur [9].

3.3.7.2. TON Zamanlayıcı

Girişin geciktirilmesi olarak bilinen TON zamanlayıcı da S7-1500 PLC cihazının zamanlayıcı türlerinden biridir. TON zamanlayıcının görevi şudur; girişe sinyal verildiğinde belirlenen süre saymaya başlar ve bu sürenin sonunda çıkış sinyali 1 olur. Çıkışın 0 komutuna geçmesi için giriş sinyalinin kesilmesi gereklidir. TON zamanlayıcının girişin geciktirilmesi olarak adlanmasının nedeni, bu sinyalin kesilmesi durumunda belirlenen sürenin de sıfırlamasıdır [9].

3.3.7.3. TONR Zamanlayıcı

Diğer zamanlayıcı türlerinden hafızasının olması ile farklılık göstermektedir. TONR zamanlayıcının görevi, girişe sinyal geldiğinde belirlenen süre saymaya başlar ve çıkış 0 konumunda olur. Çıkışın konum değişip 1 olması için belirlenen sürenin bitmesi gereklidir. Giriş sinyali süre bitmeden kesilirse de gecikme olmaz. Nedeni TONR zamanlayıcının hafızıya sahip olmasıdır. Bu hafıza sayesinde sinyalin kesilmesi durumunda geçen süre kaydedilir ve tekrar giriş sinyali gelmesi durumunda kaldığı yerden saymaya başlar [9].

3.3.7.4. TOF Zamanlayıcı

TOF zamanlayıcının görevi, giriş sinyali geldiği zaman, çıkış da 1 olur. Belirlenen sürenin sayılması için giriş sinyalinin kesilmesi gereklidir ve bu sürenin bitiminde çıkış sinyali komutu değişerek 0 olur [9].

3.3.7.5. SP (S_darbe) Darbe

Zamanlayıcının SP darbe türünün çalışma prensibi, giriş sinyalinin alınması ile hemen başlar. Girişin hisedilmesi ile çıkış da bir olur. İstenilen sürü bitse de giriş sinyali hisediliyorsa, çıkış da hisedilecektir [1].

3.3.7.6. SE (S_PEXT) Uzatılmış Darbe

Start sinyali değişim göstermesiyle zamanlayıcı çalışmaya başlar ve çıkış 1 değerini alır. Zamanlayıcı çalışmaya devam ederken start sinyali yeni bir değişim gösterirse zaman yeniden start yapılır [1].

3.3.7.7. SD (S_ODT) Girişin Uzatılması

S7-1500 PLC cihazının zamanlayıcı çeşitlerinden biri olan gecikmeli zamanlayıcıda süre, giriş sinyali alındıktan sonra geriye doğru akmaya başlar. İsteğe bağlı verilen süre dolduğunda çıkış sinyali 1 olur ve giriş sinyali yok olana kadar 1 olmaya devam eder. Eğer start sinyalimiz daha önce kaybolursa, çıkış sinyali de o olur [1].

3.3.7.8. SS (S_ODTS) Hafızalı Gecikmeli Start

Gecikmeli zamanlayıcı çeşidi ile hafızalı gecikmeli start türünün bazı özellikleri aynıdır. Tek farkı, SS zamanlayıcı da start sinyali gelip gitse bile girilen süre sonunda çıkış sinyali 1 olacaktır. Çıkışın sıfır olması için RESET edilmesi lazımdır [1].

3.3.7.9. SF (S_OFFDT) Gecikmeli Stop

Gecikmeli stop zamanlayıcı elamanın, diğer elamanlarla bazı özellikleri aynıdır. Bu zamanlayıcı elamanında giriş sinyali alındıktan hemen sonra çıkış da 1 olur. Fakat giriş sinyali kaybolsa da çıkış sinyali ayarlanan süre kadar 1 durumunu korur [1].

3.3.8. S7-1500 PLC'de Sayma İşlemleri

S7-1500 PLC'lerde de kullanılan sayma fonksiyonlarının görevi, diğer PLC cihazlarında olduğu gibidir. Herhangi bir projede sayma işlemleri yapmak ve aynı zamanda toplama-çıkarma, artırma-azalma gibi işlemleri hayata geçirmek için sayma fonksiyonları kullanılmaktadır. S7-1500 PLC'ler zamanlayıcılarında olduğu gibi sayma işlemlerinde de iki grup, SIMATIC ve IEC sayıcılar kullanmaktadır. Her iki grubun kendi aralarında 3 türü bilinmektedir:

- İleri Sayıcı (CU)
- Geri Sayıcı (CD)
- İleri-Geri Sayıcı (CUD)

SIMATIC ve IEC sayıcılarının kapasite farkı vardır. SIMATIC sayıcıların kapasiteleri 0-999 arasındadır. IEC sayıcılarına ait sayma alan uzunluğu tanımlanabilir [28].

3.3.8.1 İleri Sayıcı (CU)

S7-1200 PLC cihazında sayıcı türlerinden biri olan CTU, girişine sinyal geldikten sonra 0 dan 1 e komut değişir. Komutun değiştiğini anlayan sayıcı içeriğini 1 artırır.

3.3.8.2. Geri Sayıcı (CD)

Geri sayıcı, ileri sayıcının aksine girişine sinyal geldiğinde 0 dan 1 e komut değişerek sayıcı içeriğinin 1 azaltmasına neden olur. Giriş sinyallerinden biri olan Reset sinyali ile de sayıcı içeriği sıfırlanır.

3.3.8.3. İleri-Geri Sayıcı (CUD)

İleri ve geri sayıcının birleştirilmesinden oluşan CTUD sayıcının CU, CD, R, LD ve PV girişleri mevcuttur. CU girişine sinyal geldiğinde 0 komutu 1 komutu ile yer değişir ve sayıcı içeriğini 1 artırır. CD girişine sinyal geldiğinde 0 komutu 1 komutu ile yer değişir ve sayıcı içeriğini 1 azaltır. Sayıcı içeriği PV girişine yazılan (belirlenen) değere eşit veya büyük olduğunda QU çıkışı 1 olur [9].

3.3.9. Siemens Sinamix V20 Asenkron Motor Sürücü

Elektrik motorları, endüstrinin hemen her alanında kullanılmaktadır ve büyük öneme sahiptir. Elektrik motorları kullanılarak mekanik güç elde edilir ve bu hareketin kontrol edilebilmesi için kontrol cihazları kullanılmaktadır. Bu kontrol cihazlarına örnek olarak Siemens markasının kullanıcılarına sunduğu Siemens Sinamix V20 asenkron motor kontrol cihazları gösterilebilir. Sinamix V20 asenkron kontrol cihaz ailesinin yeni üyelerinden olan Sinamix V20 sürücüsü, kolay kullanımlı ve düşük maliyetlidir.

Sürücünün genellikle endüstride kullanım alanları aşağıdaki gibidir:

- Konveyör
- Fan
- Pompa
- Kompresör

Yukarıda gösterilen uygulama alanlarında kullanılırken Sinamix V20 sürücü, optimum enerji tüketmektedir [34].

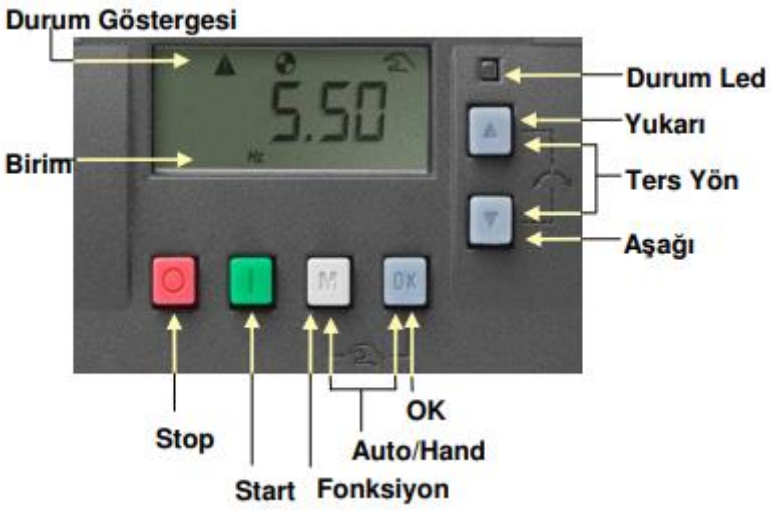


Şekil 3.56: Siemens Sinamix V20 sürücü.

Sinamix V20 sürücünün özellikleri aşağıdakilerdir:

- Kolay tasarım

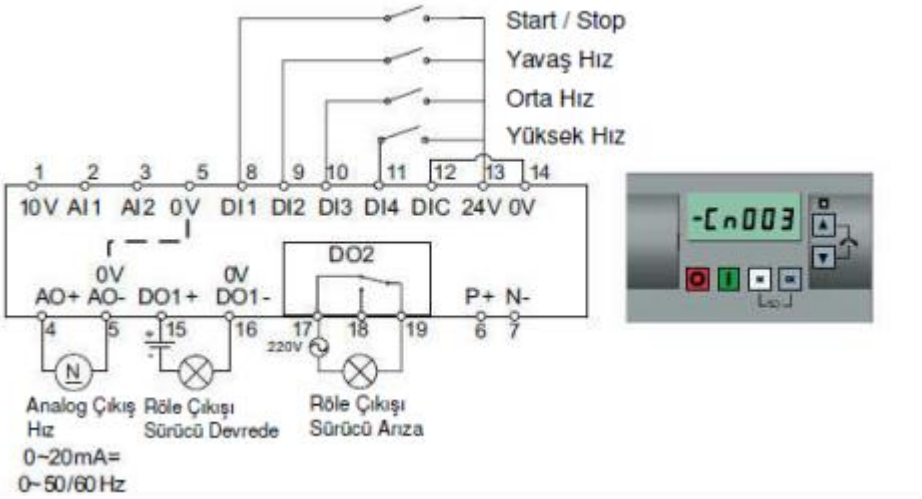
- Düşük maliyet
- Kolay entegrasyon imkanı
- Hem USB, hem de Modbus haberleşme türünü desteklemesi
- Başka sürücülerle iletişime girerek, parametreleri transfer etme imkanı
- Dayanıklı olmasını sağlayan iyi soğutma yapısı ve geniş besleme gerilimi



Şekil 3.57: Siemens Sinamix V20 sürücünün kontrol etme tuşları [35].

Siemens Sinamix V20 sürücünün kontrol makrosu Cn kısatılması ile bilinmektedir. Örnek olarak Cn000 gösterilebilir. Açıklaması ise sürücünün fabrika ayarlarıdır [35].

Bu tez uygulamasında S7-1500 ile yapılacak olan projede Sinamix V20 sürücünün Cn003, yanı sabit frekansla çalışma kontrol makrosu kullanılmaktadır. Cn003 kontrol makrosunun bağlantı şeması, şekil 3.58'de gösterilmektedir.



Şekil 3.58: Siemens Sinamix V20 sürücünün Cn003 kontrol makrosu [35].

3.3.10. Endüktif Sensör

Metal cisimleri, ametal cisimlerden ayırmak için kullanılan sensörler, endüktif sensörlerdir. Bu sensörlerin metali algılama mesafesi belirli bir aralıkta olmaktadır. Endüktif sensör, algılama mesafelerinde manyetik alan oluştururlar. Oluşmuş olan manyetik alanın etkisi ile sensörün çıkış sinyali değişerek cismin metal olup olmadığı ayırt edilir.

Endüktif sensörlerin kullanım alanları aşağıda verilmiştir:

• Robotik uygulamalarda

• Saç kesme makinaları

• Otomatik tezgahlar

• Hidrolik presler

• Ambalaj makinaları



Şekil 3.59: Endüktif sensör [36].

Endüktif sensörlerin önemli avantajlarından biri, kontaklarının elektronik olmasıdır. Bu özelliğin sayesinde kısa devre, darbe gibi tetiklemelere maruz kalmadıkları sürece kullanımları sonsuzdur.

Endüktif sensörlerin kare, silindrik ve kubik gibi çeşitleri mevcuttur. Genellikle metali algılama mesafeleri 1mm' den 50 mm' ye kadardır. Algılama mesafesini büyütmenin yolu sensör çapını büyütmekdir.

Endüktif sensörlerin yapısı 3 bölümden oluşmaktadır.

1. Osilyasyon devresi: Bu devrenin amacı, kendi içinde sabit frekans üretmesidir. Üretilen sabit frekans, sensörün oluşturduğu manyetik alanın içine metal cisim girene kadar sürekli olarak dış tarafa taşınır.

2. Genişlik ölçüm devresi: Bu devrenin amacı, osilasyon devresini kontrol etmektir. Kontrol edilen sinyal genliği, farklılık görüldüğünde değişir.

3. Çıkış devresi: Son devre olan çıkış devresi, farklı sinyali algıladıktan sonra çıkıştaki transistörü tetikler. Bu tetiklemeden sonra sensör çıkışında giriş voltajı seviyesinde bir voltaj okunarak, gerekli işlemler yapılır.



Şekil 3.60: Endüktif Sensörün iç yapısı [36].

Sensörlerin önemli özelliklerinden biri de sensör çıkış birimleridir. Bu birimler dört gruba ayrılmaktadır:

1. NPN çıkışı: Metal cismin algılanması durumunda çıkış ucundan negative (-) sinyal çıkışı veren sensörler.

2. PNP çıkışı: Metal cismin algılanması durumunda çıkış ucundan pozitif (+) sinyal çıkışı veren sensörler.

3. NC çıkışı: Normalde kapalı çıkış olarak bilinen NC çıkışı, herhangi bir cismin sürekli PNP ve NPN çıkışı vermesi durumunda çıkış geriliminin "0" volta düştüğü çıkış türüdür.

4. NO: NC çıkışın oluşturduğu "0" voltaj gerilim çıkışını 24 volta çıkaran bir çıkış türüdür [36].

Bu tez projesinde S7-1500 ile yapılacak uygulamada endüktif sensörün silindrik türü olan IMB08-02BDSVVU2S nolu markası kullanılmaktadır.

3.3.11. Kapasitif Sensör

Endüstriyel otomasyon sistemlerinde yaygın olarak kullanılan sensör türlerinden biri de kapasitif sensörlerdir. Bu sensörler hem metal, hem de metal olmayan (ametal) cisimleri algılayabilmektedir.

Kapasitif sensörlerin özellikleri aşağıdakiler:

• Kötü çevre şartlarından etkilenmezler.

• Tozlu ortamlarda rahatlıkla çalıştırılır.

• Silindirik ve kubik yapıları mevcuttur.

• Algılama mesafesi 8 – 40 mm aralıktadır.

Enduktif sensörler gibi çıkış sensör birimleri NPN, PNP, NO ve NP şeklindedir.



Şekil 3.61: Kapasitif sensör [38].

Bu sensörlerin çalışma prensipleri diğer özellikleri gibi enduktif sensörlere benzerlik göstermektedir. İç yapısı 4 bölümden oluşmaktadır.

1. Algılayıcı elektrotlar
2. Osilatör
3. Tetikleme
4. Çıkış

Kapasitif sensörün 2 tane algılayıcı elektrodu vardır. Bir tanesi sensör elektrodu, diğeri ise yardımcı elektrottur ve kapasitif sensörün algılama yüzeyinde yerleşmektedir. Endüktif sensör LC-dir, osilatör devresi ise bunun aksine RC-dir.

İşleme prensibi:

Kapasitif sensörün algılama mesafesinde cisim olduğunda algılayıcı elektrotlar arasında kapasite değişimi görülür ve bununla beraber osilatör devresini oluşturuduğu sabit frekans da değişir. Cisim sensöre yaklaştığında sinyal genliği ve osilatör frekansı artar. Mesafe yaklaştıkça bu parametreler maksimuma ulaşır, uzaklaştıkça ise aksi durum yaşanır. Osilatör devresinin oluşturduğu sinüsoidal bir dalga tetikleme devresinde kare dalgaya dönüştürülür ve sonuçta bu kare dalga son devre olan çıkış devresinde işlenerek, 24V DC sinyal elde edilir [37].

3.3.12. Fotoelektrik Sensör

Fotoelektrik sensörler, artık her alanda sıklıkla kullanılan sensörlerdendir ve kullanım alanları aşağıda verilmiştir:

- Konveyörler
- Paketleme ekipmanlarında
- Montaj bantlarında
- Güvenlik kapıları vb.

Bu sensörleri kullanmakla nesnenin varlığını, rengini, şeklini ve mesafeyi kontrol etmek mümkündür.



Şekil 3.62: Fotoelektrik Sensör [40].

Fotoelektrik sensörlerin çalışma prensebi, ışığın yansıma özelliğine dayanmaktadır. Üç parçadan oluşan elektronik bir sistemdir.

1. Verici, ışık kaynağı olarak bilinmektedir.
2. Alıcı ise yansıyan ışığı alır.
3. Alınmış olan ışık güclendirilir [40].

Fotoelektrik sensörleri, algılama biçimlerine göre 3 sınıfa ayrılır.

1. Karşılıklı Tip Fotoelektrik Sensörler
2. Reflektörlü Tip Fotoelektrik Sensörler
3. Cisimden Yansımalı Tip Fotoelektrik Sensörler
4. Özel Tip Fotoelektrik Sensörler

Karşılıklı Tip Fotoelektrik Sensörlerin çalışma prensebi, yapısını oluşturan verici ve alıcı kısımlarında cisimlerin ışık yansıtmasına dayanır. Yani, alıcı kısıma ışıklar rahat bir şekilde yansıyorsa, alıcı ve verici arasında cismin olmadığı anlamına gelir. Aksi durumda çıkış On olur ve alıcı, verici arasında cismin olduğu anlaşılır. Bu sensörlerin çok tercih edilmesinin nedeni ucuz, basit ve algılama mesafelerinin büyük olmasıdır.

Reflektörlü Tip Fotoelektrik Sensörler, karşılıklı tip fotoelektrik sensörlerinin aksine cisim, alıcı ve vericinin ortasında değil aynı tarafında koyulmuştur. Işığı yansıtmak için yansıtıcı kullanılır. Eğer ışık ışını kırılırsa cismin olup olmadığı kolay şekilde anlaşılır. Bu sensörlerin algılama mesafeleri küçüktür.

Cisimden yansımalı fotoelektrik sensörler, diğer türlerle kıyasta daha çok tercih edilen türlerdendir. Bunun nedeni montaj zamanı sabit bir noktada kablolama gerektirmesi ve reflektöre ihtiyacının olmamasıdır. Fakat bu sensörlerin dezavantajı algılama mesafelerinin küçük olmasıdır. Çalışma prensebi ise yansıtıcıda yansıyan ışığın cisimden tekrar geri gelmesidir.

Özel fotoelekrik sensörlere ise örnek olarak analag çıkışlı sensörleri, lazer ve güvenlık sensörleri gösterilebilir [41].

3.3.13. Kompresör ve Pnömatik Valf

Bilim dallarından biri olan Pnömatik, gaz basıncını mekanik harekete dönüştürür. Çalışma prensibi hava basıncı veya vakum etkisiyle çalışan tüm makinalar, sistemler, pnömatik donanımlı cihazlar sınfına girmektedir.

Pnömatik devre elemanları aşağıdakilerdir:

- Kompresör
- Piston
- Valfer
- Elektrovalfler
- Adavalfler

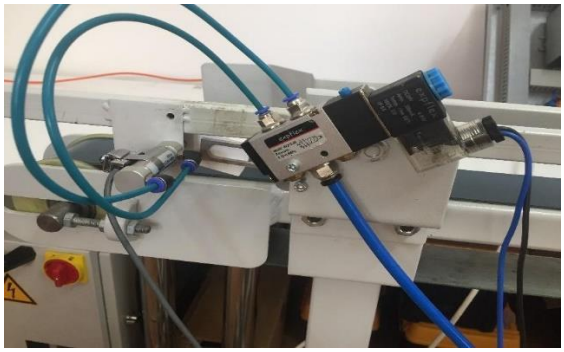
- Barmetreler ve diğerleri.

Kompresörler, havayı sistemin ihtiyaç duyduğu basınca getiren pnömatik devre elemanlarından biridir. Bu tez projesinde S7-1500 PLC türü ile hayata geçirilen uygulamada kullanılan kompresörün resmi aşağıda gösterilmektedir:



Şekil 3.63: FiveStar markasına ait kompresör.

Pnömatik sistemlerin kalbi olarak da bilinen ve önemli parçalardan biri de pistonlardır. Pistonları kullanmakla tüm hareketi sağlamak mümkündür. Pistonların hareketini sağlamak için hazneye hava girip, çıkmalıdır. Bu hava sirkülasyonu sayesinde piston doğrusal olarak ileri-geri hareket etmiş olur [39]. Valflerin pek çok çeşidi mevcuttur. Bu çeşitlerden biri de pnömatik valflerdir. Bu valfleri kullanmakla havanın yönünü belirlenmiş olur. Bu tez projesinde S7-1500 PLC türü ile hayata geçirilen uygulamada kullanılan pnömatik valfin resmi aşağıda gösterilmektedir:



Şekil 3.64: Pnömatik valf.

3.4. ARDUINO HAKKINDA GENEL BİLGİLER

3.4.1. Arduino Yazılımı

Günümüzde sıklıkla kullanılan mikro denetliyicilerden biri de Arduinodur. Yapısında aynı bilgisayarlar gibi merkezi işlem birimi, giriş-çıkış ve hafıza barındıran mikrodenetleyiciler, tek bir entegre devre üzerinde üretilerek kullanıcılarına sunulurlar. Hayata geçirilmesi istenen komutların mikrodenetleyicide işlenme süreci 4 aşamadan oluşmaktadır.

- Alma işlemi sayesinde mikrodenetleyici ilk olarak komutu kabul eder.
- İkinci sırada ise kod çözme işlemi yapılır. Bu işlem kod çözücü kullanılarak sağlanır.
- Uygulama ismi verilmiş üçüncü işlem ise çözülen komutlar, sürekli olarak uygulanarak tekrar edilir.
- Sonuncu işlem olan tamamlama aşamasında ise işlem hayata geçirilmiş olur.

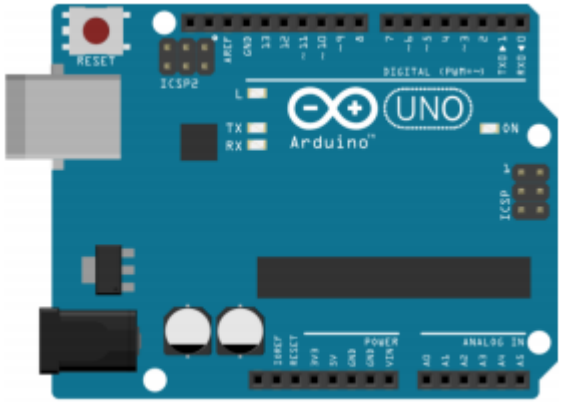
Açık kaynak kodlu olan Arduino ile kolay bir şekilde programlama yapabilmek mümkündür. Arduino yazılımı bir çok uygulamalarda kullanılmaktadır.

- Programlanabilir trafik ışıkları
- Otomatik sistemlerde (örneğin, otomatik sulama)
- Kamera zamanlama uygulamsında
- Sayaçlı böcek tespit etme

3.4.2. Arduino UNO Kartının Özellikleri

Arduino kartları yapısında bir Atmel AVR mikrodenetleyici programlama ve bununla beraber diğer devrelerle iletişime girmek için gerekli olan yan elemanlar bulundurmaktadır. Bu kartlardan en sık tercih edileni ise Arduino Uno kartdır. Bu kart, bir mikrodenetleyici olduğu için mikrodenetleyicide bulunması gereken her şeye sahiptir [44].

Aşağıdaki şekilde Arduino Uno kart gösterilmektedir:



Şekil 3.65: Arduino UNO kart [44].

Aurduino kartı şekilden de görüldüğü gibi aşağıdaki elemanlardan oluşmaktadır:

- 328P mikrodenetleyici
- USB bağlantı girişi
- Güç girişi
- Reset butonu

Aurduino kartının yapısında yer alan özel elemanlardan olan Atmega 328P mikrodenetleyicinin özellikleri, aşağıdaki tabloda gösterilmektedir:

Tablo 3.6: Atmega 328P mikrodenetleyicinin özellikleri [44].

Mikrodenetleyici	**Atmega 328P**
Çalışma gerilimi	**5V**

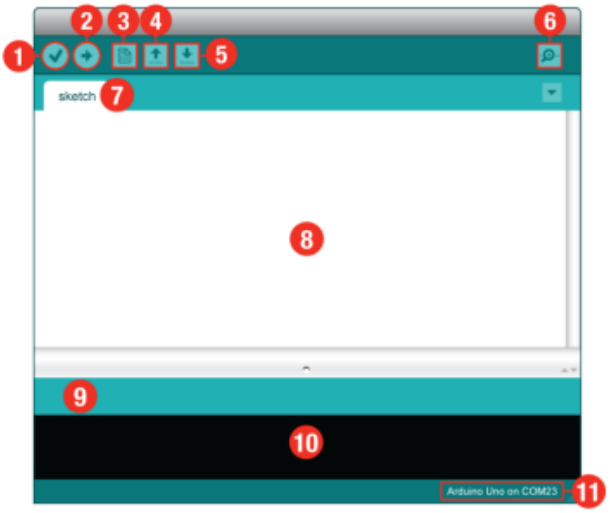
Giriş gerilimi	**7-12V**
Dijital giriş/çıkış pini	**14 adet**
PWM giriş/çıkış pini	**6 adet**
Analog giriş pini	**6 adet**
Flash bellek	**32 KB**
EEPROM	**1KB**



Şekil 3.66: Atmega 328 P mikrodenetleyicinin pin isimleri [44].

3.4.3. Arduino Yazılımı

Arduino yazılımı açıldığında ilk açılan ekran kodların yazıldığı ekrandır. Bu ekranda kodlar yazılarak hem derlenebilir hem de yüklenebilir [44].



Şekil 3.67: Arduino yazılım ekranı [44].

Yazılım ekranında bulunan her sekmenin kendi işlevi vardır.

1. Derleme ismi verilen sekme, yazılan kodlardaki hatayı bulur ve derler.

2. Hatalar bulunduktan sonra kodlar Arduinonun içine 2 sekmesi ile atılır ve bu sekmenin ismi yükleme diye bilinir.

3. Yeni çalışma sayfaları açmak için kullanılan sekmedir.

4. Önceden hafızaya kayıt edilmiş bir programı açar.

5. Kaydetme sekmesi ile yapılmış olan program kayıt edilir.

6. Seri monitor, isminden de anlaşıldığı gibi Arduino ile seri iletişim kurmayı sağlar.

7. Bu kısım ise yazılan programın dosyasına verilen isim, yani sketch sekmesidir.

8. Bu alan ise kodları yazacağımız boş alandır.

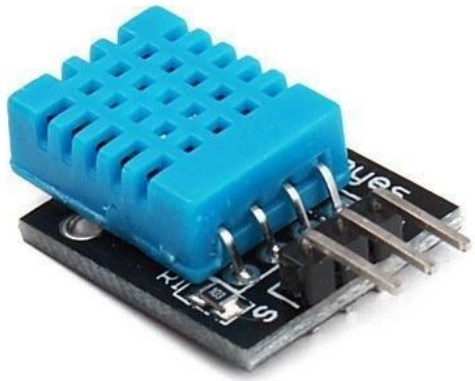
9. Gösterge sekmesi olarak bilinen bu sekme ise ilerleme durumunu gösterir.

10. Bu kısım, derleme işlemi yapıldıktan sonra oluşan hataları gösterir ve aynı zamanda yazılan programın mikrodenetleyiciye yüklendikten sonra kapladığı hafızayı gösterir.

11. Bu kısım, bilgisayarın usb ile bağlandığı Arduino'nun bağlandığı portu gösterir [44].

3.4.4. DHT11 Sıcaklık ve Nem Sensörünün Arduino ile Kullanımı

Üzerinde 8 bitlik mikrodenetleyici barındıran DHT11 sıcaklık ve nem sensörü, kalibre edilmiş sıklıkla kullanılan bir sensör türüdür. Yüksek güvenilirlikte olması nedeniyle uzun dönemli projelerde çok tercih edilmektedir. Bu sensörü kullanarak dijital sinyal çıkışı alınabilir [45].

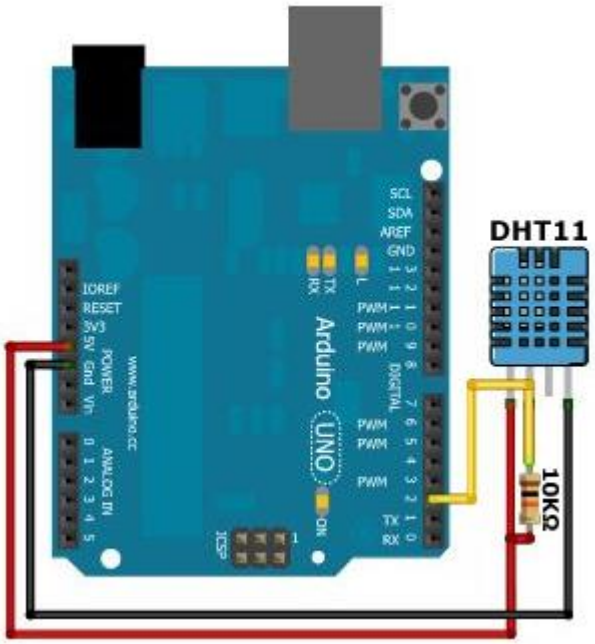


Şekil 3.68: DHT11 Sıcaklık ve nem sensörü [45].

DHT11 Sıcaklık ve nem sensörü, sahip olduğu 3 özelllikden dolayı önemlidir.

1. Maliyetinin düşük olması
2. Küçük boyutlara sahip olması
3. Yüksek örnekleme oranı

Bu sensörleri Arduino ile kullanmak için ek olarak 10K direnç gereklidir. Arduinonun hazır kütüphaneleri mevcuttur, fakat DHT11 sensörünü kullanmak için hazır bir kütüphaneye sahip değildir. Bu kütüphaneyi kullanıcının kendisinin eklemesi gereklidir [46].



Şekil 3.69: DT11 Sıcaklık ve nem sensörünün Arduino ile bağlantı devresi [46].

Gerçekleştirilecek olan tez uygulmasında seranın nem kontrolünü yapabilmek için DT11 sıcaklık ve nem sensörü kullanılacaktır.

3.4.5. MODBUS Haberleşme Protokolü

İki sistem arasında örneğin otomosyon sistemlerinin PLC sistemi ile veri alış verişinde olması için haberleşme protokolleri gereklidir. Haberleşme protokolleri kullanarak sistemler arasında verilerin toplanması, işlenmesi veya analiz edilmesi sağlanır. Haberleşme protokollerinin iki türü mevcuttur:

- Kapalı sistem haberleşme protokolleri, isminden de görüldüğü gibi sadece üretici firmanın kendi sistemleri arasında haberleşme sağlarken kullanılan protokollerdir.

- Açık sistem haberleşme protokolleri, kapalı haberleşme protokolünün aksine farklı firmaların kullanıma sunduğu ürünleri arasında haberleşme sağlayabilirler.

Açık sistem haberleşme protokollerinin 8 türü bilinmektedir [48].

1. Fieldbus protokol

2. Profibus protokol

3. Modbus protokol

4. Canbus protokol

5. DeviceNet protokol

6. AS-i protokol

7. INTERBUS protokol

8. HART protokol

Bu tez uygulamında Aurdino ile yapılacak sistemde haberleşme protokolü olarak Modbus kullanılacaktır. Modbus haberleşme protokolünü diğerlerinden üstün kılan önemli özellikleri, basit ve güçlü yapıya sahip olmasıdır. MODBUS, hiç bir ücret ödemeden kullanılabilen açık kaynaklı haberleşme protokolüdür. 1979 yılında Modicon firması tarafından kullanıma sunulmuştur. MODBUS protokolüne sahip sistemlerde, 1 tane master (ana) ve 247'ye kadar slave (yardımcı) cihazlar bulunabilir. Ana cihaz, yardımcı cihazdan gelen verilere dayanarak, diğer yardımcı cihazı kontrol edebilir. Bu haberleşme protokolü, seri haberleşme arayüzleri olan kısa mesafeler için RS232, uzun mesafeler içinse RS485 seri haberleşme arayüzü kullanırlar.

MODBUS, iki şekilde seri ve internet protokollerini kullanarak sistemler arasında haberleşme sağlar. Seri haberleşme şekline göre ise MODBUS RTU, MODBUS ASCII, MODBUS PLUS türleri mevcuttur. İnternet haberleşme şekline göre ise MODBUS TCP/IP türü vardır [47].

1. MODBUS RTU, ana-yardımcı mimariyle tasarlanan seri haberleşme protokolünü kullanarak, verileri 9600 veya 19200 hızla aktarır. Aktarılan veriler 2 bit halindedir. Fakat MODBUS RTU, 16 bitlik hata kontrol mekanizması sayesinde 2 bilik verileri güvenli şekilde aktarmış olur.

2. MODBUS ASCII, isminden de görüldüğü gibi ASCII kodlama standartına dayanarak 8 bitlik kodlama kullanarak verileri arka arkaya hatasız şekilde aktarır.

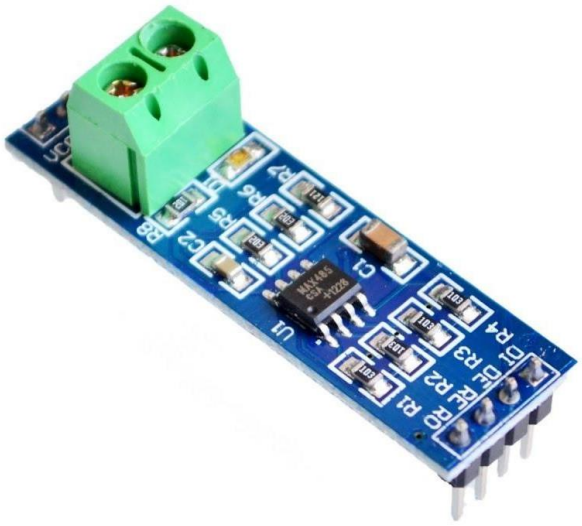
3. MODBUS PLUS, Schneider ve Modicon firmaları tarafında kullanıcılarına sunulan bu protokol küresel bir FieldBus ağına bağlıdır.

4. MODBUS TCP/IP, internet ağ topolojisine dayanarak sistemler arasında haberleşme sağlar. Bu haberleşme şeklini kullanarak çok sayıda bağlantı kurulabilir [48].

3.4.6. Arduino ile RS485 üzerinden MODBUS Haberleşme

Arduino ile RS485 üzerinden MODBUS haberleşme sağlamak için TTL-RS485 dönüştürücü kart gereklidir. Bilindiği gibi Arduino kartı üzerinde RS485 alt yapısı bulunmaktadır. Bu alt yapıdan gelen verileri, Arduino kart üzerindeki RX, TX pinlerinden aktarmak için RS485 dönüştürücü kart kullanılmaktadır [47].

Aşağıdaki şekilde RS485 dönüştürücü kart gösterilmektedir:



Şekil 3.70: RS485 dönüştürücü kart [49].

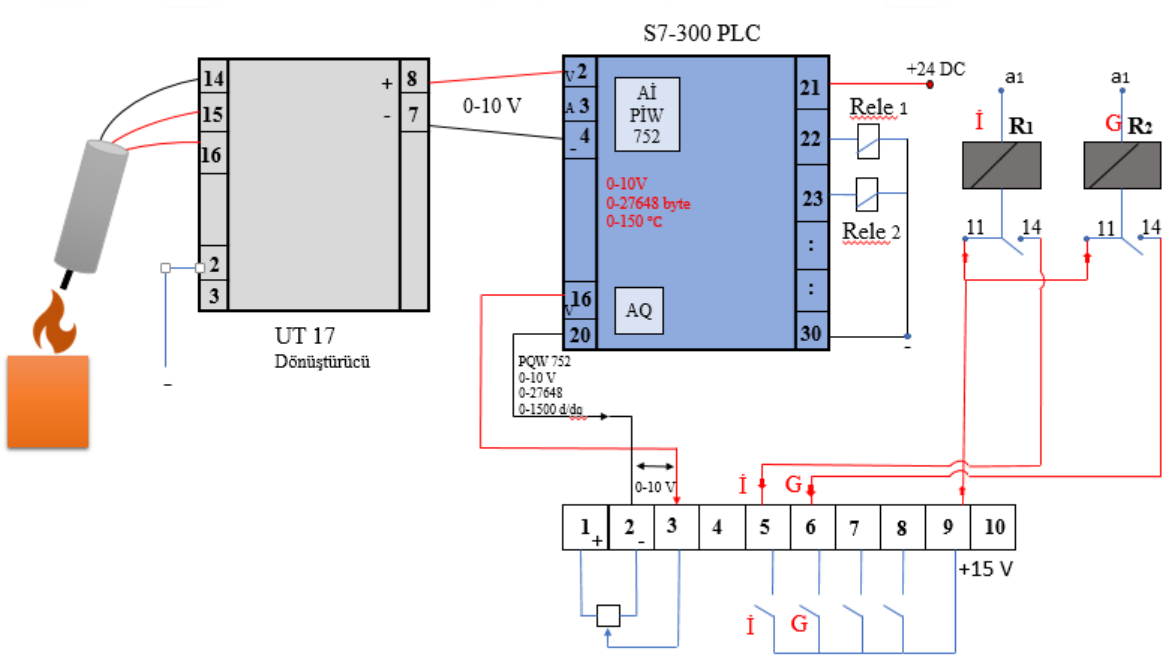
RS485 dönüştürücü kartın çıkış gergilimi 5V' tur. Yapisinda Max485 dönüştürücü yongası ve farklı bağlantılar yapabilmek adına erkek, dişi konnektörler bulunmaktadır.

4. TEZ SÜRECİ BOYUNCA GELİŞTİRİLEN UYGULAMALAR

4.1. S7-300 İLE SICAKLIĞA BAĞLI HIZ KONTROLÜ

S7-300 ile yapılacak uygulamada analog işlemler SCADA sistemi üzerinden okunmuştur. Okuma işlemi PLC'nin analog modülüne bağlanan transmittere bağlı sıcaklık sensörü ile gerçekleştirilmiştir.

Aşağıdaki şekilde S7-300 PLC ile yapılacak sistemin bağlantı şeması gösterilmektedir:



Şekil 4.1: S7-300 PLC ile Eskon sürücü bağlantı şeması.

Yukarıdaki bağlantı şemasından da görüldüğü gibi hız kontrolü uygulamasında kullanılan cihazlar aşağıdaki tabloda gösterilmektedir:

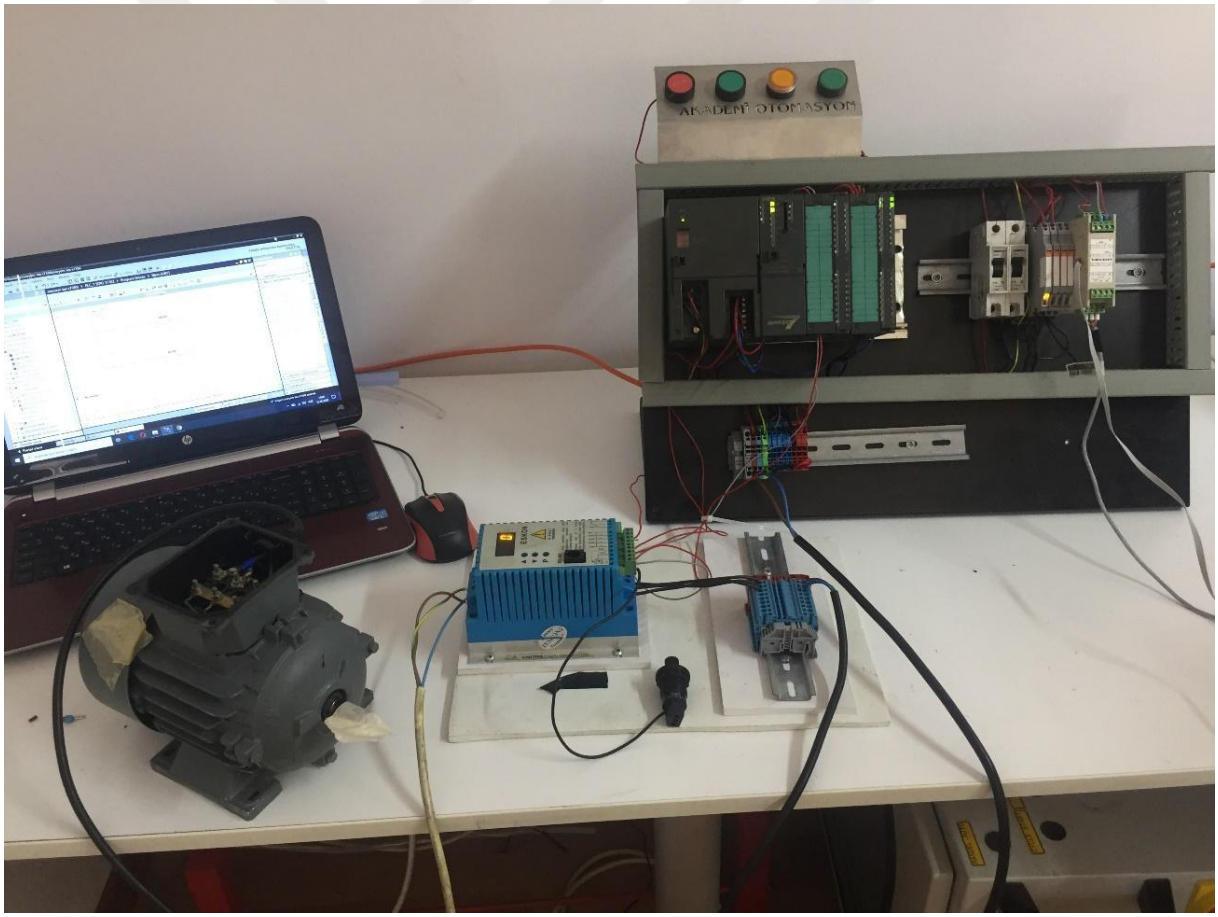
Tablo 4.1: Kullanılan cihazların listesi.

Cihazın adı	Adedi	Cihazın Özellikleri
PlC	1	S7-300 CPU 313C

Sıcaklık sensörü	**1**	**PT100**
Dönüştürücü	**1**	**UT17**
Sürücü	**1**	**Eskon sürücü**
3~Asenkron motor	**1**	**-**

Akademi Otomosyon Ar-Ge laboratuvar ortamında S7-300 PLC, Eskon sürücü ve kullanılan diğer cihazlar, yukarıdakı bağlantı şeması kullanılarak, birbiri ile bağlantıları yapılmıştır.

Şekil 4.2'de laboratuvar ortamında kurulmuş sistem gösterilmektedir:



Şekil 4.2: Laboratuvar ortamında bağlantısı yapılmış S7-300 PLC sistemi.

Bağlantı yapıldıktan sonra TİA Portal yazılımı kullanılarak M0.2 ve M0.3 bitleri ile Q124.0 ve Q124.1 çıkışları ayarlanarak, motor ileri ve geri yönde çalıştırılabilir. İleri ve geri yönde

çalışmanın motora zarar vermemesi için aynı anda çalıştırılması elektriksel kilitleme yöntemi ile engellenmiştir.

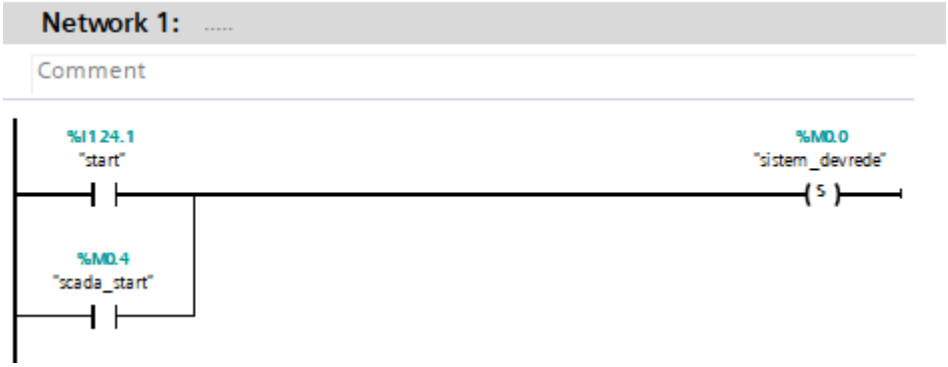
Ladder diyagramı oluşturularak, hız kontrolü hayata geçirilmiştir. S7-300 PLC sisteminin TİA Portal ortamında kurulmuş Ladder diyagramları, 6 network kullanılarak yazılmıştır. Aşağıdaki şekilde PLC tag tablosu gösterilmiştir:

Default tag table

	Name	Data type	Address	Retain	Visibl...	Acces...
1	stop	Bool	%I124.0		☑	☑
2	start	Bool	%I124.1		☑	☑
3	sicaklik_giris	Int	%IW100		☑	☑
4	motor_hiz_cikis	Int	%QW100		☑	☑
5	motor_ileri	Bool	%Q124.0		☑	☑
6	motor_geri	Bool	%Q124.1		☑	☑
7	sistem_devrede	Bool	%M0.0		☑	☑
8	polarite	Bool	%M0.1		☑	☑
9	sicaklik_deger	Real	%MD10		☑	☑
10	scale_hata	Word	%MW50		☑	☑
11	motor_ileri_biti	Bool	%M0.2		☑	☑
12	motor_geri_biti	Bool	%M0.3		☑	☑
13	scada_start	Bool	%M0.4		☑	☑
14	scada_stop	Bool	%M0.5		☑	☑
15	<Add new>				☑	☑

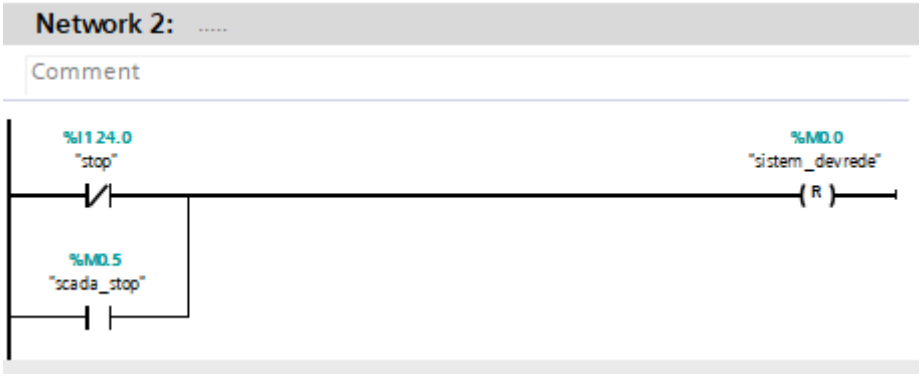
Şekil 4.3: S7-300 PLC sisteminin tag tablosu.

I124.1 adresine bağlı set üzerindeki start butonuna basıldığında ya da M0.4 yardımcı bit adresine bağlı scada_start butonu basıldığında sistem devreye girer.



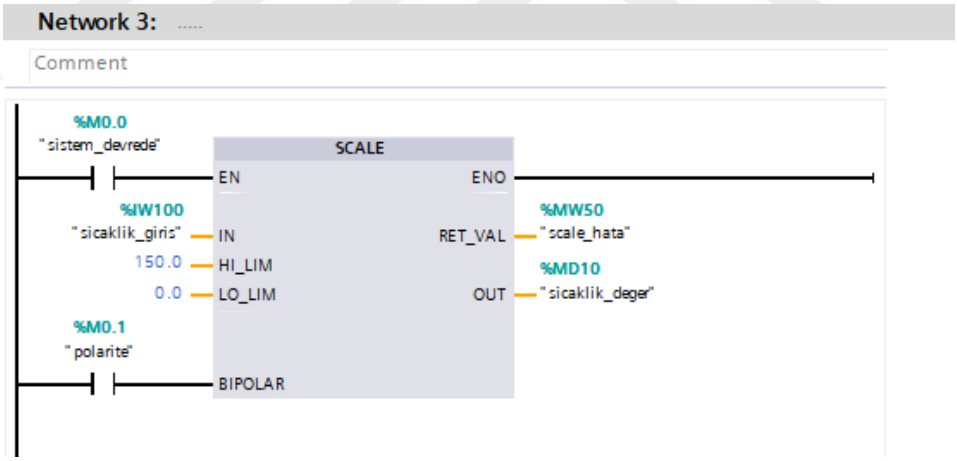
Şekil 4.4: Network 1.

Sistemi durdurmak için ise stop butonu veya M0.5 yardımcı bit adresine bağlı scada_stop butonu kullanılır.



Şekil 4.5: Network 2.

Sistem devrede iken PT-100 sensörünün bağlı olduğu 0-10 V çıkış veren transmitterden IW100 girişine geden sıcaklık bilgisi Scale komutu ile 0-150 derece arasında oranlanarak sıcaklık değeri okunur ve MD10 adresine etiketlenen sıcaklık değerlerine atanır. Scale şemasının kullanılma nedeni, sınırları istediğimiz değerelere indirgemektir. SCALE işlev şemasında 5 giriş mevcuttur. HI_LIM girişine PT-100 sıcaklık sensörünün 150℃ sıcaklık değeri, LO_LIM girişine ise PT-100 sıcaklık sensörünün 0℃ sıcaklık değeri girilir.



Şekil 4.6: Network 3.

Daha sonra karşılaştırma operatörleri kullanılarak, asenkron motor sürücünün analog girişlerine bağlı PLC çıkışı olan QW100 çıkışına hız bilgileri Move komutu ile aktarılarak, motor hızı ayarlanır. Move fonksiyonu, yükleme ve transfer komutlarının art arda yazılması herhangi bir hafıza alanındaki verinin başka bir hafıza alanına kopyalanması için kullanılmaktadır. Bir kaynak adresten alınan değerin, istenen hedef adrese yapıştırılmasıdır. MOVE fonksiyonunun iki giriş ve iki çıkış parametresi vardır.

Karşılaştırılan sıcaklık değerleri aşağıda gösterilmektedir.

1. 30≤$sıcaklık\ değeri$<40
2. 40≤$sıcaklık\ değeri$<50
3. 60≤$sıcaklık\ değeri$
4. 70>$sıcaklık\ değeri$

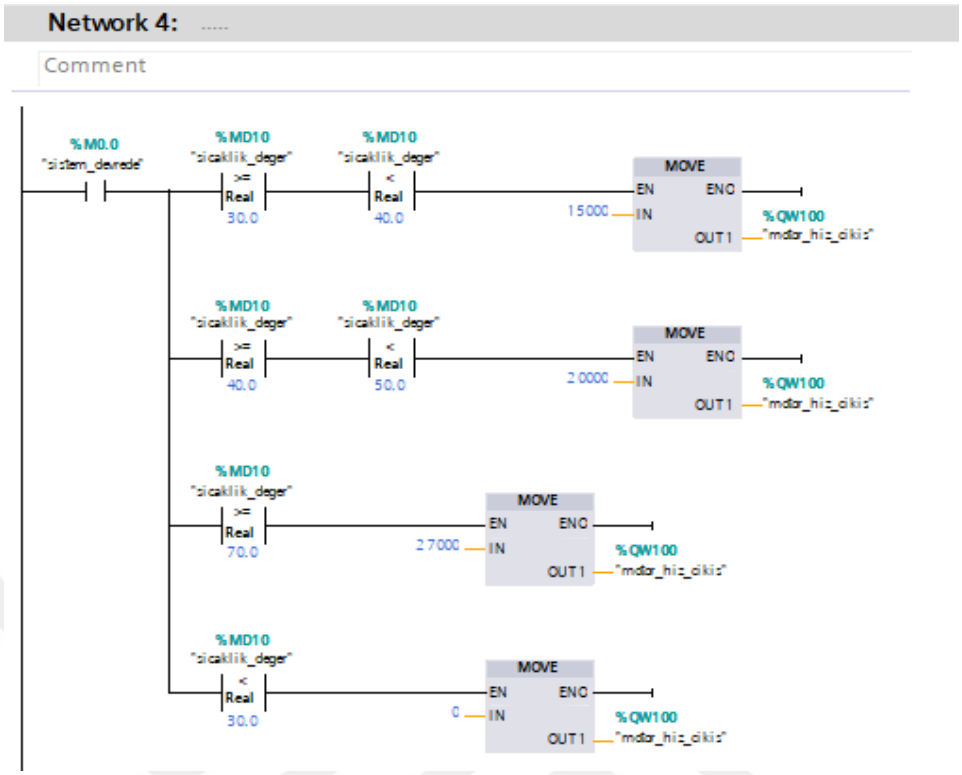
Ayarlanan bu sıcaklık değerlerinde Asenkron motora bağlı fanın hızı kademeli olarak değişim göstermektedir. Yukarıda belirtilen sıcaklık değerlerine uygun fanın hızı aşağıda gösterilmektedir.

30≤ $sıcaklık\ değeri$ <40 arasında fanın hızı 15000;

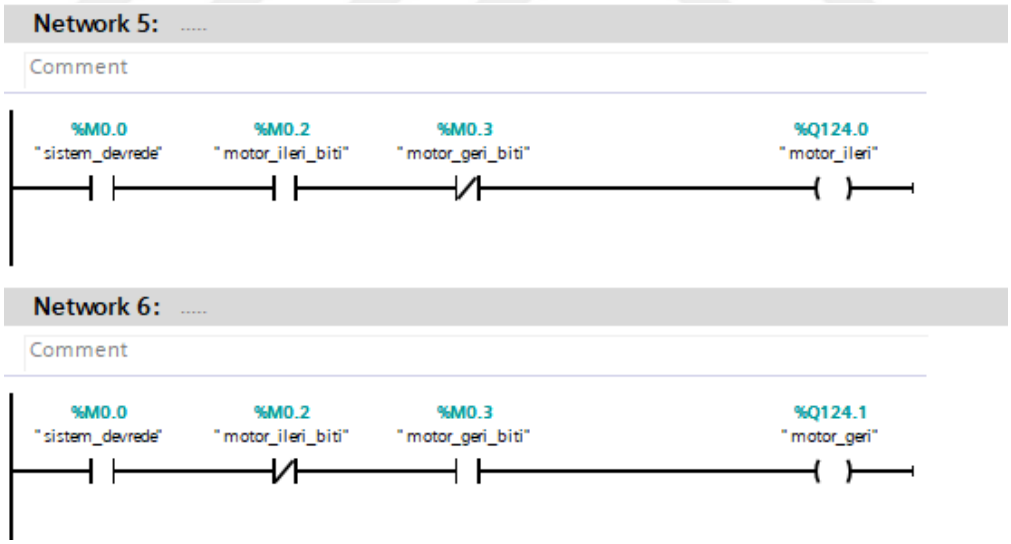
40≤ $sıcaklık\ değeri$nde fanın hızı 20000;

60≤ $sıcaklık\ değeri$nde fanın hızı 27000;

70>$sıcaklık\ değeri$nde fanın hızının 0 olması istenmektedir.



Şekil 4.7: Network 4.



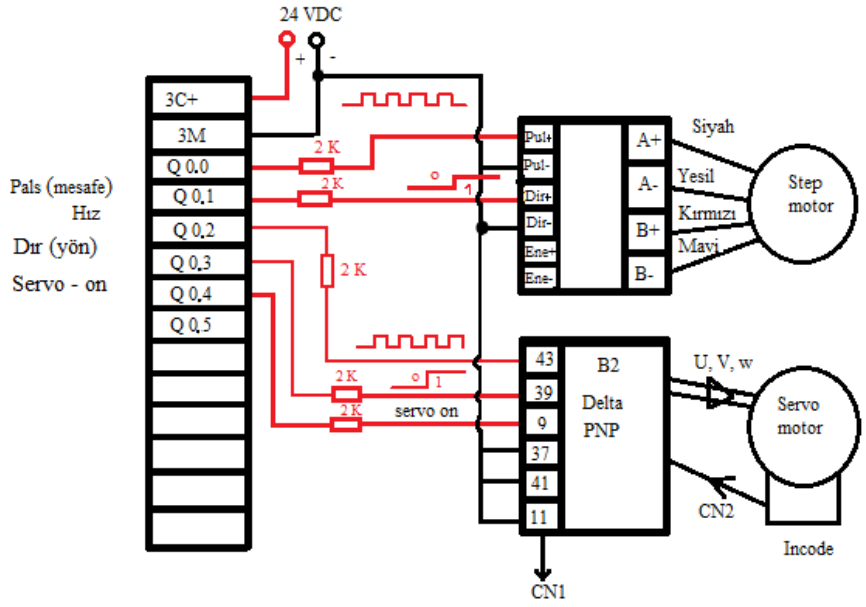
Şekil 4.8: Network 5 ve 6.

4.2. S7-1200 PLC İLE YAY BÜKME MAKİNASININ STEP VE SERVO MOTORLARININ SENKRON ÇALIŞMASI

S7-1200 ile yapılacak uygulamada yay bükme makinasının step ve servo motorları birbirleriyle senkron çalıştılmıştır. Reçete uygulaması yapılarak bükülecek yayın boy bilgisi

kullanıcının SCADA sistemi üzerinden sisteme girilip step motor ve servo motor kontrolü sağlanmıştır.

Aşağıdaki şekilde S7-1200 PLC ile yapılacak sistemin bağlantı şeması gösterilmektedir:



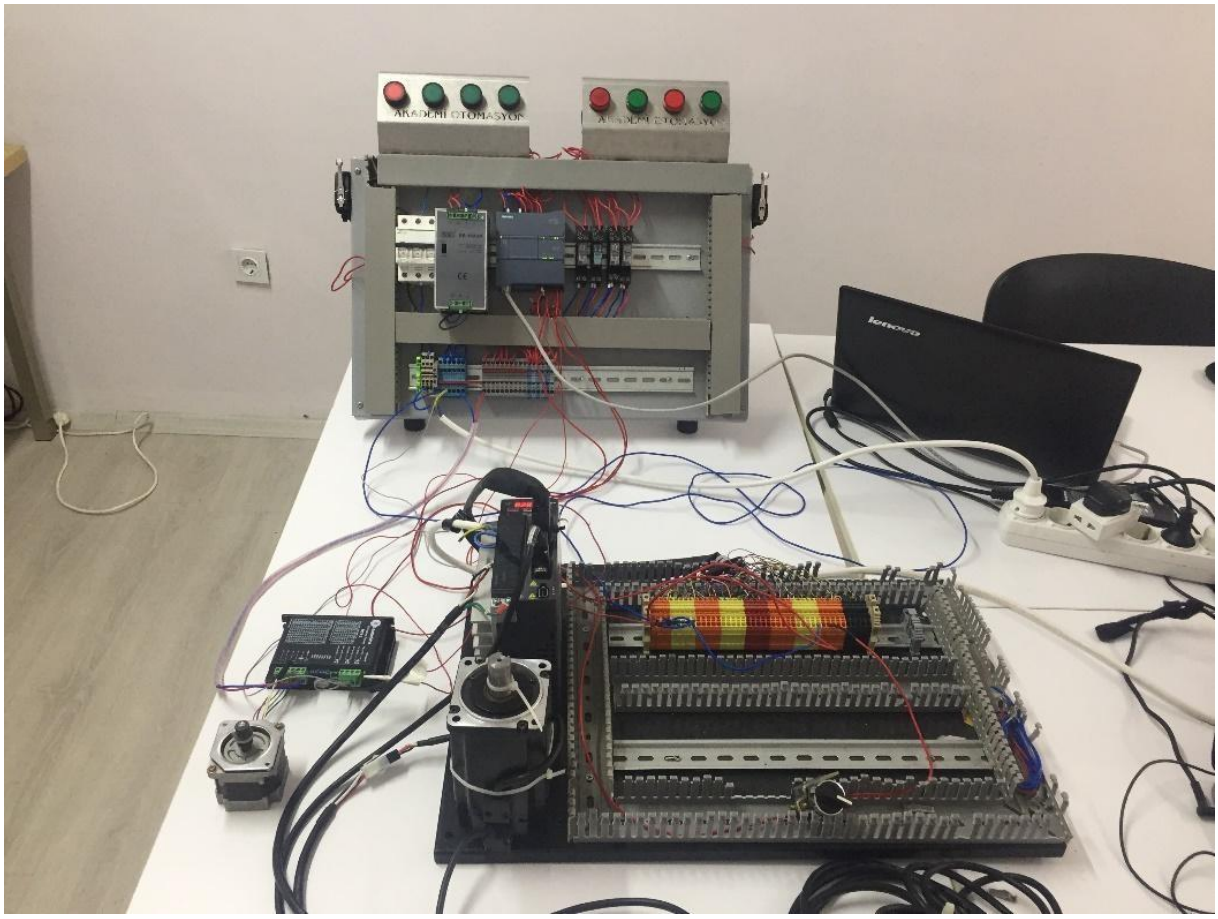
Şekil 4.9: S7-1200 PLC ile Step ve servo motor sürücülerinin bağlantı şeması.

Yukarıdakı bağlantı şemasından da görüldüğü gibi senkron çalışma uygulamasında kullanılan cihazlar aşağıdaki tabloda gösterilmektedir:

Tablo 4.2: Kullanılan cihazların listesi.

Cihazın adı	Adedi	Cihazın Özellikleri
PLC	**1**	**S7-1200 CPU 1212C DC/DC/DC**
Step motor	**1**	**Leadshine**
Step Motor sürücüsü	**1**	**Leadshine M542**
Servo motor	**1**	**Delta, ECMA-C20807GS**
Servo motor sürücüsü	**1**	**Delta, ASD-B2-0721-B**

Akademi Otomosyon Arge laboratuvarında bağlantı şeması yapılmış sistemin şekli gösterilmektedir.



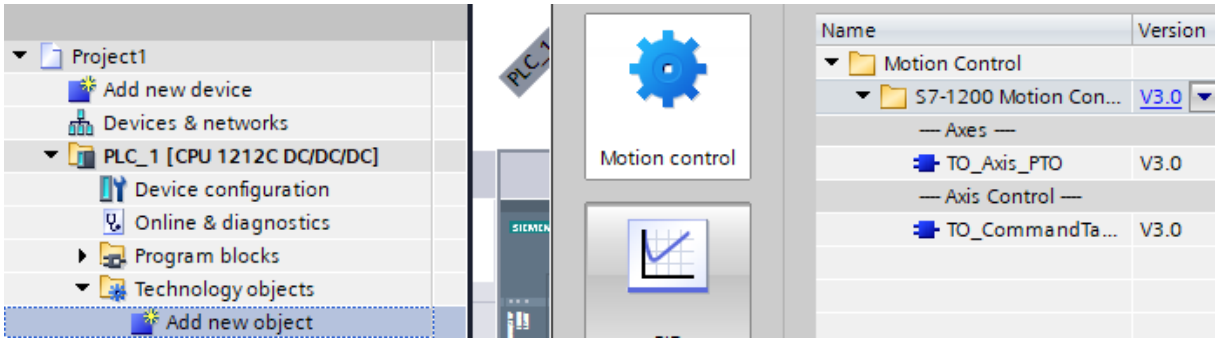
Şekil 4.10: Bağlantısı yapılmış S7-1200 PLC sistemi.

Step ve servo motor kontrolü fonksiyon oluşturularak hazırlanmıştır.

Projenin işlem sırası aşağıda anlatılmaktadır:

1. Program açılarak, PLC cihazı eklenir.

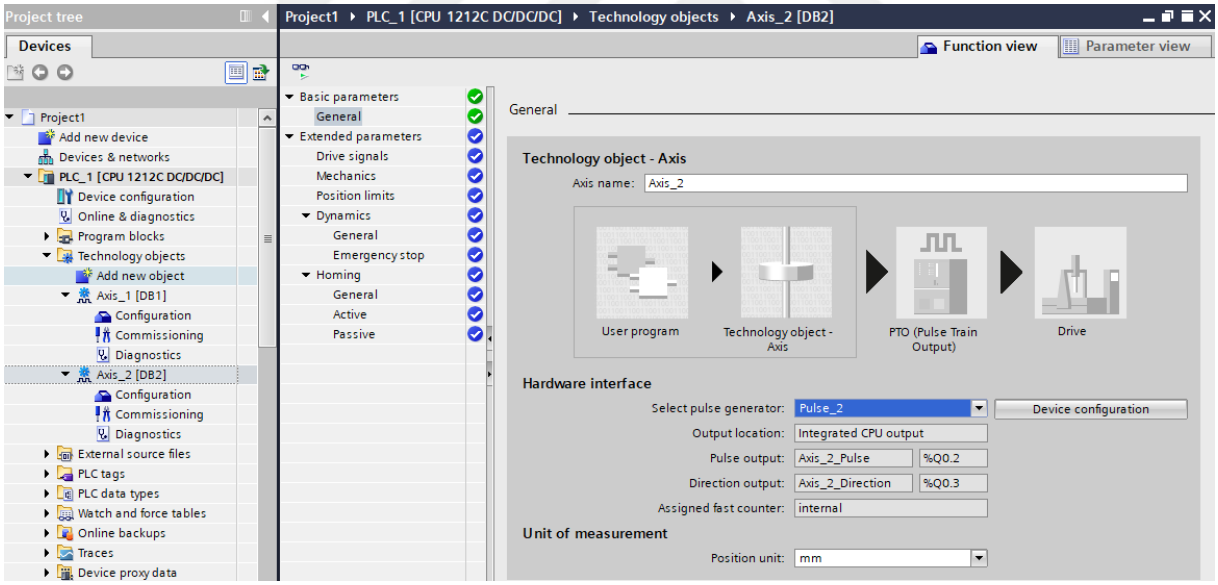
2. Technology objects açılır ve add new block tıklanır. Açılmış olan motion control sekmesinden To_Axis_PTO seçilir. Eksen ayarlaması, hem step motor için, hem de servo motor için yapılır. Uygun olarak Axis 1 (step motor) ve Axis 2 (servo motor) oluşturulur. Axis 1 ve Axis 2 eksenlerinin oluşturma yapısı aynı şekildedir.



Şekil 4.11: Motion Control sekmesi.

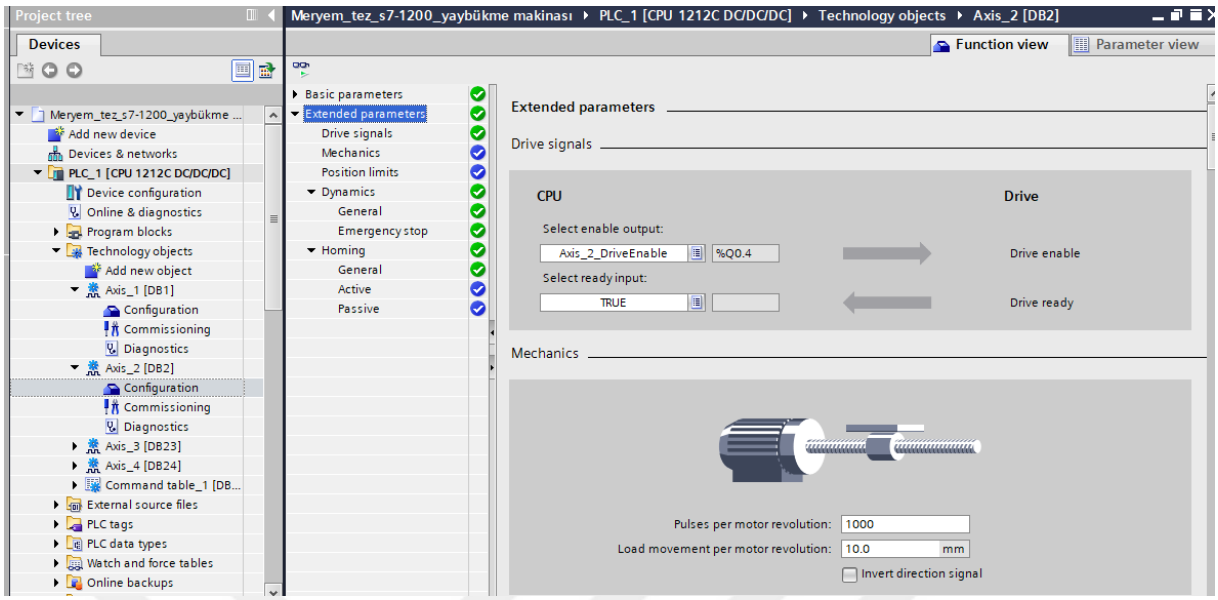
Servo motor ekseninin yani Axis 2 eksenin oluşturulması aşağıda anlatılmıştır:

İlk olarak Tia Portal yazılımında açılmış olan pencerenin sol tarafında yerleşen Technology objects tıklanır ve add new object seçilir. To _Axis_PTO yerleşen pencere açılarak Axis 2 ekseni kurulmaya hazır olur. Kurulum için ilk önce General'dan select pulse generator seçilir ve Pals veya çıkış portları ayarlanır.



Şekil 4.12: General sekmesi.

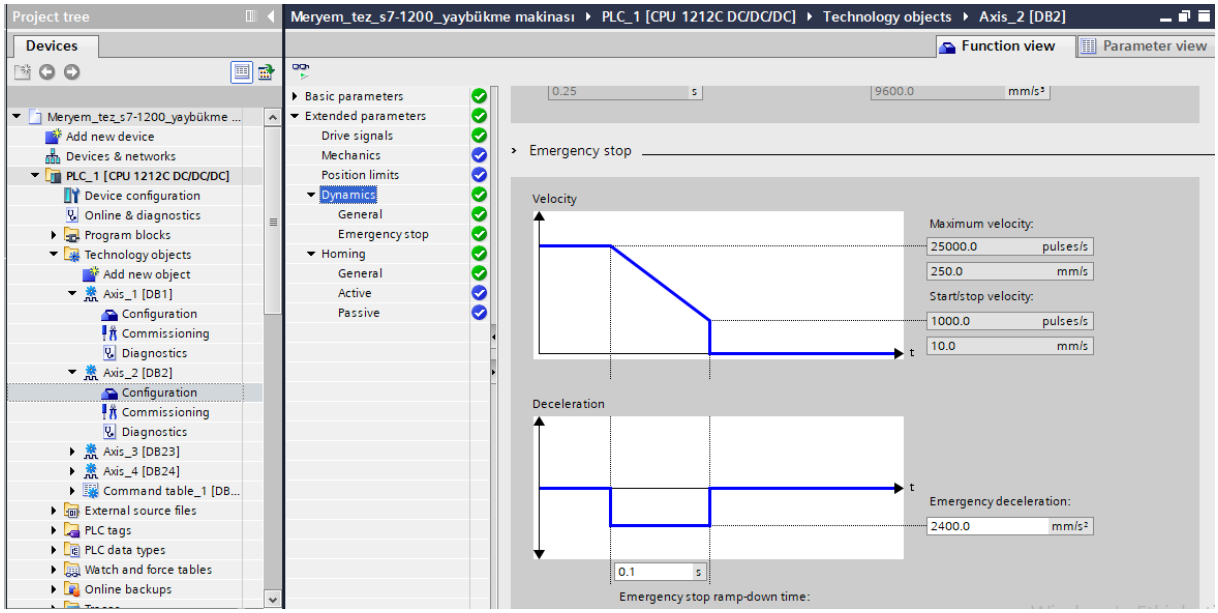
Pals ayarlaması yapıldıktan sonra pozisyon birimi seçilir ve drive signals sekmesinden select enable output seçilir.



Şekil 4.13: Drive signal sekmesi.

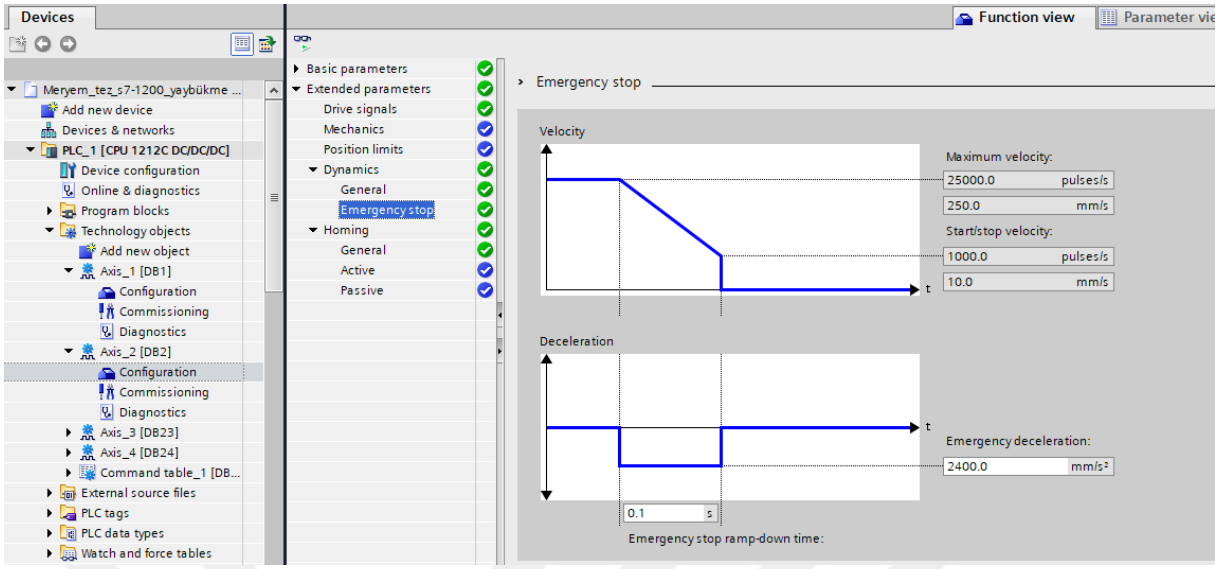
Mekanik'ten devir başına kaç pulse gerektiği yazılır ve 1 devrede kaç mm hareket edileceği belirtilir. Bu işlem yapıldıktan sonra position limit switch aktif edilir. Limit switch'in bağlı olduğu giriş portları set edilir.

Dynamics'ten ise genel ve acil durumlarda hızlanma ve yavaşlama süreleri ayarlanır.



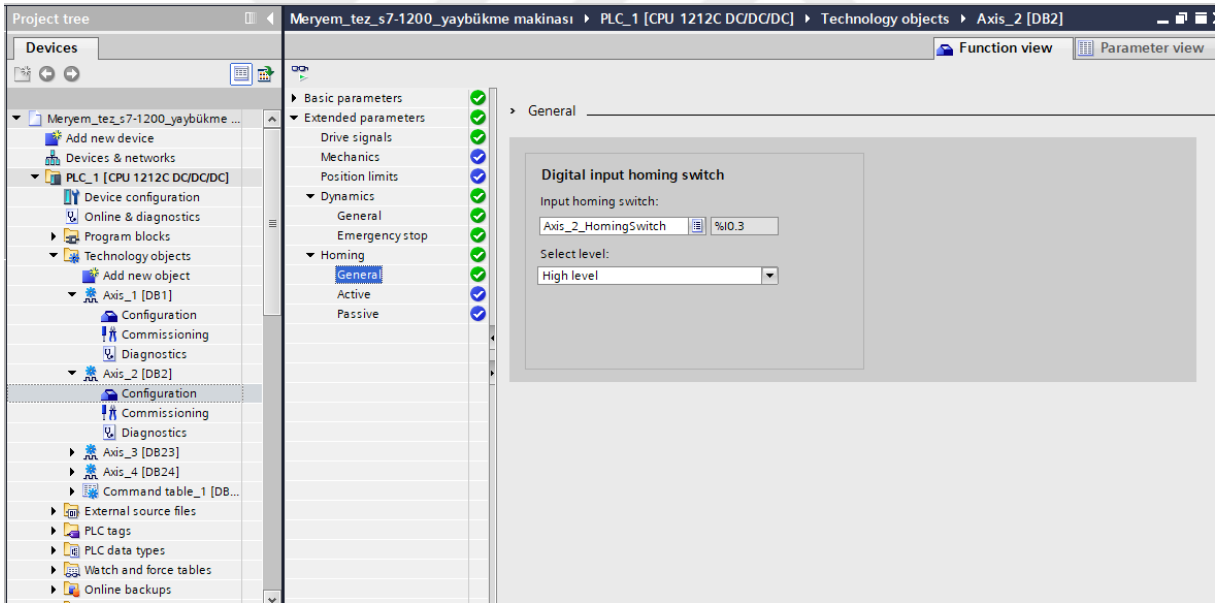
Şekil 4.14: Dynamics sekmesi.

Emergency step sekmesinden de acil girişler ayarlanır.



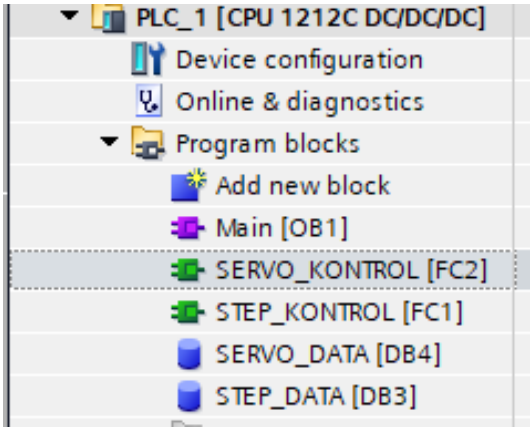
Şekil 4.15: Emergency sekmesi

Homing sekmesinden de homig switch ve homing hızı ayarlanır.



Şekil 4.16: Homing sekmesi.

Eksen ayarlaması başarı ile tamamlandıktan sonra add new block tıklanarak hem step, hem de servo motor için FC eklenir.



Şekil 4.17: Servo motor FC'si

Ayırıca step ve servo motorun hız, mesafe, başlatma gibi bilgilerine kolayca ulaşılması için iki tane, step_data ve servo_data gibi DB eklenir.

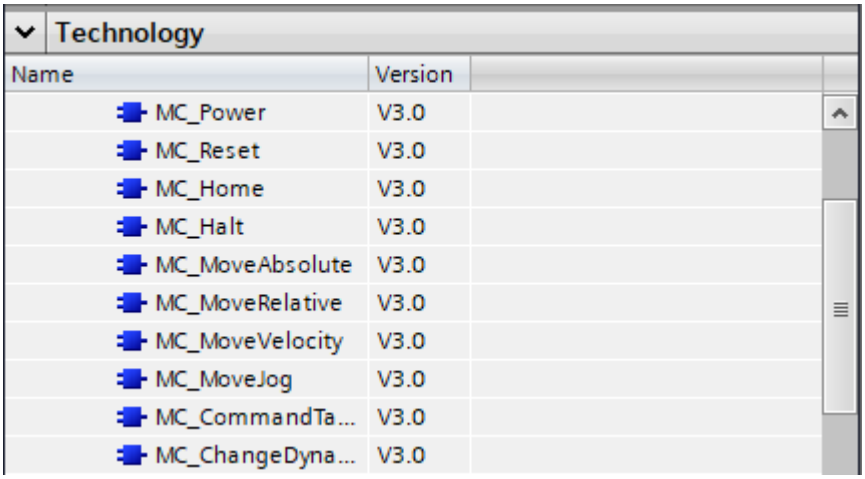
SERVO_DATA

		Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Visible in ...	Setpoint
1		Static						
2		SERVO_START	Bool	false				
3		SERVO_RESET	Bool	false				
4		SERVO_HOME	Bool	false				
5		SERVO_DUR	Bool	false				
6		SERVO_RELATIV_START	Bool	false				
7		SERVO_ILERI	Bool	false				
8		SERVO_GERI	Bool	false				
9		SERVO_RELATIVE_HIZ	Real	0.0				
10		SERVO_RELATIVE_MES...	Real	0.0				

Şekil 4.18: Servo_data bloğu

Açmış olduğumuz FC'lerde program yazılır. Program yazmak için S7-1200'e ait özel fonksiyonlar kullanılır. Bu tez uygulamasında kullanılan fonksiyonlar aşağıdakilerdir:

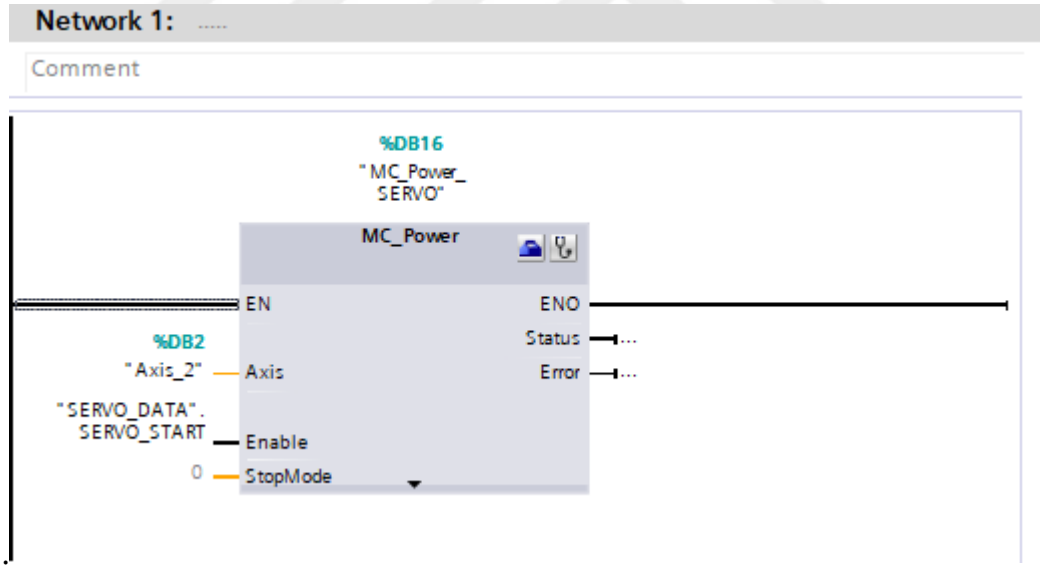
- MC – Power
- MC – Reset
- MC – Home
- MC – Halt
- MC – Relative



Şekil 4.19: S7-1200 PLC'ye ait hazır fonksiyonlar.

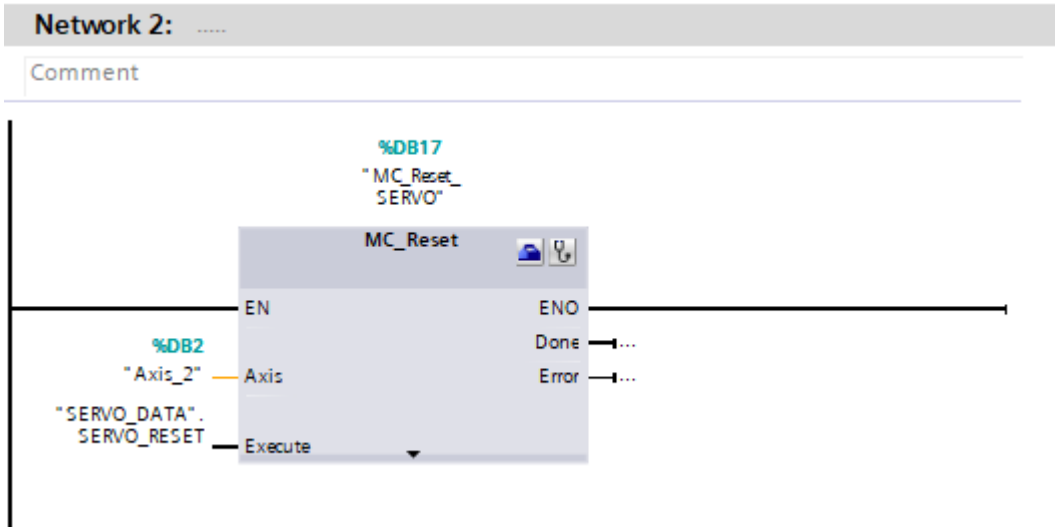
Bu fonksiyonlar FC'lere eklenir, step_data ve servo_data DB'lerine ilgili eklemeler yapılır.

Yay bükme makinası step ve servonun sıralı çalışma mantığıyla hareket eder. MC – Power ile servo motor aktif edilir.

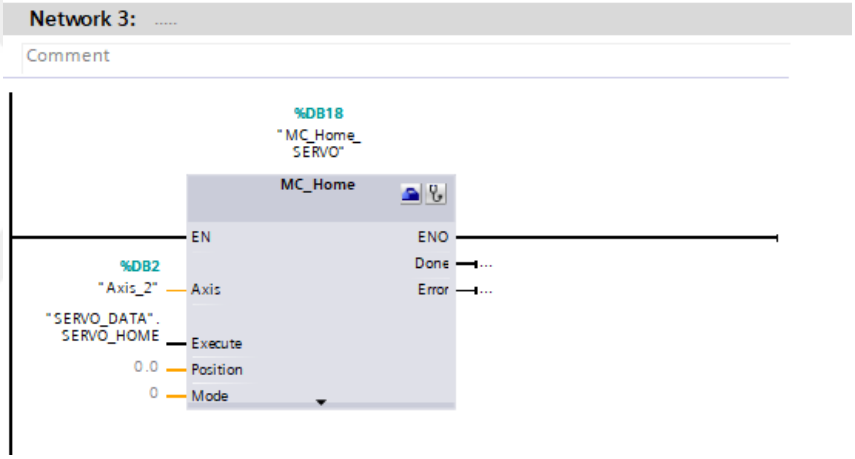


Şekil 4.20: MC_Power Sekmesi.

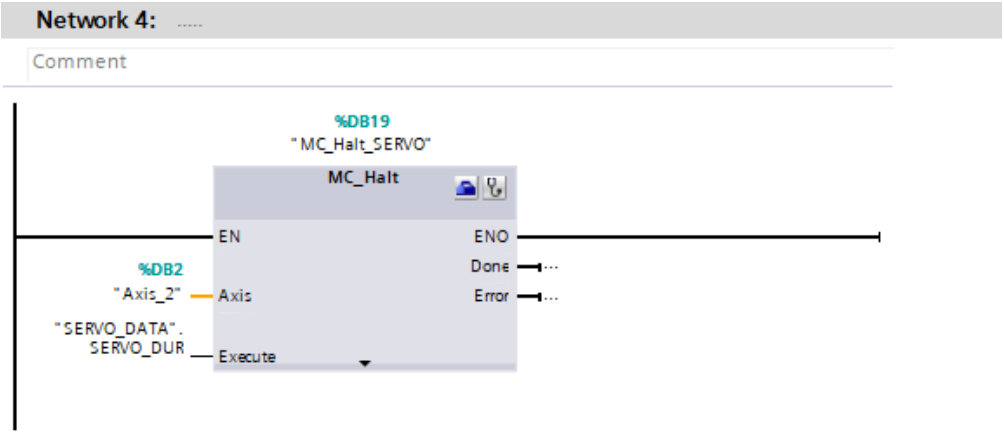
Daha sonra yay bükme mesafesi relative olarak servo_data ismindeki data blokuna Scada'dan girilir. Relative mesafesinin gidilebilmesi için start'a basılır.



Şekil 4.21: MC_Reset sekmesi.

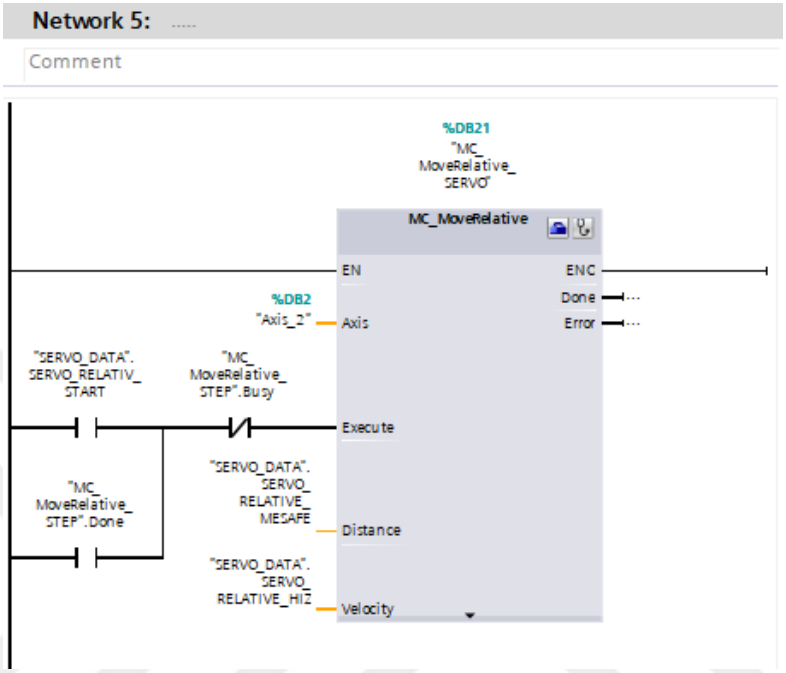


Şekil 4.22: MC_home sekmesi.



Şekil 4.23: MC_ Halt sekmesi.

Start'a basdıktan sonra relative hareket tamamlanır ve relative hareketin bilgisi "MC_MoveRelative_Servo.Done" adresinden alınır ve bu adres ile diğer eksen olan servo motorun relative startı verilir.



Şekil 4.24: MC_relative sekmesi.

Aynı işlemler step motor için de yapıldıktan sonra servo relative done adresi ile step start verilerek döngü oluşturulur. Bu şekilde makine periyodik olarak işlemlerine devam eder.

4.3. S7-1500 PLC İLE ÜRÜN KONTROLÜ

S7-1500 ile yapılacak uygulamada konveyör üzerinden geçen ürünler iki farklı sensör ile okunacak, okunan değerler PLC üzerindeki algoritmaya bağlı olarak ürünün hatalı olup olmadığı kararı verilecek. Hatalı ürünler pnömatik valf ile konveyör üzerinden itilerek ayrıştırılacaktır.

Aşağıdaki şekilde konveyör üzerinden geçen ürünler gösterilmektedir:



Şekil 4.25: S7-1500 PLC ile kontrolü yapılacak ürünler.

Tablo 4.3: Kullanılan cihazlaın listesi.

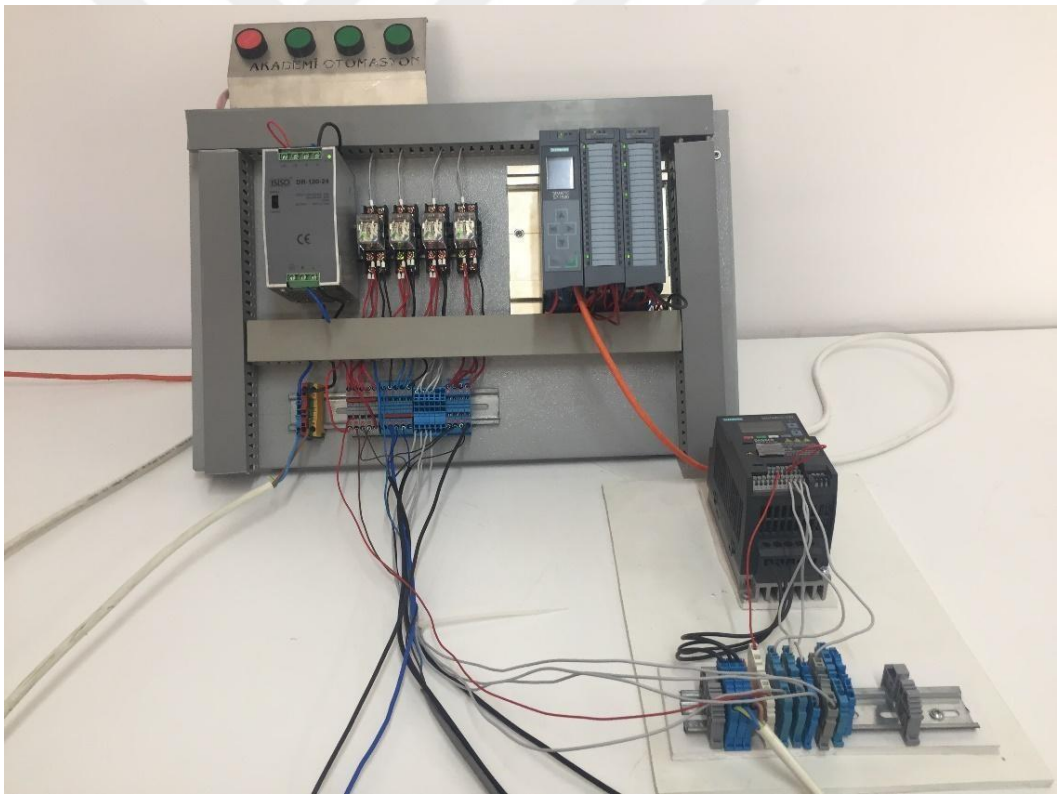
Cihazın adı		Adedi	Cihazın özellikleri
1	PLC cihazı	1	S7-1500/ CPU 1511-1 PN DI 16x24 VDC HF DQ 8x24 VDC/2A HF
2	Sürücü	1	Siemens Sinamix V20 asenkron motor sürücü (inverter)
3	Endüktif Sensör	1	IMB08-02-BDSVU2S, Sıck markalı
4	Fotoelektrik sensör	1	Wtb4S3n3132, Sick markalı
5	Pnömatik valf	1	4V210-08
6	3~ Asenkron Motor	1	-
7	Redüktör	1	Redüktorlu Asenkron motor

8	Konveyör	1	-
9	Kompresör	1	fiveStar Markalı

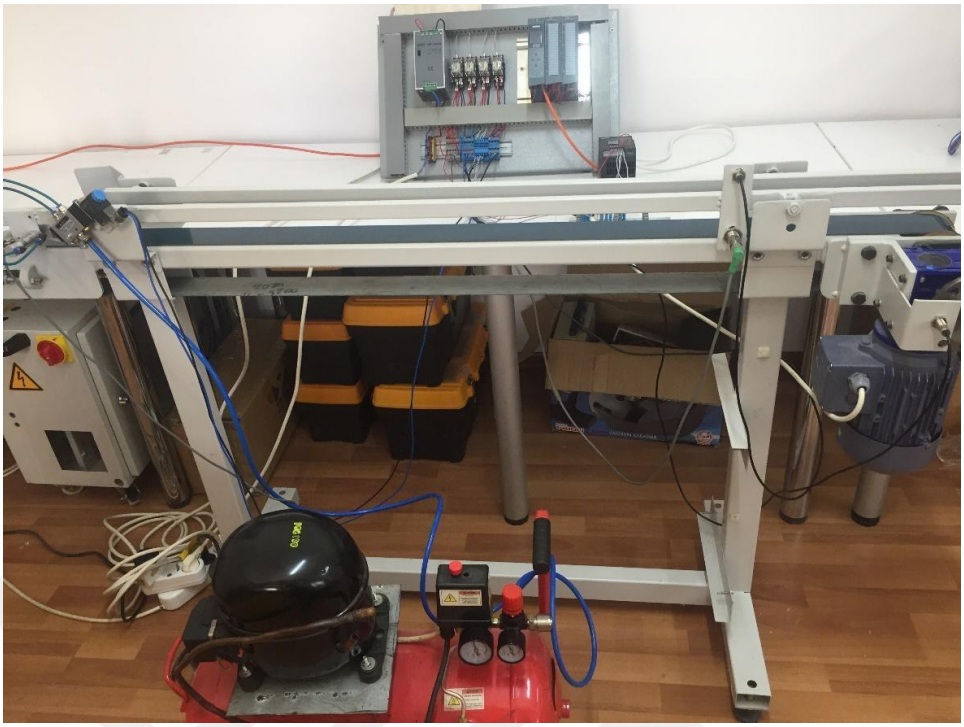
4.3.1. S7-1500 Proje Çalışma Mantığı

Akademi Otomosyon Ar-Ge laboratuvar ortamında S7-1500 PLC, Siemens Sinamix V20 asenkron motor sürücü ve kullanılan diğer cihazlar, yukarıdaki bağlantı şeması kullanılarak, birbiri ile bağlantıları yapılmıştır.

Şekil 4.26'da laboratuvar ortamında kurulmuş sistem gösterilmektedir:



Şekil 4.26: Laboratuvar ortamında bağlantısı yapılmış S7-1500 PLC ile Siemens Sinamix V20 asenkron motor sürücü.



Şekil 4.27: Laboratuvar ortamında bağlantısı yapılmış S7-1500 PLC sistemi.

Bağlantı yapıldıktan sonra TİA Portal yazılımı kullanılarak Ladder diyagramı oluşturularak, ürün kontrolü hayata geçirilmiştir. S7-1500 PLC sisteminin TİA Portal ortamında kurulmuş Ladder diyagramları, 7 network kullanılarak yazılmıştır.

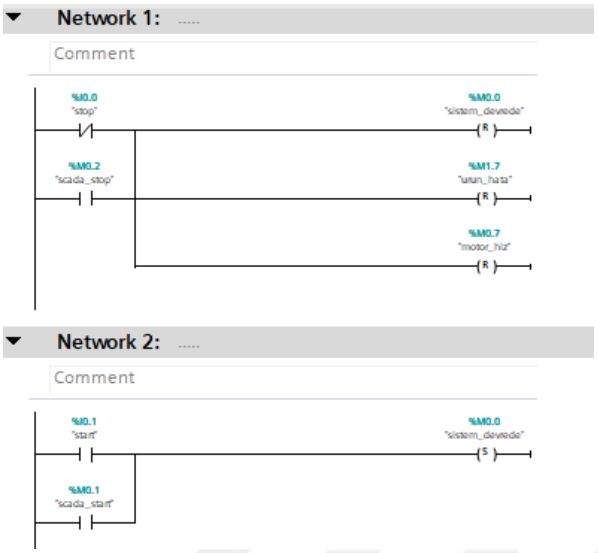
Aşağıdaki şekilde PLC tag tablosu gösterilmiştir:

Default tag table

	Name	Data type	Address	Retain	Visibl...	Acces...
1	stop	Bool	%I0.0	☐	☑	☑
2	start	Bool	%I0.1	☐	☑	☑
3	metal_sensor	Bool	%I0.6	☐	☑	☑
4	isik_sensoru	Bool	%I0.5	☐	☑	☑
5	devir_sensor	Bool	%I0.4	☐	☑	☑
6	motor_start	Bool	%I0.2	☐	☑	☑
7	motor_stop	Bool	%I0.3	☐	☑	☑
8	motor_calisma	Bool	%Q0.0	☐	☑	☑
9	hatali_urun_valfi	Bool	%Q0.4	☐	☑	☑
10	konveyor	Bool	%Q0.3	☐	☑	☑
11	sistem_devrede	Bool	%M0.0	☐	☑	☑
12	scada_start	Bool	%M0.1	☐	☑	☑
13	scada_stop	Bool	%M0.2	☐	☑	☑
14	scada_motor_start	Bool	%M0.3	☐	☑	☑
15	scada_motor_stop	Bool	%M0.4	☐	☑	☑
16	motor_hiz	Bool	%M0.7	☐	☑	☑
17	urun_hata	Bool	%M1.7	☐	☑	☑
18	Tag_1	Bool	%M100.0	☐	☑	☑
19	Tag_2	Bool	%M100.1	☐	☑	☑
20	Tag_3	Bool	%M100.2	☐	☑	☑
21	Tag_4	Word	%MW1	☐	☑	☑
22	Tag_5	Bool	%M100.3	☐	☑	☑
23	valf_calistirma	Bool	%M4.0	☐	☑	☑
24	Tag_6	Bool	%M100.4	☐	☑	☑

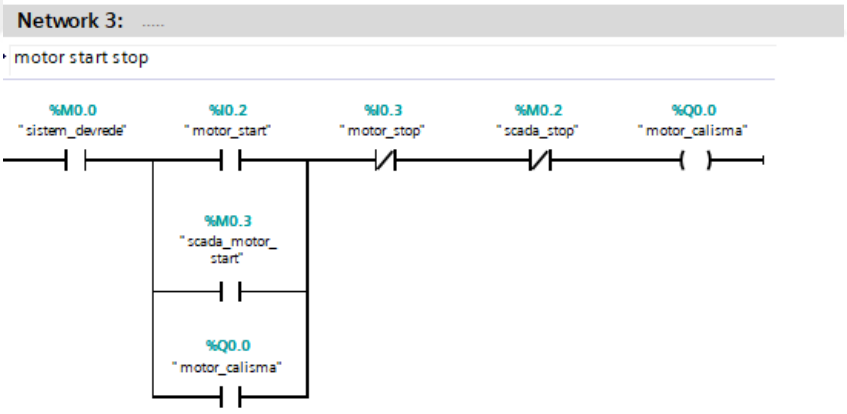
Şekil 4.28: S7-1500 PLC sisteminin tag tablosu.

Start butonu (set üzerindeki) ya da M0.1 yardımcı biti ile Scada üzerinden sistem çalıştırılır. Sistemi durdurmak için ise stop butonu veya M0.4 yardımcı bit adresine bağlı scada_stop butonu kullanılır. Ladder diyagramları aşağıda gösterilmektedir:



Şekil 4.29: Network 1 ve 2.

Sistem devrede olunca I0.2 girişi ile yada Scada üzerinde M0.3 yardımcı biti ile konveyör çalıştıran motora start verilir. Motorun sürekli çalışması için mühürleme yapılmıştır.



Şekil 4.30: Network 3.

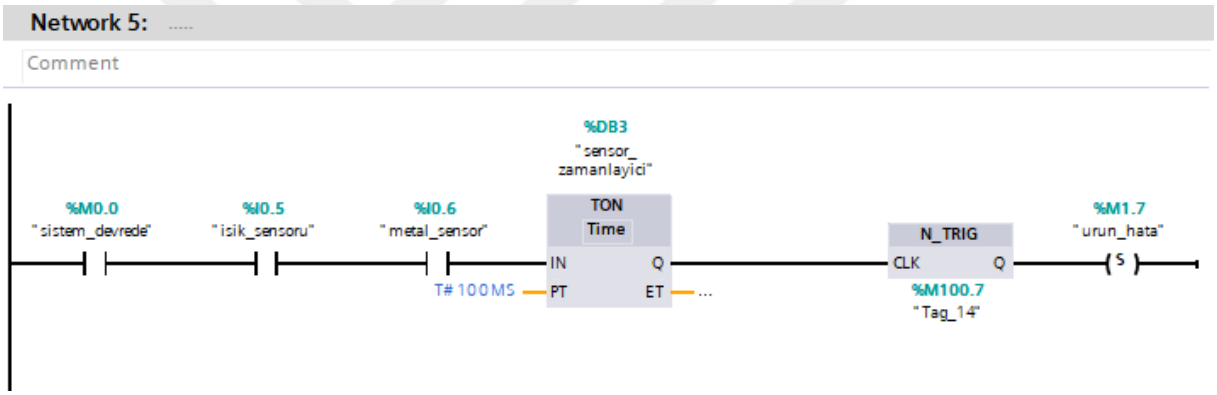
Motor sürücüye hangi hızda çalışacağı bilgisi, Q0.3 çıkışından motor sürücünün CN0003 nolu dijital girişine bağlanarak bildirilir ve motor hızı Scada sistemden M0.7 biti ile Q0.3 çıkışı çalıştırılarak ayarlanır.



Şekil 4.31: Network 4.

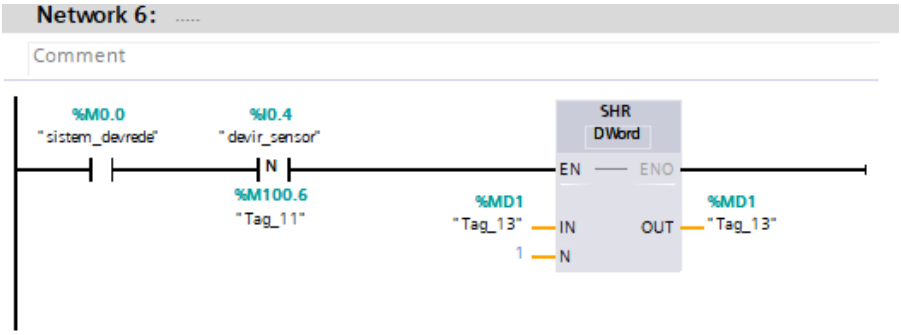
Konveyör üzerinden geçen ürün metal içeriyorsa, endüktif ve ışık sensörünü aynı anda tetikleyecektir, bu tetikleme hatalı ürün bitini setleyecektir.

Sensörlerden hatalı bilgi gelmesi durumuna önlem olarak, sensörden aynı anda 100 ms'lik sinyal gelme şartı koyulmuştur bu şart TON zamanlayıcısıyla sağlanmıştır.



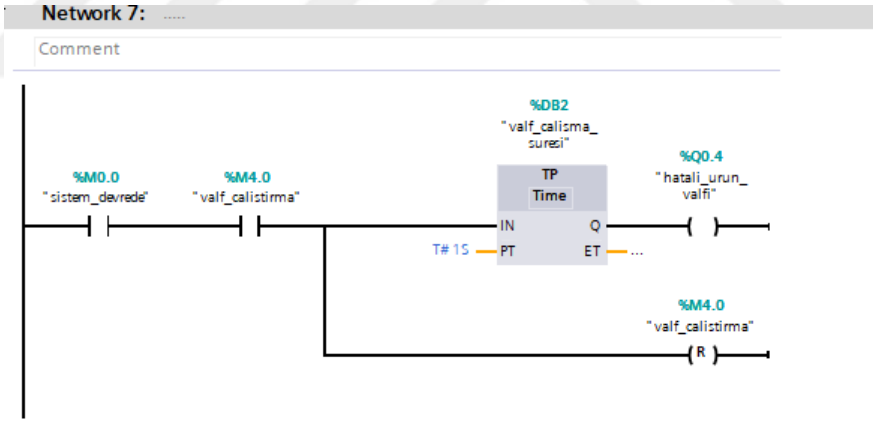
Şekil 4.32: Network 5.

Ürün ayrıldıktan sonra hata bitinin setlenmesi istenmiştir ve bu işlem de negatif kenar tetikleme ile yapılmıştır. M1.7 biti setlendikten sonra konveyör motoruna bağlı devir sensörünün tetiklenmesiyle M1.7'nin bağlı olduğu MD1 negatif şift edilir (SHR Komutu ile)



Şekil 4.33. Network 6.

Devir sensöründen gelen her bir sinyal ile şift olan hatalı ürün biti, konveyör sonuna koyduğumuz valfi çalıştıracak olan M4.0 bitine şift olunca ürünün, konveyör üzerinden ayıklama alanına geldiği anlaşılır. Pnömatik valf çalıştırılarak ürün konveyörden uzaklaştırılır. Hatalı ürün valfi, doğru bir biçimde uzaklaştırabilmesi için 1 sn süre ile çalıştırılır. Zamanlayıcı olarak da zamanlayıcı türlerinden olan TP kullanılmıştır.



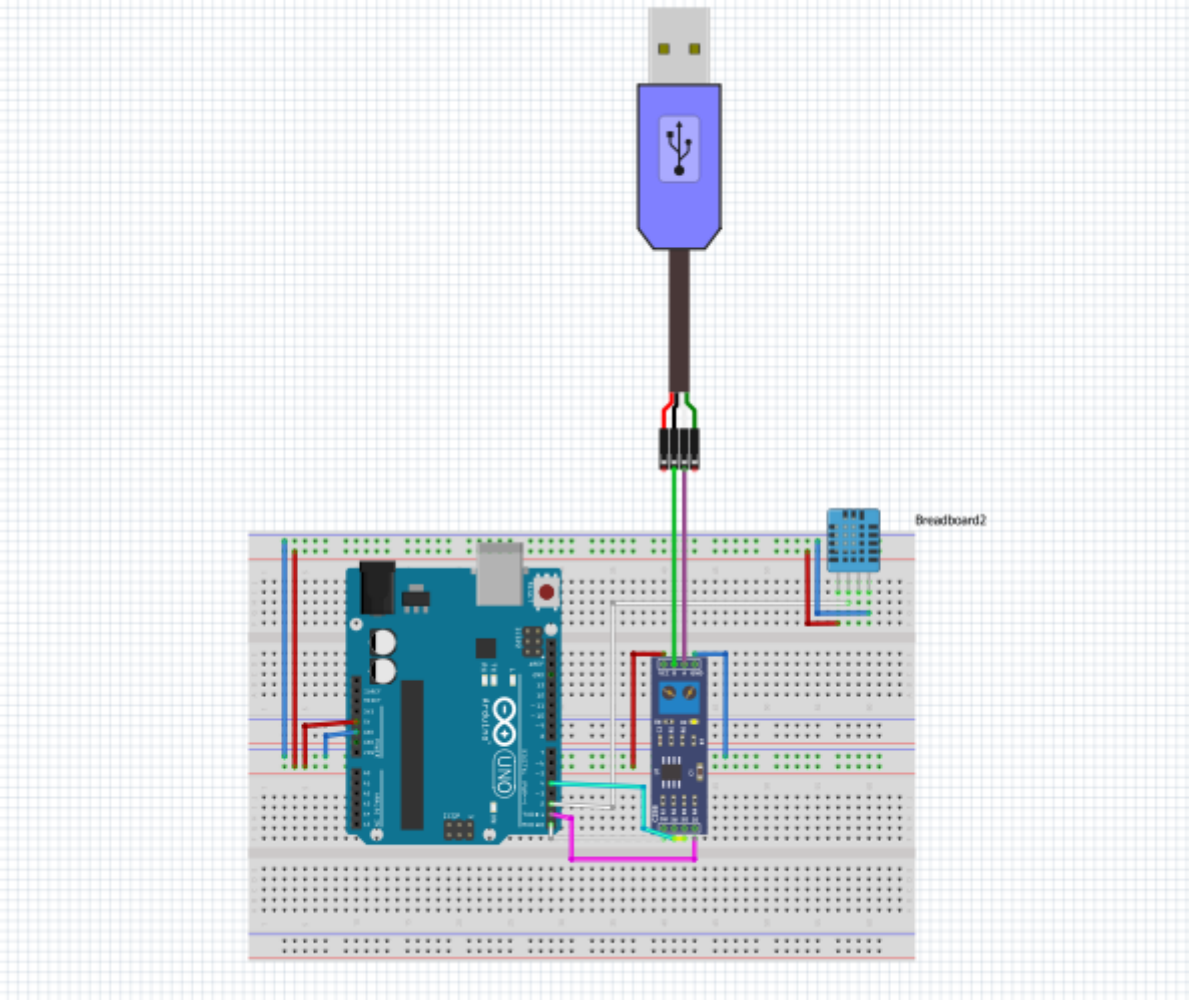
Şekil 4.34: Network 7.

4.4. ARDUİNO İLE NEM VE SICAKLIK BİLGİSİNİN OKUNMASI VE SERİ HABERLEŞME İLE SCADA'YA GÖNDERİLMESİ

Arduino ile yapılacak uygulamada sistemin bağlı olduğu seranın sıcaklık ve nem kontrolü yapılmıştır. Sıcaklık ve nem sensöründen okunan değerler seri haberleşme ile master cihaz üzerinden SCADA sistemine gönderilmiştir. Tüm bu PLC'lerden ve Arduino'dan veriler

okunarak bilgisayar üzerinden görüntülenmesi ve kontrol uygulaması ile de SCADA projesi tamamlanmıştır.

Aşağıdaki resimde Arduino ile yapılacak sistemin bağlantı şeması gösterilmektedir:



Şekil 4.35: Arduino ile DHT11 sıcaklık ve nem sensörünün bağlantı şeması.

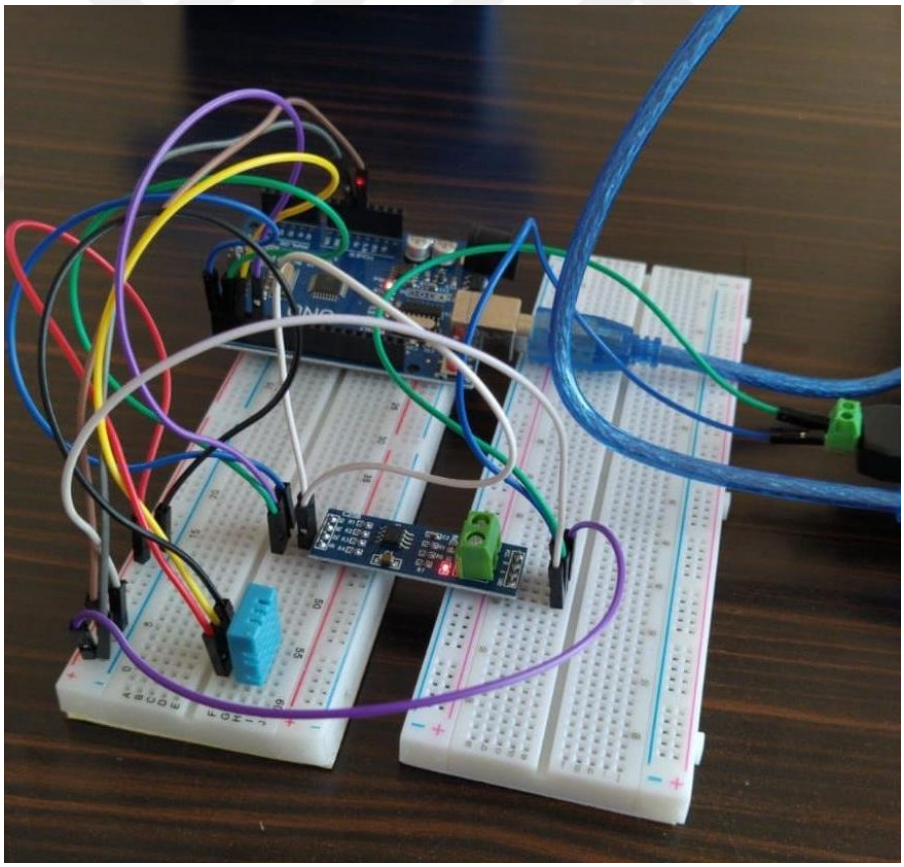
Yukarıdakı bağlantı şemasından görülen, Arduino ile yapılacak uygulamada kullanılan cihazlar aşağıdaki tabloda gösterilmektedir:

Tablo 4.4: Kullanılan cihazların listesi.

Cihazın adı	Adedi	Cihazın Özellikleri
Arduino kart	**1**	**UNO**

Sıcaklık ve nem sensörü	**1**	**DHT11**
Seri haberleşme arayüzü	**1**	**RS485 seri haberleşme Shield'i**

Akademi Otomosyon Arge laboratuvarında bağlantı şeması yapılmış sistemin şekli gösterilmektedir.



Şekil 4.36: Bağlantısı yapılmış Arduino il DHT11 nem ve sıcaklık sensörü bağlantısı.

Program yazılırken Arduino IDE kullanılmıştır. Ayrıca ModbusRtu ve DHT11 kütüphaneleri de kullanılmıştır.

Yapılan sıcaklık ve nem kontrolünün Arduinodakı kodları aşağıdaki gibi hazırlanmıştır:

```
#include <ModbusRtu.h> //Modbus RTU Kütüphanesi eklenir.

#include <dht11.h> // dht11 kütüphanesini eklenir.

#define DHT11PIN 2 // DHT11PIN olarak Dijital 2'yi belirlenir.
```

Kütüphaneleri ekledikten sonra DHT11 sensöründen gelen verileri 2 numaralı pinden okuyarak program tanımlanır.

```
dht11 DHT11;

Modbus ModbusBaglanti;
```

Modbus ve DHT11 kütüphanelerinde tanımlı olan fonksiyonları “DHT11” ve “ModbusBaglanti” olarak isimlendirilir.

```
uint16_t Modbus_VeriDizisi[] = {0,0,0}; //Register Adresleri 40001'den başlayacak şekilde 3 Register'lık dizi tanımlanır. (40001 , 40002 , 40003)

int sicaklik,nem;
```

40001’den başlayacak şekilde 3 tane register için dizi tanımlaması ile sicaklık ve nem değerleri için integer değişken tanımlanmıştır.

```
void setup()

{

ModbusBaglanti = Modbus(1,1,4); //Slave ID "1" , Sabit 1 olacak, Seri Haberleşme Enable Pin Numarası

ModbusBaglanti.begin(19200); // Modbus BaudRate Parity : None

}
```

Programın setup döngüsünde Modbus bağlantı konfigürasyonu aşağıdaki bilgilere göre yapılmıştır;

Baudrate : 19200 bps

Slave ID: 1

Parity : None

Seri Haberleşme Enable pini : 4

void loop()

{

int chk = DHT11.read(DHT11PIN); //DHT11'den okuma yapılır.

sicaklik=DHT11.temperature; // DHT11 sensöründen sıcaklık değerini okuyoruz ve sicaklik isimli değişkene atanmıştır.

nem=DHT11.humidity; // DHT11 sensöründen nem değerini okuyoruz ve nem isimli değişkene atanmıştır.

ModbusBaglanti.poll(Modbus_VeriDizisi,sizeof(Modbus_VeriDizisi)/sizeof(Modbus_VeriDizisi[0]));

Modbus_VeriDizisi[1] = sicaklik ; // 40002 adresine sıcaklık değeri yazılmıştır.

Modbus_VeriDizisi[2] = nem ; // 40003 adresine nem değeri yazılmıştır.

Ana döngüde ise ilk önce DHT11PIN olarak tanımlanan Arduino'nun 2 numaraları pininden gelen veriler okunur.

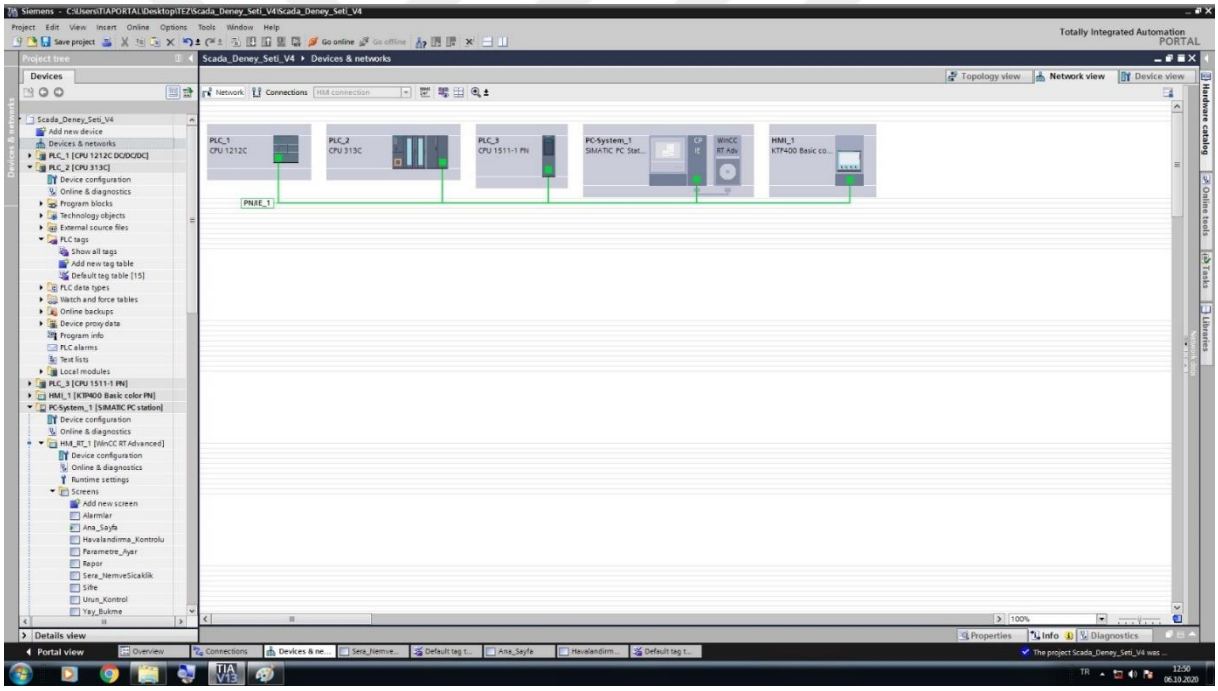
DHT11.temperature fonksiyonu ile sicaklık okuması, DHT11.humidity fonksiyonu ile de nem okuması gerçekleştirilmiştir.

ModbusBaglanti.poll ile modbus haberleşme için tanımladığımız registerlar erişilebilir hale getirilmiştir.

Modbus_VeriDizisi [1] adresine “sicaklik” değerini Modbus_VeriDizisi[2] adresine ise “nem” değeri atanmıştır.

4.5. GELİŞTİRİLEN UYGULAMALARIN SCADA SİSTEMİNİN KURULMASI

S7-300, S7-1200 ve S7-1500 PLC türleri TIA Portal yazılımında tek bir proje altında yapılmıştır. Bu projeye WINCC SCADA projesi de eklenmiştir. WINCC SCADA projesini eklemek için yapılan işlemler bölüm 2 de anlatıldığı gibi yapılmıştır. Eklenmiş olan SCADA sisteminin PLC türleri ile bağlantısı, PROFINET kullanılarak hayata geçirilmiştir. Device & Networks sekmesi tıklanarak, birbiri ile haberleşen cihazların bağlantı şeması görülür. Aşağıdaki şekilde SCADA sistemi ile haberleşen PLC cihazlarının (S7-300, S7-1200 ve S7-1500) ve Modbus cihazının bağlantısı gösterilmektedir:

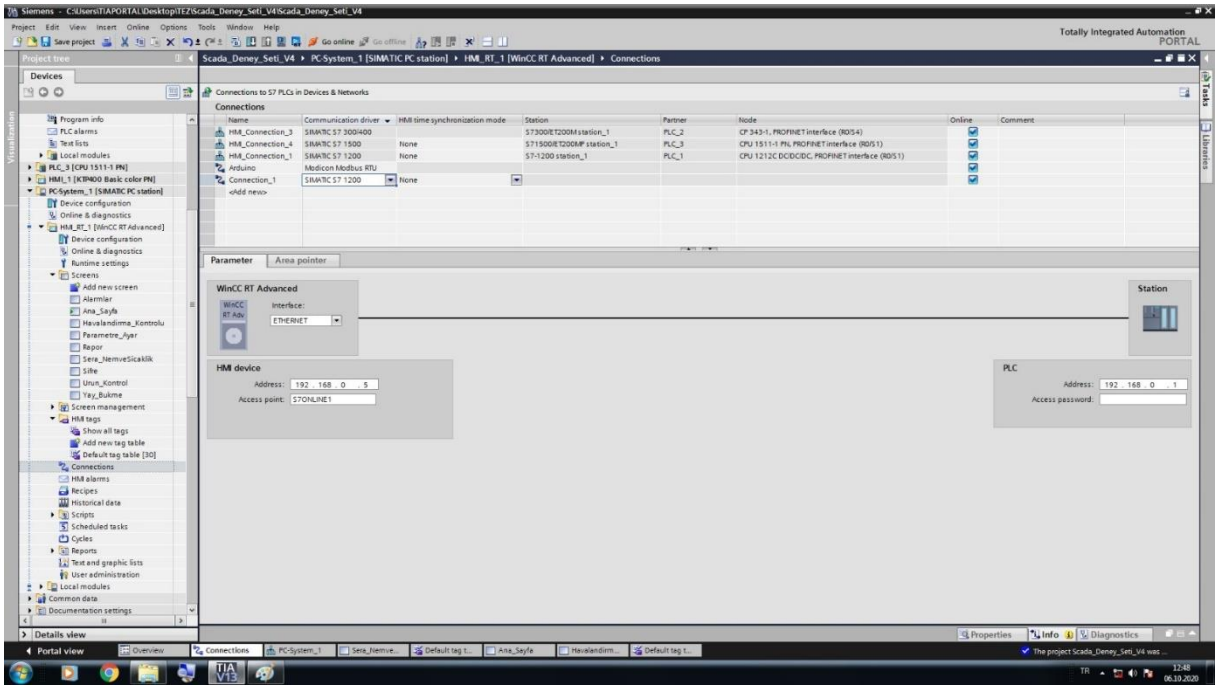


Şekil 4.37: SCADA sistemi ile PLC ve Modbus cihazlarının bağlantısı.

Kontrol edilmesi istenen sistemlerin SCADA ile haberleşeceği bağlantı tiplerinin konfigirasyonu Connection menüsünden yapılmıştır. Bu menüde SCADA sistemine eklenen cihazların listesi görülmektedir. Bu tez projesinde 3 PLC cihazı ile beraber Modbus cihazı da kullanılmıştır. Sırasıyla bu cihazların bilgisayar ile bağlantı yapmasını sağlayan arabirim yani modem seçilir. PLC cihazları TIA Portal yazılımında hazır şekilde bulunduğu için Connection menüsüne otomatik olarak eklenirler. Fakat Modbus cihazı otomatik olarak eklenmez. Bu cihaza ait özellikler manuel olarak Connection menüsünden Add new tıklanarak eklenir.

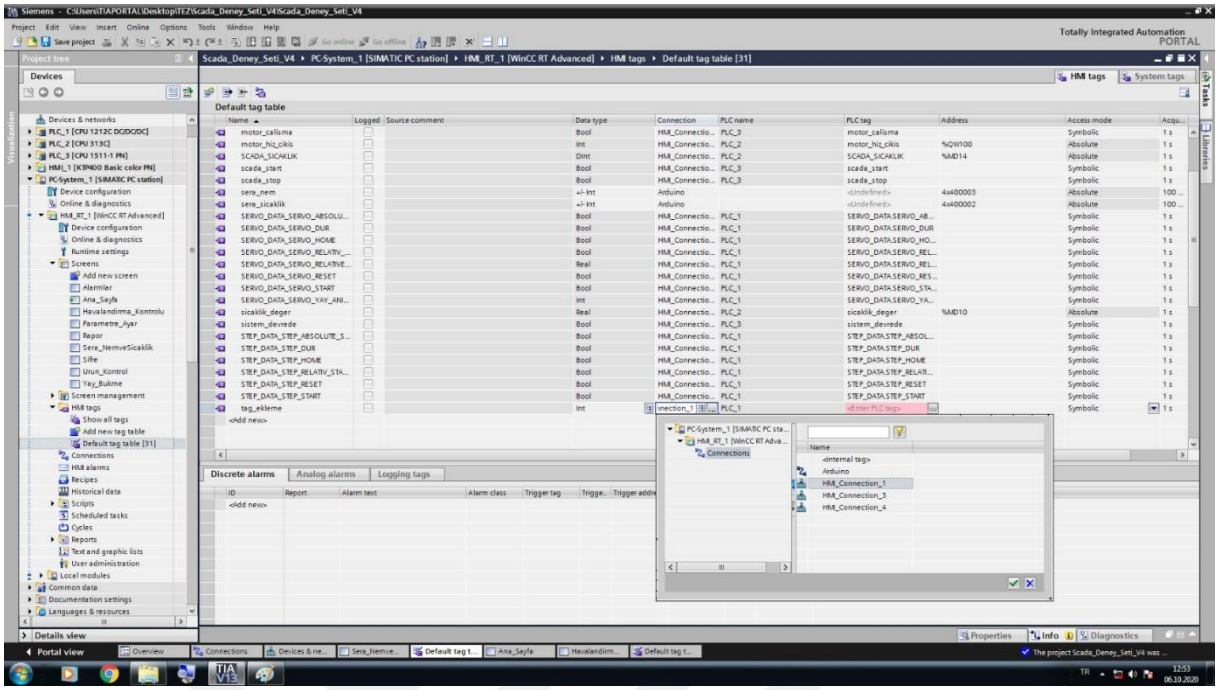
Dikkate alınması gereken önemli konu, bilgisayarın IP adresi ile CPU ve SCADA adreslerinin aynı ağ grubunda olmasıdır [18].

Aşağıdaki şekillerde, tez projesinde gerçekleştirilmiş olan uygulamaların SCADA sistemi ile bağlantı tiplerinin konfigirasyonu verilmiştir.



Şekil 4.38: Bağlantı tiplerinin konfigrasyonu.

TIA portal yazılımında Device & Networks menüsünde görünen ve daha önce Profinet tanımlaması yaptığımız cihazlarından veri çekilebilmesi için ekstra tag tanımlamasına ihtiyaç duyulmaz. Bu cihazlara tanımlı olan tag'lar otomatik olarak TIA Portalda görünmektedir. Bütün bu işlemler yapıldıktan sonra SCADA projesinin sayfa tasarımına başlanır ve çekmek istediğimiz veriler, ilgili cihazların tag'ları seçilerek SCADA'dan gözlemleme ve kontrol işlemine hazır hale getirilir. Fakat yukarıda da belirtildiği gibi Modbus cihazlardan veri çekilebilmesi için çekilecek verinin tag tanımlamaları yapılmalıdır. Örnek tag tanımları aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 4.39: Modbus cihazın tag tanımlanması.

SCADA sisteminde sayfa tasarlanması yapılırken ilk olarak eklenen ekranda genel SCADA görünümü çıkar. SCADA ekranı, araç düğmelerinden ve Task card içerisinde bulunan Toolbox objelerinden oluşmaktadır. Toolbox objeleri de kendi aralarında üç gruptan oluşmaktadır.

1. Basic objects, içerisinde temel çizim araçlar olan bir bölümdür.

2. Elements bölümünde ise adından da belli olduğu gibi SCADA objelerinden oluşur.

3. Son bölüm olan Controls grubu ise SCADA' ya ait fonksiyonlardan oluşmaktadır.

Kullanılan bu çizim objeleri veya SCADA fonksiyonlara yapılacak projeye uygun seçilerek ekrana sürüklenir. Ekrana sürükleme işlemi bittikten sonra ise eklenen bu objelerin ve fonksiyonların konfigirasyonu hayata geçirilir. Konfigrasyon işlemi Properties menüsünden yapılmaktadır. Bir butona görev atmak için ise Events sekmesi kullanılır. Events sekmesinde butona dokunma veya aksi işlem yapılmasında zaman için gerekli olan uygun tag tanımlaması yapılır.

Bu tez projesinde geliştirilen uygulamalara uygun olarak 7 tane sayfa oluşturulmuştur. Oluşturulma işlemi bölüm 2'de anlatılmaktadır.

Oluşturulmuş ekranlar aşağıdakilerdir:

1. Ana_sayfa
2. Havalandırma_Kontrolu
3. Yay_Bükme
4. Ürün_Kontrol
5. Sera_Nem ve Sıcaklık
6. Alarmlar
7. Parametre_Ayar
8. Rapor
9. Şifre

İlk ekran olan Ana ekranda genel bilgiler yer almıştır. Kullanılan diğer ekranlara rahatlıkla geçişi sağlamak için ise Ana ekrana hepsi eklenmiştir.

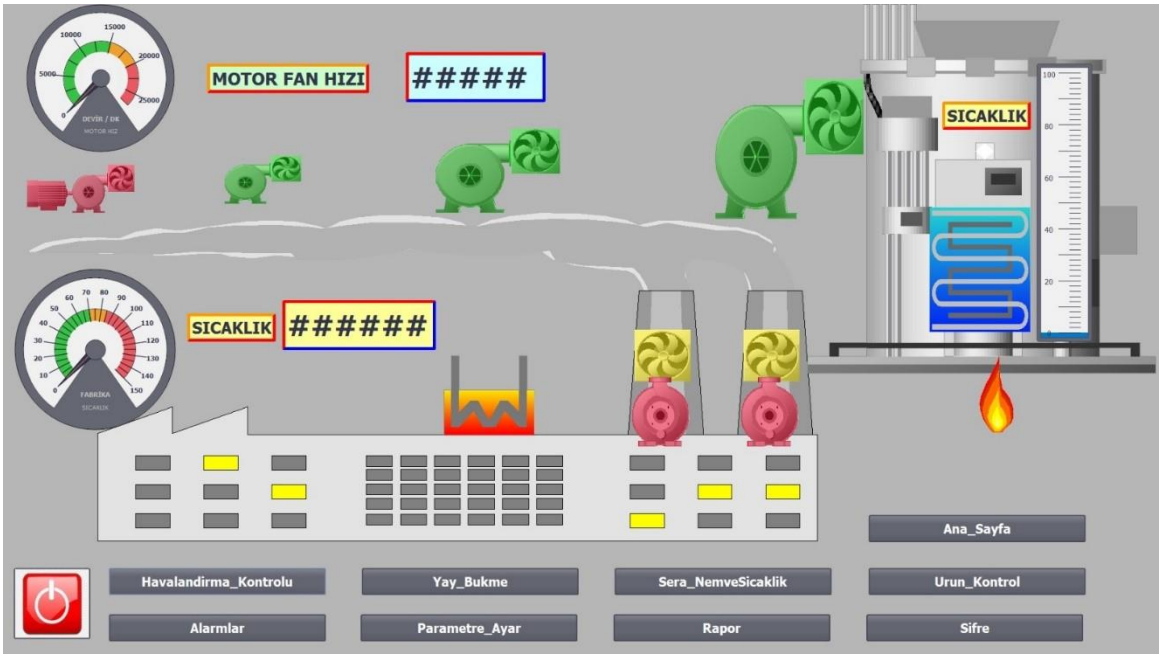
Tez projesinde yapılmış olan Ana ekran sayfası aşağıda gösterilmektedir:



Şekil 4.40: Ana ekran sayfası.

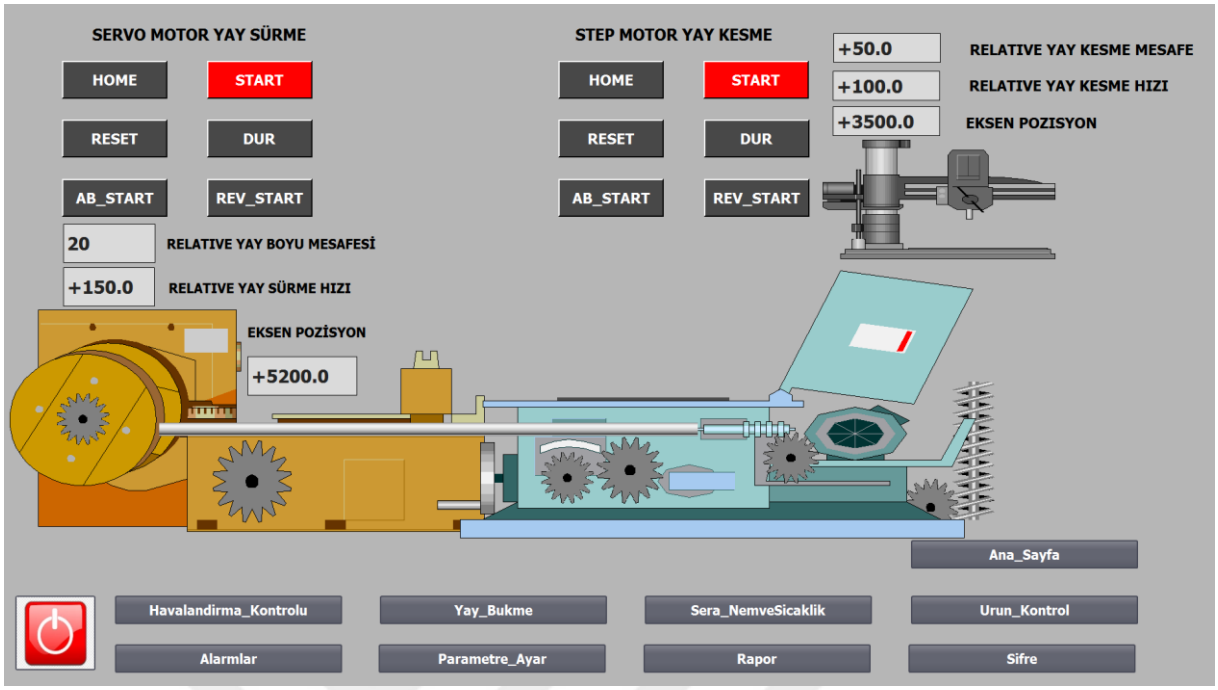
S7-300 ile sıcaklığa bağlı hız kontrolü uygulaması ise SCADA siteminde diğer sayfada yer almaktadır. Sayfa tasarımı, yapılacak olan uygulamaya ve kullanıcının isteğine bağlı olarak yapılabilir.

Bu sayfanın şekli aşağıda gösterilmektedir:



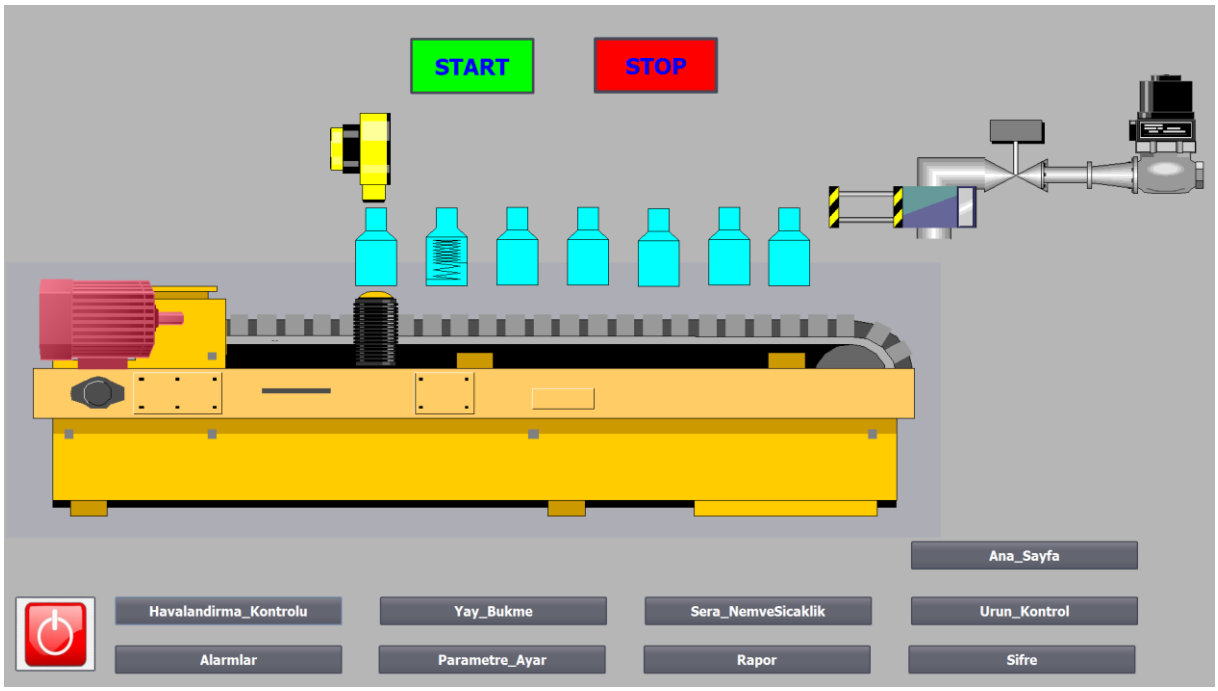
Şekil 4.41: Havalandirma_Kontrol sayfası.

S7-1200 PLC ile yay bükme makinasının step ve servo motorlarının senkron çalışması uygulması ise SCADA ekranın 3.sayfasında yer almaktadır. Bu sayfanın şekli aşağıda gösterilmiştir:



Şekil 4.42: Yay_bukme sayfası.

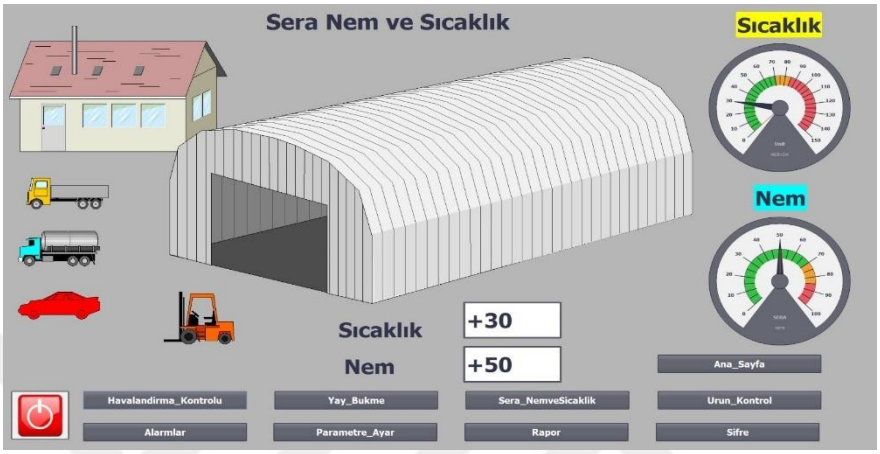
S7-1500 PLC ile ürün kontrolü uygulaması da SCADA ekranın 4.sayfasında yer almaktadır. Diğer uygulamalarda yapılan işlemler bu uygulama için de geçerlidir. Bu sayfanın şekli aşağıda gösterilmiştir:



Şekil 4.43: Urun_Kontrol sayfası.

Geliştirilen, Arduino ile Sıcaklık ve Nem Bilgisinin Okunması ve Seri Haberleşme İle SCADA'ya Gönderilmesi uygulamsı da SCADA sistemine ait ekran sayfalarında yer almaktadır.

Bu sayfanın şekli aşağıda gösterilmiştir:



Şekil 4.44: Sera_Nem ve Sicaklik sayfası.

Tüm sayfalar oluşturulduktan ve butonlara görev atandıktan sonra Kurulan SCADA projesi çalışır hale getirilmiştir. Bir ekrandan dört uygulamayı izlemek mümkün olmuştur. Geliştirilen şifre sayfası ile sisteme yalnızca izni olan kullanıcıların giriş yapabilmesi veya herhangi bir müdahalede bulunabilmesi sağlanmıştır. Parametre ayar sayfası ise sisteme ait parametrelerini zaman kaybetmeden değiştirme olanağı sunmuştur.

5. SONUÇ

Akademi Otomasyon Ar-Ge laboratuvarında hayata geçirdiğimiz tez projesi 5 bölümden oluşmaktadır. Tez çalışmasına ilk olarak PLC' ler ve SCADA sistemleri hakkında genel bilgiler verilerek başlanmıştır. PLC' nin günümüz otomasyon teknolojisine kattığı avantajlar ele alınmıştır. Daha sonra SCADA sisteminin yapısı, avantajları ve PLC, aynı zamanda Modbus sistemi ile haberleşme protokolleri hakkında bilgiler verilmiştir. Genel bilgiler verildikten sonra laboratuvar ortamında uygulamaları geçekleştirmek için sistemler özveri ile kurulmuştur.

İlk uygulama S7-300 PLC ile hayata geçirilerek asenkron motoro bağlı fanın çıkış hızı kademeli olarak değiştirilmiştir. Asenkron motora bağlı fanın çıkış hızı, transmitter bağlı sıcaklık sensörünün okuduğu değerlere göre değiştirilmiştir. Önceden TIA PORTAL yazılımını kullanarak oluşturduğumuz LADDER diyagramlarda sıcaklık değerleri ayarlanmıştır ve sıcaklık sensörü ile istenilen değerlere göre fanın çıkış hızını değiştirilmiştir. Sıcaklık değeri, $30 \leq sıcaklık\ \ değeri < 40$ sıcaklıkta fanın hızı 15000, $40 \leq sıcaklık\ değeri < 50$ sıcaklıkta fanın hızı 20000, $60 \leq sıcaklık\ \ değeri$ sıcaklıkta fanın hızı 27000, $70 > sıcaklık\ değeri$ sıcaklıkta fanın hızının 0 olmuştur.

Geliştirilen ikinci uygulama S7-1200 PLC ile yapılmıştır. Yay bükme makinasına bağlı olan step ve servo motorlar birbirleriyle senkron şekilde çalıştırılmıştır. Aynı zamanda her iki motor türü için gerekli olan reçete uygulamları TIA PORTAL yazılımında sırasıyla kurulmuştur. Step motoru sürmek için Leadshine M542 step sürücü, Servo motoru sürmek için de Delta ECMA ASDA - B2 AC Servo motor sürücü kullanılmıştır. S7-1200 PLC ile bağlantısı yapıldıktan sonra LADDER diyagram oluşturulmuştur. İster LADDER diyagramdan otomatik olarak, isterse de kurulmuş sistemdeki butonları kullanarak step ve servo motorlar senkron çalıştırılmıştır.

PLC kontrol cihazı ile geliştirdiğimiz sonuncu uygulama ise S7-1500 PLC ile yapılan ürün kontrolü uygulamasıdır. Laboratuvar ortamında kurulan konveyör üzerinden geçen plastik ve metal ürünler sensörler tarafından okunmuştur. Okunan değerlerle PLC üzerindeki algoritmaya uygun olarak ürünün metal veya plastik olduğu tespit edilmiştir. Bu tez

projesinde kullanıcının isteğine bağlı olarak metal ürünler doğru, platik ürünler ise hatalı sayılarak pnömatik valf ile devre dışı bırakılmıştır.

Son uygulama ise seranın sıcaklık ve nem kontrolünün yapıldığı Arduino uygulamasıdır. Gerekli tasarım yapılarak sıcaklık ve nem sensörü ile seranın sıcaklık ve nem oranları tespit edilmiştir. Haberleşme türü olarak seri haberleşme kullanılmıştır. Seranın sıcaklık değerinin 50, nem oranının ise 30 olduğu görülmüştür.

Laboratuvar ortamında kurulan sistemlerde gerçekleştirilen dört farklı uygulama, en sonunda SCADA sisteminde birleştirilmiş bu sayede kullanım kolaylığı sağlanmıştır. Üç PLC türünden ve Modbus cihazından okunan değerler SCADA'ya gönderilmiştir. SCADA sisteminde her bir uygulama için toplam 9 sayfa oluşturulmuş, her bir sayfada butonlara görevler atanmış ve isteğe bağlı olarak tasarlanmıştır. Aynı zamanda gizlilik ve güvenlik sağlanması için şifreleme işlemi de gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonucunda SCADA sistemine birleştirilmiş olan tüm uygulamaların bir ekrandan takip edilmesi mümkün kılınmış ve tüm alıcılardan gelen veriler SCADA ekranında takip edilmiş aynı zamanda raporlanması sağlanmıştır. Oluşan arızaların zaman kaybetmeden anında tespit edilmesi ve aynı zamanda uzaktan kurulmuş olan kontrol sisteminden arızanın silinmesi mümkün kılınmıştır. Yapılan çalışma sonucunda otomasyon teknolojisinde hem zaman açısından, hem de rahatlık bakımından kurulan SCADA sisteminin önemi bir kez daha göz önüne serilmiştir.

Yapılan bu tez çalışması ile aynı zamanda kontrol sistemleri ile ilgili araştırma yapmak isteyen öğrencilerin hem pratik uygulamalar açısından, hem de literatür bakımından rahatlıkla kullanabileceği bir kaynak da sunulmuş, teorik bilgileri pratiğe dökerek kontrol sistemleri ile ilgili araştırma-geliştirme yapmak isteyen herkes için doküman da oluşturulmuştur.

KAYNAKLAR

[1]. Eminoğlu, Y., 2016, *PLC Programlama ve S7 300/400,* Birsen Basım Yayın Dağıtım Ltd.Şti, İstanbul, ISBN: 978-975-511-550-4.

[2]. Demirci, A., 2012, *Laboratuvar ortamında Scada'nın Plc tabanlı deney setlerinde uygulanması,*Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Ensititüsü.

[3]. Kayri, İ., 2003, *PLC ile ortamın sıcaklık değerinin kontrol edilmesi,* Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Ensititüsü.

[4]. Seçen, H.İ., 2014, *PLC'nin geleceği,* https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/siemens-plc-teknolojileri/12311#ad-image-0, [Ziyaret tarihi: 15 Kasım 2019]

[5]. Özer. A., 2016, *Endüstriyel sistemlerde PLC ve SCADA uygulaması,* Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Ensititüsü.

[6]. Brodzik. R., 2014, *PLC'nin tarihçesi,* https://www.controleng.com/articles/inside-the-competition-for-the-first-plc/, [Ziyaret tarihi: 18 Kasım]

[7]. Anonim, 2011, *Temel PLC sistemleri,* Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.

[8]. Anonim, 2007, PLC nedir?, https://sites.google.com/site/febalee/, [Ziyaret tarihi: 19 Kasım]

[9]. Eminoğlu, Y., 2017, *PLC Programlama ve S7 1200*, Birsen Basım Yayın Dağıtım Ltd.Şti, İstanbul, ISBN: 978-975-511-588-7.

[10]. Selek, A., 2020, *Tia Portal nedir?,* https://www.endustri40.com/tia-portal-nedir/, [Ziyaret tarihi: 20 Kasım]

[11]. Anonim, 2020, *Simatik –Field-PG-M6,* https://www.solucionesyservicios.biz/SIMATIC-Field-PG-M6-Advanced, [Ziyaret tarihi: 22 Kasım]

[12]. Anonim, 2020, Eskon kontrol cihazı, http://www.eskonel.com/ProductDetails/Display/44, [Ziyaret tarihi: 25 Kasım]

[13]. Anonim, 2020, *PLC Profesyonel S7-300 Pro 1*, Entek eğitim teknolojileri, Kocaeli.

[14]. Tokmak, İ.B, 2013, *Sıcaklık Ölçüm Enstrümanı Termodirenç Pt100 ve Endüstride Kullanımı,* https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/scaklk-olcum-enstruman-termodirenc-pt100-ve-endustride-kullanm/8506#ad-image-1, [Ziyaret tarihi: 23 Kasım]

[15]. Bayındır, R , Kaplan, O , Bayyiğit, C , Sarıkaya, Y , Hallaçlıoğlu, M., 2011, PLC ve SCADA kullanılarak bir endüstriyel sistemin otomasyonu . Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 27 (1) , 107-115.

[16]. Anonim, 2011, *Kontaktör,Röle, Koruyucu elamanlar ve montajı,* Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.

[17]. Aydoğan, T , Özgün, M , Karaahmetoğlu, S., 2009, SIEMENS SIMATIC S7-200 CPU 224 MODEL PLC KONTROLLÜ ASANSÖR, *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi* , 1 (1) , 1-9.

[18]. Eminoğlu, Y., 2016, *TIA PORTAL ile OPERATÖR PANEL& SCADA programlama,* Birsen Basım Yayın Dağıtım Ltd.Şti, İstanbul, ISBN: 978-975-511-649-5.

[19]. Anonim, 2020, *SCADA uygulamaları,* http://www.ankaraotomasyon.com.tr/iletisim.php, [Ziyaret tarihi: 20 Aralık].

[20]. Terzioğlu, H , Yalçın, G , Kısa, M . (2019). Servomotorun SCADA ile Kontrolü . Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi , () , 428-435 . DOI: 10.31590/ejosat.638394

[21]. Emrehan, C., 2018, *RTU nedir*?, https://www.hmi.com.tr/11-rtu-nedir?-blog-detay, [Ziyaret tarihi: 25 Aralık].

[22]. Siemens, 2014, *S7-1200 Programlanabilir kontrolör,* Siemens İndustry AG, Germany.

[23]. Anonim, 2011, *Servo motor ve sürücüleri,* Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.

[24]. Anonim, 2011, *Step ve Servo Motorlar,* Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.

[25]. Anonim, 2019, *Servo motor nedir?,* https://www.aksaotomasyon.com/haberler/servo-motor-nedir-cesitleri-nelerdir, [Ziyaret tarihi: 23 Ocak].

[26]. Anonim, 2011, Step motor ve sürülmesi, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.

[27]. Semiz, T.Y., 2018, *Step motor ve çeşitleri nelerdir?,* https://maker.robotistan.com/step-motor-nedir/, [Ziyaret tarihi: 25 Ocak].

[28]. Eminoğlu, Y., 2016, S7 1500 PLC Programlama, Birsen Basım Yayın Dağıtım Ltd.Şti, İstanbul, ISBN: 978-975-511-703-4.

[29]. Anonim, 2020, *S7 1512C PN,* https://www.reichelt.com/de/en/s7-1500-cpu-1512c-1-pn-s7-1512c-pn-p267952.html, [Ziyaret tarihi: 23 Mart].

[30]. Anonim, *6ES7 591-1AA01-0AA0 Siemens S7-1500,* https://www.plc-city.com/shop/en/siemens-simatic-s7-1500-accessories/6es7591-1aa01-0aa0.html, [Ziyaret tarihi: 24 Mart].

[31]. Anonim, *Memory Card*, https://www.plc-city.com/shop/en/siemens-simatic-s7-1500-accessories/6es7954-8lc02-0aa0.html, [Ziyaret tarihi: 25 Mart].

[32]. Anonim, *UT17 Programlanabilir Üniversal Sinyal Transmitteri,* http://www.tekon.com.tr/ut17-programlanabilir-%C3%BCniversal-sinyal transmitteri.html, [Ziyaret tarihi: 27 Mart].

[33]. Anonim, *Transmitter,* http://www.gentekelektronik.com.tr/urunler/transmitter-1-giris-1-cikis.html, [Ziyaret tarihi: 29 Mart].

[34]. Özçivit, Ç,. 2014, *Motor kontrolü nedir ve nasıl yapılır?,* https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/motor-kontrolu-nedir-nasil-yapilir/12251#ad-image-0, [Ziyaret tarihi: 2 Nisan].

[35]. Teker, A., 2013, *SinamicsV20.* https://www.siemens.com.tr/i/Assets/Endustri/motorvesurucuteknolojileri/Sinamics_V20.pdf [Ziyaret tarihi: 5 Nisan].

[36]. Anonim, 2017, *Endüktif sensör,* http://www.fotek.com.tr/enduktif-sensor-nedir/, [Ziyaret tarihi: 10 Nisan].

[37]. Anonim, 2018, *Kapasitif Sensör,* https://satis.tiootomasyon.com/kapasitif-sensor-nedir-cesitleri-kullanim-alanlari/, [Ziyaret tarihi: 10 Nisan].

[38]. Anonim, 2018, *Kapasitif Sensör,* https://www.elektrikde.com/kapasitif-sensor-nedir-kullanim-alanlari-ve-calisma-prensibi/, [Ziyaret tarihi: 10 Nisan].

[39]. Anonim, 2019, *Pnömatik devre elamanları nelerdir?,* https://www.uzaymakina.com.tr/pnomatik-devre-elemanlari-nedir-ve-ne-ise-yarar/, [Ziyaret tarihi: 10 Nisan].

[40]. Anonim, 2013, *Optik (fotoelektrik) sensörler,* https://www.elektrikce.com/optik-fotoelektrik-sensorler/, [Ziyaret tarihi: 15 Nisan].

[41]. Adıgüzel, Ö.Y., 2014, *Fotoelektrik sensörler,* https://www.mekatronikmuhendisligi.com/fotoelektrik-sensorler-sensorler.html, [Ziyaret tarihi: 15 Nisan].

[42]. Anonim, 2020, *M542 ekonomik mikro adımlama sürücüsü,* http://www.leadshine.com/UploadFile/Down/M542d.pdf, [Ziyaret tarihi: 17 Nisan].

[43]. Şahin, R.İ., 2020, *Step ve Servo motorlar arasındaki farklar,* http://www.automationtr.com/servo-ve-step-motor-arasindaki-farklar.html, [Ziyaret tarihi: 20 Nisan].

[44]. Demir, U., 2016, Arduino Programlama kitabı, https://www.kontrolkalemi.com/forum/konu/arduino-programlama-kitab%C4%B1-u%C4%9Fur-demir-e-kitap.113509/, [Ziyaret tarihi: 25 Nisan].

[45]. Arslan, E.; Çolakoğlu, H., *Arduino başlangıc projeleri,* https://www.pdfdrive1.com/akademikport-arduino-ba%C5%9Flang%C4%B1%C3%A7-projeleri-e41398692.html, [Ziyaret tarihi: 27 Nisan].

[46]. Anonim, 2020, *DHT11 sıcaklık ve nem sensörü,* https://www.robotistan.com/dht11-temperature-and-humidity-modul, [Ziyaret tarihi: 30 Nisan].

[47]. İsmayil, 2012, *DHT11 sıcaklık ve nem sensörünün Arduini ile kullanımı,* http://arduinoturkiye.com/dht11-sicaklik-ve-nem-sensorunun-arduino-ile-kullanimi/, [Ziyaret tarihi: 30 Nisan].

[48]. Anonim, 2015, *Arduino ile RS 485 üzerinden Modbus haberleşme,* http://elektro-blogger.blogspot.com/2015/10/arduino-ile-rs485-uzerinden-modbus.html, [Ziyaret tarihi: 1 Mayıs].

[49]. Albayrak, A., Duran, F., & Bayir, R., 2018, Development of intelligent decision support system using fuzzy cognitive maps for migratory beekeepers, *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 26(5), 2476-2488.

[50]. Yavşan, E , Kara, M , Karalı, M , Erişmiş, M ., 2020, Kapasitif Enkoderler için Sağlam bir Algılayıcı Mekaniği . *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* , 47(53), DOI: 10.31590/ejosat.801957

[51]. Anonim, 2009, *ASDA-B2 serisi,* https://www.deltaww.com/Products/CategoryListT1.aspx?CID=060201&PID=ALL&hl=en-US, [Ziyaret tarihi: 3 Mayıs].