

**T.C  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PLC VE SCADA SİSTEMLERİNDE KATI VE  
SIVILARIN TARTIM HASSASİYETİNİN  
ARTTIRILMASI VE DOZAJLANMASI**

**Mak. Müh. Fatih BECERİKLİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı  
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hasan ALLİ  
HAZİRAN-2013**

**T.C  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PLC VE SCADA SİSTEMLERİNDE KATI VE SIVILARIN TARTIM  
HASSASİYETİNİN ARTTIRILMASI VE DOZAJLANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Makine Müh. Fatih BECERİKLİ**

**( 091120106 )**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 14 Haziran 2013**

**Tezin Savunulduğu Tarih : 1 Temmuz 2013**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hasan ALLİ**

**Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Orhan ÇAKAR**

**Doç. Dr. Abdulkadir ŞENGÜR**

**HAZİRAN-2013**

## ÖNSÖZ

Yaptığım bu çalışma sürecinde çalışmanın planlanıp yürütülmesinde büyük bir titizlik, sabır ve özveriyle bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile beni yönlendiren, beni araştırmaya yöneltten ve hiçbir yardımını benden esirgemeyen danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Hasan ALLİ' ye sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Fırat Üniversitesi Makine Mühendisliğinin laboratuvar imkanlarını sınırsızca kullanımına açan, çalışmalarım sırasında mühendisliğimin gelişmesinde katkı sağlayarak engin bilgisini ve tecrübesini hiçbir zaman esirgemeyen ve gösterdiği ilgi ile çalışmanın amacına ulaşmasını sağlayan değerli hocam Doç. Dr. Servet SOYGÜDER' e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca yüksek lisans süreci boyunca kendilerinden ders alma fırsatı bulduğum bilgi ve deneyimlerinden yararlanarak fikir alış verişinde bulunduğum tüm hocalarıma da teşekkür etmek isterim, onlarla birlikte çalışmak benim için büyük bir ayrıcalıktı.

Bütün hayatım boyunca bana her açıdan destek olan ve bugün burada bulunmamı sağlayan, hiçbir karşılık beklemeksizin üstün bir özveri sergileyen ve manevi destekte bulunan aileme sonsuz teşekkür ve minneti borç bilirim. Çalışmalarına vermiş oldukları desteklerden dolayı FÜBAP birimine de teşekkürlerimi sunarım.

**Fatih BECERİKLİ**  
**ELAZIĞ - 2013**

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                 | <u>Sayfa No</u> |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| ÖNSÖZ.....                                                                      | I               |
| İÇİNDEKİLER.....                                                                | II              |
| ÖZET.....                                                                       | IV              |
| SUMMARY.....                                                                    | V               |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....                                                           | VI              |
| TABLolar LİSTESİ.....                                                           | IX              |
| KISALTMALAR.....                                                                | X               |
| SEMBOLLER LİSTESİ.....                                                          | XI              |
| 1. GİRİŞ.....                                                                   | 1               |
| 2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI.....                                                   | 2               |
| 3. TARTIM ve DOZAJ SİSTEMLERİNİN KULLANIM ALANLARI.....                         | 7               |
| 3.1. Hazır Beton Santralleri.....                                               | 7               |
| 3.2. Asfalt Plantleri .....                                                     | 9               |
| 3.3. Toprak Mahsülleri Ofisleri (TMO).....                                      | 10              |
| 3.4. Kimyasal Ürün Fabrikaları.....                                             | 11              |
| 3.5. Katı - Sıvı Ürün Dolum ve Paketleme Tesisleri.....                         | 12              |
| 4. TARTIM VE DOZAJ SİSTEMİ PROTOTİP TASARIMI VE İMALATI .....                   | 13              |
| 4.1. Tartım Sistemlerinde Karşılaşılan Problemler.....                          | 13              |
| 4.2. Prototip Sistemin İşleyişi ve İş Akış Şemasının Oluşturulması.....         | 14              |
| 4.3. Prototipte Kullanılan Elektrik ve Mekanik Malzeme Tanımları.....           | 18              |
| 4.3.1. PLC Malzemeleri.....                                                     | 18              |
| 4.3.1.1. PLC işlemcisi (CPU) ve Micro Memory Kart.....                          | 18              |
| 4.3.1.2. Terminal Modüller (TM-E, TM-P).....                                    | 20              |
| 4.3.1.3. Elektronik Güç Modülü (PM-E).....                                      | 21              |
| 4.3.1.4. Analog Input ( $\pm 80$ mV).....                                       | 22              |
| 4.3.1.5. Analog Output ( $\pm 10$ V).....                                       | 23              |
| 4.3.1.6. 8’li Dijital Input.....                                                | 24              |
| 4.3.1.7. 4’lü Dijital Input.....                                                | 25              |
| 4.3.1.8. 8’li Dijital Output.....                                               | 25              |
| 4.3.2. Tek Kutuplu 24 V DC Röle (Omron).....                                    | 26              |
| 4.3.3. Loadcell (ZEMİC).....                                                    | 26              |
| 4.3.4. Pnömatik Oransal Akış Kontrol Valfi (Festo MPYE-5).....                  | 29              |
| 4.3.5. Akış Kontrol Valfi (E-MC).....                                           | 31              |
| 4.3.6. Pnömatik Piston (E-MC).....                                              | 32              |
| 4.3.7. Güç Kaynakları (Omron-Technic-Merttuğ).....                              | 32              |
| 4.3.7.1. 220 V AC – 24 V DC Güç Kaynağı (Omron).....                            | 33              |
| 4.3.7.2. 220 V AC – 12 V DC Güç Kaynağı (Technic).....                          | 33              |
| 4.3.7.3. 24 V DC – 12 V DC Güç Kaynağı (Merttuğ).....                           | 34              |
| 4.3.8. DC Motor.....                                                            | 34              |
| 4.3.9. Kullanılmış Diğer Malzemeler.....                                        | 35              |
| 4.4. Prototip Sistem Mekanik Aksam Tasarımı ve İmalatı.....                     | 35              |
| 4.5. Prototip Sistem Elektrik Aksam Tasarımı, Projelendirilmesi ve İmalatı..... | 40              |
| 5. PID KONTROL.....                                                             | 42              |



|                                                                            | <b><u>Sayfa No</u></b> |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 5.1. PID Transfer Fonksiyonu.....                                          | 42                     |
| 5.1.1. Orantı Etki (P – Kontrol).....                                      | 44                     |
| 5.1.2. PI kontrolör.....                                                   | 44                     |
| 5.1.3. PD Kontrolör .....                                                  | 45                     |
| 5.1.4. PID Kontrolör.....                                                  | 45                     |
| 5.2. P, I ve D Denetleyicilerin Karakteristikleri.....                     | 46                     |
| 5.3. PID Kontrol Parametre Ayarı.....                                      | 46                     |
| 5.4. Kontrolün Gerçekleştirilmesi.....                                     | 47                     |
| 5.4.1. PID Parametreleri ve Değişkenlerin FB41’e Uygulanması.....          | 51                     |
| 6. PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROLÖR (PLC).....                             | 53                     |
| 6.1. Uygulamalarda Kullanılan PLC Modelleri.....                           | 55                     |
| 6.2. SİMATİC MANAGER STEP 7 ile PLC Programlama.....                       | 55                     |
| 6.2.1. Yeni Bir Proje Oluşturup Donanım Güncelleme.....                    | 56                     |
| 6.2.2. Donanım Seçme ve Sistem Konfigürasyonu.....                         | 58                     |
| 6.2.3. CPU ve SİMATİC MANAGER STEP-7 Haberleştirme.....                    | 60                     |
| 6.3. PLC Program Yazım Dilleri.....                                        | 62                     |
| 6.3.1. Kontak Plan (LADDER).....                                           | 63                     |
| 6.3.2. Fonksiyon Plan (FBD).....                                           | 63                     |
| 6.3.3. Deyim Listesi (STL).....                                            | 64                     |
| 6.4. PLC İçin Kontrol Programının Yazılması.....                           | 64                     |
| 6.4.1. Sistemin Akış Diyagramının Çıkarılması.....                         | 65                     |
| 6.4.2. Sistem Elemanlarının Çalışma Zamanlarının Belirlenmesi.....         | 65                     |
| 7. SCADA (SUPERVISORY CONTROL and DATA ACQUISITION).....                   | 66                     |
| 7.1. SCADA Sisteminin İşlevleri ve Sistemin Çalışma Yapısı.....            | 67                     |
| 7.2. SCADA Programlamada Kullanılan Programlar.....                        | 69                     |
| 7.3. WINCC İle SCADA Programlama.....                                      | 71                     |
| 7.3.1. Yeni Bir Proje Oluşturma.....                                       | 71                     |
| 7.3.2. SCADA’ nın PLC İle Haberleştirilmesi.....                           | 73                     |
| 7.3.3. SCADA Etiketleri Oluşturma.....                                     | 75                     |
| 7.3.4. Graphics Designer.....                                              | 76                     |
| 8. TASARLANAN PROTOTİP İÇİN PLC VE SCADA PROGRAMININ<br>OLUŞTURULMASI..... | 78                     |
| 8.1. PLC Programının Oluşturulması.....                                    | 78                     |
| 8.2. SCADA programının Oluşturulması.....                                  | 81                     |
| 8.2.1. Tartım ve Dozaj Sistemi İçin Oluşturulan SCADA.....                 | 84                     |
| 9. TEST SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....                                         | 89                     |
| 9.1. Bunker-1 Test Sonuçları.....                                          | 89                     |
| 9.2. Bunker-2 Test Sonuçları.....                                          | 91                     |
| 9.3. Bunker-3 Test Sonuçları.....                                          | 94                     |
| 9.4. Uygulanan Kontrol Yapılarına Göre Genel Değerlendirme.....            | 97                     |
| 10. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....                                        | 99                     |
| 11. KAYNAKLAR.....                                                         | 102                    |

## ÖZET

Bu çalışmada elektrik, mekanik ve bilgisayar yazılımlarının bir arada kullanılarak farklı mühendislik işlemlerinin bir arada yürütülmesi sağlanmıştır. Bu tez çalışmasına başlanılmadan önce birçok endüstriyel tesis ziyaret edilmiş, tartım üniteleri incelenmiş ve tartım hassasiyetinin zorlaştığı alanlara yönelik çözüm üretebilecek nitelikte bir mekanik yapı oluşturulmuştur. Sistemin mekanik aksamı öncelikle Solid Works programında tasarlanmıştır. Tasarlanan sistemin elektrik ve mekanik malzemeleri temin edilerek sistem prototip olarak imal edilmiştir. Prototip çalışmanın imalatı yapılırken endüstriyel uygunluğa son derece önem verilmiş ve sistem işlev olarak endüstriyel uygulamalarda kullanılan sistemlere birebir benzetilerek prototip üretimi tamamlanmıştır. Mekanik aksam tamamlandıktan sonra elektrik projesi çizilmiş ve elektrik kumanda panosunu teşkil edecek olan pano imalatı gerçekleştirilip mekanik sisteme ile gerekli bağlantıları yapılarak elektromekanik yapı hazır hale getirilmiştir. Sistemin bilgisayar ile kumanda edilmesi amacıyla PLC ve SCADA sistemlerinden faydalanılmıştır. Sistemin bilgisayar haberleşmesi Ethernet ile yapılarak PLC programı, STEP7 V5.5 ve SCADA programı ise WINCC V7.0 ile hazırlanmıştır.

Sistemde üç ayrı bunker mevcut olup, birinci bunkerde aç-kapa pnömatik kontrollü tartım yapılmış, ikinci bunkerde manüel düzeltme katsayıları kullanılarak pnömatik kontrollü tartım yapılmış ve üçüncü bunkerde oransal pnömatik valf ile PID kontrolör kullanılarak tartım yapılarak üç farklı sistemin karşılaştırılması sağlanmıştır. Sistem bir bütün olarak çalıştırıp dozaj sistemi otomatik hale getirilerek endüstriyel uygunluk sağlanmıştır. Sistem defalarca test edilerek sonuçlar incelenmiştir. Bu çalışmada programsal düzeltmelerin yanında geniş bir uygulama alanı içerisinde uygulanabilecek tartım hassaslaştırma işlemleri için mekanik öneriler de sunulmuş ve çalışma tamamlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** PLC ve SCADA sistemlerinde tartım ve dozajlama, Endüstriyel tartım uygulamaları, PLC programlama, SCADA programlama, PLC sistemlerinde PID kontrol, Loadcell çalışma yapısı.

## SUMMARY

### IMPROVING THE ACCURACY OF WEIGHING AND DOSING OF SOLIDS AND LIQUIDS IN PLC AND SCADA SYSTEMS

In this project, electrical, mechanical and computer softwares used to construct multidisciplinary work. Before starting the design process, many industrial facilities have been visited, weighing bunkers have been investigated and mechanical construction have been builded in order to solve problems where there is a requirement for precise weighing. Mechanical construction of the system is designed with Solid Works software. Mechanical and electrical parts of the system has been provided and prototype of the system has been constructed. In constructing part of the system it has been regarded in industrial suitability. Preceding to mechanical construction electrical drawings of the system and switchboard has been finished. To control the system with PC, PLC and SCADA system has been used. Communication between PC and SCADA system provided by ethernet protocol. PLC program has been written by STEP7 V5.5 and SCADA program has been written by WINCC V7.0.

System consist of three bunkers. There is on-off control in the first bunker and pneumatic controlled weighing has been made. In the second bunker manual correction parameters has been used to control the system. In the third bunker PID controller has been used with proportional pneumatic valve. Each of the three bunkers has been compared. The system has been operated in automated mode in an industrial perspective. The system has been tested many times and test results compared. Finally, weighing precision techniques investigated and mechanical suggestions has been made to improve industrial weighing systems.

**Key words:** Dosing and weighing systems with PLC and SCADA, Industrial dosing systems, PLC programming, SCADA programming, PID control in PLC systems, Load cell working principle

## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa No

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Ağırlık duyarlı elma sınıflandırma otomasyonunun prototip tasarımı [1].....                                              | 2  |
| Şekil 2.2. Tartım ve paketleme makinası tasarımı [2].....                                                                           | 3  |
| Şekil 2.3. Borland Delphi nesne eğilimli programlama yazılımı ile SCADA tasarımı [3].....                                           | 4  |
| Şekil 2.4. Otomatik seramik tozu depolama ve sürekli oransal tartım otomasyon SCADA tasarımı [4].....                               | 5  |
| Şekil 2.5. Sıvı ve pudramsı malzemeler için PLC ile otomatik sistemler tartım ve dozaj bağımsız çalışma biçimi [5].....             | 6  |
| Şekil 2.6. Sıvı ve pudramsı malzemeler için PLC ile otomatik sistemler tartım ve dozaj efendi/köle çalışma biçimi [5].....          | 6  |
| Şekil 3.1. Hazır beton santraline ait görsel ve malzeme işletim şeması [6].....                                                     | 8  |
| Şekil 3.2. Sürekli tip asfalt plenti [7].....                                                                                       | 9  |
| Şekil 3.3. Bismil Toprak Mahsülleri Ofisi .....                                                                                     | 10 |
| Şekil 3.4. Kumaş boyama fabrikası [8].....                                                                                          | 11 |
| Şekil 3.5. Yarı otomatik dolum tesisi [9].....                                                                                      | 12 |
| Şekil 4.1. Tartım bozucu etkenler ve bunker - loadcell sembolik görünümü.....                                                       | 14 |
| Şekil 4.2. Prototip sistem otomatik üretim akış diyagramı.....                                                                      | 16 |
| Şekil 4.3. Prototip sistem manüel üretim akış diyagramı.....                                                                        | 17 |
| Şekil 4.4. IM 151-8 PN/DP CPU ve micro memory kart gerçek görüntüsü.....                                                            | 18 |
| Şekil 4.5. IM 151-8 PN/DP CPU sembolik donanım görüntüleri [11].....                                                                | 19 |
| Şekil 4.6. Genişletilmiş IM 151-8 PN/DP CPU modül sembolik örneği [11].....                                                         | 20 |
| Şekil 4.7. Elektronik güç modülü terminal modül enerji besleme şematik görünümü.....                                                | 21 |
| Şekil 4.8. Analog Input +80 mV elektronik modül terminal modül enerji besleme şematik görünümü.....                                 | 22 |
| Şekil 4.9. Analog input elektronik modül STEP 7' de voltaj ayarı gösterimi.....                                                     | 23 |
| Şekil 4.10. Analog Output +-10 V elektronik modül terminal modül enerji besleme şematik görünümü.....                               | 23 |
| Şekil 4.11. Analog output elektronik modül STEP 7' de voltaj ayarı gösterimi....                                                    | 24 |
| Şekil 4.12. Terminal modül ve PLC elektronik kart görüntüleri.....                                                                  | 25 |
| Şekil 4.13. Omron tek kutuplu 24 V DC röle görünümü.....                                                                            | 26 |
| Şekil 4.14. Loadcell, Strain guage ve loadcell elektrik kablolarının renklere göre bağlantı gösterimi.....                          | 27 |
| Şekil 4.15. 50 kg. Zemic marka loadcell görünümü.....                                                                               | 28 |
| Şekil 4.16. Loadcell ağırlık değişimin, voltaj değişimine etki grafiği.....                                                         | 28 |
| Şekil 4.17. Festo marka pnömatik oransal akış kontrol valf görünümü.....                                                            | 30 |
| Şekil 4.18. Festo marka pnömatik oransal akış kontrol valfi sembolik görünümü [12].....                                             | 30 |
| Şekil 4.19. Festo marka pnömatik oransal akış kontrol valfinin gerilim değişimine göre açıklık oranındaki değişim grafiği [12]..... | 31 |
| Şekil 4.20. Festo marka pnömatik oransal akış kontrol valfinin elektrik soketi bağlantı uçları ve görevleri.....                    | 31 |
| Şekil 4.21. E-MC marka pnömatik akış kontrol valf görünümü.....                                                                     | 32 |

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.22. E-MC marka pnömatik piston görünümü.....                                                      | 32 |
| Şekil 4.23. Omron marka 220 VAC – 24 VDC güç kaynağı görünümü.....                                        | 33 |
| Şekil 4.24. Technic marka 220 VAC – 12 VDC güç kaynağı görünümü.....                                      | 33 |
| Şekil 4.25. Merttuğ marka 24 VdC – 12 VDC güç kaynağı görünümü.....                                       | 34 |
| Şekil 4.26. Redüktörlü 12 VDC elektrik motoru.....                                                        | 34 |
| Şekil 4.27. Prototipin Solid Works tasarlanmış model görünümü ve ekipman adları.....                      | 36 |
| Şekil 4.28. Prototipin imalatı gerçekleştirilmiş genel görünümü.....                                      | 37 |
| Şekil 4.29. Prototip tasarım ölçüleri (cm).....                                                           | 37 |
| Şekil 4.30. İmalat görünümü üzerinde, gerdirme mekanizması ve loadcell detay görünümleri.....             | 38 |
| Şekil 4.31. Tartım bandı Solid Works tasarım görünümü ve ekipman isimleri.....                            | 39 |
| Şekil 4.32. Farklı çalışma yapısına sahip kapak açma mekanizmaları.....                                   | 39 |
| Şekil 4.33. Bunker kapak açma mekanizması tasarım ve imalat görünümü.....                                 | 40 |
| Şekil 4.34. Elektrik kumanda panosu Solid Works tasarım görünümü.....                                     | 41 |
| Şekil 4.35. Elektrik kumanda panosu imalat görünümü ve kablo renk kodlarına göre besleme gerilimleri..... | 41 |
| Şekil 5.1. Kapalı çevrim PID kontrolörü.....                                                              | 43 |
| Şekil 5.2. FB41 PID fonksiyon bloğu çalışma mantığı şematik görünüm.....                                  | 48 |
| Şekil 5.3. FB41’de kullanılan giriş ve çıkış birimlerinin görevleri.....                                  | 52 |
| Şekil 6.1. PLC’ nin elektriksel sistemler ile birlikte işlemesi.....                                      | 54 |
| Şekil 6.2. SIEMENS marka PLC modelleri.....                                                               | 55 |
| Şekil 6.3. SIEMENS TIA portal programlama ekranı [15].....                                                | 56 |
| Şekil 6.4. STEP 7 programında yeni proje oluşturma.....                                                   | 57 |
| Şekil 6.5. STEP 7 programında donanım güncelleme sekmesi konumu.....                                      | 57 |
| Şekil 6.6. STEP 7 programında donanım güncelleme adımları.....                                            | 58 |
| Şekil 6.7. STEP 7 programında CPU seçme adımları ekran görünümleri.....                                   | 58 |
| Şekil 6.8. STEP 7 programında sistem konfigürasyonu.....                                                  | 59 |
| Şekil 6.9. STEP 7 programında seçilen donanım adres bilgi ekranı.....                                     | 60 |
| Şekil 6.10. STEP 7 programında haberleştirme bağlantı ayar ekranına geçiş konumu.....                     | 60 |
| Şekil 6.11. STEP 7 programında haberleştirme bağlantı ekranı.....                                         | 61 |
| Şekil 6.12. Haberleştirme donanım seçim ekranı Set PG/PC Interface.....                                   | 62 |
| Şekil 6.13. STEP 7 programında OB1’de programlamaya geçiş ve programlama dili seçim ekranı .....          | 62 |
| Şekil 6.14. Kontak plan (LADDER) yöntemiyle program Örneği.....                                           | 63 |
| Şekil 6.15. Fonksiyon plan (FBD) yöntemiyle program örneği.....                                           | 64 |
| Şekil 6.16. Deyim Listesi ( STL) yöntemiyle program örneği.....                                           | 64 |
| Şekil 6.17. Basit bir sisteme ait zamanlama gösterimi.....                                                | 65 |
| Şekil 7.1. Bir SCADA sistem otomasyonunun PLC ve saha ekipmanlarıyla çalışma yapısı.....                  | 69 |
| Şekil 7.2. SIEMENS firmasına ait çeşitli operatör panelleri [17].....                                     | 70 |
| Şekil 7.3. WINCC programı ilk çalışma ekranı .....                                                        | 72 |
| Şekil 7.4. WINCC programında yeni bir proje oluşturulduktan sonra ekran görünümü.....                     | 72 |
| Şekil 7.5. WINCC programında, Windows işletim sistemi bilgisayar adının tanıtılması.....                  | 73 |

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 7.7. WINCC programında PLC haberleştirme bilgisayar donanımının seçilme adımları.....                    | 74 |
| Şekil 7.8. WINCC programında yeni bir bağlantı noktasının oluşturulması ve IP numarası oluşturma adımları..... | 75 |
| Şekil 7.9. WINCC programında SCADA etiket ekranı.....                                                          | 76 |
| Şekil 7.10. WINCC programında SCADA tasarım ekranı.....                                                        | 77 |
| Şekil 8.1. WINCC programlamada kullanılan dijital taglar.....                                                  | 81 |
| Şekil 8.2. WINCC programlamada kullanılan analog taglar.....                                                   | 82 |
| Şekil 8.3. WINCC programlamada butona aksiyon ekleme ekranı.....                                               | 83 |
| Şekil 8.4. WINCC programlamada buton rengini değiştirme ekranı.....                                            | 83 |
| Şekil 8.5. Prototip çalışma için tasarlanan SCADA açılış ekranı.....                                           | 84 |
| Şekil 8.6. Prototip çalışma için tasarlanan SCADA sistem sayfası.....                                          | 85 |
| Şekil 8.7. Prototip çalışma için tasarlanan SCADA ağırlık kalibrasyon sayfası....                              | 86 |
| Şekil 8.8. Prototip çalışma için tasarlanan SCADA parametre ayar sayfası.....                                  | 87 |
| Şekil 8.9. Prototip çalışma için tasarlanan SCADA rapor sayfası.....                                           | 88 |
| Şekil 9.1. Bunker-1 1 kg' lık malzeme alımı için hata ve ağırlık değişim grafiği...90                          |    |
| Şekil 9.2. Bunker-2 hata katsayısının üretim sayısına bağlı normalleşme grafiği.....93                         |    |
| Şekil 9.3. Bunker-2 1 kg' lık malzeme alımı için hata ve ağırlık değişim grafiği...94                          |    |
| Şekil 9.4. Bunker-3 1 kg' lık malzeme alımı için hata ve ağırlık değişim grafiği...96                          |    |
| Şekil 9.5. Bunker-3 2 kg' lık malzeme alımı için hata ve ağırlık değişim grafiği...96                          |    |
| Şekil 9.6. Üç bunkerin zamana bağlı ağırlık değişimlerinin karşılaştırılması.....                              | 98 |
| Şekil 9.7. Üç bunkerin zamana bağlı hata değişimlerinin karşılaştırılması.....                                 | 98 |

## TABLÖLAR LİSTESİ

|                                                                                     | <u>Sayfa No</u> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Tablo 4.1 IM 151-8 PN/DP CPU Şekil 4.5' e göre donanım açıklamaları.....            | 19              |
| Tablo 5.1. PID sistemde kontrol katsayılarının sistem üzerindeki etkisi [13].....   | 46              |
| Tablo 5.2 PID fonksiyon blok 41 giriş parametreleri.....                            | 49              |
| Tablo 5.3 PID fonksiyon blok 41 çıkış parametreleri.....                            | 51              |
| Tablo 8.1 PLC programlamada kullanılan input-output adresleri.....                  | 79              |
| Tablo 8.2 PLC programlamada kullanılan zamanlayıcı ve sayıcı adresleri.....         | 80              |
| Tablo 8.3 PLC programlamada kullanılan hafıza alanları.....                         | 80              |
| Tablo 9.1 Bunker-1 malzeme alım test sonuçları.....                                 | 89              |
| Tablo 9.2 Bunker-2 hata katsayısını normalize etme malzeme alım test sonuçları..... | 92              |
| Tablo 9.3 Bunker-2 hata katsayısı normalize olmuş malzeme alım test sonuçları.....  | 93              |
| Tablo 9.4 Bunker-3 hata PID kontrollü malzeme alım test sonuçları.....              | 95              |

## KISALTMALAR

|       |                                                                                       |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| PLC   | :Programmable Logic Controller & Programlanabilir Kontrol Cihazı                      |
| SCADA | :Supervisory Control And Data Acquisition & Danışmalı Kontrol ve Veri Toplama Sistemi |
| TMO   | :Toprak Mahsülleri Ofisi                                                              |
| CPU   | :Central Processing Unit & Merkezi İşlem Birimi                                       |
| IRT   | :Integrated Rural Telematics & Entegre Kırsal Telematik                               |
| KB    | :Kilobayt                                                                             |
| MB    | :Megabayt                                                                             |
| I/O   | :İnput/Output & Giriş/Çıkış                                                           |
| L+    | :24-12 V + (artı) Uç Besleme Girişi                                                   |
| M     | :24-12 V – (eksi) Uç Besleme Girişi                                                   |
| DC    | :Doğru Akım                                                                           |
| AC    | :Alternatif Akım                                                                      |
| TM-E  | :Elektronik Terminal Modülü                                                           |
| TM-P  | :Güç (Power) Terminal Modülü                                                          |
| PM-E  | :Elektronik Güç (Power) Modülü                                                        |
| V     | :Volt                                                                                 |
| mV    | :Milivolt                                                                             |
| A     | :Amper                                                                                |
| mA    | :Miliamper                                                                            |
| AO    | :Analog Output                                                                        |
| AI    | :Analog Input                                                                         |
| DI    | :Dijital Input                                                                        |
| DO    | :Dijital Output                                                                       |
| W     | :Watt                                                                                 |
| PID   | :Proportional Integral Derivative (Oransal İntegral Türev)                            |
| P     | :Proportional                                                                         |
| I     | :Integral                                                                             |
| D     | :Derivative                                                                           |
| FB    | :Fonksiyon Blok                                                                       |
| DB    | :Data Blok                                                                            |
| TIA   | :Totally Integrated Automation                                                        |
| HW    | :Hard Ware                                                                            |
| LAD   | : Ladder Kontakt Plan Yazılım Dili                                                    |
| STL   | :Deyim Listesi Yazılım Dili                                                           |
| FBD   | :Fonksiyon Plan YazılımDili                                                           |
| CTU   | :PLC Programlamada İleri Geri Sayıcı                                                  |
| DCS   | :Dağıtık Kontrol Sistemleri                                                           |
| IP    | :Internet Protocol                                                                    |



## SEMBOLLER LİSTESİ

|        |                                                                                      |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| $e(t)$ | : Zaman domeninde hata işareti                                                       |
| $E(s)$ | : Laplace domeninde hata                                                             |
| $G_c$  | : Transfer fonksiyonu                                                                |
| $k$    | : Ağırlık katsayısı veya sinyal değişim eğrisinin eğimi. (kg/mV)                     |
| $K_p$  | : Oransal katsayı                                                                    |
| $K_I$  | : Entegral katsayısı                                                                 |
| $K_D$  | : Türev katsayısı                                                                    |
| $K_C$  | : Toplam kontrolör kazancı                                                           |
| $m_1$  | : Sistemin kendi ağırlığı dara ağırlığı. İstenilen ağırlığa göre 0 kabul edilir (kg) |
| $m_2$  | : Bilinen bir ağırlık değeri (Kalibrasyon amacıyla kullanılan ağırlık). (kg)         |
| $T_i$  | : Entegral zamanı                                                                    |
| $T_D$  | : Türev zamanı                                                                       |
| $u(t)$ | : Kontrol işareti                                                                    |
| $V_1$  | : Sistemin kendi ağırlığıyla oluşturduğu sinyal (mV)                                 |
| $V_2$  | : Sistemin bilinen bir ağırlığa karşı gelen sinyal değeri (mV)                       |

## 1. GİRİŞ

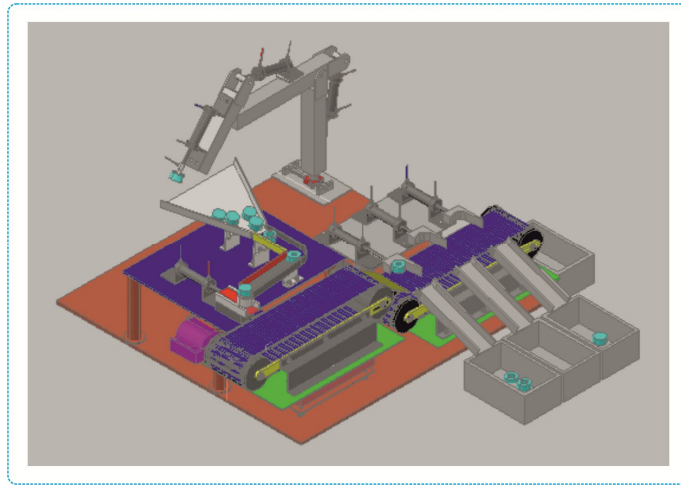
Tartım sistemleri, endüstriyel uygulamalarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bahsedilen tartım sistemleri üretime dayalı ve otomatik olarak kumanda edilen sistemlerdir. Bu sistemler bazen sadece tartım parametrelerinden oluşmakla birlikte bazen daha karmaşık şekillerde karşımıza çıkabilmektedirler. Tartımı yapılan malzemenin anlık bilgileri, sıcaklık ve nem gibi bilgiler ağırlık değerlerini etkileyecek ölçüde önemli olurlarsa bu parametrelerde kullanılan PLC programında gerekli doğrultuda programlanarak akıllı ve hassas sistemler oluşturulup yüksek verimli tesisler oluşturulabilmektedir.

Bu uygulamalara kısaca bir örnekle değinmek gerekirse; bir tank içerisindeki malzeme ve su karıştırılıp bir karışım oluşturulacaktır. Tankın içerisindeki malzemenin nemlilik oranı ölçülüp alınacak olan malzemenin nem değeri göz önünde bulundurularak istenilen hassas bir karışım yapılabilmesi için istenilen malzemenin nem değerine göre biraz fazla ve alınacak suyunda malzeme de bulunan nem miktarına karşılık gelen su miktarınca az alınması bu uygulamalara bir örnek olarak verilebilir. Endüstriyel tesisler incelendiğinde bu gibi uygulamalara rastlanabilmektedir. Ancak çalışmamızda yer alan tartım sisteminde tartım hassasiyetinin arttırılması ile üzerinde yoğunlaşılacak olan konu, malzemenin ana tank veya depodan tartılacağı hazneye boşalırken, dış bozucu etkenlerin tartım kalitesini düşürmesini engelleyip çok hassas üretimler gerçekleştirmektir. SCADA ekranından reçete değerini 50 kg. yazdığımızda tartım tamamlandığı anda tartım değerini tam olarak 50 kg. olarak görmeyi hedef alacağız. Tartımın eksik veya fazla gerçekleşmesi ürün kalitesi ve malzeme sarfiyatında son derece önem arz etmekte ve ciddi problemler oluşturmaktadır. Tartımın istenilen değerde durması birçok parametreye bağlı olmaktadır. Bu parametreler kısaca mekanik sistem yeterliliği, malzeme yoğunluk ve akışkanlık değerleri ve yazılım yeterliliği şeklinde özetlenebilir. Bu konular ilerleyen aşamalarda daha ayrıntılı ve anlaşılır halde açıklanıp detaylandırılacaktır. Bu çalışmada çok farklı alanlarda uygulanan tartım işlemleri ve karşılaşılan problemlere değinilecek ve çözümler üretilmeye çalışılacaktır.

## 2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

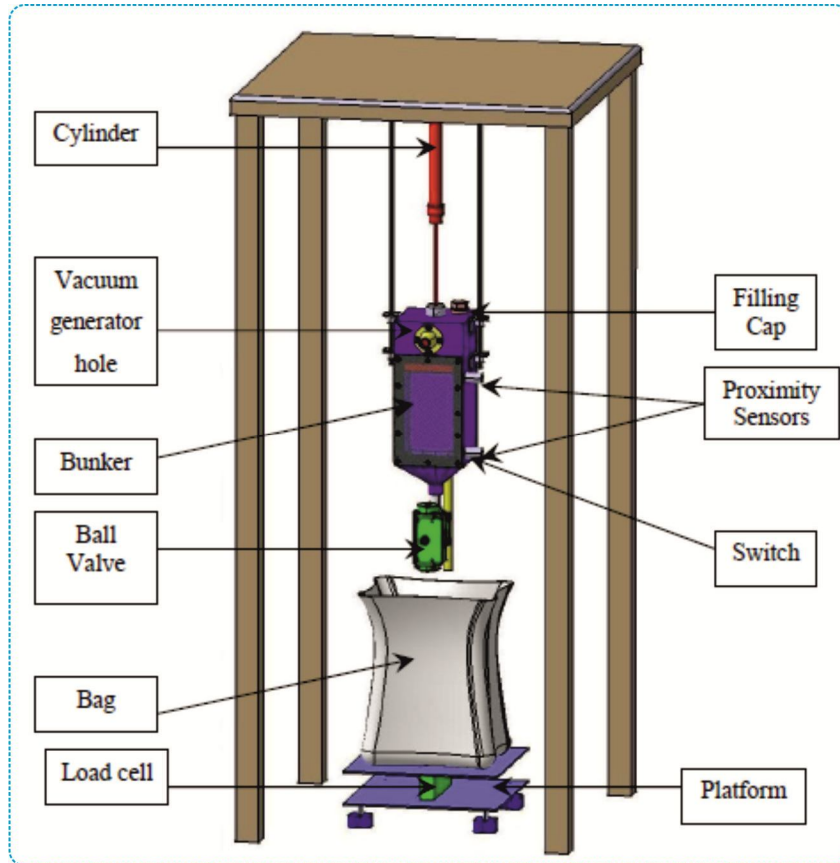
Bu kısımda tez çalışması ile yakın ilişkili olan çalışmaların literatürdeki konumları incelenecektir. PLC ve SCADA sistemleri endüstriyel uygulamalarda hızla vazgeçilmez yerini alırken bu alanda yapılan çalışmalarda artarak devam etmektedir. Çok farklı alanlarda kullanılabilen bu sistemlerin birçok firma tarafından farklı markalarda üretilerek esnek yapılarıyla programlama ve tasarımı, yazılım ve tasarımcılara bırakılmıştır. Dolayısıyla aynı PLC ile birçok farklı uygulamalar gerçekleştirilebilir. Yüksek öğrenim çalışmalarında yer alan ve tez çalışmam ile uygulama, programlama ve kullanılan kontrol yöntemleri ile ilişkili olabilecek çalışmalar şunlardır.

DEĞİRMENCİOĞLU' nun (2008) gerçekleştirdiği tez çalışmasında Ağırlık duyarlı elma sınıflandırma otomasyonunun tasarımı ve prototip imalat bu prototiple dört ayrı ağırlık grubu oluşturularak bu ağırlık gruplarına göre pnömatik alt yapılı bir sistem, PLC koordineli olarak SCADA yazılımı ile veri haberleşme ve veri depolama uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma uygulamaları sırasındaki deneysel çalışmalarda sürme, tartma ve sınıflandırmanın genel işlem basamağı olduğu ve sınıflandırma toleranslarının tartım aşamasındaki titreşim etkilerinden doğrudan etkilendiği görüldü. Bu nedenle ağırlık duyarlı sınıflandırma uygulamalarında sınıflandırma toleransı tartım ve sistem titreşimine bağlı olarak 20 g'lık hata payı ile gerçekleştirilmesi gerektiği sonucu çıkarıldı (Şekil2.1) [1].



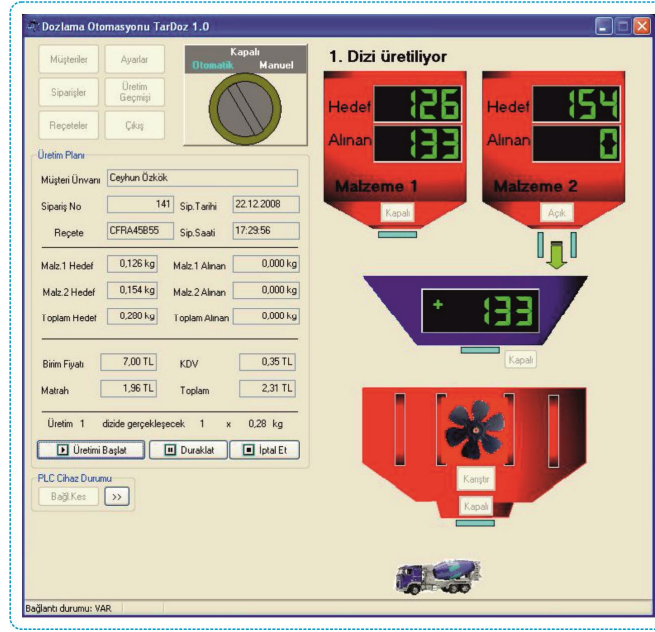
Şekil 2.1. Ağırlık duyarlı elma sınıflandırma otomasyonunun prototip tasarımı [1].

AYKAÇ' ın (2010) yaptığı tez çalışmasında, şeker fabrikalarında kullanılan tartım ve paketleme makinasının tartım doğruluğunu iyileştirmek için bir prototip tasarlanmıştır. Bazı önlenemeyen fabrika koşulları tartım ve paketleme makinasının hatalı tartım yapmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada üretilen prototip ise bu hataları düzeltmek üzere bir kalite kontrol ünitesi gibi çalışarak çuvallardaki fazla şekeri alacak eksik şekeri ise dolduracak şekilde tasarlanmıştır. Montaj kolaylığı ve küçük olması açısından prototip uygulaması mevcut 50 kilogramlık çuvallar yerine 1 kilogramlık çuvallar düşünülerek yapılmıştır. Hatalı tartımı düzeltmek üzere şeker çekme ve doldurma işlemleri, istatistiksel analiz ile elde edilen verilere dayanılarak tasarlanan bir hazneden sağlanmaktadır. Emiş için vakum kullanılmıştır, dolum ise bir küresel ventil ile gerçekleştirilmektedir. Haznenin yukarı ve aşağı hareketini pnömatik bir silindir sağlamaktadır. Tartım bilgileri bir yük hücresi ve indikatör aracılığı ile alınmıştır. Tüm bu cihazların kontrolü ise PLC donanımı ve SCADA ara yüzü ile yapılmıştır (Şekil2.2) [2].



Şekil 2.2. Tartım ve paketleme makinası tasarımı [2].

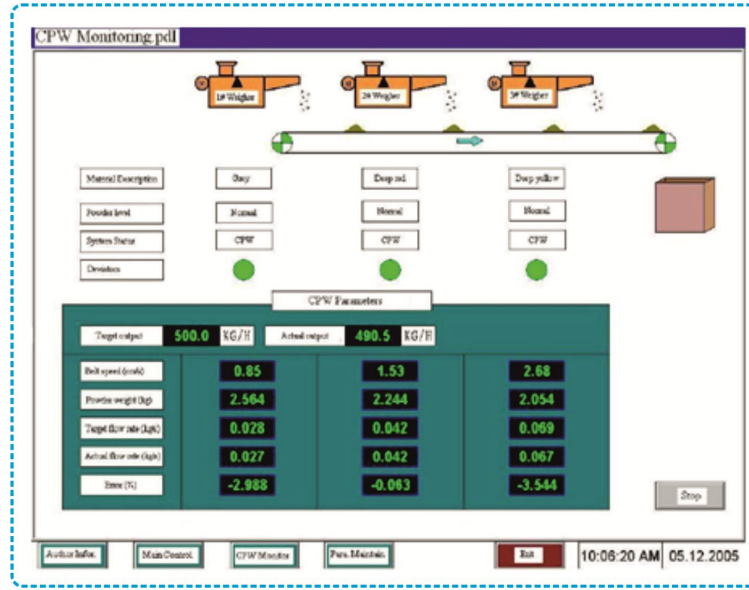
BÜYÜKGÜÇLÜ, ÖZKÖK ve ERDAL arkadaşların (2009) 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu için gerçekleştirdikleri çalışmada, iki malzemeli yem üretimine ait otomasyon sistemi için bir SCADA yazılım ara yüzünün Borland Delphi nesne eğilimli programlama yazılımı ile tasarımı ve kontrolü adım adım anlatılmıştır. Öngörülen üretim sistemi, iki adet malzeme silosu, bir adet ağırlık ölçüm ünitesi ve bir adet karıştırma ünitesinden oluşmaktadır. Bilgisayar ile sistem arasındaki veri alış-verişi, seri haberleşme portu üzerinden PLC ile sağlanmaktadır. Tasarlanan SCADA ara yüzünde görsel ve nesnel olarak; silolar, kantar, karıştırıcı, karışıma alınacak malzemelerin ağırlık değerleri ve fiyat gibi üretim detay bilgileri, otomatik ve manüel kontrol butonları ve sipariş kayıtları gibi veritabanı yapısı yer almaktadır. Üretim esnasında, kapak konumları, kantar değeri ve PLC giriş-çıkış durumları gerçek zamanlı olarak gösterilmektedir (Şekil 2.3) [3].



Şekil 2.3. Borland Delphi nesne eğilimli programlama yazılımı ile SCADA tasarımı [3].

BÜYÜKGÜÇLÜ, ÖZKÖK ve ERDAL arkadaşların yapmış oldukları çalışma şekilsel olarak bu tez çalışmasına en yakın olan çalışmalardan biri olup temel amacı SCADA yazılım ara yüzünün Borland Delphi nesne eğilimli programlama yazılımı ile tasarımının yapılmasıdır. Tartım sisteminin hassaslaştırılması gibi bir durum söz konusu değildir. Sistem incelenecek olursa tartımlarda gözle görünür ölçüde yüksek sapmalar mevcuttur.

WANG' ın yapmış olduğu çalışmada Otomatik Seramik Tozu Depolama ve Sürekli Oransal Tartım işlemi için esnek tasarım sistemi elverişli CAD sistemi oluşturularak otomatik seramik tozu depolama ve sürekli oransal tartım işlemi otomasyon prosesi kurulmuş, Siemens Profibus ve ethernet iletişimine dayalı modüler donanım ve yazılım, esnek geliştirme metodunu içeren ilgili teknikler kullanılmıştır. Üretilen platforma dayalı endüstriyel bir uygulama tanıtılmıştır. Oluşturulmuş olan SCADA' ya ait görsel Şekil 2.4' te sunulmuştur [4].



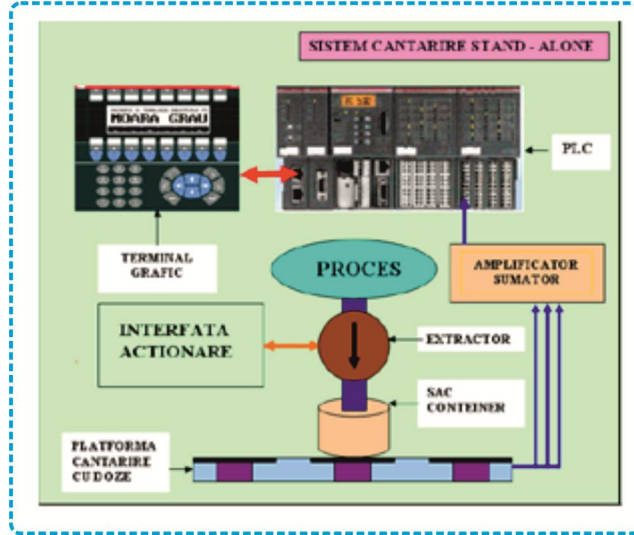
Şekil 2.4. Otomatik seramik tozu depolama ve sürekli oransal tartım otomasyon SCADA tasarımı [4].

POPOVICI, PODEA, VELEA ve VELEA arkadaşların yaptığı, Sıvı ve Pudramsı Malzemeler İçin PLC ile Otomatik Sistemler Tartım ve Dozaj isimli çalışmada data toplama ile transdüserler vasıtasıyla iki adet dozajlama sistemi tasarlanmıştır. Programa dayalı zamanla değişen sistem otomatik veri toplamayı mümkün kılmıştır. Tüm prosese ait, PLC RAM, FLASH, EPROM hafızasında var olan dozajlama ve tartım işlemleri uygulanmıştır.

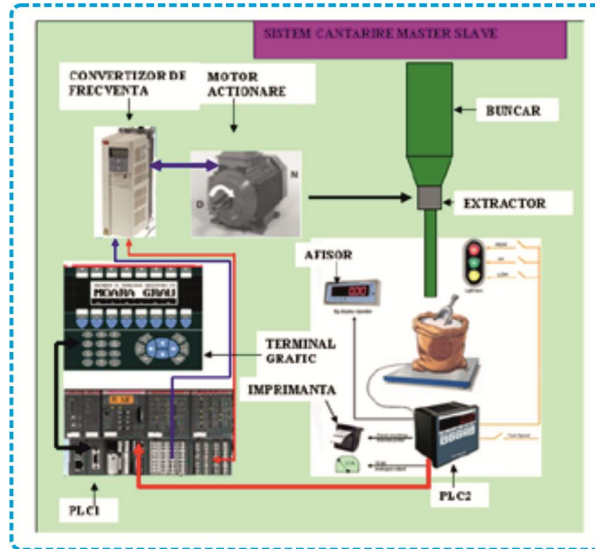
Tasarlanan tartım ve dozajlama tipleri:

- Bağımsız çalışma biçimi
- Efendi/Köle çalışma biçimi

Bağımsız programda sistem bir adet PLC ile tüm dozajlama ve tartım işlemlerini gerçekleştirmektedir. Efendi/Köle çalışma biçiminde sistem iki adet PLC den oluşmaktadır. PLC cihazlarından biri tartım işlemini gerçekleştirirken, ikinci PLC tüm prosesi görüntüleme amacıyla kullanılmaktadır [5].



Şekil 2.5. Sıvı ve pudramsı malzemeler için PLC ile otomatik sistemler tartım ve dozaj bağımsız çalışma biçimi [5].



Şekil 2.6. Sıvı ve pudramsı malzemeler için PLC ile otomatik sistemler tartım ve dozaj efendi/köle çalışma biçimi [5].

### **3. TARTIM VE DOZAJ SİSTEMLERİNİN KULLANIM ALANLARI**

Tartım işlemleri endüstriyel uygulamalarda çok farklı alanlarda karşımıza çıkmaktadır. Aşağıda tartım işlemleri mevcut olan ve otomasyon sistemleri ile kumanda edilen, örnek teşkil edebilecek bazı tesislere ve tesislerin çalışma prensiplerine kısaca değinilecektir. Bu çalışma kapsamında birçok endüstriyel tesis ziyaret edilmiş ve incelemelerde bulunulmuştur. Bu tesisler şunlardır; Ankara ve Elazığ’ da faaliyet gösteren farklı kapasite ve prosesler ile çalışan altı adet hazır beton santrali, Diyarbakır’ın Bismil ilçesinde faaliyet gösteren Toprak Mahsulleri Ofisi, Bingöl’ de faaliyet gösteren kilitli parke taşı tesisi ve asfalt plenti, İstanbul’ da faaliyet gösteren Ataköy ve Paşaköy biyolojik atık su arıtma tesisleridir. Bu tesisler tam otomatik PLC ve SCADA sistemleri ile donatılmış olup hepsinde tez konusu olan tartım sistemleri mevcuttur. Ayrıca farklı tesislerde görev yapmış olan kalifiye personellerle görüşülerek tartım sistemlerinin diğer alanlardaki konumları araştırılmış ve bu tesislerin çalışma prosesleri hakkında bilgiler edinilmiştir. Çalışmanın öneminin ve kullanım alanlarının anlaşılması için bu tesislerden bazıları hakkında kısaca bilgiler verilecektir. Bu tesislerden bahsedilirken tartım sistemlerinin anlaşılmasına göre açıklamalar yapılacaktır. Bir üretim hattında üretim gerçekleştirilirken üretim sıcaklığı ve nemlilik oranı gibi üretime dair birçok bilgi oluşturulan SCADA ekranında izlenebilmektedir. Ancak bu konulara bu tez çalışmasında değinilemeyecek olup varlıkları hakkında bilgi sahibi olmanın yeterli olacağı düşünülmüştür.

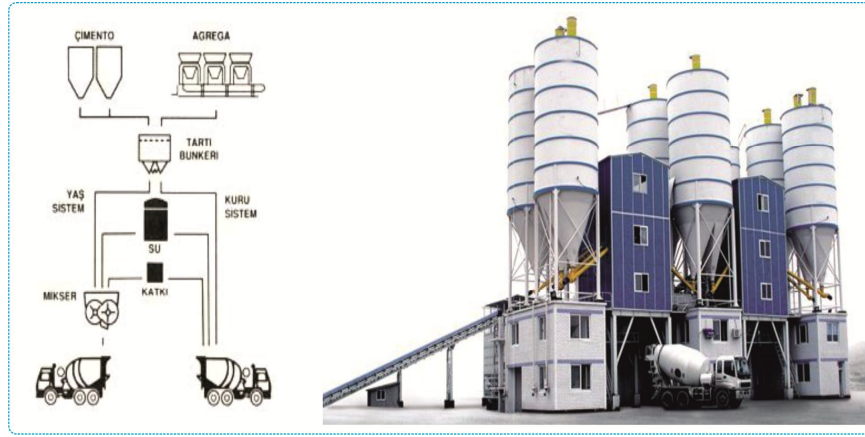
#### **3.1. Hazır Beton Santralleri**

Hazır beton bileşenlerinin stoklanıp, kontrol altında tartılıp karıştırılarak, hazır beton üretiminin gerçekleştirildiği ve transmikserlere dolumun yapıldığı tesisler beton santrali olarak isimlendirilmektedir. Şekil 3.1’de hazır beton santraline ait malzeme işletim şeması ve bir hazır beton santraline ait resim yer almaktadır.

Hazır betonun üretim süreci, santral operatörünün üretilecek betonu tanımlayan formülünü belirleyip, bilgisayar sistemini işletmesiyle başlar. İstenilen miktarda malzemeler reçetelere işlenir. İlk komuttan sonra, ayrı bölmelerde stoklanmış bulunan agrega, çimento ve su aynı anda tartılır. Tartım işleminin başlaması için içerisinde malzeme bulunan tank veya bunkerlerin içerisindeki malzemeyi tartım haznesine transfer



edecek olan kapakların açılması, helezonların çalıştırılması veya pompaların çalışıp malzemeyi tartım haznesine taşıması ile başlar. Tartım işleminin hassas olması tesis için hayati bir önem arz edecektir. Daha sonra tartılmış agrega bant veya kovayla taşınarak mikser kazanına aktarılır. Bu sırada çimento, su ve formülde varsa kimyasal katkı maddesi de kazana aktarılır ve karıştırılır ve karışım tamamlandıktan sonra üretilen beton farklı alanlarda kullanılır.



**Şekil 3.1.** Hazır beton santraline ait görsel ve malzeme işletim şeması [6].

Üretilen hazır beton, tesise akupile edilecek olan farklı ekipmanlarla çıkışta kullanıma hazır ürünler otomasyon sistemi bünyesinde yapılabilmektedir. Kilitli parke taşları, beton borular, hazır inşaat kolon ve kirişleri, beton elektrik direkleri bunlardan bazılarıdır.

Bir harman betonun hacmi santralden santrale değişmekle birlikte, genellikle 1 - 3 m<sup>3</sup> 'tür. Santralde karışma süresi de harman hacmiyle orantılı değişmektedir. Yeterince karıştırılmış olan harman, transmiksere boşaltılır, dolum tamamlanıncaya kadar aynı işlem devam eder. Beton santralleri kapasite olarak saatte 30-240 m<sup>3</sup>/saat aralığında üretim yapabilmektedir. Örneğin; saatte 180 m<sup>3</sup>/saat üretim yapan bir tesis günlük 15 saat çalışırsa toplamda 2700 m<sup>3</sup>/saat üretim yapmış olur. Betonun öz kütlesi yaklaşık olarak 1500 kg/m<sup>3</sup> 'tür. Yani bir tesis günde yaklaşık 4.050 ton üretim yapmış olur. Üretimde tartım esnasında %1 lik bir hata 40.5 ton miktarında malzemenin üretim hatası olması gibi bir durumu ortaya çıkarır. Yapılan hatalı üretimler maddi zararların yanında insan hayatını tehlikeye atması nedeniyle çok önemli bir durum teşkil etmektedir.

### 3.2. Asfalt Plantleri

Asfalt plantleri, belli gradasyondaki malzemeyi istenilen sıcaklığa kadar (genelde 160 °C) ısıtıp bitüm ve filler ile karıştırarak “asfalt beton” elde eden tesislerdir. Asfalt plantleri malzemelerin sırayla tartılıp birtakım ısıtma vb. işlemlerden geçirilip belirli proseslere göre karıştırılarak asfalt elde etmektedirler. Reçeteler SCADA ekranından girilerek hazır beton santrallerinde olduğu gibi farklı özellik ve kalitede asfalt elde edilebilmektedir. Üretim metodu olarak sürekli ve kule tipte olmak üzere ikiye ayrılırlar. Sürekli tip plantlerde (Şekil 3.2) agrega hacimsel olarak ölçülerek karışıma eklenir. Bu yöntem tek tip reçeteye büyük miktarlarda asfalt üretilecek tercih edilmektedir. 500-600 ton/saat gibi değerlere kolayca erişilebilirler. Sabit tip plantlerde ise önce hacimsel olarak ölçülen agrega, istenilen sıcaklığa çıkartıldıktan sonra kulenin tepesindeki elekler yardımıyla belli gradasyonlarda ayrılır. Daha sonra tanımlanmış reçeteye uygun olarak hassas biçimde tartılarak bitüm ve filler ile karıştırılır ve “asfalt beton” elde edilir. Bu tip plantler genelde 300 ton/saat kapasitelerinin altındaki üretimlerde verimli sonuçlar verirler.



Şekil 3.2. Sürekli tip asfalt planti [7].

Asfalt plantlerinin günlük 10000 kg/gün veya daha üstünde üretim yapabildiklerini düşündüğümüzde tartımlarda meydana gelebilecek sapmaların üretim kalitesi ve maliyetine çok büyük etkileri olacağı açık bir şekilde anlaşılmaktadır.

### 3.3. Toprak Mahsulleri Ofisleri (TMO)

Toprak Mahsulleri Ofisinin çok geniş kuruluş ve çalışma alanı vardır; tahıl alışı ve satış fiyatlarını tespit eder, tahıl ve pirinç alır satar, gerekli durumlarda bakliyat ve yağlı tohumlar piyasasını düzenleyici tedbirler alır. Buğday ve pirinç ithal ederek iç piyasaya sürer. Un ve ekmek fabrikaları kurar, işletir. Tahılların korunması ve temizlenmesiyle ilgili silo vb. tesisleri kurar, işletir. Bu işletme esnasında çok yüksek miktarlarda tahıl ürünlerin stoklanması ve tekrar piyasaya sürülmesi durumu söz konusudur. İşletme yapısı genel olarak şöyledir. Öncelikle tahıl kabulü gerçekleştirilir operatörün SCADA ekranından malzemenin stoklanacağı silo ve miktar seçildikten sonra işlem başlatılır. Malzeme tartım bunkerinde tartılarak dozajlanır ve istenilen siloya sevk işlemi gerçekleştirilmiş olur. Satış esnasında da tam tersi bir durum söz konusudur. Seçilen silodan istenilen miktarda malzeme bunkerde tartılarak kamyonlara yüklenilerek sevk edilir. Tartım işlemi küçük boyutta bir bunkere defalarca tekrarlanarak (doldur boşalt tekniği) gerçekleştirilir. Örneğin tartım bunkerinin boyutu 500 kg malzemeyi tek seferde tartabilecek boyutta ise ve biz 10000 kg malzeme istemişsek üretim 20 şarjda gerçekleştirilebilir demektir. 20 defa malzeme tartımı gerçekleştirilir ve tartım işlemi tamamlanmış olur. Diyarbakır'ın Bismil ilçesinde faaliyet gösteren Toprak Mahsulleri Ofisine ait görsel Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Bismil Toprak Mahsulleri Ofisi

Tesis kapasiteleri bölgeden bölgeye farklılık göstermekle birlikte fikir edinmek amacıyla Diyarbakır'ın Bismil ilçesinde bulunan TMO ziyaret edilmiş ve toplam silo kapasitesi 42.000 ton olduğu görülmüştür. Tartımda oluşabilecek hatalar yüksek miktarlarda zarara sebebiyet verebileceği açıktır.

### 3.4. Kimyasal Ürün Fabrikaları

Kimyasal ürün endüstrisi çok geniş bir alanı kapsamaktadır. Kimyasal ürün üretim tesisleri insan sağlığı da göz önünde bulundurulduğunda el değmeden üretimin gerçekleşmesi gereken başlıca tesislerdir. Evlerimizde kullandığımız temizlik ve boya ürünlerinden, uzay endüstrisinde kullanılan kimyasal yağlara kadar çok geniş bir alanı etkileyen kimyasal ürün tesisleri mevcuttur.

Bu çalışmanın konusu tartım ve dozajlama olduğundan bir kumaş ve iplik boyama fabrikasının proses yapısının anlaşılmasıyla diğer tesislerinde işleme mantıkları anlaşılacaktır. Günümüzde üretilen bütün kimyasal ürünler birçok kimyasal malzemenin farklı miktarlarda tartılıp bir mikser aracılığıyla karıştırılıp sevk edilmesinden oluşmaktadır. Kumaş boyama endüstrisinde de boyama renklerinin istenilen görünümde olması için farklı boya renklerinin laboratuvar şartlarında oluşturulan bir reçeteye göre bulundukları depolardan otomatik sistem ile çağrılıp istenilen miktarlarda alınması ve karıştırılıp kumaşa uygulanmasıyla gerçekleşmektedir. Renklerin tam olarak istenilen görünümde olması sistemin kalitesinin göstergesi olacaktır. Tartım işleminin hassas olmaması durumunda renk de istenilen görünümde olmayacak ve üretim başarısız olacaktır. Buna benzer binlerce kimyasal uygulama örneği mevcuttur. Şekil 3.4'te bir boyama ünitesine ait görsel sunulmuştur.



Şekil 3.4. Kumaş boyama fabrikası [8].

### 3.5. Katı - Sıvı Ürün Dolum ve Paketleme Tesisleri

Kimyasal ürün tesislerinde olduğu gibi katı ve sıvı tüketim ürünlerinin de uygulama alanları çok geniştir. Bu ürünlerde insan sağlığını yakından ilgilendirdiğinden ürünlerin el değmeden bir otomatik sistem aracılığıyla üretilmesi ürün kalitesi, yüksek hız ve hijyen sağlayacaktır. Bu uygulamalarda da tartım sistemlerinin mutlaka olması gereklidir. Bir bisküvi fabrikasında un, şeker ve diğer katkı malzemelerinin belli bir oranda alınıp karıştırılıp sevk edilmesiyle oluşmaktadır. Aynı şekilde meyve suyu üretiminden, hazır çorba üretimine kadar birçok üretim alanı mevcuttur. Bu alanların tamamında tartımın hassas ve istenilen miktarlarda gerçekleşmesi tesislerin üretim kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir.

Bu uygulama alanlarını da proses yapısını da basit bir paketleme sistemiyle açıklayacak olursak. Şekil 3.5'te gösterilen tahıl ürün paketleme sisteminde ürünler ürünün tamamı bir tanka boşaltılarak tankın malzeme boşalan kısmına bir klape veya kapak açama işlemini gerçekleştirecek bir mekanizmayla ürünler, boşalma ağzına yerleştirilen ambalaja boşaltılırken tartım işlemi gerçekleşmekte ve tartım işleminin tamamlanmasının ardında paket tartım ünitesinden başka bir alana sevk edilmektedir. Bu uygulama örneğin de yalnızca bir malzemenin paketlenmesi söz konusudur. Endüstriyel uygulamalarda bazen birçok malzemenin aynı anda tartılıp karıştırılması gerekli olmaktadır. Bu tez çalışmasında da birçok alana hizmet verebilecek bir düşünceyle farklı malzemelerin aynı tartım ünitesinde tartılması amaçlanmış ve bu amaç doğrultusunda çalışma şekillendirilmiştir.



Şekil 3.5. Yarı otomatik dolum tesisi [9].

#### **4. TARTIM VE DOZAJ SİSTEMİ PROTOTİP TASARIMI VE İMALATI**

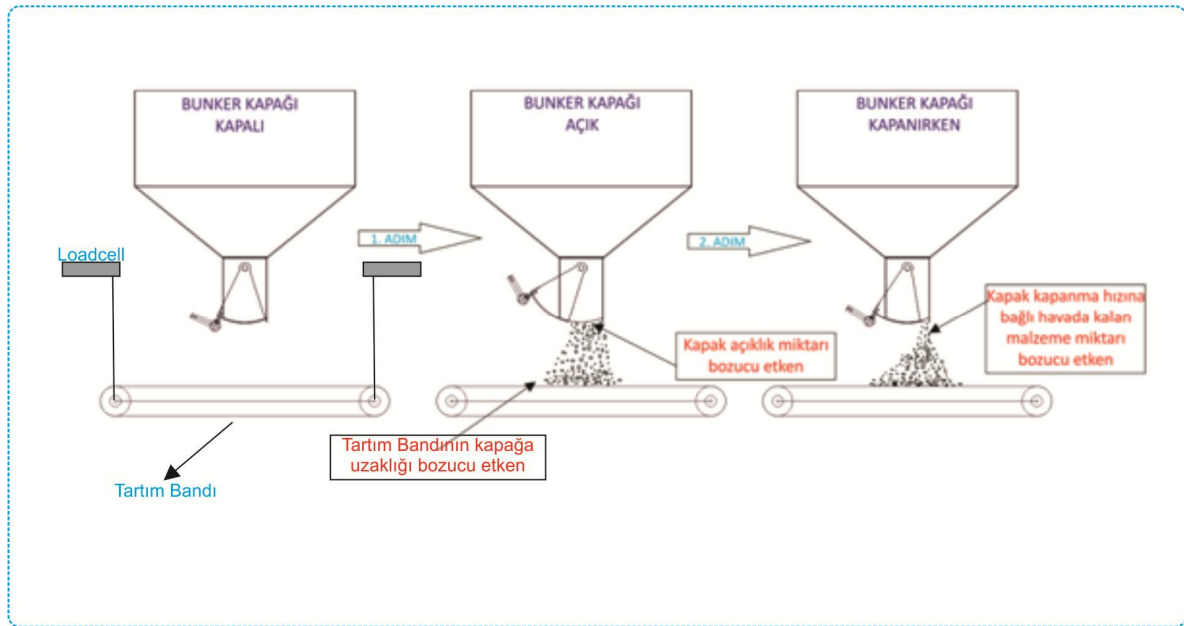
Prototip modellenmesi için, tartım sistemlerinde meydana gelen hataların incelenmesi, sistemin akış diyagramının çıkarılması, sistemde kullanılacak olan mekanik ve elektrik malzemelerinin temin edilmesi, mekanik yapının tasarlanıp imal edilmesi, elektrik projesinin çizilmesi aşamaları sırasıyla takip edilmiş ve çalışma neticelendirilmeye çalışılmıştır. Prototipin başarılı sonuçlar vermesi ve endüstriyel uygulamalara uygun hale getirilmesi amacıyla seçilen elektrik ve mekanik malzemeleri, kullanılan çizim programı, PLC ve SCADA programları uygulamalarda çokça kullanılan özellikte seçilmesi ve bunun yanında tasarım şekil itibarıyla de kullanışlı olması amacıyla büyük bir titizlikle çalışılmıştır.

##### **4.1. Tartım Sistemlerinde Karşılaşılan Problemler**

Tartım sistemlerinde karşılaşılan problemlerin belirlenmesi, imalatı yapılacak olan prototipin tasarımında yol gösterici unsur olacaktır. Tartım sistemlerinde karşılaşılan temel problem tartım esnasında meydana gelen sapmalardır. Sapmalar tartım sisteminin türüne göre farklılıklar göstermektedir. Bu tez çalışmasında endüstriyel uygulamalarda kullanılan loadceller vasıtasıyla yapılan tartımlarda meydana gelen tartım sapmaları incelenecektir. Loadceller kullanım alanlarına göre çok farklı tiplerde üretilirler. Loadcellerin özellikleri ilerleyen bölümlerde ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Sapmalar loadcellerin yerleştirilme şekilleri, mekanik aksam, programlama mantığı ve malzeme cinsine bağlı olarak gerçekleşmektedir.

Tartım ve dozajlama sistemlerinde tartımda hata oluşmasına neden olan sistemlerin başlıcaları aynı tartım bandı veya tartım bunkerlerinde birçok malzemenin aynı yerde tartılıp sevk edilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu sistemler mekaniksel olarak avantajlar sunmasının yanında özellikle katı malzemelerin tartım ünitesine uzak olması nedeniyle tartım sistemine yüksekte dolayısı çarpma etkisiyle birlikte titreşim oluşturarak tartım kalitesini düşürmektedirler. Bu sistemlerin oluşturduğu bozucu etkenler Şekil4.1’de görsel olarak sunulmuştur. Aynı tartım bandında diğer malzemeler de duruyorken tartımın yapılması ve sistemin askıda olması tartımı önemli ölçüde etkilemektedir. Malzemenin çok geniş bir ağızdan boşalması tartım süresini uzatırken, sapmaların yüksek olmasına neden olmaktadır. Bunker boşaltım ağzının daraltılması tartım hatalarını mekaniksel olarak azaltsa da tam ve kesin doğru bir sonuç vermeyecektir. Bunker boşaltım ağzının dar olması tartımın

zamanında tamamlanmasına engel olup sistemin tasarım kapasitelerinin altında kalmasına da neden olacaktır.



Şekil 4.1. Tartım bozucu etkenler ve bunker - loadcell sembolik görünümü.

#### 4.2. Prototip Sistemin İşleyişi ve İş Akış Şemasının Oluşturulması

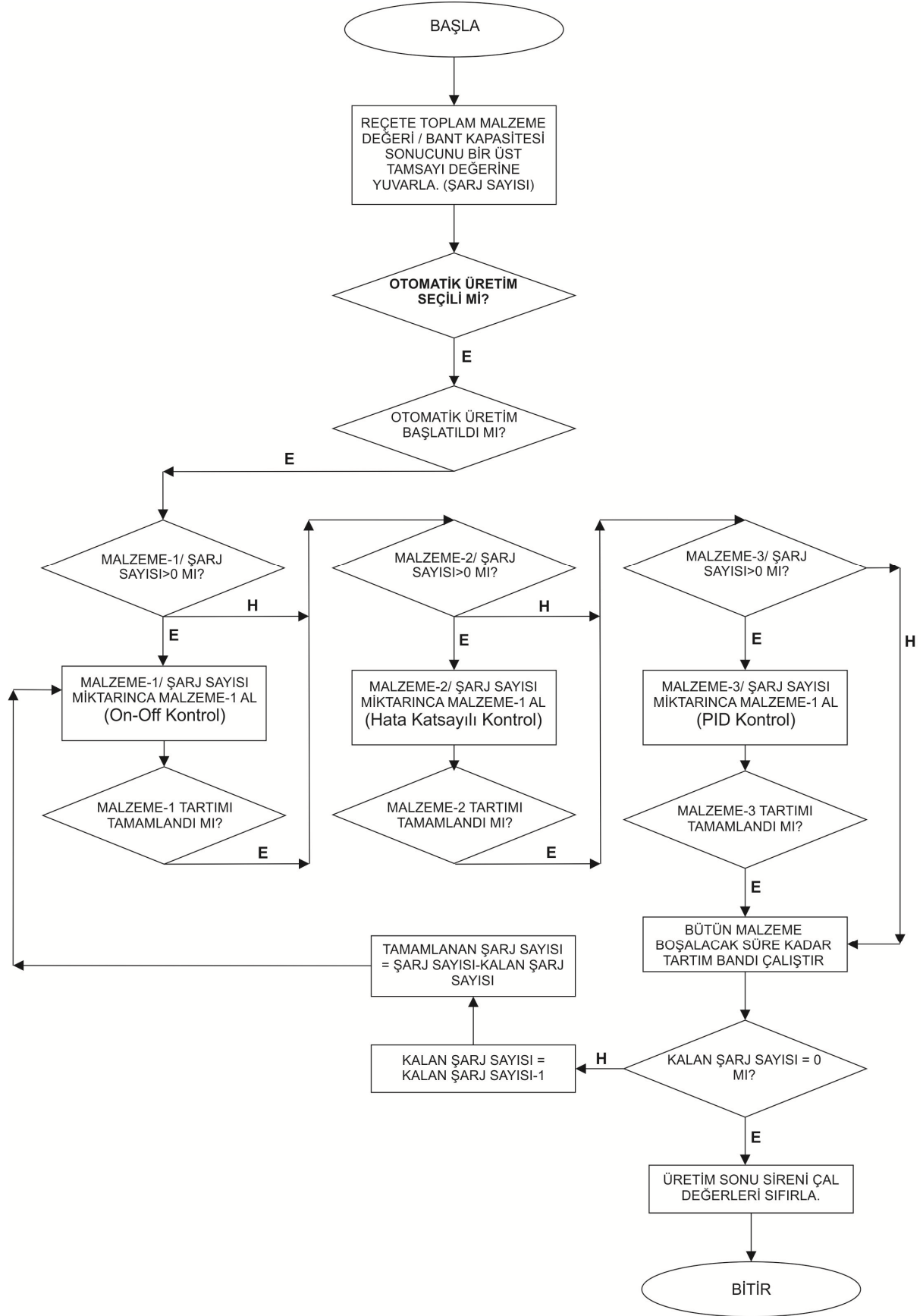
Bu tez çalışmasında seçilen model uygulamalarda sıkça kullanılan, bunker kapaklarının pnömatik pistonlar aracılığıyla açıldığı ve sapma değerlerinin yüksek çıktığı ve endüstriyel uygulamalarda model olarak kullanılan bir sistem seçilmiştir. Bu çalışmada üç ayrı malzemenin reçete değeri belirlendikten sonra, reçete miktarınca malzemenin hatasız bir şekilde tartım bandında tartılması ve sevk edilmesi işlemi gerçekleştirilecektir. Tartım işlemine başlanırken öncelikle birinci malzeme, daha sonra ikinci malzeme ve nihai olarak üçüncü malzeme alınarak tartım gerçekleştirilir. Malzemeler mutlaka bu sıralamayı koruyacaktır. Birinci bunkerde malzeme olmaması durumunda atlanarak ikinci malzeme alınabilmektedir. Sistemin işleyişi akış şemasından daha iyi bir şekilde anlaşılabilecektir. Sistem iki farklı şekilde çalıştırılabilecektir. Birinci yöntem otomatik üretim ikincisi ise manüel üretilimdir. Otomatik üretimde reçete değeri girilmiş ise otomatik start komutu verildikten sonra sistem otomatik olarak işler ve malzemenin tamamı alınıncaya kadar sistem işlem yapar ve görevini tamamlar. Manüel üretimde ise reçete değerleri girildikten sonra bunker kapaklarının sırayla operatör tarafından açılması gerekecektir. Manüel üretim mümkün



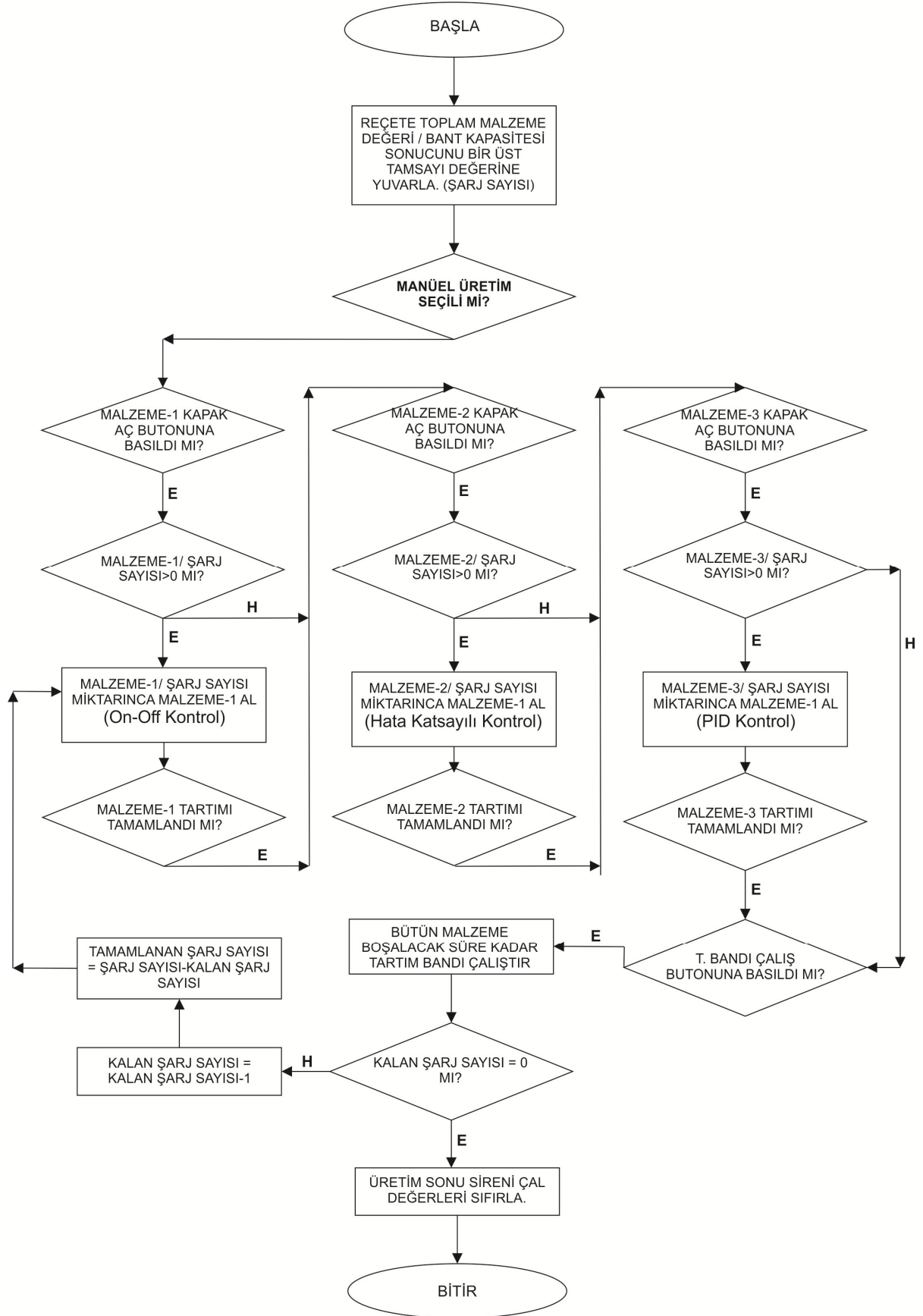
olduğunca kullanılmaz ancak bazı durumlarda sistemde meydana gelebilecek mekanik arızalarda sistemin otomatik işleyişinde aksamalar meydana gelebilir ve yarım kalan üretimler sistemin manüel olarak çalıştırılmasıyla tamamlanır. Ancak operatör isteğe göre istediği üretim metodunu tercih edebilir. Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’ te bu üretim metotlarına ait akış diyagramları verilmiştir. Bu akış diyagramlarının önceden belirlenmesi PLC programlama esnasında da büyük kolaylıklar sağlayacaktır.

Akış diyagramında belirtilen şarj sayısı; sistem üzerinde bulunan tartım bandının yük kaldırma kapasitesine bağlı olarak değişen bir değerdir. Bu değeri bir örnekle açıklamak uygun olacaktır. Tartım bandının maksimum taşıma kapasitesi 10 kg ise ve üç ayrı malzemenin banda boşaldıktan sonraki toplam ağırlıkları 10 kg’ ı geçmesi durumunda üretim parçalara bölünerek tamamlanmalıdır. Üç malzemenin toplam reçete ağırlığı 25 olduğunu varsayalım. Üretim tek seferde gerçekleşemeyecek olup 25 kg üç şarjda alınması uygun olacaktır ve üç defa doldur boşalt işlemi gerçekleştirilerek üretim otomatik veya manüel olarak tamamlanmış olacaktır.





Şekil 4.2. Prototip sistem otomatik üretim akış diyagramı



Şekil 4.3. Prototip sistem manüel üretim akış diyagramı

### 4.3. Prototipte Kullanılan Elektrik ve Mekanik Malzeme Tanımları

Bu bölümde prototip çalışmasında kullanılan mekanik ve elektrik malzemelerinin teknik olarak özellikleri ve tezde kullanım amaçları anlatılmıştır.

#### 4.3.1. PLC Malzemeleri

##### 4.3.1.1. PLC işlemcisi (CPU) ve Micro Memory Kart

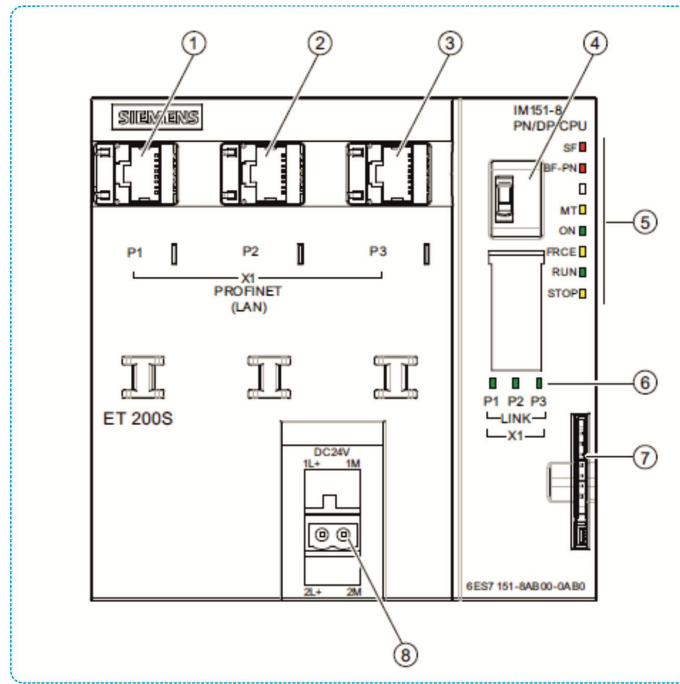
CPU işlevselliğine sahip IM 151-8 PN/DP arayüzü ile birlikte dağıtılan ET 200S sistemi, Profinet üzerinde akıllı yapıların dağılımının ekonomik ve pratik bir şekilde uygulanmasını sağlar. IM 151- 8 PN/DP CPU, Simatic S7-300 CPU 314 temel alınarak tasarlanmıştır ve üzerinde bir Profinet iletişim arayüzü olmasının yanı sıra opsiyonel Profibus DP ana modülü ile de genişletilebilme özelliğine sahiptir. Bu nedenle bu modül, çevrebirimi kontrolünü Profinet ve Profibus üzerinde sağlar. Bu çalışmada profinet üzerinden haberleşme sağlanmıştır. CPU üzerinde aynı anda üç farklı profinet haberleşmesi sağlanabilmektedir. Seçilmiş olan ET 200S PN CPU üst düzey uygulamalarda gerçek zamanlı olarak (IRT) kullanılarak yüksek verimli sonuçlar verebilmektedir. Pek çok kullanıcıya yönelik hat bağlantısı bulunan ve güncelleme süresi düşük olan makine ve tesis yapılarında da IRT kullanılabilir. Bu şekilde çıkış süreleri yüzde 30 kısalabilir [10].

CPU için farklı hafıza alanların sahip SIEMENS firmasına ait Micro Memory kartlar kullanılmaktadır. Kart hafıza alanları 64 KB ile 8 MB arasında değişmektedir. Bu çalışmada 128 KB' lık kart kullanılmıştır. IM 151-8 PN/DP modeli ve Micro Memory Kart görseli Şekil 4.4'te sunulmuştur.



Şekil 4.4. IM 151-8 PN/DP CPU ve micro memory kart gerçek görüntüsü

IM 151-8 PN/DP CPU donanım sembolik gösterimi Şekil 4.5’te ve donanım açıklamaları Tablo 4.1’ de gösterilmiştir.



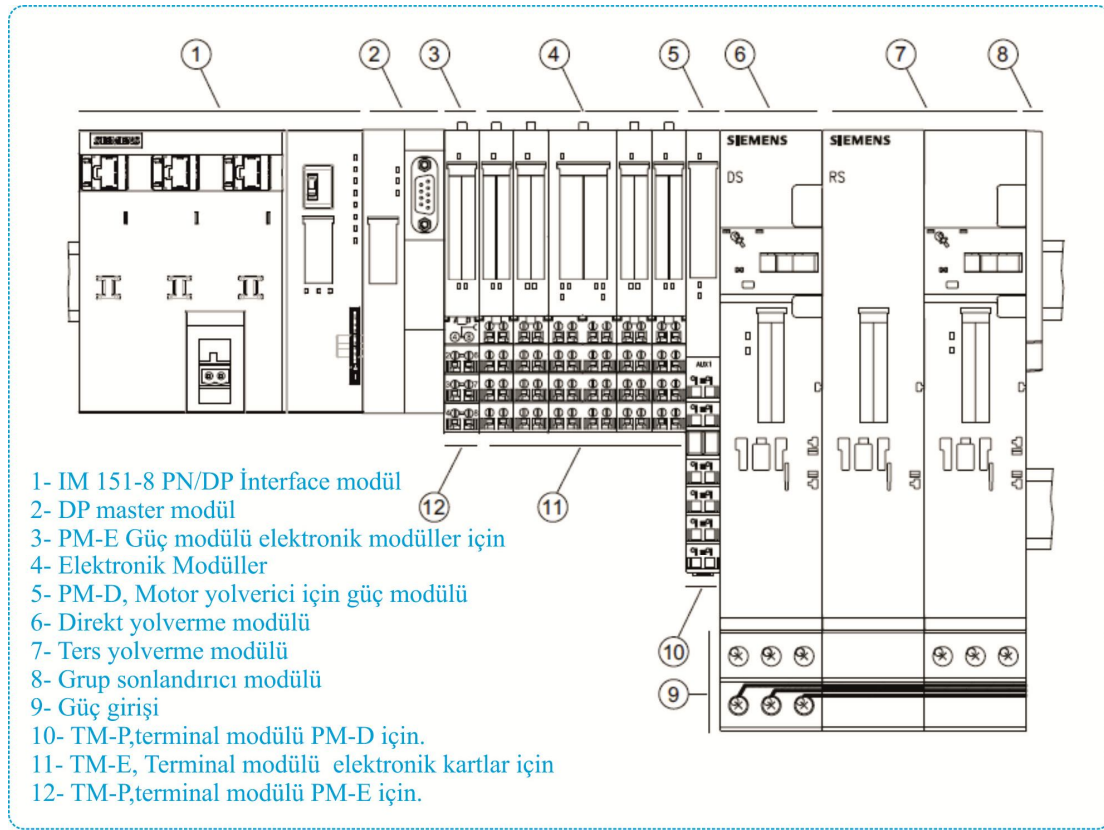
Şekil 4.5. IM 151-8 PN/DP CPU sembolik donanım görünümü [11].

**Tablo 4.1** IM 151-8 PN/DP CPU Şekil 4.5’ e göre donanım açıklamaları

| Sembol No | IM 151-8 PN/DP donanım açıklaması     |
|-----------|---------------------------------------|
| -1-       | RJ45 Ethernet Soketi (Port1 Profinet) |
| -2-       | RJ45 Ethernet Soketi (Port2 Profinet) |
| -3-       | RJ45 Ethernet Soketi (Port3 Profinet) |
| -4-       | Mod değiştirme düğmesi                |
| -5-       | Durum ve hata gösterge ledleri        |
| -6-       | Profinet durum gösterge ledleri       |
| -7-       | Micro Memory Kart yuvası              |
| -8-       | Voltaj besleme soketi (24 V)          |

IM 151-8 PN/DP CPU modeli için üretilmiş çok sayıda I/O modülleri mevcuttur. I/O modüllerinin yanında DP master, güç modülleri ve terminal modüller de mevcut olup kullanıcının isteğine göre konfigüre edilerek kullanılabilir. Bu modüllerin tamamını STEP 7 V5.5 programının internetten güncellenmesinin ardından CPU ayarı yapılarak, CPU içeriğinden görüntülemek mümkün olacaktır. Bu modüllerin konfigürasyonuna örnek teşkil etmesi amacıyla Şekil 4.6’da genişletilmiş bir konfigürasyon örneği verilmiş olup, bu tez

alışmasında kullanılan kontrol kartları görsel olarak Şekil 4.12’de gösterilmiştir. Kartların konfigürasyonu ise STEP 7 programında gerçekleştirilmiş olup Şekil 6.8’de sembolik olarak gösterilmiştir. CPU voltaj beslemesi ise Şekil 4.6’da gösterilen 8 numaralı voltaj besleme klemensi üzerinden L+ ucuna 24 V DC, M ucuna ise şase kablosu bağlanarak gerçekleştirilmektedir.



Şekil 4.6. Genişletilmiş IM 151-8 PN/DP CPU modül sembolik örneği [11].

Bu çalışmada kullanılmış olan CPU ve Micro Memory kartın Siemens firmasına ait ürün kodları aşağıda belirtilmiştir.

- CPU; 6ES7151-8AB00- 0AB0
- Micro memory kart; 6ES7953-8LF20-0AA0

#### 4.3.1.2. Terminal Modüller (TM-E, TM-P)

Bu çalışmada iki farklı terminal modül kullanılmıştır. Bu modüllerden bir tanesi PLC elektronik kartları için kullanılmış olup TM-E olarak isimlendirilmektedir. Bu modüle ait görsel Şekil 4.12’de gösterilmiştir. Diğer terminal modül ise güç elektronik kartı için

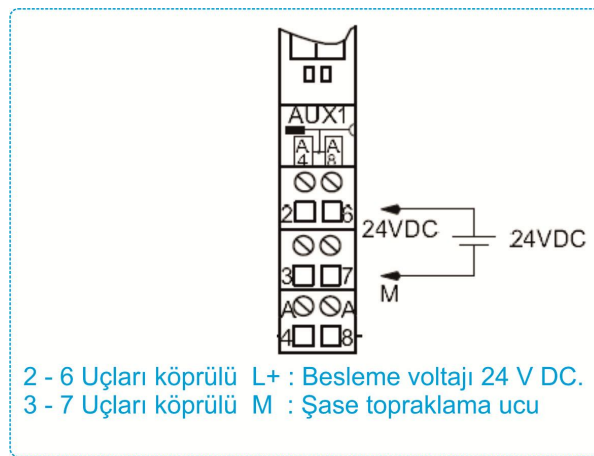
kullanılmış olup TM-P olarak isimlendirilmektedir. Güç terminalinin boyut ve görünümü TM-E ile aynı olup klemens kısımları beyaz renklidir. Terminal modülleri elektronik kartların kablolar ile bağlantısını sağlayan bağlantı elemanlarıdır. Terminal modüller TM-P başta olmak yan yana getirilerek monte edildikten sonra CPU ile birleştirilirler. Gerekli konfigürasyona göre elektronik kartlar bu terminal modüllerin üzerine geçirilerek yerleştirilirler. Bütün kartlar tırnaklı olup kolayca montaj ve demontaj edilebilmektedirler. Terminal modüllerin üzerinde kabloların geçirileceği yaylı klemensler mevcut olup bu klemensler 1'den 8'e kadar numaralandırılmışlardır. Kartın türüne göre terminal çıkış klemensleri farklı işlevlere sahip olurlar.

Bu çalışmada kullanılmış olan terminal modüllerin Siemens firmasına ait ürün kodları aşağıda belirtilmiştir.

- TM-E; 6ES7193-4CB30-0AA0
- TM-P; 6ES7193-4CC30-0AA0

#### 4.3.1.3. Elektronik Güç Modülü (PM-E)

Elektronik güç kartı terminal modüle yerleştirildikten sonra Şekil 4.7'deki gibi kablo bağlantıları yapılarak CPU ile akupule edilecektir. Kartın genel görünümü Şekil 4.12'de gösterilmiştir. 24 V DC voltaj beslemesi Omron marka güç kaynağından alınmıştır. Elektronik güç modülü kendisinden sonra gelen bütün Elektronik kartların beslemesini gerçekleştirecektir.



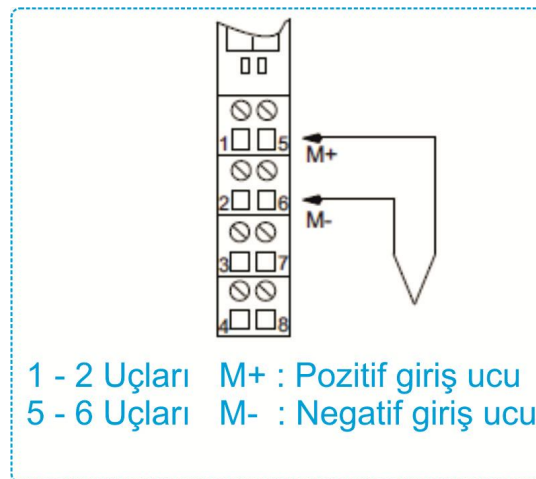
**Şekil 4.7.** Elektronik güç modülü terminal modül enerji besleme şematik görünümü

Bu çalışmada kullanılmış olan elektronik güç modülünün Siemens firmasına ait ürün kodu aşağıda belirtilmiştir.

- PM-E; 6ES7 138-4CA01-0AA0

#### 4.3.1.4. Analog Input ( $\pm 80$ mV)

Analog input kartı terminal modüle yerleştirildikten sonra Şekil 4.8' deki gibi kablo bağlantıları yapılarak CPU ile akuple edilecektir. Kartın genel görünümü Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Kart çift kanallı olup bu çalışmada loadceller için yalnızca bir kanal kullanılmıştır. Analog input loadcellerden gelecek olan 0-80 mV aralığındaki sinyalin okunması amacıyla kullanılmıştır. Karta 2 adet analog giriş yapılabilmektedir. Karta gelen sinyalin işleme mantığı loadcell ile birlikte ilerleyen konularda anlatılmıştır.



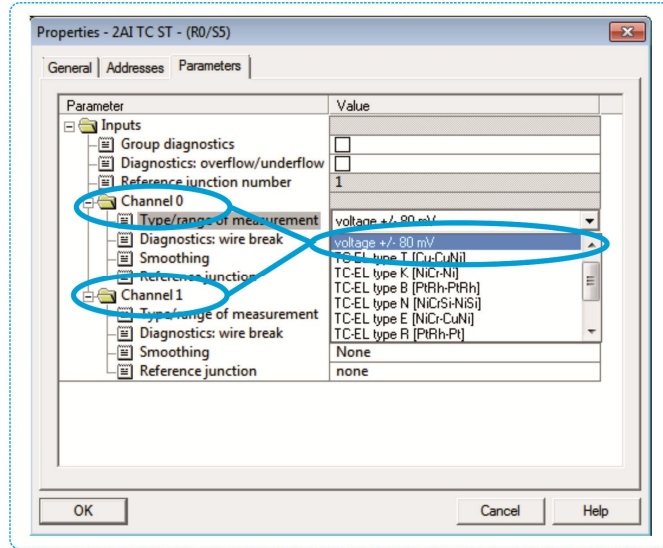
**Şekil 4.8.** Analog Input  $\pm 80$  mV elektronik modül terminal modül enerji besleme şematik görünümü

Analog input kartın iki adet kanalının STEP 7 programında gerekli gerilim ayarının yapılması gereklidir. Donanım ayarlarından kanal-0 ve kanal-1 ayarının  $\pm 80$  mV olarak seçilmesi bu çalışma için yeterli olacaktır (Şekil 4.9).

Bu çalışmada kullanılmış olan analog inputun Siemens firmasına ait ürün kodu aşağıda belirtilmiştir.

- Analog input; 6ES7 134-4JB00-0AB0

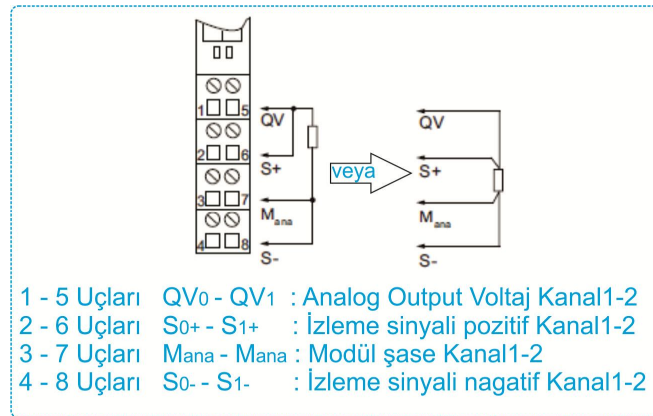




Şekil 4.9. Analog input elektronik modül STEP 7’ de voltaj ayarı gösterimi

#### 4.3.1.5. Analog Output ( $\pm 10$ V)

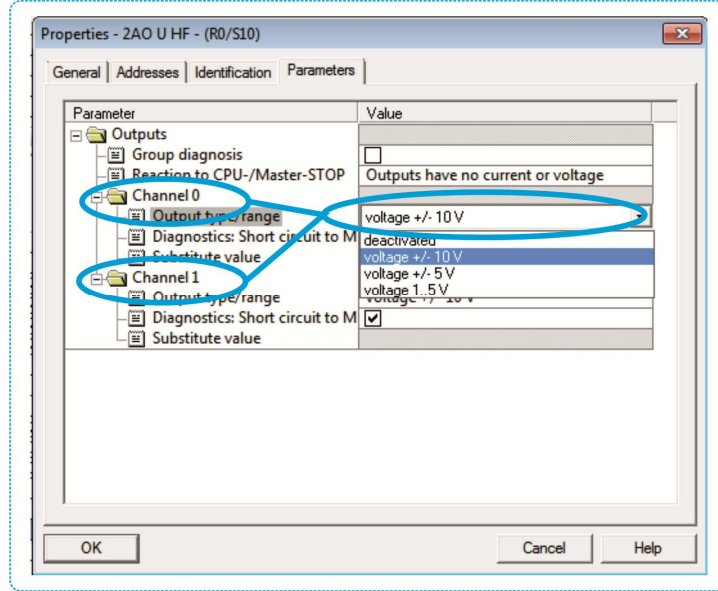
Elektronik güç kartı terminal modüle yerleştirildikten sonra Şekil 4.10’daki gibi kablo bağlantıları yapılarak CPU ile akuple edilecektir. Kartın genel görünümü Şekil 4.12’de gösterilmiştir. Kart çift kanallı olup bu çalışmada Festo oransal pnömatik valf için yalnızca bir kanal kullanılmıştır. Analog output kart oransal pnömatik valfin 0-10V aralığında kumanda etmek amacıyla kullanılmıştır. Kartta 2 adet analog çıkış yapılabilir. Kartın çıkış sinyalinin işleme mantığı oransal pnömatik valfin çalışma mantığının anlaşılmasıyla daha da netlik kazanacaktır. Oransal pnömatik valfin çalışma mantığı ilerleyen konularda anlatılmıştır.



Şekil 4.10. Analog Output  $\pm 10$  V elektronik modül terminal modül enerji besleme şematik görünümü



Analog output kartın iki adet kanalının STEP 7 programında gerekli gerilim ayarının yapılması gereklidir. Donanım ayarlarından kanal-0 ve kanal-1 ayarının +/- 10 V olarak seçilmesi bu çalışma için yeterli olacaktır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Analog output elektronik modül STEP 7’ de voltaj ayarı gösterimi

Bu çalışmada kullanılmış olan analog outputun Siemens firmasına ait ürün kodu aşağıda belirtilmiştir.

- Analog output; 6ES7 135-4LB02-0AB0

#### 4.3.1.6. 8’li Dijital İnpıt

Kartın genel görünümü Şekil 4.12’de gösterilmiştir. Bu kartta PLC ye dijital bilgi gönderen 8 adet kanal mevcuttur. Kart terminal modüle yerleştirildikten sonra kanallar sırayla terminal modüller üzerinde dizilmiş olacaktır. Sinyal girişleri terminal modül üzerinden 24 V olarak giriş yapılarak PLC’ ye aktarılmış olacaktır. Kanal giriş adresleri konfigürasyona göre değişiklik göstermekte olup kanal numaraları STEP 7’ de donanım bölümünden okunabilecektir. Bu kart sistemden dijital bilgi almak amacıyla bu çalışmada kullanılmıştır.

Bu çalışmada kullanılmış olan 8’li dijital inputun Siemens firmasına ait ürün kodu aşağıda belirtilmiştir.

- 8’li dijital input; 6ES7 131-4BF00-0AA0

#### 4.3.1.7. 4'lü Dijital Input

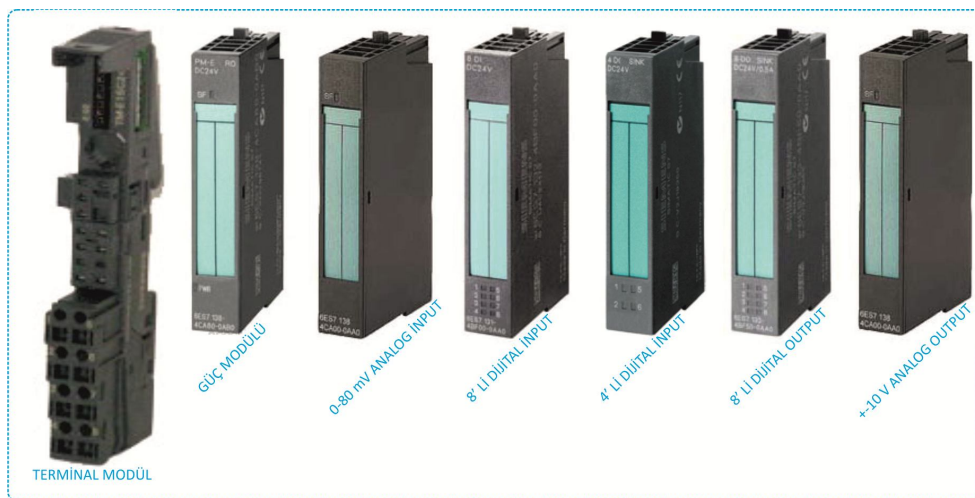
Kartın genel görünümü Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Bu kartta PLC ye dijital bilgi gönderen 4 adet kanal mevcuttur. Kart terminal modüle yerleştirildikten sonra kanallar sırayla terminal modüller üzerinde dizilmiş olacaktır. Sinyal girişleri terminal modül üzerinden 24 V olarak giriş yapılarak PLC' ye aktarılmış olacaktır. Kanal giriş adresleri konfigürasyona göre değişiklik göstermekte olup kanal numaraları STEP 7 de donanım bölümünden okunabilecektir. Bu kart sistemden dijital bilgi almak amacıyla bu çalışmada kullanılmıştır.

Bu çalışmada kullanılmış olan 4'lü dijital inputun Siemens firmasına ait ürün kodu aşağıda belirtilmiştir.

- 4'lü dijital input; 6ES7 131-4BD01-0AA0

#### 4.3.1.8. 8'li Dijital Output

Kartın genel görünümü Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Bu kartta PLC den dijital çıkış veren 8 adet kanal mevcuttur. Kart terminal modüle yerleştirildikten sonra kanallar sırayla terminal modüller üzerinde dizilmiş olacaktır. Sinyal çıkışları terminal modül üzerinden 24 V olarak gerçekleşmektedir. Kanal çıkış adresleri konfigürasyona göre değişiklik göstermekte olup kanal numaraları STEP 7 de donanım bölümünden okunabilecektir. Bu kart röleler üzerinden enerji dağılımı yaparak sistemde bulunan ekipmanları çalıştırmak amacıyla bu çalışmada kullanılmıştır.



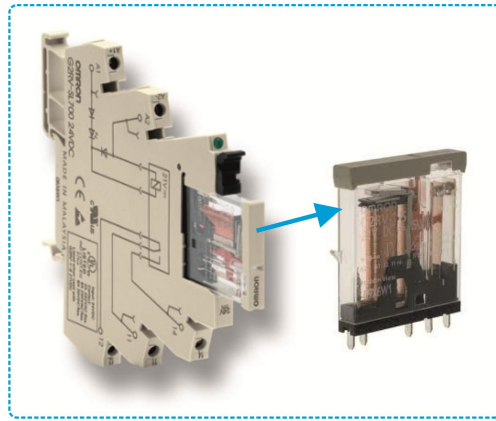
Şekil 4.12. Terminal modül ve PLC elektronik kart görünümleri

Bu çalışmada kullanılmış olan 8’li dijital outputun Siemens firmasına ait ürün kodu aşağıda belirtilmiştir.

- 8’li dijital output; 6ES7 132-4BF00-0AA0

#### 4.3.2. Tek Kutuplu 24 V DC Röle (Omron)

Bu çalışmada tek kutuplu, 24 V bobin beslemeli röle kullanılmıştır. Röle PLC dijital output karttan gelen sinyal ile enerjilenerek açık olan anahtarlamaı kapalı konuma geçirerek kendisine bağılı olan ekipmanın devreye girmesini sağlar. Rölenin giriş bobini 24 V iken çıkış uçlarına ise çalıştıracağı ekipmanın enerji ihtiyacını karşılayacak şekilde besleme yapılmaktadır. Röleler elektronik devrelerde elektronik karta lehim ile bağlanırken, endüstriyel uygulamalarda röle soketi tercih edilmektedir. Böylece rölenin kablo bağlantıları oldukça kolaylaşmış olur ve herhangi bir arıza durumunda rölenin yerinden çıkarılıp yeni bir röle ile değiştirilmesi çok pratik bir hal almış olur. Röle bobini enerjiliyken soket üzerindeki led ampulün yanması da kullanım açısından oldukça kolaylık sağlamaktadır. Bu prototip çalışmada seçilen diğer elemanlarda olduğu gibi rölenin de endüstriyel uygulamalarda yaygın kullanımlı olanı tercih edilmiştir. Röle ve röle soketine ait görsel Şekil 4.13’te sunulmuştur.

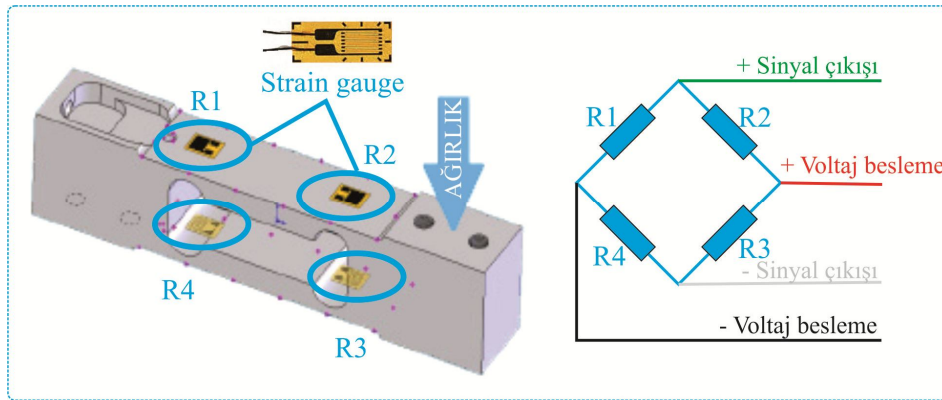


Şekil 4.13. Omron tek kutuplu 24 V DC röle görünümü

#### 4.3.3. Loadcell (ZEMİC)

Loadcell ağırlık tartımı amacıyla kullanıldığından ve tez çalışmasının konusu da göz önünde bulundurulduğunda loadceller ile ilgili detaylı bilgiye yer verilmesinin yararlı olacağı düşünülmüştür. Ağırlık için otomasyonlarının en önemli enstrümanı şüphesiz strain gauge

tabanlı loadcell'dir. Strain gaugelerin loadcell üzerindeki konumları ve wheatstone köprüsü ile bağlantısı Şekil 4.14'te verilmiştir. Loadcell, üzerine uygulanan fiziksel kuvveti elektrik sinyali olarak çıkıtlayan sistemlerdir. Yapı yay elemanı olarak adlandırılan, özel olarak seçilmiş ve şekil verilmiş metal şase ile strain gaugelerle kurulmuş bir wheatstone köprüsünden oluşur. Yay elemanı üzerine bir fiziksel kuvvet uygulandığında bu bir deformasyona sebep olur, yay elemanında meydana gelen bu deformasyon wheatstone köprüsü üzerinden bir elektrik sinyali olarak çıkıtılır. Elde edilen bu sinyal mikroişlemci tabanlı bir göstergede işlenerek, kuvvet yada ağırlık bilgisi olarak gösterilir.



Şekil 4.14. Loadcell, Strain guage ve loadcell elektrik kablolarının renklere göre bağlantı gösterimi

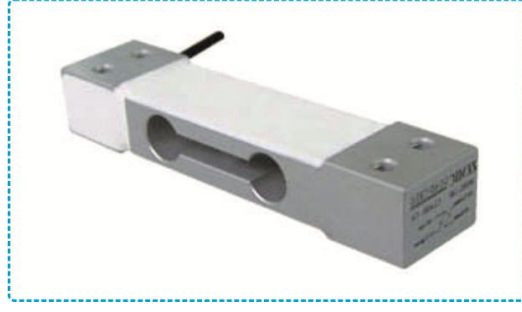
Bu çalışmada kullanılan loadcellin taşıma kapasitesi 50 kg. olup Zemic marka 4 adet loadcell kullanılmıştır.. Bu sayede toplamda maksimum 200 kg. kaldırma kapasitesine sahip konveyör bant oluşturulmuştur. Loadcellin PLC ile bağlantısı, kullanmış olduğumuz analog input ile gerçekleştirilmiştir. Kullanılmış olan loadcell 10...15 V DC besleme gerilimine sahip olup, maksimum sinyal çıkış gerilimi ise, fabrika kalibrasyon sonuçlarına göre, 2,055 mV' tur. Bu loadcelle ait görsel Şekil 4.15'te sunulmuştur. Loadcell'in sinyal çıkışlarının doğru alınabilmesi için bağlantılarının adresleri doğru yapılmalıdır. Bu bağlantılar aşağıdaki katalog değerlerindeki gibi olmalıdır. Aşağıda Zemic marka loadcelle ait bağlantı yerleri ve kablo renkleri isimlendirildiği gibi Şekil 4.14'te ilgili renklerin wheatstone köprüsü üzerindeki yerleri gösterilmiştir.

Kırmızı : + Voltaj besleme (Merttuğ converter +12 V DC)

Siyah : - Voltaj besleme (Merttuğ converter Şase)

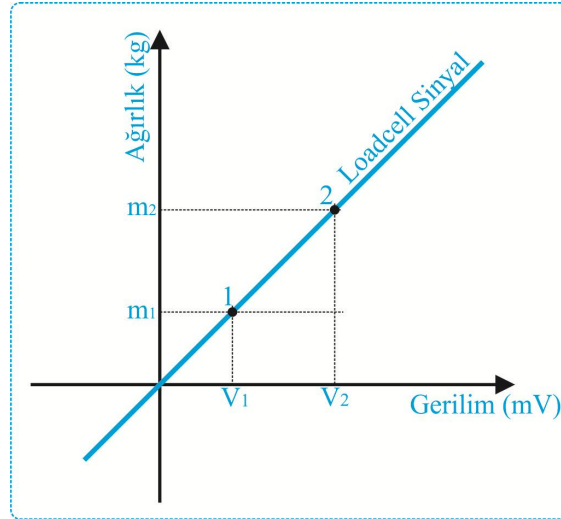
Yeşil : + Sinyal çıkışı (Analog input PLC kart 1 numaralı uca bağlanmıştır)

Beyaz : + Sinyal çıkışı (Analog input PLC kart 2 numaralı uca bağlanmıştır)



Şekil 4.15. 50 kg. Zemic marka loadcell görünümü

Loadcell analog sinyalinin anlaşılır bir hale gelmesi için PLC ile kalibre edilebilir bir şekilde yazılım yapılması gereklidir. PLC programlamaya başlamadan önce loadcellin çalışma mantığının çok net bir şekilde anlaşılması gereklidir. Şekil 4.16’da loadcellin gelen yük ile sinyal değişimi gösterilmiştir. Sinyal değişimi ağırlığa bağlı olarak lineer bir şekilde değiştiği için sinyalin eğiminin bulunması ve birkaç matematiksel hesap ile PLC de kalibre edilebilir halde programının yazılması oldukça basitleşecektir.



Şekil 4.16. Loadcell ağırlık değişimin, voltaj değişimine etki grafiği

$m_1$  ağırlığına karşılık gelen  $V_1$  sinyali hafızaya alınır ve sabitlenir. Bu işlemden sonra bilinen bir  $m_2$  ağırlığına karşılık gelen  $V_2$  sinyali bulunur ve aşağıdaki formül ile kalibrasyon katsayısı belirlenir.

$$\frac{m_2 - m_1}{V_2 - V_1} = k \quad (4.1)$$

Buradaki Teknik ifadeler şu şekildedir;

$V_1$  : Sistemin kendi ağırlığıyla oluşturduğu sinyal (mV)

$V_2$  : Sistemin bilinen bir ağırlığa karşı gelen sinyal değeri (mV)

$m_1$  : Sistemin kendi ağırlığı dara ağırlığı. İstenilen ağırlığa göre 0 kabul edilir (kg)

$m_2$  : Bilinen bir ağırlık değeri (Kalibrasyon amacıyla kullanılan ağırlık). (kg)

$k$  : Ağırlık katsayısı veya sinyal değişim eğrisinin eğimi. (kg/mV)

Sonraki ağırlıkların bulunmasında “k” katsayısı kullanılacaktır. Örneğin; Dara ağırlığına ( $m_1 = 0$ ) karşılık gelen çıkış sinyali  $V_1 = 1$  mV olsun, 5 kg ağırlığa ( $m_2 = 5$ ) karşılık gelen sinyal değeri ise  $V_2 = 3$  mV olsun. Yani 2 mV’ luk sinyal artışı 5 kg. ağırlığa karşılık gelmektedir.

$$\frac{5-0}{3-1} = k \text{ ise;}$$

$k = 2,5$  (kg/ mV) olarak bulunur.

- Sinyal değeri 6 mV iken karşılık gelen ağırlık;

$$2,5 \times (6-1) = 12,5 \text{ kg olur.}$$

- Sinyal değeri 10 mV iken karşılık gelen ağırlık;

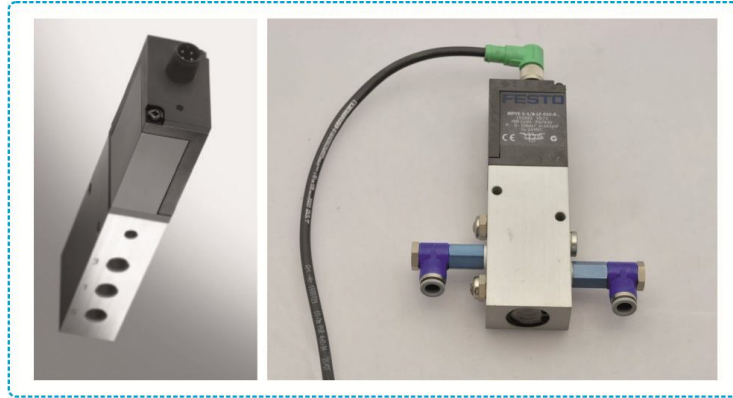
$$2,5 \times (10-1) = 22,5 \text{ kg olur.}$$

Benzer şekilde çoğaltmalar yapılabilir. PLC programı yazılırken de yukarıdaki matematiksel mantık kullanılarak loadcellden gelen elektrik sinyali ağırlık bilgisine dönüştürülmektedir.

#### **4.3.4. Pnömatik Oransal Akış Kontrol Valfi (Festo MPYE-5)**

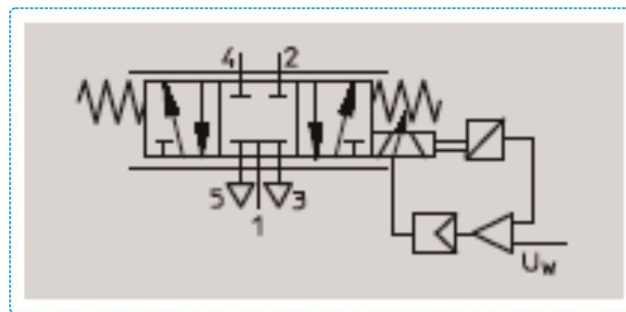
MPYE-5 oransal valf modeli kontrol sinyaline göre iki farklı türde imal edilmektedir. MPYE-5 M5 420-B modeli 4-20 mA aralığında çalışmaktadır. Bu tez çalışmasında MPYE-5 M5 010-B modeli ise kullanılmış olup kontrol sinyali 0-10 V aralığındadır. Besleme gerilimi 24 V olup, çalışma basınç aralığı 0-10 bar’dır. Şekil 4.17’de MPYE-5 M5 010-B modeline

ait görsel sunulmuştur. Oransal Valf 3 numaralı bunker kapağını oransal olarak kontrol etmek amacıyla kullanılmıştır.



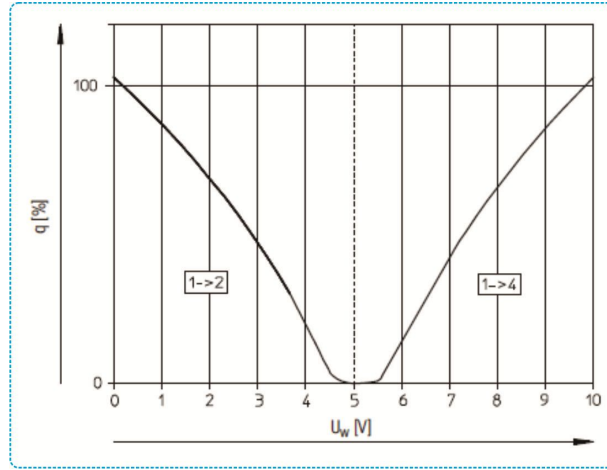
Şekil 4.17. Festo marka pnömatik oransal akış kontrol valf görünümü

Şekil 4.18'deki sembolik valf görünümünde gösterilen 1 numaralı uç valf ana hava girişi, 2-4 çıkış ucu ve 3-5 ile gösterilen uçlar ise baypas hatlarıdır. Valfin en uygun çalışma basıncı 5 bar'dır. Valfin çalışma mantığı şöyledir; sinyal uçlarına 5 V' tan 10 V' a doğru gerilim arttırıldıkça piston 4 ucundan oransal olarak hava çıkışı sağlamaktadır. 4 ucu pistonu ileri konumlandırarak şekilde bağlantı yapılmışsa piston oransal bir hız ile ileri doğru hareket edecektir. Sinyal uçlarına 5 V' tan 0 V' a doğru gerilim azaltıldıkça piston 2 ucundan oransal olarak hava çıkışı sağlayacaktır. 2 ucu pistonu geri konumlandırarak şekilde bağlantı yapılmışsa piston oransal bir hız ile geriye doğru hareket edecektir.



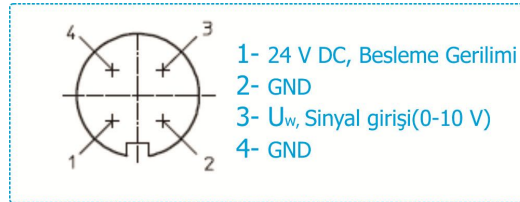
Şekil 4.18. Festo marka pnömatik oransal akış kontrol valfi sembolik görünümü [12].

Şekil 4.19'da 0-10 V aralığında valfin çalışma diyagramı verilmiştir. Şekil üzerinde valfin voltaj-valf hava geçirime miktarı açık ve anlaşılır bir şekilde gösterilmiştir.



**Şekil 4.19.** Festo marka pnömatik oransal akış kontrol valfinin gerilim değişimine göre açıklık oranındaki değişim grafiği [12].

Oransal valfin elektrik beslemesi son derece önemlidir. Oransal pnömatik valf pahalı bir malzeme olduğundan valf soket bağlantısının çok dikkatli bir şekilde yapılması gerekir. Bağlantı uçları Şekil 4.20’de ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir. Valfin 24 V beslemesi 24 V’ luk güç kaynağından, sinyal beslemesi ise PLC analog çıkış kartından (2AO HF) yapılmıştır.



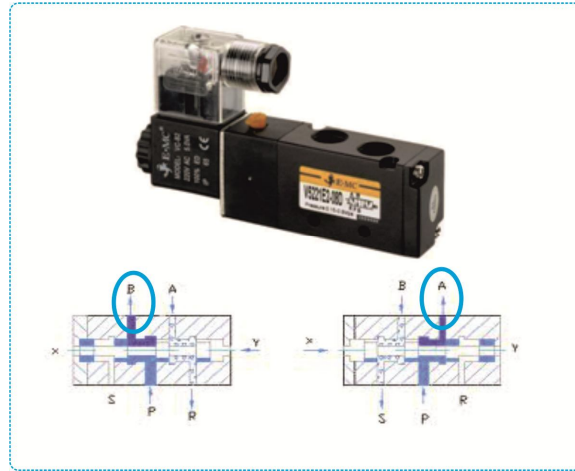
**Şekil 4.20.** Festo marka pnömatik oransal akış kontrol valfinin elektrik soketi bağlantı uçları ve görevleri

#### 4.3.5. Akış Kontrol Valfi (E-MC)

Valf pistonu açık ve kapalı konumda sabitlemek için kullanılan standart akış kontrol valfi olup 1,5-8 bar aralığında çalışabilme kapasitesine sahiptir. Valf bobini 220 V enerji ile çalışmaktadır. Valf e ait görsel ve çalışma mantığı Şekil 4.21’de gösterilmiştir. Valfin P ucundan hava girişi sağlandığında bobin enerjisiz iken B çıkışından piston ileri yönde hareket ettirilerek konumlandırılabilir, valf bobini enerjilendiğinde ise A çıkışından hava akışı sağlanarak valf geri yönde konumlandırılabilir. Akış kontrol valfi bu tez çalışmasında 1 ve 2 numaralı bunker kapaklarını konumlandıracak olan pistonun pnömatik kontrolünü sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Açılıp kapanma fonksiyonunu gerçekleştirmesi amacıyla



PLC Dijital Output kartının çıkışının röle bobinini çektiirmesi ile açılıp kapanma özelliğini sağlamaktadır.



Şekil 4.21. E-MC marka pnömatis akış kontrol valf görünümü

#### 4.3.6. Pnömatis Piston (E-MC)

Bu piston prototip tasarımında kullanıldığından piston kalem tip seçilmiş ve ürün kodu RAL 16X40 –S dir. Yuvarlak mini silindirli, standart silindir ve alüminyum gövdeli, piston çapı 16 mm, strok hacmi 40 mm, hava giriş çapı M5x0,8 ve manyetik pistondur. Bütün kapak bunkerine de aynı piston bağlanmıştır. Pistonun prototipteki görevi bunker kapaklarını ileri geri yönde hareket ettirerek açıp kapatmaktır. Şekil 4.22’de pistonu ait görsel sunulmuştur.



Şekil 4.22. E-MC marka pnömatis piston görünümü

#### 4.3.7. Güç Kaynakları (Omron-Technic-Merttuğ)

Bu tez çalışmasında zayıf akım kullanmak amacıyla 3 adet güç kaynağı kullanılmıştır. Bu güç kaynakları ve özellikleri şöyledir;

#### 4.3.7.1. 220 V AC – 24 V DC Güç Kaynağı (Omron)

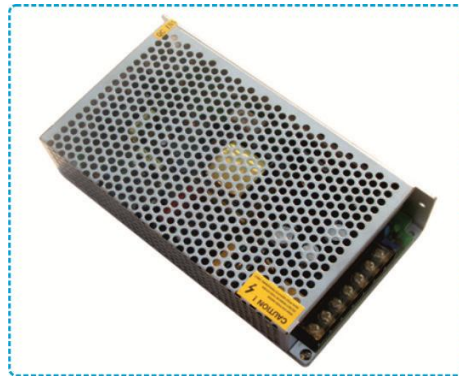
Bu güç kaynağı 220 V AC girişli olup çıkış gerilim 24 V DC' dir. Güç kaynağının çıkış gücü 50 W' tır. PLC beslemesi, Merttuğ transformatör giriş beslemesi, Festo valf beslemesi bu güç kaynağı üzerinden yapılmaktadır. Bu güç kaynağına ait görsel Şekil 4.23'te gösterilmiştir.



Şekil 4.23. Omron marka 220 VAC – 24 VDC güç kaynağı görünümü

#### 4.3.7.2. 220 V AC – 12 V DC Güç Kaynağı (Technic)

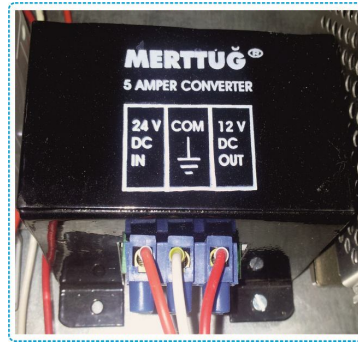
Bu güç kaynağı 220 V AC girişli olup çıkış gerilim 12 V DC dir. Güç kaynağının çıkış gücü 150 W' tır. Sistemde prototipte konveyör bant motorunun beslemesi bu güç kaynağı üzerinden yapılmaktadır. Bu güç kaynağına ait görsel Şekil 4.24'te gösterilmiştir.



Şekil 4.24. Technic marka 220 V AC – 12 V DC güç kaynağı görünümü

#### 4.3.7.3. 24 V DC – 12 V DC Güç Kaynağı (Merttuğ)

Bu güç kaynağı 24 V DC girişli olup çıkış gerilim 12 V DC dir. Güç kaynağının çıkış gücü 60 W'tır. Loadcell beslemesinde gerilim dalgalanmalarını minimize etmek amacıyla bu transformatör kullanılmış olup yalnızca loadcell beslemesinin bu transformatör üzerinden yapılması tartımın hassas bir şekilde yapılması oldukça önemlidir. Tartım esnasında aynı güç kaynağı üzerinden beslenen başka bir elemanın devreye girmesi loadcel besleme geriliminde dalgalanma oluşturup sistemin hatalı çalışmasının önüne geçilmiş olunacaktır böylece. Bu güç kaynağına ait görsel Şekil 4.25'te gösterilmiştir.



Şekil 4.25. Merttuğ marka 24 VdC – 12 VDC güç kaynağı görünümü

#### 4.3.8. DC Motor

Bu motor konveyör bandı çalıştırmak amacıyla kullanılmış olup kayış kasnak sistemi ile sisteme bağlanmıştır. Motorun çalışma gerilimi 12 V DC olup enerjisini Technic marka güç kaynağından almaktadır. Motorun üzerinde sonsuz vida dişli sisteminden oluşmuş bir redüktör fabrika çıkışlı olarak mevcuttur. Motora ait görsel Şekil 4.26'da gösterilmiştir.



Şekil 4.26. Redüktörlü 12 V DC elektrik motoru

#### 4.3.9. Kullanılmış Diğer Malzemeler

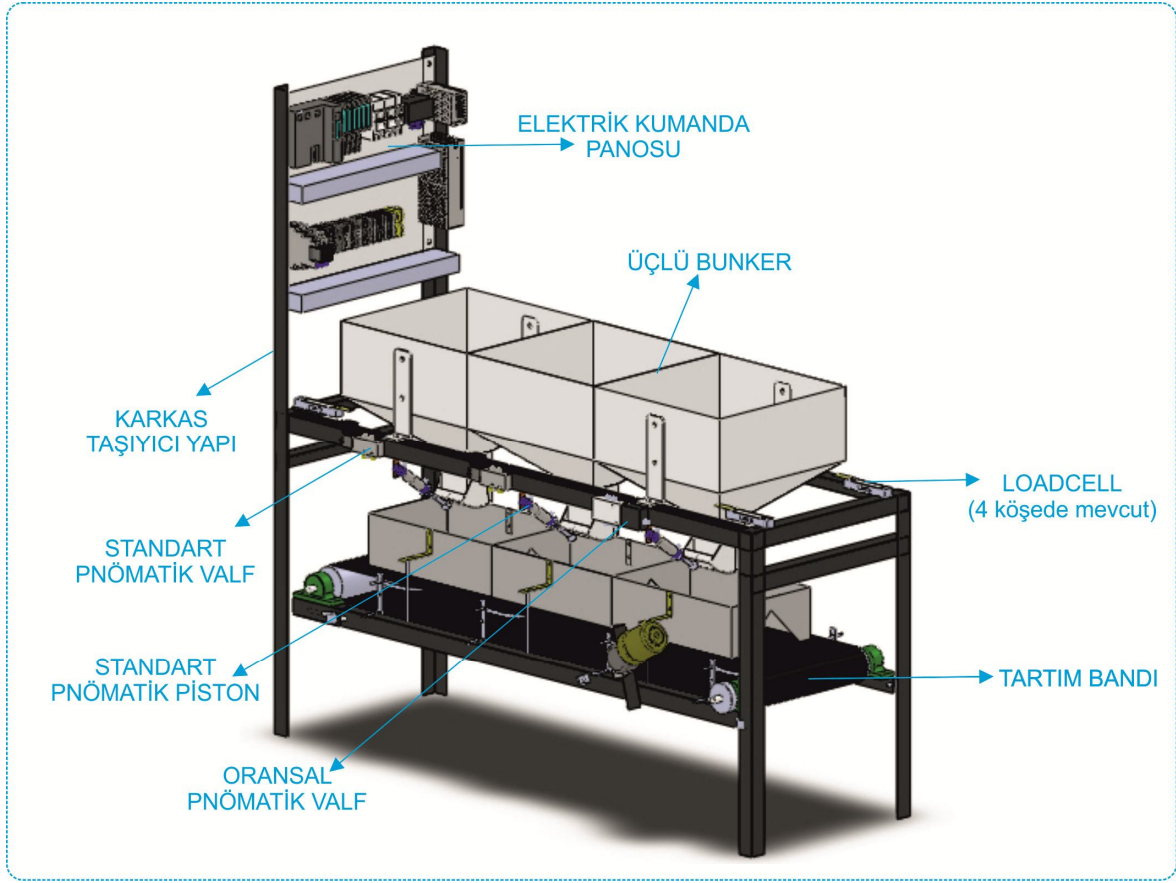
Yukarıda belirtilen ekipmanlar dışında prototipte kullanılan diğer malzemeler şöyledir.

- Kompresör basıncını sabitlemek için 1 adet basınç regülatörü.
- Konveyör bant için; 2.9x0.35 m. Kauçuk bant malzemesi, 2 adet tambur, 4 adet rulman, 2 adet kasnak, 1 adet kayış, M15-M12-M8-M5-M4-M3 cıvata, bijon ve somunlar, 2.8 m. L tipi profil, galvanizli sac ve köşebentler.
- Bunker ve ankastre yapı için; Ankastre yapı için 10 m. L profil, bunker için 4 m<sup>2</sup> galvanizli sac ve perçin, M8-M5-M4-M3 cıvata, bijon ve somunlar, pnömatik hortum ve bağlantı elemanları.
- Elektrik ekipmanı için; 3 adet topraklama klemensi olmak üzere 33 adet 2.5 mm<sup>2</sup>' lik klemens, 6 A, 2 A ve 16 A olmak üzere 3 adet sigorta, 6 metre sinyal kablosu, 6 metre 3x1.5 mm<sup>2</sup> enerji kablosu, 10 mt. 0.75 mm<sup>2</sup> enerji kablosu, 3 m. ethernet kablosu plastik kablo kanalı, 40x50 cm. pano sacı, 95 cm pano rayı ve M8-M5-M4-M3 cıvata ve somunlar.
- Kompresör için; 1 adet hava tankı, 1 adet ekovat, hortum, prosestat 2-8 bar'lık manometre, ve bağlantı elemanları.
- El aletleri; perçin makinası, elektrikli spiral, matkap, sac kesme makası, pense, tornavida somun anahtarları vb. aletler.

#### 4.4. Prototip Sistem Mekanik Aksam Tasarımı ve İmalatı

Mekanik tasarım Solid Works 2010 programı ile gerçekleştirilmiştir. Prototipte kullanılan bütün mekanik ekipmanlar sırayla tasarlanmış ve montaj işlemi gerçekleştirilerek mekanik tasarım gerçekleştirilmiştir. Tasarım tamamlandıktan sonra imalat işlemine geçilmiş ve büyük bir titizlik ile imalat tamamlanmıştır.

Mekanik aksam karkas yapı, elektrik pano montaj alanı, bunker ve bunker kapakları, loadcell, piston ve piston valfleri, tartım bandı mekanizmalarının birleştirilmesinden oluşmaktadır. Şekil 4.27'de tasarımı gerçekleştirilen prototip ve ekipman isimleri sunulmuştur. İmalatı tamamlanmış prototip sisteme ait görsel Şekil 4.28'de sunulmuştur.



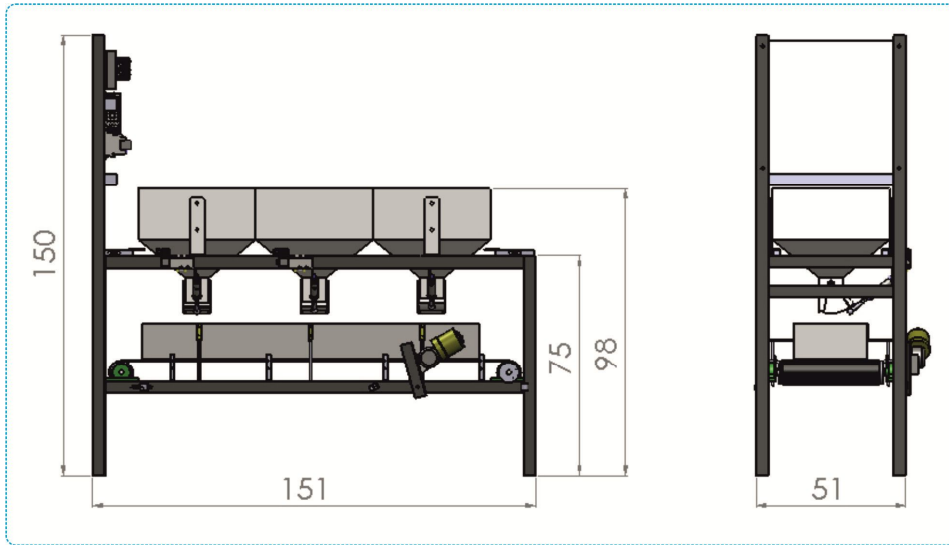
**Şekil 4.27.** Prototipin Solid Works tasarlanmış model görünümü ve ekipman adları

Bunkerler, malzemenin kendi ağırlığıyla boşalmasını sağlayacak konik bir yapıda galvanizli sac ve perçin kullanılarak imal edilmiştir. Loadceller, tartım bandını taşıyacak şekilde karkas yapının her köşesinde birer adet kullanılarak toplam dört köşeye yerleştirilmişlerdir. Pnömatik hava hortumları ek bağlantı elemanları kullanılarak sistem üzerinde bulunan üç adet valfe ulaştırılmış ve valf bağlantıları yapılmıştır. Bütün bağlantılar cıvatalı yapılarak sistemin portatif olması amaçlanmıştır.

Sistemin gerçeğe yakın sonuç vermesi için prototip orta büyüklükte denilebilecek ölçülerde tasarlanmıştır. Tasarı ölçüleri cm. cinsinden olup, yan ve arkadan görüntüler üzerinde ölçülendirme Şekil 4.29'da cm cinsinden verilmiştir. Ölçülendirme dış boyutlara göre 150x151x51 cm. olmaktadır. Diğer ekipmanların ölçülerinin verilmesine gerek duyulmamıştır, ancak şekil üzerinde inceleme yapılacak olursa yaklaşık olarak diğer ölçülerde tahmin edilebilecektir.



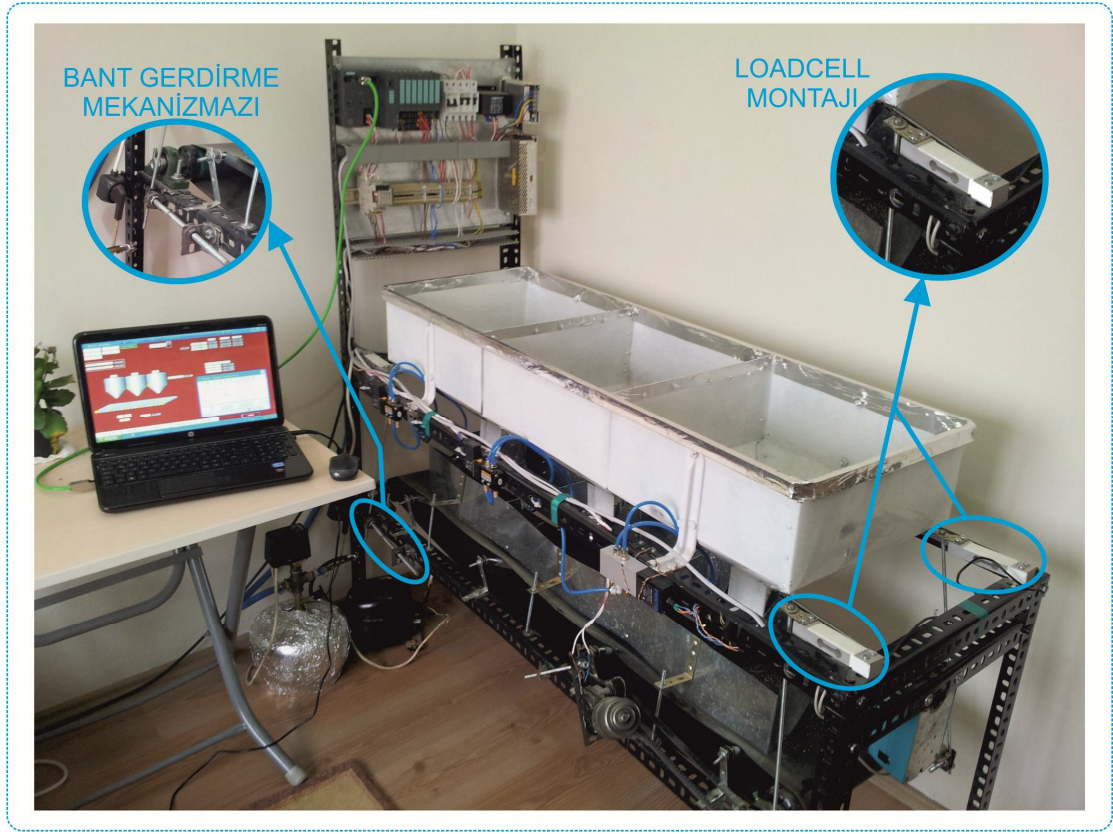
**Şekil 4.28.** Prototipin imalatı gerçekleştirilmiş genel görünümü



**Şekil 4.29.** Prototip tasarım ölçüleri (cm)

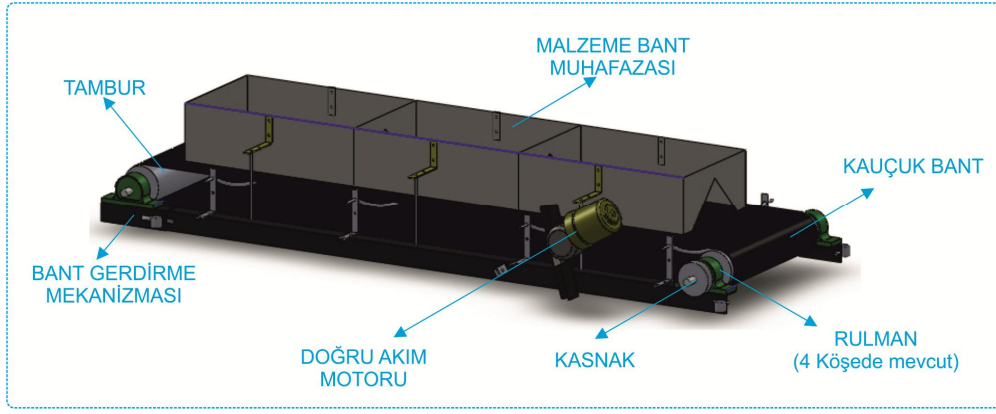
Loadcell ve bant gerdirme sisteminin prototip üzerindeki montaj resimleri Şekil 4.30’da detay olarak gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere loadceller karkas yapının köşelerine yerleştirilmiş ve loadcell uçlarına bijon vasıtasıyla tartım bandını taşıyabilmesi için gerekli aparat yerleştirilmiş ve yerine monte edilmiştir.





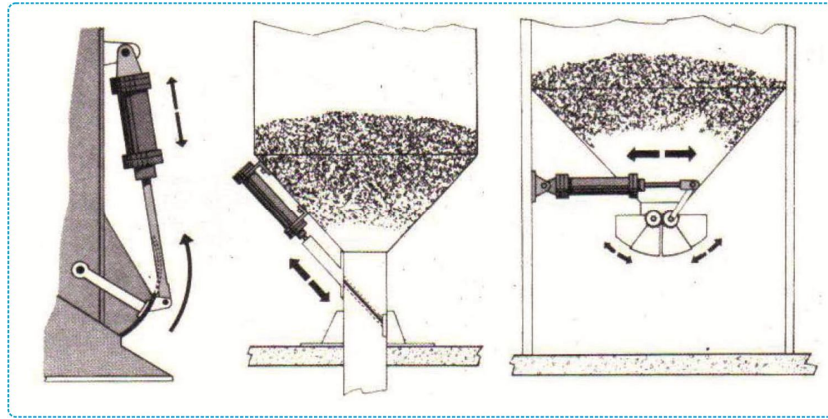
Şekil 4.30. İmalat görünümü üzerinde, gerdirme mekanizması ve loadcell detay görüntüleri

Gerdirme mekanizmasının tartım bandı üzerinde olduğu önceden belirtilmişti. Bu mekanizma endüstriyel uygulamalarda bütün gerdirme sistemlerinde kullanılmaktadır. Mekanizma üzerindeki bijon civataları sıkıldıkça bağlı bulunduğu ekipmanı kendisine doğru çekerek gerdirme işlemini sağlamaktadır. Bu çalışmada ise endüstriyel uygunlukta göz önüne alınarak mekanizma bandın arka tarafına yerleştirilmiş ve tabur ve rulmanları hareket ettirip tartım bandının kauçuk bant kısmını gerdirmek amacıyla kullanılmıştır. Bu mekanizmaya benzer bir mekanizma ile elektrik motoruna bağlı bulunan kayış kasnak sistemi içinde kullanılmıştır. Tartım bandı iki adet tambur, dört adet rulman, karkas yapı, bant malzeme muhafazası, elektrik motoru, kayış-kasnak mekanizması ve bağlantı elemanlarından oluşmaktadır. Tartım bandı yapısı ve ekipman adları Şekil 4.31’de gösterilmiştir. Bu ekipmanların tartım bandı üzerindeki görevleri şöyledir; tamburlar kauçuk bandın dönmesini sağlayarak malzemenin aktarılmasını sağlarlar. Rulmanlar tamburları yataklama amacıyla kullanılmış olup sisteme hareket veren elektrik motoru kayış kasnak sistemi kullanılarak hareketin tambur üzerinden iletilmesi sağlanmıştır. Malzeme muhafazasının görevi ise bunkerden boşalan malzemenin birikmesi durumunda kenarlardan taşmasını engellemektir.



**Şekil 4.31.** Tartım bandı Solid Works tasarım görünümü ve ekipman isimleri

Endüstriyel uygulamalarda çok farklı türlerde bunker kapağı açma ve kapatma sistemleri mevcuttur. Bu çalışmada pnömatik piston aracılığıyla açılıp kapanan model tercih edilmiştir. Bu modelin tercih edilmesinin nedeni uygulamalarda çok fazla kullanılması ve çok kullanışlı olmasıdır. Pnömatik kapak açma mekanizmaları da farklı şekillerde imal edilebilmektedir. Bu imalat türlerine örnek niteliğinde Şekil 4.32’de üç ayrı bunker veya silo kapağı açma kapatma mekanizması gösterilmiştir. Bu örnekler benzer olarak tasarımcıya bağlı olarak çoğaltılabilecektir.

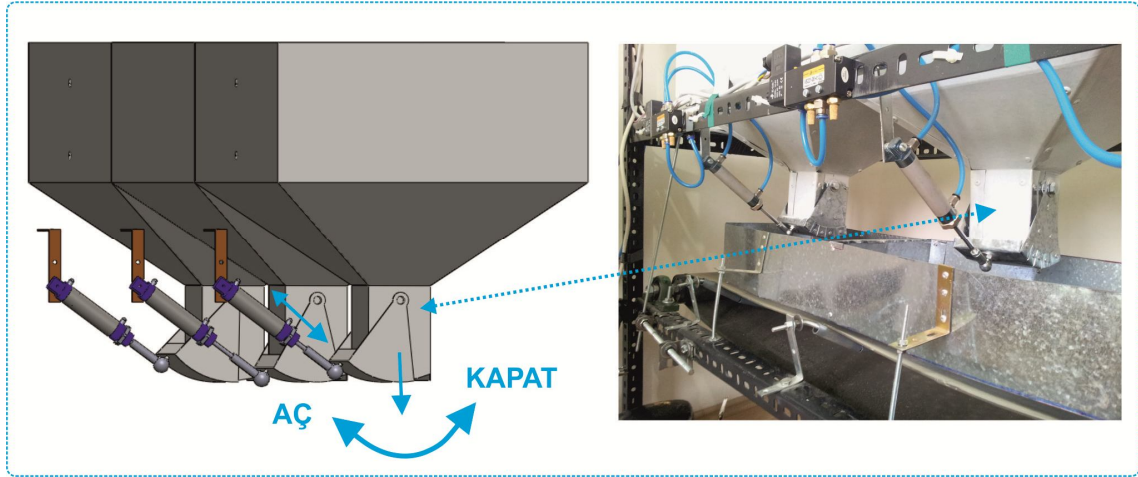


**Şekil 4.32.** Farklı çalışma yapısına sahip kapak açma mekanizmaları

Bu tez çalışmasında tasarlanan ve imalatı yapılan bunker kapak açma mekanizması Şekil 4.33’te gösterilmiştir. Tasarımı ve imalatı yapılan model kullanım açısından ve yüksek açma kapatma kuvveti gerektirmediğinden ekonomi ve hız açısından büyük avantajlar sunabilmektedir. Pnömatik pistonlara akış kontrol valfeleri aracılığıyla hava yönlendirmesi yapılarak, pistonun ileri geri hareketiyle kapakların açma ve kapama yapması sağlanmıştır.



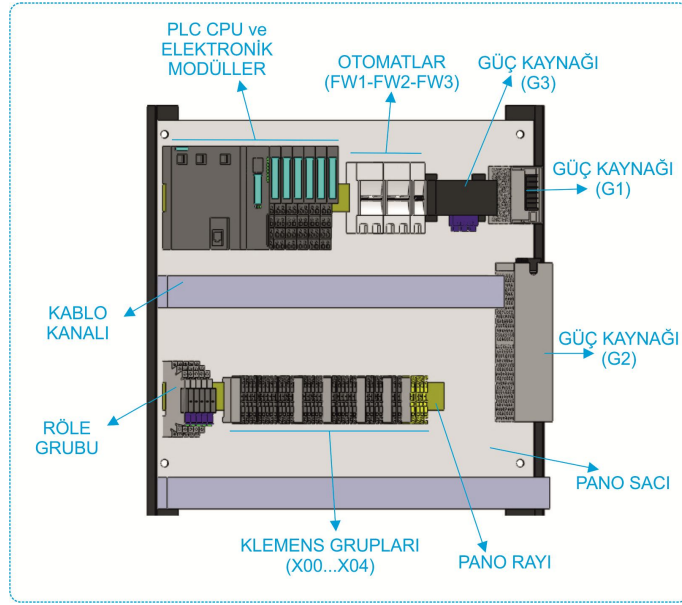
Bu kapak açma kapama mekanizması yerine tartım ünitesine malzemeyi sevk edebilme özelliğine sahip her türlü ekipman aynı görevi görecektir. Uygulamalarda, helezonlar, sıvı dozaj pompaları, bunker açma kapama klapeleri, hidrolik sistemler, elektrik motorlu mekanizmalar gibi birçok sistem kullanılmaktadır.



Şekil 4.33. Bunker kapak açma mekanizması tasarım ve imalat görünümü

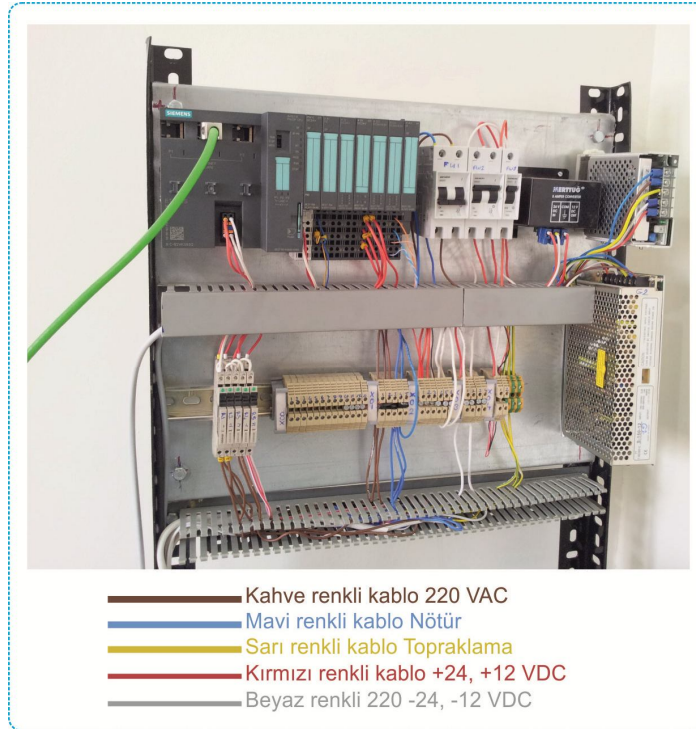
#### 4.5. Prototip Sistem Elektrik Aksam Tasarımı, Projelendirilmesi ve İmalatı

Endüstriyel sistemlerde bilgisayar programı (SCADA) ve mekanik aksamını bütünleştiren ünite PLC kontrollü elektrik panosudur. Bu panodan mevcut olan elektrik ekipmanları üzerinden sistem kumanda edilmektedir. Panolarda genel olarak ana güç girişi üzerinden bütün elektrik ekipmanlarının beslemeleri gerçekleştirilerek klemensler üzerinden çıkışlar yapılarak sistem kumanda edilir. Kumanda konusu başlı başına geniş bir konu olduğundan bu çalışmada gerçekleştirilen kumanda sisteminin anlaşılması amacıyla Elektrik projesi çizilmiştir. Projede bütün sistemin nasıl kumanda edildiği standartlara uygun bir şekilde belirtilmiş olup proje Ek 1’ de sunulmuştur. Ayrıca elektrik ekipmanlarının isimleri, Solid Works programı ile tasarlanan kumanda ünitesi üzerinde Şekil 4.34’te gösterilmiştir. Pano tasarımı gerçekleştirildikten sonra bütün elektrik aksamı raylar üzerine yerleştirilerek uygun kablo kesitleri ile sistemde mevcut olan aksamlar ile bağlanarak sistemin elektrik panosu tamamlanmıştır. Kabloların renklere göre hangi gerilim türünde kullanıldıkları da ayrıca Şekil 4.35’te belirtilmiştir.



**Şekil 4.34.** Elektrik kumanda panosu Solid Works tasarım görünümü

Elektrik aksamaların sistem çalışma sistemleri ve projede kullanım amaçları daha önceki konularda anlatıldığından bu bölümde tekrar anlatılmasına ihtiyaç duyulmamıştır. Elektrik kumanda panosunun imalatının tamamlanmış hali Şekil 4.35'te gösterilmiştir. Elektrik kumanda panosunun prototip üzerindeki konumu da Şekil 4.27'de belirtilmiştir.



**Şekil 4.35.** Elektrik kumanda panosu imalat görünümü ve kablo renk kodlarına göre besleme gerilimleri

## 5. PID KONTROL

Günümüzde, kontrol sistemlerinin tasarımında ilişkin çok sayıda çözüm yöntemleri sunulmasına karşın, PID kontrolörü hala endüstriyel kontrol sistemlerinde en yaygın kullanılan kontrolör türüdür. Bunun nedeni, bu kontrolörün endüstriyel kontrol sistemlerinin büyük bir çoğunluğunu oluşturan bir girişli ve bir çıkışlı sistemler için çoğu kez yeterli çözümler vermesidir. [11]

PID (Proportional-Integrator-Derivative) elektrik, hidrolik ve mekanik sistemlerde en çok kullanılan kontrol sistemidir. Kontrol sisteminden sistemdeki hatayı telafi eden yani hatayı sıfıra indirgeyen bir yapı anlaşılmalıdır. Birçok PID kontrolcü sahada intibak edilir ve literatürdeki birçok yaklaşım kullanılarak ayarlaması yapılabilir. Bu yaklaşımlar ile sahada hassas ve ince ayarları dahi yapılabilir. Ayrıca; otomatik ayarlama metodları da kullanılabilir. Endüstride birçoğu uygulandığı gibi kazanç katsayıları belirli program ve zaman dahilinde değiştirilebilir.

PID kontrolün faydası, birçok kontrol sistemine genel uygulanabilirliğinin bir sonucudur. Genel olarak sistemin matematik modeli bilinmediği zaman analitik yöntemler uygulanamaz; ancak PID kontrol kendini bu bakımdan kanıtlamış durumdadır. PID kontrol genel olarak tatmin edici kontrol sonuçları verse de optimum kontrol sağlayamaz.

### 5.1. PID Transfer Fonksiyonu

PID (Oransal, Entegral, türev) kontrolörü ile hata, hatanın zamana bağlı entegrali ve hatanın değişimine bağlı olarak bir kontrol işareti üretilir. Bu tür bir kontrolöre ilişkin matematiksel ifade olarak

$$u(t) = K_p e(t) + K_I \int e(t)dt + K_D \frac{de(t)}{dt} \quad (5.1)$$

Biçiminde veya endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılan;

$$u(t) = K_C \left( e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t)dt + T_D \frac{de(t)}{dt} \right) \quad (5.2)$$

biçiminde verilir. Burada;

$e(t)$ : Hata işareti (Sistemin ulaşması istenilen değer ile gerçek sonuç arasındaki fark)

$u(t)$ : Kontrol işareti

$K_p$  : Oransal Katsayı

$K_I$  : Entegral katsayısı

$K_D$  : Türev katsayısı

$K_C$  : Toplam kontrolör kazancı

$T_i$  : Entegral zamanı

$T_D$  : Türev zamanı

Laplace domeninde PID kontrolcünün çıkışı aşağıdaki gibi elde edilir.

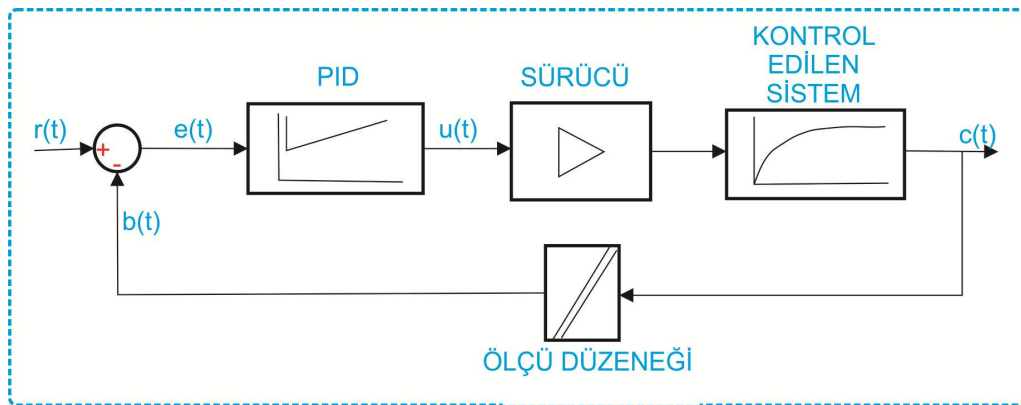
$$u(t) = K_p e(t) + K_I \int e(t)dt + K_D \frac{de(t)}{dt} \quad (5.3)$$

$$u(s) = K_p E(s) + \frac{K_I}{s} E(s) + K_D s E(s) \quad (5.4)$$

$$\frac{u(s)}{E(s)} = G_c = K_p + \frac{K_I}{s} + K_D s \quad (5.5)$$

$K_I = \frac{K_p}{T_i}$  ve  $K_D = K_p \cdot T_D$  olarak alınıp denklem yeniden düzenlenirse;

$$G_c = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i s} + T_D s \right) \text{ olarak elde edilir.} \quad (5.6)$$



Şekil 5.1. Kapalı çevrim PID kontrolörü

PID kontrolör üç temel kontrolör etkisinin üstünlüklerini tek bir birim içinde birleştiren bir kontrolör etkisidir. Entegral etki, sistemde ortaya çıkabilecek kalıcı durum hatasını sıfırlarken türev etki de, yalnızca PI kontrolör etkisi kullanılması halinde sistemin aynı görece kararlılığı için cevap hızını artırır. Buna göre PID kontrolörü sistemde sıfır kalıcı durum hatası olan hızlı bir cevap sağlar.

PID kontrolör, diğerlerine göre daha karmaşık yapıda olduğundan daha pahalıdır. Burada  $K_p$ ,  $T_i$  ve  $T_D$  parametrelerinin dengeli ayarı ile uygun bir kontrolör sağlanabilir. Eğer bu katsayılar dengeli bir şekilde ayarlanmayacak olursa PID kontrolörün sağlayacağı üstün özelliklerden yararlanılamaz.

#### 5.1.1. Orantı Etki (P – Kontrol)

$T_i$  sonsuza ve  $T_D$  0 a gitmesi halinde kontrolör yalnızca orantı etki ile çalışır. Bunu da orantı kazancı  $K_p$  'nin ayarı ile kontrolör duyarlılığı arttırılabilir.

$$G_c = K_p \quad (5.7)$$

#### 5.1.2. PI Kontrolör

Orantı etkiye entegral etki ilavesi ile elde edilen PI kontrolörün yapısı nispeten basit olup, özellikle süreç kontrolör sistemleri nin %75 - %90 arasında kullanılır. En yaygın kullanım alanları; basınç, seviye ve akış kontrol sistemleridir.

$$G_c = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i s} \right) \quad (5.8)$$

Entegral etki, denetlenen çıkış büyüklüğünde meydana gelebilecek kalıcı - durum hatalarını ortadan kaldırır. Entegral etkinin kullanım amacı sistemin değişen talepleri üzerinde yeterli bir kontrolör etkisi sağlamaktır. Eğer sistemden gelen bir talep yalnız başına P etkisi ile karşılanabiliyorsa I etkisinin kullanılması gereksizdir. Buna karşılık, sistemden oldukça sık aralıklarda yüksek miktarda talepler ortaya çıkıyorsa, yalnızca P etkisine sahip bir kontrolör bu talepleri karşılayamaz. Böyle bir kontrolörün

karakteristiklerine ve talebin (bozucu giriş) büyüklüğüne bağlı olarak sistemde kalıcı – durum hatası ortaya çıkar. Eğer P etkisine I etkisi ilave edilecek olursa, kontrolör çıkışından sürekli artan (entegre olan) kontrolör etkisi elde edilir. Böylece, motor elemanının, hatanın ortadan kalmasını sağlayacak kadar hareket etmesi temin edilmiş olur. Bu işlem sonucunda, denetlenen çıkış büyüklüğünde ortaya çıkan sapma sıfırlanmış olur.

### 5.1.3. PD Kontrolör

Orantı etkiye türev etki ilavesi ile elde edilen PD kontrolör; kalıcı – durum hatasını sıfırlayamamakla beraber, bozucu girişten doğan kalıcı – durum hatasının fazla önemsenmediği, fakat buna karşılık orantı etkiye göre geçici – durum davranışının iyileştirilmesi istenen konum servo mekanizmalarında tercih edilir. Türev etki ilavesi, sisteme sönüm ilave ederek kararsız veya kararsızlığa yatkın sistemi daha kararlı hale getirebilir. Türev etki ilavesinin en önemli sakıncası, kontrolör sinyalleri yanında sistemde ortaya çıkan gürültü (parazit) sinyallerini de kuvvetlendirmesidir. Bunun sonucu olarak son kontrolör (düzeltme elemanı) çıkışında salınımlı bir hareket meydana gelebilir.

$$G_c = K_p(1 + T_D s) \quad (5.9)$$

### 5.1.4. PID Kontrolör

Uzun ölü zaman gecikmelerinin ortaya çıktığı süreç kontrolör sistemlerinde, PI kontrolörde integral etkinin tamamlayıcısı olarak türev etki kullanılır. Sıcaklık, pH, yoğunluk, karışım v.b. ölçümlerinde ortaya çıkan ölü zaman gecikmeleri, PID kontrolör kullanılarak telafi edilebilir.

$$G_c = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i s} + T_D s \right) \quad (5.6)$$

Düşük şiddetli bozucu girişlere maruz bir sistemin PI etki ile denetlenmesi halinde PB orantı bandı ayarının geniş ve türev etki kazancı ( $K_I = 1/T_i$ ) ayarının düşük tutulması tercih edilir. Bu ayarlar altında, sisteme geniş zaman aralıkları içerisinde büyük şiddetli bozucu girişler etki edecek olursa, hatada meydana gelen değişimleri izlemeye ve düzeltmeye PI etki tek başına yeterli olamaz. Bu durumda bir türev etki ilavesi orantı

kazancı ayarının daha yüksek tutulmasına (orantı bandının daralması) olarak tanıyarak kontrolörün tepki süresini hızlandıracaktır. Çok küçük sönüm katsayına sahip servo mekanizmalarda PI kontrolör yeterli olmamaktadır. Bu durumda da türev etki ilavesi, sistemde fazla bir kararsızlık problemi yaratmadan  $K_p$ , orantı kazancının yüksek tutulmasını sağlayarak, sistemin kararsızlığa yatkınlığını önlemiş olur. Böylece PID kontrolör etkisi ile bir taraftan kalıcı - durum hatası sıfırlanırken diğer taraftan da sistemin geçici - durum davranışı iyileştirilmiş olur.

## 5.2. P, I ve D Denetleyicilerin Karakteristikleri:

Oransal denetleyicilerin ( $K_p$ ), yükselme zamanını azaltmada etkisi vardır ve azaltır, ama asla tamamen yok etmez (kararlı hal hatası). Entegral denetleyicinin ( $K_i$ ) kararlı hal hatasının çıkarılmasında etkisi vardır ancak bu geçici tepkinin daha kötü olmasına sebep olabilir. Türevsel denetleyicinin ( $K_d$ ) sistemin kararlılığının artmasında etkisi vardır, aşmayı azaltır ve geçici tepkiyi düzeltir. Kapalı döngülü bir sistemde, her bir denetleyicinin etkisi  $K_p$ ,  $K_d$  ve  $K_i$  aşağıdaki tabloda özet olarak gösterilmiştir. [13]

**Tablo 5.1.** PID sistemde kontrol katsayılarının sistem üzerindeki etkisi [13]

| KONTROL         | YÜKSELME ZAMANI | AŞMA   | YERLEŞME ZAMANI | S-S HATASI |
|-----------------|-----------------|--------|-----------------|------------|
| $K_p$ (Artarsa) | Azalır          | Artar  | Az Değişir      | Azalır     |
| $K_i$ (Artarsa) | Azalır          | Artar  | Artar           | Yok olur   |
| $K_d$ (Artarsa) | Az Değişir      | Azalır | Azalır          | Az Değişir |

Unutmamalı ki bu düzeltmeler tam olarak geçerli değildir. Çünkü  $K_p$ ,  $K_i$  ve  $K_d$  birbirlerine bağımlıdır. Yani değişkenlerden birinin değişimi diğer ikisinin etkisini değiştirebilir. Bu yüzden tablo  $K_i$ ,  $K_p$  ve  $K_d$  değerlerinin belirlenmesinde sadece bir referanstır. [13]

## 5.3. PID Kontrol Parametre Ayarı

Uygulamalarda birçok PID parametre kontrol ayar metodu mevcuttur. PID kontrolörün parametrelerinin sisteme göre uyarlanması gerekmektedir. Bu işlem için çeşitli

matematiksel yollar kullanılmaktadır. Literatürde kullanılan bazı PID parametre hesaplama yöntemleri şunlardır;

- Ziegler – Nicholas (Z-N) Osilasyon Metodu (Oscillation Method )
- Cohen-Coon Reaksiyon Eğrisi Metodu (Reaction Curve Method)
- Ziegler – Nicholas (Z-N) Reaksiyon Eğrisi Metodu (Reaction Curve Method)
- Haalman Yöntemi

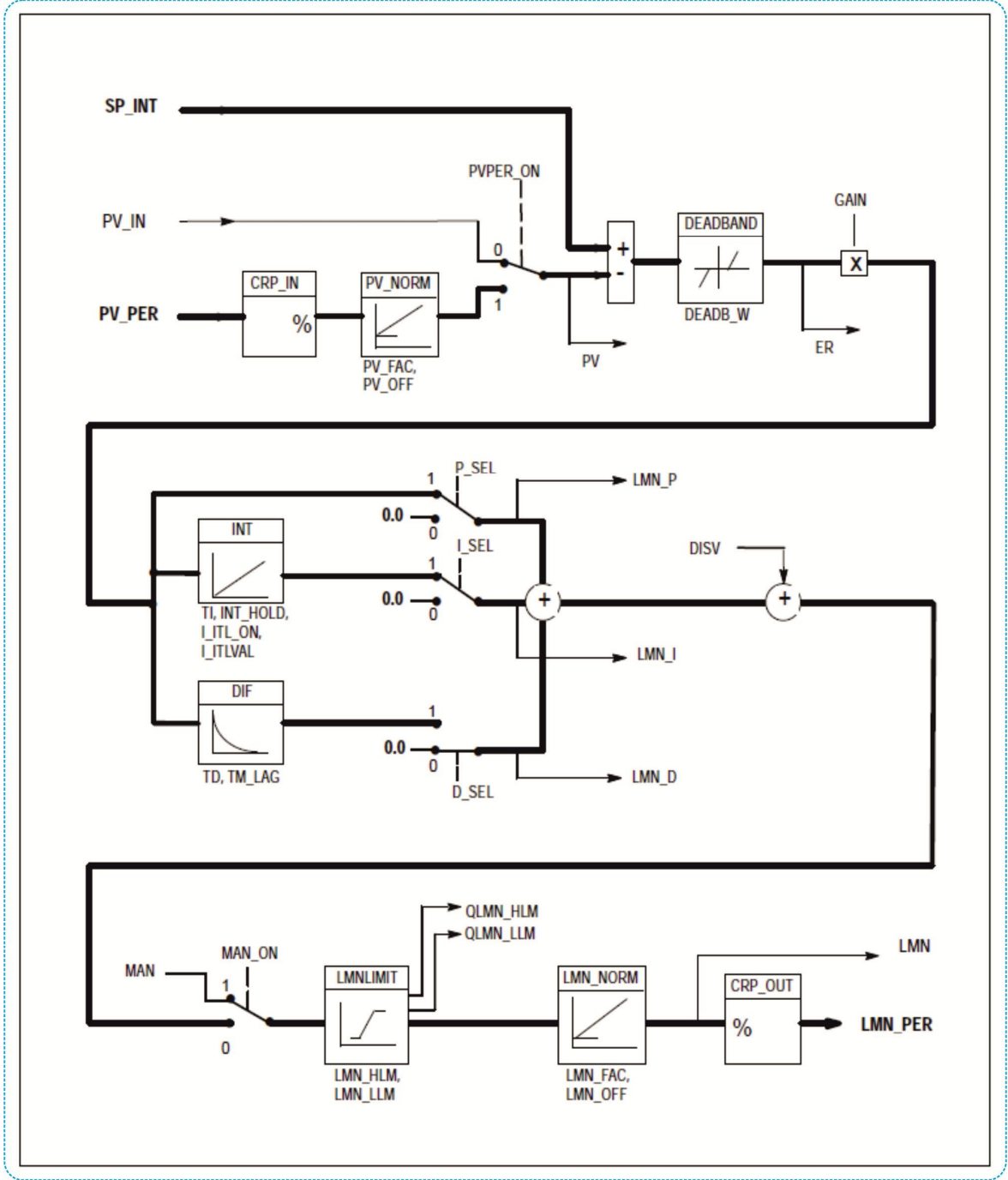
Bu yöntemlere benzer yöntemlere literatürde rastlamak mümkündür. Bu çalışmada kullanılan donanım ve sistemin çalışma yapısı göz önünde bulundurulduğunda bu yöntemlerden herhangi birinin kullanılması veya matematiksel model oluşturularak PID parametrelerinin belirlenmesi, uygulayıcı açısından oldukça büyük problemler oluşturacağından PID parametreleri kurulan sistem üzerinden deneme yanılma yöntemiyle bulunarak istenilen sonuçlar elde edilmiştir.

#### **5.4. Kontrolün Gerçekleştirilmesi**

Bu çalışmada ilerleyen konulardan da anlaşılacağı üzere SIEMENS marka S7 300 PLC kullanılarak PID kontrol işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama S7 400 PLC modellerine de aynı şekilde uygulanabilmektedir. PLC üzerinden daha önceden de bahsedildiği üzere Festo marka oransal pnömatik akış kontrol valfi kontrol edilecektir. PID kontrol uygulamaları için STEP 7 programı içerisinde yer alan FB41 hazır blok (Şekil 5.3) kullanılmak suretiyle kontrol işlemi uygulanacaktır. PID uygulamaları için STEP 7 programı içerisinde FB58 ve FB42 de mevcut olup farklı uygulamalarda kullanabilmek amacıyla tasarlanmışlardır. FB41 çalışma mantığı anlaşıldıktan sonra diğer PID fonksiyon bloklarının anlaşılması kolaylaştırılmış olacaktır.

FB41 bloğunun üzerinde yer alan giriş ve çıkış birimlerinin gerçekleştirdiği işlemler Şekil5.2’de gösterilmiştir. Şekil üzerinden, FB41’in kullanım mantığı anlaşılabilir, gerekli giriş-çıkış birimlerine uygun bağlantıların yapılabilmesi amacıyla kullanılabilir. Şekil5.2’de blok üzerinde gerekli inceleme yapılarak bloğun iç çalışma yapısı ve gerçekleştirdiği işlemler anlaşılır hale gelmiş olacaktır.





Şekil 5.2. FB41 PID fonksiyon bloğu çalışma mantığı şematik görünüm

Giriş-çıkış birimlerinin sembolik anlamları ve kullanım görevleri Tablo 5.2’de ve Tablo5.3’te gösterilmiştir. FB41 değerlerinin manuel değer girişleri DB41 içerisinde yer alan data alanlarına gerekli bilgiler girilerek gerçekleştirilebildiği gibi, giriş çıkış birimlerine bağlanan dijital ve analog değişkenler ile de gerçekleştirilebilmektedir. Kullanılmış olan DB41 genel görünümü Ek 2’ de gösterilmiştir.

**Tablo 5.2** PID fonksiyon blok 41 giriş parametreleri

| Parametre | Data Tipi | Değer aralığı                               | Standart  | Tanım                                                                                                                                                                 |
|-----------|-----------|---------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COM_RST   | BOOL      |                                             | FALSE     | KOMPLE RESTART: Aktif iken bloğu komple resetler.                                                                                                                     |
| MAN_ON    | BOOL      |                                             | TRUE      | MANUEL DEĞERİ AÇ                                                                                                                                                      |
| PVPER_ON  | BOOL      |                                             | FALSE     | DEĞİŞKEN PERİFERİK (ÇEVRESEL) SÜREÇ AÇ.                                                                                                                               |
| P_SEL     | BOOL      |                                             | TRUE      | ORANSAL İŞLEM AÇ: Oransal işlemin devreye alınıp çıkarılmasını sağlar.                                                                                                |
| I_SEL     | BOOL      |                                             | TRUE      | İNTEGRAL İŞLEM AÇ: İntegral işleminin devreye alınmasını sağlar.                                                                                                      |
| INT_HOLD  | BOOL      |                                             | FALSE     | İNTEGRAL İŞLEMİNİ TUT                                                                                                                                                 |
| I_ILL_ON  | BOOL      |                                             | FALSE     | İNTEGRAL İŞLEMİNİ BAŞLAT                                                                                                                                              |
| D_SEL     | BOOL      |                                             | FALSE     | TÜREV İŞLEMİNİ AÇ: Türev işleminin devreye alınmasını sağlar.                                                                                                         |
| CYCLE     | TIME      | >= 1ms                                      | T#ls      | ÖRENEKLEME ZAMANI: Örnekleme çevrim aralığı zaman girişi yapılır. (OB35 100 ms olarak ayarlandı tez çalışması için)                                                   |
| SP_INT    | REAL      | (%) or phys. value<br>1) -<br>100.0...100.0 | 0         | İÇ SET DEĞERİ: Ulaşılmak istenen Reel değişken miktarı buraya yazılıyor. (Örn: 3 kg.)                                                                                 |
| PV_IN     | REAL      | (%) or phys. value<br>1) -<br>100.0...100.0 | 0         | İÇ SÜREÇ DEĞİŞKENİ: Reel girişli değişken bağlanır. Örneğin seviye sensörü gibi. Değer scale edilmişse buraya bağlanır. (Loadcel Ağırlık bilgisi bağlandı)            |
| PV_PER    | WORD      |                                             | W#16#0000 | DEĞİŞKEN PERİFERİK (ÇEVRESEL) SÜREÇ: World girişli değişken bağlanır. Örneğin sıvı seviyesi. Değer direkt alınıyorsa yani scale edilmeden alınıyorsa buraya bağlanır. |
| MAN       | REAL      | (%) or phys. value<br>2) -<br>100.0...100.0 | 0         | MANUEL DEĞER                                                                                                                                                          |

**Tablo 5.2** PID fonksiyon blok 41 giriş parametreleri

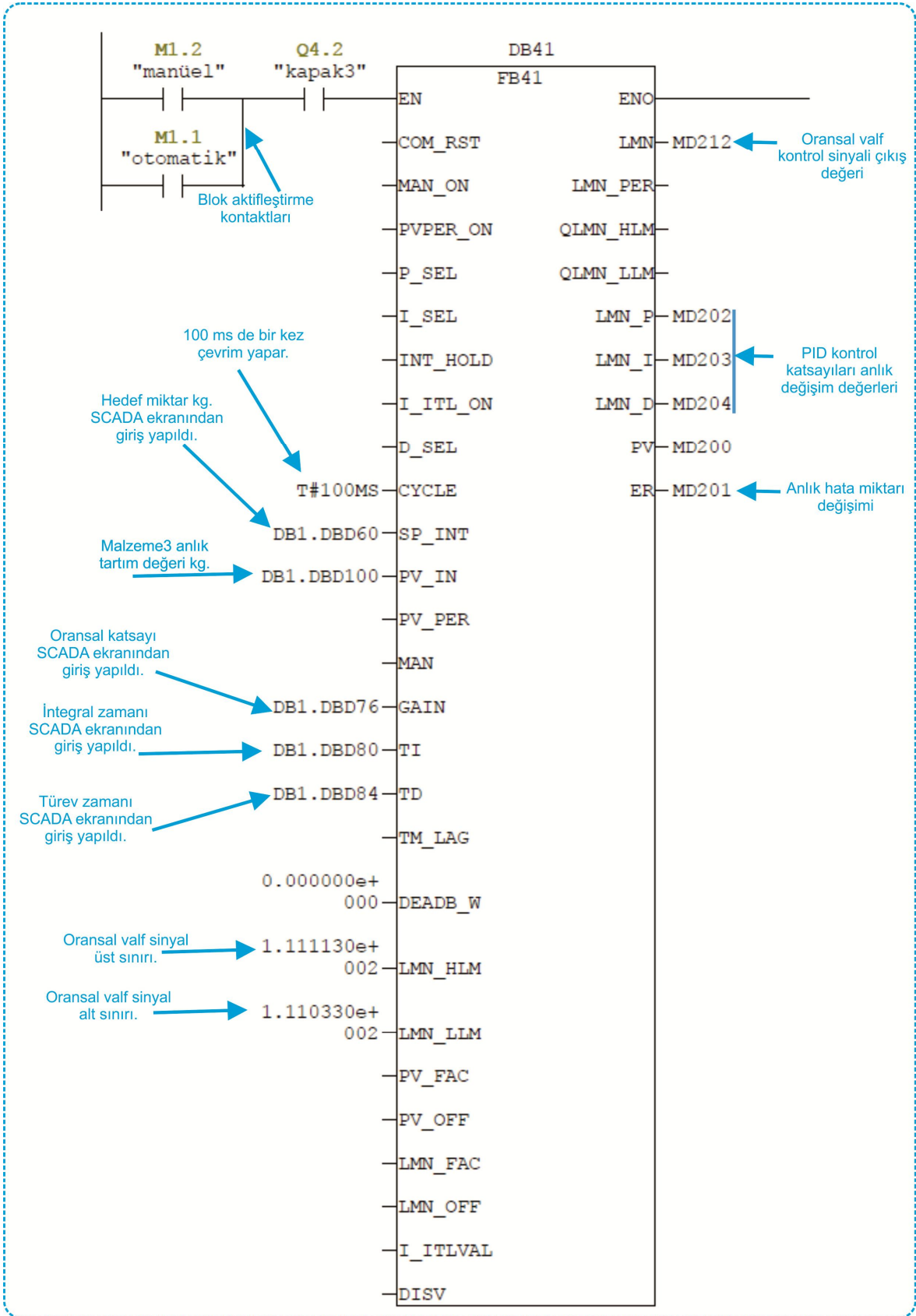
|           |      |                                                |       |                                                                                                                             |
|-----------|------|------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GAIN      | REAL |                                                | 2     | ORANSAL KAZANÇ:<br>Hesaplanan oransal kazanç değeri girişi bu alana yazılmaktadır.                                          |
| TI        | TIME | >= CYCLE                                       | T#20s | İNTEGRAL ZAMANI:<br>Hesaplanan İntegral zaman sabiti girişi bu alana yazılacaktır.                                          |
| TD        | TIME | >= CYCLE                                       | T#10s | TÜREV ZAMANI:<br>Hesaplanan türev zaman sabiti girişi bu alana yazılacaktır.                                                |
| TM_LAG    | TIME | >= CYCLE/2                                     | T#2s  | TÜREV İŞLEMİ ZAMAN FARKI                                                                                                    |
| DEADB_W   | REAL | >= 0.0 (%) or phys. value 1)                   | 0     | ÖLÜ BANT ARALIĞI                                                                                                            |
| LMN_HLM   | REAL | LMN_LLM (%) or phys. value 2) - 100.0...+100.0 | 100   | MANİPÜLE DEĞERİ ÜST SINIRI: PID çıkış değeri üst sınırı. Örneğin 10 yazılınca çıkış değeri maksimum 10 değerine ulaşabilir. |
| LMN_LLM   | REAL | LMN_HLM (%) or phys. value 2) -100.0...+100.0  | 0     | MANİPÜLE DEĞERİ ALT SINIRI: PID çıkış değeri alt sınırı. Örneğin 0 yazılınca çıkış değeri minimum 0 değerine ulaşabilir.    |
| PV_FAC    | REAL |                                                | 1     | SÜREÇ DEĞİŞKEN FAKTÖRÜ                                                                                                      |
| PV_OFF    | REAL |                                                | 0     | SÜREÇ DEĞİŞKENİ OFSETLEME (DENGELEME)                                                                                       |
| LMN_FAC   | REAL |                                                | 1     | MANİPÜLE DEĞER KATSAYISI                                                                                                    |
| LMN_OFF   | REAL |                                                | 0     | MANİPÜLE DEĞERİ OFSETLEME (DENGELEME)                                                                                       |
| I_ITL_VAL | REAL | (%) or phys. value 2) - 100.0...100.0          | 0     | İNTEGRAL İŞLEMİ BAŞLAMA DEĞERİ (İLKLEME DEĞERİ)                                                                             |
| DISV      | REAL | (%) or phys. value 2) - 100.0...100.0          | 0     | HATA DEĞİŞKENİ                                                                                                              |

**Tablo 5.3** PID fonksiyon blok 41 çıkış parametreleri

| Parametre | Data Tipi | Değer aralığı | Standart  | Tanım                                                                                                                                                                   |
|-----------|-----------|---------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LMN       | REAL      |               | 0         | MANİPÜLE DEĞERİ: PID kontrolör reel çıkış değeri olup kontrol edilen ekipmana bağlanır. (Çıkış değeri PLC elektronik kartı üzerinden Festo oransal valfe bağlanmıştır.) |
| LMN_PER   | WORD      |               | W#16#0000 | PERİFERİK(ÇEVRESEL) MANİPÜLE DEĞERİ: PID kontrolör word uzunluklu çıkış değeri olup scale edilerek kontrol edilen ekipmana bağlanır.                                    |
| QLMN_HLM  | BOOL      |               | FALSE     | MANİPÜLE DEĞERİ YÜKSEK LİMİTE ULAŞTI: Limit değeri üst sınıra ulaşınca bu alanın çıkışı aktif olur.                                                                     |
| QLMN_LLM  | BOOL      |               | FALSE     | MANİPÜLE DEĞERİ ALT LİMİTE ULAŞTI: Limit değeri alt sınıra ulaşınca bu alanın çıkışı aktif olur.                                                                        |
| LMN_P     | REAL      |               | 0         | ORANSAL BİLEŞEN: Oransal bileşen çıkış anlık değişim değeri.                                                                                                            |
| LMN_I     | REAL      |               | 0         | İNTEGRAL BİLEŞEN: İntegral bileşeni çıkışı anlık değişim değeri.                                                                                                        |
| LMN_D     | REAL      |               | 0         | TÜREV BİLEŞENİ: Türev bileşeni çıkış anlık değişim değeri.                                                                                                              |
| PV        | REAL      |               | 0         | SÜREÇ DEĞİŞKENİ                                                                                                                                                         |
| ER        | REAL      |               | 0         | HATA SİNYALİ: Hata miktarı (e) çıkışı anlık değişim değeri.                                                                                                             |

#### 5.4.1. PID Parametreleri ve Değişkenlerin FB41'e Uygulanması

FB41'in kullanım ve uygulamasının daha anlaşılır hale gelmesi amacıyla Şekil 5.3 hazırlanmıştır. Bu şekil üzerinden yapılmış açıklamalara bakılarak hangi parametrenin oluşturulan prototipe nasıl uygulandığı, parametre değer ayarlamalarının nasıl yapıldığı anlaşılabilir. İlerleyen konularda gösterilen SCADA ekran görünümüne bakılarak bloğa bağlantıların nerden yapıldığı daha net ve anlaşılır hale gelmiş olacaktır.



Şekil 5.3. FB41'de kullanılan giriş ve çıkış birimlerinin görevleri

## 6. PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROLÖR (PLC)

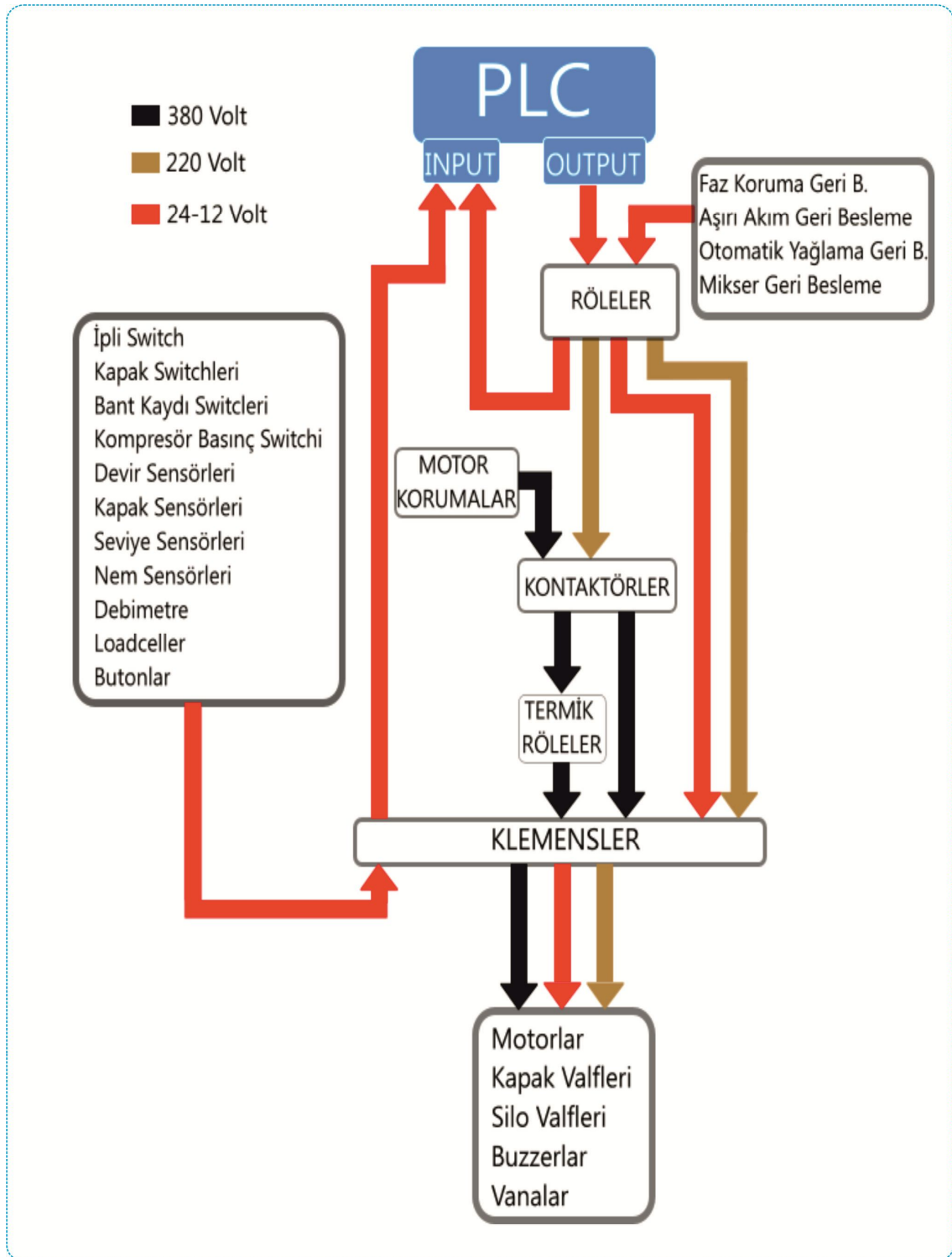
Programlanabilir Lojik Kontrolör (Programmable Lojik Controller, PLC) endüstriyel otomasyon sistemlerinin kumanda ve kontrol devrelerini gerçeklemeye uygun yapıda giriş/çıkış birimleri ve iletişim ara bilimleri ile donatılmış, kontrol yapısına uygun bir sistem programı altında çalışan bir endüstriyel bilgisayardır. Başlangıçta, röleli kumanda sistemlerinin yerine kullanılmak üzere düşünülmüş ve ilk ticari PLC 1969 yılında Modikon firması tarafından geliştirilmiştir. O yıllarda röleli kumanda devreleri yerine kullanılmak üzere geliştirilen bu aygıt yalnız temel lojik işlem komutları ile işlem yapılabilmekteydi. İlk ticari PLC' nin endüstride başarı ile uygulanmasından sonra Allen Bradley, General Electric, GEC, Siemens ve Westinghouse gibi firmalar orta maliyette yüksek performanslı PLC' ler üretmişlerdir [14].

Günümüzde üretilen PLC' ler ise lojik temelli işlemlerin dışında ek olarak aritmetik ve özel matematiksel işlemlerin yapılmasını sağlayan komutlar içermektedir. Komut kümesinin gelişmesi ile daha karmaşık kumanda ve kontrol işlemleri yapılabilmektedir. PLC' lerin en yaygın olarak kullanıldığı alanlar endüstriyel otomasyon sistemlerinin kumanda devreleridir. Bütün kumanda problemlerinin çözümünde mantık işlemleri, bellek fonksiyonları, zaman ve sayıcı gibi elemanlara ihtiyaç vardır. Bunlar PLC'lerde üretici firmalar tarafından hazır olarak sunulmuş durumdadır. Basit bir programlama ile bütün bu imkanlar problemin çözümünde bir araya getirilebilirler. PLC'lerin genel avantajları şunlardır;

- Daha az yer tutar ve daha az arıza yaparlar
- Yeni bir uygulamaya daha çabuk adapte olurlar
- Kötü çevre şartlarından kolay etkilenmezler
- Daha az kablo bağlantısı isterler
- Hazır fonksiyonları kullanma imkanı vardır
- Giriş ve çıkışların durumları izlenebilir.

PLC' ler endüstriyel otomasyon sistemlerinde doğrudan kullanıma uygun özel giriş ve çıkış birimleri ile donatılmıştır. Girişe basınç, seviye, sıcaklık algılayıcılar, ve buton gibi iki değerli lojik bilgisi taşıyan elemanlar, çıkışa ise kontaktör, selenoid valf gibi

kumanda devre elemanlarının sürücü elemanları doğrudan bağlanabilir. PLC'nin bir elektrik sistemi ile ve saha ekipmanları ile olan ilişkisi Şekil 6.1' de verilmiştir.



**Şekil 6.1.** PLC' nin elektriksel sistemler ile birlikte işlemesi

## 6.1. Uygulamalarda Kullanılan PLC Modelleri

Ticari amaçlı olarak üretilen bir çok PLC modelleri mevcuttur. Bunlardan bazıları; Siemens, Hitachi, Omron, Moeller, Abb, Allen Bradley, Mitsubishi, Delta, Vipa, Panasonic/nais, Telemecanique, LG, Beckhoff, Wago, Fatek, Vigor, Cimon, Fanuc, Pheonix gibi markalardan oluşmaktadır. Siemens, Hitachi, Omron, Telemecanique, Panosonic gibi PLC markaları en çok kullanılan markalardır.

Siemens PLC'ler endüstride en fazla kullanılan PLC çeşidi olduğundan ve bu tez çalışmasında S7-300 ailesinden olan ET 200S PLC kullanılacağından Şekil 6.2'de tüm Siemens marka PLC'ler basitten gelişmişe doğru gösterilmiştir. Bu PLC'lerin kendi aileri içerisinde de farklı modülleri mevcuttur.



Şekil 6.2. SIEMENS marka PLC modelleri

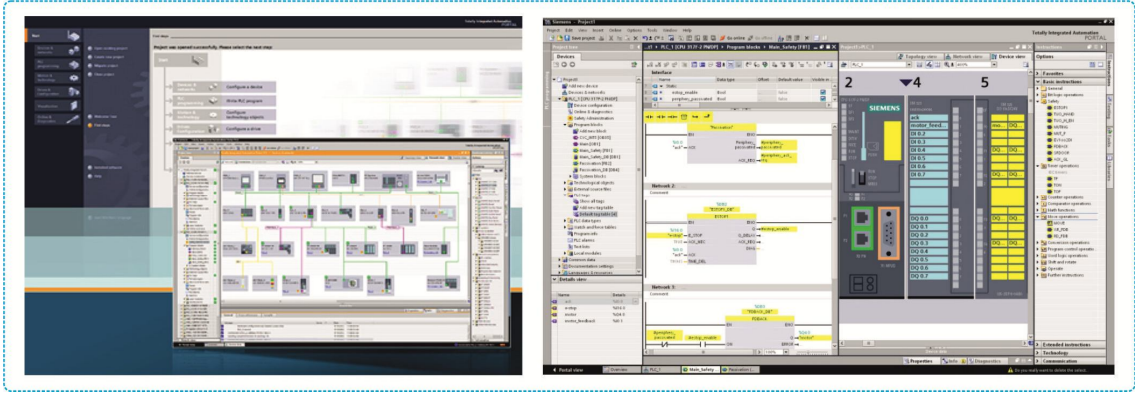
## 6.2. SİMATİC MANAGER STEP 7 ile PLC Programlama

Bu bölümde tez çalışmasında kullanılacak olan SİMATİC MANAGER STEP-7 V5.5 hakkında bilgi verilecektir. Siemens firması geçmişten günümüze çok farklı versiyonlarda PLC programları geliştirmiştir. En son üretilen TIA Portal (Totally Integrated Automation)



PLC ve SCADA programının bir arada kullanılabileceği bir kullanıcı arayüzü olup kullanıcıya programlama esnasında görsel açıdan kolaylıklar sunmaktadır. TIA portala ait kullanıcı arayüzü Şekil 6.3’ te verilmiştir. TIA Portalın PLC programlama mantığı SİMATİC MANAGER STEP7 V5.5 ile aynıdır. STEP7 V5.5 Siemens firmasının en güncel PLC programlama versiyonlarından biridir.

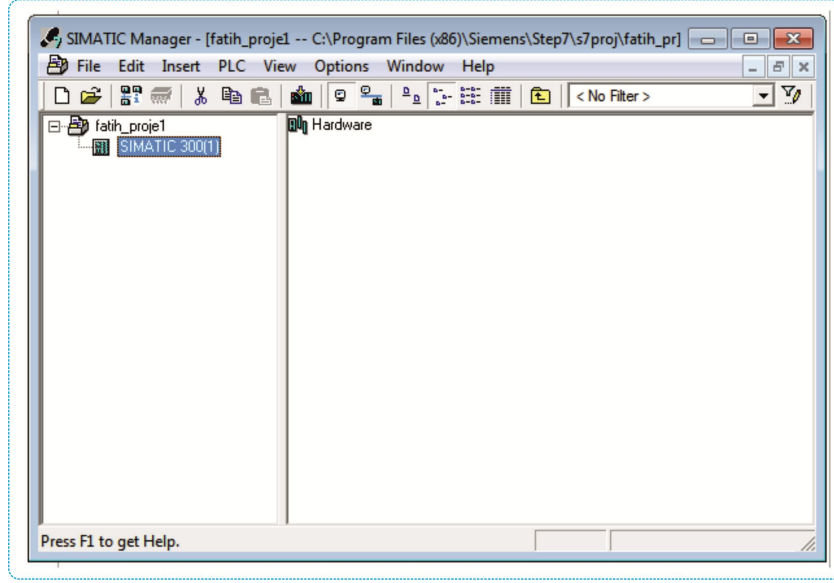
STEP7 V5.5 kurulum programı ve program lisansı temin edildikten sonra bilgisayara kurulumu ile ilgili programın kullanım ve kurulum klavuzundan bilgiler edinilebilecektir. Bu bölümde programın kurulmasından ziyade programın tez çalışması ile ilgili bazı önemli noktaları hakkında bilgiler verilecektir.



Şekil 6.3. SIEMENS TIA portal programlama ekranı [15].

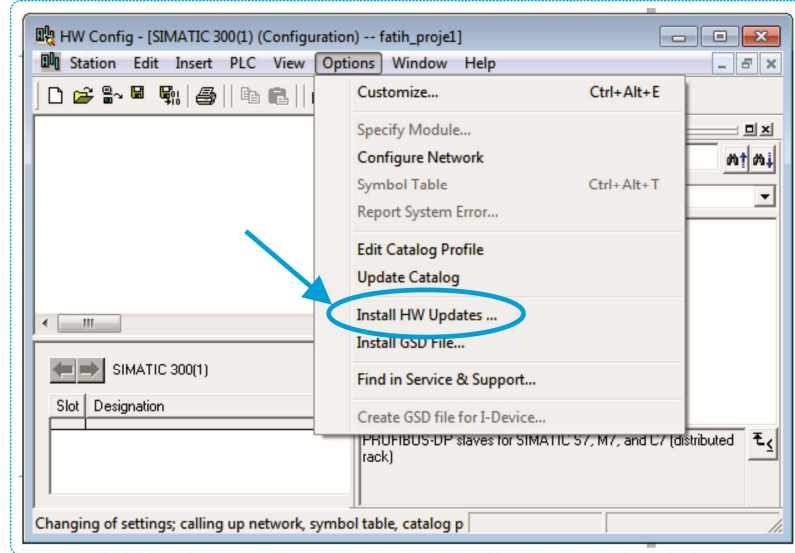
### 6.2.1. Yeni Bir Proje Oluşturup Donanım Güncelleme

Program ile çalışabilmek için mevcut PLC donanımının sanal olarak oluşturulması gereklidir. V5.5 ve daha alt sürümlerinde bu tez çalışmasında kullanılacak olan PLC CPU modeline ait donanım bilgileri ilk kurulum esnasında yer almamaktadır. Mevcut CPU modelini tanıttırabilmek için internet üzerinden programa donanım güncellemesi yapmak gereklidir. Bu işlem için öncelikle program çalıştırılır ve yeni bir proje oluşturulur. Yeni proje oluşturmak için File menüsünden ‘New Project’ Wizard... yolunu takip ederek yeni proje adını belirlememiz yeterli olacaktır. Bu çalışmada kullanılan CPU, S7-300 ailesinden olacağı için oluşturulan yeni projede, proje adına mausun sağ butonuyla tıklayarak ‘Insert New Object’ - SIMATIC 300 Station seçmek gerekir. Bu işlemlerden sonra çalışma penceresi Şekil 6.4’ teki gibi olacaktır.

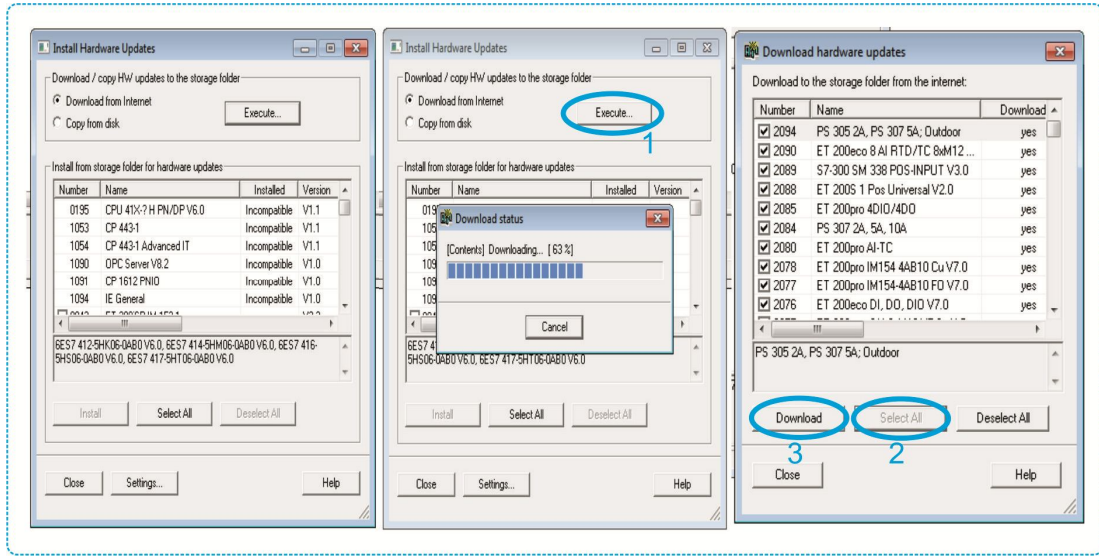


Şekil 6.4. STEP 7 programında yeni proje oluşturma

Hardware üzerine çift tıklayıp açılan pencereden (Şekil 6.5) options-Install HW Updates... tıklandıktan sonra karşımıza donanım güncellemesi yapılacak olan pencere açılacaktır. Açılan pencereden Şekil 6.6’ da gösterilen 1, 2, 3 adımları sırayla takip edilerek programın güncelleme işlemi tamamlanmış olacaktır.



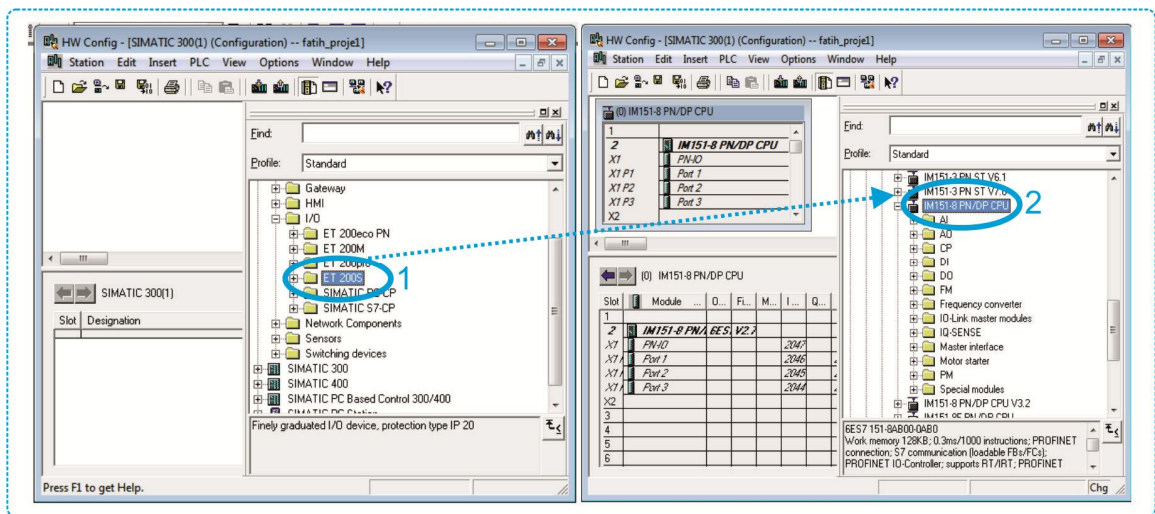
Şekil 6.5. STEP 7 programında donanım güncelleme sekmesi konumu



Şekil 6.6. STEP 7 programında donanım güncelleme adımları

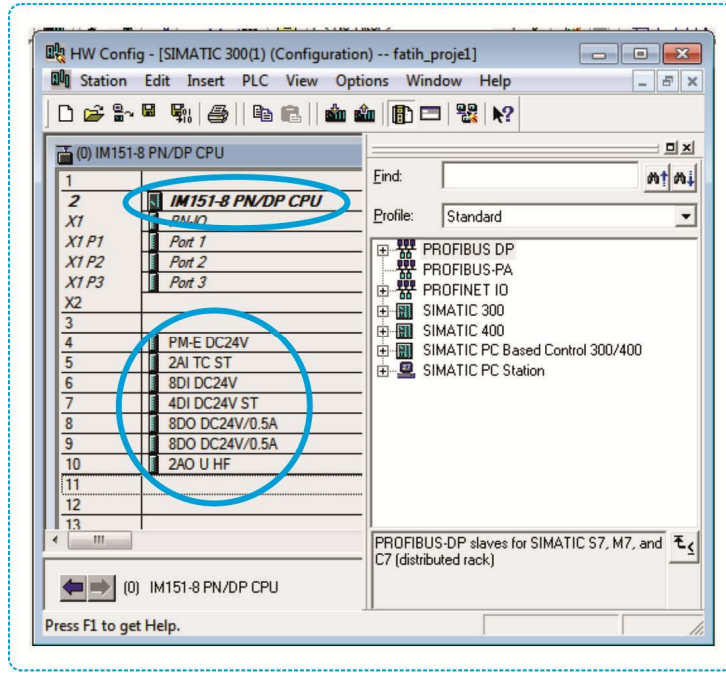
## 6.2.2. Donanım Seçme ve Sistem Konfigürasyonu

Donanım güncellemesinin ardından sistemde kullanılacak olan ekipmanlar donanım penceresinin (Şekil 6.7) sağ tarafında ET 200S menüsünün altında sıralanacaktır. ET 200S menüsünden sırayla Şekil 6.7’de gösterilen 1, 2 numaralı adımlar takip edilerek IM151-8 PN/DP CPU seçilerek çalışmada kullanılacak olan CPU modeli seçilmiş ve kullanıma hazır hale getirilmiş olacaktır.



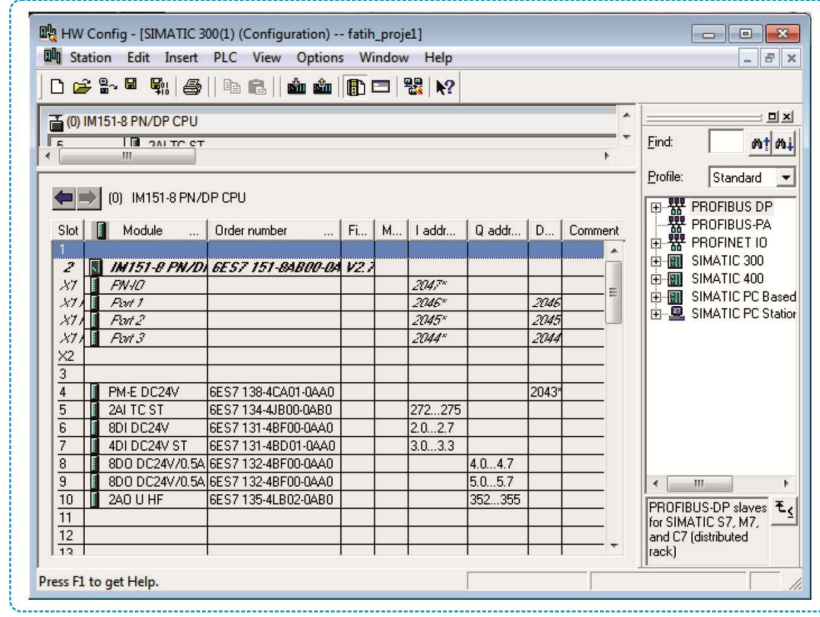
Şekil 6.7. STEP 7 programında CPU seçme adımları ekran görüntüleri

CPU modelinin seçilmesinin ardından CPU üzerine fiziksel olarak yerleştirilmiş olan kartların, konfigürasyonlarının yapılarak, programlama adreslerinin belirlenmesi gereklidir. Konfigürasyon yapılırken donanım sayfasında CPU modelinin altında sıralanan satırlara sırasıyla mausun sağ butonuyla tıklanarak Insert Object-PROFINET IO tıklanarak ilgili PLC elektronik kartı seçilmeli ve konfigürasyon tamamlanmalıdır. Bu çalışmada kullanılan kartların seçilmiş yani konfigürasyonu yapılmış haldeki görünümü Şekil 6.8’de gösterilmiştir.



Şekil 6.8. STEP 7 programında sistem konfigürasyonu

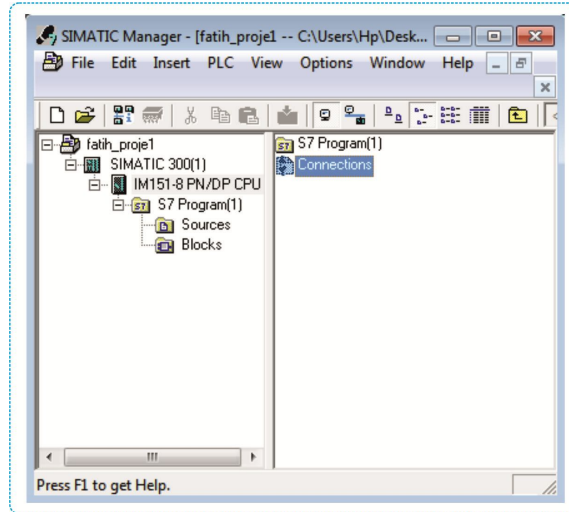
Konfigürasyon işlem penceresinin alt tarafında seçilen elektronik kartların ürün kodları ile birlikte PLC program adresleri de otomatik olarak görüntülenmiş olacaktır. (Şekil 6.9) PLC programı, analog ve dijital giriş çıkışları bu adresler kullanılarak gerçekleştirilecektir.



Şekil 6.9. STEP 7 programında seçilen donanım adres bilgi ekranı

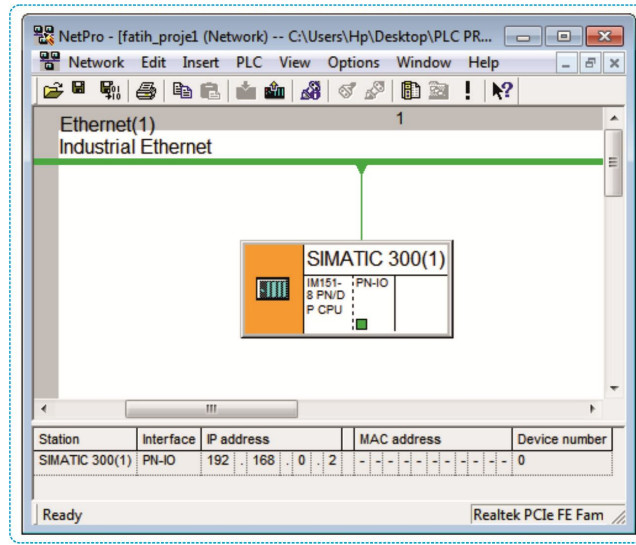
### 6.2.3. CPU ve SIMATIC MANAGER STEP 7 Haberleştirme

Haberleştirme işlemi iki farklı şekilde yapılabilmektedir. Profinet ve profibus seçenekleri mevcuttur. Haberleşme ayarlarının yapılabilmesi için program ana menü bölümünden CPU üzerine farenin sol butonuyla tıklandığında Connections seçeneği görünecektir (Şekil 6.10). Connection üzerine çift tıklanarak sistemin haberleşme sayfası ekrana gelecektir.



Şekil 6.10. STEP 7 programında haberleştirme bağlantı ayar ekranına geçiş konumu

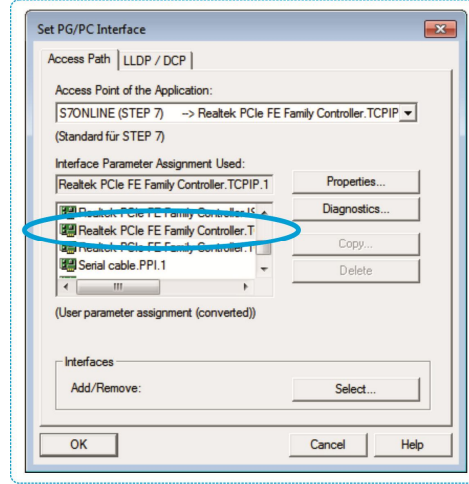
Seçtiğimiz CPU modeli profinet üzerinden haberleştiğinden haberleşme penceresinde otomatik olarak Industrial Ethernet ve CPU hazır vaziyette görünecektir. (Şekil 6.11) Yapılması gereken CPU üzerindeki Ethernet çıkışı ile Ethernet kablosunu fare hareketiyle birleştirmektir. Böylece PLC'nin program ile haberleşmesini Ethernet üzerinden yapacağımızı belirlemiş oluruz. Bağlantı yapıldıktan sonra haberleşme sayfasının alt tarafında haberleşme IP numarası belircektir (Şekil 6.11). Bu IP adresi CPU ya ait haberleşme adresi olup sabit bir IP adresidir. İlerleyen konularda SCADA ile PLC haberleşmesi sağlanırken yine 192.168.0.2 IP adresi kullanılacaktır.



Şekil 6.11. STEP 7 programında haberleştirme bağlantı ekranı

Bilgisayar ile PLC haberleşmesinin son aşamasında ise CPU ile bilgisayar arasındaki haberleşmenin bilgisayarın ethernet kartı üzerinden yapılacağını belirtilmesi ayarıdır. STEP 7 programı yüklendiğinde bilgisayarın denetim masasına otomatik olarak Set PG/PC interface yüklenmiş olur. Set PG/PC interface sayfasına girilerek bilgisayarın mevcut Ethernet kartı seçilerek onaylanmasının ardından haberleşme ayarı tamamlanmış olacaktır (Şekil 6.12). Haberleşme ayarının gerçekleşip gerçekleşmediği ise STEP 7 ana menü çubuğu üzerinde bulunan Accessible Nodes üzerine tıklanarak CPU içerisine ulaşıp ulaşılamadığına bakılarak anlaşılabilmektedir. Eğer bağlantıda bir problem varsa yukarıda bahsedilen işlemlerin tekrar gözden geçirilmesinde fayda olacaktır.

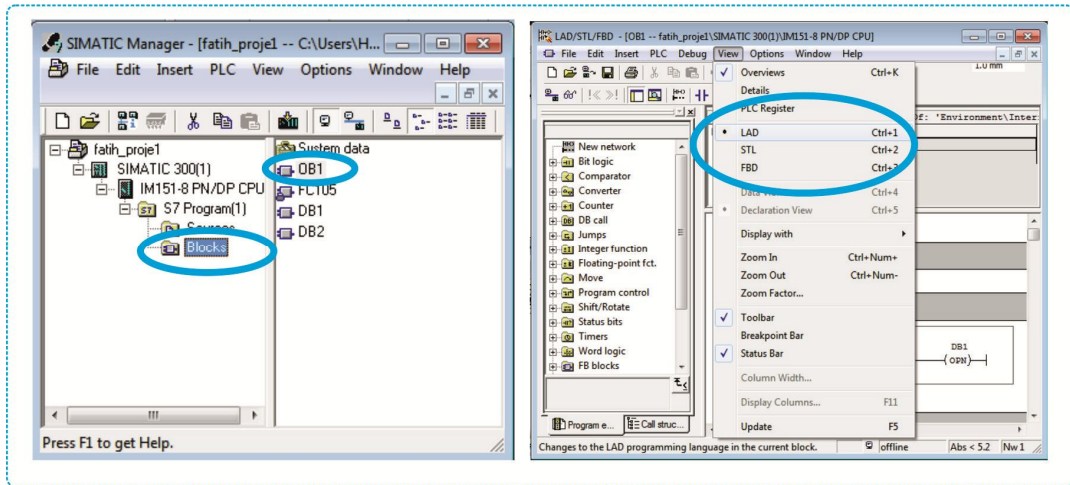




Şekil 6.12. Haberleştirme donanım seçim ekranı Set PG/PC Interface

### 6.3. PLC Program Yazım Dilleri

STEP 7 ile PLC programlanırken 3 adet programlama dili mevcuttur. Bu dillerin bulunduğu menüye ulaşmak için STEP 7 ana menüden Blocks sekmesinin altında bulunan OB1 seçilir (Şekil 6.13). Açılan OB1 penceresinin menü çubuğundan View tıklanarak açılan sekmede LAD, STL veya FBD programlama dillerinden hangisiyle çalışılacaksa o program dili seçilmelidir. Bu çalışmada LAD ile program yazılacağından LAD seçeneği seçilidir (Şekil 6.13) STL, FBD ve LADDER yöntemiyle yazılan programlar hatasız yazılmış ve derlenmiş olmak şartıyla birbirinin stillerine dönüştürülebilir.

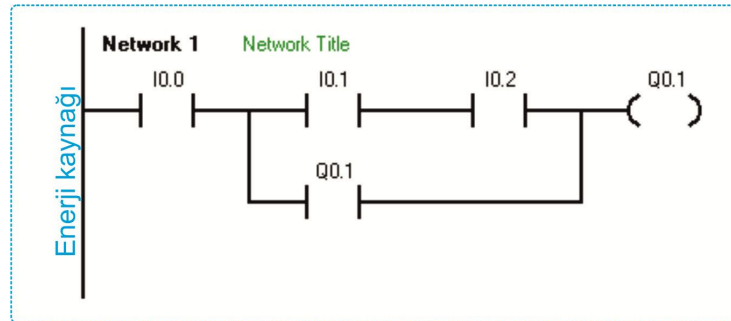


Şekil 6.13. STEP 7 programında OB1’de programlamaya geçiş ve programlama dili seçim ekranı

Bütün bu ayarlamalardan sonra PLC programlama bu ayarlar altında yapılarak gerçekleştirilebilecektir. PLC programlama dillerinin kısaca özetlenmesinde fayda olacağı düşünülmüş ve PLC programlama dilleri hakkında bilgilere aşağıdaki başlıklar altında yer verilmiştir.

### 6.3.1. Kontak Plan (LADDER)

Ladder plan, röle ve kontaktörlerle yapılan klasik kumanda devrelerinin çizimlerine benzeyen grafiksel bir programlama şeklidir. Ladder plan gerçek elektrik devrelerinde olduğu gibi bir enerji kaynağından kontaklar aracılığıyla akan enerjiyi sembolize etmek şeklinde kullanıcıya kolay gelebilecek bir programlama mantığına sahiptir. Ladder programlamada programlama ekranının sol tarafında gösterilen dikey çizgi enerji kaynağını gösterir. Kapalı kontaklar enerji akışına izin verirken açık kontaklar enerji akışına izin vermezler. Ladder plan yöntemi daha çok elektrik eğitimi almış kişiler ve yeni başlayanlar için uygundur. Şekil 6.14'te LAD yöntemiyle yazılmış program örneği gösterilmiştir.

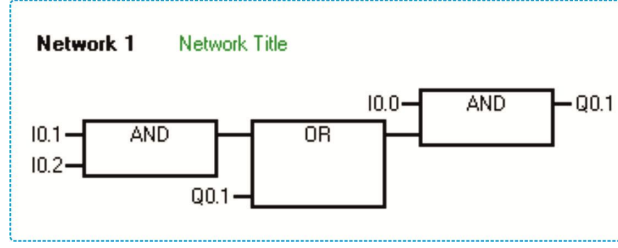


Şekil 6.14. Kontak plan (LADDER) yöntemiyle program Örneği

### 6.3.2. Fonksiyon Plan (FBD)

FBD yöntemi, lojik kapıların kullanımına dayanan ve şematik bir gösterim şekli sunan programlama şeklidir. Burada kullanılan lojik semboller kutular şeklinde gösterilir. Sembollerin sol tarafında giriş sinyalleri, sağ tarafında ise çıkış sinyalleri bulunur. Bu yöntem dijital elektronik eğitimi almış kişilerce daha rahat kullanılabilir. Şekil 6.15'te FBD yöntemiyle yazılmış program örneği görülmektedir.





Şekil 6.15. Fonksiyon plan (FBD) yöntemiyle program örneği

### 6.3.3. Deyim Listesi (STL)

STL yönteminde PLC'nin türüne ve markasına göre aynı işlevi gören fakat yazılım şeklinde küçük farklılıklar olan komutlar kullanılır. Bu yöntem cihazın, makina koduna en yakın gösterim şekli olduğundan çok geniş programlama imkanları sunar. STL yöntemi bilgisayar teknolojisine yatkın kişilere hitap eder.

Şekil 6.16'da STL yöntemiyle yazılmış program örneği görülmektedir.

| Network 1 | Network Title |
|-----------|---------------|
| LD        | I0.0          |
| LD        | I0.1          |
| A         | I0.2          |
| O         | Q0.1          |
| ALD       |               |
| =         | Q0.1          |

Şekil 6.16. Deyim Listesi ( STL) yöntemiyle program örneği

## 6.4. PLC İçin Kontrol Programının Yazılması

Bir PLC programının başarılı bir şekilde yazılabilmesi için sistemin işleme mantığının yani prosesin ve sistemde kullanılan ekipmanların görevlerinin çok iyi bir şekilde bilinmesi şarttır. Aksi takdirde çok mükemmel bir PLC programcısı bile istenilen performansı gösteremez ve ürettiği programdan bir başarı beklenemez. Program yazılmaya başlanmadan önce sistemin nasıl çalıştığı, yani sistemdeki hangi ekipmanın ne zaman devreye gireceği ve ne zaman devreden çıkacağı çok iyi bir şekilde bilinmelidir. Çok kompleks sistemlerde bunu aynı anda hafızada tutmak zor ve gereksizdir. Bir sistem için

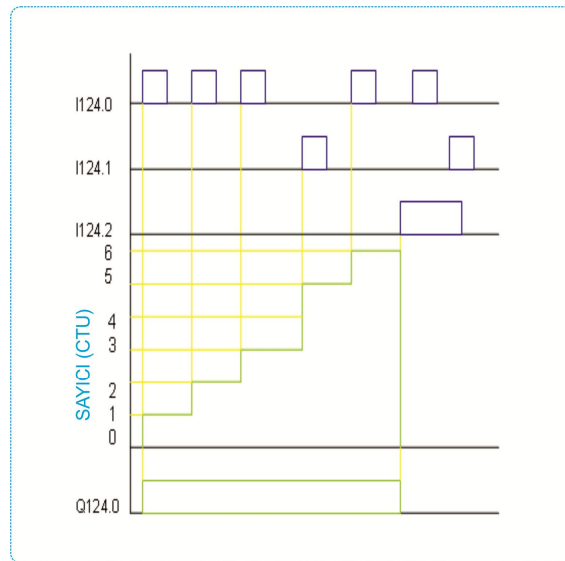
programlamaya başlamadan önce sistemin akış diyagramının çıkarılması ve ekipmanların çalışma zamanlarını gösteren çalışma zamanı diyagramı oluşturulmalıdır.

#### 6.4.1. Sistemin Akış Diyagramının Çıkarılması

Akış diyagramı yöntemi bütün programlama dillerinde kullanılan ve programın yazılmasını sade, kolay anlaşılır bir hale getirmektedir. Bütün programlama dillerinde olduğu gibi endüstriyel sistemlerin işleyiş şekillerinin bir diyagram üzerinde gösterilmesi, PLC programlamada çok büyük kolaylıklar sağlayacaktır. Bu tez çalışması için oluşturulan akış diyagramı Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’ de verilmiştir.

#### 6.4.2. Sistem Elemanlarının Çalışma Zamanlarının Belirlenmesi

Sistemde bulunan bütün elemanların çalışma zamanlarının bilinmesi de program mantığını son derece kolaylaştıracak ve yazılan programda hata oranını minimuma düşürecektir. Çalışma zamanlarından kasıt, sistemde bulunan elemanların ne zaman devreye gireceği, ne zaman duracağı, ne zaman açılıp kapanacağı hakkında bakıldığı anda bize bilgi verecek bir diyagramdan ibarettir. Şekil 6.17’de inputlardan (girişler) gelen bilgiler bir ileri sayıcıyı (CTU) çalıştırmaktadır. Sayıcı 6 değerini aldığı anda Q124.0 çıkışına bağlı ve çalışmakta olan bir elemanı devre dışı bırakmaktadır.



Şekil 6.17. Basit bir sisteme ait zamanlama gösterimi

## 7. SCADA (SUPERVISORY CONTROL and DATA ACQUISITION)

Proses (İşlem), Endüstriyel ve Bina Otomasyonunda kullanılan Programlanabilir Kontrolörler (PLC), Döngü Kontrolörleri, Dağıtık Kontrol Sistemleri (DCS), I/O Sistemleri ve akıllı sensörler (kontrol ünitesi üzerinde bulunan) gibi çeşitli cihazlardan saha verilerini sürekli ve gerçek zamanlı olarak toplayan, tanımlanan kıstaslara göre bu bilgileri değerlendirmeye tabi tutup gerektiğinde kullanıcıya erken uyarı mesajları üreten, üretimi etkileyen çeşitli etkenlerin merkezi bir noktadan grafiksel veya trend olarak gözetlenmesini sağlayan ve sahadaki kontrol noktalarının uzaktan denetlenebilmelerine imkan sağlamak amacıyla kullanılan sistemler Denetleyici Gözetim ve Veri Toplama (SCADA "Supervisory Control and Data Acquisition") sistemi olarak tanımlanabilir. SCADA sistemi, veri toplama ve telemetri (kablosuz veri aktarma)'nın bir kombinasyonudur. Veri toplama ve merkezden veri gönderme, analiz yapma ve daha sonra bu verilerin bir operatör ekranında gösterilmesi işlevlerini gerçekleştirir. SCADA sistemi saha ekipmanlarını görüntüler ve aynı zamanda denetler [16].

SCADA sistemleri; sistem operatörlerine (kullanıcılarına), merkezi bir kontrol noktasından geniş bir coğrafi alana petrol ve gaz alanları, boru sistemleri, su şebekeleri, termik ve hidrolik enerji üretim sistemleri ile iletim ve dağıtım tesisleri gibi alanlarda vanaları, kesicileri, ayırıcıları, elektrik makineleri, motor, elektronik, elektrohidrolik ve elektropnömatik valfler anahtarları uzaktan açıp kapama, ayar noktalarını değiştirme, alarmları görüntüleme, ısı, nem, frekans, ağırlık, sayı, elamanların durumları gibi ölçü bilgilerini toplama işlevlerini güvenilir, emniyetli ve ekonomik olarak yerine getirme avantajı sunmaktadır. Burada, mekanik ve elektronik aygıtlar arabirimlerle bağlanarak işletme fonksiyonlarını yürütürler. Denetim komutları bu düzeyde tesisin çalışmasını sağlayan elektriksel sinyallere ve makine hareketlerine dönüşür, bu dönüşümler elektronik algılayıcılar aracılığıyla toplanır. Toplanan veriler elektrik işaretlerine çevrilerek SCADA sistemine aktarılır. Aktüatörler, tahrik motorları, vanalar, lambalar, hız ölçü cihazları, yaklaşım detektörleri, sıcaklık, kuvvet ve moment elektronik algılayıcıları burada bulunur. SCADA sisteminden verilen komutlar, bu katmanda, elektrik işaretlerine çevrilerek, gerçek dünyada istenen hareketlerin oluşması sağlanır (vanaların açılıp-kapanması, ısıtıcıların çalıştırılıp-durdurulması gibi) [16].

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 kullanılabilir. Sistemin işletilmesinde salt insan çabası yetersiz kalmaktadır. Sistemde meydana gelecek olayların anında tespit edilmesi klasik yöntemler ile mümkün olmamaktadır. Sistemin daha etkin işletilmesi için, daha güvenilir, daha ekonomik işletme için işletmede bilgisayar otomasyonuna gereksinim vardır. Bunun için sistem kontrol ve izleme yazılımları geliştirilmiştir. Yazılım sayesinde operatörler bilgisayar ekranında ki sistem diyagramından sistemi uzaktan kumanda edebilecektir. Arızaların algılanması yerlerinin tespiti ve arızanın giderilmesi yine uzaktan kumandalı olarak belli bir merkezden yapılabilir. Sistemle ilgili alarm sinyalleri operatörleri uyaracak şekilde oluşturulması ve görüntülenmesi gerçekleştirilebilir. Çeşitli veriler tarih ve zaman olarak (arıza şekli, arıza yeri) veri tabanı şeklinde saklanabilir böylelikle kişilere bağlı kalmaksızın sistem hakkında toplanan verilere dayalı ayrıntılı bilgi edinilmesi sağlanabilir. Dinamik grafik çizim araçları kullanılarak izlenmesi istenen süreç gerçeğe çok yakın bir şekilde canlandırılabilir ve alarmlar çarpıcı hale getirilebilir. SCADA yazılımları kendi bünyelerinde bulunan çekirdek yazılımları kullanılarak grafiklerle birlikte hareket, boyutlandırma, yanıp sönme ve doldurma, boşaltma gibi operatörlerin dikkatini çekip kullanım kolaylığı sunabilecek özellikleri içermektedirler. Operatörlerin görmesini kolaylaştıracak değişik renk, boyut ve şekillerde alarm hazırlamak ve alarm durumunda alınacak acil tedbirleri ekranda göstermek mümkün olmaktadır. Klasik denetleyicilerle grafik tetikleyicileri olarak adlandırılan yazılım parçaları kullanılmaktadır. Herhangi bir tesiste olabilecek olan otomatik kontrol sistemlerinin kullanıcılar tarafından tek bir ekran üzerinden yönlendirilebilmesi çok arzu edilen bir durumdur. Bu sayede kullanıcıların sistemlerini yönetmeleri için, sistemin bulunduğu yere gitme zorunluluğu ortadan kalkmış ve kontrol müdahalelerini bulundukları yerde bilgisayarlar üzerinden vererek büyük kolaylıklar sağlanmış olur [16].

### **7.1. SCADA Sisteminin İşlevleri ve Sistemin Çalışma Yapısı**

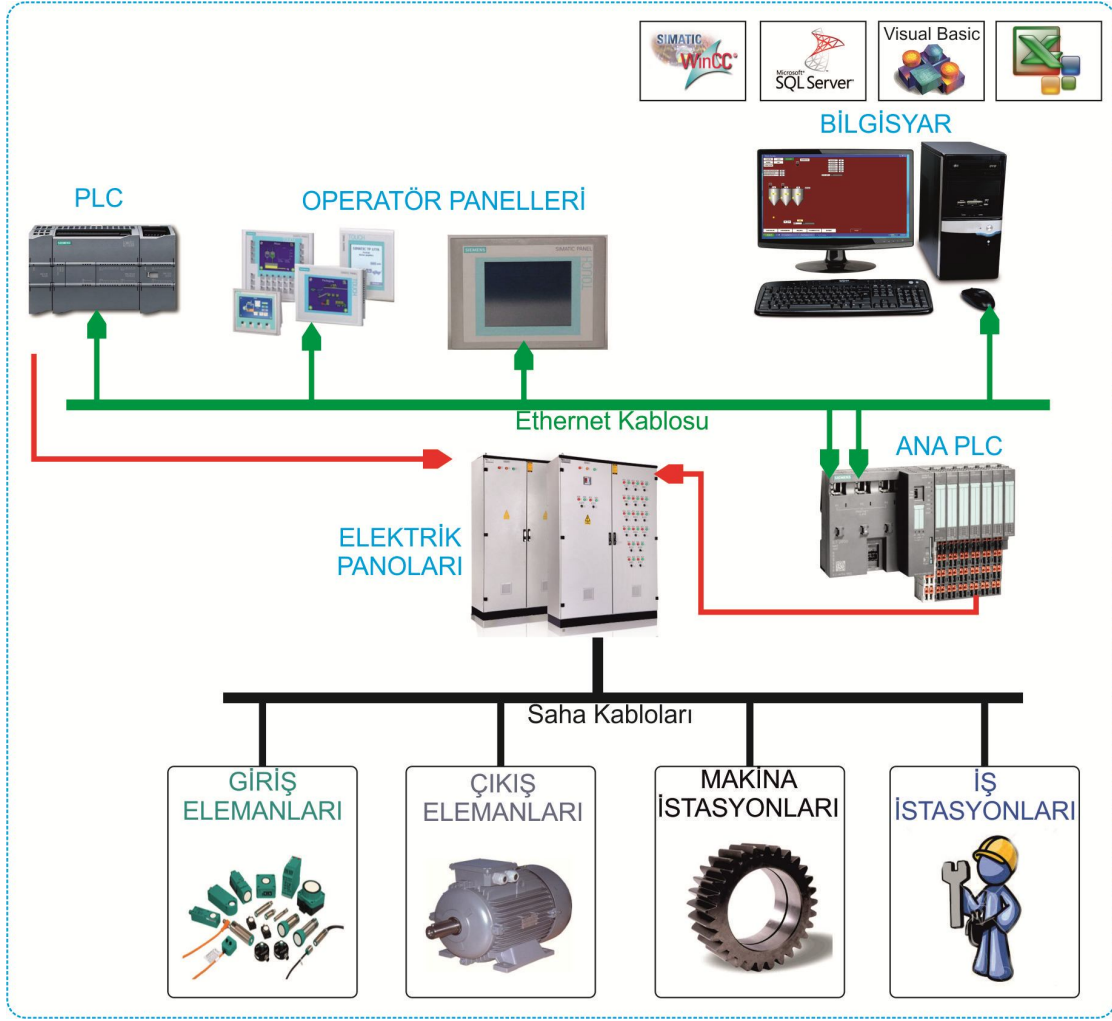
SCADA sisteminin işlevleri şunlar olmalıdır:

- İzleme (monitoring) işlevleri
- Kontrol işlevleri
- Veri toplama
- Verilerin kaydı ve saklanması

SCADA sistemleri kullanarak uygulama yazılımı geliştirmek için iletişim protokollerinin tanımlanması ve veri tabanı (SQL Server) yapısının tanımlanması gerekmektedir. İletişim protokolleri SCADA'nın işletmedeki bilgi omurgası olması görevini yapması için birbirleri ile iletişim kurması gereken birimlerin haberleşmesini sağlamaktadır. SCADA sisteminin gözlem ve denetim fonksiyonlarını üstlenmesi için sürece ait giriş ve çıkış bilgileri bir veri tabanında tanımlanır. Veri tabanında süreç değişkenlerine tekabül eden her bir bilgi etiket, kapı veya nokta olarak tanımlanır. Bu süreç değişkenlerinin bulunması gereken seviyelerle ilgili alarmlar ve bu değişkenlerin işlenmesi gerektiğinde kullanılacak işlem blokları veri tabanı tanımlanması fazında gerçekleştirilir [16].

SCADA sistemleriyle; üretim kalitesiyle ilgili bilgiler, (sıcaklık, basınç, malzeme miktarları...) üretim verimliliği ile ilgili bilgiler, (çalışma ve durma zamanları, nedenleri...) üretim maliyetleri ile ilgili bilgiler, bakım amaçlı bilgiler, çalışanların kontrolü, İstatistiksel amaçlı bilgiler, (Bozuk, hatalı malzemelerin adetleri, hata nedenleri...) bilgileri ve programcıya bağlı olarak bir veri tabanında saklanabilecek bütün bilgiler toplanabilir.

Şekil 7.1'de SCADA sistemlerinin genel bir şematik yapısı görülmektedir. Bu sistem sayesinde, bir tesise veya işletmeye ait tüm elemanların kontrolünden üretim planlamasına, çevre kontrol ünitelerinden yardımcı işletmelere kadar bütün birimlerin kontrolü ve gözetlenmesi sağlanabilir. Bu sistem, bir dizi elektronik kontrol ünitelerini, endüstriyel bilgisayarları veya iş istasyonlarını, ve uygulama yazılımlarını ve iletişim bölümlerini içerir.



Şekil 7.1. Bir SCADA sistem otomasyonunun PLC ve saha ekipmanlarıyla çalışma yapısı

## 7.2. Scada Programlamada Kullanılan Programlar

Scada programlama amaçlı olarak birçok farklı firmaya ait programlar mevcuttur. Bunlar; Siemens (Protool, WinCC, WINCC-FLEXIBLE), Telemecanique (TSX Micro) Mitsubishi (MX4), Omron (CX-supervisor) gibi programlardır. Bu programlar arasından tez çalışmasında WINCC V7.0 kullanılacaktır. Endüstriyel uygulamalarda çok kullanılan ve yaygın olarak bilinen, Siemens firmasına ait olan WINCC programıdır. WINCC bilgisayar üzerinden sistem kontrolü için geliştirilmiştir. Siemens operatör paneli programlamak için ise WINCC-FLEXIBLE programını geliştirmiştir. Şekil 7.2’de Siemens firmasına ait çeşitli operatör panelleri gösterilmiştir. WINCC-FLEXIBLE ile aynı zamanda bilgisayar üzerinden kumanda işlemleri de yapılabilir. Bu yazılım teknolojileri

genel olarak aynı görevi yapmaları itibariyle aralarında bir fark yok gibi görünseler de işlevsellik olarak birbirlerinden farkları oldukça fazladır;

- Wincc Flexible temel olarak Operatör Paneli programlamak için geliştirilen bir teknolojidir. Scada yazılımı yapmak için de kullanılabilir fakat işlevsellik açısından tam anlamıyla yeterli değildir.(Küçük çaplı scadalar için kullanılabilir.)

- Wincc ise sadece Scada yazılımı gerçekleştirmek için geliştirilen bir teknolojidir. Dolayısı ile birçok hazır fonksiyonu bünyesinde bulundurur. İşlevsellik bakımından zengindir.

- Wincc programında mevcut veri erişim hızı Wincc Flexible veri erişim hızına göre oldukça fazladır. Buna bağlı olarak veri alışverişi Wincc’de diğer HMI yazılımlarına göre daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir.

- Wincc Windows’un tüm özelliklerinden faydalanarak SCADA uygulamaları yapmaya olanak tanır. Wincc Flexible’ de böyle bir durum söz konusu değildir.

- Kullanıcı arayüzü tasarlarken ara yüzlerde kullanılabilecek nesne sayısı Wincc de sınırsız, Wincc Flexible’da sınırlıdır.

- Wincc Flexible dinamik veri kontrolü yok denecek kadar azdır. Bu durum veritabanından alınan bilgilere erişimi de zorlaştırmaktadır. Oysa Wincc’de dinamik veri kontrolü oldukça gelişmiştir. Bu yüzden run-time anında veritabanından çekilen bilgilerin erişimi, yönetimi kolaydır.



**Şekil 7.2.** SIEMENS firmasına ait çeşitli operatör panelleri [17]

### **7.3. WINCC İle SCADA Programlama**

Bu bölümde tez çalışmasında kullanılacak olan WINCC V7.0 hakkında bilgi verilecektir. Siemens firması geçmişten günümüze çok farklı versiyonlarda SCADA programları geliştirmiştir. En son üretilen TIA Portal (Totally Integrated Automation) SCADA programını da PLC programıyla birlikte barındırdığı daha önceden belirtilmişti. TIA Portal arayüzünde lisanslar ayrı ayrı satın alınarak bütün programlamaların aynı ekran üzerinde kullanılabileceği bir kullanıcı arayüzü olup kullanıcıya programlama esnasında görsel açıdan kolaylıklar sunmaktadır. TIA Portal da gerçekleştirilen SCADA programlama mantığı WINCC 7.0 ile aynıdır. WINCC Siemens firmasının en güncel SCADA programlama versiyonlarından biridir.

WINCC V7.0 kurulum programı ve program lisansı temin edildikten sonra bilgisayara kurulumu ile ilgili programın kullanım ve kurulum klavuzundan bilgiler edinilebilecektir. Bu bölümde programın kurulmasından ziyade programın tez çalışması ile ilgili bazı önemli noktaları hakkında bilgiler verilecektir.

#### **7.3.1. Yeni Bir Proje Oluşturma**

WINCC V7.0 bilgisayara yüklenip lisans satın alınıp, lisans işlemi tamamlandıktan sonra program kısayolun butonuyla program başlatılmalıdır. Program ilk defa çalıştırılıyorsa ve daha önceden tanımlı herhangi bir proje yoksa ekrana ilk gelecek olan pencereden (Şekil 7.3) projenin kullanıcı özelliklerinin seçilmesi istenecektir.

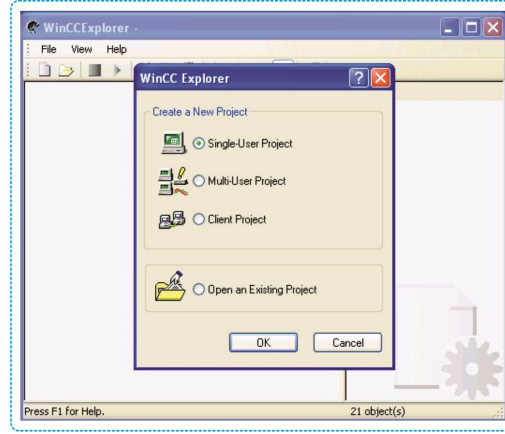
Single-User Project; Scada'nın izlendiği tek bir ekran varsa ve server olarak çalışacaksa bu seçenek seçilir. Bu çalışmada da seçilen proje tipi bu seçenektir.

Multi-User Project; Bir serverin mevcut olduğu ve birden fazla client bilgisayarın SCADA' yı kontrol edip izleyebildiği projelerdir. Client bilgisayarların kendilerine ait sistemi olmayıp, SCADA'yı server üzerinden izleyip işletirler.

Client Project; birden çok client bilgisayar bulunur ve client bilgisayarlar servere bağlı olmadan kendi üzerlerinden sistemi işletirler.

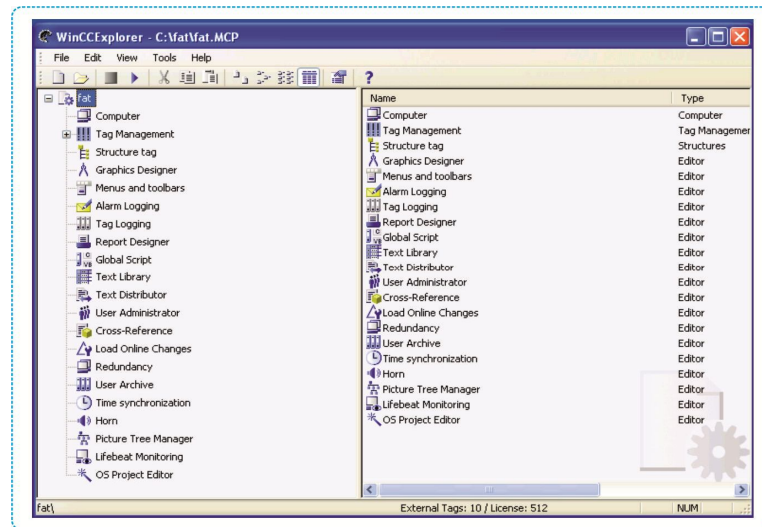


Open an Existing Project; daha önceden çalışılmış bir proje varsa bu seçenek kullanılarak açılabilir.



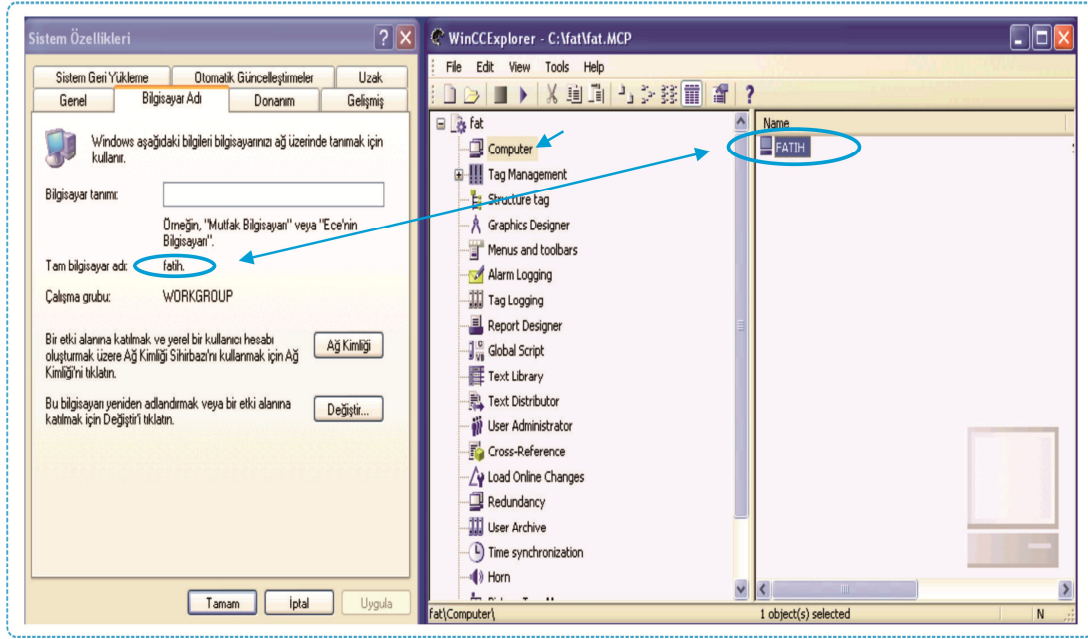
Şekil 7.3. WINCC programı ilk çalışma ekranı

Single-User Project seçilip onaylandıktan sonra ve proje adı yazıldıktan sonra, karşımıza proje adı altında çalışma yapacağımız WINCC SCADA ekranı gelecektir. (Şekil 7.4) Proje adı yazılırken açık menüde projenin hangi sürücüde çalışacağı da belirlenebilmektedir. Projenin çalışacağı sürücü yerel disk C olarak seçilmiştir. Açılan ekranda sisteme atılan lisans tanımlanmışsa lisans tag numarası pencerenin en alt bölümünde “Licance:512 veya 256” şeklinde görünecektir. Run time lisansı mevcut değil ise licance bölümünde DEMO şeklinde bir yazı görünecektir.



Şekil 7.4. WINCC programında yeni bir proje oluşturulduktan sonra ekran görünümü

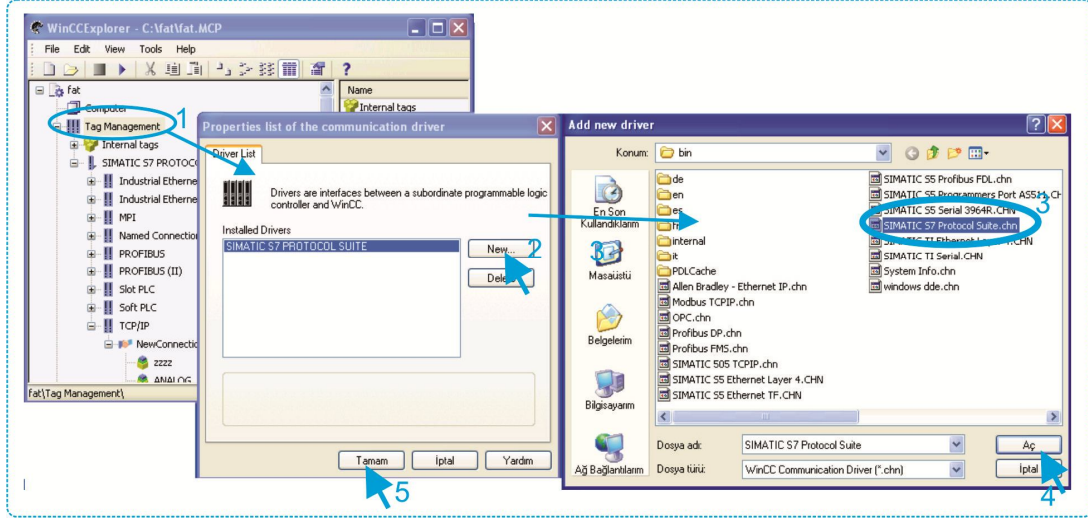
Oluşturulan projenin çalıştığı bilgisayarı server olarak görebilmesi ve yüklendiği bilgisayarda çalışabilmesi için yüklendiği bilgisayarın adının Computer bölümüne girilmesi gerekir. (Şekil 7.5) Bu işlem WINCC sağ taraftaki pencerede bilgisayar adının üzerine iki defa tıklanarak açılan pencereden gerçekleştirilebilecektir.



Şekil 7.5. WINCC programında, Windows işletim sistemi bilgisayar adının tanıtılması

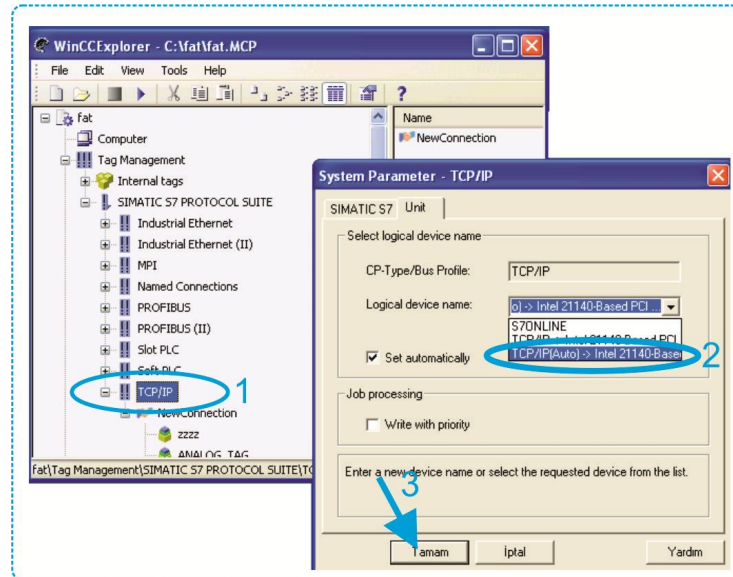
### 7.3.2. SCADA' nın PLC İle Haberleştirilmesi

PLC ile SCADA haberleşmesi için öncelikle WINCC programına kontrol gerçekleştirilecek olan PLC'nin protokolünün tanıtılması gereklidir. Bu işlemler WINCC ana penceresinde yer alan Tag Management menüsü üzerine sağ tıklanarak açılan pencereden yapılmaktadır. Şekil 7.6'da gösterilen adımlar sırayla gerçekleştirilerek bu işlem tamamlanmış olacaktır. Kullandığımız PLC modeli ve programı için SİMATİC S7 Protocol Suite seçilmelidir.



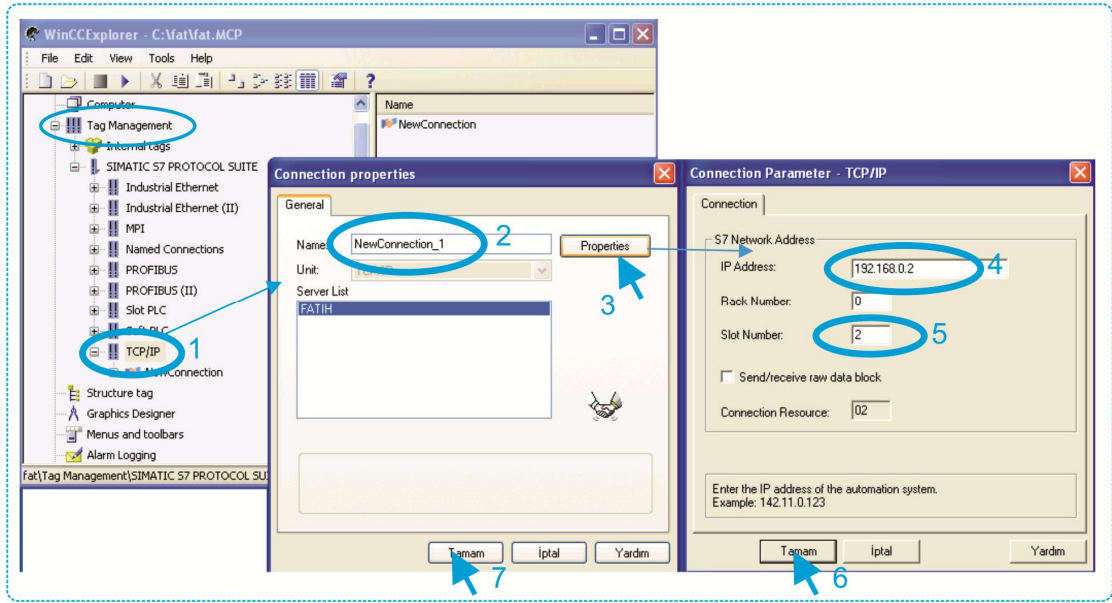
Şekil 7.6. WINCC programında haberleşme protokolü ayarlama adımları

İkinci adımda WINCC ile PLC arasında haberleşmeyi gerçekleştirecek olan bilgisayar donanımı seçilecektir. Bu çalışmada bilgisayarın ethernet denetleyicisi kullanıldığından, Şekil 7.7’de gösterilen adımlar sırayla takip edilerek ethernet denetleyicisi seçilmiş ve onaylanmıştır. Bu işlemlerin yapılabilmesi için Tag Management altında çalışan TCP/IP üzerine sağ tıklanarak System Parameter seçildiğinde gerekli işlemlerin yapılacağı pencere açılmış olacaktır.



Şekil 7.7. WINCC programında PLC haberleşirme bilgisayar donanımının seçilme adımları

Üçüncü adımda ise dış tagların haberleşmesini sağlayacak olan yeni bir bağlantı noktası oluşturulmalı ve bu bağlantı noktasına PLC cihazının IP adresi ve slot numarası girilmelidir. Bu işlemin yapılabilmesi için Tag Management altında çalışan TCP/IP üzerine sağ tıklanarak Connection properties seçildiğinde gerekli işlemlerin yapılacağı pencere açılmış olacaktır. Şekil 7.8’de gösterilen adımlar sırayla takip edilerek, bu çalışma için yeni bir bağlantı adı oluşturulup, PLC IP numarası 192.168.0.2 ve slot numarası 2 olarak girilmiştir.

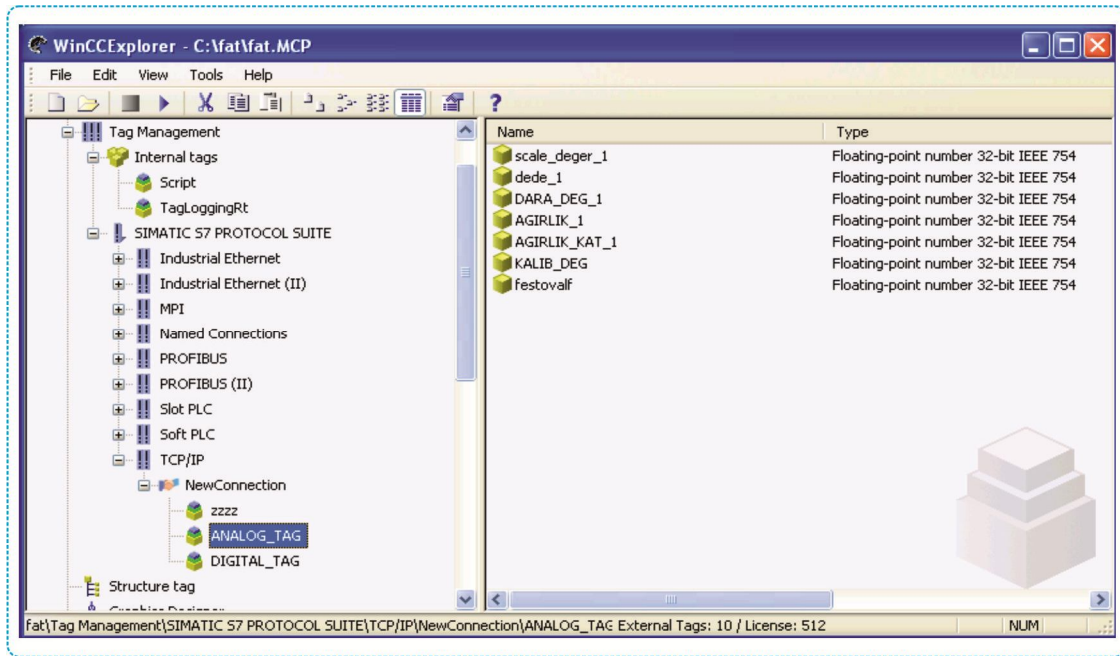


Şekil 7.8. WINCC programında yeni bir bağlantı noktasının oluşturulması ve IP numarası oluşturma adımları

### 7.3.3. SCADA Etiketleri Oluşturma

SCADA’ nın PLC üzerindeki işlevi PLC içerisinde bulunan hafıza alanlarının görüntülenmesi ve bu hafıza alanlarındaki bilgilerin değiştirilmesi ile PLC kumandasını gerçekleştirmektir. Bu amaçla PLC içerisinde oluşturulan hafıza alanlarının (Analog değerler, girişler, çıkışlar...) değiştirilip kontrol edilebilmesi için WINCC programında dış etiketler ya da diğer adıyla üretim etiketlerinin tanımlanması ve oluşturulması gereklidir. WINCC programında iki farklı tag tipi vardır. Bu taglerden bir tanesi Internal Tags (iç etiketler) olup, WINCC’nin kendi içinde bulunan hafıza odacıklarıdır. PLC ile aynı görevi yaparlar ancak bu etiketler WINCC’nin içinde biçimlendirilir ve programlamada yardımcı

eleman olarak kullanılırlar. Diğer tag tipi ise Process Tags (üretim etiketleri) olup PLC veya benzer parçalar için projedeki hafıza odacıklarıdır. Bu hafıza odacıkları direkt olarak PLC hafızası içerisindeki durumları WINCC ekranına aktarırlar. Bir motorun çalışma bilgileri, loadcell'den gelen tartım sinyalleri yada oransal valfe gönderilen analog sinyaller bu taglerin görevlerine örnek olarak söylenebilir. Bu taglerin WINCC ekranındaki yerleri Şekil 7.9'da gösterilmiş olup. Farenin sağ tuşuyla ilgili alanlara tıklanarak yeni tag grupları ve yeni tagler oluşturulabilecektir. Tagler oluşturulduktan sonra Graphics Designer üzerinde gerekli Visual Basic, C kodları yada direk bağlantılar ile kullanılarak SCADA'da gerekli programlamalar yapıp kullanıma hazır hale gelebileceklerdir.



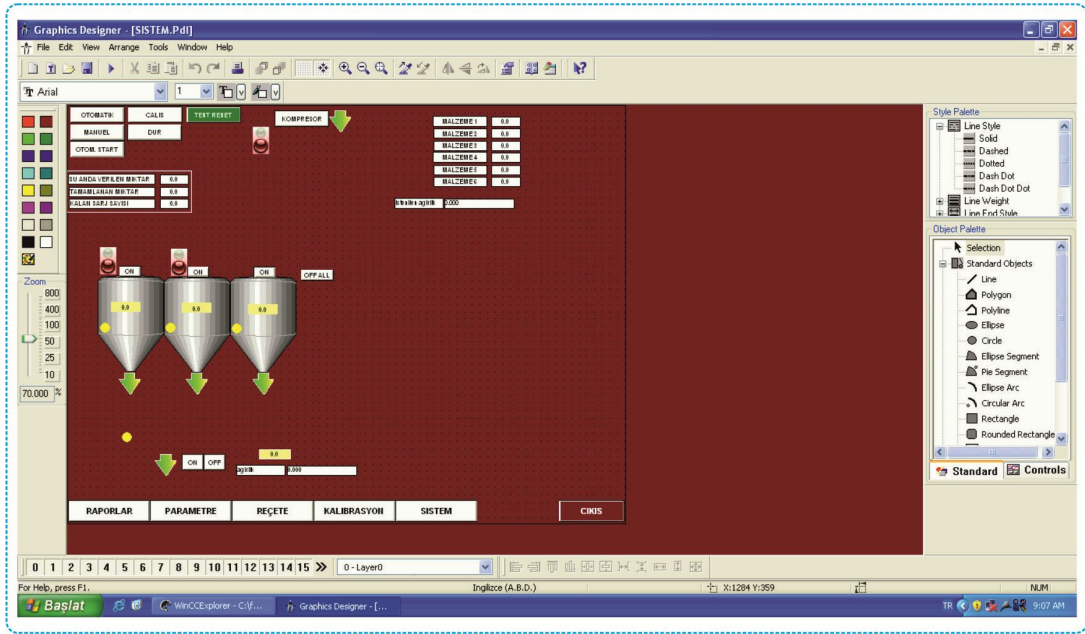
Şekil 7.9. WINCC programında SCADA etiket ekranı

### 7.3.4. Graphics Designer

Graphics Designer kullanım amacı oluşturulacak olan SCADA'nın şematik olarak gösterilmesini sağlayacak olan kullanıcı arayüzünün oluşturulmasıdır. Sistem ile ilgili bütün değerler programcı tarafından oluşturulacak olan bu ekran üzerinden okunacaktır. Grafik dizayn etmek ve gerekli taglerin bağlantısını yapacak olan bu ekranda sistem ile ilgili arıza bilgileri, motor çalışma durumları, sistem durum bilgileri ve sistem ile ilgili tüm değerler bu ekran üzerinden okunacağından, tasarımcı ve programcının çok karmaşık olan



sistemleri anlaşılır ve net bir şekilde tasarlaması, oluşturulacak olan programın kullanılması açısından son derece önemli olacaktır. Örneğin bir motor devreye girdiği zaman SCADA ekranına ilk bakışta motorun çalıştığının belirgin olması gerekir. Graphics Designer sayfasının genel görünümü Şekil 7.10’da görülmektedir. İyi bir SCADA tasarımcısı olabilmek için gerekli yazılım ve saha donanım alt yapısının çok iyi olması gerekli ve prosese son derece hakim olunmalıdır. Aksi taktirde oluşturulacak olan projelerden yüksek verim alınamayacaktır.



Şekil 7.10. WINCC programında SCADA tasarım ekranı

## **8. TASARLANAN PROTOTİP İÇİN PLC VE SCADA PROGRAMININ OLUŞTURULMASI**

### **8.1. PLC Programının Oluşturulması**

PLC programlama yapılırken kullanılan programlama dili LADDER olarak seçilmiş ve programlama bu dille yapılmıştır. Kullanılan PLC program versiyonu, türü ve konfigürasyonu hakkında daha önceki konularda bilgi verilmişti. Bu kısımda sistemi etkileyen giriş ve çıkışlar belirtilecek ve sistemde kullanılan komutlar hakkında kısaca bilgiler verilecektir.

Programlamaya başlamadan önce sistemin akış diyagramının oluşturulması programlamayı kolaylaştıracağını daha önceden belirtilmiş, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te gösterilmişti. Programlamaya geçmeden önce sistemin giriş ve çıkış adreslerinin belirtilmesinde fayda olacağı düşünülmüştür. Bu amaçla sistemde kullanılan input ve output adresleri Tablo 8.1' de gösterilmiştir. Input adresleri SCADA ile kontrol edilerek outputlar, PLC program algoritmasına göre kumanda edilmiştir. Tablo 8.1' de belirtilen giriş ve çıkış adresler dijital giriş ve çıkışlar olup sistemde iki adet analog karta bağlı giriş ve çıkış mevcuttur. Analog input ve output adresleri oluşturulan konfigürasyona göre PIW272 adresinden loadcell sinyal bilgisi alınmakta ve PQW352 adresinden de oransal pnömatik valf çıkışı kontrol edilmektedir. Analog giriş ve çıkış verilerine ek olarak; data bloklar, zamanlayıcılar, sayıcılar, değer dönüştürücüler, bit hafıza alanları, fonksiyon bloklar gibi PLC programlama elemanları kullanılarak programlama gerçekleştirilmiştir. Programlamada kullanılan terim anlamları STEP 7 kullanım kılavuzlarına bakarak anlaşılabilir.

Gerçekleştirilen PLC programı detaylı bir şekilde Ek 2' de verilmiştir. Ek 2' de verilen PLC programında network açıklamalarında hangi networkta, hangi işlemin gerçekleştirildiği açıklanmıştır. Bu açıklamalar takip edilerek ve akış diyagramı göz önünde bulundurularak programlamanın çalışma mantığı anlaşılabilir.

Bu çalışmada mekanik yapıya bağlı olarak kullanılan giriş ve çıkış birimleri ve bu birimlerin kullanıldığı network numaraları (NW) Tablo 8.1' de gösterilmiştir. Ek 2' de

network numaraları takip edilerek hangi giriş çıkış biriminin ne amaçla kullanıldığı takip edilebilecektir. Giriş ve çıkış verileri yani input ve outputlar sistemi direkt etkileyen çıkış elemanlarını kontrol etmekle direkt olarak etkili elemanlardır. Çıkış verilerinin röleler üzerinden İlgili ekipmanları çalıştırdıkları daha önceden belirtilmişti. Giriş birimleri de PLC üzerine yerleştirilen elektronik input kartlardan yapılabilir. Ancak bu çalışmada bütün analog ve dijital veriler SCADA üzerinden gönderilerek sistem amaç olarak istenilen doğrultuda çalıştırılmıştır.

**Tablo 8.1** PLC programlamada kullanılan input-output adresleri

| I/O-DİJİTAL GİRİŞ VE ÇIKIŞ ADRESLERİ |                 |     |          |          |        |           |
|--------------------------------------|-----------------|-----|----------|----------|--------|-----------|
| Address (symbol) /                   | Block (symbol)  | Typ | Language | Location |        | Location  |
| ⊕ I 1.0 (çalış)                      | OB1             | R   | LAD      | NW       | 13 /A  | NW 15 /A  |
| I 1.1 (manuel mod)                   | OB1             | R   | LAD      | NW       | 13 /A  |           |
| I 1.2 (otomatik mod)                 | OB1             | R   | LAD      | NW       | 13 /A  |           |
| I 1.3 (otomatik start)               | OB1             | R   | LAD      | NW       | 15 /A  |           |
| I 1.4 (dur)                          | OB1             | R   | LAD      | NW       | 12 /AN | NW 14 /A  |
| I 1.5 (test reset)                   | OB1             | R   | LAD      | NW       | 11 /O  |           |
| I 1.6 (Oransal analog ma...)         | OB35 (CYC_INT5) | R   | LAD      | NW       | 2 /A   | NW 3 /AN  |
| I 1.7 (Hata katsayı reset)           | OB1             | R   | LAD      | NW       | 19 /A  |           |
| ⊕ Q 4.0 (kapak1)                     | OB1             | R   | LAD      | NW       | 16 /A  | NW 18 /AN |
| ⊕ Q 4.1 (kapak2)                     | OB1             | R   | LAD      | NW       | 15 /AN | NW 27 /A  |
| ⊕ Q 4.2 (kapak3)                     | OB1             | R   | LAD      | NW       | 15 /AN | NW 18 /AN |
| Q 4.3 (kompresor)                    | OB1             | W   | LAD      | NW       | 12 /=  |           |
| ⊕ Q 4.4 (tartım bandı)               | OB1             | R   | LAD      | NW       | 15 /AN | NW 18 /AN |
| ⊕ Q 4.5 (siren)                      | OB1             | R   | LAD      | NW       | 11 /O  | NW 15 /AN |

PLC programlamada kullanılan sayıcı zamanlayıcılar da Tablo 8.2’ de gösterilmiştir. Bu verilerin kullanıldıkları network numaraları da bu tablo üzerinde gösterilmiştir. Sayıcılar ileri sayıcı, geri sayıcı ve ileri geri sayıcı olmak üzere üç farklı türde kullanılabilmektedir. Zamanlayıcılar ise kontakt yapılarına göre beş farklı zamanlayıcı mevcuttur. Bu çalışmada kullanılan zamanlayıcı türü “S\_ODT” olup girişi aktif edildiğinde ileri doğru saymaya başlar istenilen zaman değerine ulaştığında girişi aktif ederek bağlı bulunduğu komutu aktif hale getirir. STEP 7 modelinde mevcut olan sayıcı ve zamanlayıcı modellerinin nasıl çalıştığının daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılması için STEP 7 kullanım kılavuzu veya temin edilebilir kaynaklardan detaylı incelenmesi uygun olacaktır.



**Tablo 8.2** PLC programlamada kullanılan zamanlayıcı ve sayıcı adresleri

| SAYICI VE ZAMANLAYICILAR |                |     |        |          |    |
|--------------------------|----------------|-----|--------|----------|----|
| Address (symbol) /       | Block (symbol) | Typ | Langua | Location |    |
| + C 0                    | OB1            | R   | LAD    | Nw 38    | /L |
| + C 2                    | OB1            | R   | LAD    | Nw 22    | /L |
| + T 1                    | OB1            | R   | LAD    | Nw 18    | /A |
| + T 2                    | OB1            | R   | LAD    | Nw 29    | /A |
| + T 3                    | OB1            | R   | LAD    | Nw 35    | /A |
| + T 4                    | OB1            | R   | LAD    | Nw 36    | /A |
| + T 5                    | OB1            | R   | LAD    | Nw 42    | /A |
| + T 6                    | OB1            | R   | LAD    | Nw 15    | /A |
| + T 7                    | OB1            | R   | LAD    | Nw 33    | /A |

**Tablo 8.3** PLC programlamada kullanılan hafıza alanları

| BİT HAFIZA ALANLARI       |                 |     |        |          |       |          |
|---------------------------|-----------------|-----|--------|----------|-------|----------|
| Address (symbol) /        | Block (symbol)  | Typ | Langua | Location |       | Location |
| + M 0.0                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 15    | /AN   | Nw 17 /A |
| + M 0.1                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 20    | /A    | Nw 21 /A |
| + M 0.2                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 34    | /A    | Nw 35 /A |
| + M 0.3                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 15    | /A    |          |
| M 1.0                     | OB1             | R   | LAD    | Nw 43    | /A    |          |
| + M 1.1 (otomatik)        | OB1             | R   | LAD    | Nw 13    | /AN   | Nw 15 /A |
| + M 1.2 (manüel)          | OB1             | R   | LAD    | Nw 13    | /AN   | Nw 15 /A |
| M 5.4                     | OB1             | W   | LAD    | Nw 37    | /FN   |          |
| + M 10.1 (sayıcı 2 ileri) | OB1             | R   | LAD    | Nw 19    | /A    |          |
| + M 10.2 (sayıcı 2 geri)  | OB1             | R   | LAD    | Nw 19    | /A    |          |
| M 10.3                    | OB1             | W   | LAD    | Nw 20    | /FN   |          |
| M 10.4                    | OB1             | W   | LAD    | Nw 21    | /FN   |          |
| + MD 20                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 4     | /L    |          |
| + MD 21                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 6     | /L    |          |
| + MD 26                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 26    | /L    | Nw 28 /L |
| + MD 28                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 31    | /L    |          |
| + MD 29                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 32    | /L    | Nw 33 /L |
| + MD 30                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 5     | /L    | Nw 7 /L  |
| + MD 32                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 39    | /L    |          |
| + MD 33                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 40    | /L    | Nw 41 /L |
| + MD 35                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 26    | /L    |          |
| + MD 36                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 27    | /L    |          |
| + MD 37                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 23    | /L    |          |
| + MD 38                   | OB1             | R   | LAD    | Nw 24    | /L    |          |
| + MD 100                  | OB1             | R   | LAD    | Nw 44    | /L    | Nw 45 /L |
| + MD 102                  | OB1             | R   | LAD    | Nw 47    | /L    | Nw 48 /L |
| MD 200                    | OB35 (CYC_INT5) | W   | LAD    | Nw 1     | /CALL |          |
| + MD 201                  | OB35 (CYC_INT5) | R   | LAD    | Nw 6     | /L    |          |
| MD 202                    | OB35 (CYC_INT5) | W   | LAD    | Nw 1     | /CALL |          |
| MD 203                    | OB35 (CYC_INT5) | W   | LAD    | Nw 1     | /CALL |          |
| MD 204                    | OB35 (CYC_INT5) | W   | LAD    | Nw 1     | /CALL |          |
| + MD 206                  | OB35 (CYC_INT5) | R   | LAD    | Nw 5     | /L    |          |
| + MD 212                  | OB35 (CYC_INT5) | R   | LAD    | Nw 3     | /L    | Nw 4 /L  |
| MW 98                     | OB1             | W   | LAD    | Nw 43    | /CALL |          |

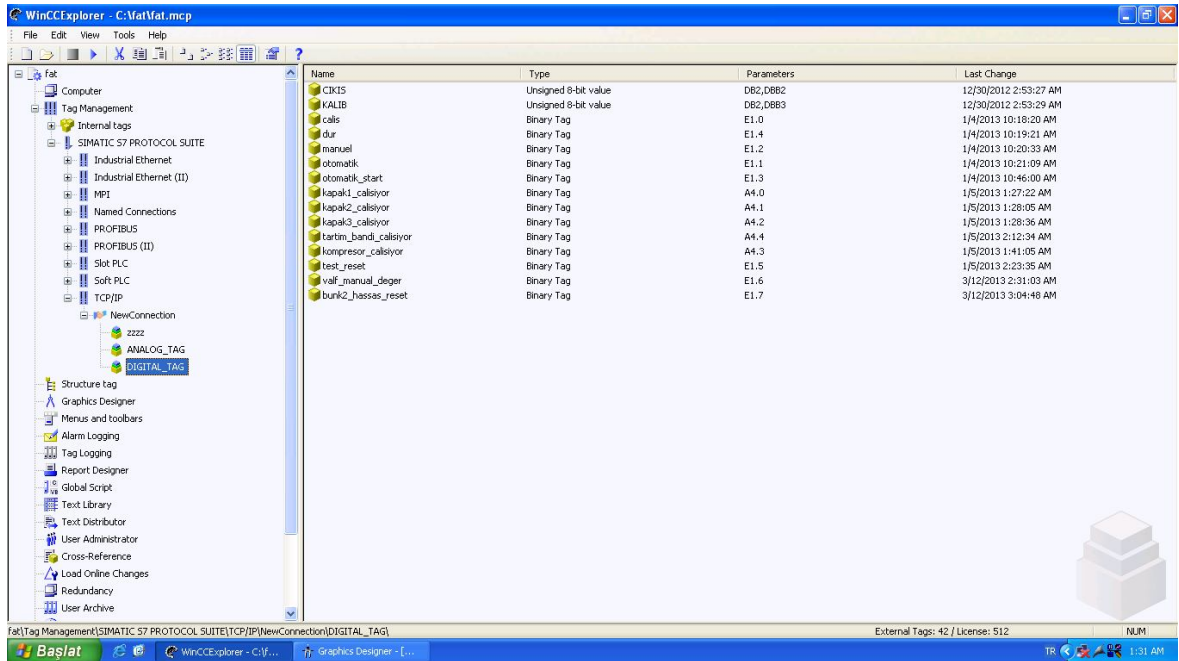
Bu çalışmada kullanılan bit hafıza alanları da Tablo 8.3' te gösterilmiştir. Bit hafıza alanları PLC programlama esnasında gerekli bütün değerlerin anlık olarak kaydedilebildiği alanlardır. Örneğin; ağırlık sinyalinin world uzunluklu MW98 bit hafıza alanına

kaydedildikten sonra gerekli matematiksel işlemler uygulanıp data bloğa gönderilerek SCADA ekranında görünümünü sağlamak gibi işlemsel uygulamalarda kullanmak şeklinde görevlerde kullanılırlar. Bit hafıza alanlarının bu çalışmadaki kullanımlarının ayrıntılı bir şekilde anlaşılması için Ek 2’ de sunulmuş olan PLC programın incelenmesi yeterli olacaktır.

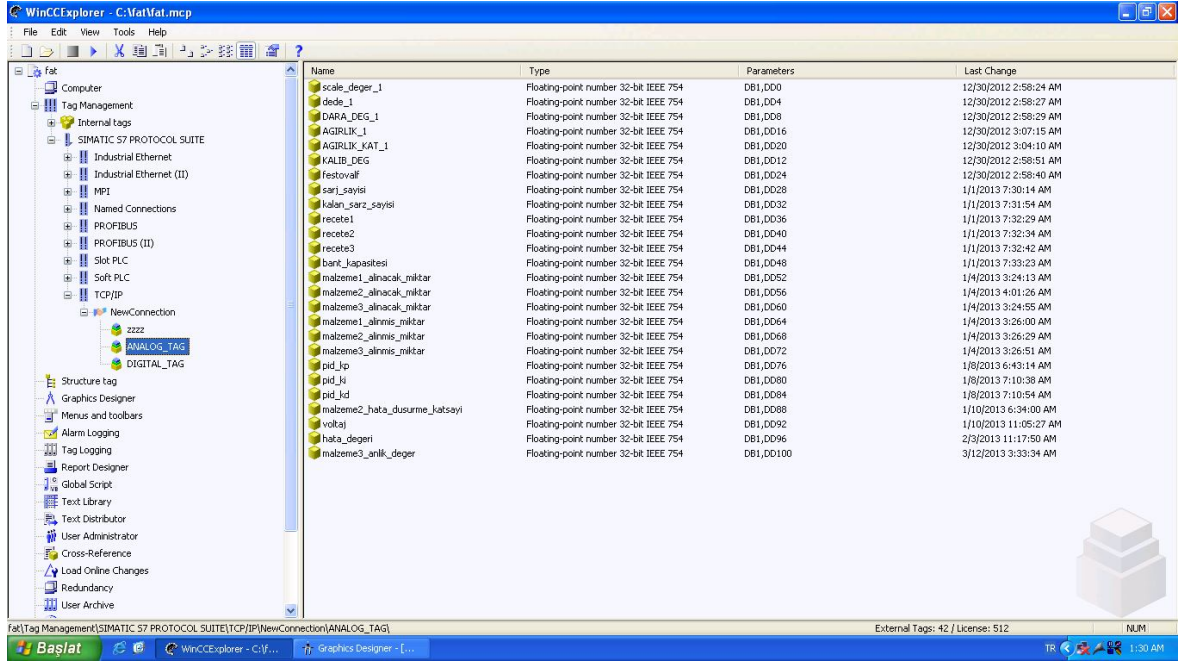
## 8.2. SCADA Programının Oluşturulması

SCADA programlama da ön ayarlamalar ile ilgili gerekli açıklamalar önceki konu başlıklarında yapılmıştı. Bu kısımda SCADA tasarımının nasıl yapıldığına dair ön bilgi niteliğinde bilgiler verilip bu çalışma için oluşturulan SCADA’ nın çalışması ile ilgili gerekli açıklamalar yapılacaktır.

WINCC programında Graphics Designer sayfasında tasarım yapmaya başlamadan önce PLC program ekranında oluşturulan data bloklar, giriş ve çıkış adresleri için ilgili tagların oluşturulması gereklidir. Bu tez çalışması için oluşturulan taglar analog ve dijital olmak üzere sırayla Şekil 8.1’ de ve Şekil 8.2’ de gösterilmiştir.



Şekil 8.1. WINCC programlamada kullanılan dijital taglar

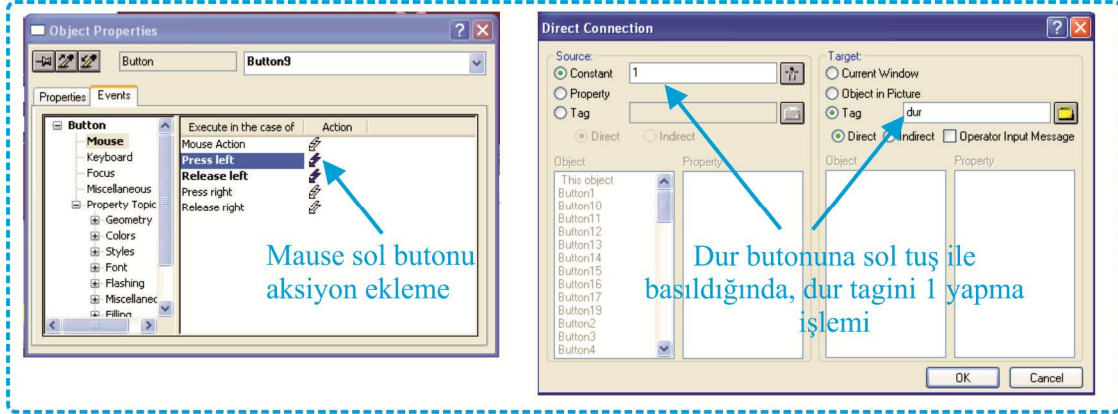


Şekil 8.2. WINCC programlamada kullanılan analog taglar

İlgili kontrol tagları oluşturulduktan sonra Graphics Designer çalışma ekranından ilgili buton, değer giriş ve okuma textleri ve görseller oluşturur. Her tagın çalıştırması gereken buton veya göndermesi gereken verinin uygun yerlere bağlanmasıyla SCADA çalışması tamamlanmış olacaktır. Tagların oluşturulması, görsellerin oluşturulması ve SCADA'nın çalıştırılması ile ilgili bilgi ve dökümanların temin edilmesiyle SCADA tasarımı kolaylaştırılmış olacaktır. Bu çalışmada bir butona tag bağlanması ve ilgili tag ile buton renginin çalışma esnasında değişmesi ile ilgili bir örnek üzerinde açıklama yapılması sistemin çalışma mantığının anlaşılmasına ışık tutacaktır.

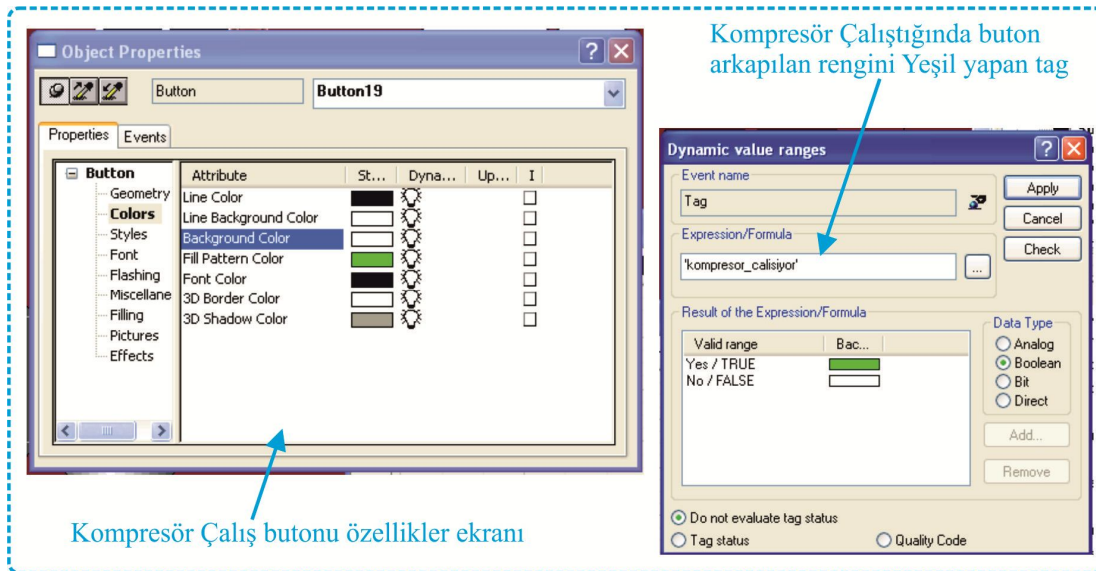
Bir buton oluşturmak için graphics designer sayfasında obje paleti alt menüsü olan windows objelerinden butonun seçilip boyutları önceden belirlenen çalışma sayfasında ilgili yere yerleştirilmesi ile buton oluşturma işlemi tamamlanmış olacaktır. Buton oluşturulduktan sonra butona gerekli isim vermek ve özellik eklemek için mausenın sağ butonuyla tıklanarak “properties” yani özelliklerin tıklanması ile Şekil 8.3’ te gösterilen “Object Properties” ekranı ilgili buton için açılmış olacaktır. Bu işlem sistemde kullanılacak olan bütün nesneler için aynı şekilde yapılmaktadır. Açılan pencerede butona mouse aksiyonu eklemek amacıyla “Events” sekmesi tıklanarak açılan yeni pencerenin alt sekmesi olan “mause” tıklanıp gerekli C, basic yada direkt bağlantılar ilgili özelliklere

eklenebilecektir. Şekil 8.3’ te mausenin sol butonuna tıklandığında “dur” tag değerini 1 yapacak bağlantı gösterilmiştir.



Şekil 8.3. WINCC programlamada butona aksiyon ekleme ekranı

Butona basıldığında butonun renginin yeşil olması amacıyla, yukarıda anlatıldığı gibi ilgili butonun özellikler penceresi alt sekmesinde yer alan “Color” sekmesine tıklanarak “Background Color” üzerine sağ tıklanarak “Dynamic value ranges” seçilerek açılan pencerede ilgili tagin özellikleri ve bağlantısı yapıлып tag değeri 1 olunca renginin yeşil olması amacıyla yeşil rengin seçilmesi yeterli olacaktır (Şekil 8.4).



Şekil 8.4. WINCC programlamada buton rengini değiştirme ekranı

### 8.2.1. Tartım ve Dozaj Sistemi İçin Oluşturulan SCADA

Oluşturulmuş olan SCADA da açılış sayfası ile birlikte toplamda 6 sayfa mevcuttur bu sayfaların her birinde üretimi kolaylaştıracak şekilde düzenlemeler yapılmıştır.

- Açılış sayfası;

Açılış sayfası SCADA ilk çalıştırıldığında ekrana gelen sayfa olup genellikle sistemin tanıtımı veya firma reklamlarını içeren bir sayfa olup herhangi bir kontrol işlevine sahip değildir. Oluşturulmuş olan açılış sayfası görünümü Şekil 8.5’ te gösterilmiştir.



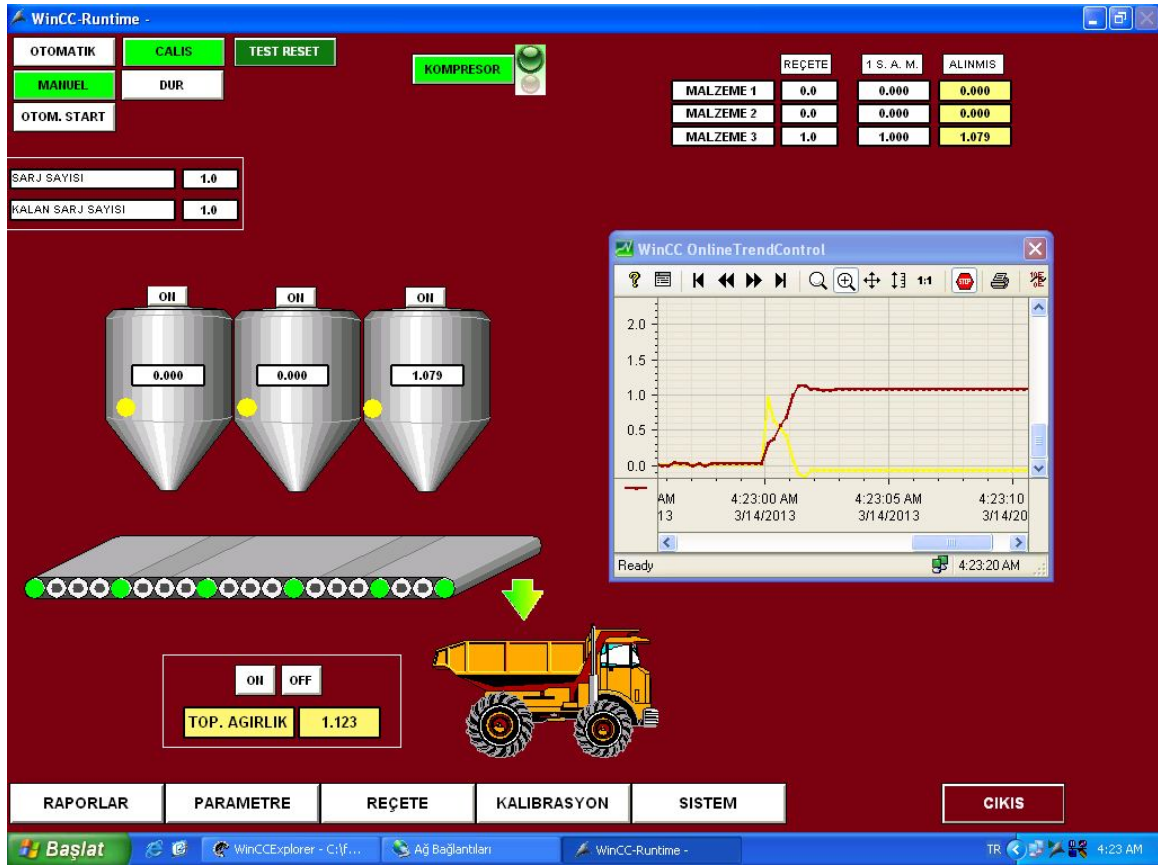
Şekil 8.5. Prototip çalışma için tasarlanan SCADA açılış ekranı

- Sistem Sayfası;

Sistem sayfasında çalıştırılacak olan prototipin temsili bir görünümü oluşturularak ilgili ekipmanların çalışması, değerlerin gözlemlenebilmesi ve ekipmanın çalışma



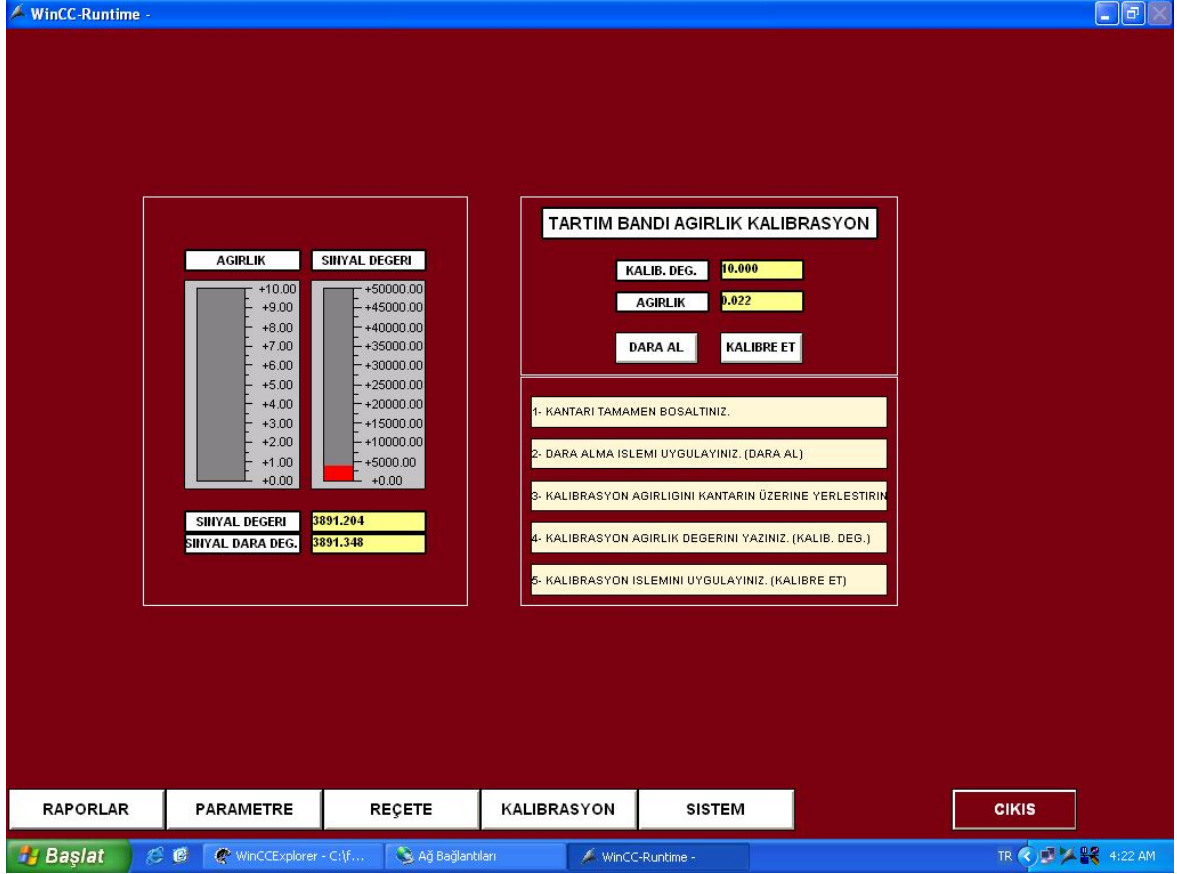
simülasyonlarını gözlemek amacıyla Şekil 8.6’ da gösterilen sistem sayfası oluşturulmuştur. Bu sayfa üzerinde otomatik ve manuel çalışma seçenekleri, kompresör, bunker ve konveyör tartım bandı çalıştırma animasyon ve butonları, online olarak ağırlık ve hata değişim grafiği, ağırlık değişim değerleri, şarj değerleri ve reçete giriş textleri yer almaktadır. Oluşturulan PLC programına uygun olarak üretime dair bütün veriler bu ekran üzerinde toplanmıştır.



Şekil 8.6. Prototip çalışma için tasarlanan SCADA sistem sayfası

#### - Kalibrasyon Sayfası;

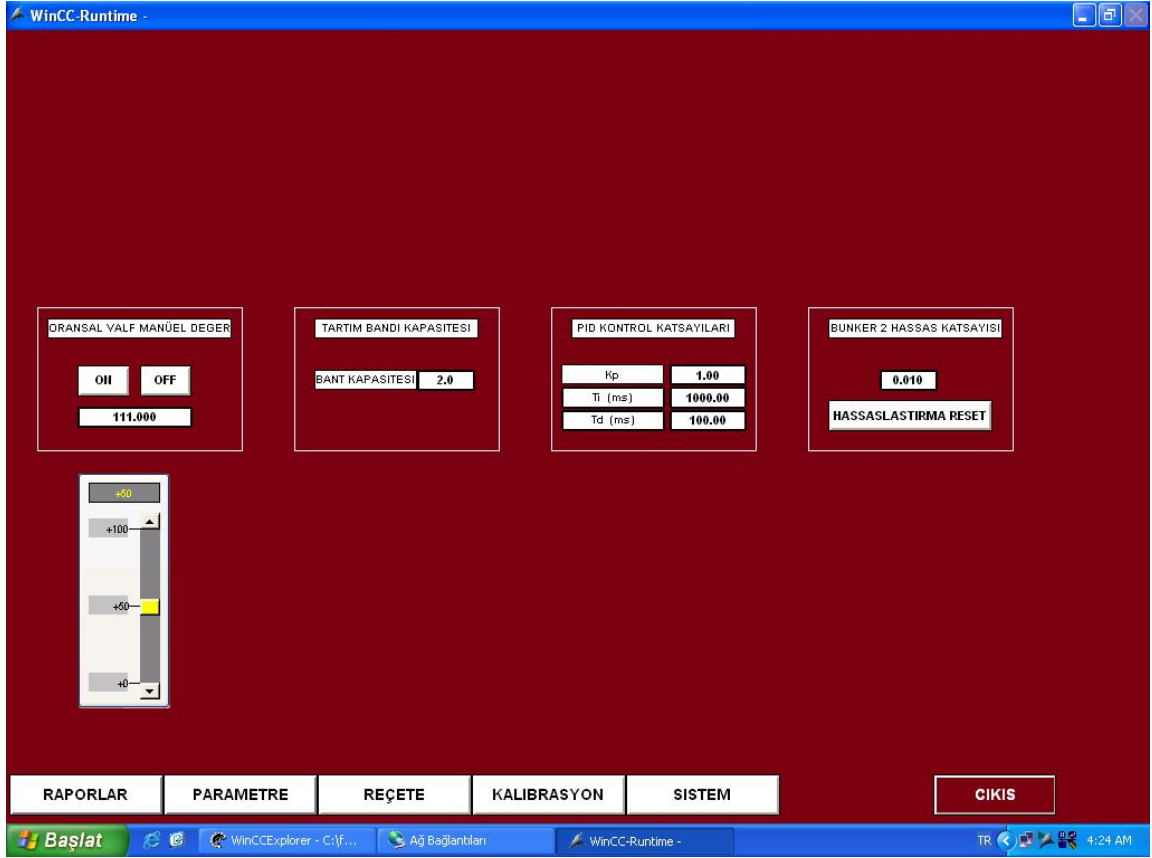
Kalibrasyon sayfa ekranı kullanılarak tartım bandı üzerinden loadceller aracılığıyla alınan sinyal değerleri anlamlı ağırlık bilgisine dönüştürülmektedir. Şekil 8.7’ de gösterilen kalibrasyon sayfasında operatöre kalibrasyonun nasıl yapılacağına dair gerekli bilgiler verilmiştir.



Şekil 8.7. Prototip çalışma için tasarlanan SCADA ağırlık kalibrasyon sayfası

- Parametre Sayfası;

Parametre sayfası, sistemin imalat özelliklerine göre ayarlamaların yapılabileceği bir sayfa olup sistemin ayarlamalarının yapılacağı sayfadır. Bu çalışma için oluşturulan parametre sayfası Şekil 8.8’ de gösterilmiştir. Sayfa üzerinde sırayla oransal valfin manüel konuma alınarak valf kontrol sinyalinin manüel olarak ayarlanabileceği bölüm, tartım bandı kapasite giriş bölümü, PID kontrol parametrelerinin giriş bölümü ve bunker 2 hassaslaştırma katsayısının girilebileceği bölümleri yer almaktadır. Sistem sayfasında üretime başlamadan önce sistemin doğru çalışması için parametre sayfasında yer alan ayarların bir defaya mahsus düzenlenmesi sonraki üretimler için yeterli olacaktır.



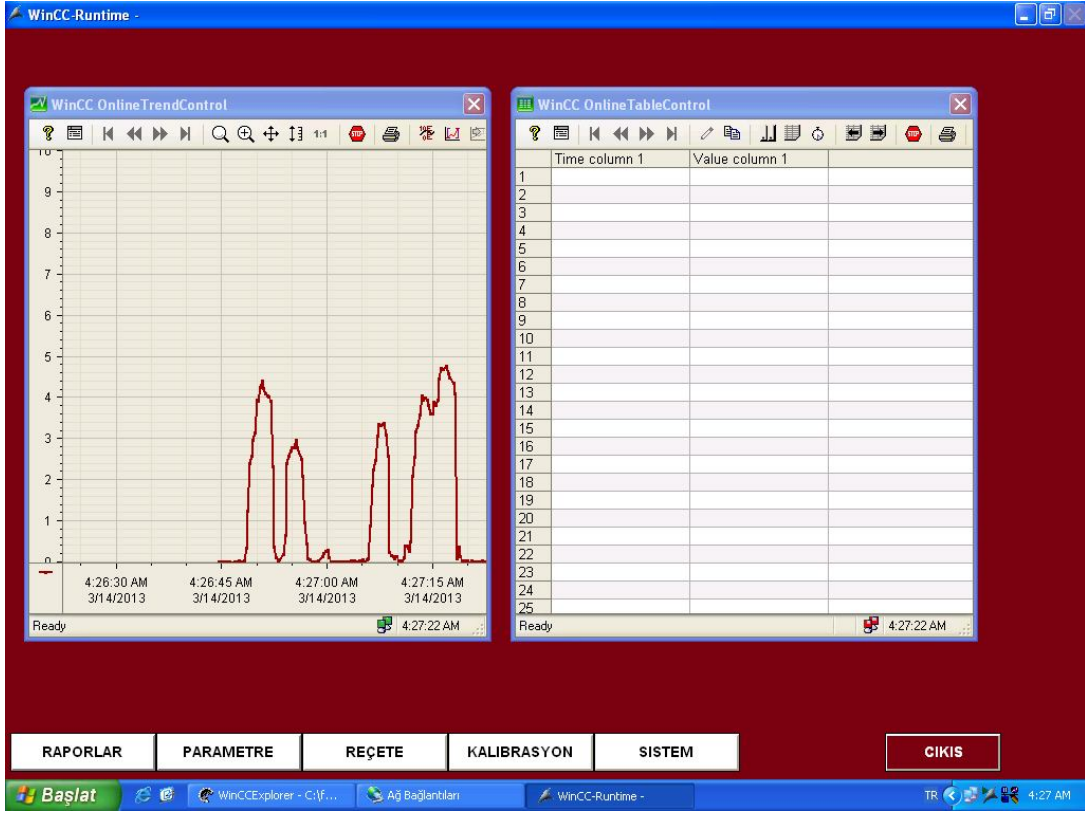
Şekil 8.8. Prototip çalışma için tasarlanan SCADA parametre ayar sayfası

- Rapor ve Reçete Sayfası;

Rapor sayfası endüstriyel uygulamalarda veri tabanında depolanan üretim bilgilerinin görüntülenebilmesi amacıyla oluşturulup kullanılmaktadır. Bu çalışmada oluşturulan rapor sayfası üretime ait ağırlık değişimi ve PID kontrol esnasında analog kart voltaj değişimini izlemek amacıyla oluşturulmuştur. Rapor sayfasına ait görünüm Şekil 8.9’ da gösterilmiştir.

Reçete sayfası ise endüstriyel uygulamalarda kısa zaman aralıklarında farklı üretimler gerçekleştirilmek istenirse birçok reçetenin oluşturulup PLC hafızasında veya veri tabanında saklanması amacıyla oluşturulmaktadır. Oluşturulan farklı reçetelerden, kullanılacak olan reçete seçilerek üretim yapılır ve bu sayede üretim hızlandırılmış olur. Bu çalışmada sistem sayfasında reçete ekranı mevcuttur.





Şekil 8.9. Prototip çalışma için tasarlanan SCADA rapor sayfası

## 9. TEST SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Prototip üzerinde gerçekleştirilen deneyler neticesinde elde edilen test sonuçları ve bu test sonuçlarına bağlı değer değişimleri üç adet bunker için ayrı ayrı değerlendirilecektir. Bu değerlendirmeler ve elde edilen ağırlık değerleri ile ilgili yorumların üç ayrı başlık altında incelenmesi sistemin başarısının anlaşılması için yeterli olacağı kanısına varılmıştır. Test sonuçları incelenirken loadcellin tartım değeri artış miktarının 0,02202642 kg olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durumda 1 kg' a en yakın tartım değeri 1,013 kg veya 0,991 kg olmaktadır. 2 kg' a en yakın tartım değeri 2,004 kg olmaktadır. Hedef tartım değerinin loadcell tartım hassasiyetine en yakın değerlere göre düşünülmesi sistemin başarısının anlaşılması açısından son derece önemli olacaktır.

### 9.1. Bunker-1 Test Sonuçları

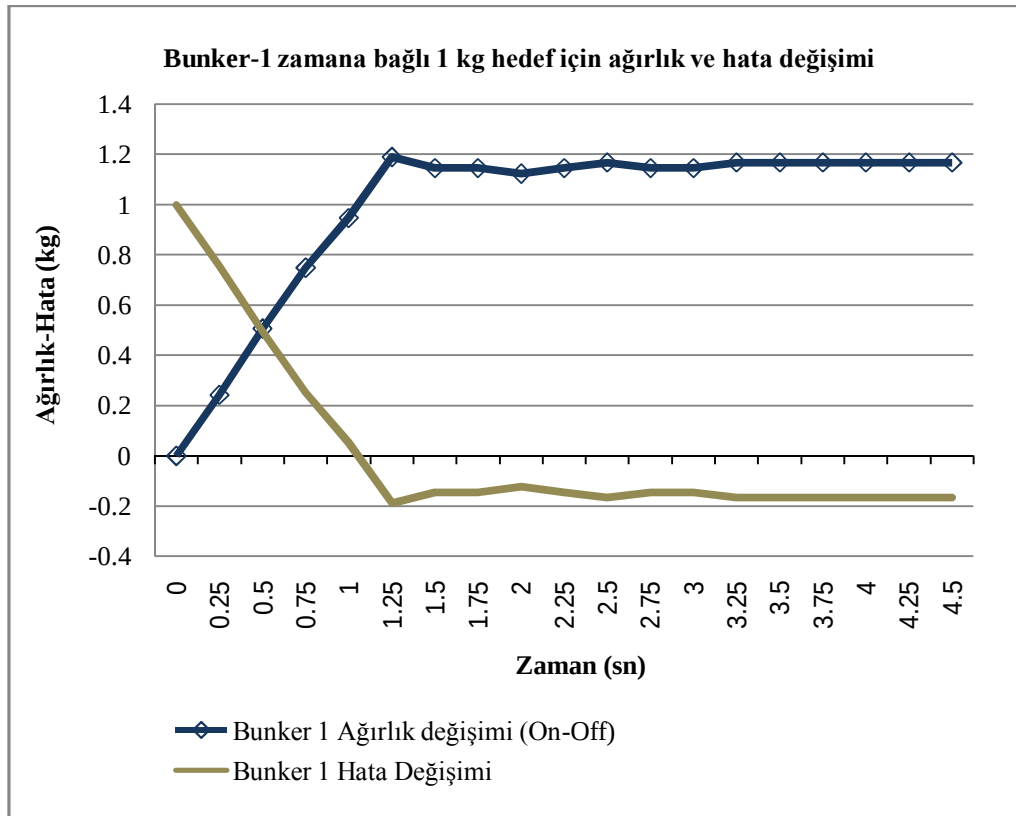
Bunker-1'e aç-kapa (on-off) kontrol uygulanmamış olup malzeme boşaltma ve çalışma yöntemi otomatik ve manüel üretim prosesine uygun olarak şöyledir; Kapak pistonun geri hareketiyle açılmakta ve tartım değeri hedeflenen miktara ulaştığı anda piston ileri itilerek kapak kapanmaktadır. Piston aç-kapa mantığına göre çalışmaktadır. Malzemenin, bunker kapağının bulunduğu konumdan boşalmasından kaynaklanan çarpma etkisi, kapak kapanmaya çalıştığı anda havada kalan malzeme ve kapanma hızına bağlı kapanma esnasında dökülen malzemenin etkisiyle istenilen düzeyde tartım gerçekleştirilememekte olup sapmalar oluşmaktadır. Bu sapmaların etkisini düzeltmek için herhangi bir düzeltme yapılmaya çalışılmamıştır. Amaç hata katsayılı ve PID kontrol uygulanan tartım sistemleri ile aç-kapa sistemler arasındaki sapma değerlerinin karşılaştırılmasıdır.

**Tablo 9.1** Bunker-1 malzeme alım test sonuçları

| BUNKER-1<br>(Aç-kapa) | Hedef Miktar<br>(kg) | Alınmış Miktar<br>(kg) | Hata Miktarı<br>(kg) | Hata % |
|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|--------|
| 1                     | 1                    | 1.167                  | 0.167                | 16.70  |
| 2                     | 1                    | 1.101                  | 0.101                | 10.10  |
| 3                     | 1                    | 1.145                  | 0.145                | 14.50  |
| 4                     | 1                    | 1.101                  | 0.101                | 10.10  |
| 5                     | 1                    | 1.123                  | 0.123                | 12.30  |

Bunker-1 malzeme alımı sistem manüel moda çalışırken bunker içerisi pirinç doldurularak gerçekleştirilmiştir. Malzeme için gerçekleştirilen test sonuçları ve Tablo 9.1’ de gösterilmiştir. Tablo 9.1’ da görüldüğü üzere sapma değerleri %10,10 ile %16,7 arasında değişmektedir. Sapma değerlerinin farklılık göstermesinin en önemli nedeni malzeme olarak kullanılan pirinç tanelerinin bunkerden kendi ağırlıklarının etkisiyle boşalırken eşit debide homojen bir akışkanlık göstermemesidir. Ayrıca bunker içerisinde kalan malzemenin seviyesinin zamanla değişmesi de tartımda farklı oranlarda sapma etkisi yapmaktadır.

Şekil 9.1’ de reçete değerine göre 1 kg tartım hedeflenirken, aç-kapa kontrollü zamana bağlı tartım değeri ve hata değişimi gösterilmiştir. WINCC ile maksimum 250 ms zaman aralıkları ile veri alınabildiğinden, ağırlık değişimleri bu zaman aralığına göre excel tablosuna export edilerek Şekil 9.1’ deki grafik oluşturulmuştur. Bu test sonucunda ağırlık 1,167 kg’ da sabitlenmiş ve sapma değeri %16,7 olarak ölçülmüştür.



Şekil 9.1. Bunker-1 1 kg’ lık malzeme alımı için hata ve ağırlık değişim grafiği

## 9.2. Bunker-2 Test Sonuçları

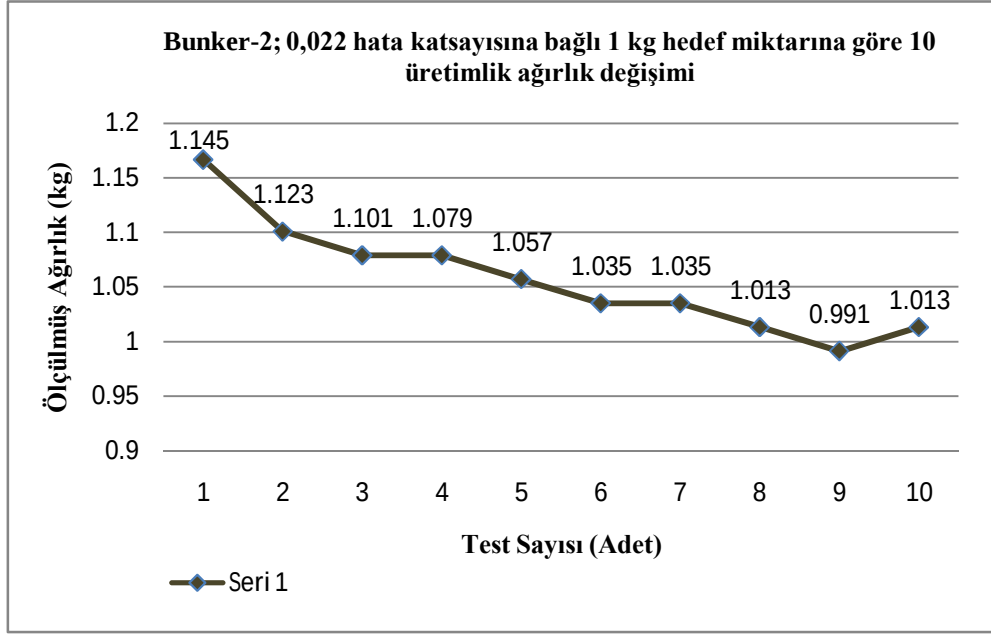
Bunker-2'ye hatayı düşürebilmek amacıyla hata katsayılı bir yöntem uygulanmış olup bu tez çalışmasına özgü olarak kullanılan bir yöntemdir. Bunker-2' de kullanılan kontrol ile malzeme boşaltma ve çalışma yöntemi otomatik ve manüel üretim prosesine uygun olarak şöyledir; Kapak bunker-1 de olduğu gibi pistonun geri hareketiyle açılmakta ve tartım değeri hedeflenen miktara ulaştığı anda piston ileri itilerek kapak kapanmaktadır. Bu bunkerde kullanılan valf ile de piston aç-kapa mantığına göre çalışmaktadır. Sapmalar bunker-1 için belirtildiği gibi, malzemenin yüksekte boşalmasından kaynaklanan çarpma etkisi ve kapak kapanma hızına bağlı fazla dökülen malzemeden kaynaklanmaktadır.

Hedeflenen tartım değerinin, sapma miktarını azaltmak için kullanılan hata katsayı yöntemi, bu çalışmaya özel düşünülmüş bir yöntem olup çalışma mantığı bir örnek ile açıklanacaktır. Örneğin SCADA ekranında reçete değerinde belirlenen hedef 1 kg olsun. İlk malzeme tartım işleminde tartım 1 kg değerinin üstünde olacaktır. Tartım değeri hedeflenen miktarın üzerinde çıktığından dolayı kapağın, tartım hedef miktara ulaşmadan önce kapanıp malzeme akışını kesmesi gerekir ki sapma miktarı 1 değerine yaklaşabilsin. Bu amaçla SCADA ekranında parametre bölümünden bir hata katsayısı (0,022 kg gibi) belirlenmelidir. Tartımın hedef miktarın üzerine çıkması durumunda PLC programlama da bir sayıcı 0'dan ileri doğru 1 artarak 1 değerini alacaktır. Sayıcı değeri belirlenen hata katsayısı ile çarpılıp bir sonraki üretimde, sanal bir ağırlık olarak tartıma eklenerek hedef miktarı 1 değerine katsayı miktarı kadar yaklaştırmış olacaktır. İkinci üretimde hala hedeflenen miktarın üzerinde bir tartım gerçekleşmiş ise, sayıcı değeri 2 olacaktır. Sonraki üretimlerde hala hedef miktarın üzerinde bir tartım gerçekleşiyorsa sayıcı değeri 3-4-5-6-gibi değerler alacaktır. Her üretimden sonra sayıcı değeri belirlenen hata katsayısı ile çarpılarak elde edilen değer gerçek tartım değerinden sanal olarak çıkartılıp tartım miktarı bir süre sonra hedeflenen miktarın altına düşürülmüş olacaktır. Tartım değeri hedeflenen miktarın altına düştüğü anda bir sonraki üretim için sayıcı geri sayarak bulunduğu değerden bir geri değere düşürülerek tartım miktarı hedeflenen miktara yaklaştırılmış olacaktır. Sayıcı değeri normalize değerine ulaşıncı üretimi hata katsayısı miktarınca ileri ve geri yaptırarak tartım hata oranını istenilen değere düşürmüş olacaktır. Ancak bu yöntemde hata miktarının sıfır olması imkansız olmaktadır. Tartım her zaman en az hata katsayısı miktarı kadar sapma göstermek zorundadır.

**Tablo 9.2** Bunker-2 hata katsayısını normalize etme malzeme alım test sonuçları

| <b>BUNKER-2<br/>(Hata Katsayılı)</b> | <b>Hedef Miktar<br/>(kg)</b> | <b>Alınmış Miktar<br/>(kg)</b> | <b>Hata Miktarı<br/>(kg)</b> | <b>Hata %</b> |
|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------|
| 1                                    | 1                            | 1.145                          | 0.167                        | 16.7          |
| 2                                    | 1                            | 1.123                          | 0.101                        | 10.1          |
| 3                                    | 1                            | 1.101                          | 0.079                        | 7.9           |
| 4                                    | 1                            | 1.079                          | 0.079                        | 7.9           |
| 5                                    | 1                            | 1.057                          | 0.057                        | 5.7           |
| 6                                    | 1                            | 1.035                          | 0.035                        | 3.5           |
| 7                                    | 1                            | 1.035                          | 0.035                        | 3.5           |
| 8                                    | 1                            | 1.013                          | 0.013                        | 1.3           |
| 9                                    | 1                            | 0.991                          | -0.009                       | -0.9          |
| 10                                   | 1                            | 1.013                          | 0.013                        | 1.3           |

Tablo 9.2 incelenecek olursa sistemin çalışma mantığı daha anlaşılır hale gelmiş olacaktır. Tablo 9.2’ de elde edilen veriler hata katsayısı 0,022 kg seçilerek 10 adet üretim gerçekleştirilip sistem normalize haline ulaştırılmıştır. Tartılan malzeme olarak pirinç seçilmiş olup sistem şu şekilde işletilmiştir. Birinci üretim de hedef miktarı 1 kg’ dır. Alınmış miktar ise 1,145 kg çıktığından dolayı sayıcı değer 1 olacaktır. Sonraki üretimden  $1 \times 0,022 = 0,022$  kg sanal olarak çıkarılacaktır. İkinci üretimde hedef miktarı 1 kg’ dır. Alınmış miktar ise bir önceki hata katsayısının etkisi ile 1,123 kg’ a düştüğü halde hata miktarı hedef miktarın üzerinde çıkmıştır. Bu durumda sayıcı 2 değerini alarak üçüncü üretimden  $2 \times 0,022 = 0,044$  kg miktarınca sanal bir çıkarma işlemi gerçekleştirecektir. Tablo 9.2’ görüldüğü üzere sistem hata miktarı üretim sayısına bağlı olarak gittikçe azalmış ve 1 kg olan hedef miktarın altına düşmüştür. Ağırlık hedef miktarın altına düştükten sonra sayıcı geri sayarak üretimin bir sonraki tartım değerini tekrar hedef miktarın üzerine çıkartmıştır. Tartım verilerine göre oluşturulmuş olan grafik Şekil 9.2’ de gösterilmiştir. Grafik üzerinden de görüldüğü üzere tartım değeri sapma miktarı zamanla azalarak sekizinci üretimden sonra 1,013-0,991 kg aralığına düşürülmüştür.



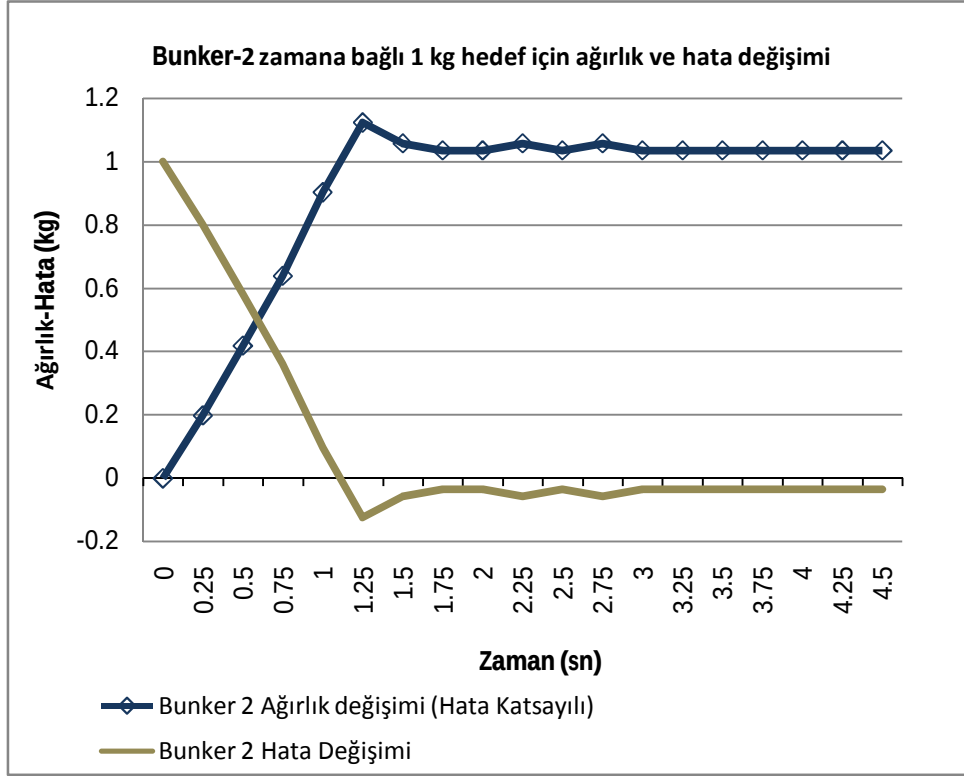
**Şekil 9.2.** Bunker-2 hata katsayısının üretim sayısına bağlı normalleşme grafiği

Tablo 9.3’ te de bunker-2 normalize değerine ulaştıktan sonra 5 adet üretim yapılmış olup hata miktarının %-0,9 ve %3,5 aralığında değiştiği gözlenmiştir.

**Tablo 9.3** Bunker-2 hata katsayısı normalize olmuş malzeme alım test sonuçları

| BUNKER-2<br>(Hata Katsayılı) | Hedef Miktar<br>(kg) | Alınmış Miktar<br>(kg) | Hata Miktarı<br>(kg) | Hata % |
|------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|--------|
| 1                            | 1                    | 0.991                  | -0.009               | -0.90  |
| 2                            | 1                    | 1.035                  | 0.035                | 3.50   |
| 3                            | 1                    | 1.013                  | 0.013                | 1.30   |
| 4                            | 1                    | 0.991                  | -0.009               | -0.90  |
| 5                            | 1                    | 1.035                  | 0.013                | 1.30   |

Şekil 9.3’ de reçete değerine göre 1 kg tartım hedeflenirken, hata katsayılı kontrol ile zamana bağlı tartım değeri ve hata değişimi gösterilmiştir. WINCC ile maksimum 250 ms zaman aralıkları ile veri alınabildiğinden, ağırlık değişimleri bu zaman aralığına göre excel tablosuna export edilerek Şekil 9.3’ deki grafik oluşturulmuştur. Bu test sonucunda ağırlık 1,035 kg’ da sabitlenmiş ve sapma değeri %3,5 olarak ölçülmüştür.



Şekil 9.3. Bunker-2 1 kg'lık malzeme alımı için hata ve ağırlık değişim grafiği

### 9.3. Bunker-3 Test Sonuçları

Bunker-3'e hatayı düşürebilmek amacıyla oransal pnömatik valf kullanılarak PID kontrol uygulanmıştır. PID kontrollü tartım bu tez çalışmasına özgü bir yöntemdir. Bunker-3'te kullanılan kontrol ile malzeme boşaltma ve çalışma yöntemi otomatik ve manuel üretim prosesine uygun olarak şöyledir; Kapak açma pistonu, oransal valf kullanılarak, PID kontrolör ile pistonun hızı ve açılıp kapanma zamanı optimize edilerek sistemin başarısı test edilmiştir. Piston hızını kontrol etmek amacıyla kullanılan oransal valfe ait detaylı bilgiler ve PID parametrelerinin nasıl elde edildiği, FB41'e nasıl uygulandığı daha önceki konularda anlatılmıştı. Test sonuçlarına göre elde edilen veriler Tablo 9.4'te verilmiştir. Bu verilere göre sistem donanım olarak tartımı gerçekleştirebileceği en hassas değerlere ulaştırmış ve hata değeri, loadcellin 0,02202642 kg'lık artım değerine göre ulaştırabileceği en düşük sapma değerlerine ulaştırmıştır. Hata oranı %0,2 ve %1,3 değerine ulaştırılmış olup mevcut mekanik yapıda ulaştırılabilecek en düşük değerlere ulaştırılmıştır.

**Tablo 9.4** Bunker-3 hata PID kontrollü malzeme alım test sonuçları

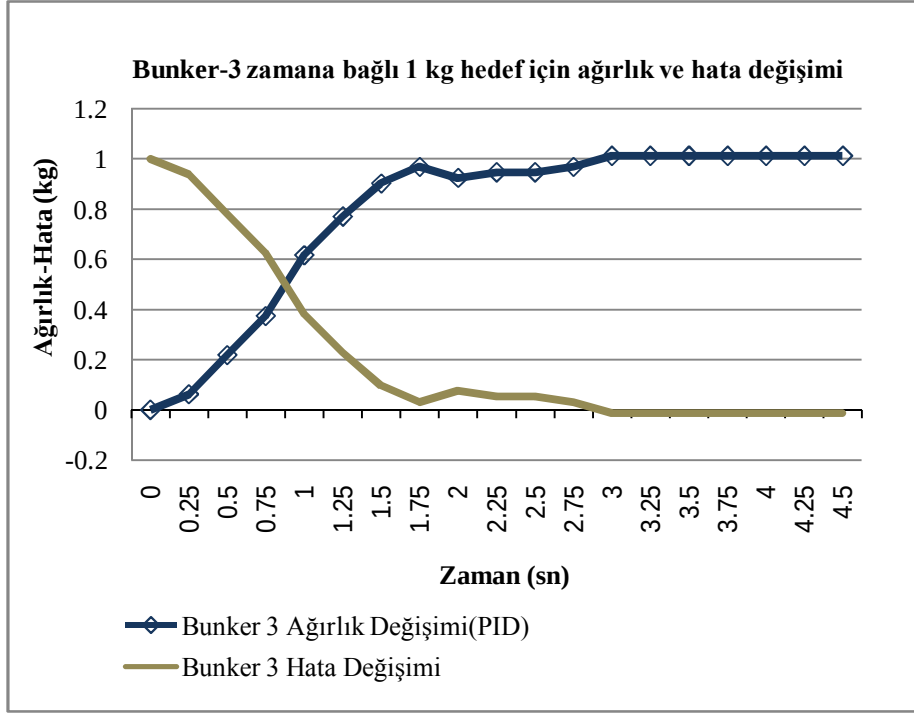
| <b>Malzeme 3<br/>(PID Kontrol)</b> | <b>Hedef Miktar<br/>(kg)</b> | <b>Alınmış Miktar<br/>(kg)</b> | <b>Hata Miktarı<br/>(kg)</b> | <b>Hata %</b> |
|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------|
| 1                                  | 1                            | 1.013                          | 0.013                        | 1.3           |
| 2                                  | 1                            | 1.013                          | 0.013                        | 1.3           |
| 3                                  | 1                            | 1.013                          | 0.013                        | 1.3           |
| 6                                  | 2                            | 2.004                          | 0.004                        | 0.2           |
| 7                                  | 2                            | 2.004                          | 0.004                        | 0.2           |
| 8                                  | 2                            | 2.004                          | 0.004                        | 0.2           |

Şekil 9.4’ te de reçete değerine göre 1 kg tartım hedeflenirken, PID kontrollü zamana bağlı tartım değeri ve hata değişimi gösterilmiştir. WINCC ile maksimum 250 ms zaman aralıkları ile veri alınabildiğinden, ağırlık değişimleri bu zaman aralığına göre excel tablosuna export edilerek Şekil 9.4’ deki grafik oluşturulmuştur. Bu test sonucunda ağırlık 1,013 kg’ da sabitlenmiş ve sapma değeri %1.3 olarak ölçülmüştür.

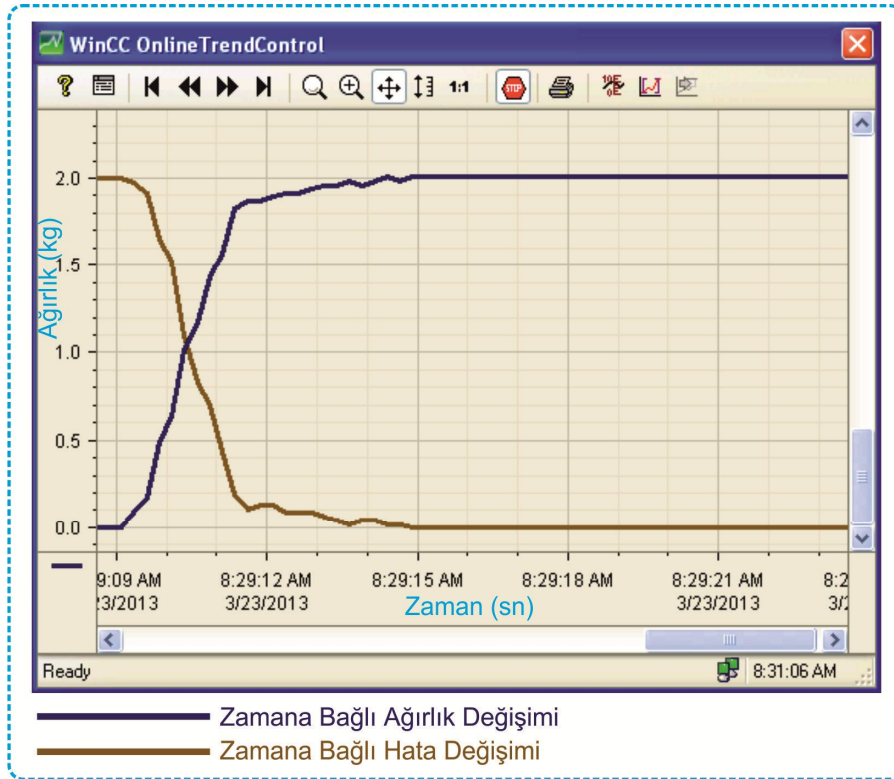
Şekil 9.5’ de hedef miktar 2 kg iken elde edilen PID kontrollü tartımın zamana bağlı ağırlık ve hata miktarı değişimi gösterilmiştir. Şekil 9.5’ de 2 kg hedef için oluşturulan grafik WINCC Online Tarend Control kullanılarak veriler excele aktarılmadan gerçek zamanlı olarak elde edilmiştir. Bu test sonucunda ağırlık 2,004 kg’ da sabitlenmiş ve sapma değeri %0.2 olarak ölçülmüştür. Hedef 2 kg iken test sonucunun grafiği WINCC Online Tarend Control ekran görünümünde verilmesi ile WINCC grafik ekranı üzerinden de grafik sonuçlarının gösterilebileceğinin bilinmesinin faydalı olacağı düşünülmüştür.

Veri aktarım zaman aralığı 250 ms olması ve malzemenin tartım bandına yüksekte boşalırken çarpmasından dolayı grafiklerde sivri köşeler oluşmuştur. Ancak sistemin 1 ve 2 kg hedef miktarlarının PID kontrollü olarak, zamana bağlı istenilen değere oturması, açıkça görülmekte ve sistemin başarısını doğrulamaktadır.





**Şekil 9.4.** Bunker-3 1 kg'lık malzeme alımı için hata ve ağırlık değişim grafiği



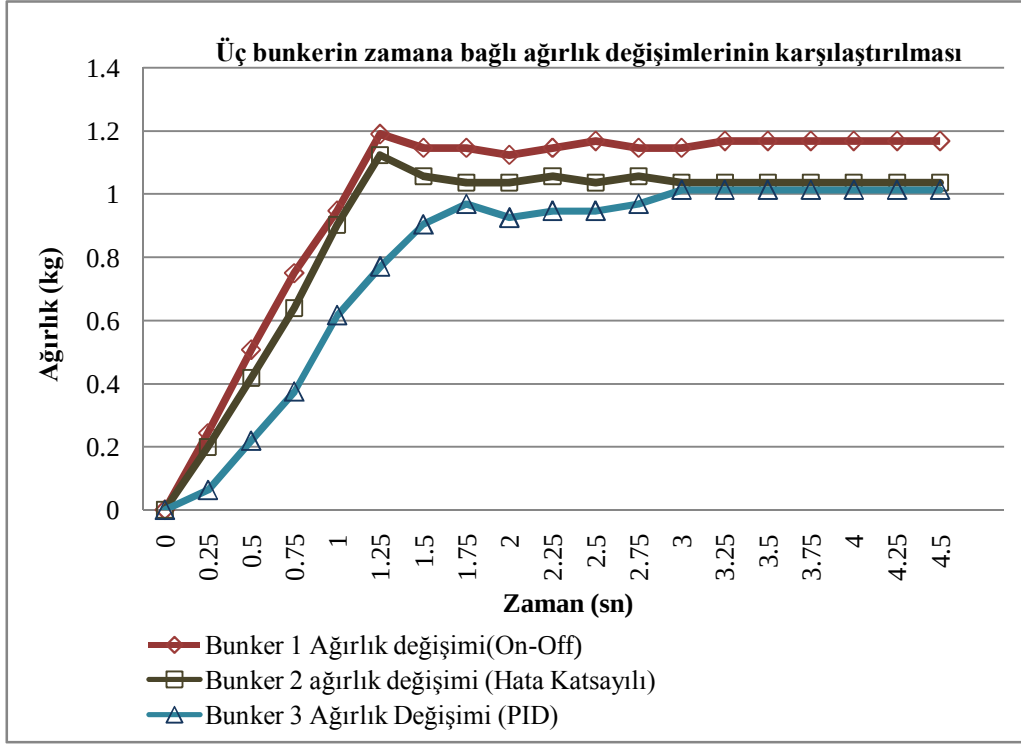
**Şekil 9.5.** Bunker-3 2 kg'lık malzeme alımı için hata ve ağırlık değişim grafiği

#### 9.4. Uygulanan Kontrol Yapılarına Göre Genel Değerlendirme

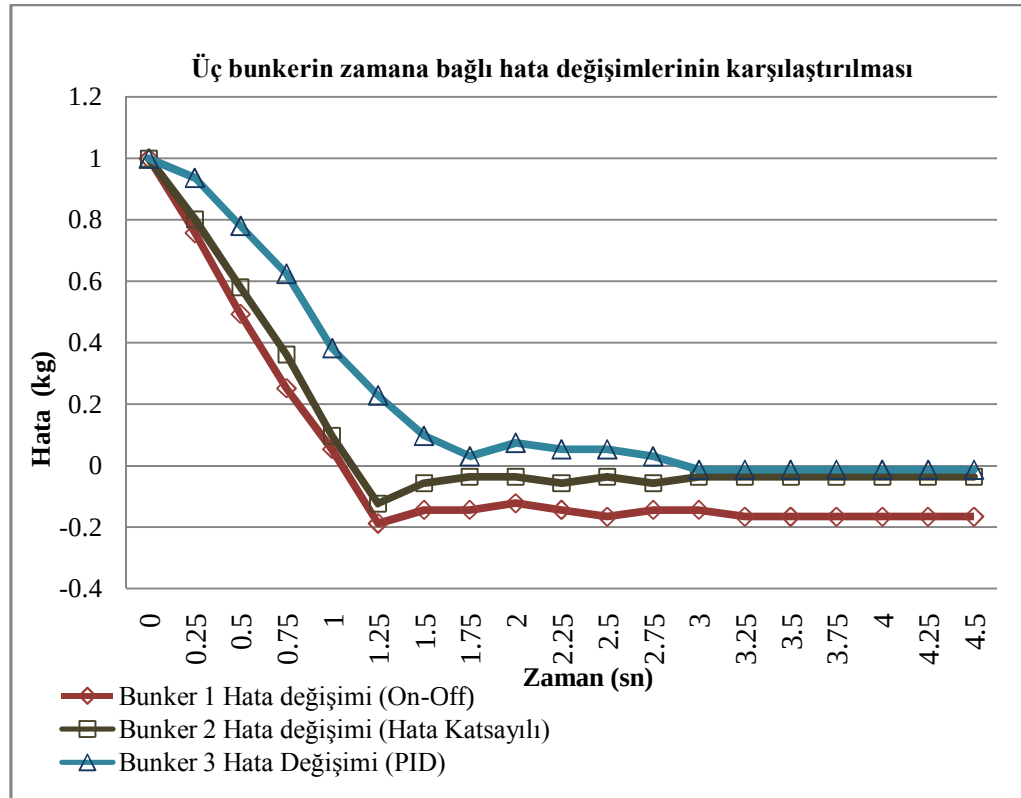
Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular neticesinde PID kontrol uygulanan bunker-3'ün, tartım hassasiyetinin maksimum düzeye çıktığı gözlemlenmiştir. Bunker-2'ye uygulanan hata katsayı yöntemiyle de tartım hassasiyeti belirlenen katsayı miktarı kadar hassaslaştırılmıştır. Aç-kapa, hata katsayılı ve PID kontrollü tartım-hata değerlerinin zamana bağlı değişim grafikleri sırayla Şekil 9.6 ve Şekil 9.7' de gösterilmiştir. Grafikler üzerinden inceleme yapılarak PID kontrolörün başarısı açıkça anlaşılmış olacaktır. Uygulamalarda maliyet açısından kullanılabilir en uygun yöntem hata katsayılı yöntem olup, hassas tartım gerektiren çalışmalarda ise maliyetinin fazla olmasına karşın, PID kontrollü tartım gerçekleştirmek daha uygun olacaktır.

İmalatı gerçekleştirilen prototip katı malzemelerin tartım ve dozajı için uygun yapıda olmasına rağmen, programlama mantığı ve işleme yöntemi açısından farklı yoğunlukta sıvı ve sıvımsı maddelerin tartımı amacıyla da kullanılabilir hale dönüştürülmesi çok basit olmaktadır. Sistem sıvı maddelerin tartımı için kullanılacaksa, tartım bandı yerine bir tank veya depo loadceller ile askıya alınıp sıvı malzemeyi tanka aktarmak için ise pnömatik piston yerine oransal veya aç-kapa selenoid valf gibi mekanik aksamaların kullanılması yeterli olacaktır. Katı maddelerin debisi ve akışkanlığı daha zor kontrol edilebildiğinden bu çalışmada katı malzeme tartım kontrolü seçilmiş ve başarıya ulaşılmıştır. Sıvı malzemelerin debisi ve akışkanlığı kontrol edilebildiğinden, tartımlarının hassaslaştırılması katı ve kendiliğinden akışlı malzemelere oranla çok daha kolay olacaktır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular imalatı gerçekleştirilen prototip üzerinde test edilmiştir. Gerçekleştirilen PLC programı ve SCADA yazılımı farklı boyutlarda ve yapılarda sistemlere uygulanabilecek şekilde esnek bir yapıya sahiptir. Parametre sayfasından uygun kapasite, katsayı ve PID parametre ayarı yapılarak birçok sisteme uygun hale getirilmesi oldukça basit bir hale getirilmiştir. Tez çalışması yapılırken mekanik imalat, elektrik kumanda panosu ve programlamanın endüstriyel sistemlere uygulanabilir bir yapıda olmasına son derece dikkat edilmiş ve çalışma bu çerçevede yürütülüp tamamlanmıştır.



**Şekil 9.6.** Üç bunkerin zamana bağlı ağırlık değişimlerinin karşılaştırılması



**Şekil 9.7.** Üç bunkerin zamana bağlı hata değişimlerinin karşılaştırılması

## 10. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada PLC ve SCADA sistemleri kullanılarak endüstriyel uygulamalarda sık karşılaşılan problemlerden biri olan tartım değer sapmaları minimize edilerek uygun bir proses ile tartım ve dozaj işlemleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yürütülebilmesi amacıyla gerçek örneklerine yakın bir mekanik yapıya sahip mekanik prototip ve kumanda panosu projelendirilip imal edilerek sistem üzerinde yüzlerce deneysel test neticesinde kısaca şunlar söylenebilir.

❖ PLC ve SCADA sistemleri çok geniş bir uygulama alanına sahip olup uygun proses ve çalışmalar ile işletmelerde önemli ölçüde zaman ve maliyet açısından tasarruf sağlayabilmektedirler.

❖ Ağırlık sistemlerinde sapmaların programsal olarak minimize edilebilmesi için çeşitli yöntem ve algoritmaların geliştirilmesinin mümkün olduğu gösterilmiştir. Bunker-2 için uygulanan yöntem gibi birçok yöntem programcıya bağlı olarak geliştirileceği gösterilmiştir.

❖ PID kontrolörün bir çok endüstriyel alanda kullanılabileceği ve ağırlık tartım sistemlerine de uygulanabileceği gösterilmiş, PID kontrolörün uygun metod ve yöntemler kullanılarak başarısı gözler önüne serilmiş ve ağırlık sapmaları mekanik yapıya bağlı olarak düşürülebilecekleri en düşük seviyeye düşürülmüştür.

Bu çalışma konusu ile ilgili ve bundan sonraki çalışmalar için şu öneriler yapılabilir;

❖ Sıvı veya sıvımsı bir malzeme sisteme akuple edilerek bir mikser aracılığıyla çıkışta karışım sağlanarak kullanıma hazır bir proses geliştirilip PID kontrolörün oransal aktüatör veya selenoid valflerde de başarılı sonuçlar verebileceği gösterilebilir.

❖ Mevcut prototip üzerine malzemenin akışını kolaylaştırmak amacıyla malzemenin akış değerine bağlı olarak çalışan vibratörler konulabilir.

❖ Malzemenin direkt olarak banda çarpma etkisini azaltmak ve malzemenin havada dağıtılarak yumuşak bir şekilde tartım bandına çarpmasını sağlayacak mekanik aksamlar geliştirilebilir.

❖ Sıvı malzemelerin tartımı için debimetreler kullanılabilir veya tartım için loadcell kullanılacaksa sıvıların tartım tankına boşaldıkları boru uçlarının tankın dip taraflarına kadar uzatılarak tankın alt seviyeden dolmaya başlaması sağlanarak tartım hassasiyeti arttırılabilir.

❖ Bunker kapaklarının fazla açılması tartım kalitesini doğrudan etkilediğinden kapağın açılma miktarının ayarlanabilmesi için mekanik ayarlayıcı ilave edilebilir.

❖ Tartımın büyük sistemlerde hızlıca tamamlanması için bir bunkerin kapak sayısı birden fazla seçilebilir ve tartımın tamamlanmasına az bir miktar kaldığında kapaklardan birkaçı kapatılarak malzeme boşalma hızı düşürülerek tartımın hassalaştırılması sağlanabilir.

❖ Bu çalışmada kullanıldığı gibi dozaj işlemi için tartım bandı kullanılacaksa tartım bandına bandın kayması durumunda bant kaydı sensörü, bandın patinaj yapması durumunda arka tambura ilave edilecek olan bant devir sensörü, acil durumlarda bant bölgesine boydan boya yerleştirilecek bir ipli switch ile çalışma aksaklıkları ve can güvenliği tedbirleri alınabilir ve SCADA sayfasına alarm bilgisi gönderilebilir.

❖ SCADA ekranında gerçekleşen bütün üretimler SQL Server veri tabanına bağlanarak geçmişe dönük bütün üretim verileri raporlar halinde gözlenebilir.

❖ Prototip üzerine bunker nem ölçümü yapmak amacıyla nem sensörü ve sıcaklık kontrolü için sıcaklık sensörü eklenebilir. Bunkerden tartılan malzemeye ilerleyen proses içerisinde su karışması gerekiyorsa hesaplanan nem değerine göre alınacak su miktarı kısılarak üretimin kalitesinin artmasını sağlamaya yönelik yöntemler geliştirilebilir

❖ Bunker-2 ye uygulanan hata katsayılı yönteme alternatif bir yöntem olarak seri üretimlerde bir önceki tartımda alınan fazla veya eksik miktar bir sonraki tartıma eklenip veya çıkarılarak toplamda alınan tartım değerinin hassasiyeti arttırılabilir.

❖ Geliştirilen prototip üzerinde, PLC programlamada farklı algoritma ve yöntemler, SCADA sayfasına da farklı görsel ve sayfalar geliştirilerek sistem laboratuvar ortamında bir eğitim kiti olarak kullanılabilir.

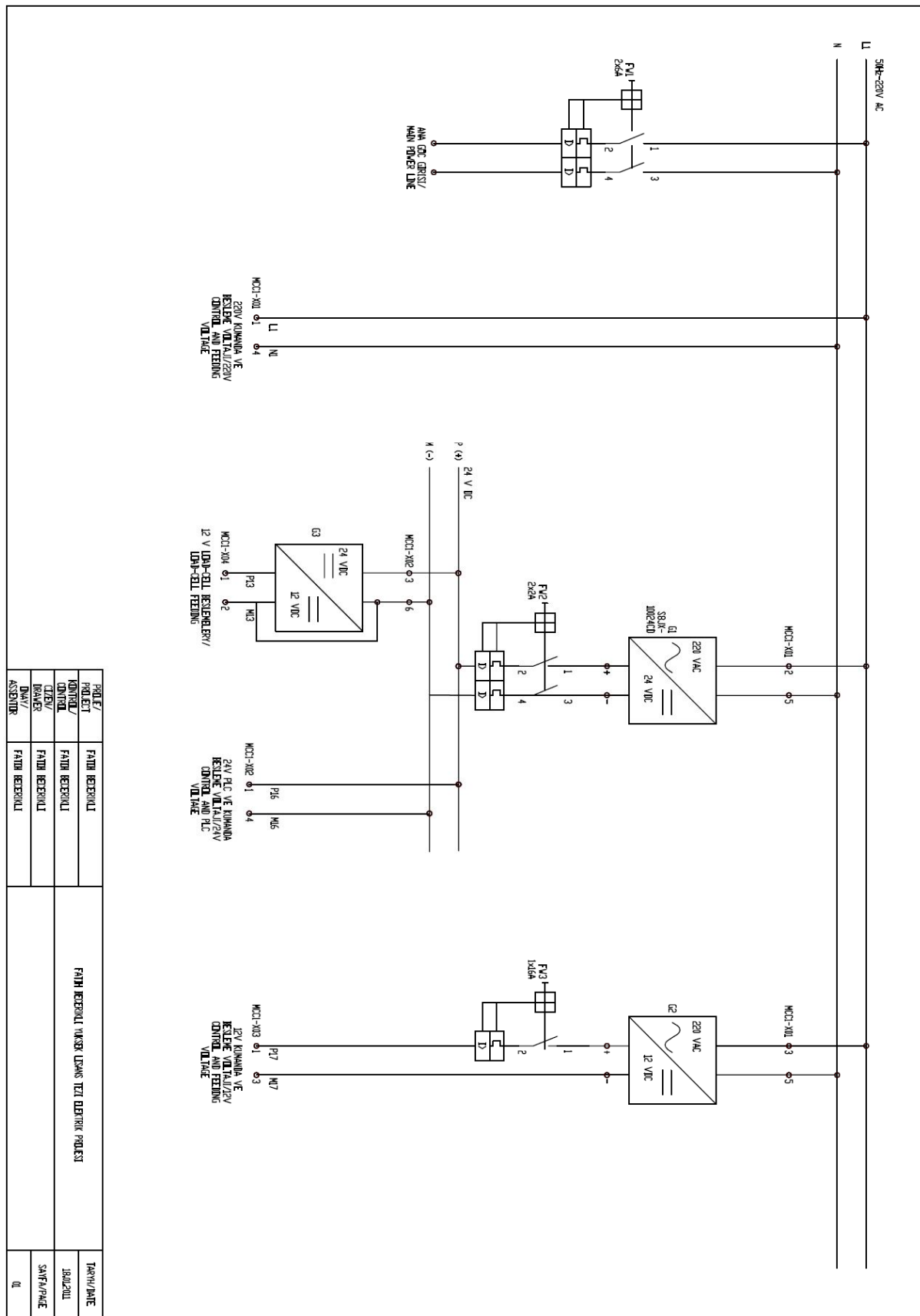
## 11. KAYNAKLAR

- [1] **Değirmencioğlu G.**, 2008. Ağırılık Duyarlı Elma Sınıflandırma Otomasyonunun Tasarımı ve Prototip İmalatı, Yüksek Lisans Tezi, S. D. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [2] **Aykaç E. S.**, 2010. Development Of A Scada Control System For A Weight And Bagging Machine, Master's Thesis, The Graduate School Of Natural And Applied Sciences Middle East Technical University, Ankara, MA.
- [3] **Büyükgüçlü A., Özkök C. ve Erdal H.**, 2009, İki Malzemeli Ağırılık Dozajlama Sistemi Otomasyonu İçin Scada Yazılımının Tasarlanması, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), K. Ü., Karabük, 13-15 Mayıs.
- [4] **Wang W. L.**, 2006. Technology for Automatic Ceramic Powder Storing and Continuous Proportional Weighing Establishment of a Flexible Design Platform, 9th Int. Conf. Control, Automation, Robotics and Vision, Singapore, 5-8th December, 1949-1953.
- [5] **Popovici D., Podea Z., Velea L. M. and Velea A. L. M.**, 2009. Weighing and Dosing Automatic System With PLC For Liquid And Powdery Materials, Session of the Commission of Acoustics, Bucharest, 28-29 May, 467-474.
- [6] <http://www.makinax.com/medya/2el-alim-satim/mobil-hazir-beton-santrali-hazir-beton-santrali-icecek-imalati.jpg> 10.12.2012
- [7] <http://www.aydinmakina.com.tr/ana-sayfa.aspx> 10.12.2012
- [8] <http://www.anateks.com.tr/malatya-boya-emprime.aspx> 11.12.2012
- [9] <http://www.yilmazmakina.com.tr/urunler.asp> 02.01.2013
- [10] **Kıraath K.**, Endüstriyel Otomasyon için Ürün, Sistem ve Çözümler, İstanbul, 2008.

- [11] SIEMENS, ET 200S distributed I/O IM 151-8 PN/DP CPU interface module, 2008.
- [12] FESTO, Proportional directional control valves MPYE, 2009.
- [13]**Songüler Ö.**, 2006. Az Sönümlü Sistemlerde Ziegler-Nichols Yönteminin İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [14]**Kurtulan S.**, 2003. PLC İle Endüstriyel Otomasyon, İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi Kontrol ve Kumanda Sistemleri Anabilim Dalı Endüstriyel Otomasyon Laboratuvarı, Birsan Yayınevi, İstanbul
- [15] <http://www.industry.siemens.com/topics/global/en/tia-portal/controller-sw-tia-portal/simatic-step7-safety-advanced-v11/pages/default.aspx> 25.12.2012
- [16] <http://www.belgeler.com/blg/2u0v/scada> 23.12.2012
- [17] <http://www.wholesale-electrical-electronics.com/p-siemens-operator-panel-distributor-1142725.html> 25.12.2012



Ek 1: Tartım ve Dozaj Prototip Sisteme Ait Elektrik Projesi



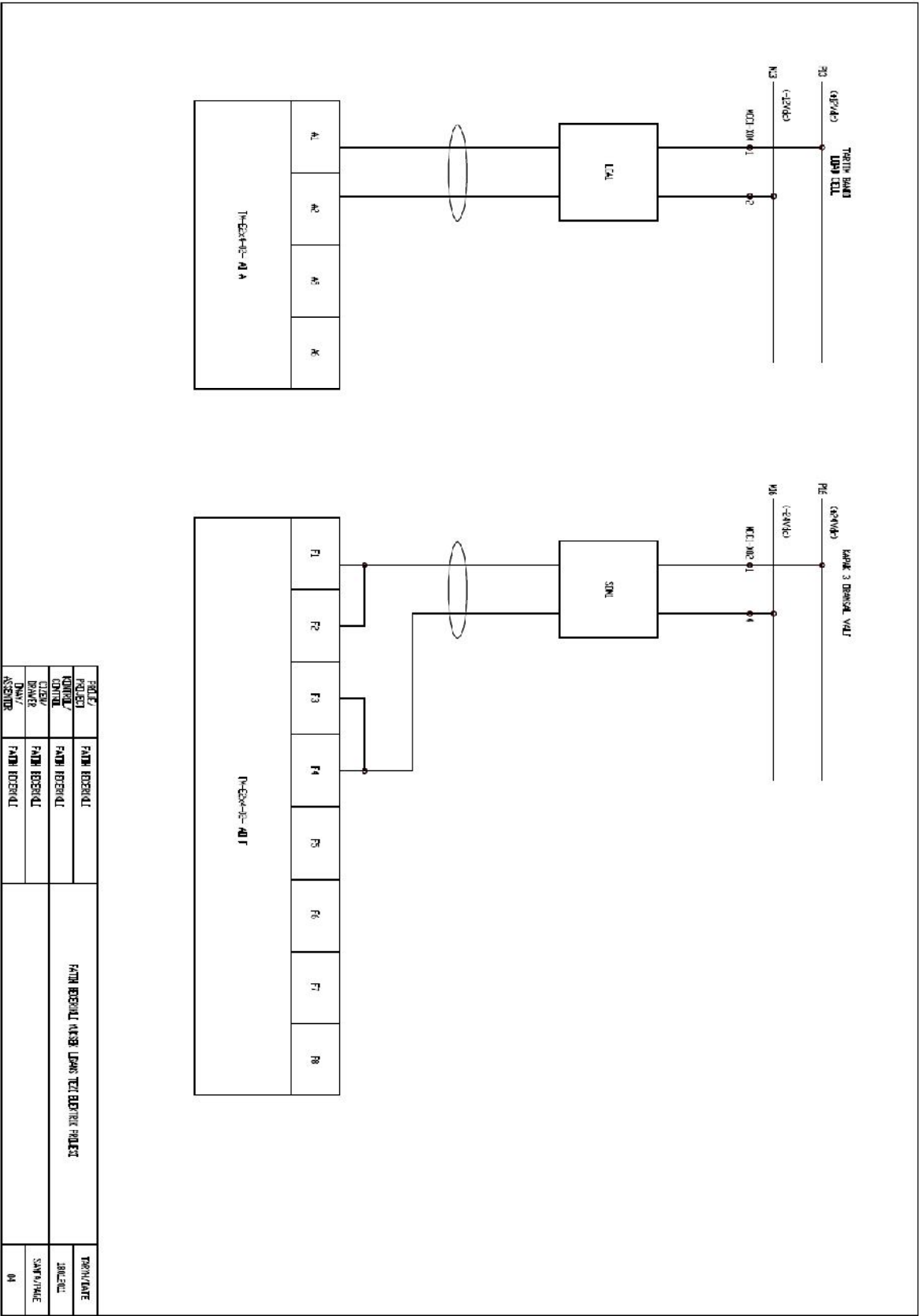


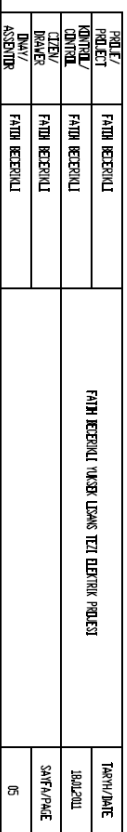
BULGASAVAR / COMPUTER

PROFINET KABLO

|                                         |                                                       |   |                                              |   |                                              |   |                                              |   |                                              |   |                                              |   |                                              |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------|---|----------------------------------------------|---|----------------------------------------------|---|----------------------------------------------|---|----------------------------------------------|---|----------------------------------------------|
| IMSI-08<br>CPU<br>6ES7151<br>8BA00-0AA0 | TM-2 2x3-02<br>CPU<br>MODULE<br>6ES7138<br>4C200-0AA0 | 4 | TM-E 2x4-02<br>AI-4<br>6ES7134<br>4IB00-0AA0 | 8 | TM-E 2x4-02<br>DI-8<br>6ES7131<br>4IB00-0AA0 | 4 | TM-E 2x4-02<br>DI-C<br>6ES7131<br>4IB00-0AA0 | 8 | TM-E 2x4-02<br>DI-D<br>6ES7132<br>4IB00-0AA0 | 8 | TM-E 2x4-02<br>DO-E<br>6ES7132<br>4IB00-0AA0 | 4 | TM-E 2x4-02<br>AO-F<br>6ES7135<br>4LB00-0AA0 |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------|---|----------------------------------------------|---|----------------------------------------------|---|----------------------------------------------|---|----------------------------------------------|---|----------------------------------------------|

|                                                          |               |  |               |              |
|----------------------------------------------------------|---------------|--|---------------|--------------|
| PROJEK /<br>KONTROL /<br>DENET /<br>BAKIM /<br>ASSEMBLER | FATM RECEVILL |  | FATM RECEVILL | TARH / DATE  |
|                                                          | FATM RECEVILL |  |               | 10.02.2011   |
|                                                          | FATM RECEVILL |  |               | SAFET / PAKE |
|                                                          | FATM RECEVILL |  |               | 03           |









## FATİH BECERİKLİ YÜKSEK LİSANS TEZİ İ/O LİSTESİ

## DI / DO / AI LİSTESİ

MCC1 PANO İÇİ PLC GRUBU

|                       |       |      |                             |                  |
|-----------------------|-------|------|-----------------------------|------------------|
| TM-E2x4-02<br>UNITESİ | A1-AI | LCA1 | AGREGA LOAD CELL            | LOAD CELL 200 kg |
|                       | A6-AI |      |                             |                  |
|                       |       |      |                             |                  |
|                       | B1-DI | SAD  | ACIL STOP                   | MANTAR BUTON     |
|                       | B6-DI |      |                             |                  |
|                       | B2-DI |      |                             |                  |
|                       | B6-DI |      |                             |                  |
|                       | B3-DI |      |                             |                  |
|                       | B7-DI |      |                             |                  |
|                       | B4-DI |      |                             |                  |
|                       | B8-DI |      |                             |                  |
|                       |       |      |                             |                  |
|                       | C1-DI |      |                             |                  |
|                       | C5-DI |      |                             |                  |
|                       | C2-DI |      |                             |                  |
|                       | C6-DI |      |                             |                  |
|                       |       |      |                             |                  |
|                       | D1-DO | R1   | KAPAK 1 PNÖMATİK VALF       | ROLE (24 VDC)    |
|                       | D5-DO | R2   | KAPAK 2 PNÖMATİK VALF       | ROLE (24 VDC)    |
|                       | D2-DO | R3   | KAPAK 3 PNÖMATİK VALF YEDEK | ROLE (24 VDC)    |
|                       | D6-DO | R4   | KOMPRESÖR ÇALIŞ             | ROLE (24 VDC)    |
|                       | D3-DO | R5   | TARTIM BANDI ÇALIŞ          | ROI F (24 VDC)   |
|                       | D7-DO | R6   | BUZER                       | ROLE (24 VDC)    |
|                       | D4-DO |      |                             |                  |
|                       | D8-DO |      |                             |                  |
|                       |       |      |                             |                  |
|                       | E1-DO |      |                             |                  |
|                       | E5-DO |      |                             |                  |
|                       | E2-DO |      |                             |                  |
|                       | E6-DO |      |                             |                  |
|                       | E3-DO |      |                             |                  |
|                       | E7-DO |      |                             |                  |
|                       | E4-DO |      |                             |                  |
|                       | E8-DO |      |                             |                  |
|                       |       |      |                             |                  |
|                       | F1-AO | SMK1 | FESTO ORANSAL VALF          | 0-10V            |
|                       | F6-AO |      |                             |                  |



FATİH BECERİKLİ TEZ KLEMENS LİSTESİ

|               |                  |            |    |                         |         |
|---------------|------------------|------------|----|-------------------------|---------|
|               |                  | MCC1-X00   |    | KLEMENS KESİT           |         |
|               | YEDEK            |            | 1  | 2.5 mm2                 |         |
|               | YEDEK            |            | 2  | 2.5 mm2                 |         |
|               | YH1JK            |            | 3  | 2.5 mm2                 |         |
|               | YEDEK            |            | 4  | 2.5 mm2                 |         |
|               | YEDCK            |            | 5  | 2.5 mm2                 |         |
|               | YEDEK            |            | 6  | 2.5 mm2                 |         |
|               | YEDEK            |            | 7  | 2.5 mm2                 |         |
|               | YEDEK            |            | 8  | 2.5 mm2                 |         |
|               | YEDCK            |            | 9  | 2.5 mm2                 |         |
|               | YEDEK            |            | 10 | 2.5 mm2                 |         |
|               | YEDEK            |            | 11 | 2.5 mm2                 |         |
|               | YEDEK            |            | 12 | 2.5 mm2                 |         |
|               | YEDEK            |            | 13 | 2.5 mm2                 |         |
|               |                  |            |    |                         |         |
|               |                  |            |    |                         |         |
|               |                  |            |    |                         |         |
|               |                  | MCC1-X01   |    | KLEMENS KESİT           |         |
| L1 (220V AC)  | FW1-3            |            | 1  | R1-11 - R2-11 (VALFLER) | 2.5 mm2 |
|               | G1 BESLEME       |            | 2  | R4 11 (KOPRESOR)        | 2.5 mm2 |
|               | G2 BESLEME       |            | 3  |                         | 2.5 mm2 |
| N1 (220V AC)  | FW1-1            |            | 4  | VALF1-VALF2-KOMPRESOR   | 2.5 mm2 |
|               | G1 BESLEME       |            | 5  | G2 BESLEME              | 2.5 mm2 |
|               |                  |            |    |                         |         |
|               |                  |            |    |                         |         |
|               |                  |            |    |                         |         |
|               |                  | MCC1-X02   |    | KLEMENS KESİT           |         |
| P16 (+24V DC) | FW2-3            |            | 1  | ORANSAL VALF            | 2.5 mm2 |
|               | PLC SLOT BESLEME |            | 2  |                         | 2.5 mm2 |
|               | G3 BESLEME       |            | 3  |                         | 2.5 mm2 |
| M16 (-24V DC) | FW2-1            |            | 4  | ORANSAL VALF            | 2.5 mm2 |
|               | RÖLE A2 BESLEME  |            | 5  | PLC SLOT BESLEME        | 2.5 mm2 |
|               | X04-2            |            | 6  | G3 BESLEME              | 2.5 mm2 |
|               |                  |            |    |                         |         |
|               |                  |            |    |                         |         |
|               |                  |            |    |                         |         |
|               |                  | MCC1-X03   |    | KLEMENS KESİT           |         |
| P17 (+12V DC) | FW3-1            |            | 1  | R5-11 UCU (BANT)        | 2.5 mm2 |
|               |                  |            | 2  |                         | 2.5 mm2 |
| M17 (-12V DC) | G2 12V           |            | 3  | TARTI BANDI MOTORU      | 2.5 mm2 |
|               |                  |            | 4  |                         | 2.5 mm2 |
|               |                  |            |    |                         |         |
|               |                  |            |    |                         |         |
|               |                  | MCC1-X04   |    | KLEMENS KESİT           |         |
| P13 (+12V DC) | G3 +12V          |            | 1  | LOADCEL BESLEME         | 2.5 mm2 |
| M13 (+12V DC) | X02-6 (G3 -12V)  |            | 2  | LOADCEL BESLEME         | 2.5 mm2 |
|               |                  |            |    |                         |         |
|               |                  |            |    |                         |         |
|               |                  |            |    |                         |         |
|               |                  | TOPRAKLAMA |    | KLEMENS KESİT           |         |
|               | ANA GİRİŞ        |            | 1  | VALF1                   | 2.5 mm2 |
|               | G1               |            | 2  | VALF2                   | 2.5 mm2 |
|               | G2               |            | 3  | KOMPRESOR               | 2.5 mm2 |

## Ek 2: Tartım ve Dozaj Prototip Sisteme Ait PLC Programı

### OB1 - <offline>

""  
Name: Family:  
Author: Version: 0.1  
Block version: 2  
Time stamp Code: 03/25/2013 02:19:13 AM  
Interface: 02/15/1996 04:51:12 PM  
Lengths (block/logic/data): 01422 01190 00030

| Name  | Data Type     | Address | Comment |
|-------|---------------|---------|---------|
| TEMP  |               | 0.0     |         |
| TEMP0 | Byte          | 0.0     |         |
| TEMP1 | Byte          | 1.0     |         |
| TEMP2 | Byte          | 2.0     |         |
| TEMP3 | Byte          | 3.0     |         |
| TEMP4 | Byte          | 4.0     |         |
| TEMP5 | Byte          | 5.0     |         |
| TEMP6 | Int           | 6.0     |         |
| TEMP7 | Int           | 8.0     |         |
| TEMP8 | Int           | 10.0    |         |
| TEMP9 | Date_And_Time | 12.0    |         |

Block: OB1 AGIRLIK SISTEMI TASARIMI

Network: 1

organizasyon blok 1 calis



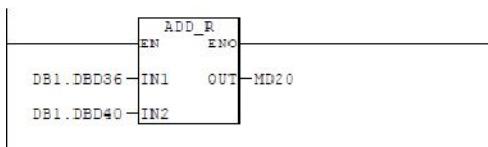
Network: 2

organizasyon blok 2 calis



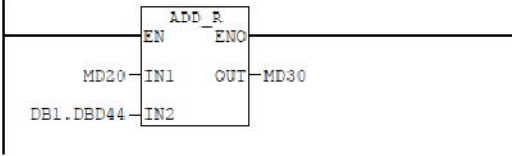
Network: 3

regete 1- 2 toplar

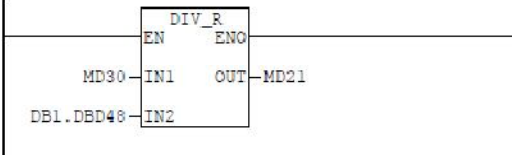


---

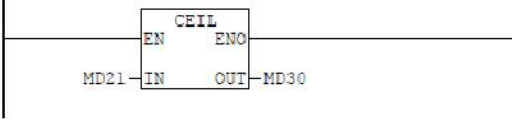
|                     |
|---------------------|
| Network: 4          |
| reçete 1+2+3 sonucu |



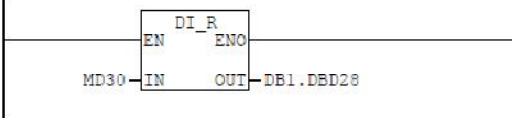
|                     |
|---------------------|
| Network: 5          |
| sarj sayısı kusurlu |



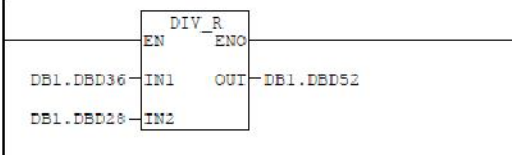
|                                  |
|----------------------------------|
| Network: 6                       |
| sarj sayısını üst değere yuvarla |



|                                                |
|------------------------------------------------|
| Network: 7                                     |
| sarj sayısını reel sayıya donustur. Doble den. |

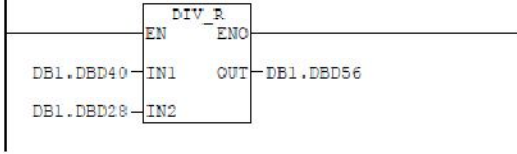


|                                     |
|-------------------------------------|
| Network: 8                          |
| malzeme1 bir sarjda alınacak miktar |



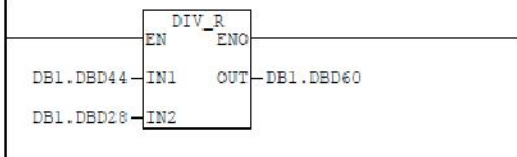
Network: 9

malzeme2 bir sarjda alinacak miktar



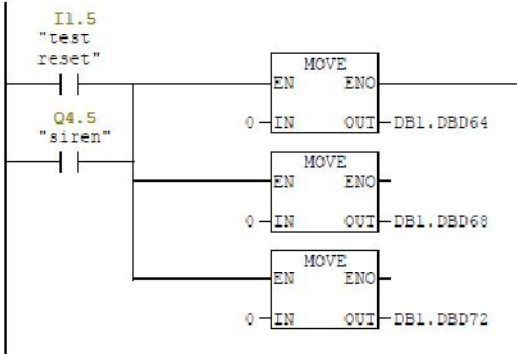
Network: 10

malzeme3 bir sarjda alinacak miktar



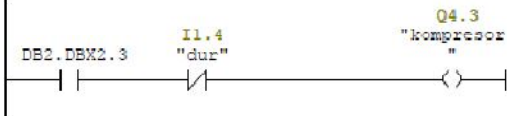
Network: 11

test reset



Network: 12

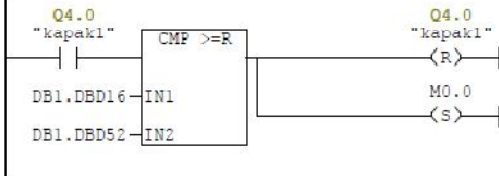
kompresor calis





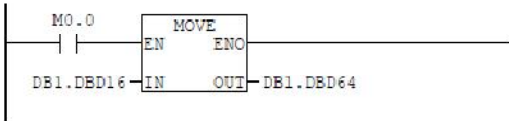
Network: 16

malzeme\_1 alınacak miktar esitlendi mi?



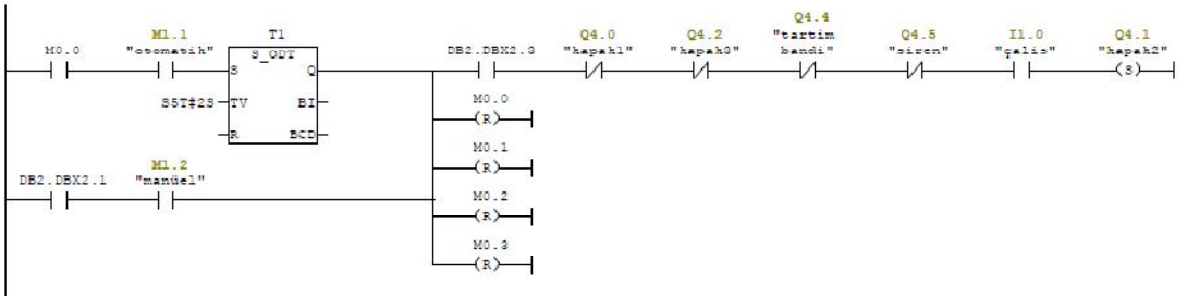
Network: 17

malzeme 1 tartim sonrasi alinmis miktar



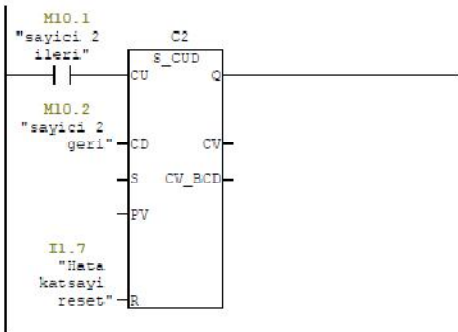
Network: 18

2 sn sonra malzeme 2 al



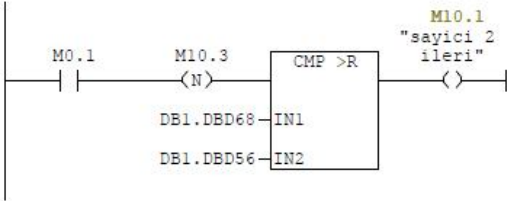
Network: 19

malzeme 2 hata katsayisi carpani sayici ile



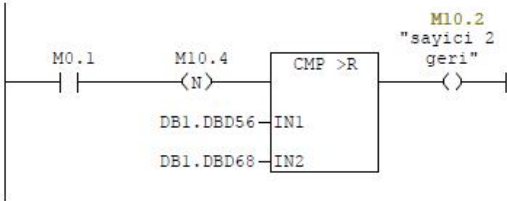
Network: 20

malzeme2 alınmis miktar alınacak olan degerden büyük ise cikisi set



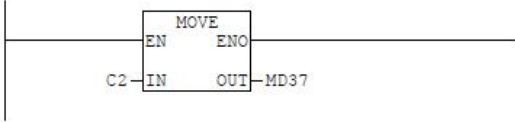
Network: 21

malzeme 2 alınmis miktar alınacak olan degerden küçük ise cikisi set



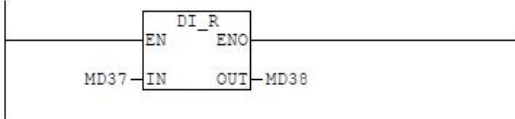
Network: 22

c2 sayici degerini DW e cevir  
biten sarj sayisi

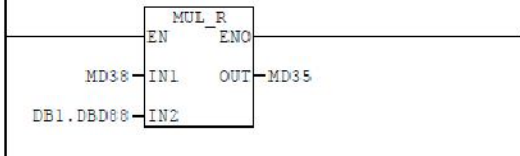


Network: 23

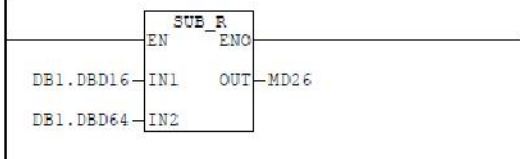
c2 sayici degerini reel sayiya e cevir  
biten sarj sayisi



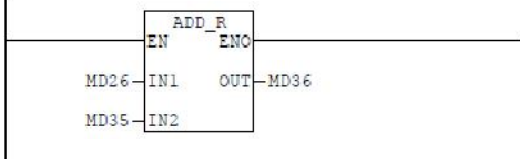
|                                   |
|-----------------------------------|
| Network: 24                       |
| sayıcı reel değeri*hata katsayısı |



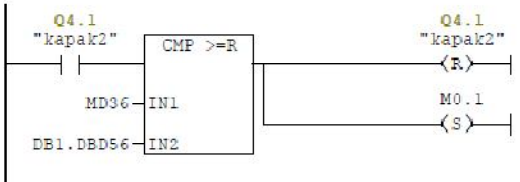
|                                 |
|---------------------------------|
| Network: 25                     |
| anlık olarak malzeme 2 ağırlığı |



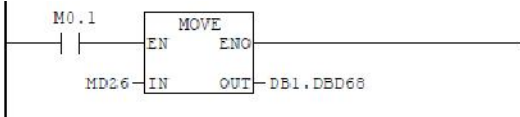
|                                         |
|-----------------------------------------|
| Network: 26                             |
| malzeme 2 anlık miktar + hata katsayısı |



|                                         |
|-----------------------------------------|
| Network: 27                             |
| malzeme 2 alınacak miktar eşitlendi mi? |



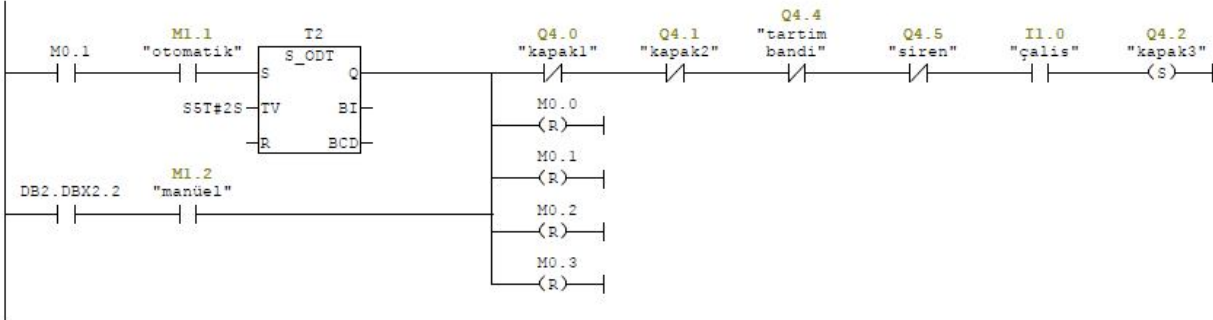
|                                         |
|-----------------------------------------|
| Network: 28                             |
| malzeme 2 tartım sonrası alınmış miktar |





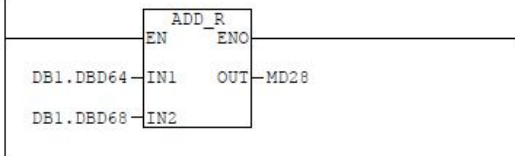
Network: 29

2 sn sonra malzeme 3 al



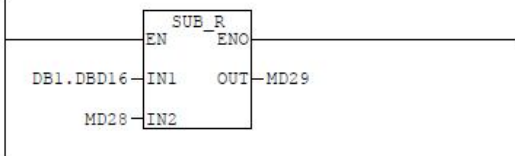
Network: 30

malzeme 1 ve malzeme 2 toplam alınmis olan miktar



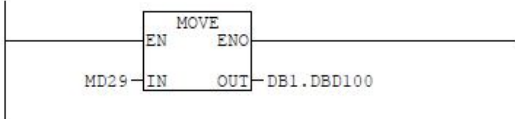
Network: 31

malzeme 3 anlik alınmis miktar



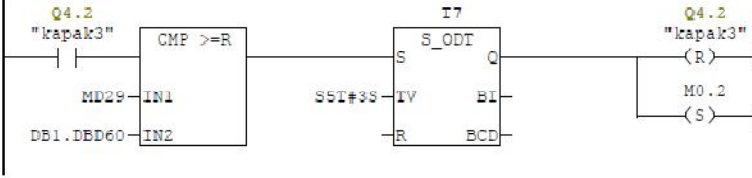
Network: 32

malzeme 3 anlik alınmis miktar PID için.



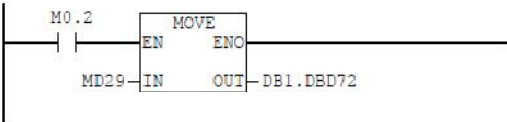
Network: 33

malzeme 3 alınacak miktar eşitlendi mi?  
3 sn sonra resetle. PID için.



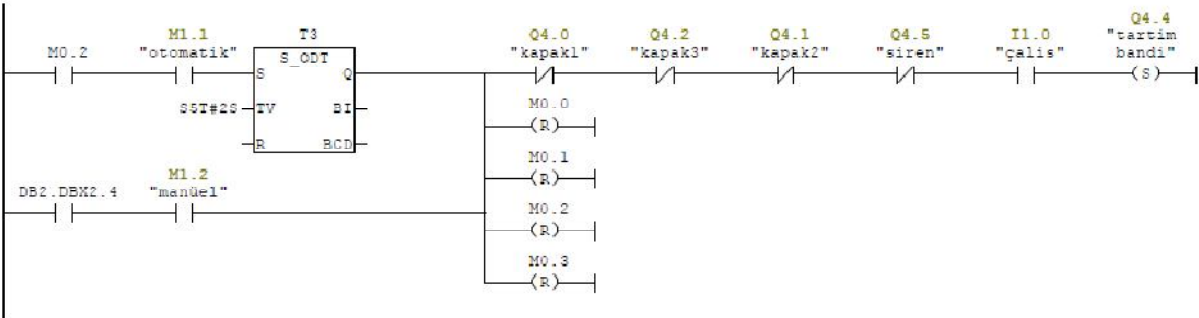
Network: 34

malzem 3 tartim sonrasi alinmis miktar



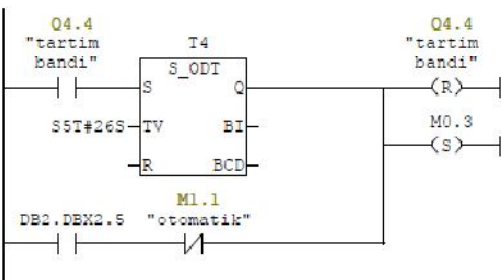
Network: 35

2 sn sonra tartim bandi calistir



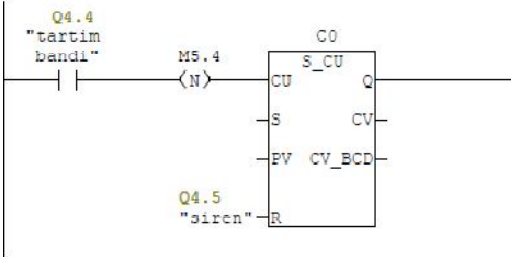
Network: 36

20 sn sonra tartim bandi dur



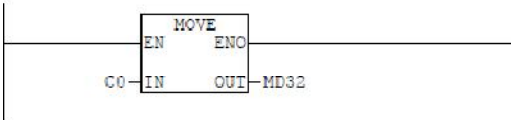
Network: 37

otomatikte bant her calistiginda sayici 1 arttir  
yani biten sarj sayisi



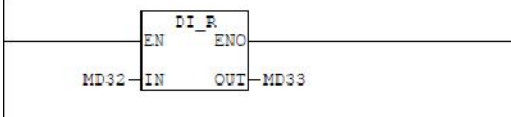
Network: 38

sayici degerini DW e cevir  
biten sarj sayisi



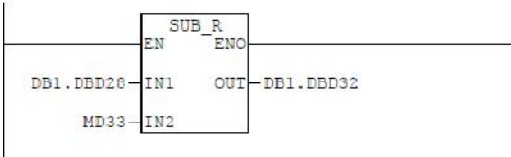
Network: 39

sayici degerini reel sayiya e cevir  
biten sarj sayisi



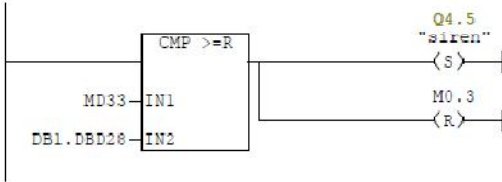
Network: 40

kalan sarj



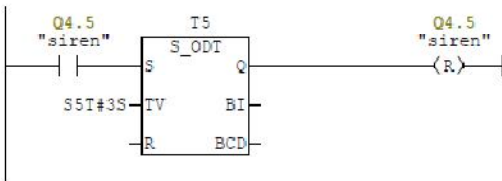
Network: 41

sayıcı değeri sarj sayısına eşitlendi mi?



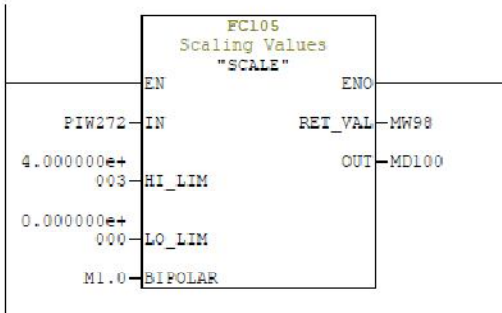
Network: 42

uretim bitince 3 sn uretim sonu sireni cal.



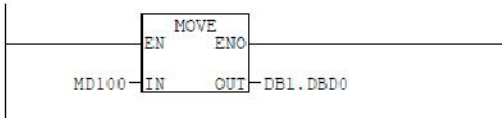
Network: 43

Loadcell analog veri girişi

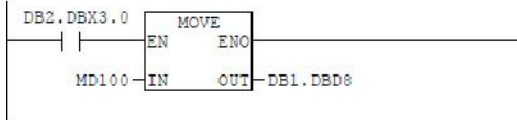


Network: 44

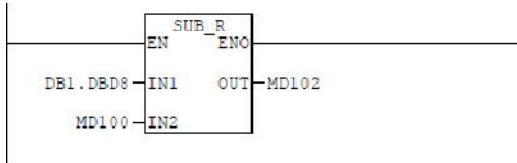
analog veri databloga tasi data bloktan scada da göster



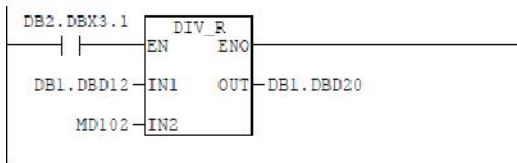
|                                   |
|-----------------------------------|
| Network: 45                       |
| daral sinyal deðerini hafizaya al |



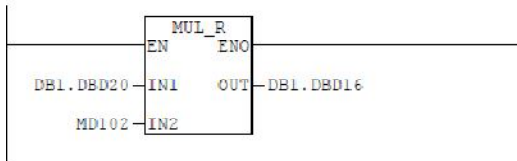
|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| Network: 46                                        |
| dara sinyal deðerinden ham sinyali cikar md102 yaz |



|                                        |
|----------------------------------------|
| Network: 47                            |
| agirlik baslama noktasindan egimi bul. |



|                                               |
|-----------------------------------------------|
| Network: 48                                   |
| egimXsinyal degisimi = karsilik gelen agirlik |



---

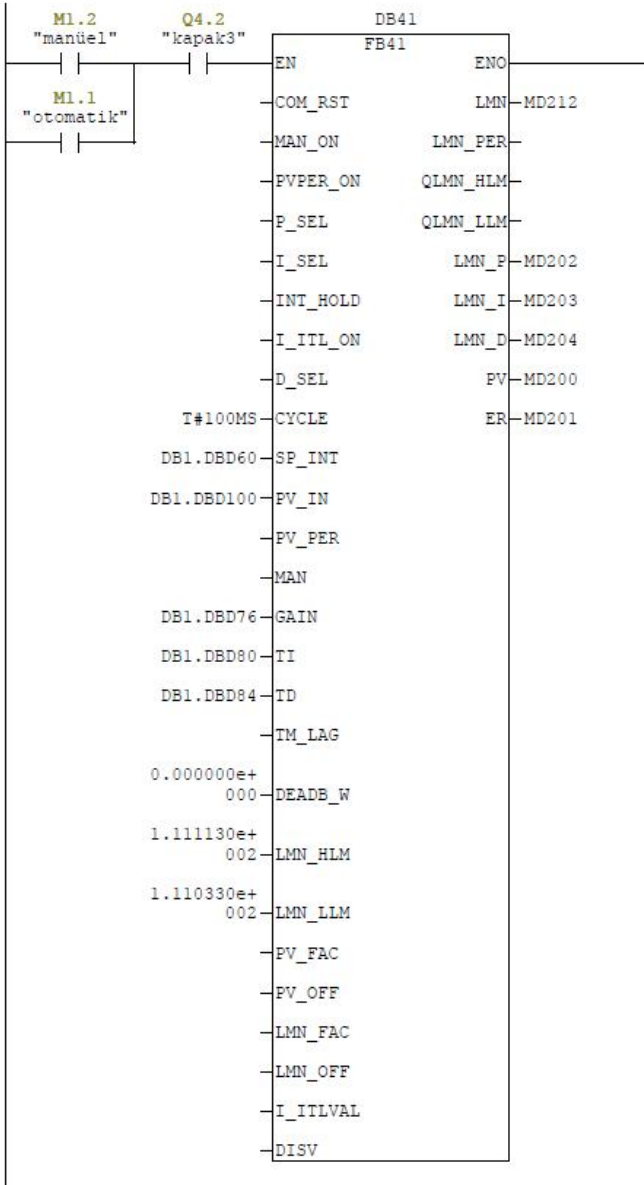
## OB35 - <offline>

"CYC\_INT5" Cyclic Interrupt 5  
Name: Family:  
Author: Version: 0.1  
Block version: 2  
Time stamp Code: 03/24/2013 12:59:35 AM  
Interface: 02/15/1996 04:51:11 PM  
Lengths (block/logic/data): 00418 00288 00026

| Name              | Data Type     | Address | Comment                                                   |
|-------------------|---------------|---------|-----------------------------------------------------------|
| TEMP              |               | 0.0     |                                                           |
| OB35_EV_CLASS     | Byte          | 0.0     | Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1) |
| OB35_STRT_INF     | Byte          | 1.0     | 16#36 (OB 35 has started)                                 |
| OB35_PRIORITY     | Byte          | 2.0     | Priority of OB Execution                                  |
| OB35_OB_NUMBER    | Byte          | 3.0     | 35 (Organization block 35, OB35)                          |
| OB35_RESERVED_1   | Byte          | 4.0     | Reserved for system                                       |
| OB35_RESERVED_2   | Byte          | 5.0     | Reserved for system                                       |
| OB35_PHASE_OFFSET | Word          | 6.0     | Phase offset (msec)                                       |
| OB35_RESERVED_3   | Int           | 8.0     | Reserved for system                                       |
| OB35_EXEC_FREQ    | Int           | 10.0    | Frequency of execution (msec)                             |
| OB35_DATE_TIME    | Date_And_Time | 12.0    | Date and time OB35 started                                |

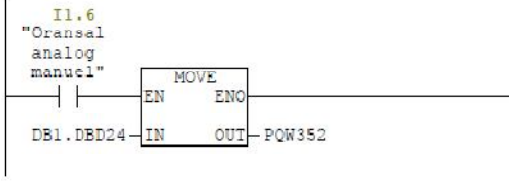
|                                                            |
|------------------------------------------------------------|
| Block: OB35 PID FONKSIYONUNUN TARTIM SISTEMINE UYGULANMASI |
|------------------------------------------------------------|

|             |
|-------------|
| Network: 1  |
| PID kontrol |

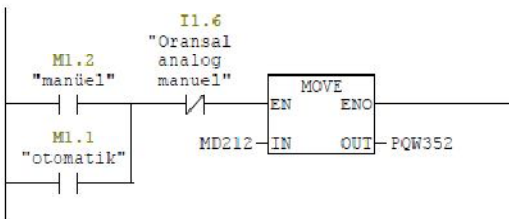


Network: 2

analog output manuel deger girisi

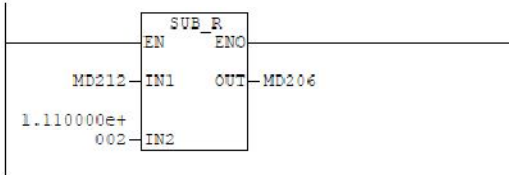


Network: 3



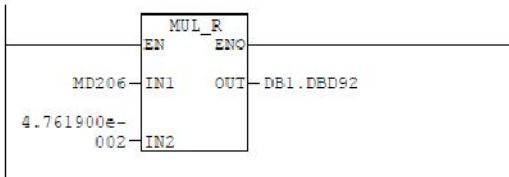
Network: 4

çokis sinyalyünden lll cıkar.



Network: 5

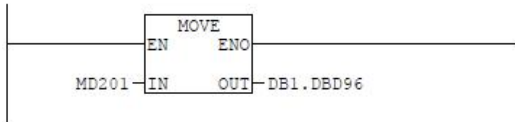
sinyali katsayi ile carp voltaj bul





---

|                               |
|-------------------------------|
| Network: 6                    |
| hata degerini data bloga tasi |



---

## DB2 - <offline> - Declaration view

""

Global data block DB 2

Name: Family:  
Author: Version: 0.1  
Block version: 2  
Time stamp Code: 01/04/2013 10:14:10 AM  
Interface: 04/28/2012 01:57:33 AM  
Lengths (block/logic/data): 00116 00004 00000

---

Block: DB2

---

| Address | Name             | Type       | Initial value | Comment |
|---------|------------------|------------|---------------|---------|
| 0.0     |                  | STRUCT     |               |         |
| +0.0    | STAT0            | INT        | 0             |         |
| +2.0    | kapak1           | BOOL       | TRUE          |         |
| +2.1    | kapak2           | BOOL       | FALSE         |         |
| +2.2    | kapak3           | BOOL       | FALSE         |         |
| +2.3    | kompresor1       | BOOL       | FALSE         |         |
| +2.4    | tarim bandi      | BOOL       | FALSE         |         |
| +2.5    | tartim bandi dur | BOOL       | FALSE         |         |
| +2.6    | BOS2             | BOOL       | FALSE         |         |
| +2.7    | bos3             | BOOL       | FALSE         |         |
| +3.0    | data_al          | BOOL       | FALSE         |         |
| +3.1    | kalibre_et       | BOOL       | FALSE         |         |
| -4.0    |                  | END_STRUCT |               |         |

## DB1 - <offline> - Declaration view

""

Global data block DB 1

Name: Family:  
 Author: Version: 0.1  
 Block version: 2  
 Time stamp Code: 03/12/2013 02:41:03 AM  
 Interface: 03/12/2013 02:41:03 AM  
 Lengths (block/logic/data): 00244 00104 00000

Block: DB1

| Address | Name                     | Type       | Initial value | Comment |
|---------|--------------------------|------------|---------------|---------|
| 0.0     |                          | STRUCT     |               |         |
| 10.0    | aa sinyal                | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +4.0    | karstlastir              | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +8.0    | dara sinyal              | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +12.0   | kalib deg                | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +16.0   | agililik                 | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +20.0   | agililik kal             | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +24.0   | festu                    | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +28.0   | sarj sayisi              | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +32.0   | kalan sarj sayisi        | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +36.0   | recete1                  | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +40.0   | recete2                  | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +44.0   | recete3                  | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +48.0   | bant kapasitesi          | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +52.0   | malzeme1 alinacak miktar | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +56.0   | malzeme2 alinacak miktar | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +60.0   | malzeme3 alinacak miktar | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +64.0   | malzeme1 alinmis miktar  | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| 160.0   | malzeme2 alinmis miktar  | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| 172.0   | malzeme3 alinmis miktar  | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| 176.0   | kp                       | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +80.0   | ki                       | TIME       | 0#CMS         |         |
| 184.0   | kd                       | TIME       | 0#CMS         |         |
| 188.0   | malzeme% duzeltme katsay | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| 192.0   | voltaj                   | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +96.0   | hata degeri              | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| +100.0  | malzeme3anlik            | REAL       | 0.000000e+000 |         |
| -104.0  |                          | END STRUCT |               |         |

## ÖZGEÇMİŞ

1988 tarihinde Bingöl ilinin Genç ilçesinde doğdu. İlköğretimini Bingöl ili merkezinde bulunan Sarayıçi İlköğretim Okulu'nda tamamladı. Bingöl Lisesi'nde ortaöğretimini tamamladıktan sonra Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde 2005 yılında lisans eğitimine başladı. 2009 yılında Makine Mühendisi unvanı ile mezun oldu. Yine aynı yıl içerisinde Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Makine Dinamiği ve Teorisi anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Yüksek lisans eğitimine devam ederken aynı zamanda Elazığ Organize Sanayi'sinde yer alan Endost Endüstriyel Otomasyon Sistemleri firmasında Makine Mühendisi olarak görev yaptı. 2010 yılı içerisinde aynı firmanın Ankara İvedik OSB. yer alan Hacettepe Teknokent ofisinde görev yaptı. 2011 yılında Bingöl Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü bünyesinde göreve başladı ve 2013 yılı itibariyle görevine devam etmektedir.