
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

LABVİEW İLE SERVO MOTOR KONTROLÜ

Aiden Mahdi Rashid RASHİD

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AĞUSTOS 2016

Aiden Mahdi Rashid RASHİD tarafından hazırlanan "LABVIEW İLE SERVO MOTOR KONTROLÜ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Ali SAYGIN

Elektrik Elektronik Mühendisliği, Anabilim Dalı Gazi ÜniversitesiBu
tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

...……

Başkan : Doç.Dr. Uğur GÜVENÇ

Elektrik Elektronik Mühendisliği, Anabilim Dalı Düzce Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

……..

Üye : Yrd.Doç.Dr. Orhan KAPLAN

Elektrik Elektronik Mühendisliği, Anabilim Dalı Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

……..

TezSavunmaTarihi: 22/08/2016

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

…….

Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Aiden Mahdi Rashid RASHİD

22.08.2016

LABVIEW İLE SERVO MOTOR KONTROLÜ

(Yüksek Lisans Tezi)

Aiden Mahdi Rashid RASHİD

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2016

ÖZET

Bu çalışmada LabVIEW programı kullanılarak servo motorun kontrolü gerçekleştirilmiştir. Servo motorda hem hız hemde konum kontrol edilmiştir. LabVIEW yazılımında hesaplanan konum ve hız bilgisi KEPServerEX'ın OPC (Ole for Process Control) araçları üzerinden PLC (Programable Logic Controller) ye aktarılmıştır. İki ayrı servo motorun kontrolü gerçekleştirilerek bağımsız hareket yeteneği kazanılmıştır. PLC' ye ProfiBUS haberleşme ağı üzerinden bağlı servo sürücüler birbirlerinden bağımsız çalıştırılmıştır. Gerçek konum bilgileri aynı haberleşme protokolleri kullanılarak tekrar LabVIEW yazılımına aktarılmıştır. Yapılan bu çalışmada iki eksende bağımsız hareket eden servo motorların konum ve hız kontrolü gerçekleştirilmiştir. LabVIEW yazılımındaki OPC araçları kullanılarak KEPServerEX yazılımı aracılığıyla Siemens s7-300 CPU315-2 DP/PN PLC ile haberleşme gerçekleştirilmiştir. KEPServerEX yazılımı, PC ile PLC arasında haberleşme sağlayarak motor kontrol ve durum bilgileri aktarılmıştır. Benzer şekilde istenen ve gerçek konum bilgileri aynı protokolle aktarılmıştır. PLC, LabVIEW yazılımından gönderilen komutlara uygun olarak ProfiBUS protokolü kullanılarak AC Servo sürücüleri çalıştırmıştır. PLC' den gelen kontrol sinyallerine göre S110 CU305DP servo sürücülere bağlı servo motorların çalışması kontrol edilmiştir. AC servo sürücülerin fabrika ayarlarının değiştirilmesinde, haberleşme ve pozisyonlama komutlarının yüklenmesinde SCOUT yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca sistemde dokunmatik panel kullanılarak çalışma durum bilgileri takip edilmiş ve benzer çalışma komutları ekrandan girilmesi sağlanmıştır. Tüm PLC ve dokunmatik panel yazılımı TIAPortalV13SP1 de gerçekleştirilmiştir. Hem PC hemde dokunmatik ekran(TP) dan iki eksen harekete ait konum ve hız kontrolü sağlanmıştır.

Bilim Kodu : 90526
Anahtar Kelimeler : LabVIEW, KEPServerEX, Servo Motor
Sayfa Adedi : 77
Danışman : Yrd. Doç. Dr. Ali SAYGIN

THE CONTROL OF SERVO MOTOR BY THE USE OF LABVIEW

(M. Sc. Thesis)

Aiden Mahdi Rashid RASHİD

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

August 2016

ABSTRACT

In this study, the control of servo motor is applied by using LabVIEW programme. Both velocity and position are controlled for servo motor. Position and velocity data are calculated by LabVIEW and the results have been transferred to PLC (Programable Logic Controller) on OPC (Ole for Process Control) tools of KEPServerEX. When the control of two servo motor are realized, independent movement capability is supplied. Servo drivers are connected to PLC thanks to ProfiBUS communication network which run independent of each other. Real position data were transferred to LabVIEW programme with same communication prothocols. In this study, velocity and position control of servo motors which moved independently in two axial are realized. Using OPC tools in LabVIEW programme, communication is supplied with Siemens S7-300 CPU315-2 DP/PN PLC through KEPServerEX software. While KEPServerEX software communicates between PC and PLC, motor control and position data are transferred. Similarly, desired and real position data are transferred with the same prothocol. PLC has run AC Servo drivers using ProfiBUS prothocol according to command sending LabVIEW programme. Sorvo motors connected to S110 CU305DP servo drivers are controlled through control signals which are taken from PLC. SCOUT programme is used for chancing factory setting of AC servo drivers, uploading communication and position command. In addition, touch panel used for following run status and entering similar run commands. All PLC and touch panel software are realized in TIAPortalV13SP1. Position and velocity control is supplied for two axial by using both PLC and touch panel.

Science Code : 905626
Key Words : LabVIEW, KEPServerEX, Servo Motor
Page Number : 77
Supervisor : Assist. Prof. Dr. Ali SAYGIN

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca desteğini, ilgisini ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışmanım Yrd. Doç. Dr. Ali SAYGIN'a, araştırma görevlisi Ahmet AKSÖZ' e, maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme, tüm saygıdeğer hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ ix

ŞEKİLLERİN LİSTESİ x

RESİMLERİN LİSTESİ xi

SİMGELER VE KISALTMALAR xv

1. GİRİŞ 1

2. OTOMASYON SİSTEMİ 5

2.1. Sistem Mimarisi. 5

2.2. Programlanabilir Mantık Denetleyici (PLC). 7

2.2.1. PLC' de donanım(hardware) ayarları. 9

2.2.2. PLC' de yazılım(software) geliştirme 18

2.3. Servo sürücü 25

2.4. Dokunmatik Panel 40

3. KEPSERVEREX YAZILIMI 45

3.1. KEPServerEX de Haberleşme 46

3.2. KEPServerEX' de Proje Oluşturma 49

4. LABVIEW YAZILIMI 59

4.1. LABVIEW' de OPC Yapısı 59

4.2. LABVIEW' de Proje Oluşturma 61

5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR 67

Sayfa

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 73

KAYNAKLAR 75

ÖZGEÇMİS 77

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2.1. PLC de adres tipleri 18

Çizelge 2.2. Telegram 111 protokolü veri adresleri 29

Çizelge 2.3. STW1 Kontrol bitleri 30

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.1. Sistem mimarisi. 5

Şekil 2.2. CU305 servo sürücü üzerindeki bağlantı terminalleri 26

Şekil 3.1. Sistem haberleşme mimarisi 47

Şekil 4.1. Grup-öğe yapısı 60

Şekil 4.2. DSC modülde LabVIEW ve OPC sunucu 61

Şekil 5.1. Sistem mimarisi 67

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 2.1. İki eksen servo motor uygulaması. 6

Resim 2.2. PLC de programa dillerinin gösterimi. 8

Resim 2.3. TiaPORTAL V13 açılış sayfası 9

Resim 2.4. Yeni proje oluşturma.. 9

Resim 2.5. Yeni proje programlama seçenekleriç 10

Resim 2.6. Yeni proje programlama seçenekleri 11

Resim 2.7. Projede kullanılacak PLC ailesi seçimi 11

Resim 2.8. Projede kullanılacak PLC modeli seçimi 12

Resim 2.9. Projede kullanılacak PLC versiyon seçimi 12

Resim 2.10. Projede kullanılacak PLC nin rayatanması 14

Resim 2.11. Donanın sayfasında güç kaynağı ve ek modül seçimi 14

Resim 2.12. ProfiBUS DP ağ ayarları 15

Resim 2.13. ProfiNETağ ayarları 16

Resim 2.14. Donanım sayfasında servo sürücü atama 16

Resim 2.15. Donanım sayfasında servo sürücü atama 17

Resim 2.16. Dokunmatik panelin donanıma eklenmesi 17

Resim 2.17. PLC' de yazılım (software) sayfası 21

Resim 2.18. PLC' de merdiven diyagram (LAD) sayfası 21

Resim 2.19. PLC' de programlama dilleri arası geçiş sayfası 22

Resim 2.20. PLC' de programlama komut kümeleri 23

Resim 2.21. PLC' de fonksiyon blok oluşturma 24

Resim 2.22. PLC' de fonksiyon blok değişkenlerini tanımlama 24

Resim 2.23. SCOUT programı haberleşme ayar sayfası 27

Resim **Sayfa**

Resim 2.24. SCOUT programı haberleşme telegram ayar sayfası 28

Resim 2.25. TiaPORTAL V13 programı telegram adresleri 29

Resim 2.26. Servo sürücü kontrol birimi(Control_Unit) parametre ayarı 31

Resim 2.27. Servo sürücüde pozisyon kontrolün parametre ayarı..... 32

Resim 2.28. Servo sürücüde güç modülünün seçimi 32

Resim 2.29. Servo sürücüye motor enkoder bilgisininDRIVE_CLIQ ile aktarılması.... 33

Resim 2.30. Servo motor frenleme yöntemi seçimi..... 34

Resim 2.31. Enkoder seçimi 34

Resim 2.32. Servo motorda mekanik ayarlar..... 35

Resim 2.33. Servo motorda haberleşme telegram seçimi 35

Resim 2.34. Servo motor home referans sinyali ayar sayfası 36

Resim 2.35. Servo motor pozisyon kontrol ayar sayfası 36

Resim 2.36. Servo motor pozisyon kontrol ayar sayfası 37

Resim 2.37. Temel pozisyonlama ayar sayfası..... 38

Resim 2.38. Temel pozisyonlama ayar sayfası..... 38

Resim 2.39. Pozisyon kontrol PI denetleyici ayar sayfası 39

Resim 2.40. Hız kontrol PI denetleyici ayar sayfası..... 40

Resim 2.41. Dokunmatik panel KTP600PN ağ adreslendirmesi..... 41

Resim 2.42. Dokunmatik panelde kullanılan global değişkenler 42

Resim 2.43. Dokunmatik panelde bit adres değişkenlerin kullanımı 43

Resim 2.44. Dokunmatik panelde istenen ve gerçekleşen değerlerin izlenmesi 44

Resim 3.1. PC için Ethernet IP adresi ayarı..... 47

Resim 3.2. PC için Ethernet IP adresi ayarı..... 48

Resim 3.3. PLC için Ethernet IP adresi ayarı 49

Resim **Sayfa**

Resim 3.4. KEPServerEX yazılım arayüzü 50

Resim 3.5. KEPServerEX yazılımda kanal ismi oluşturma..... 50

Resim 3.6. KEPServerEX yazılımda cihaz seçme..... 51

Resim 3.7. KEPServerEX yazılımda ağ adaptörü seçimi..... 51

Resim 3.8. KEPServerEX yazılımda yazma optimizasyonu 52

Resim 3.9. KEPServerEX yazılımda virgüllü sayı optimizasyonu..... 52

Resim 3.10. KEPServerEX yazılımda kanal oluşturma onayı..... 53

Resim 3.11. KEPServerEX yazılımda cihaz ismi atama 53

Resim 3.12. KEPServerEX yazılımda cihaz modeli belirleme..... 54

Resim 3.13. KEPServerEX yazılımda cihaz ID adresi atama 54

Resim 3.14. KEPServerEX yazılımda zamanlama konfigürsyonu..... 55

Resim 3.15. KEPServerEX yazılımda port numarası atama..... 55

Resim 3.16. KEPServerEX yazılımda haberleşme parametreleri 56

Resim 3.17. KEPServerEX yazılımda değişkenleri projeye transfer etme..... 56

Resim 3.18. KEPServerEX yazılımda cihaz konfigürasyon tamamlama..... 57

Resim 3.19. KEPServerEX yazılımda cihaz konfigürasyon tamamlama..... 57

Resim 3.20. KEPServerEX yazılımda değişken tanı sayfası..... 58

Resim 3.21. KEPServerEX yazılımda örnek değişken tanımlama..... 58

Resim 4.1. LAbVIEW yazılımında yeni proje sayfası açma..... 61

Resim 4.2. LAbVIEW yazılımında yeni “I/O server” oluşturma..... 62

Resim 4.3. LAbVIEW yazılımında yeni “I/O server” seçenekleri..... 62

Resim 4.4. LAbVIEW yazılımında “KEPServerEX OPC” atanması 63

Resim 4.5. LAbVIEW yazılımında “KEPServerEX OPC” atanması 63

Resim 4.6. LAbVIEW yazılımında değişken oluşturma 64

Resim **Sayfa**

Resim 4.7. LabVIEW yazılımında değişkenleri projeye taşınması 64

Resim 4.8. LabVIEW yazılımında değişkenlerin ön panelde çalıştırılması 65

Resim 5.1. Servo motorun 2000 rpm hıza ulaşma eğrisi 68

Resim 5.2. Servo motorun -2000 rpm hıza ulaşma eğrisi..... 68

Resim 5.3. Servo motorun 2000 rpm de istenen ve gerçekleşen hız değişimi..... 69

Resim 5.4. Servo motorun 3000 rpm de istenen ve gerçekleşen hız değişimi..... 69

Resim 5.6. Servo motorun anma hızına ulaşırken faz akımı değişimi..... 69

Resim 5.7. Servo motor ter yönde döner iken motor faz akımı değişimi 70

Resim 5.7. Servo motor hız kontrol bloğunda yanlış PI parametresine bağlı olarak..... 70
hız hatası

Resim 5.8. Konum/pozisyon kontrol bloğunda yanlış PI parametresine bağlı olarak.... 71
konum hatası

Resim 5.9. Servo motor hız kontrol bloğunda yanlış PI parametresine bağlı olarak..... 71
hız hatası

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklamalar**
db	Desibel
hz	Hertz
d/d	Devir/Dakika
W	Watt

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
AC	Alternatif Akım (Alternative Current)
CANBUS	Controller Area Network BUS
CFC	Continuonus Function Chart
CPU	Central Processing Unit
DSC	Datalogging ve Denetleme Kontrolü (Datalogging and Supervisory Control
HMI	Human Machine Interface
I/O	Giriş/ Çıkış (Input/Output)
NI	National Instrument
OLE	Object Linking and Embedding
OPC	OLE for Process Control
PI	Proportional Integral
PID	Proportional Integral Derivative
PLC	Programmable Logic Controller
POU	Program Organization Unit
PWM	Pulse Width Modulation
STL	Komut satır Sıralaması
USB	Universal Serial Bus

1. GİRİŞ

Hassas konum kontrolü gerektiren sistemlerde servo motorlar yaygın olarak kullanılmaktadır. AC servo motorların çalıştırılması kendi motor sürücüleri üzerinden sağlanmaktadır. Servo sürücüler çalışma komutlarını yaygın olarak PLC' den almaktadır. PLC ve servo sürücü arasında uygun haberleşme protokolü kullanılarak AC servo motorda JOG, HOME, ABSOLUTE veya RELATIVE hareketleri gerçekleştirilmektedir. AC servo motor üzerinde bulunan enkoder konum bilgisi servo sürücü tarafından okunmakta ve PLC gönderilmektedir. PLC de ise istenen konum bilgisi sürücüye gönderilmekte ve hata takip edilmektedir. Servo sürücü üzerinde bulunan PID denetleyici katsayıları yük durumuna uygun olarak motor hareketini sağlamaktadır.

PLC' ler üzerine yüklenen program ile servo motorların hareketini kontrol edebilir. Bazı uygulamalarda ise istenen konum ve hız bilgisi bilgisayar veya değişik mikrodenetleyicilerden gönderilebilir. Eğer PLC de freeport protokolü var ise bu haberleşme arayüzü üzerinden dış dünyadan gelecek komutlara uygun olarak hareket kontrolü sağlanabilir. PLC ile PC arasında haberleşme kurulacak ise OPC (OLE- Object Linking and Embedding for Process Control) gerçek zamanlı verinin iletişimi prokolünün oluşturulması gerekmektedir. PLC üretici firmalar PLC ve PC arasında haberleşme için uzaktan kontrol ve veri toplama (Supervisory Control And Data Acquisition – SCADA) yazılımlarını kullanmaktadır. Bu SCADA yazılımları kendi OPC kodlarını barındırmaktadır ve harici yazılımlara paylaşım imkânı sağlamamaktadır. Bağımsız olarak PLC ve PC haberleşmesi gerçekleştirilecek ise yaygın olarak KEPServerEX gibi yazılımlar kullanılmaktadır. PC tarafında Matlab veya LabVIEW gibi yazılımlar kullanılarak istenen konum hesaplamaları gerçekleştirilmektedir.

Literatürde LabVIEW yazılımı ile yapılmış, PLC uygulamaları, OPC çözümleri ve motor kontrolüne ait çalışmalar bulunmaktadır.

LabVIEW ile PLC uygulamaları incelendiğinde; gerçek zamanlı çalışma ve test cihazları örneklenmiştir. Termal güç santrali kontrol sisteminde gerçek zamanlı test platformu için S7-300 PLC ile TCP/IP protokolü üzerinden LabVIEW yazılımı haberleştirilmiştir [1]. Donanım gömülü geribeslemeli sistemde simülasyon, gerçek zamanlı olmayan OPC

uygulaması ve gerçek zamanlı NI PXI-8106 RT denetleyicili kazan-turbin analizleri gerçekleştirilmiştir. PXI sistem uygulamasında, Siemens OPC araçları kullanılarak PLC ile haberleşme gerçekleştirilmiştir. Bir başka uygulamada ise, kaskat kontrol sisteminde LabVIEW yazılımı ile Micrologix-1200 PLC arasında RSLink haberleşme yazılımı kullanılarak RSVIEW-32 SCADA uygulaması gerçekleştirilmiştir. PLC ile PC arasında MODBUS haberleşme protokolü kullanılarak, sıvı tankında seviye ve akış miktarı dikkate alınarak giriş oransal valfinin kontrolü gerçekleştirilmiştir [2]. Numerik Kontrol (NC) tezgâhta, LabVIEW tabanlı servo kontrol kapalı döngülü çoklu sürücülü sistem uygulaması gerçekleştirilmiştir. S120 inverter modül ve S7-300 PLC tercih edilmiştir. Siemens SIZER yazılımı üzerinden tüm sistemin konfigürasyonu gerçekleştirilmiştir. S7-300 PLC ve Fuji PXR9 dijital sıcaklık denetleyicisi arasında MODBUS-RTU haberleşme protokolü kullanılmıştır [3]. Mitsubishi marka PLC ve LabVIEW yazılımının kullanıldığı kuvvet yükü uygulama ölçümleme cihazında RS485 protokolü üzerinden haberleşme gerçekleştirilmiştir [4]. Allen Bradley Micrologix-1200C PLC ve LabVIEW yazılımı kullanılarak yapılan eşanjör otomasyon uygulamasında RSVIEW32 SCADA yazılımı kullanılmıştır. PLC' de NET-ENI ve/veya NET-ENIW kart kullanılarak bilgisayar ile TCP/IP uygulaması gerçekleştirilmiştir [5]. PLC ve LabVIEW tabanlı SCADA kullanılarak tank sıvı seviye kontrol sisteminde AB MICRO 830 PLC tercih edilmiştir. MODBUS RTU üzerinden haberleşme gerçekleştirilmiştir [6]. Siemens PLC ve LabVIEW, hibrid yenilenebilir enerji sistemlerinde elektrik güç sistemlerinin izlenmesinde tercih edilmiştir. National Inst.(NI) USB-6218 kart ve PLC SIEMENS LOGO! 24RC kullanılarak OPC uygulaması gerçekleştirilmiştir ayrıca S7-313C-2DP ve Touch Panel 277B arayüzü anlatılmıştır [7]. PLC ve LabVIEW ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, daha çok elektrik enerjisi sektöründe, yenilenebilir enerji kaynaklarının izlenmesinde ve veri izleme amaçlı tezgah veya cihazlarda kullanıldığı yayın sıklığından tespit edilmiştir.

LabVIEW ile OPC uygulamaları incelendiğinde; PLC üretici firmaların kendi OPC sunucu(server) araçlarının olduğu ve bunlar kullanılarak haberleşmenin sağlandığı makalelerde yer verilmiştir. Dünyada 150 nin üzerinde PLC üreten firma baz alındığında çok çeşitli OPC araçları ortaya çıkmaktadır. Bazı üreticiler ortak platform kullanmaktadır. Makaleler incelendiğinde; üç katmanlı PLC/SCADA sistem mimarisinin proses otomasyonunda ve veri izlemede kullanılması ile ilgili çalışmada Siemens CPU222 PLC ve Siemens OPC sunucu arayüzü kullanılmıştır. LabVIEW programında ise verikaydı ve denetleyici kontrol (Datalogging and Supervisory Control-DSC) aracı kullanılarak

değişkenlere erişim sağlanmıştır [8]. Serada LabVIEW kullanılarak uzaktan izleme sisteminde, ZigBee tabanlı kablosuz sensör haberleşme protokolü kullanılmıştır. Kablosuz sensör ağları WSN-3202 cihazı üzerinden LabVIEW ile haberleşmesi sağlanmıştır. PLC olarak OMRON marka CPM2AH modeli tercih edilmiştir [9]. Uluslararası Termonükleer Deneysel Reaktör test standında, güç kaynağı kontrolünde PLC ve LabVIEW kullanılmıştır. Allen Bradley's uzak I/O erişim modülleri kullanılarak EPICS sunucu üzerinden LabVIEW ile haberleşme sağlanmıştır [10].

LabVIEW ile motor kontrolü incelendiğinde; TrioPC ActiveX kontrol yazılımı ve Motion Coordinator PCI 208 kart bilgisayara takılarak AC servo motor kontrolü LabVIEW üzerinden gerçekleştirilmiştir. TrioPC ActiveX yazılımı ile OPC arayüzünde LabVIEW ile haberleşme sağlanmış gelen komutlar PCI 208 kart üzerinden servo motor sürücüye aktarılmıştır[11]. Bir başka AC servo motor uygulamasında ise Texas Inst. Firmasının ürettiği dijital sinyal işlemci (Digital Signal Processor-DSP) TMS320F2812 kullanılarak uzay vektör darbe genişlik modülasyon tekniği ile AC servo motor hız ve pozisyon kontrolü sağlanmıştır. DSP işlemcinin Matlab arayüzündeki kodları LabVIEW içerisinde kullanılarak doğrudan LabVIEW-Matlab-DSP' li AC servo motor uygulaması gerçekleştirilmiştir [12]. Bir başka AC servo motor LabVIEW uygulamasında ise STM32F103ZET6 mikrodenetleyici kullanılmıştır. RS232 haberleşme protokolü kullanılarak mikrodenetleyici ile bilgisayar arasında haberleşme sağlanmıştır. Mikrodenetleyici ile SDB-040A2 servo sürücü haberleştirilmiştir. Servo sürücüde bulunan vektör kontrol algoritması kullanılarak, LabVIEW yazılımından gelen emirlere göre hız ve pozisyon kontrolü sağlanmıştır [13]. Elektroerezyon tezgâhında, klasik 3 eksen CNC tezgâh ve yeni geliştrilen LabVIEW destekli tezgâh çalışması kıyaslanmıştır. Yeni tezgâhta NI-ELVIS geliştirme kartının veri toplama (Data AcQuisition-DAQ) arayüzü kullanılmıştır. ST L298 çift taraflıtam köprü motor sürücüsü entegreleri ile dc servo motor kontrol edilmiştir. CNC tezgâhta hareketlerin sabit olduğu bu yüzden telerazyonda aşınma miktarları kontrol edilmeden hareket gerçekleştirildiği, yeni tezgâhta ise aşınma miktarına göre hareket kontrolü sağlandığı vurgulanmıştır [14]. DC servo motor uygulamasında ise, LabVIEW yazılımınında üretici olan National Instruments firmasının ürünü olan CompactRIO (NI cRIO-9073) ve NI 9505 DC servo sürücü birlikte kullanılarak DC servo motor hız ve konum kontrolü gerçekleştirilmiştir. İki eksende çalışan robot kolunda DC servo motorlar kullanılarak hareket kontrolü LabVIEW üzerinden yapılmıştır [15].

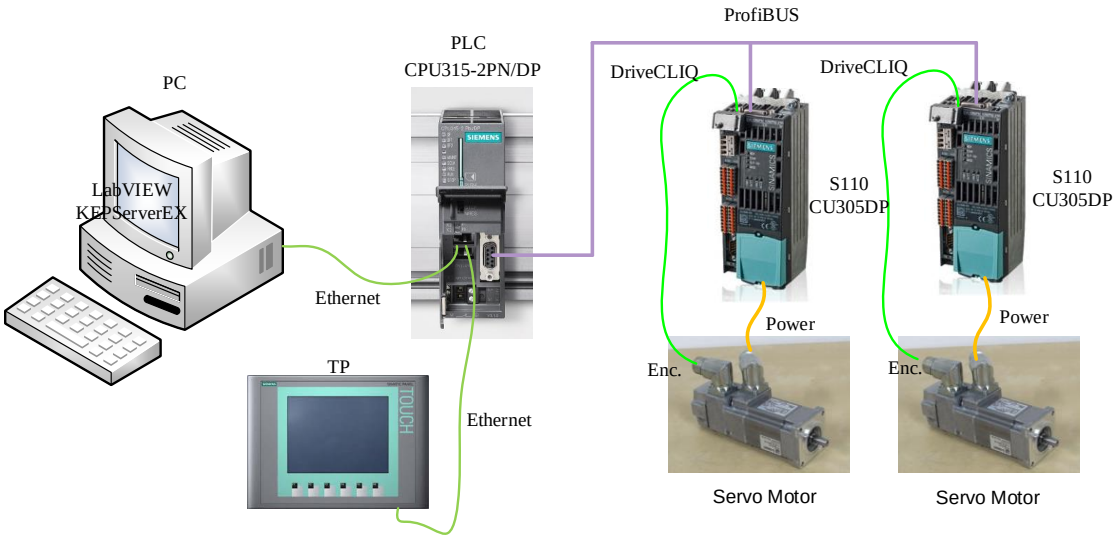
Literatürde LabVIEW servo motor uygulamaları AC ve DC servo motor olarak iki ayrı başlıkta çalışılmıştır. AC servo motor uygulamlarında mikrodenetleyici tabanlı ve sürücülü çözümler sunulmuştur. DC servo motor uygulamalarında ise haberleşme kartı ve sürücü uygulamaları verilmiştir. LabVIEW ile PLC uygulamları yaygın olarak elektrik enerjisi SCADA otomasyonunda kontrol ve izleme amaçlı kullanılmaktadır. Servo motor kontrolde ise üretici firma ürünleri ve üretici firma OPC araçları kullanılmaktadır.

Bu çalışmada PLC olarak Siemens s7-300 CPU 315-2PN/DP model PLC tercih edilmiştir. PLC ile birlikte AC servo sürücüler olarak S110 CU305DP projelendirilmiştir. PLC ve servo sürücüler arasında ProfiBUS haberleşme protokolü seçilmiştir. İki farklı servo motor ve sürücüsü kullanılarak birbirlerinden bağımsız hareket kontrolü hedeflenmiştir. PC ile PLC arasında Ethernet protokolü üzerinden TCP/IP haberleşmesi kurularak, OPC kısmında Siemens OPC yerine bağımsız OPC protokolüne sahip KEPServerEX yazılımı tercih edilmiştir. KepserverEX OPC sürücüsü LabVIEW ile haberleştirilerek PLC üretici firmadan bağımsız OPC haberleşmesi amaçlanmıştır.

2. OTOMASYON SİSTEMİ

2.1. Sistem Mimarisi

Endüstriyel ürünler olarak PLC, servo sürücü ve dokunmatik panelde yaygın olarak 32 bit mimari üzerine üretilmektedir. Servo sürücü üzerinde yapılan konfigürasyon ayarlarında değişkenler 32 bit olarak atanmaktadır. PLC de benzer şekilde değişkenler 32 bit olarak atanmaktadır. Değişkenlerin bilgisayara aktarılmasında kullanılacak KEPServerEX yazılımı hem 32 bit hemde 64 bit değişkenleri desteklemektedir. PLC olarak Siemens S7-300 model CPU315-2PN/DP de 32 bit adres değişkenleri haberleşmede kullanılmaktadır [16]. PLC içerisindeki istenilen Data Bloğu (DB) global değişkenler için kullanılmakta olup, PLC ile PC haberleşmesinde atanmaktadır. Görev bilgisayarına yüklü KEPServerEX yazılımında ayar sayfasında PLC' de DB alanında kullanılan değişkenlere erişim sağlamaktadır. KEPServerEX yazılımında tanımlanan değişkenler LabVIEW yazılımına atanmaktadır. Bu sayede LabVIEW yazılımında değişkenlere atanan değerler PLC gönderilmekte, benzer şekilde PLC den okunan değerler LabVIEW ekranına taşınmaktadır. PLC ve PC arasında haberleşme kopması durumunda, dokunmatik ekrandan iki eksen hareketin konum ve hız kontrolü sağlanmaktadır. Şekil 2.1' de sisteminin elektronik mimarisi verilmiştir.



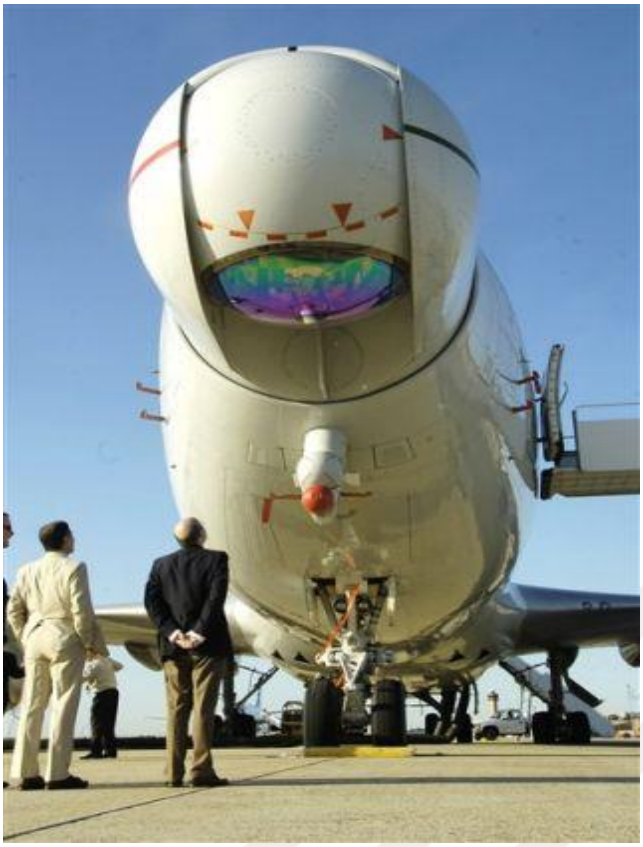
Şekil 2.1. Sistem mimarisi

Sistem, 3 mekanik bileşenden oluşmaktadır. Bunlar PC, PLC ve servo sistemdir. PC tarafında LabVIEW ve KEPServerEX yazılımları kullanılmaktadır. Ayrıca, PLC de TIAPortalV13 yazılımı ve Servo sürücüde SCOUT yazılımı kullanılmaktadır. PLC de TIAPortalV13 yazılımında LAD, FBD, STL veya SCL mantığında yazılım yapılmaktadır. Yazılım, Organizasyon Blok(Organization Block-OB), Fonksiyon Blok (Fonction Block-FB), Fonksiyon (Function- FC) ve Data Blok (Data Block-DB) yapıları kullanılarak gerçekleştirilir.

PLC ile servo sürücü ProfiBUS ağı üzerinden haberleşmektedir. Servo sürücü PLC den gelen emirlere göre motorların konum hareketini sağlamaktadır. Gerçekleşen konum bilgisi tekrar PLC gönderilmektedir. PLC de bu bilgiyi ve diğer durum ile hata bilgilerini içeren değişkenleri PC ye göndermektedir.

Servo sürücü ve servo motor arasında haberleşmede DriveCLIQ ile sağlanmakta ve motor üzerinde bulunan enkoderden gerçek durum bilgisi gerçek zamanlı(real time) servo sürücüye iletilmektedir. Servo sürücü JOG, HOME, ABSOLUTE veya RELATIVE komutlarına göre Servo Motorun hareketini sağlamaktadır.

İki adet servo motor ve sürücü grubu ile X ve Y düzlemlerinde hareket elde edilmektedir. Her servo grup bir ekseni çalıştırmaktadır. Resim 2.1’ de yeni kullanılan iki eksen servo motor uygulaması verilmiştir.



Resim 2.1. Yeni iki eksen servo motor uygulaması [17]

2.2. Programlanabilir Mantık Denetleyici (PLC)

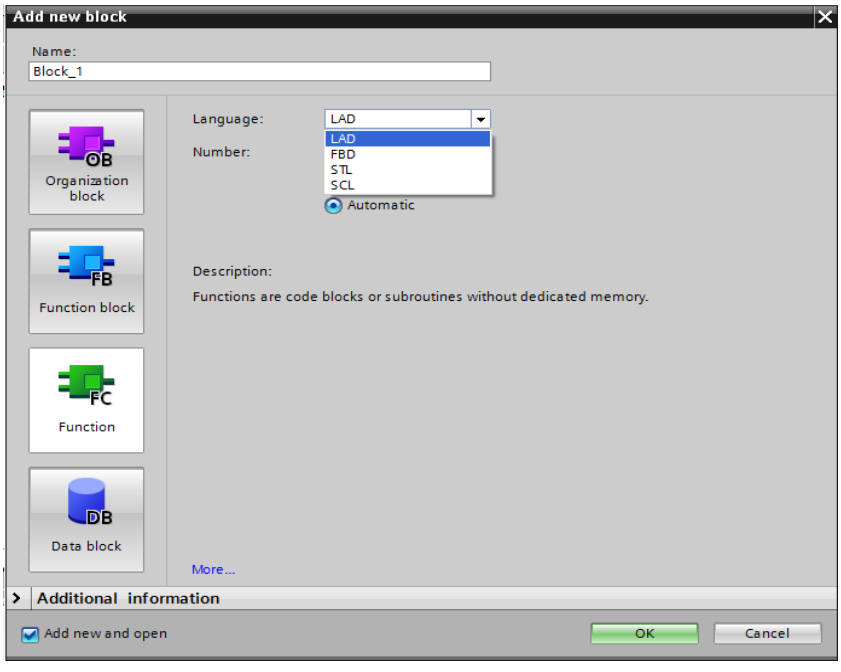
Programlanır Mantık Denetleyici (Programmable Logic Controller, PLC) endüstriyel otomasyon sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Başlangıçta, röleli kumanda sistemlerinin yerine kullanılması öngörüleren ilk ticari PLC, 1969 yılında Modicon firması tarafından geliştirilmiştir. O yıllarda, röleli kumanda devreleri yerine kullanılmak üzere geliştirilen bu aygıt yalnız temel lojik işlem komutları içermektedir. Daha sonraki yıllarda teknolojik gelişmelere bağlı olarak sensör teknolojileri, hareket kontrol sistemleri, haberleşme sistemleri ve çevre donanımları gelişerek savunma, sağlık, haberleşme, enerji ve endüstriyel otomasyonda vazgeçilmez olmuştur.

İşlemci teknolojilerindeki gelişmeler PLC lerde uygulanmakta olup, merkezi işlemci olarak çok çekirdekli işlemci, FPGA ve DSP kullanımı marka modellerine göre değişmektedir. Yeni PLC ler hem programlama kapasiteleri hemde ebat olarak çok daha fonksiyonel hale gelmiştir. Önceki modellerde el programlama konsolları kullanılırken

yeni model PLC lerde bilgisayar kullanılarak bir kontrol algoritması yazmak için gerekli aritmetik işlemlerin yapılmasını sağlayan komut desteği sağlamaktadır.

Otomasyon, enstrümastasyon, mekatronik ve kontrol teknolojilerinde kullanılan sensör, aktüatör, valf, röle, motor, enkoder vb. cihazlar, PLC'lerle haberleşmektedir. Kullanılan haberleşme protokollerine bağlı olarak bilgi akışı sağlanarak, veri toplama (data acquisition), veri işleme (data processing), veri analizi (data analiysis) işlemleri gerçekleştirilmektedir. Yaygın olarak ProfiBUS, ProfiNET, CanBUS, ModBUS, DeviceNET protokolleri kullanılmaktadır. Endüstriyel Ethernet kullanılarak haberleşme hızı 10/100/1000 Mbit hızlarda destek sağlamaktadır.

PLC'ler programlanırken değişik programlama algoritmaları kullanılmaktadır. Komut satır sıralaması, merdiven diyagram, fonksiyon blok diyagram, grafik programlama, yapısal kontrol dili gibi programlama dilleri kullanılmaktadır. Siemens marka PLC' lerde Resim 2.2'de verildiği üzere dört farklı programlama dili kullanılmaktadır. Siemens marka PLC lerde S7-300, S7-400, S7-1200 ve S7-1500 modellerinde ortak olarak TiaPORTAL yazılımı kullanılmaktadır [18]. Eski modellerde değişik Simatic Manager yazılımları kullanılmasına karşın yeni versiyon tüm PLC' lerde TiaPORTAL programını kullanılmaktadır.



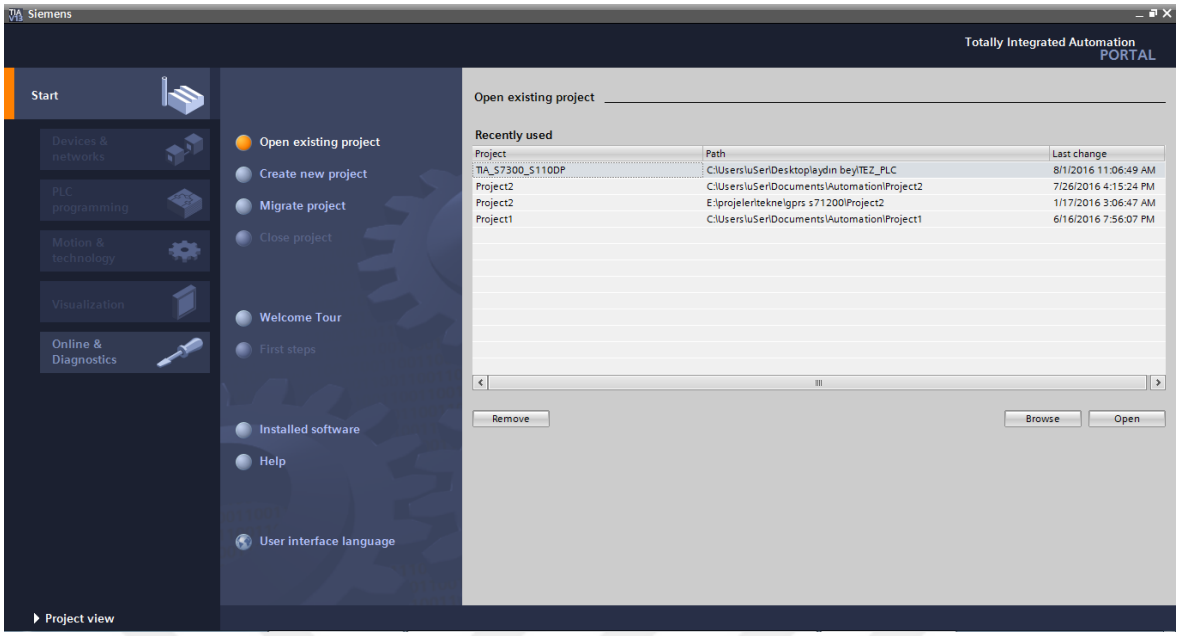
Resim 2.2. PLC de programa dillerinin gösterimi [19]

PLC de programlama, donanım (hardware) ve yazılım (software) olarak iki kısımdan oluşur. Donanım ayarları yapılırken önce projede kullanılacak PLC modeli seçilir. Seçili PLC modeline göre donanım ayarları, çevre birimlerinin adreslenmesi ve haberleşme protokollerinin kodlanmasından oluşmaktadır. PLC de dijital giriş ve çıkış adresleri, analog giriş ve çıkış adresleri, çevre birim adresleri çakışma olmayacak şekilde adreslenir. Ayrıca PLC' de bulunan ProfiNET ve/veya ProfiBUS ayarları tamamlanır. Haberleşme ağına bağlanacak cihazlara adres atanır. Ağa bağlanacak çevre birimi olarak hareket kontrol grubu ise yumuşak yolverici, frekans konverter veya servo sürücü modeli ve kullanılacak haberleşeme telegramı atanır.

PLC' de donanım ayarları yapıldıktan sonra yazılım sayfasında gerekli kodlar yazılır. Yazılım sayfasında Resim 2.2' de verildiği üzere gerekli organizasyon blok, fonksiyon blok, Fonksiyon ve Data blok program parçaları oluşturulur.

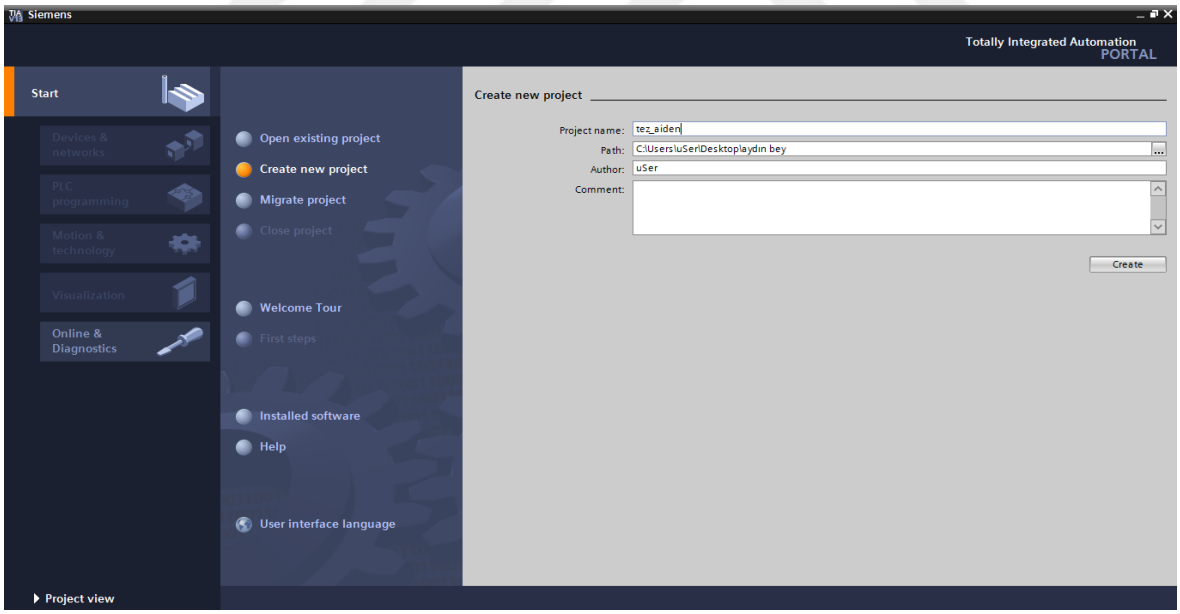
2.2.1. PLC' de donanım(hardware) ayarları

TiaPORTAL V13 yazılımında yeni proje oluşturularak gerekli donanım ayarları yapılır. Yeni proje oluşturulurken projeye atanacak isim daha önce kullanılmış olmamalıdır. Açılış sayfasında çalışma yapılan bilgisayarda oluşturulmuş varolan proje açılabilir, yeni proje oluşturulabilir veya başka proje içerisine aktarma yapılabilir. Resim 2.3' de açılış sayfasında yeni proje (Create new project) ikonu seçilerek proje oluşturulur.



Resim 2.3. TiaPORTAL V13 açılış sayfası

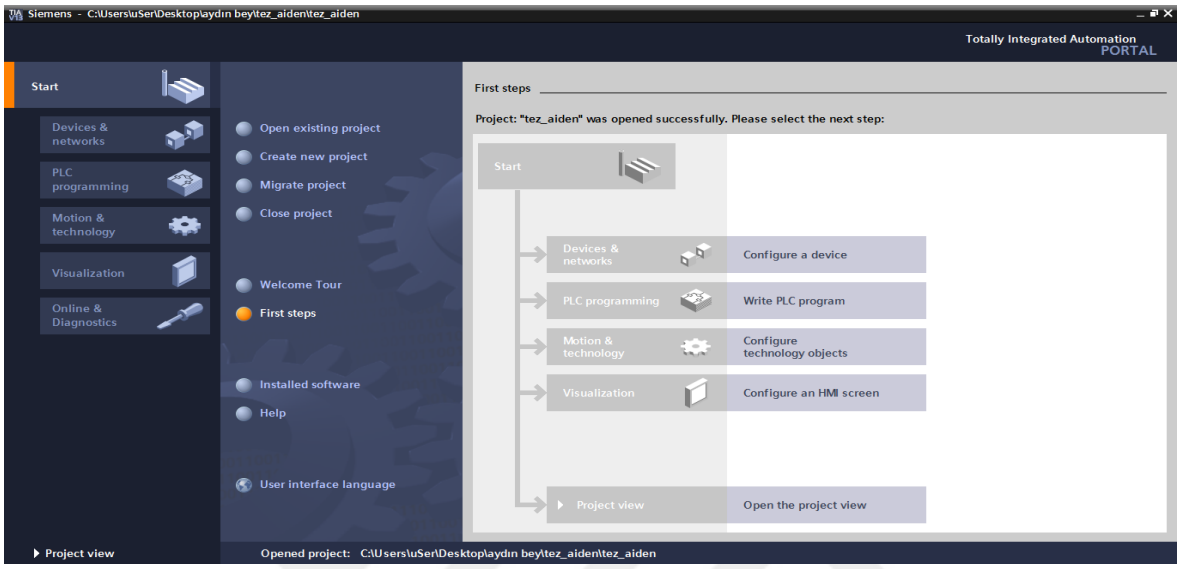
Yeni proje için proje ismi, projenin kaydedileceği yol, yazar ve açıklama tanımlanır.



Resim 2.4. Yeni proje oluşturma

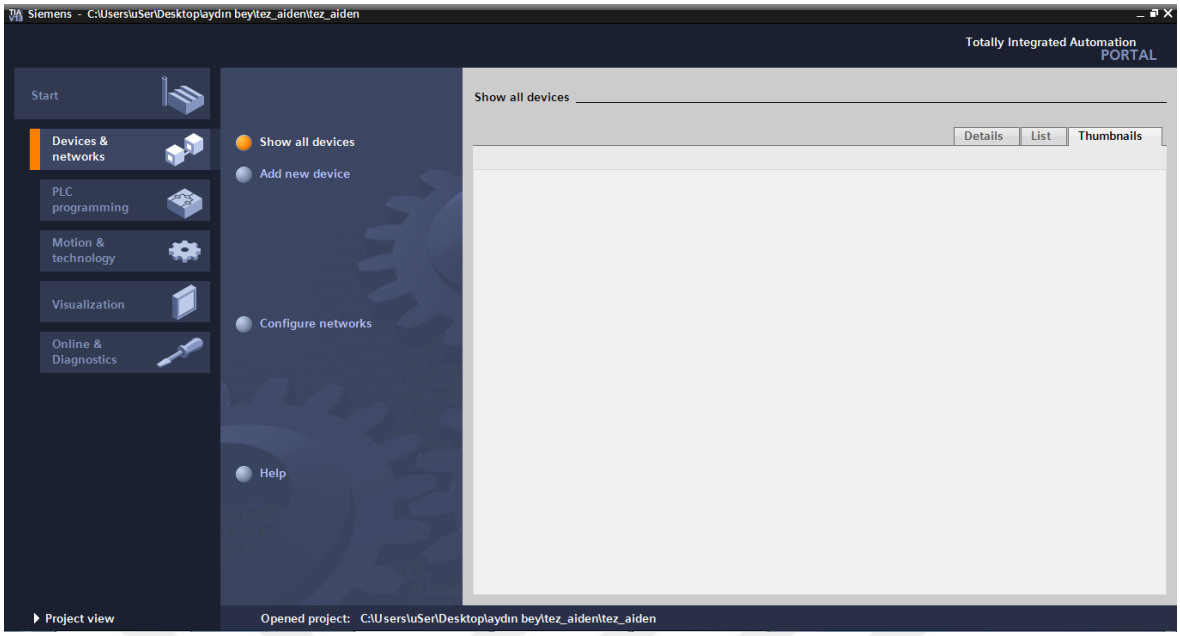
Resim 2.4' te verilen proje oluşturma bilgileri yazıldıktan sonra proje oluşturulur. Açılan yeni sayfada programlama seçenekleri ekranda oluşur. Resim 2.5' te yazılımda ilk önce donanım sayfasına geçilerek PLC modeli seçilir. Donanım oluşturulmadan yazılım sayfasına geçilse bile fiziki adresler kullanılacak olduğunda veya derleme yapıldığında atanmamış adreslerin kullanılmasından dolayı hata yapılacaktır. Kullanılacak CPU

(Central Processing Unit - CPU) modeli bağlantı kurulması durumunda ekranda “Online Dignostics” sekmesi tıklanarak cihaz bilgilerine erişilebilir. Eğer PLC modeli biliniyor ise “Configure a device” sekmesi Resim 2.5’te işaretlenerek donanım sayfası aktifleştirilir.



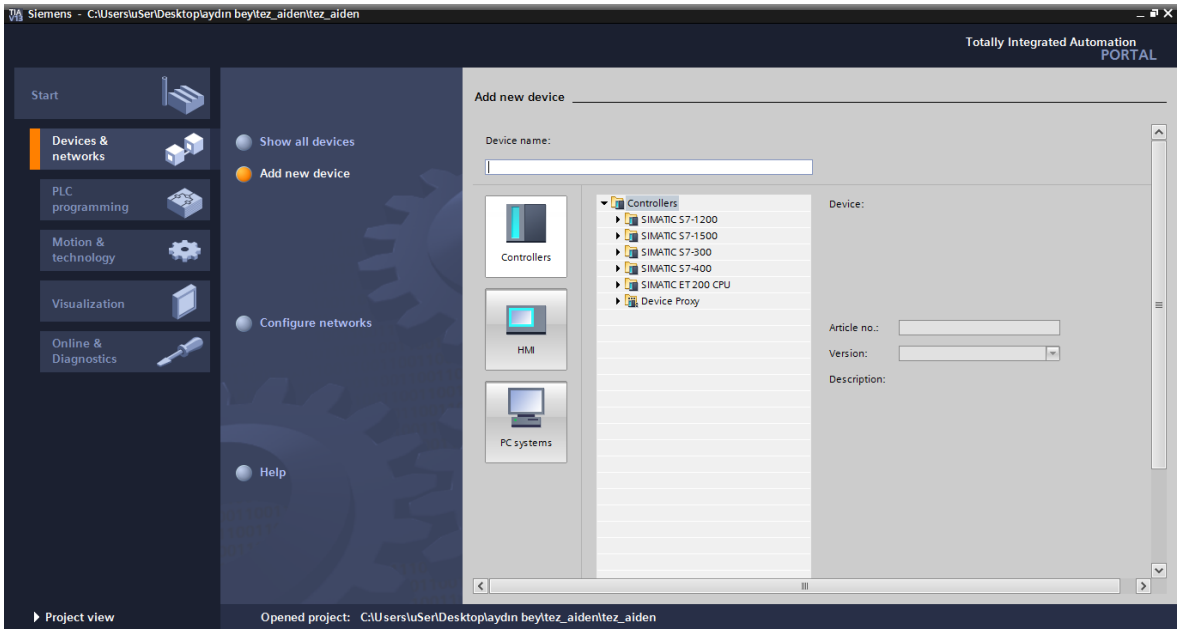
Resim 2.5. Yeni proje programlama seçenekleri

Projede seçilmiş olan cihazlar ekranda listelenir. İlk defa proje oluşturuluyor ise ekranda herhangi bir cihaz listelenmez. Yeni cihaz eklemek için Resim 2.6’ da verilen “Add new device” sekmesi seçilir. Aynı pencerede “Configure networks” sekmesi ise PLC de kullanılacak ağların ayarlarını sağlar. Projeye eklenecek cihaz seçiminde “Controllers”, “HMI” ve “PC systems” sekmeleri altında gruplandırılmıştır. Tüm PLC çeşitleri “Controllers” sekmesi ile aktif olmaktadır. Dokunmatik veya tuşlu panel çeşitleri Makine İnsan Haberleşme “HMI- Human Machine Interface” sekmesinde aktif olmaktadır. Ayrıca sisteme eklenecek bilgisayar sistemi var ise “PC systems” sekmesi ile seçilmektedir. Siemens’ te TiaPORTAL yazılımında S7-1200, S7-1500, S7-300 ve S7-400 ailesine ait PLC’ ler bulunmaktadır [19].



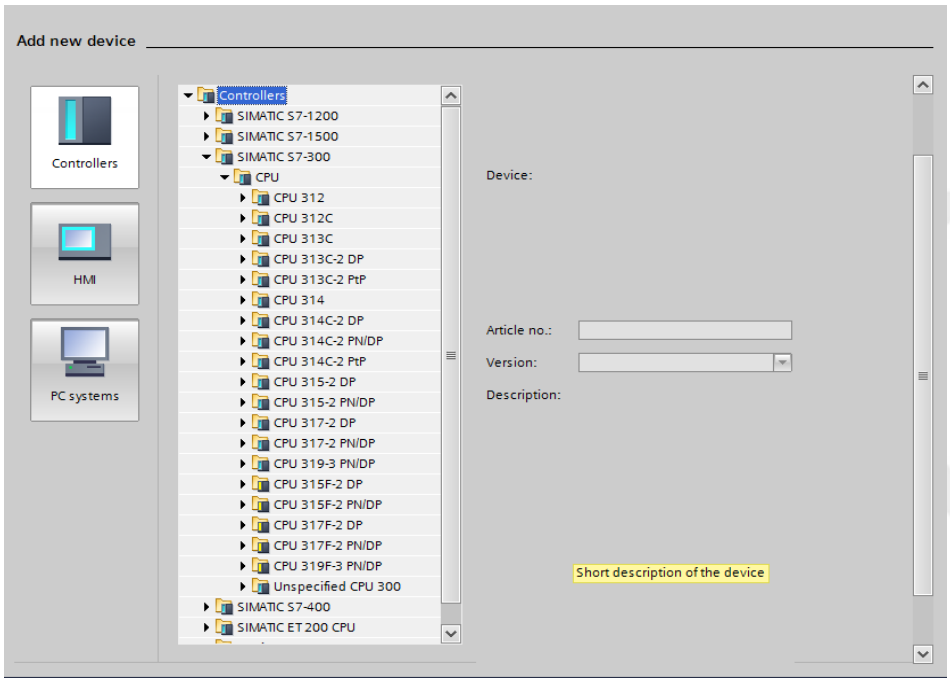
Resim 2.6. Yeni proje programlama seçenekleri

Projede kullanılacak PLC seçiminde Resim 2.7' de verilen "Controllers" sekmesi aktifleştirilir. Adım motoru uygulamalarında tüm PLC çeşitleri uygundur. Servo motor uygulamalrında ise sadece S7-1500 ailesine ait PLC' lerde hazır kütüphane komutları çalışmaktadır. Servo motor kontrolü için diğer PLC modelleri seçildiğinde kullanılacak haberleşme metoduna göre yazılımcı kendi kodlarını kullanması gerekir. Projede cihaz eklemek için S7-300 PLC ailesine ait CPU çeşitleri için ekranda ilgili buton işaretlenir.

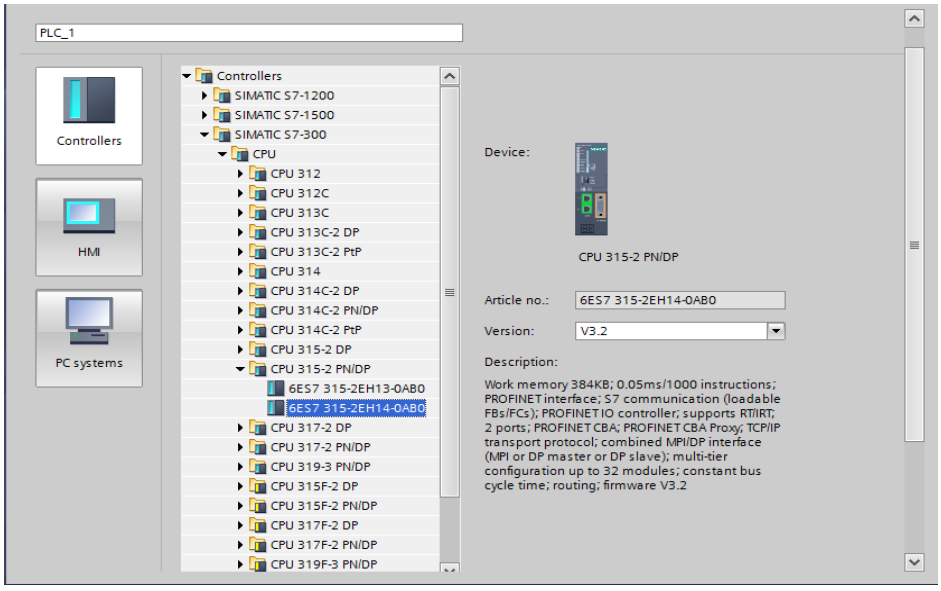


Resim 2.7. Projede kullanılacak PLC ailesi seçimi

Her PLC ailesine ait çeşitli CPU modeli mevcuttur. S7-300' de CPU modeli ve o modelin farklı versiyonları bulunmaktadır. Proje oluşturulurken Resim 2.8' de verilen listede CPU 315 -2 PN/DP seçildiğinde üretim yılına göre versiyonları listelenir. Bu lisede bulunan doğru versiyonun projede oluşturulması önemlidir. Bazı versiyonlarda her komut çalışmamaktadır veya hafıza alanları farklılık göstermektedir (Resim 2.9). Bu versiyonlar üretici firma tarafından atanmaktadır ve güncellenememektedir.

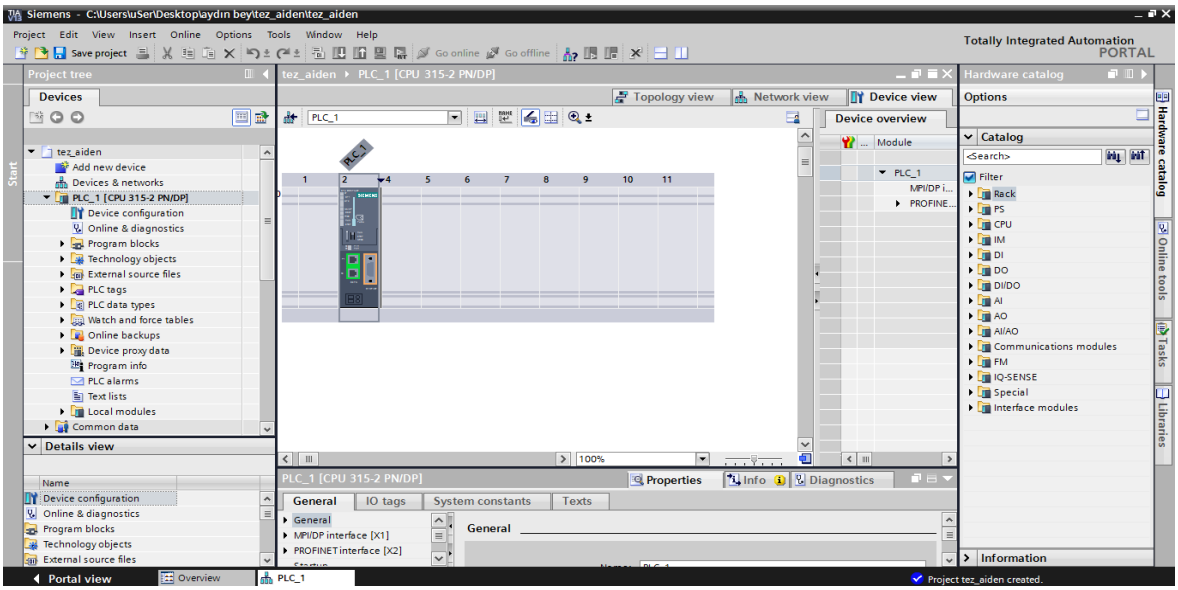


Resim 2.8. Projede kullanılacak PLC modeli seçimi

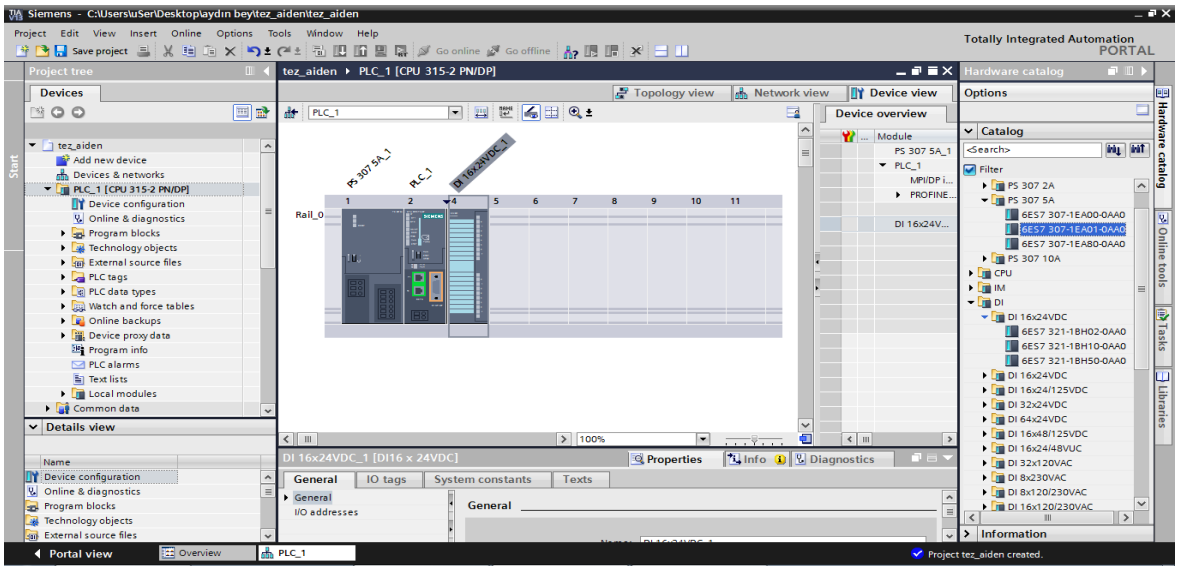


Resim 2.9. Projede kullanılacak PLC versiyon seçimi

Donanım sayfasında PLC atandıktan sonra ekranda sağ menülerde bulunan ek modüller ve çevre birim modülleri ihtiyaç durumuna göre seçilir. Kompakt olmayan CPU' larda PLC üzerinde sadece hafıza kartı bulunmaktadır. Dijital giriş veya çıkış adresleri ile analog giriş veya çıkış adresleri bulunmaz. Ray üzerinde slot 2 PLC için ayrılmıştır. Sot 1 güç kaynağı, slot 3 de haberleşme modülü için ayrılmıştır. Slot 4 ten itibaren Resim 2.10' da gösterilen sağ tarafta bulunan ek modüllerden ihtiyaç duyulanlar raya yerleştirilir. Her atanan modülün kendi ayar adreslerine erişilir. Resim 2.11' de 5A lik güç kaynağı ve 16 Dijital giriş terminali olan ek modülün yerleşimi verilmiştir.

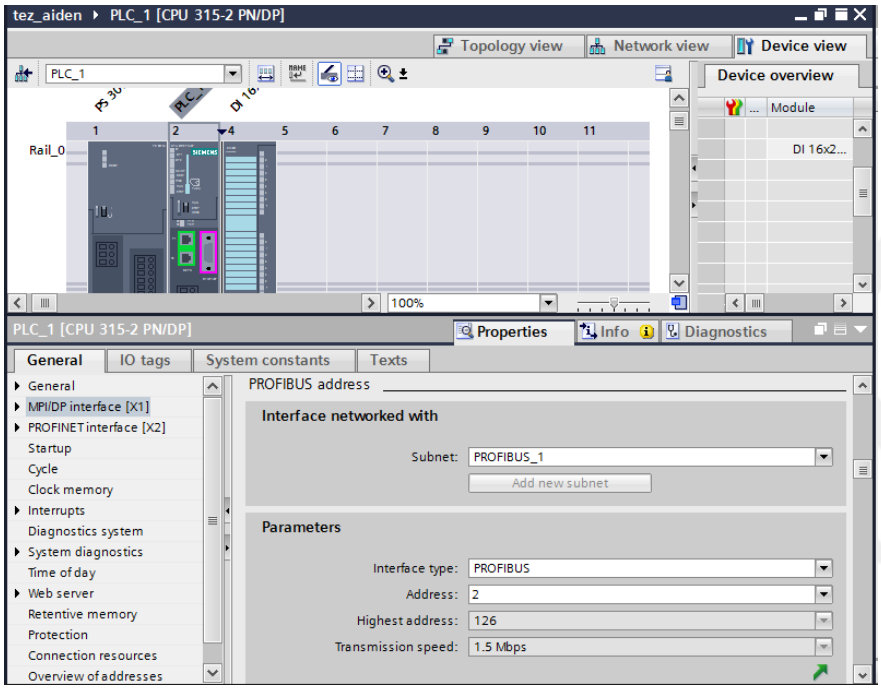


Resim 2.10. Projede kullanılacak PLC nin rayatanması



Resim 2.11. Donanın sayfasında güç kaynağı ve ek modül seçimi

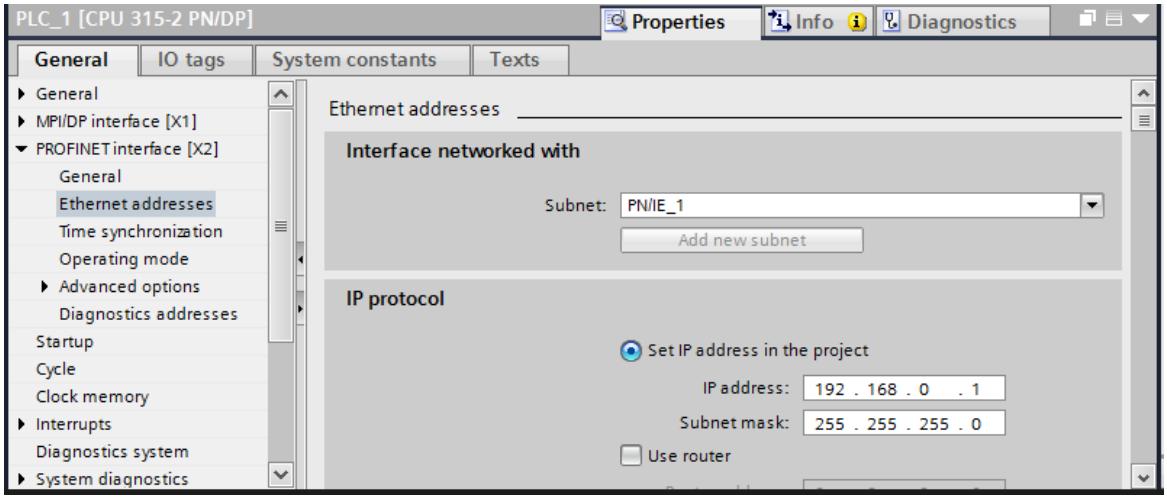
PLC' nin farklı bir haberleşme ağına bağlanması isteniyor ise ray 3' e Resim 2.10' da gösterilen haberleşme modüllerinden istenen haberleşme protokol modülü raya yerleştirilir. Rayda bulunan PLC üzerine fare ile işaretleme yapılarak MPI/DP kısmında profibus ayarları yapılır. Resim 2.12' de verilen ayar sayfasında ağ adı ve adresi oluşturulur. Haberleşme hızı fabrika ayarları olarak 1,5 Mbps değerine sahiptir. İstenilen değerler değiştirilebilir.



Resim 2.12. ProfiBUS DP ağ ayarları

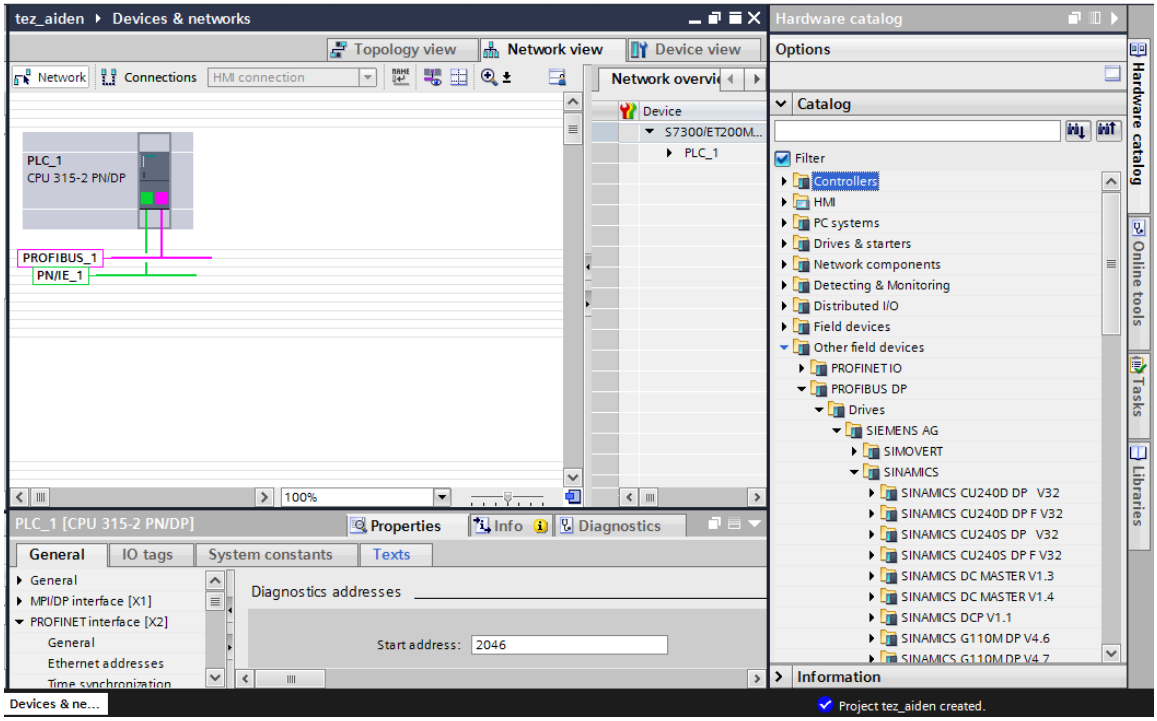
ProfiBUS ağ ayarları yapıldıktan sonra Endüstriyel Ethernet ayarları yapılır. PLC ProfiNET ayarlarında ethernet ağ ismi ve adresi atanır. Resim 2.13' de verilen ağ IP ayarlar kısmında IPV4 protokolüne göre 4 hucreden oluşan ağ adresi yazılır. Aynı alt ağ maskesi (subnet mask) yapılarak aynı ağda cihazların birbirini görmeleri sağlanır.

ProfiBUS, üretim ve process otomasyonunun geniş mesafeli uygulamaları için açık field bus standardı olan bağımsız bir protokoldür. Uluslararası EN 50170 ve EN 50254 standartlarına göre bu ağ tasarlanmıştır. ProfiBUS, herhangi bir özel arayüze gerek duymadan değişik üreticilerin cihazları arasında iletişime izin verir. Ayrıca, kompleks haberleşme görevleri ve yüksek hızlı kritik zamanlı uygulamaların her ikisi içinde kullanılabilir.



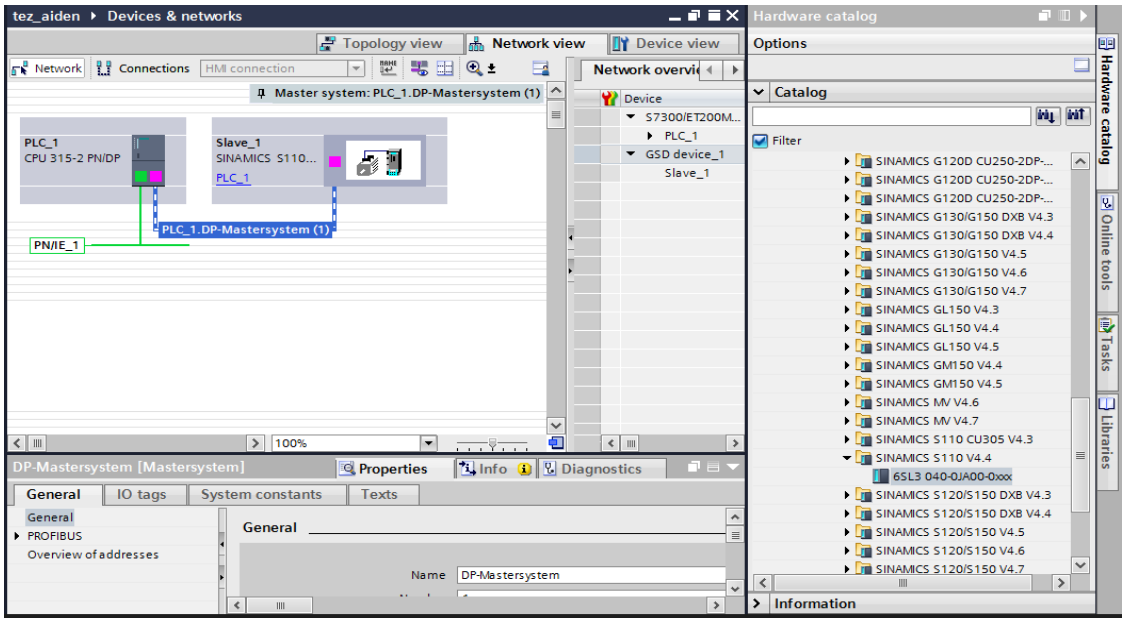
Resim 2.13. ProfiNETağ ayarları

Sistem ağ yapılandırmaları tamalndıktan sonra ağ izleme (netwok view) komutu onaylanır ise tum ayarlamalar bu ortak sayfa da görüntülenir. Ağa bağlanacak donanımlar katalogtan seçilebilir. Resim 2.14' te verilen ürün ağacı katoluğunda hangi haberleşme ağına hangi cihazın bağlanacağı seçilir. Servo motorlar için SINAMICS kataloğu içerisinde S110 seçilir.

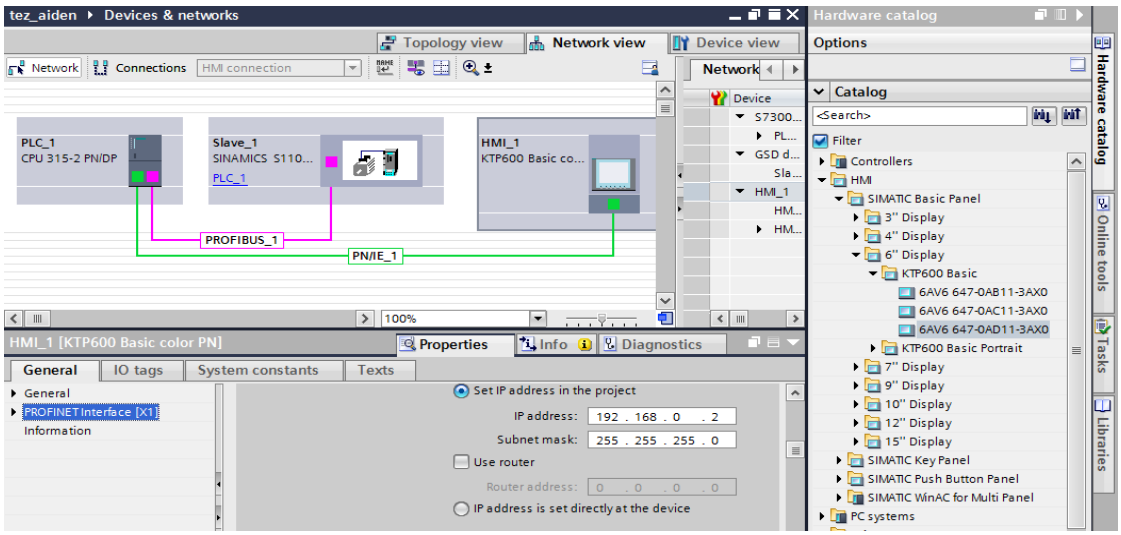


Resim 2.14. Donanım sayfasında servo sürücü atama

ProfiBUS ağa bağlanacak sürücü katalog tan seçildikten sonra haberleşme ağına eklenir (Resim 2.15). Ağa eklenen sürücü için haberleşme adresi atanır. Fabrika ayarlarında ağ adresi PLC için 2' dir. 127 ye kadar kullanılmayan boş adreslerden biri sürücüye atanır ve sürücü üzerindeki port ayar anahtarları aynı sayısal değerliğe ayarlanır. Yazılımdaki ayar ile sürücü üzerindeki mekanik ayar aynı olmalıdır. Benzer adresleme IP olarak dokunmatik panel içinde yapılması gerekir. Ürün ağacı kataloğundan seçilen "HMI" kısaltması Resim 2.16'da altında bulunan panelde haberleşme ağına eklenir. ProfiNET ağ adresi atanır. IP adresleme yapılırken kullanılan adres tekrar kullanılamaz, çakıştırılamaz.



Resim 2.15. Donanım sayfasında servo sürücü atama



Resim 2.16. Dokunmatik panelin donanıma eklenmesi

2.2.2. PLC’ de yazılım(software) geliştirme

Her PLC üretici firmasında adres erişimleri için farklı isimlendirme tipi kullanılmaktadır. PLC’ de bulunan dahili ve harici adresler yazılım için önem arz eder. Dahili adresler PLC içerisinde kullanılmakta olup fiziki takip, bağlantı veya izleme yapılamaz. Dijital veya analog değerler için PLC içerisinde saklayıcı veya durum tutucu adresler tanımlanmıştır. Harici adresler ise fiziki adresler olarakta tanımlanmaktadır. Harici adresler kontak, röle, valf, sınır anahtarı gibi devre elemanlarının konumlarını bit adres olarak tutmaktadır. Dijital giriş adresleri çalışmanın akışını değiştirecek başlatma, durdurma, acil durdurma, sınır anahtarı, normalde kapalı ontak, normalde açık kontak bilgilerini içerir. Her devre elemanı için PLC de farklı bir giriş adresine bağlantı yapılır. Benzer şekilde dijital çıkış adresleri valf, röle veya kontaktör çalıştırmak için kullanılır ve “ON/OFF” durum bilgisine sahiptir. Kullanılan çıkış adresi çalışıyor ise dijital olarak “1” , çalışmıyor ise dijital olarak “0” sayısal değerliği ile ifade edilir. Mekanik giriş veya çıkış adresleri mutlaka bağlantı terminallerine erişim sağlar ve uygun çalışma geriliminde bağlantı yapılması gerekir. PLC üretici firmalar bu ihtiyaç durumunu göz önüne alarak hem dijital giriş hemde dijital çıkış adresleri için 24 V, 48 V DC veya 220 V AC ile çalışan ek modüller üretmiş durumdadır. Kullanıcı ürün kataloğunda listelenen bu ürünleri izalasyonlu veya izalasyonsuz, transistörlü, yarı iletken anahtar (SSR) veya röleli olarak seçerek kullanabilir. Siemens S7-300 ailesinde 150’ nin üzerinde dijital ek modül çeşidi bulunmaktadır. Dijital ek modül çeşitleri merkezi işlemci ve uzak erişim istasyonu olarak tekrar kendi içerisinde iki çeşide ayrılmakta olup birbirlerinin yerine kullanılamamaktadır.

Analog bilgi okunurken veya çıkışa aktarılırken bit çözünürlüğüne göre hassasiyeti değişmektedir. Mekanik bağlantı için akım veya gerilim bağlantısı yapılabileceği gibi frekans okuyan veya kare pals sayan girişleride mevcut olan ek modüller bulunmaktadır. Analog giriş için donanım ayarları yapılırken akım, gerilim, ısılçift, rezistif okuma için ek modül üzerindeki terminaller aktif edilir. Benzer şekilde analog çıkış içinde akım, gerlilim seçenekleri bulunmaktadır. Ek modüller seçilirken ölçme aralığı ve bit çözünürlüğüne dikkat edilmesi gerekir.

PLC de değişkenler adreslenirken bit, byte, word/int, double word/double int, real/float olarak kodlanır. Dahili ve harici adresler için bu adres tipleri aynıdır. Siemens S7-300

PLC' lerde kullanılan adresler Çizelge 2.1' de verilmiştir. Çevre birimlerinden okunacak adresler için "PIB, PIW, PID, PQB, PQW, PQD" kısaltmaları kullanılır.

Çizelge 2.1. PLC de adres tipleri

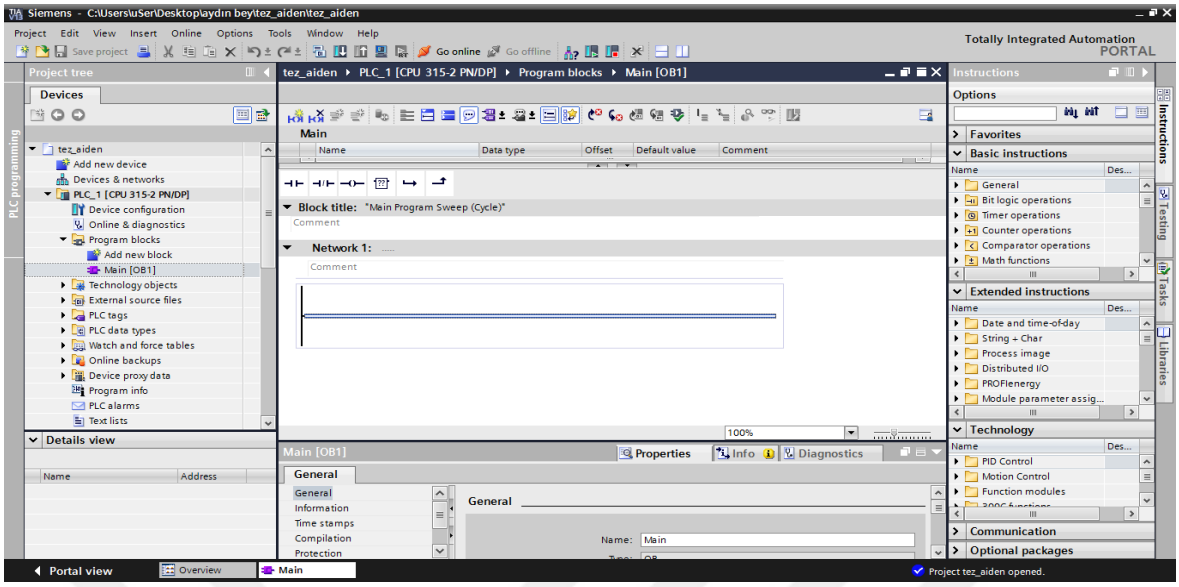
İngilizce	Tanımlama	Veri Tipi	Değer aralığı
I	Giriş Bit'i	BOOL	0 – 65635,7
IB	Giriş Byte	BYTE, CHAR	0 – 65635
IW	Giriş Word	WORD, INT, S5TIME	0 – 65634
ID	Giriş Double Word	DWORD, DINT, REAL, TOD, TIME	0 – 65632
Q	Çıkış Bit'i	BOOL	0 – 65635,7
QB	Çıkış Byte	BYTE, CHAR	0 – 65635
QW	Çıkış Word	WORD, INT, S5TIME	0 – 65634
QD	Çıkış Double Word	DWORD, DINT, REAL, TOD, TIME	0 – 65632
M	Hafıza Bit'i	BOOL	0 – 65635,7
MB	Hafıza Byte	BYTE, CHAR	0 – 65635
MW	Hafıza Word	WORD, INT, S5TIME	0 – 65634
MD	Hafıza Double Word	DWORD, DINT, REAL, TOD, TIME	0 – 65632
PIB	Çevresel Giriş Byte	BYTE, CHAR	0 – 65637
PIW	Çevresel Giriş Word	WORD	0 – 65636
PID	Çevresel Giriş DWord	DWORD	0 – 65632
PQB	Çevresel Çıkış Byte	BYTE, CHAR	0 – 65637
PQW	Çevresel Çıkış Word	WORD	0 – 65636
PQD	Çevresel Çıkış DWord	DWORD	0 – 65632

PLC de yazılım ana sayfada yapılır. Kullanıcı isterse alt döngü ve zaman kesmeleri kullanabilir. Değerleri saklamak için DB (Data Block) adresler kullanılabilir. Yazılımcı

ana program ve alt progrmlarda kullanmak üzere fonksiyon, fonksiyon blok ve data blok adresleri oluşturabilir.

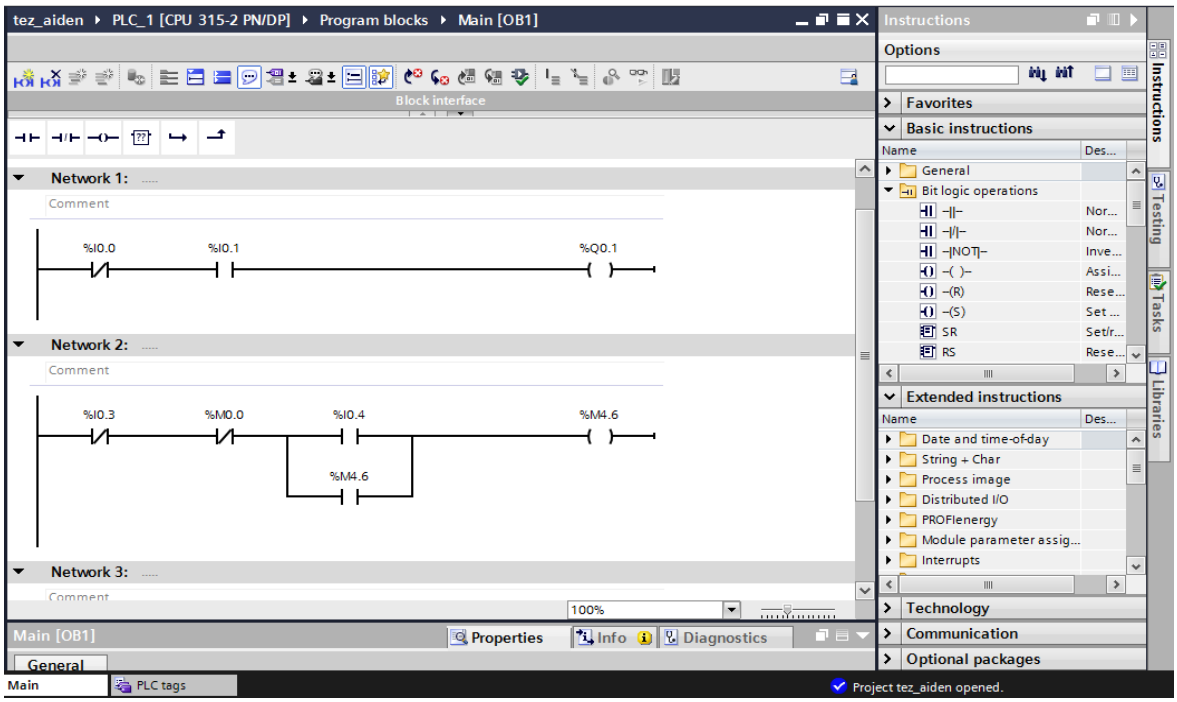
Ana yazılım (Main) sayfası üç sutundan oluşmaktadır. İlk kısım program ağacı, ikinci kısım yazılım sayfası ve üçüncü kısım komut ağacından oluşmaktadır. Yazılım için "Network" olarak tanımlanan program öbeklerinden oluşmaktadır. Her öbekte komutlar hiyrerşiye uygun olarak kullanılır. Resim 2.17' de ilk sutunda bulunan komutlar kullanılarak program ve çevre birimlerine etki edilir. Sisteme yeni bir cihaz eklenebilir veya genel ağ izlenebilir. Seçili PLC sekmesi altında ise cihaz donanım ayarları (Device configuration) sayfasına geri dönülebilir. Kullanılacak PLC ye "Online&diagnostics" komutu ile bağlanarak CPU nun çalışma durumu, hata, bellek alanı gibi fnksiyonlarına erişilebilir. Program blokları (program blocks) kısmı ana program(main) ve eklenmiş ise alt program parçalarını gösterir. Listede yer alan herhangi program parçası üzerine gelerek fare ile işaretlenir ise ikinci sütunda o program parçasının içerisi görüntülenir. Birinci sütunda diğer önemli bir komut ise PLC değişkenleri "PLC Tags" kısmıdır. Bu komut içerisinde yapılan değişken tanımlama global alanda her zaman erişilebilir. Bu değişkenler dokunmatik panele veya SCADA sistemlere akatarılabilir. Bağımsız OPC kullanan KEPServerEX yazılımı gibi yazılımlara global değişkenler olarak atanabilir. Benzer şekilde bu değişkenler LAbVIEW veya Matlab gibi programların OPC arayüzlerine aktarılabilir.

TiaPORTALV13 programında ikinci sutun ise program kodlarının yazıldığı alandır. Programlama mantığına göre kullanıcı LAD, FBD, STL veya SCL dilinde yazılım yapmaktadır. LAD, FBD veya STL dillerinde program sayfasının birbirlerine dönüşümü yapılmaktadır.



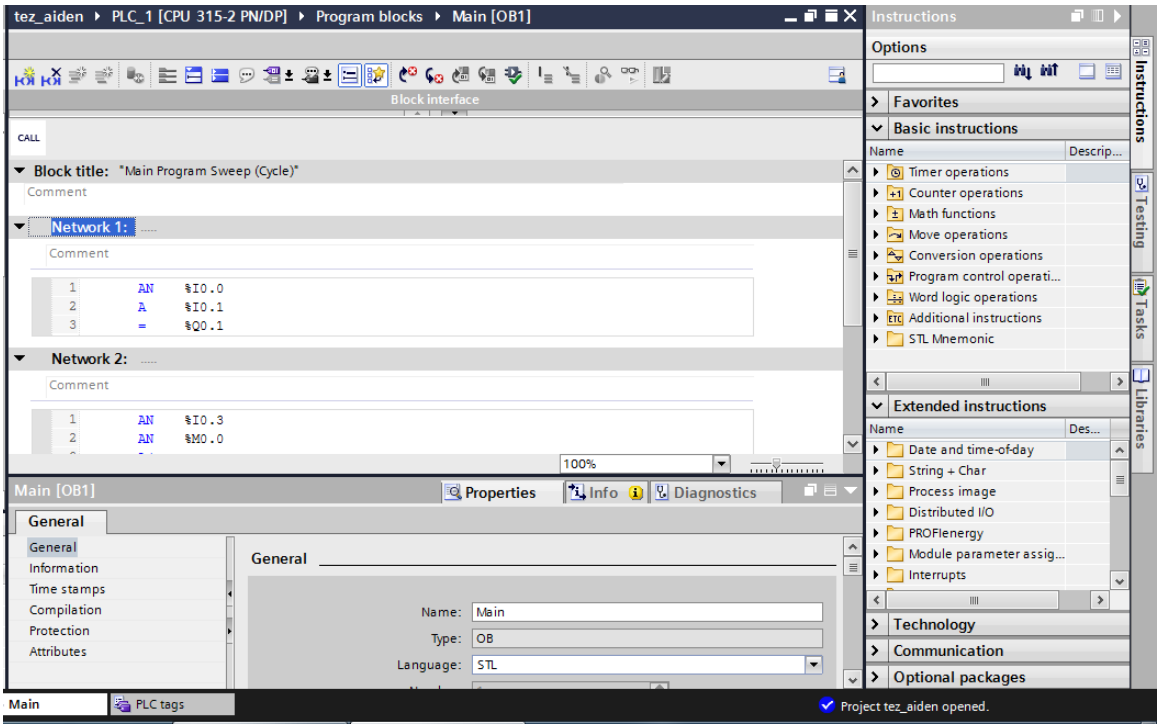
Resim 2.17. PLC' de yazılım (software) sayfası

PLC de durum bilgisi 1 (on) veya 0 (off) dan oluşan bit adresler için kontak adresler ile çıkış röle adresleri kullanılır. Yazılımda sağ sutunda Resim 2.18'de bulunan "Bit logic operations" komutu altındaki bit adres komutları, yazılımda çalışma veya durma durumları için kullanılır. Durum bilgileri çıkış (Quit-Q) adreslerde veya iç rölelerdeki (Memory-M) adreslerde saklanabilir. Dijital bilgiler dahili ve harici adresleri içerir. Analog değerler bit adres olarak tanımlanamaz.



Resim 2.18. PLC' de merdiven diyagram (LAD) sayfası

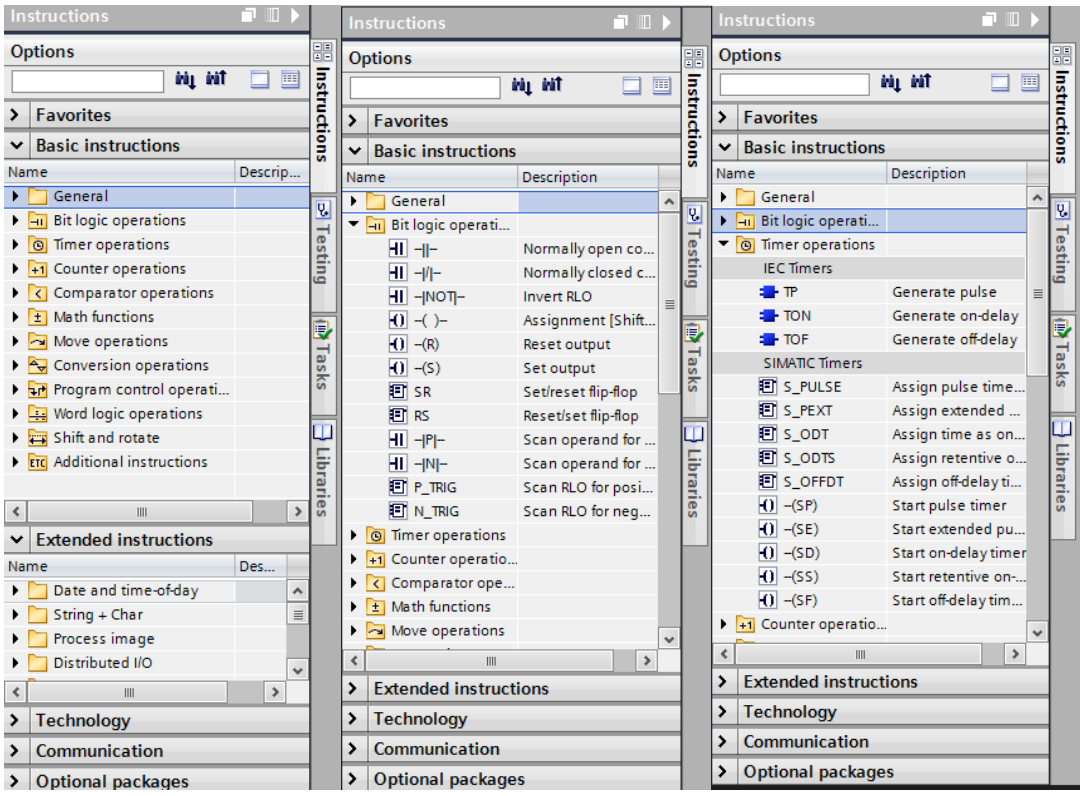
Programlama mantığı yazılım devam ederken değiştirilebilir. Resim 2.18' de LAD olarak kısaltılmış merdiven diyagram (Ladder) mantığına ait görsel verilmiştir. Resim 2.19' da ise STL olarak kısaltılmış komut satır sıralaması (STatement List) mantığına ait görsel verilmiştir. Programlama mantıkları arası geçiş yazılım sayfasındaki özellikler (proporties) penceresinden yapılmaktadır. İlgili sayfada dil seçeneği işaretlenerek dönüşüm gerçekleştirilir. Benzer şekilde fonksiyon blok diyagram (Function Block Diagrame) mantığına ait dönüşümde yapılabilir. PLC ye ait komutlar bazı uygulamalarda program mantıkları arası geçişe müsaade etmeyebilir. Bu durumda orijinal yazılım metni aynen korunur.



Resim 2.19. PLC' de programlama dilleri arası geçiş sayfası

PLC' de programlama komutları kullanım amacına göre gruplanmıştır. Resim 2.20' de komutlar bit lojik, zmanlayıcı, sayıcı, karşılaştırma, matematik, taşıma, dönüştürme, program kontrol, kelime mantık, kaydırma-döngü ve ek komutlar olarak temel grupta yer almaktadır. Genişletilmiş, teknolojik, haberleşme ve opsiyonel başlıklar altında harici komutlarda bulunmaktadır. Komut sayısı organizasyon blok, fonksiyon, fonksiyon blok ve data blok uygulamaları ile birlikte binlerce komut içermektedir. Her komut kümesinin altında tanımlı diğer komutlar doğrudan adresleme veya dolaylı adresleme metodlarına göre kullanımda farklılık göstermektedir. Resim 2.20' de sadece zamanlayıcı çeşidi olarak

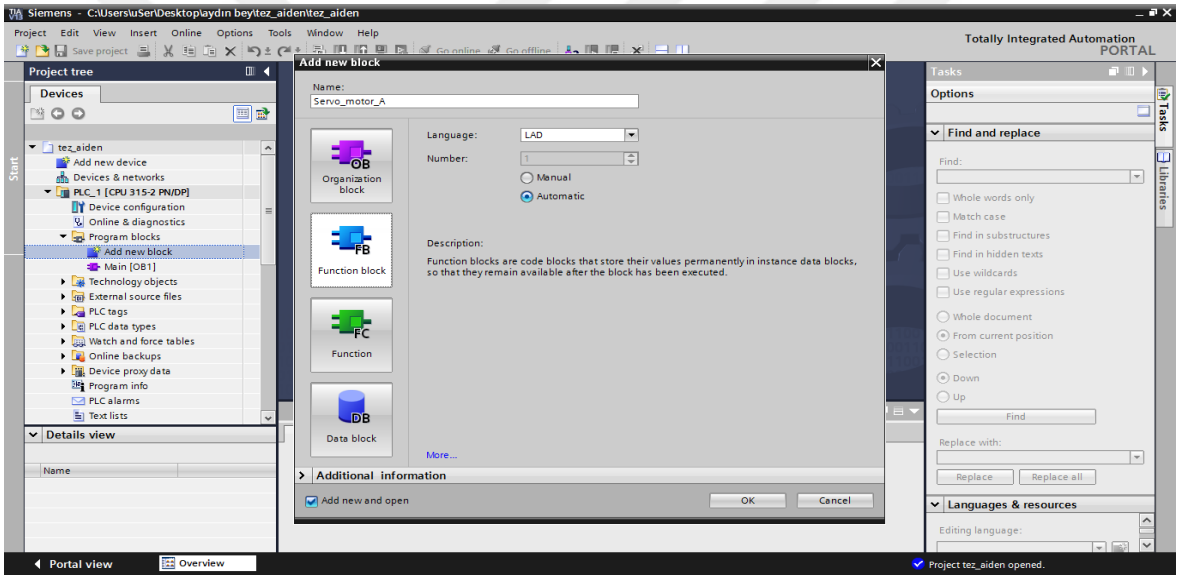
13 farklı gösterim ve farklı yapıda kullanımı olduğu dikkate alınacak olursa bir problemin çözümünde farklı alternatifler oluşmaktadır. Donanımsal olarak gerçek zamana bağlı problem çözümleri için hazır organizasyon bloklar (OB) bulunmaktadır. Diğer taraftan ray hatası, modül hatası, haberleşme hatası, adres hatası gibi çalışmayı etkileyecek durumlar içinde OB ler hazır tanımlanmıştır. Haberleşme ağına bağlanan motor sürücüleri içinde kütüphane oluşturulmuş ve CPU versiyonuna göre kullanım sağlanmıştır. Servo motorlar için hazır komular kütüphaneye eklenmiş olup sadece S7-1500 ailesine ait PLC' lerde kullanılabilmektedir. Diğer PLC kullanıcılar motor kontrolü için kendi fonksiyon veya fonksiyon blok yazılımlarını yapmaları gerekmektedir.



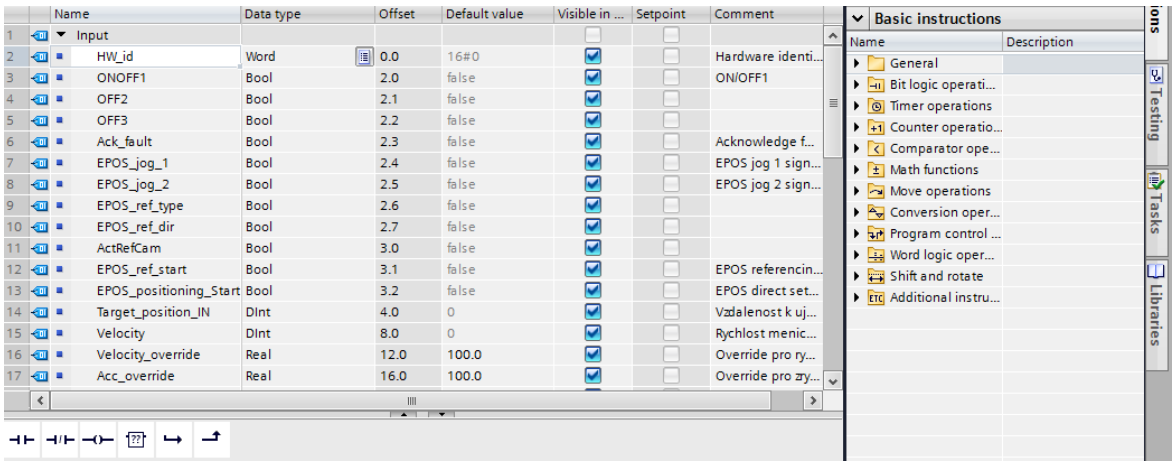
Resim 2.20. PLC' de programlama komut kümeleri

Fonksiyon (FC) PLC yazılımında alt döngü gibi düşünülebilir. Fonksiyon içerisinde tüm konutlar kullanılabilir. Fonksiyon için data blok tanımlanmaz. Eğer Fonksiyon Blok (FB) kullanılacak ise mutlaka bir Data Blok (DB) ile ilişkilendirilmesi gerekir. FC kullanılarak servo motor kontrolü yapılacağı zaman her motor için yeni FC yzılması gerekir. Diğer taraftan, FB ile motor kontrolü yapıldığında bir tane FB' u yeterlidir. Aynı FB farklı DB lar ile eşleştirilerek istenilen sayıda servo motor çalıştırılabilir.

TiaPORTALV13 programında servo motor için FB oluşturmak istendiğinde Resim 2.21' de gösterildiği üzere Yeni Blok Ekle (Add new block) komutu fare ile işaretlendikten sonra açılan yeni pencerede Fonksiyon Blok -FB ismi tanımlanır ve onaylanır. Fonksiyon Blok içerisinde yazılım yapmak için giriş ve çıkış değişkenleri oluşturulur. İç değişkenler tanımlanır. Resim 2.22' de ise servo motor için hazırlanmış FB değişkenleri verilmiştir. Bu fonksiyon blok içerisinde PLC ile Servo sürücü arasında kullanılan Telegram 111' e göre değişkenler tanımlanmıştır. Bu haberleşmeşme metodunda 12 Word Gönderme (Send) , 12 Word Alma (Receive) alanı ayrılmıştır. Her Word alan 16 bit adresten oluşmaktadır. Yazılımda bazı alanlar bit adres, bir kısmı ise Word olarak kullanılmaktadır. İstenen konum ve gerçek konum sayısal değerliği için ise Dword alan atanmaktadır.



Resim 2.21. PLC' de fonksiyon blok oluşturma



Resim 2.22. PLC' de fonksiyon blok değişkenlerini tanımlama

2.3. Servo Sürücü

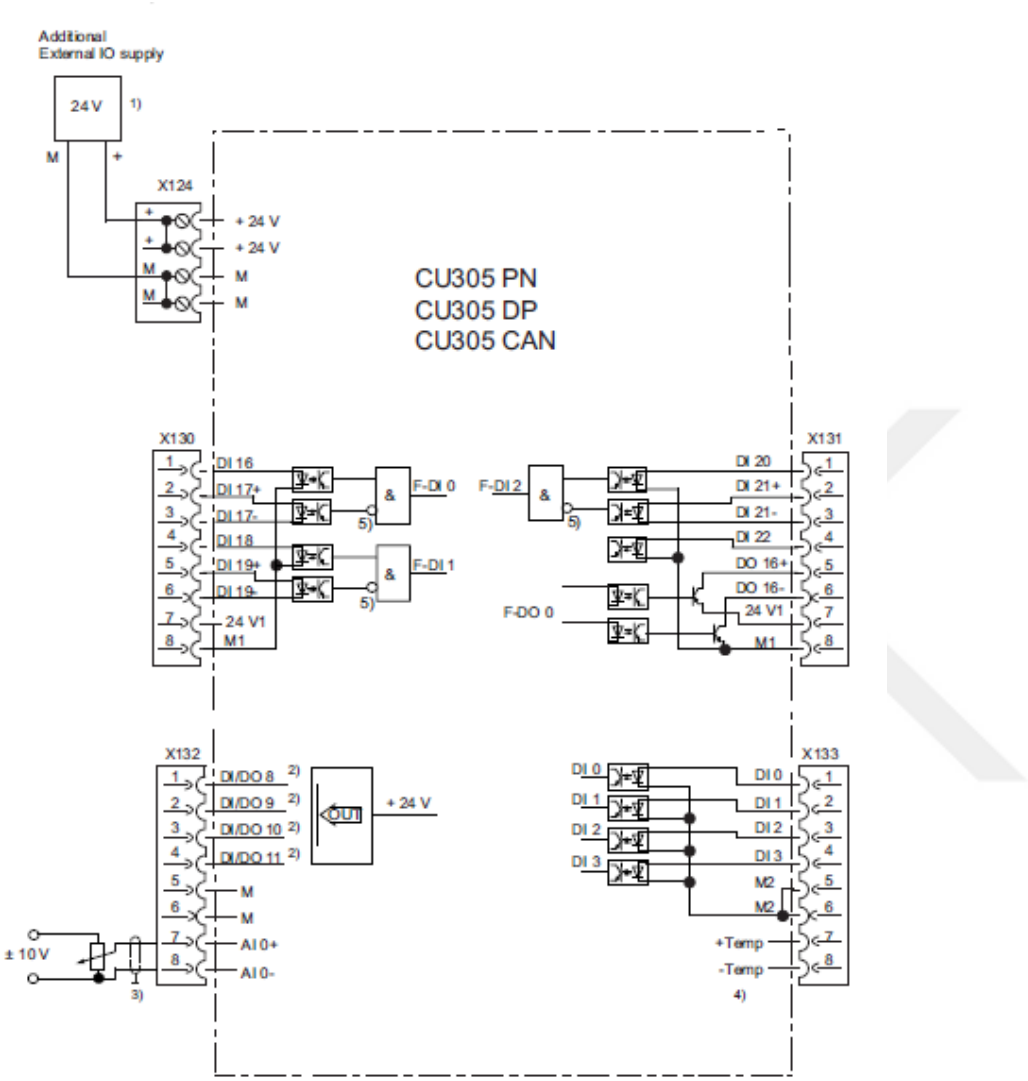
Hareket kontrol sistemleri, CNC, Stewart platformu, robotik ve otomasyon alanında değişik servo motor uygulamaları gerçekleştirilmektedir. İki eksen hareket uygulamasında da hassas konum kontrolü için benzer şekilde servo motor kullanmak gerekmektedir. Servo motor için her üretici firma kendi sürücüsünü üretmektedir. Motorda kullanılan sensör ve enkoder tipine göre hassas konum kontrolü gerçekleşmektedir. Servo motor da hız, pozisyon veya moment kontrolü gerçekleştirilebilir. Servo motor ve sürücü arasında enkoder kullanılması durumunda EnDAT gibi haberleşme protokolleri kullanılarak çözünürlüğü yüksek konum kontol uygulamaları gerçekleştiirlebilir. Benzer şekilde sürücü ve PLC arasında kullanılacak haberleşme protokolüde önem arz etmektedir. Ağ adres ayarları ve sürücü parametrelerinin ayarlanması için sürücüye özel programların kullanılması gerekmektedir.

Siemens marka servo motorlar için SCOUT programı kullanılmaktadır. Bu program ile Servo sürücü parametrelendirmeleri tamamlanmaktadır. Yük altında deneme testleri yapılabilmektedir. SCOUT yazılımı doğrudan sürücü ile PC bağlantısı kurularak parametrelendirme çalışması gerçekleştirilir. Program servo sürücü de Güç (Power) ve denetleyici ayarları için ayrı ayrı konfigürasyon yapılır.

Servo sürücüde konfigürasyon için kendi üzerinde mevcut terminal adreslerini ve kullanım amaçlarını kullanım kitapçıklarında verilmiştir. Dijital giriş ve çıkış adreslerine görev atanabilir. Hareket sonlandırma, başlangıç konuma gitme, acil durdurma gibi fonksiyonlar için dahili veya harici görevlendirmeler SCOUT programıda ayarlanır.

CU305 servo sürücü haberleşme protokolüne göre PN,DP veya CAN ismini alır. Kullanılan kısaltmalar PN: ProfiNET, DP: ProfiBUS ve CAN: Control Area Network kısaltmalarını ifade eder. Her üç haberleşme protokolüne göre aynı güç ve kontrol modülü kullanılmaktadır. Şekil 2.2’ de verilen CU305 servo sürücü üzerinde bulunan bağlantı terminallerinin bağlantı şeması verilmiştir. Sürücünün haberleşme katının çaışması için +24 V DC kaynaktan beslenmesi gerekir. X130, X131, X132 ve X133 bağlantı soketlerine aktarılan terminaller SCOUT programında yapılandırma yarlarına göre görev atanmaktadır. Servo sürücünün güç katında ise 220 V AC veya 380 V AC güç girişleri

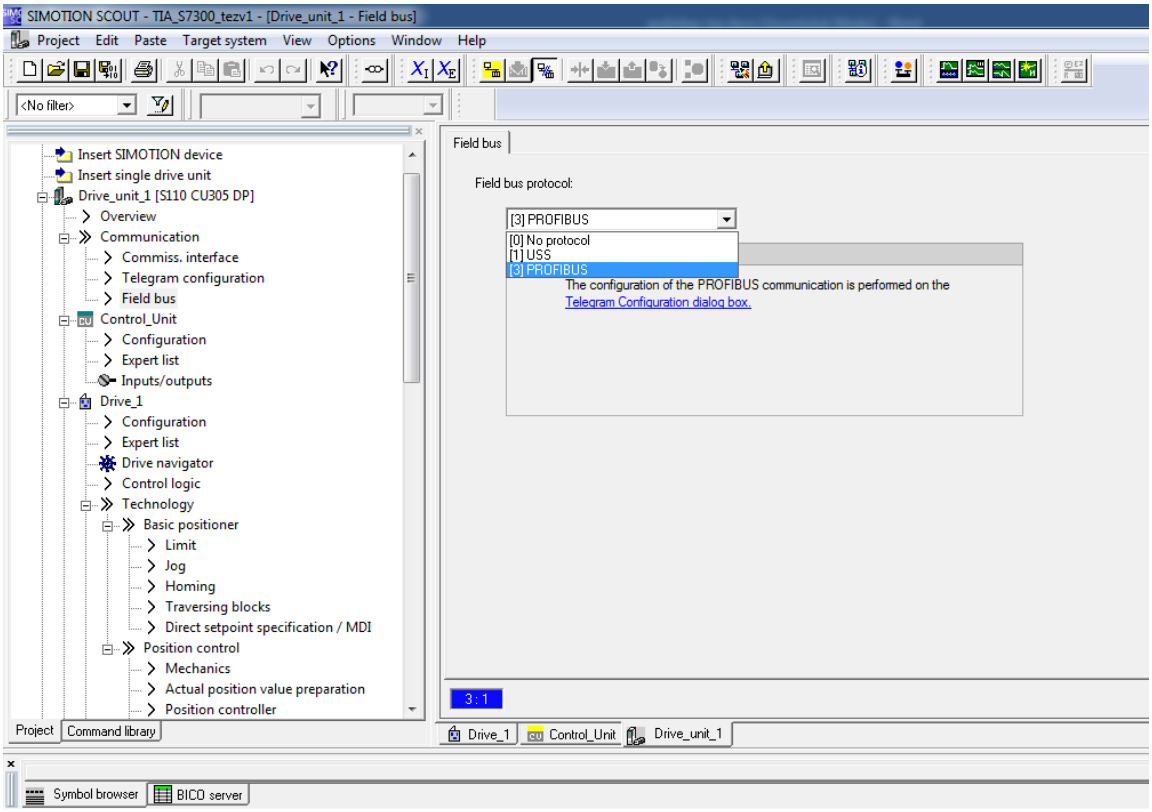
bulunmaktadır. Motor tipine göre besleme kaynağı değişmektedir. Çıkışta ise motor üç faz bağlantıları ayrıca yapılması gerekir. Bir faz giriş üç faz çıkış uygulamaları bulunmaktadır.



Şekil 2.2. CU305 servo sürücü üzerindeki bağlantı terminalleri [20]

SCOUT programı, PLC projesindeki donanıma uygun cihaz yapılandırması için kullanılır. Haberleşme protokolü yapılandırma için çok önemlidir. Program çalıştırıldığında boş proje olarak açılır. S110 CU305 DP model servo sürücü SCOUT programında seçildiğinde Resim 2.23' te verilen haberleşme protokolü seçim sayfası açılır. DP olamsı sebebiyle ProfiBUS seçilirse servo sürücü PLC ile bu protokol üzerinden haberleşecektir. USS ProfiBUS ağ üzerinden sadece Siemens cihazlarla çalışabilen bir protokoldür. ProfiBUS seçildiğinde Siemens marka servo sürücü bu haberleşme protokolüne sahip dünyadaki diğer PLC üretici firmaların cihazları ilede çalışabilir. Herhangi bir protokol seçilmez ise

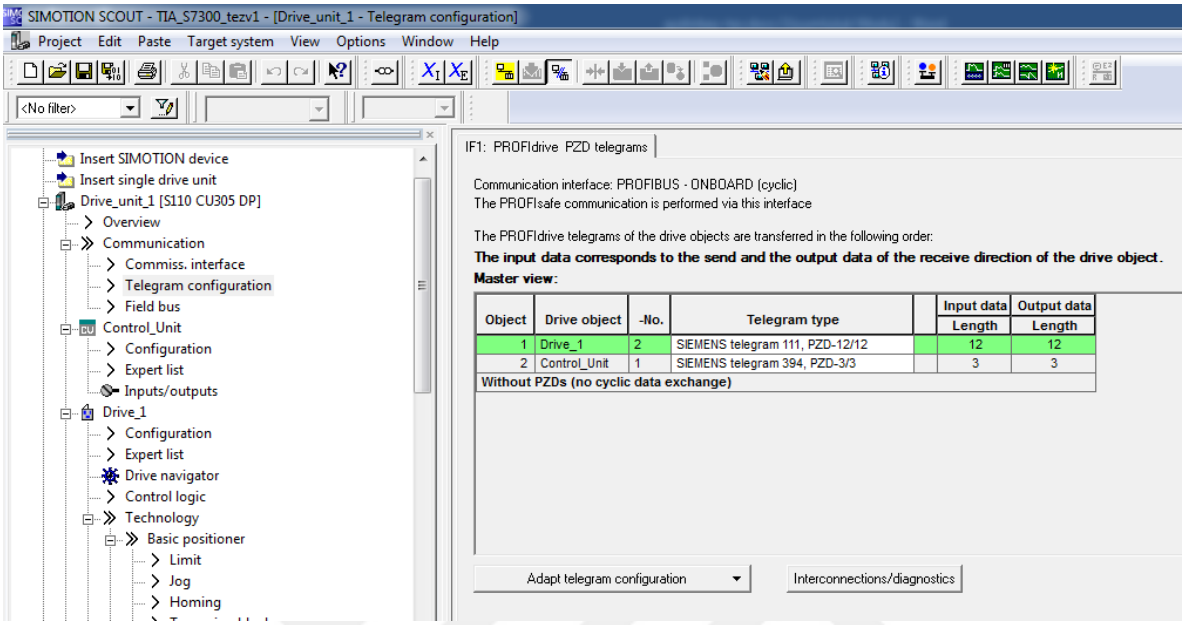
servo sürücü dış dünya ile bağlantı kurmaz. Giriş terminalinde giriş adreslerine bağlanacak butonlara atanacak göreve uygun motor hareketleri sağlanabilir [21].



Resim 2.23. SCOUT programı haberleşme ayar sayfası

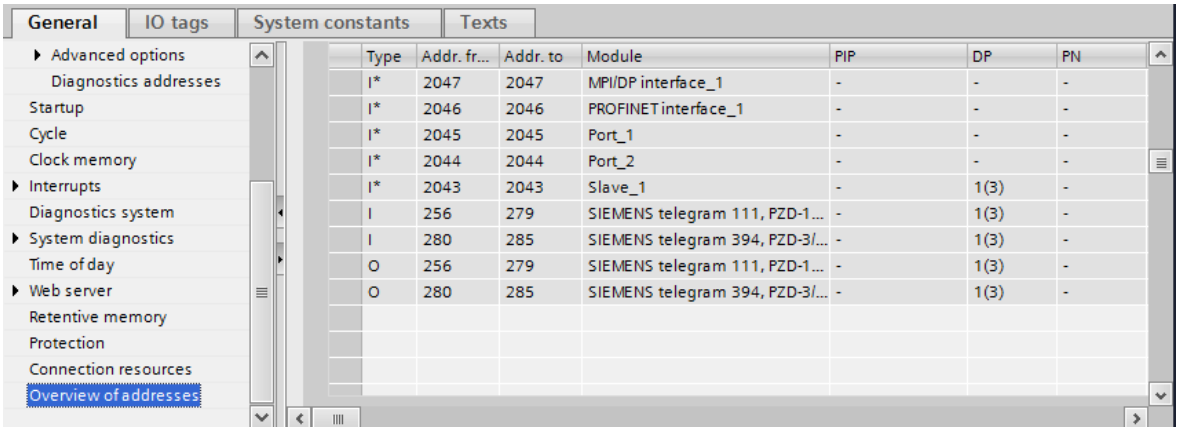
SCOUT programında haberleşme (Communication) sayfasında tüm haberlşeme prokolü, ağ adresi ve kullanılan telegram ayarlamaları tanımlanır. Servo sürücüde Kontrol Birimi (Control_Unit) ve Sürücü (Drive_1) için ayrı ayrı haberleşme veri yapısına ait telegram ayarı yapılır. Sürücü telegramında, PLC ile yapılacak haberleşmede gönderilecek Kelime (Word) alan uzunluğu seçilir. Telegram 111 kullanılması durumunda 12 Word gönderme, 12 Word alma için yapılandırılır. Resim 2.24' de Telegram 111 yapılandırma ayarları verilmiştir. Belirtilen Word alanların çevre birimleri üzerinden PLC den okunması ve yazılması için adres alanları PLC de donanım kısmında oluşturulur. Kontrol metoduna göre telegram yapısı değişmektedir. Basit kontrol uygulamasında Word alan azalmaktadır. Telegram 111' de 12 word alan bilgisi PLC' den servo sürücüye gönderilirken kontrol bitleri, istenen konum, istenen hız bilgileri gibi istenen değerler gönderilir. PLC' de okunan Word bilgileri ise durum bit adresler, gerçek konum, gerçek hız gibi tanımları içeririr. PLC' de bu adresler Word (W) veya Double Word (DW) olarak yazılımda

ayrılmaktadır. Yazılımcı Word alan içerisinde durum bitlerine erişebilir. Kontrol biriminde ise servo sürücünün kontrol kartının durum bilgilerini okumak için kullanılır.



Resim 2.24. SCOUT programı haberleşme telegram ayar sayfası

Resim 2.25’ de PLC donanım ayarları sayfasında çevre birimleri üzerinden okuma adres alanları verilmiştir. Giriş (Input) adresleri 256 dan başlayarak 279 a kadar 12 Word=24 Byte adres atanmıştır. Benzer şekilde Çıkış (Quit) adres olarak benzer şekilde 12 Word=24 Byte atanmıştır. Çevre birimlerinden PIW256, PIW258 veya PIW278 gibi çevre birim okuma komutu ve adresi yazılarak Word alan bilgisinden okuma PLC de gerçekleştirilir. PLC’ de ilgili değer servo sürücüye gönderileceği zaman PQW256, PQW258, veya PQW278 gibi adresler kullanılır. Çizelge 2.2’ de verilen veri adresleri 12 Word alan olarak kullanılır. Çizelge 2.2’ de PQW adresleri PLC’ den servo sürücüye gönderilen motor kontrolünü içeren verileri ifade etmektedir. PIW adresleri ise PLC’ nin servo sürücüden okuduğu durum bilgilerini içeren veriler bulunmaktadır.



Resim 2.25. TiaPORTAL V13 programı telegram adresleri

Çizelge 2.2. Telegram 111 protokolü veri adresl

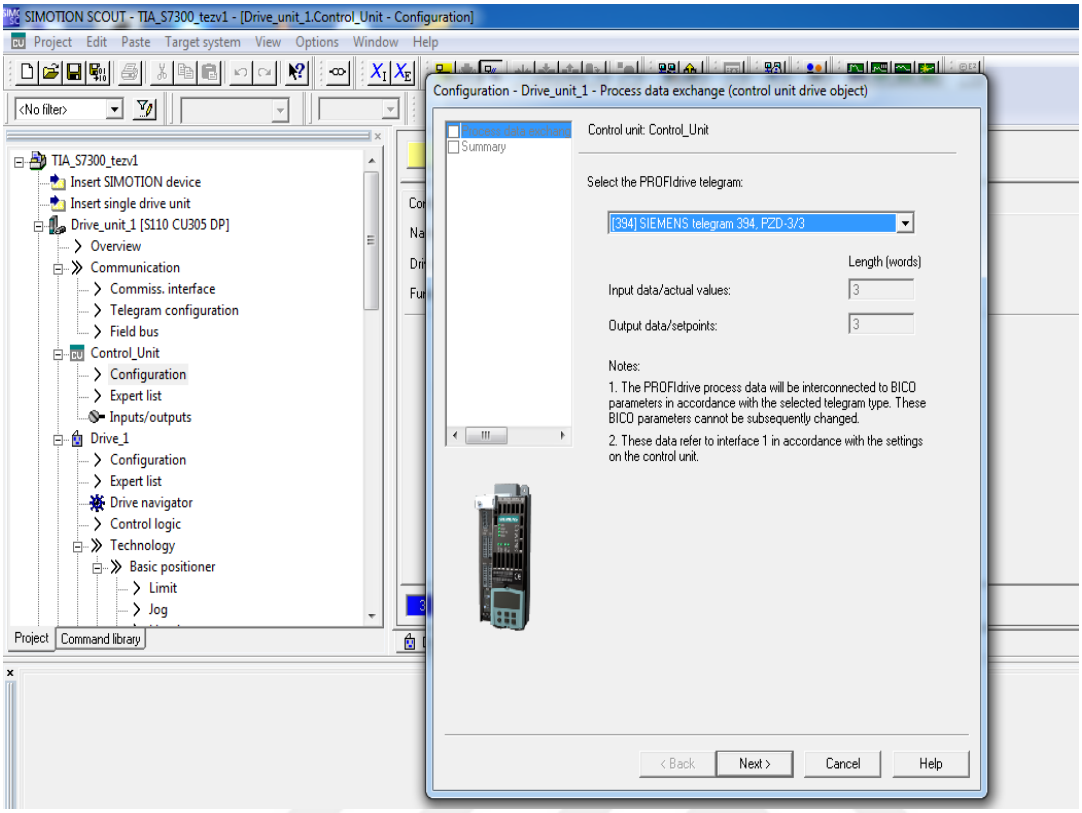
PZD01	PZD02	PZD03	PZD04	PZD05	PZD06	PZD07	PZD08	PZD09	PZD10	PZD11	PZD12
PQW256	PQW258	PQW260	PQW262	PQW264	PQD266		PQD270		PQW274	PQW276	PQW278
STW1	POS.. STW1	POS.. STW2	STW2	OVER RIDE	MDI_TARPOS		MDI_VELOCITY		MDI_ ACC	MDI_ DEC	FREE
PIW256	PIW258	PIW260	PIW262	PIW264	PID266		PID270		PIW274	PIW276	PIW278
ZSW1	POS.. ZSW1	POS.. ZSW2	ZSW2	MELDW	XIST_A		NIST_B		WARN CODE	FAULT CODE	FREE

Çizelge 2.2' deki her Word adres kendi bit adreslerinden oluşur. DWord adresler ise PLC' den gönderilirken istenen konum ve hız, okunurken ise gerçek konum ve hız bilgilerini içerir. Kontrol bitlerini içeren STW1 bit adresleri Çizelge 2.3' de verilmiştir.

Çizelge 2.3. STW1 Kontrol bitleri [20,21]

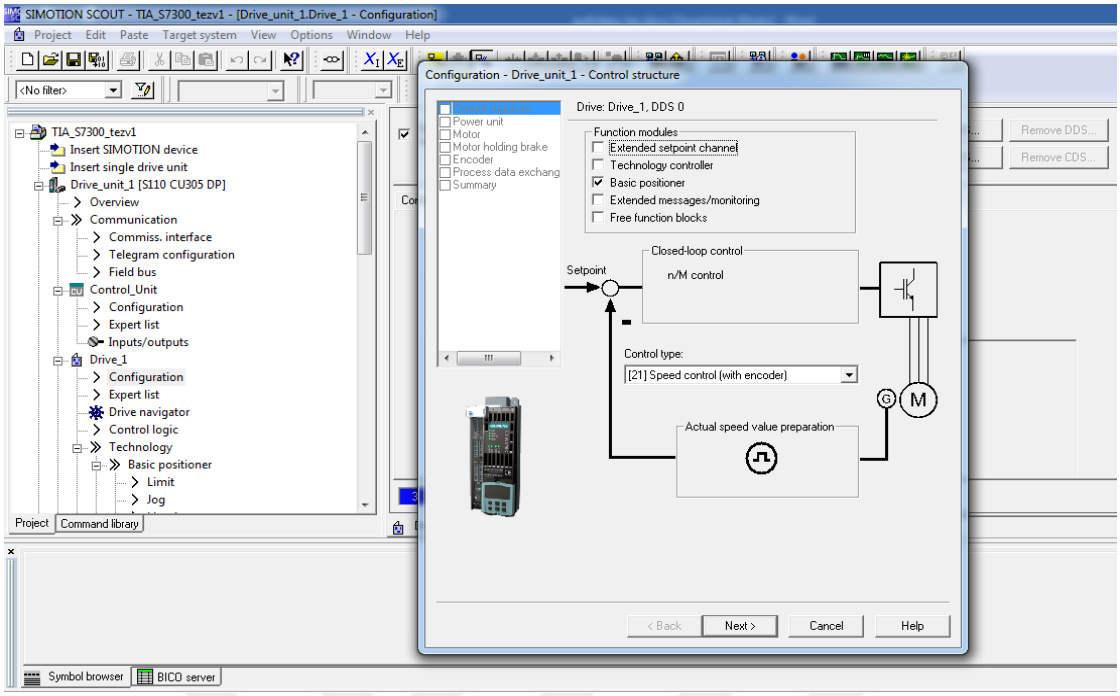
Bit	Meaning	Comments	P No.
0	0 = OFF1	The motor brakes with the ramp-down time p1121 of the ramp-function generator. The converter switches off the motor at standstill.	p0840[0] = r2090.0
	0 → 1 = ON	The converter goes into the "ready" state. If, in addition, bit 3 = 1, the converter switches on the motor.	
1	0 = OFF2	Switch off motor immediately, then the motor coasts to a standstill.	p0844[0] = r2090.1
	1 = No OFF2	It is possible to switch on the motor (ON command).	
2	0 = Quick stop (OFF3)	Quick stop: the motor brakes with the OFF3 ramp-down time p1135 down to standstill.	p0848[0] = r2090.2
	1 = No quick stop (OFF3)	It is possible to switch on the motor (ON command).	
3	0 = Inhibit operation	Immediately switch-off motor (cancel pulses).	p0852[0] = r2090.3
	1 = Enable operation	Switch-on motor (pulses can be enabled).	
4	0 = Reject traversing job	Axis brakes down to standstill with the maximum deceleration. Converter rejects the actual traversing block.	p2641 = r2090.4
	1 = Do not reject traversing task	Axis can be started or travel to position setpoint.	
5	0 = Intermediate stop	Axis brakes down to standstill with the specified deceleration override. Converter remains in the actual traversing block.	p2640 = r2090.5
	1 = No intermediate stop	Axis can be started or continue to travel to position setpoint.	
6	0 → 1: Activate traversing job	The converter starts axis travel to the setpoint position.	p2631 = r2090.6
	0 → 1: Setpoint transfer MDI		p2650 = r2090.6
7	0 → 1: = Acknowledge faults	Acknowledge fault in the converter. If the ON command is still active, the converter switches to "closing lockout" state.	p2103[0] = r2090.7
8	1 = jogging bit 0	Jogging 1	p2589 = r2090.7
9	1 = jogging bit 1	Jogging 2	p2590 = r2090.7
10	0 = No control via PLC	Converter ignores the process data from the fieldbus.	p0854[0] = r2090.10
	1 = Control via PLC	Control via fieldbus, converter accepts the process data from the fieldbus.	
11	0 = Stop referencing	---	p2595 = r2090.11
	1 = Start referencing	The converter does not start referencing.	
12	Reserved		
13	0 → 1: External block change	The axis goes to the next traversing block.	p2633 = r2090.13
14, 15	Reserved		

Servo sürücüde haberleşme ayarları tamamlandıktan sonra Kontrol Birimi (Control_Unit)' parametreleri tanımlanır. Servo sürücünün kontrol kartına ait haberleşmeyi gerçekleştirecek veri protokolü oluşturulur. Resim 2.26' da 3 Word alan giriş ve çıkış değişkeni olarak atanmştır. PLC' den servo sürücüye ait kontrol kartının davranışları izlenebilecektir.



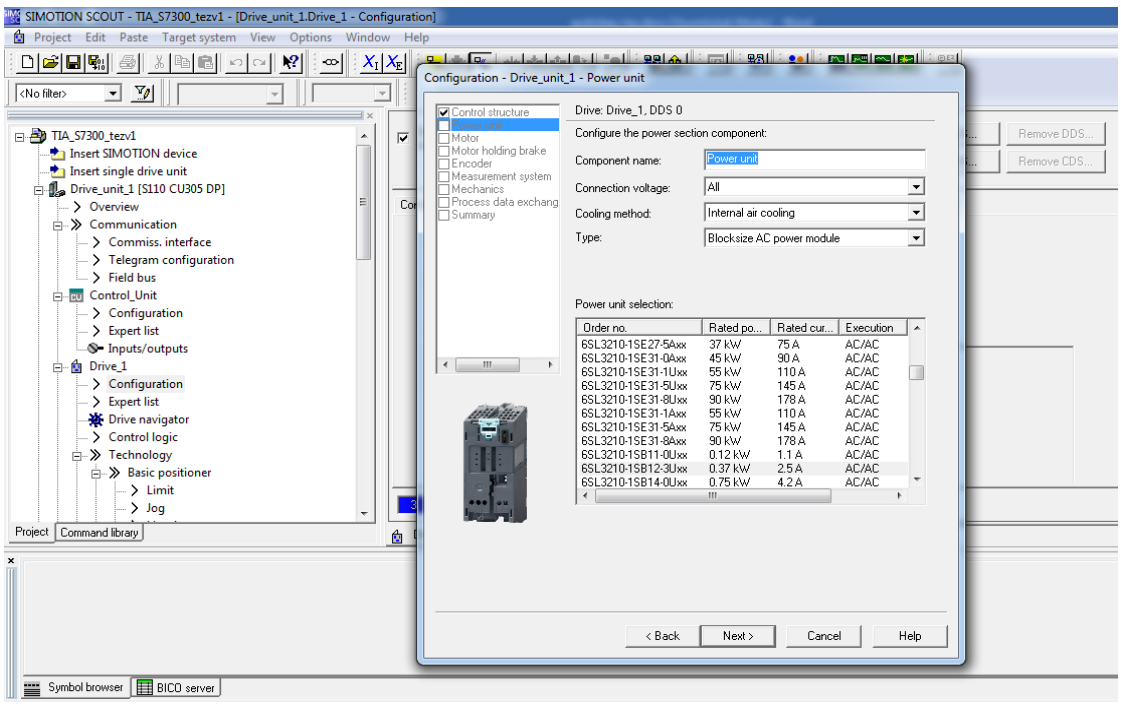
Resim 2.26. Servo sürücü kontrol birimi(Control_Unit) parametre ayarı

Servo motor çalışma modu Sürücü (Drive_1) ayar sayfasında belirlenir. Geribeslemeli olarak pozisyon kontrolü, hız kontrolü, moment kontrolü gibi amaçlarla motor kontrol edilebilir. Sürücü ayar sayfasında ilk olarak sürücünün hangi amaçla kullanılacağı işaretlenir. Resim 2.27' da Temel pozisyoner (Basic Positioner) seçilerek kapalı döngü pozisyon kontrolü seçilmiş olur. Pozisyon kontrolü yapılırken motor hız kontrolünüde sağlamak için motor üzerinde bulunan gerçek enkoder bilgisinin kullanılması işaretlenir. İstenir ise enkodersiz hız kontrolüde gerçekleştirebilir. Algoritmalar kullanılarak motor hızı bulunarak geri besleme için kullanılabilir. Hatasız kontrol için mutlaka motor üzerinde bulunan enkoderin kullanılması gerekir.



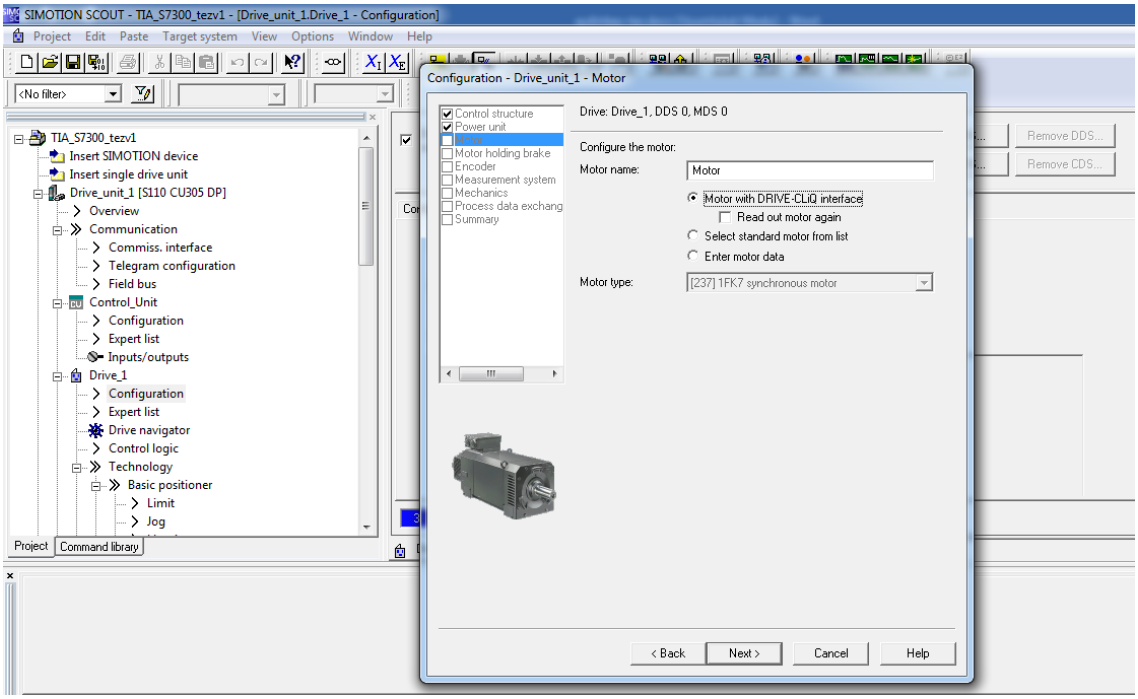
Resim 2.27. Servo sürücüde pozisyon kontrolün parametre ayarı

Sürücüde ikinci adım olarak kullanılan güç modülünün seçimi yapılır. Sistem modüler olması sebebiyle hangi güçte modül ile aynı konttrol kartının kullanılacağı seçilir. Seçim motor gücüne uygun olarak yapılır. Resim 2.28' de servo motoru besleyecek güç modülünün seçim sayfası verilmiştir.



Resim 2.28. Servo sürücüde güç modülünün seçimi

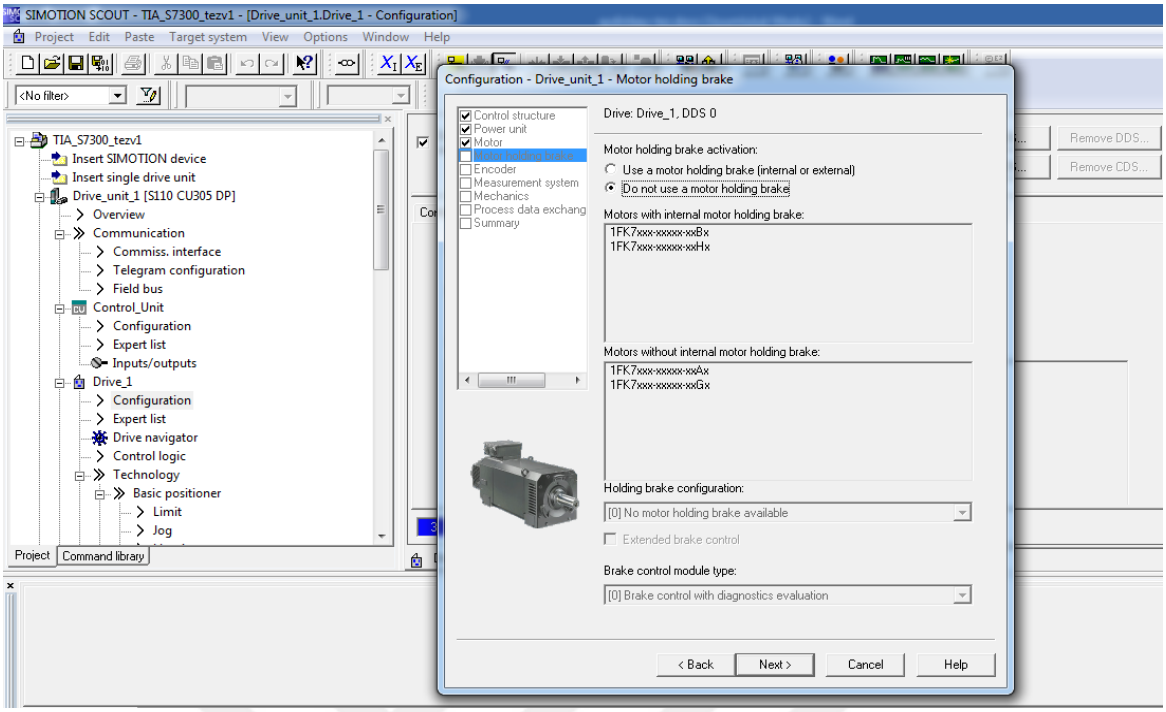
Servo sürücüde motor gerçek konum bilgisi okunurken Endat protokolü gibi haberleşme protokolleri kullanılır. Siemens servo motor üzerindeki enkoder konum bilgisi DRIVE_CLIQ haberleşme metodu ile servo sürücüye aktarılmaktadır. Üçüncü ayar parametresinde motor menüsünde gerçek konum bilgisinin sürücüye nasıl sağlanacağı Resim 2.29' daki ayar sayfasında gerçekleştirilir.



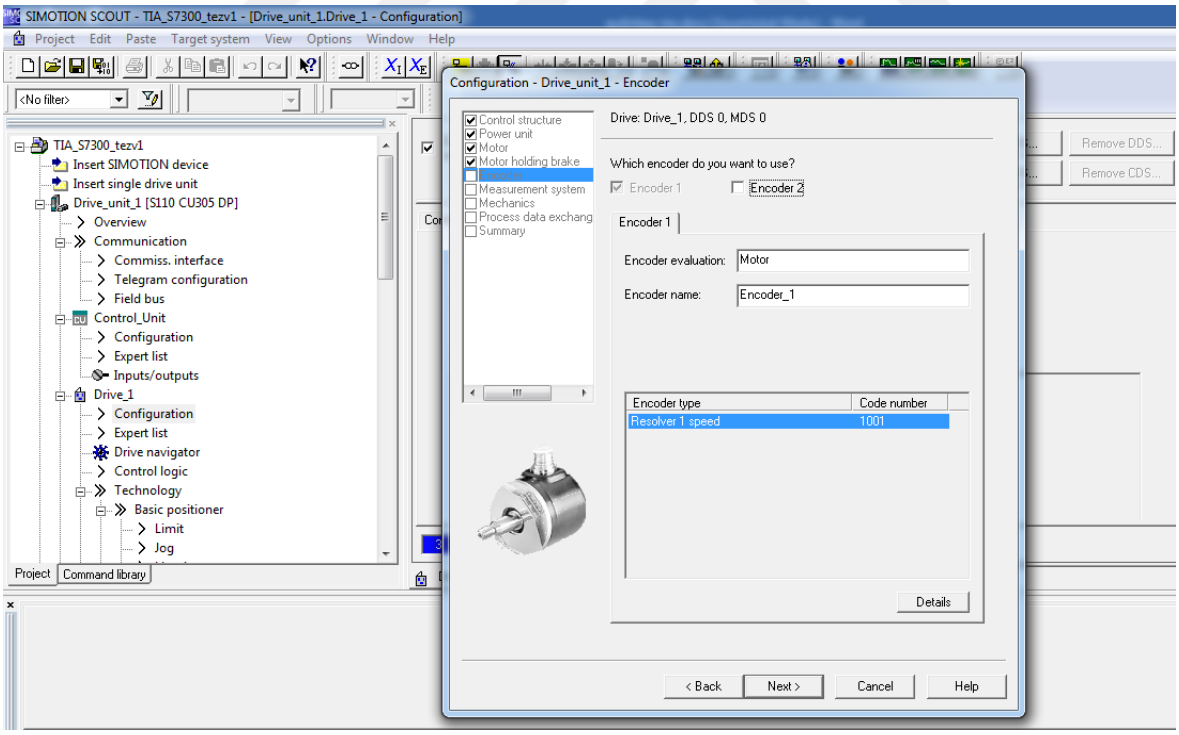
Resim 2.29. Servo sürücüye motor enkoder bilgisininDRIVE_CLIQ ile aktarılması

Servo motorun frenlenmesi diğer ayar parmetresidir. Bazı uygulamalarda motor üzerinde bulunan fenleme devresi kullanılarak motor elektromanyetik olarak frenlenmektedir. Motor imal edilirken bu mekanik yapı birlikte üretilir. Frensiz üretilen servo motorlarda frenleme mekanizması sonradan ilave edilemez. Resim 2.30' da motor frenleme metodu seçilir. Eğer frensiz yapı seçilir ve motor ani durdurulması gerektiğinde motor uçlarına dc gerilim verilerek dinamik frenleme yapılır. Motor çok ani durmayacak ise frensiz yapı tercih edilir.

Servo sürücüde beşinci ayar parametresi motor ile birlikte hangi enkoder kullanılacağını içerir. Motor gövdesine bütünleşik enkoder kullanılacağı gibi harici enkoderde seçilebilir. Resim 2.31' de ayar sayfasında ilk enkoder motor ile birlikte üretilen enkoderi ifade etmektedir. Motor üretici firma çözünürlüğe uygun enkoderi motor miline bağlayarak aynı yapı içerisinde birlikte satmaktadır.



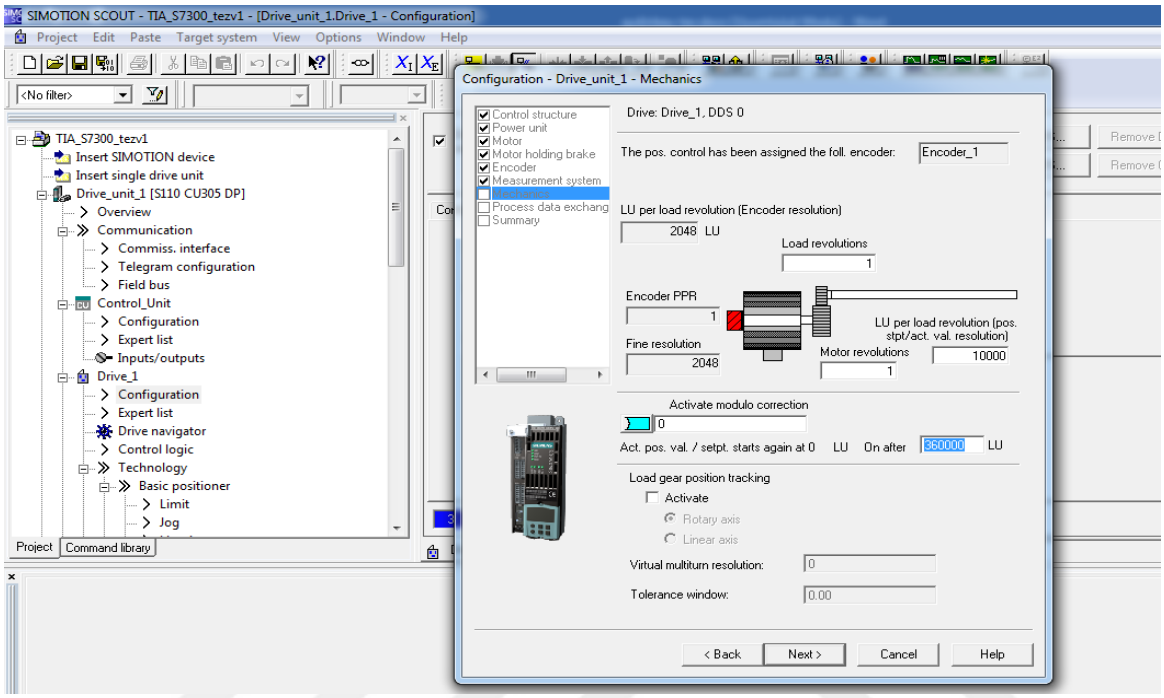
Resim 2.30. Servo motor frenleme yöntemi seçimi



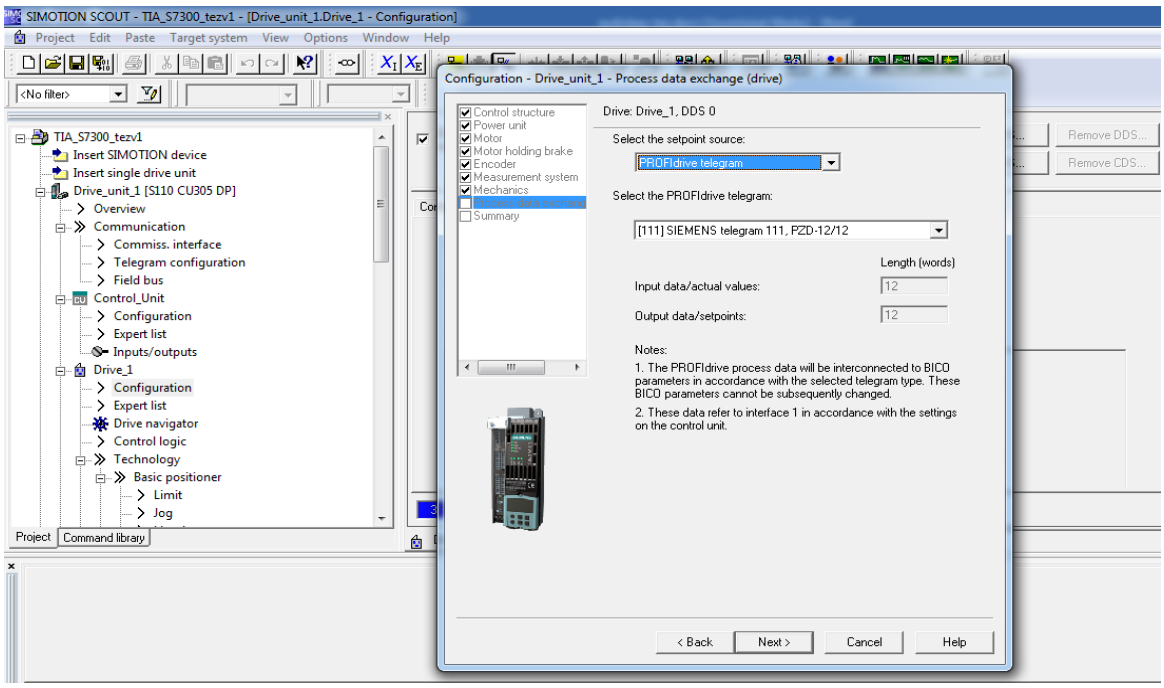
Resim 2.31. Enkoder seçimi

Servo sürücüde seçilen enkoder bilgisi aynı zamanda motorda hız ölçümünde kullanılmaktadır. Servo sürücüde diğer önemli parametre mekanik ayar parametreleridir. Motorda kullanılan redüktör bilgisi, dişli boşluğu ve bir tur pals çözünürlük bilgileri bu

ayar sayfasında seçilmektedir (Resim 2.32). Servo sürücüde son ayar parametresi kullanılacak haberleşme telegramı yapısını içerir. Resim 2.33' te kullanılan 12 word alan içeren Telegram111 seçimi verilmiştir.

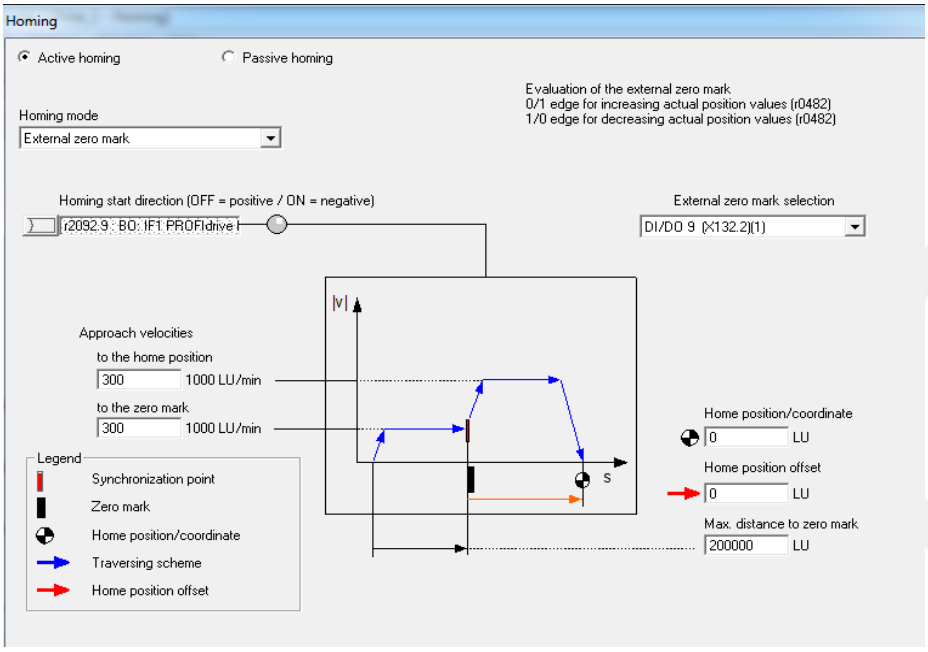


Resim 2.32. Servo motorda mekanik ayarlar



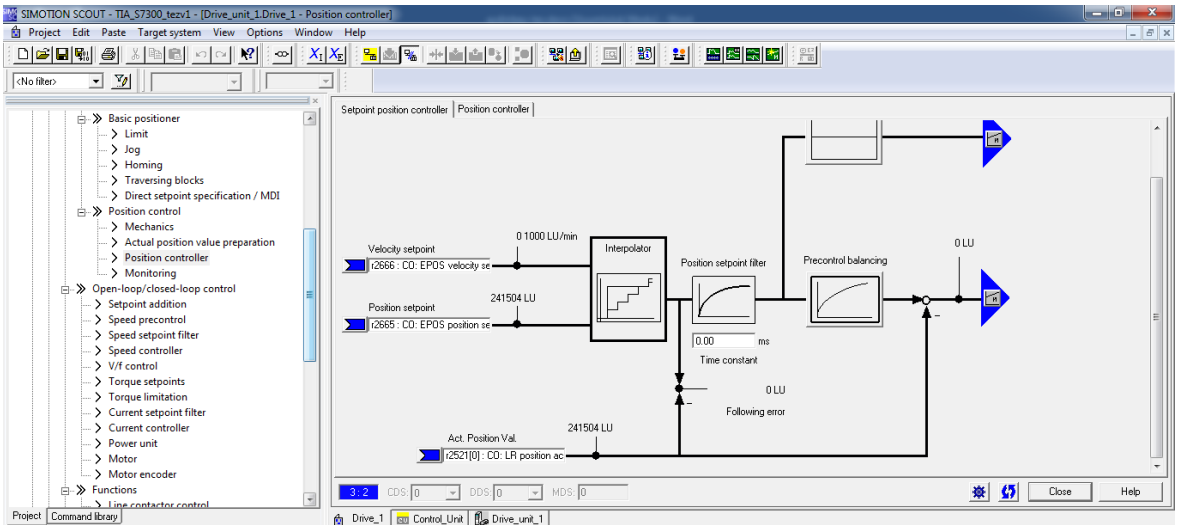
Resim 2.33. Servo motorda haberleşme telegram seçimi

Sürücü ayar sayfasında parametre seçimi yapıldıktan sonra sürücüde başlangıç noktası (home) için yöntem seçilir. Başlangıç noktası için sıfırlama harici sinyal ile yapılacak ise sürücü üzerindeki harici terminal sinyal ayağı ayarlanır (Resim 2.34). Servo sürücü CU305DP üzerindeki dijital adreslerden X132,2 kullanılarak DI9 adresinden başlangıç (home) işlemi için sinyal girişi ayarlanmıştır.



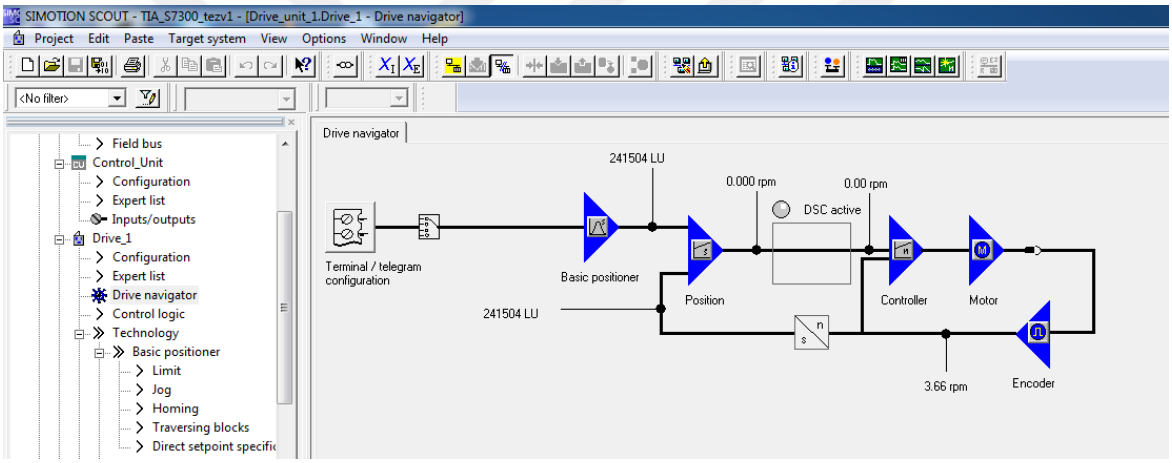
Resim 2.34. Servo motor home referans sinyali ayar sayfası

Pozisyon kontrol için seçilen kontrolörün ayarları kendi ayar sayfasında gerçekleştirilir. Resim 2.35' de akış içerisinde bulunan tüm bloklarda katsayı ayarlaması yapılır.



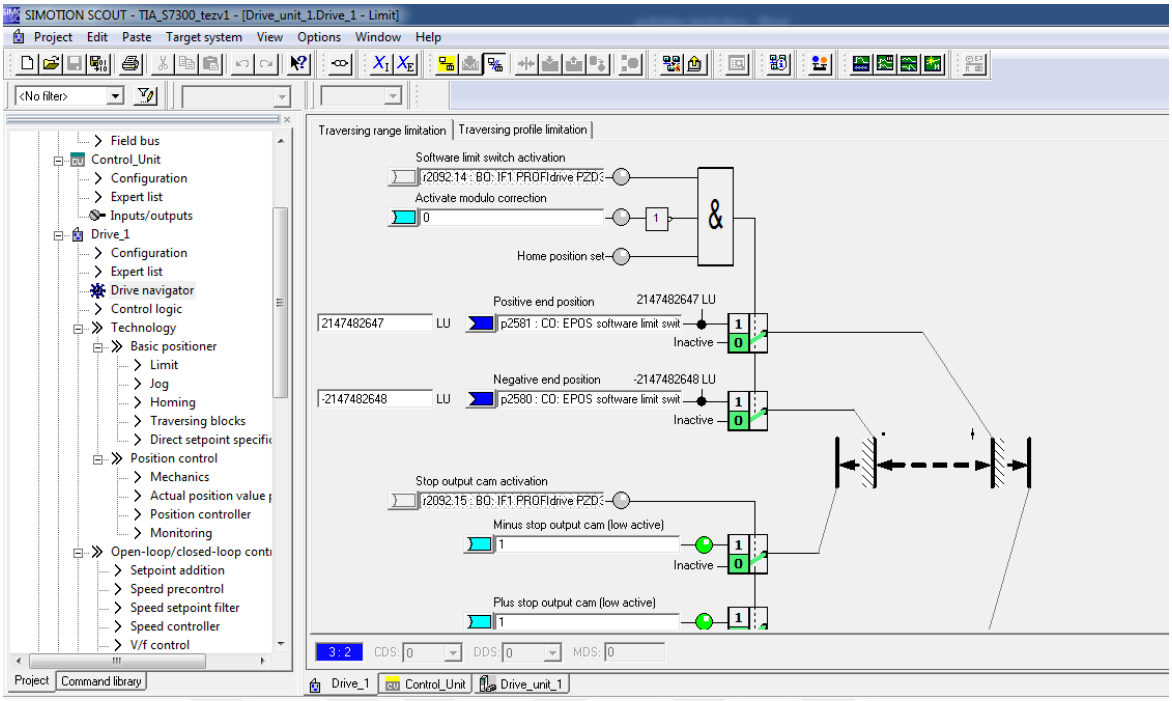
Resim 2.35. Servo motor pozisyon kontrol ayar sayfası

AC servo motorun konum kontrolünde, istenen konum/pozisyon Telegram 111’ den gönderilmektedir. Gerçek konum/pozisyon ise motor üzerinde bulunan enkoderden okunmaktadır. İstenen ve gerçekleşen konum bilgisinde farklılık var ise geribeslemeli çevrimde kullanılan PI denetleyici servo motoru hareketlendirmekte ve konum bilgisinde hata sıfır olana kadar hareketi devam ettirmektedir. Resim 2.36’ da servo sürücü konum kontrolünde kullnılan kapalı çevrim (geri beslemeli) kontrol bloğu verilmiştir. Resim 2.36’ da kontrol bloğunda iki ayrı denetleyici kullanılmaktadır. İlk denetleyici pozisyon kontrolü için ikinci denetleyici ise hız kontrolünde kullanılmaktadır. Telegram111’ den gelen istenen konum/pozisyon bilgisi enkoderden gelen konum/pozisyon bilgisinden çıkarılarak hata olması durumunda motorun hareket etmesi sağlanmaktadır. AC servo motor hareket ederken hızlanma ve yavaşlama rampası dikkate alınarak hareket başlamaktadır.



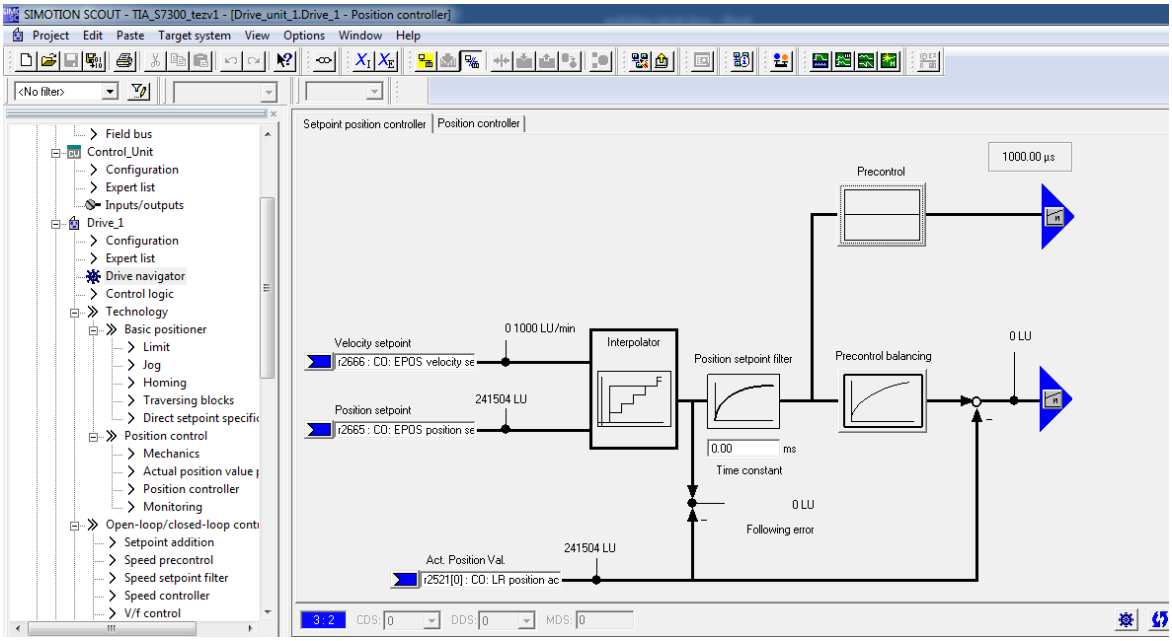
Resim 2.36. Servo motor pozisyon kontrol algoritması

Resim2.36’ da ilk kısımda bulunan “Basic positioner” bloğunda servo motorun hareket sınırları takip edilmektedir. Özellikle CNC uygulamalarında tezgah alanının dışına çıkılacak durumlar için sınırlamalar getirilmektedir. Resim 2.37’ de “Basic positioner” olarak tanımlanna temel pozisyonlama nın içyapısı verilmiştir. Servo motorun sağa veya sola hareektinde limit noktalar ve hareketi durdurma sinyalleri tanımlanır. CAM uygulaması gerçekleştirilen CNC tezgahta dış limitler mekanik sınır anahtarları veya yazılımla sınırlandırılmaktadır. Haraket sınırları içerisinde AC servo motorun çalışması gerçekleştirilir.



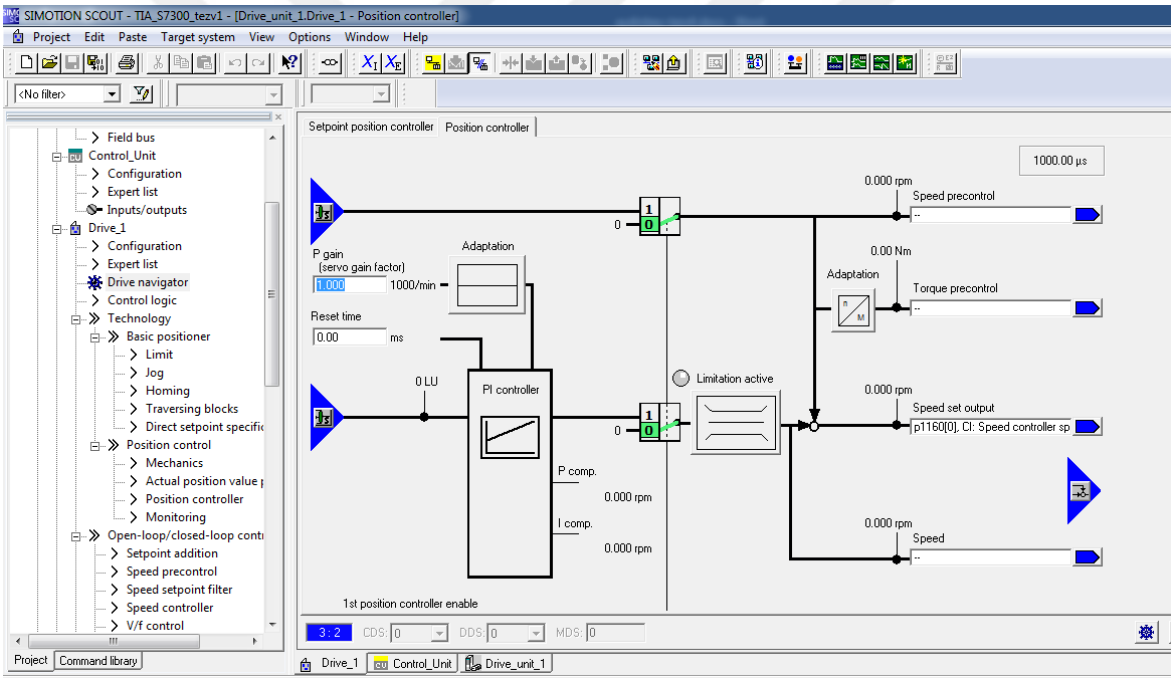
Resim 2.37. Temel pozisyonlama ayar sayfası

Hareket sınırları içerisinde yeni konum/pozisyon istendiğinde Resim 2.36' da tanımlı pozisyonlama bloğunun içyapısı Resim 2.38' de verilmiştir. İstenen konum/pozisyon dan gerçek konum/pozisyon çıkarılarak konum/pozisyon hatası bulunmaktadır. Diğer taraftan Telegram 111' den gönderilen istenen hız bilgiside kullanılarak hareket rampası oluşturulmaktadır.



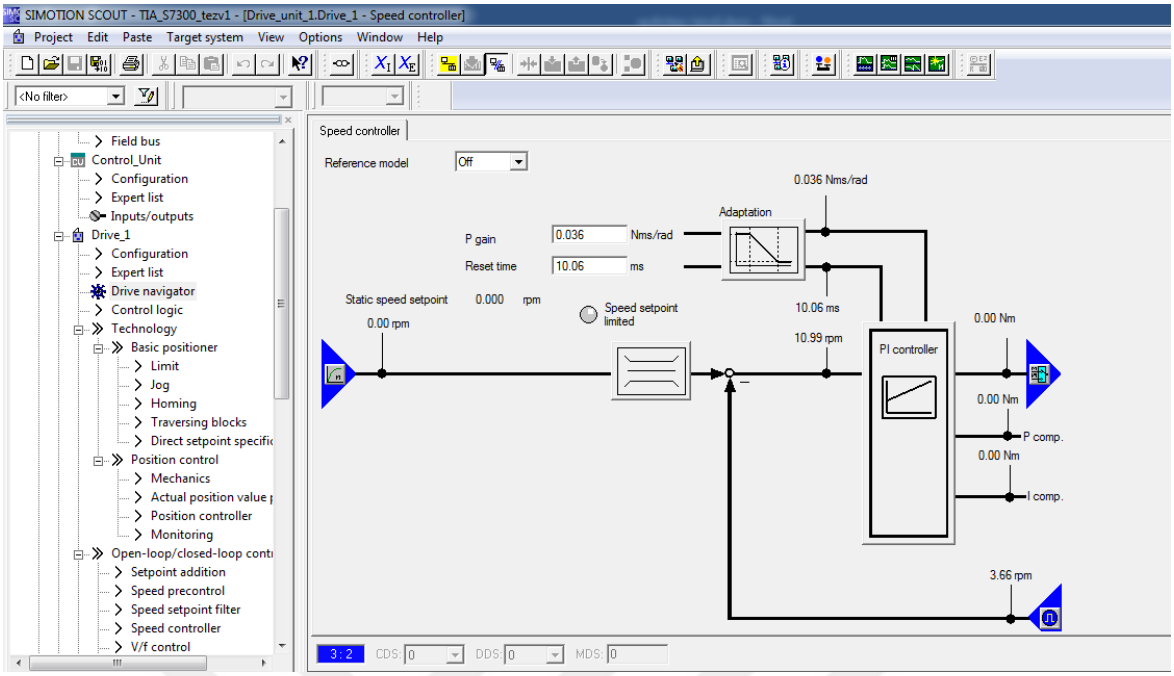
Resim 2.38. Temel pozisyonlama ayar sayfası

İstenen konum/pozisyon ile gerçek konum/pozisyon arasında fark olması durumunda hata çıkış sinyali Resim 2.39' da verilen PI denetleyici bloğunda giriş olarak kullanılır. Konum/pozisyon hatası değerine göre PI denetleyici çıkışında yeni konuma gitmek için istenen hız değerine de uygun yükselme ve yavaşlama rampası dikkate alınarak hız bilgisi üretilir. Yeni hız bilgisine göre servo motorun hareket etmesi sağlanır. Denetleyicide PI parametreleri AC servo motorun çalıştırılacağı yük durumuna göre önem arz etmektedir. Bu yüzden servo motor mekanik sisteme bağlandıktan sonra yük testleri yapılılarak eğitme tamalanır ve katsayılar belirlenir. Fabrika yarları ile çalıştırılan PI denetleyicili sistemde motorda burulma ve vuruntu anında moment hataları oluşacak ve motor durarak sürücü hataya düşecektir. AC servo motorda en sıkıntılı işlem doğru PI parametrelerinin bulunmasıdır.



Resim 2.39. Pozisyon kontrol PI denetleyici ayar sayfası

(Resim 2.36' da) verilen kontrol şemasında önce pozisyon kontrol sonra ise hız kontrol bloğu bulunmaktadır. Yeni konum için hız bilgisi üretildiğinde servo sürücü içeriisnde bulunan ikinci PI denetleyici ile motor hızı kontrol edilmektedir. (Resim 2.40)' ta verilen hız denetleyicisinde gerçek hız servo motor üzerinde bulunan enkoder den okunmaktadır. Servo motorun yüksüz, yarım yük veya tam yük ile çalışmasına göre PI parametreleri değişmektedir. Servo motorda ilk aşamada PI parametrelerinin bulunması için mekanik sistemin davranışlarının iyi sezilmesi gerekmektedir.



Resim 2.40. Hız kontrol PI denetleyici ayar sayfası

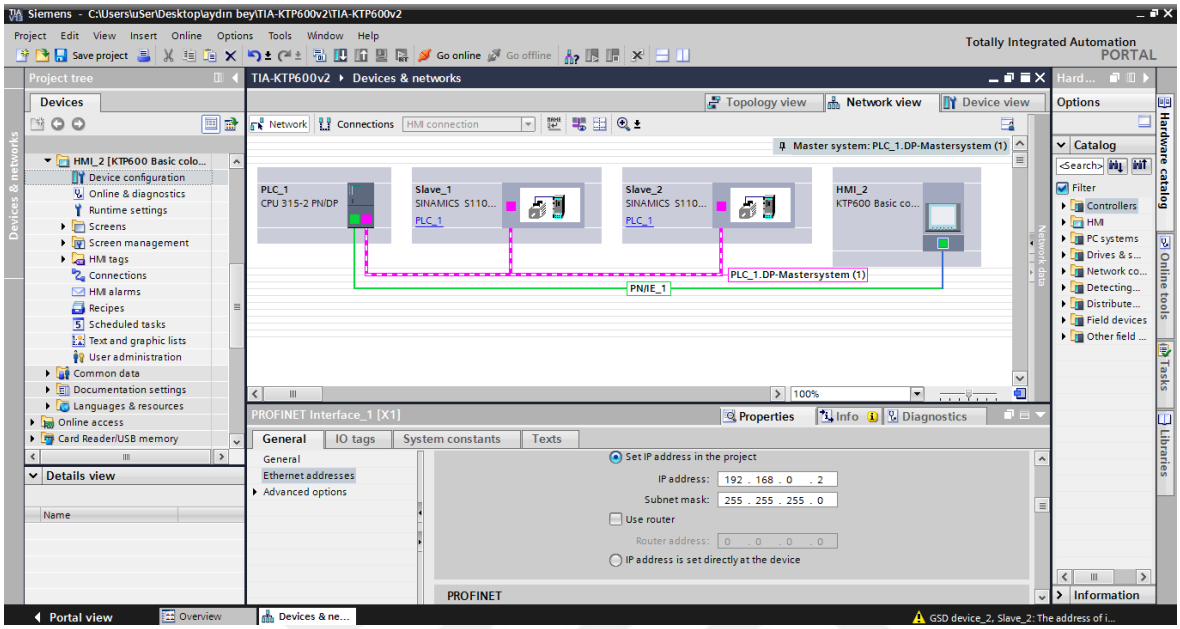
2.4. Dokunmatik Panel

Dokunmatik paneller, İnsan Makine Arayüzü (Human Machine Interface-HMI) olarak tasarlanmaktadır. Kullanım kolaylığı, sürekliliği, izlenebilirliği ve veri girişinde doğrudan global adreslere erişim, kullanıcı için kolaylıklar sunmaktadır. Şifreli giriş, bilgi güvenliği için ön planda olup, eğriler, hızlı açılır kapanır uyarı pencereleri ile kullanıcı bilgilendirilmektedir. Renkli veya mono yapıdaki ekran renklendirmesi ile nesneler görsel olarak farklı görünümlere sahip olmaktadır.

Siemens marka dokunmatik paneller yaygın olarak ProfiBUS veya ProfiNET haberleşeme protokolleri üzerinden Siemens marka PLC ler ile haberleşmektedir. TiaPORTALV13' de listede bulunan PLC' ler ve dokunmatik paneller haberleşme ağ topolojisinde birbirlerine tanıtılmaktadır. Dokunmatik panel isimlendirmesinde kullanılan DP- kıslatması ProfiBUS, PN ise ProfiNET haberleşem protokollerini desteklediklerini ifade eder.

Tez çalışmasında "KTP 600 PN basic color" modeli seçilmiştir. Resim 2.41' de haberleşme ağ topolojisi verilmiştir. ProfiNET haberleşem protokolü olması sebebiyle TCP/IP adresi olarak PLC' den farklı 192.168.0.2 atanmıştır. Alt ağ maskesi

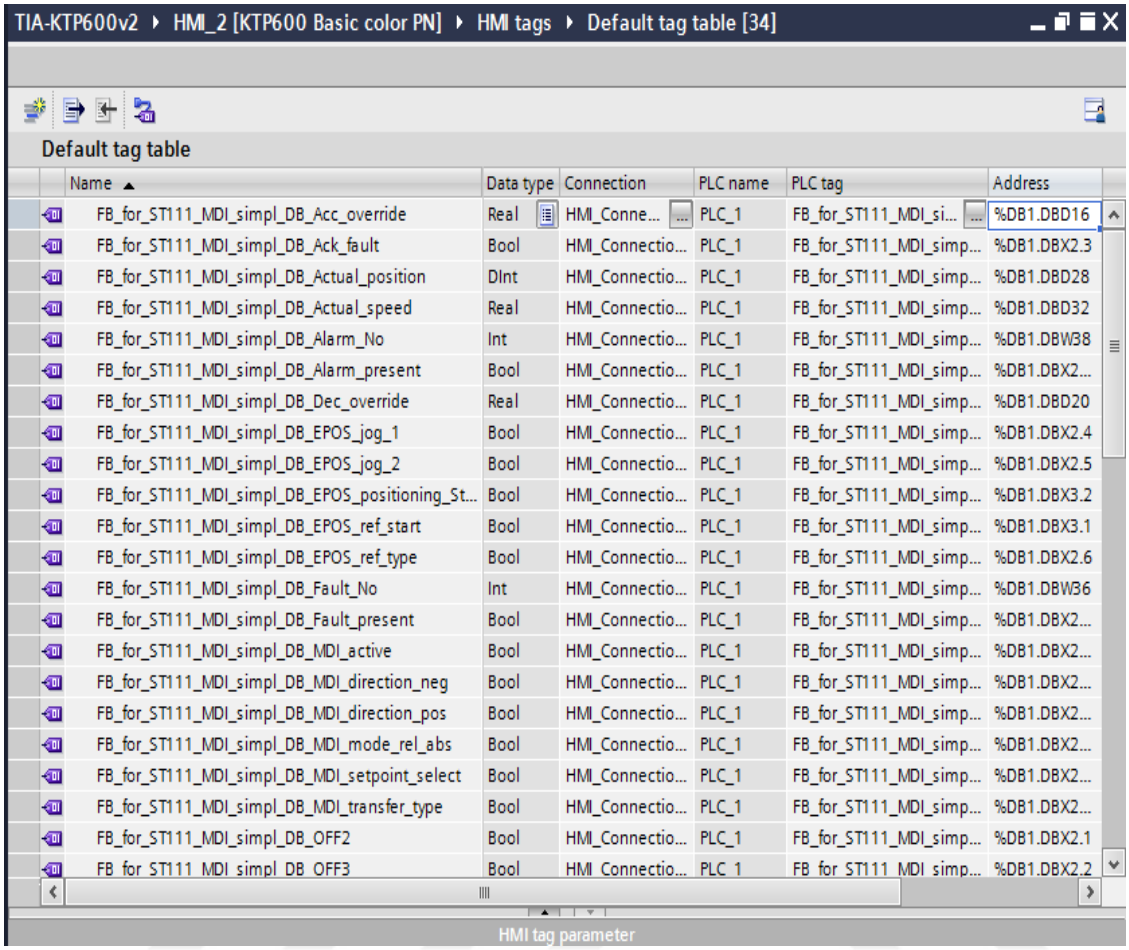
255.255.255.0’ dır. Ağ izleme ekranında kullanılan cihazlar ve haberleşme adresleri mevcuttur. CPU315-2 PN/DP PLC hem ProfiNET hemde ProfiBUS ağı desteklemektedir.



Resim 2.41. Dokunmatik panel KTP600PN ağ adreslendirmesi

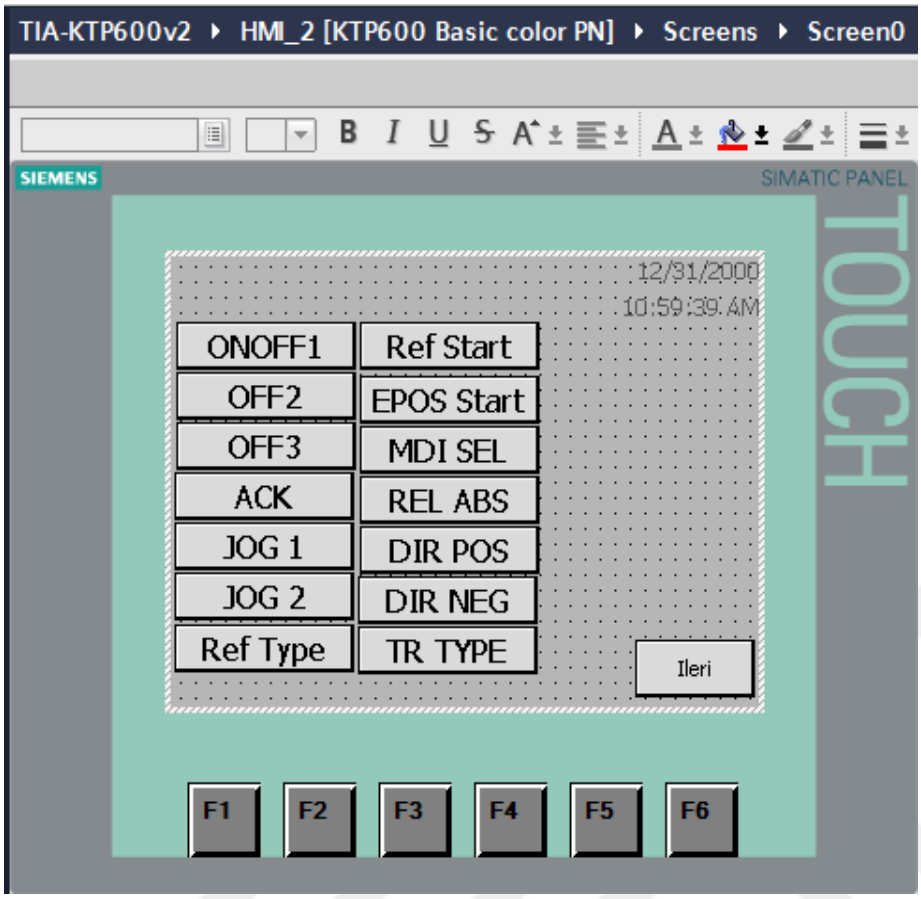
PLC ile AC servo motor sürücüsü arasında kullanılan Telegram111’ de kullanılan kontrol bit adreslerine dokunmatik panelden değer atanabilir. AC seervo motorun kontrol edilmesi için CPU315-2 PN/DP PLC’ de global değişkenler DB1 de tanımlıdır. Dokunmatik panelde bu adresler haberleşmede kullanılan değişkenler olarak tanımlanmaktadır. Resim 2.42’ de listelenen her değişken veri tipine bağlı olarak PLC yazılımında saklanmaktadır. Aynı adreslere LabVIEW yazılımdan’da değer atanmaktadır.

Telegram111’ de 12 word veri uzunluğu kullanılmaktadır. Bu veriler, bit (bool) adres, 16bit integer (Int) adres, 32 bit Double int (Dint), formatındadır. Gerçek sayı uygulaması gerektiren durumlarda özel çarpan işlemleri yapılmaktadır. Global alanda tanımlı değişkenlerde son atanan değer saklanmaktadır. Bu yüzden PLC ister dokunmatik panelden ister LabVIEW yazılımından gönderilsin değişkenlerin son durumlarını korumaktadır.



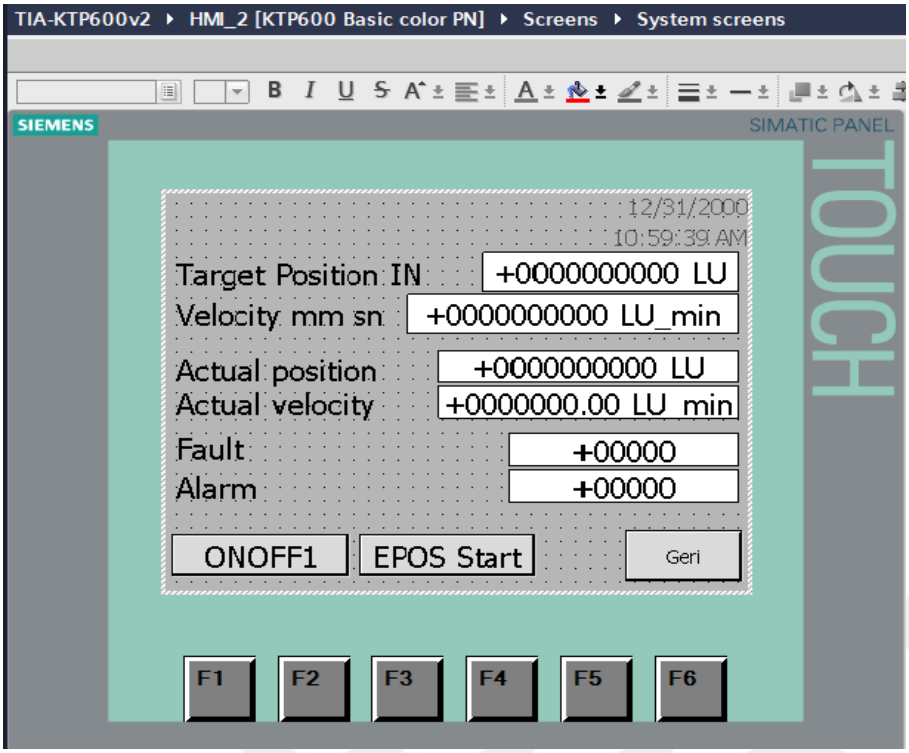
Resim 2.42. Dokunmatik panelde kullanılan global değişkenler

Bit adresler aç/kapa (ON/OFF) formatında olup kullanıcı arayüzünde değerlerin değiştirilmesini sağlamaktadır. Değer değişimi servo sürücünün çalıştırılması veya durdurulması, devir yönü değişiklik isteğini, göreceli veya mutlak hareketi, başlangıç noktasına gitme isteği gibi durumları ifade etmektedir. Resim 2.43' te her servo sürücü için hazırlanmış manuel bit adres değişknelerine görev atanmış çalışma sayfası verilmiştir.



Resim 2.43. Dokunmatik panelde bit adres değişkenlerin kullanımı

AC servo motorun hangi konuma ve hangi hızla gitmesi gerektiğini Telegram111' de tanımlanmıştır. Global alanda tanımlı değişkenin değeri veri tipine ve sayısal limit değerlerine dikkat edilerek dokunmatik panelden gönderilmesi gerekmektedir. Resim 2.44' te global alanda tanımlı değişkenler ekrana aktarılmıştır. Aynı zamanda istenen ve gerçekleşen değerler ekranda listelenerek servo motor hareketinin gerçekleşmesi izlenmektedir. Herhangi bir uyarı veya hata olması durumu ekranda sayısal değeri takip edilerek çözümlenmektedir.



Resim 2.44. Dokunmatik panelde istenen ve gerçekleşen değerlerin izlenmesi

3. KEPServerEX YAZILIMI

Endüstriyel otomasyon sisteminin en önemli bölümlerinden biri haberleşmedir. Donanımların birbirleriyle veya belli yazılımlarla haberleşmesi için farklı çözümler üretilmiştir. Bu yöntemler içerisinde en çok tercih edileni, donanımı üreten firmaların geliştirdiği sürücüler vasıtasıyla sistemlerin diğer bileşenleriyle haberleşmesidir. Bu durumda kullanılan donanımın sürücüsü, haberleşilecek diğer donanım ve yazılıma uygun olmalıdır, aksi halde haberleşme gerçekleştirilememektedir. Bu yöntem; her cihaz için farklı sürücülerin geliştirilmesi, donanımda yapılacak değişiklikler sonucu sürücüler arası uyumsuzluk gibi çeşitli problemleri de beraberinde getirmiştir. Bu sorunları gidermek amacıyla Microsoft ile anlaşmalı olarak geliştiren OPC sistemine uygun üreticilerin yazılımları, belli bir veri iletişim standardına göre şekillendirmiş, böylece ürünler arası bağlantı uyuşmazlığı da giderilmiş ve büyük bir problem çözüme kavuşturulmuştur.

KEPServerEX, bilgisayar ile çevre birimi cihazların haberleşmesini sağlayan Microsoft uyumlu yazılımdır. Bu yazılım, tek bir sunucu arayüzü kullanarak PC de proje geliştirmeyi kolaylaştırmaktadır. Arayüz, sistem tipinden bağımsızdır. Bu sayede birden fazla cihaz ile PC nin haberleşme imkanı sağlanmaktadır. Yazılım, iletişimin merkezileştirilmesine ve kullanıcı yükünün azaltılmasına olanak sağlamaktadır. KEPServerEX kullanıcıya, tekli yapılandırma metodu ve güçlü program geliştirme araçları (tool)'u sunar. Bu araçlardan OPC sunucu, farklı cihazlarla haberleşmede benzersiz uyumluluk ve performans sağlar. Windows tabanlı çalışması sebebiyle 32 veya 64 bit sunucu uygulamasında çok çeşitli endüstriyel cihaz ve sistemlerden veri ve bilgileri bilgisayardaki alıcı (client) uygulamasına taşınır [22]. KEPServerEX' de haberleşme yapılacak OPC tipi seçilir. Seçilen haberleşme protokülüne cihaz eklenir. Cihazda okuma yazma yapılacak değişkenler ayarlanır. Değişken tipleri önemli olup işaretli veya işaretsiz adres kullanımına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Değişken tipi parametresi fiziksel bir parametredir ve değişken (tag)'in veri biçimini belirtmek için kullanılır. Bu parametre iletişim sürücüsü tarafınadan okunur ve bir aygıta veri yazmak için kullanılır. Birçok sürücü için, verilerin belirli bir parçasının veri türü katı sabittir ve sürücüsü olması gerekir. Bazı durumlarda ise, cihazın verilerin yorumlanmasında kullanılır. Birçok kayıt tabanlı cihazlar da, değerlerini destekleyen Word veya DWord değişken tipi kullanılmaktadır. Kullanıcıların nasıl bu değişken (tag) için veri

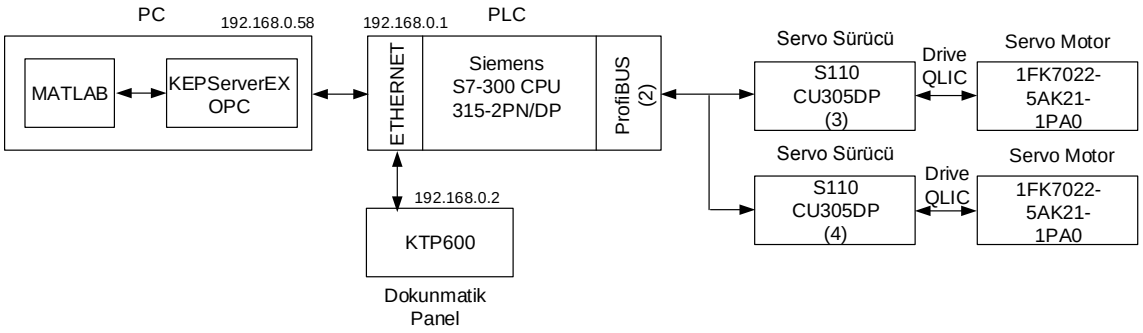
okuması gerektiğini, uygun veri türünü seçerek söylemesi gerekir. Sürücü veri formatını seçerek yönetir. Alıcı, erişim parametresi tag'ı salt okunur veya okuma / yazma olup olmadığını belirtmek için kullanır. Salt okunur seçerek, kullanıcılar bu tag'da yer alan verileri değiştirmesini ve istemci uygulamalarını engelleyebilir. Okuma seçerek, kullanıcıların gerektiği gibi istemci uygulamalarına izin verir. KepserverEX de olduğu gibi birçok OPC alıcı (client) uygulamalası, kullanıcıların özelliklere göre tag'ları filtreleme olanağı tanır.

Tarama parametresi, OPC olmayan sistemlerde güncelleştirme aralığını belirtmek için kullanılır. OPC sistem verilerinin tüm parçası olan güncelleme oranı kullanarak, tarama hızını kontrol eder. Tarama hızı, sunucunun güncelleme hızını belirtmek için ve kullanıcıların gerekli olan bant genişliği ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılır. KepserverEX de kullanıcı bu ayarları manuel yapabildiği gibi otomatik olarakta tanımlanabilmektedir.

3.1. KEPServerEX de Haberleşme

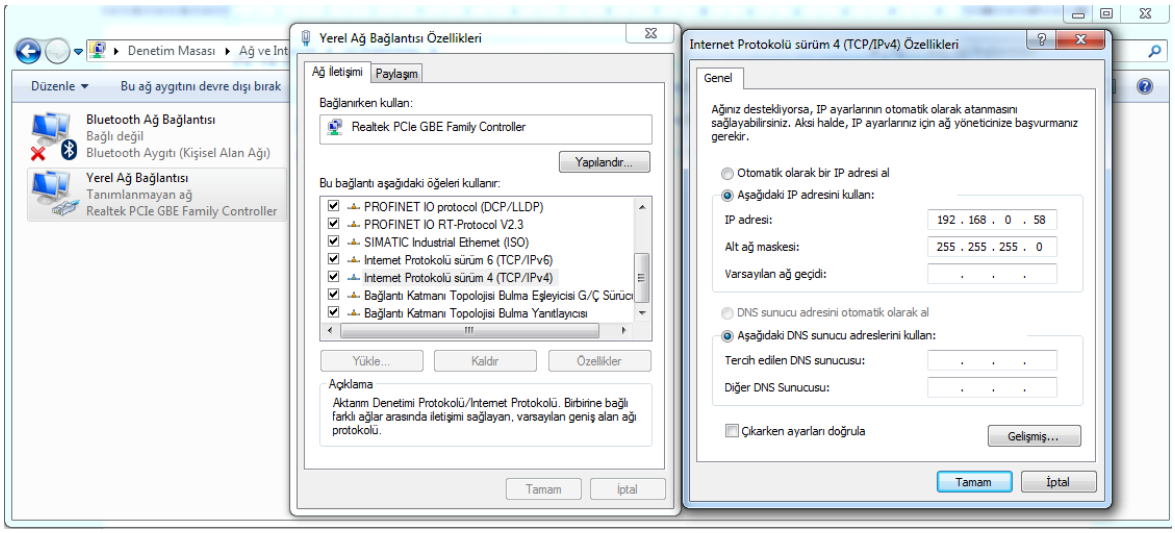
KEpserverEX programı, PC ile çevre donanımları arasında veri iletişimi sağlayan OPC yazılımıdır. Çevre donanım olarak yaygın şekilde PLC kullanılmaktadır. PC ve PLC haberleşmesinde cihaz modeline göre haberlşeme protokolü oluşturma imkanısağlar. Hızlı ve fiber donanımlı haberleşme sistemi ile uzak mesafelerde de bağlantıda kopma olmaksızın haberleşme sunar. KEpserverEX programında zengin kütüphaneye sahip olup birçok PLC markasını desteklemektedir.

KepserverEX' de haberleşme protokolüne göre proje oluşturulur. Tez çalışması için Ethernet protokolü esas alınmıştır. Yazılım konfigürasyonu ve haberleşme ayarları bu bağlanmda anlatılmıştır. Şekil 3.1' de tez çalışmasında kullanılan genel haberleşme mimarisi verilmiştir.



Şekil 3.1. Sistem haberleşme mimarisi

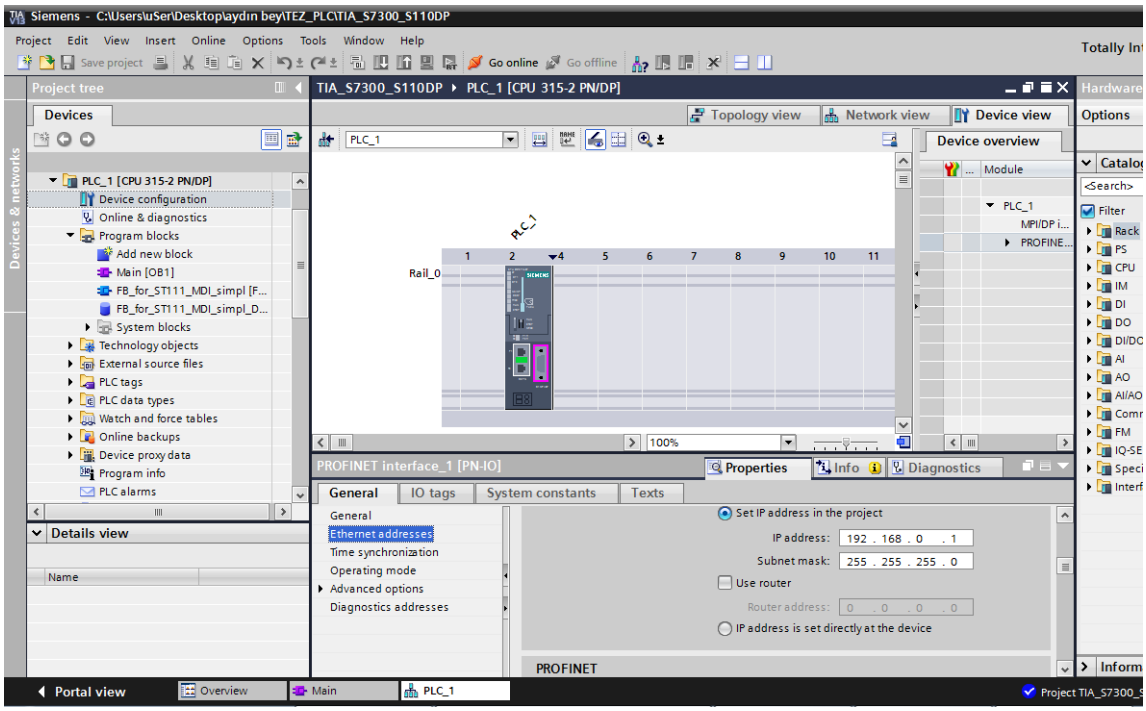
PC ve PLC arasında haberleşmesinin sağlanması için her iki taraftada IP adreslerinin doğru projelendirilmesi gerekir. Bilgisayar Ağ ayarları kısmında bağdaştırıcı ayarlarında bulunan Yerel Ağ Bağlantısı sekmesinde Internet Protokol Sürüm 4 (TCP/IPv4) ayarları, ağda çakışma olmayacak şekilde Resim 3.1' deki gibi yapılır. Yapılan adres ataması PC tarafında 192.168.0.58 olarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.1' de sistem haberleşme mimarisinde kulanılan PLC ve dokunmatik panel adreslerinin dışında PC adresinin seçilmesi gerekir. PC tarafında seçilen adres KEPServerEX yazılımında sabit haberleşme adresi olarak kullanılmaktadır. Proje oluşturulduktan sonra bilgisayar IP adresi değiştirildiğinde KEPServerEX yazılımı cihaz ile bağlantı kuramamaktadır. Bu yüzden proje oluşturulan PC de IP adresi değiştirilmemelidir.



Resim 3.1. PC için Ethernet IP adresi ayarı

PLC' de Ethernet ağ adres yapılandırması PC deki gibi projeye uygun yapılması gerekir. TiaPORTAL V14' de donanım ayarları kısmında PLC üzerinde bulunan Ethernet Ağ

Adresi 192.168.0.1 olarak Resim 3.2' deki gibi ayarlanır. Alt ağ adresi (subnet mask) 255.255.255.0 olarak atanarak PC-PLC ve PLC-Dokunmatik Panel haberleşmesine imkan sağlar. PLC üzerinde çift Ethernet portu bulunmaktadır. Her iki portta aynı IP adres üzerinden farklı cihazlara bağlanma imkanısağlar. PLC üzerinde çift Ethernet portu olması kapalı ağ uygulamlarına imkansağlar. Ağ kablosunda kopma olsa bile her iki portan cihazlara erişim aktif olarak sağlanmaktadır.



Resim 3.2. PLC için Ethernet IP adresi ayarı

KEPServerEX yazılımı LabVIEW ile PLC arasında veri transferinde kullanılmaktadır. PLC, LabVIEW programından gelen emir ve konum bilgilerine uygun olarak AC servo motorların çalıştırılmasını sağlamaktadır. Servo sürücü üzerinde bulunan dijital giriş ve çıkış adresleri ile kontrol metoduna bağlı olarak motor hareketi kontrol edilmektedir. Servo motor üzerinde bulunan enkoderden okunan gerçek konum ve servo sürücü durum bilgileri gerçek zamanlı olarak PLC den tekrar aynı haberleşme protokolü ile LabVIEW' e aktarılmaktadır. Verilerin aktarılması için değişkenlerin PLC tarafında global olması gerekir. PLC de kullanılan alt döngü değişkenlerine KEPServerEX yazılımında erişim sağlanamamaktadır.

PLC tarafında global değişkenler oluşturulduktan sonra KEPServerEX yazılımında konfigürasyon değişkenlere göre proje oluşturulur. Değişken(tag) isim parametresi,

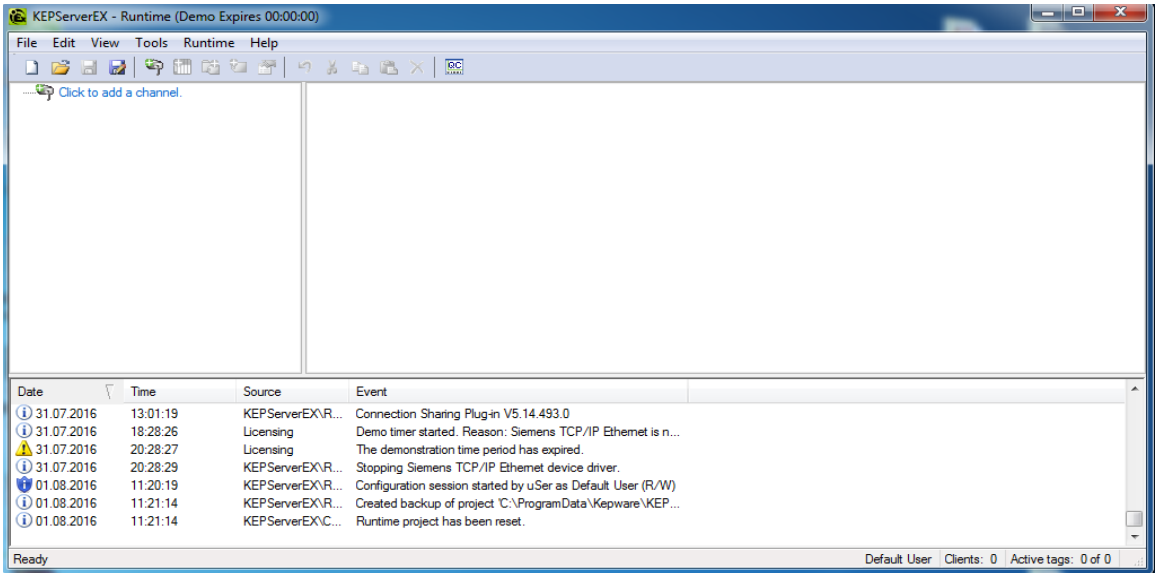
değişkenden elde edilen verileri bir sıraya koymak için kullanılır. Değişken adının uzunluğu en fazla 256 karakter olabilir. OPC sunucusu etiket adı, OPC değişken adlarının bir parçasıdır ve belirli bir cihaz için özel olmalıdır. Adres parametresi, değişkenin istenen sürücü adresine gitmesi için kullanılır. Adres uzunluğu 128 karakter olabilir. Bir adres girildikten sonra, test edilebilir sürücü ile adresini doğrulamak için kullanılır.

3.2. KEPServerEX' de Proje Oluşturma

KEPServerEX yazılımında proje oluştururken işlem basamağı olarak 4 temel işlem tamamlanır. Bu işlem basamakları sıralanacak olursa;

- Sunucuyu başlat
- Kanal oluştur
- Cihaz oluştur
- Tag'ları otomatik oluştur veya el ile ekle

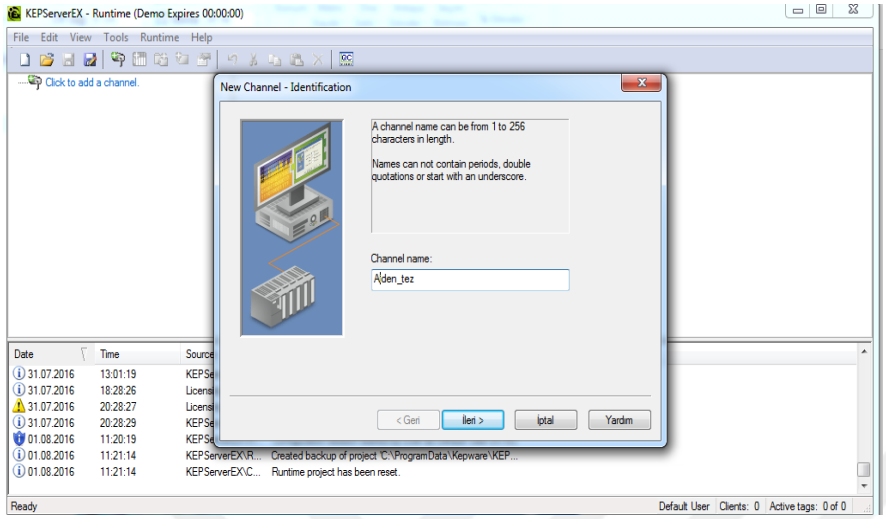
Yeni proje oluşturmada ilk adım sunucunun yani KEPServerEX yazılımının çalıştırılması ile başlar. Yazılım çalıştırıldığında boş bir proje açılır (Resim 3.3). Açılış sayfası iki pencere ve üst menülerden oluşmaktadır. Pencereler projenin alt işlem basamakları ve değişken tanımlamaları için kullanılmaktadır.



Resim 3.3. KEPServerEX yazılım arayüzü

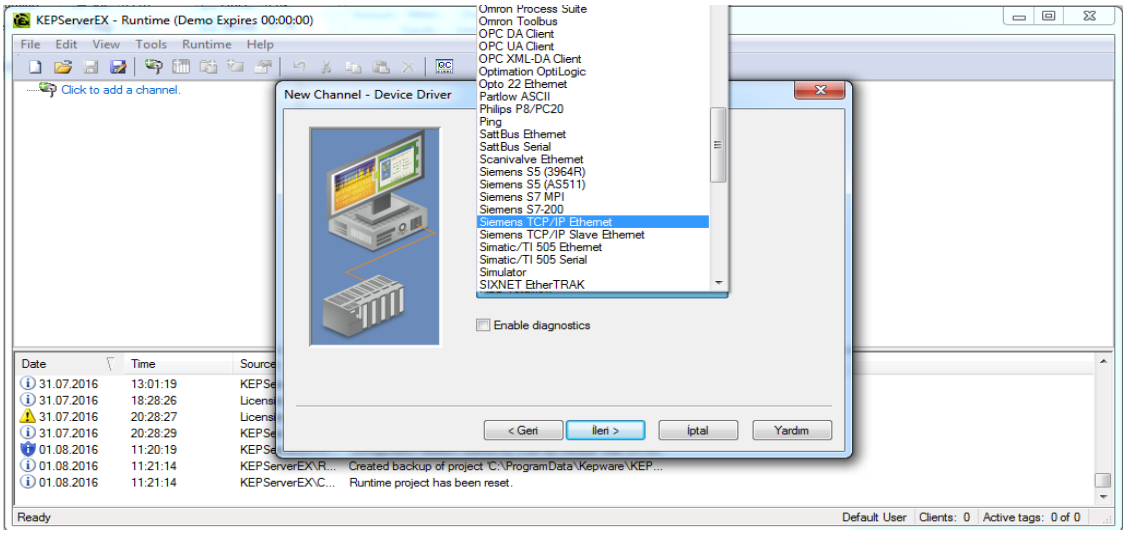
Açılış sayfasında projeye eklenecek Kanal (Channel) adresi oluşturulur. İlgili ikon aktifleştirildiğinde yeni bir pencere açılarak aktif alana kanal ismi yazılır (Resim 3.4).

İsimlendirme maksimum 256 karakterden oluşabilir. Karakter olarak İngilizce harf ve tam sayı rakamların kullanılması gerekmektedir.



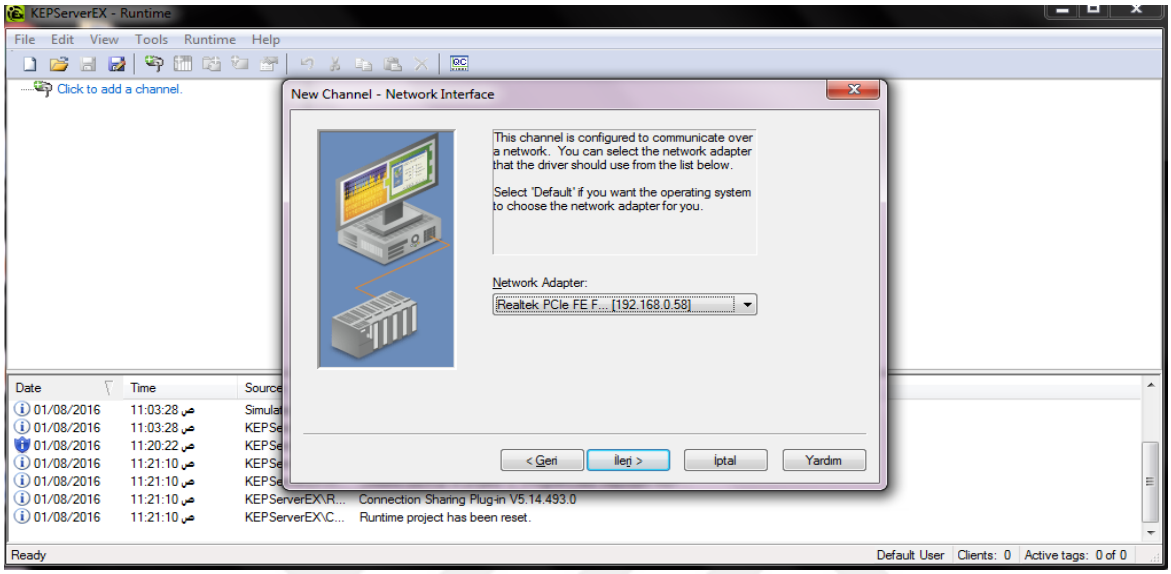
Resim 3.4. KEPServerEX yazılımda kanal ismi oluşturma

Kanal ismi oluşturma işlemi tamamlandıktan sonra ileri tuşu ile yeni bir pencere açılır. Açılan pencerede oluşturulan OPC kanalında haberleşme gerçekleştirlecek cihaz seçimi yapılır. Aynı firmanın farklı cihazları olabilir, her cihaz farklı haberleşme protokolü ile çalışabilir. RS 232, RS 485 veya Ethernet listede bulunan cihaza göre değişmektedir. Tez çalışması için cihaz seçimi listede bulunan Siemens TCP/IP Ethernet olarak seçilmiştir. Resim 3.5' te seçilen Ethernet protokolü S7-300, S7-400, S7-1200 ve S7-1500 için aynıdır. İlerleyen konfigürasyon sayfalarında PLC modeli tercihi tekrar sorulmaktadır.



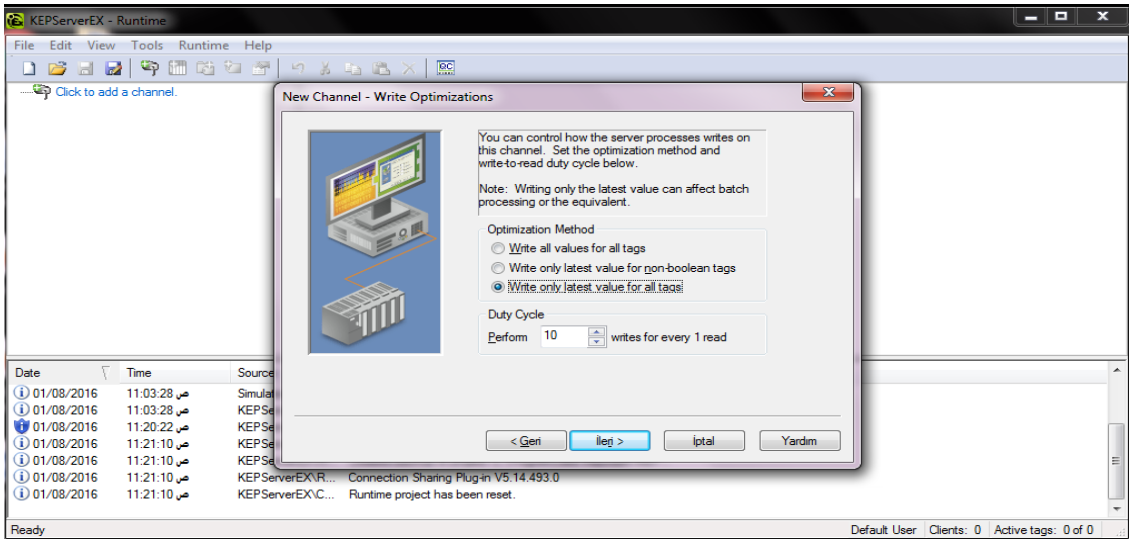
Resim 3.5. KEPServerEX yazılımda cihaz seçme

Projede cihaz tipi seçildikten sonra haberleşme arayüzünün hangi Ağ adaptörü üzerinden sağlanacağı sorgulanmaktadır. Resim 3.1' de verilen PC için Ethernet IP adresi ayarı sayfasında tanımlı Ethernet kartı ve ağ adresi seçilir (Resim 3.6).



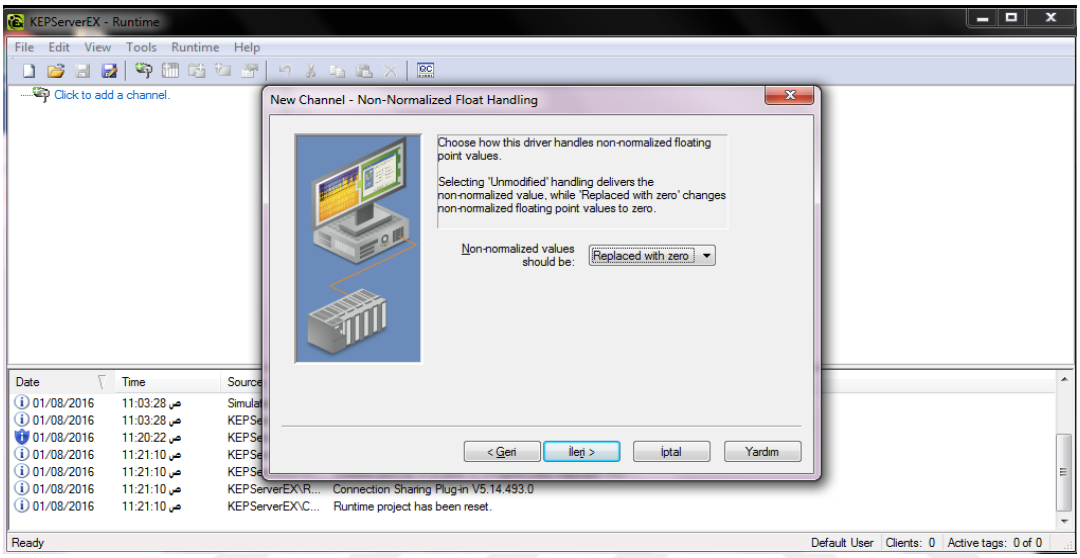
Resim 3.6. KEPServerEX yazılımda ağ adaptörü seçimi

Değişkenlerin sunucuda yazma optimizasyonu birsonraki konfigürasyon adımıdır. Seçenekler içerisinde tüm değerleri tüm değişkenlere yaz, bit adres olmayan değişkenlerin son değerlerini yaz veya son değerlerini tüm değişkenlere yaz seçenekleri bulunmaktadır. PLC' den gelen son değerler ilgili değişkenlere yazılması SCADA uygulamalarında tercih edilmektedir (Resim 3.7)



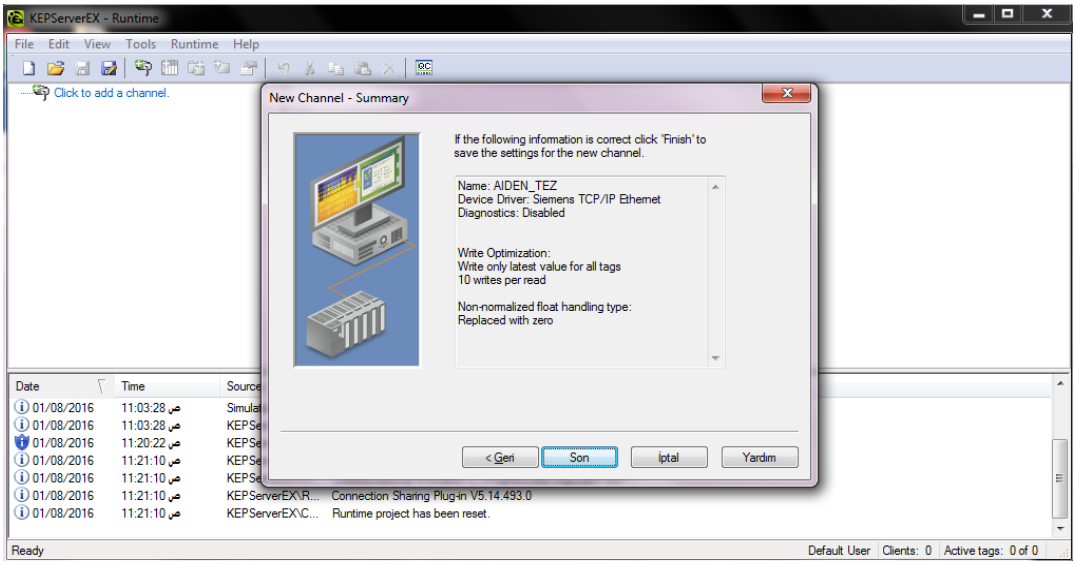
Resim 3.7. KEPServerEX yazılımda yazma optimizasyonu

Kanal ayarlarında virgüllü değişkenler içinde konfigürasyon gerekmektedir. OPC sunucuda, uzak cihazdan okunacak virgüllü sayı dönüştürülemez bir formatta ise değişkenin son değerine atanacak sayı Resim 3.8' de konfigürasyon sayfasında optimize edilir. Bilinmeyen virgüllü veya standartlara uygun olmayan virgüllü bir sayı için sıfır değerlik atanması seçenekler arasındadır.



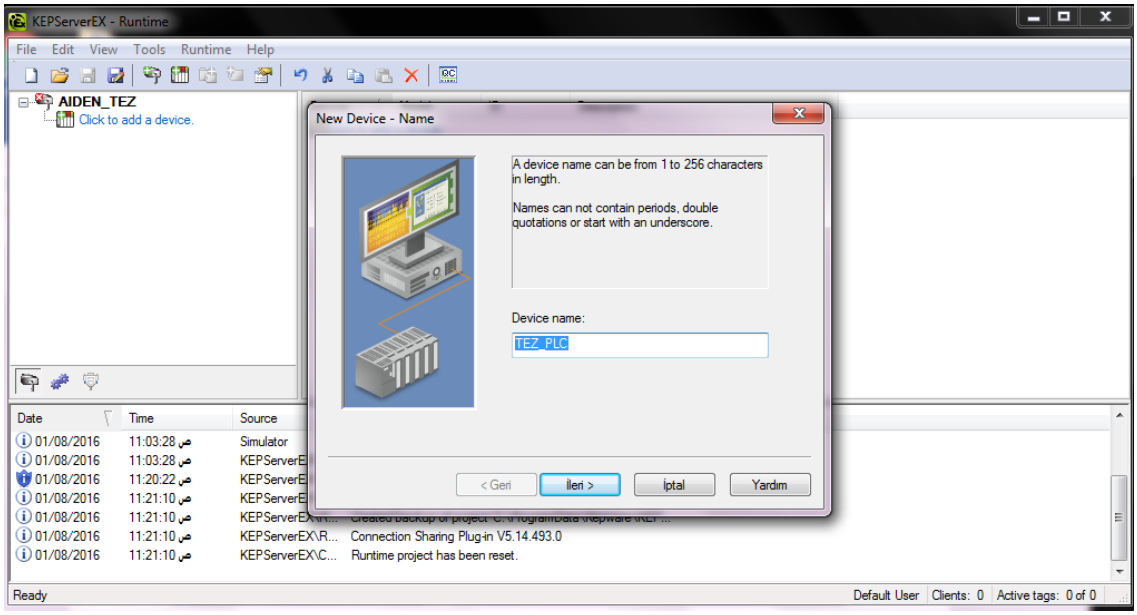
Resim 3.8. KEPServerEX yazılımda virgüllü sayı optimizasyonu

Optimizasyon işlemleri tamamlandıktan sonra yeni Kanal oluşturma sonlanır. Son onay penceresinde oluştrulan Kanal ın temel özeti ekranda listelenir. Resim 3.9' da verilen onay sayfası ile birlikte Sunucu da Kanal oluşturma tamamlanır.

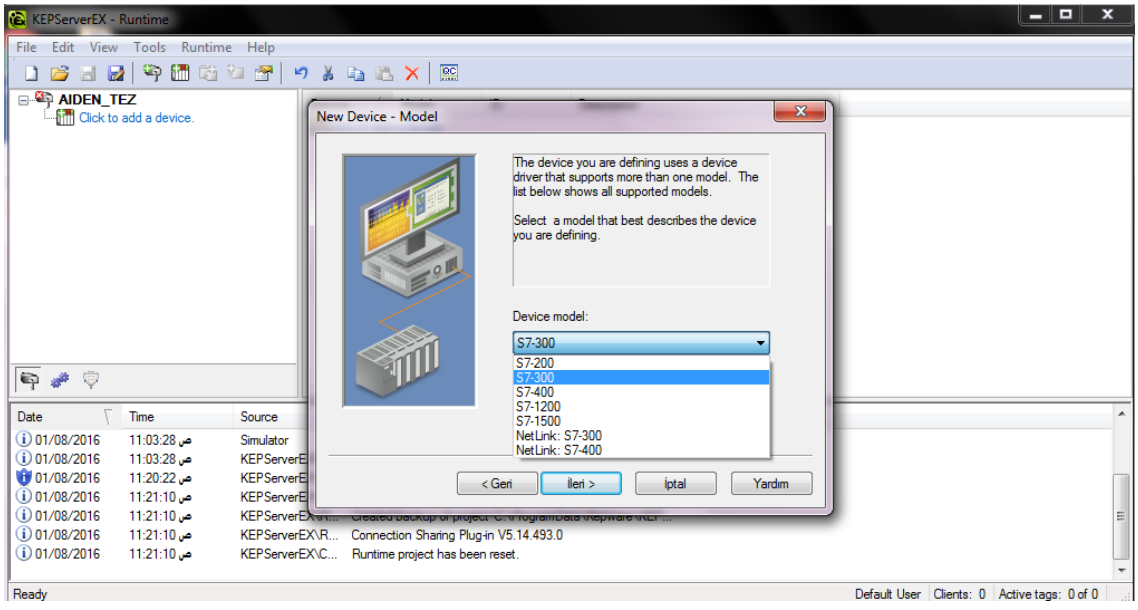


Resim 3.9. KEPServerEX yazılımda kanal oluşturma onayı

KEPServerEX programında Sunucu ya ait Kanal oluşturulduktan sonra Cihaz tanımlanır. Yeni cihaz ekle sekmesi çalıştırıldığında Resim 3.10' da verilen açılış sayfasında cihaz isimlendirme penceresi açılır. Cihaz ismi yazıldıktan sonra ileri tuşu ile diğer parametreler tanımlanır. Cihaz adı konfigürasyonda tanımlandıktan sonra Cihaz modeli sayfası açılır. Sunucu da tanımlanan haberleşme protokolünün çalıştırılacağı cihaz listeden seçilir. Siemens ailesinde aynı aile için bir model işaretlenir. S7-300 ailesine ait tüm PLC modelleri tek bir seçenekte işaretlenmiştir (Resim 3.11).

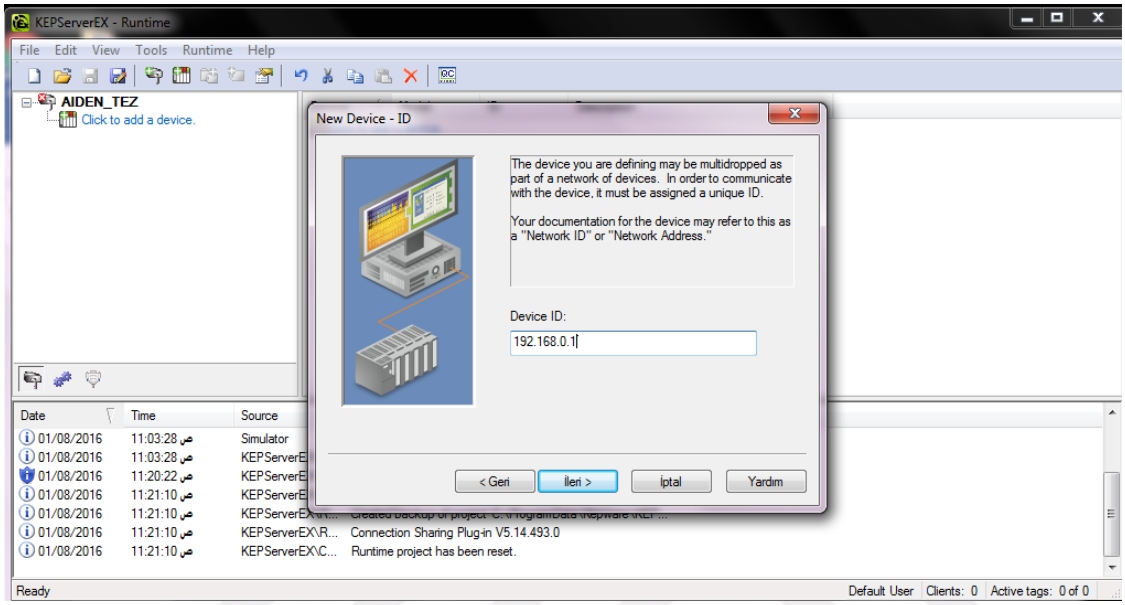


Resim 3.10. KEPServerEX yazılımda cihaz ismi atama



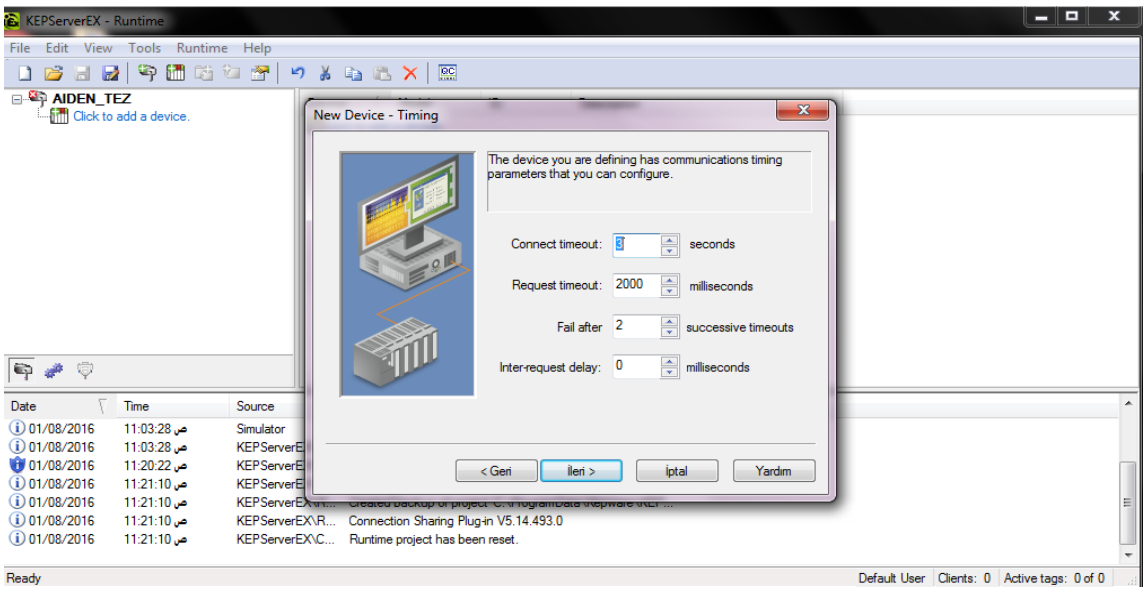
Resim 3.11. KEPServerEX yazılımda cihaz modeli belirleme

Cihazın modeli belirlendikten sonra erişim IP adresi sorgulanmaktadır. Bir sonraki adımda PLC donanım sayfasında atanan IP adresi Cihaz ID si olarak tanımlanır. 192.168.0.1 PLC ye atanmış Ethernet port adresi Cihaz ID olarak tanımlanır (Resim 3.12). PLC IP adresi proje çalıştırıldığı süre boyunca değiştirilmemesi gerekir.



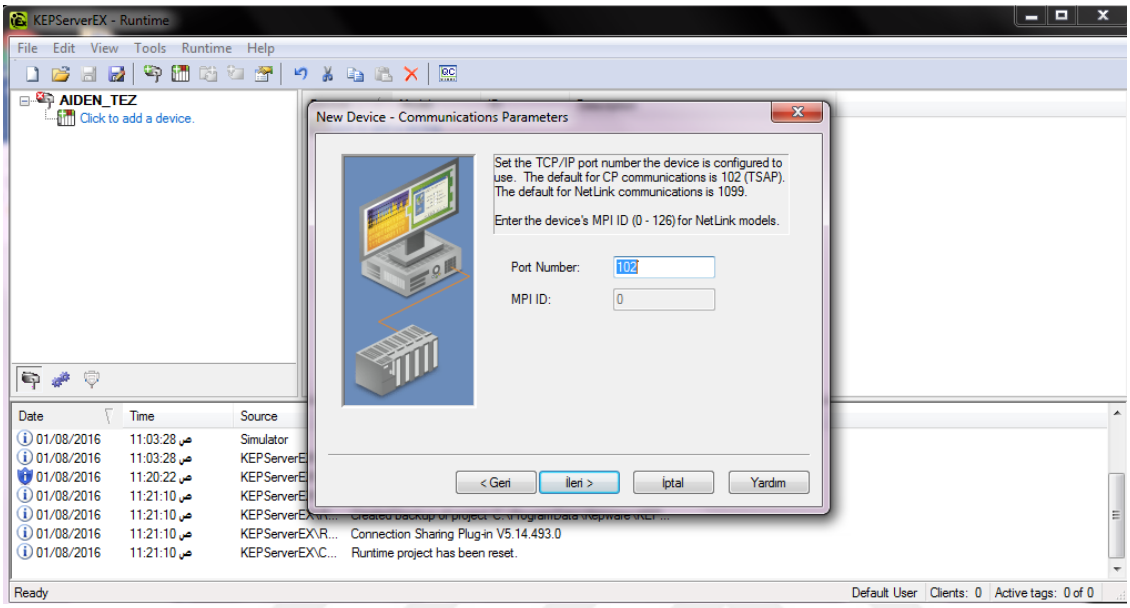
Resim 3.12. KEPServerEX yazılımda cihaz ID adresi atama

Haberleşme süre parametreleri ayarlanır. Bağlantı kurma, bağlantıdan kopma, tekrar bağlanma ve dahili istek gecikmesi gibi durumların sonrasında beklem süreleri ayarlanır (Resim 3.13).



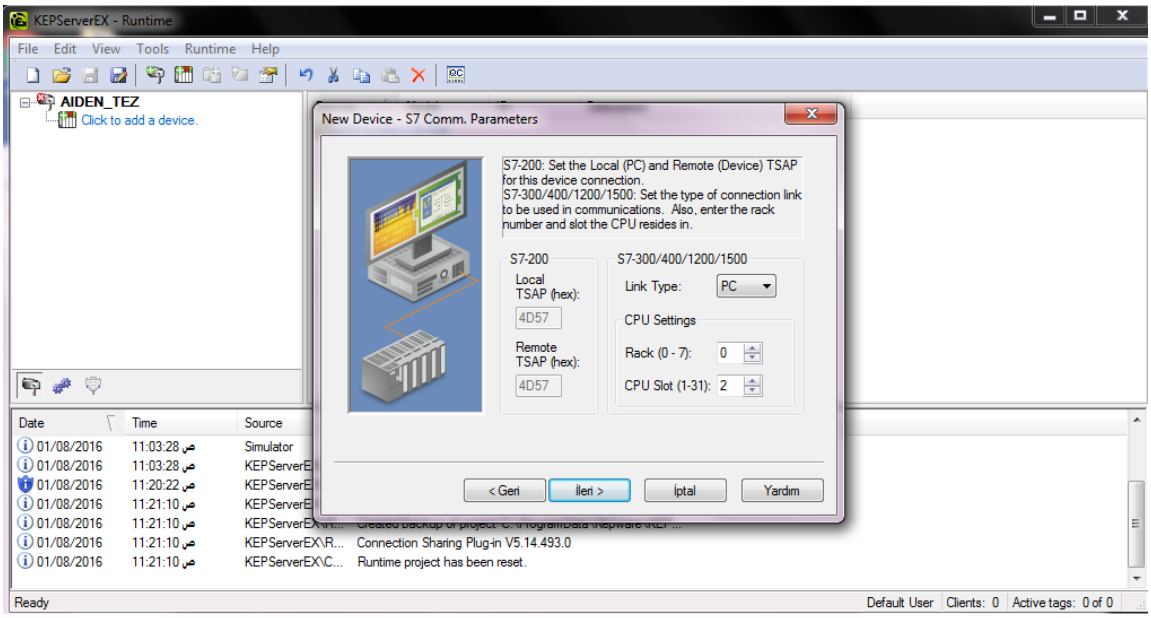
Resim 3.13. KEPServerEX yazılımda zamanlama konfigürsyonu

Cihaz' a ait Taşıma Hizmetleri Erişim Noktası (Transport Services Access Point-TSAP) ayar sayfasında TCP/IP için kullanılacak port numarası atanır. Siemens için bu parametre 102' dir (Resim 3.14).



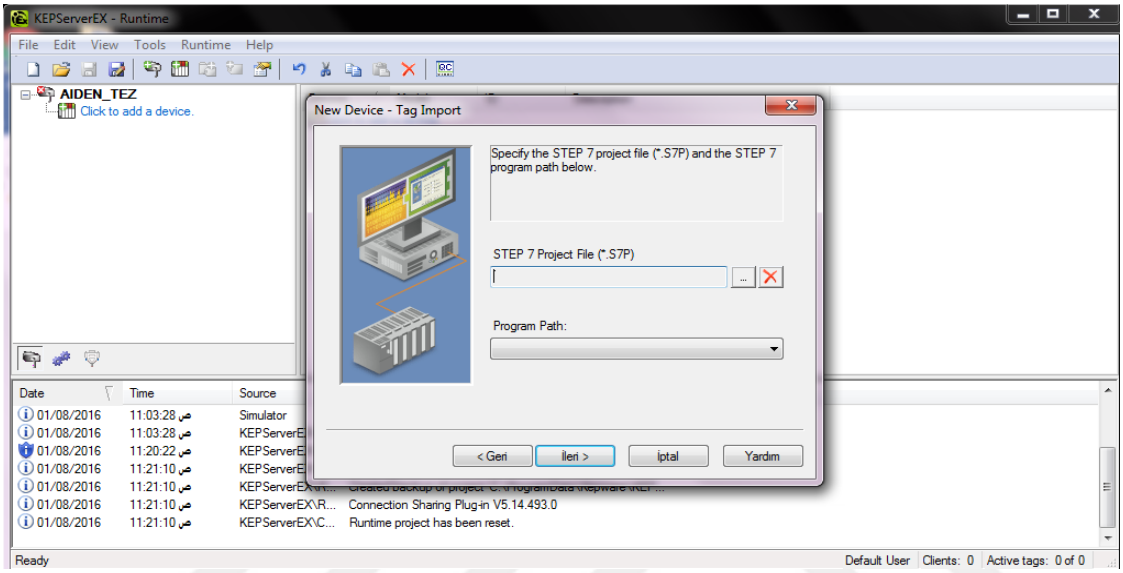
Resim 3.14. KEPServerEX yazılımda port numarası atama

Haberleşme parametreleri atanırken PLC nin donanım konfigürasyonunda bulunduğu ray ve slot adresleri Taşıma Hizmetleri Erişim Noktası (TSAP) a tanımlanır (Resim 3.15).



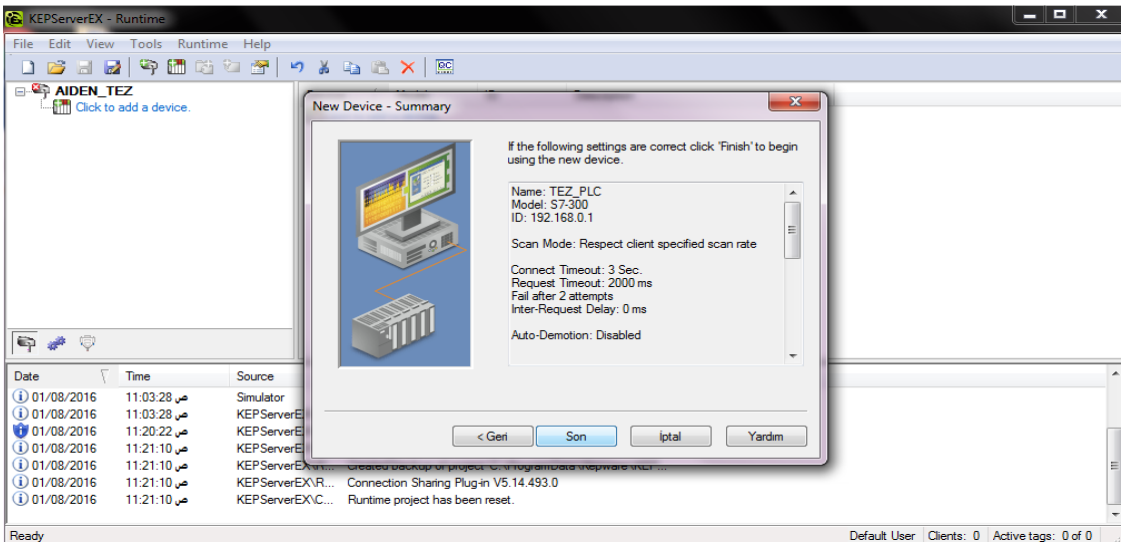
Resim 3.15. KEPServerEX yazılımda haberleşme parametreleri

Cihaz için projede kullanılacak değişkenler projeden çağrılabilir veya daha sonradan tanımlanabilir. S7P uzantılı proje dosyasında değişkenler Bit, Byte, Word, Dword, Real tipinde oabilir. Dikkat edilecek husus Word-Int ve Dword-Dint değişken tiplerinde sayısal değerlikler değişmektedir. Resim 3.16' te verilen hazır proje değişkenleri çağırma kullanıcı tercihine bırakılmıştır.



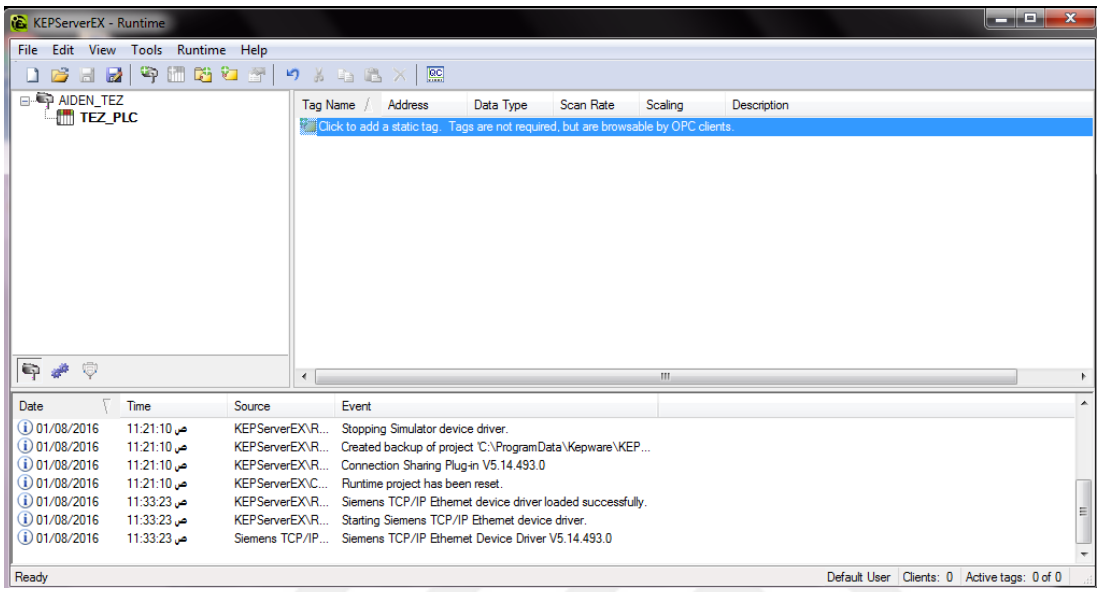
Resim 3.16. KEPServerEX yazılımda değişkenleri projeye transfer etme

KEPServerEX yazılımında Cihaz tanımlama süreci tamamlandığında ekranda Resim 3.17'de özet bilgilendirme çıkar ve onay ile birlikte Cihaz Kullanılacağı Kanal da tanımlanır.



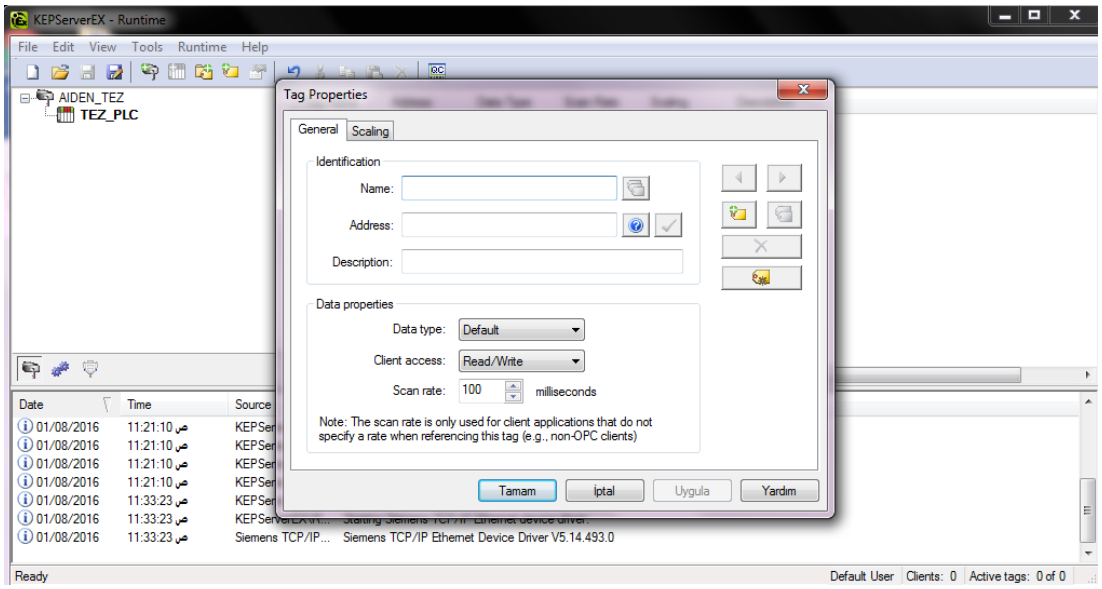
Resim 3.17. KEPServerEX yazılımda cihaz konfigürasyon tamamlama

Cihaz tanımlandıktan sonra projede kullanılacak değişkenlere ait seçim sayfası ekrana gelir. Projede kullanılacak her değişken ilgili ekleme ikonu aktifleştirilerek tanımlanır. Grup değişkenler veya genel değikenler kütüphanesi oluşturulabilir (Resim 3.18).

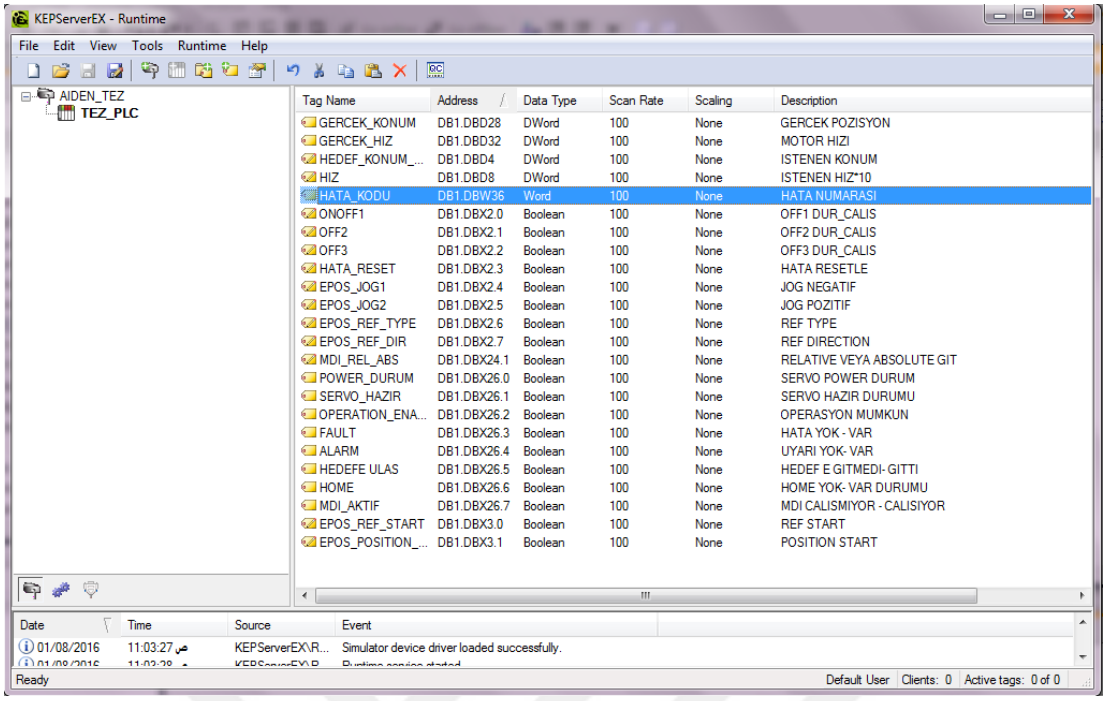


Resim 3.18. KEPServerEX yazılımda değişken ekleme sayfası

Değişkenler tanımlanırken değişken ismi, değişken adresi ve açıklaması ilgili boşluklara Resim 3.19'da yazıldıktan sonra veri tipi ve kullanım amacı tanımlanır. Bazı değişkenler yazma, bazıları ise okuma için yada herikisi birlikte ise yazma/okuma amaçlı kullanılır. Tez çalışmasında kullanılacak değişkenlere ait örnek liste Resim 3.20' de verilmiştir.

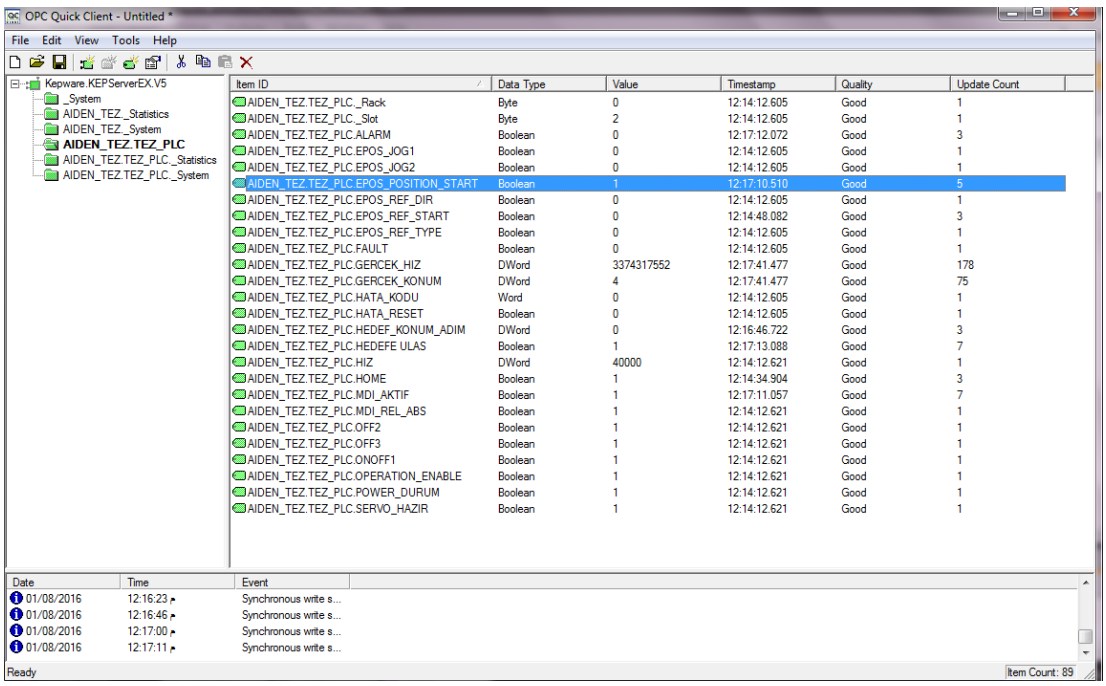


Resim 3.19. KEPServerEX yazılımda değişken tanı sayfası



Resim 3.20. KEPServerEX yazılımda örnek değişken tanımlama

Değişkenler tanımlandıktan sonra ekranda “on-line” ikonu aktifleştirildiğinde PLC’ den okunan gerçek değişkenler ekranda listelenir (Resim 3.21). Yazma adresinde değiştirilen değer PLC’ ye aktarılır. Listede bulunan bu değerler LabVIEW yazılımında erişilecek değişkenler olarak listelenir.



Resim 3.21. KEPServerEX yazılımda değişkenleri izleme

4. LABVIEW YAZILIMI

Geleneksel programlama dillerindeki komut veya değişkenlerin satırlarca yazılmaktadır. Görsel programlamada, yapılmak istenen işlem için kullanılabilir sanal enstrümanların (VI) blok diyagrama yerleştirilip, veriyi iletecek bağlantılar oldukça kolayca oluşturulmaktadır. LabVIEW, veri işleme ve izlenmesinde kullanılan ve program destek paketlerinde bulunan sunucu erişimi fonksiyonları sayesinde bilgisar dış dünya erişimi sağlar.

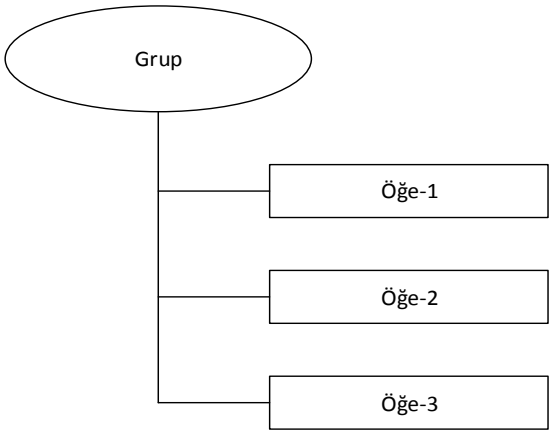
LabVIEW yazılımı değişik PLC cihazlarıyla ve farklı haberleşme yöntemleriyle bilgisayarın haberleşmesini sağlar. Proses kontrol için OLE (Object Linking and Embedding-OLE) kontrol cihazları ve insan-makine arayüzü arasında gerçek zamanlı verilerin aktarılmasını gerçekleştirir.

LabVIEW programı, kullanıcı ara yüzü olan ön panel ve blok diyagramdan oluşur. Ön panel, LabVIEW ile oluşturulacak uygulama için sisteme değerler girilmesine ve çıkışların görülmesine yardımcı olur. Blok diyagram ise ana işlemlerin yapıldığı kısımdır. Ön panelde bir taraftan kontrol sağlanırken, diğer taraftan blok diyagramda sanal enstrümanlar kullanılmaktadır [23].

4.1. LABVIEW' de OPC Yapısı

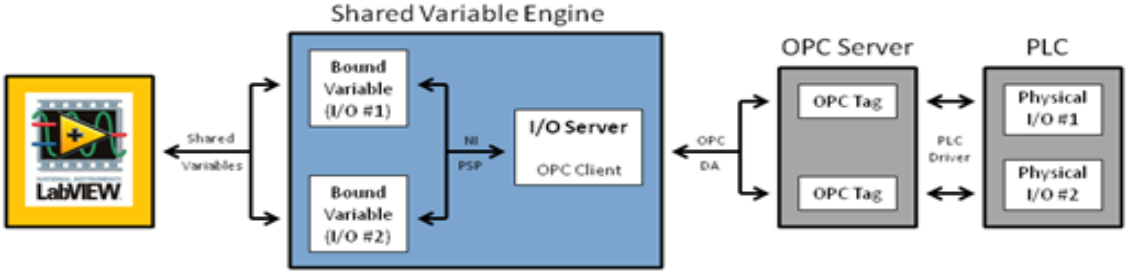
OPC temel kavramı, veri yazma ya da okuma için sunucu ile iletişim kuran bir OPC Sunucusu ve bir veya daha fazla OPC istemciden oluşmaktadır. OPC çeşitli nesnelerden oluşmakta olup bunlar; sunucu, grup ve öğelerdir.

OPC sunucu nesnesi, sunucusu hakkında bilgi tutar ve OPC grup nesneleri için bir merkezi olarak hizmet vermektedir. OPC grubu nesnesi, kendisi hakkında bilgi tutar ve OPC öğeleri düzenlemek için bir mekanizma sağlar. OPC de bir sunucu bulunurken birden fazla grup ve öğeden oluşabilir. OPC gruplar istemciler için verileri düzenlemek için bir yol sağlar. Örneğin, grup belli bir operatör ekranının veya rapor öğeleri temsil edebilir, bu sayede veri okuma ve yazılma gerçekleştirilebilir. Şekil 4.1' de bir grup ve alt öğelerine ait yapı verilmişir.



Şekil 4.1. Grup-öğe yapısı

OPC Öğeler sunucu içindeki veri kaynaklarına bağlantıları temsil etmektedir. OPC Öğe , özel arayüz açısından bir OPC istemci tarafından bir nesne olarak erişilemez. Bu nedenle , bir OPC Öğe için tanımlanmış hiçbir dış arabirimi yoktur. OPC öğelerine tüm ulaşım OPC grup nesnesi ile olur ki bu nesne OPC öğelerinden oluşur veya basit OPC öğesi olarak tanımlanır. Her bir öğe ile ilgili değer (value), kalite (quality) ve zaman bilgisi(time stamp) vardır. Öğeler veri kaynağı değillerdir aksine öğeler sadece veri kaynaklarına bağlantıları vardır. OPC öğe sadece veri adresini belirten, gerçek fiziksel kaynağı belirtmeyen adresler olarak düşünülmelidir.National Instruments OPC Sunucular, yeni iletişim protokolleri veya uygulamaları öğrenmeye zaman kaybetmeden, birden fazla cihaz ile iletişim kurmak için tutarlı bir arayüz sağlamaktadır. NI OPC Sunucular ve LabVIEW kombinasyonu hem yeni hem de mevcut endüstriyel sistemlerde kullanılan yüksek performans ölçümlerini ve kontrolünün sağlanması gerçekleştiren platform sağlamaktadır. NI OPC sunucuları, PLC , PAC ve akıllı sensörler ile tam teşekküllü HMI / SCADA sisteminin geliştirilmesi sağlamak için LabVIEW Datatutma ve Denetleme Kontrolü (Datalogging and Supervisory Control DSC) Modülü OPC istemcisi aracılığıyla bağlanmasını sağlamaktadır (Şekil 4.2).

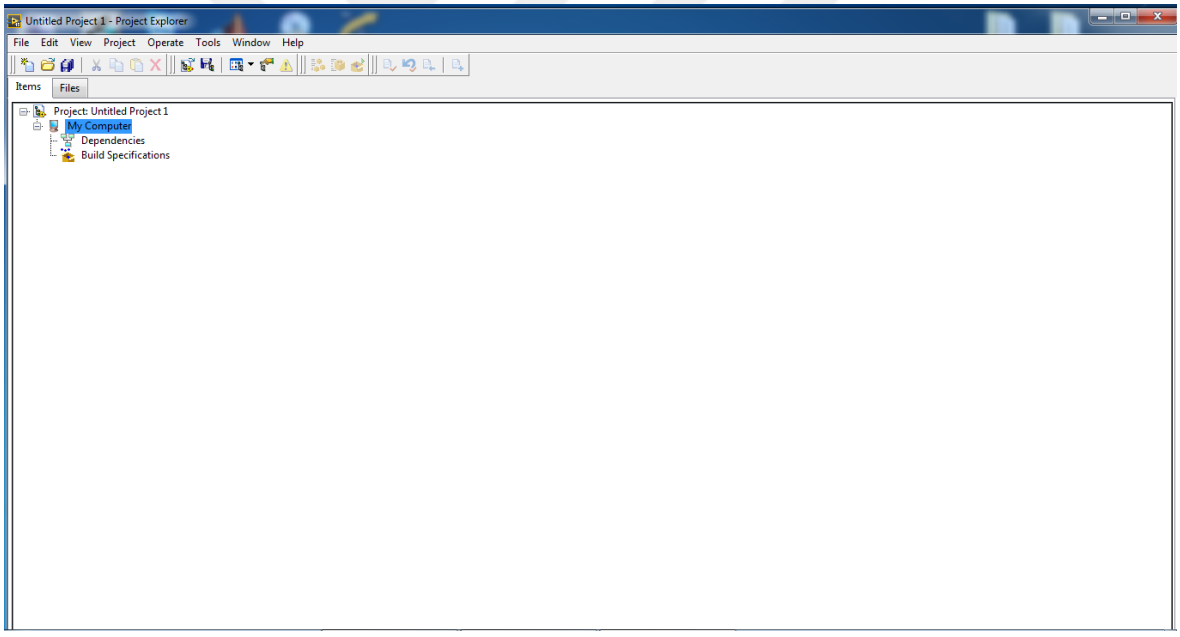


Şekil 4.2. DSC modülde LabVIEW ve OPC sunucu [24]

4.2. LABVIEW' de Proje Oluşturma

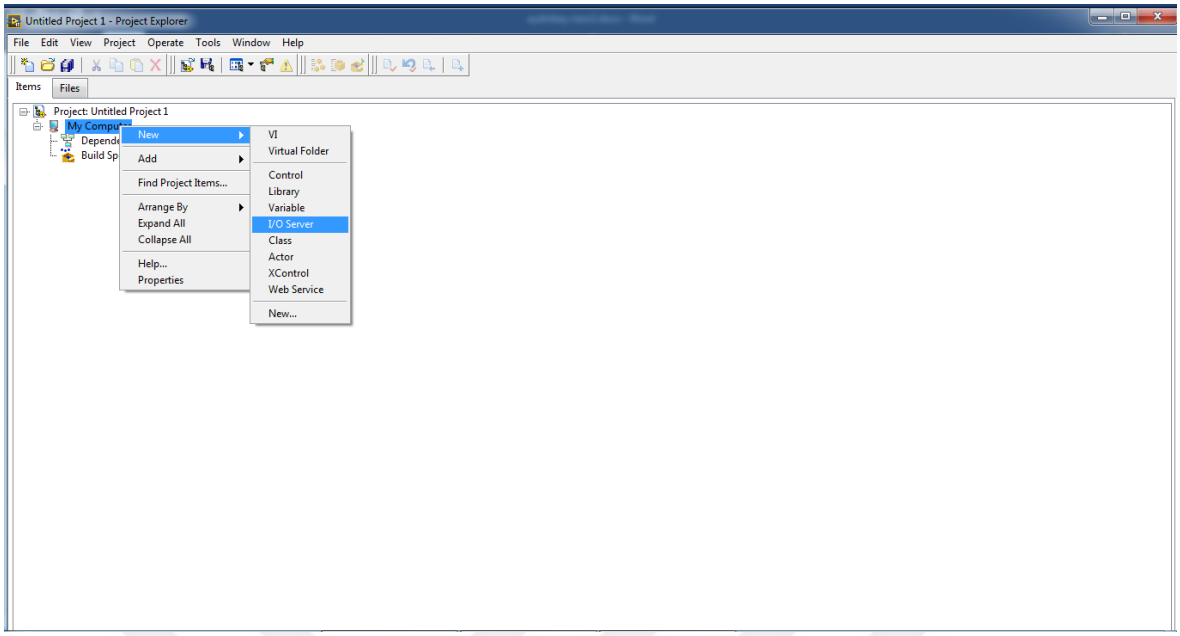
LabVIEW proje oluşturulmadan önce, OPC sunucunun (server) aktif edilmesi gerekmektedir. Otomasyon alanında SCADA yazılımı bulunan her PLC üreticinin kendisine ait lisanslı OPC sunucu yazılımı bulunmaktadır. LabVIEW de proje oluştururken KEPServerEX OPC sunucu ayarlarından faydalanılacaktır. LabVIEW de yapılandırma yapabilmek için daha öncesinde KEPServerEX yazılımına ait OPC sunucusunun çalıştırılması gerekmektedir. LabVIEW için OPC sunucu İnteraktif modunda kurulumunun daha önce yapılmış olması gerekmektedir.

LabVIEW yazılımında yeni proje oluşturmak için boş proje sayfası oluşturulur (Resim 4.1).



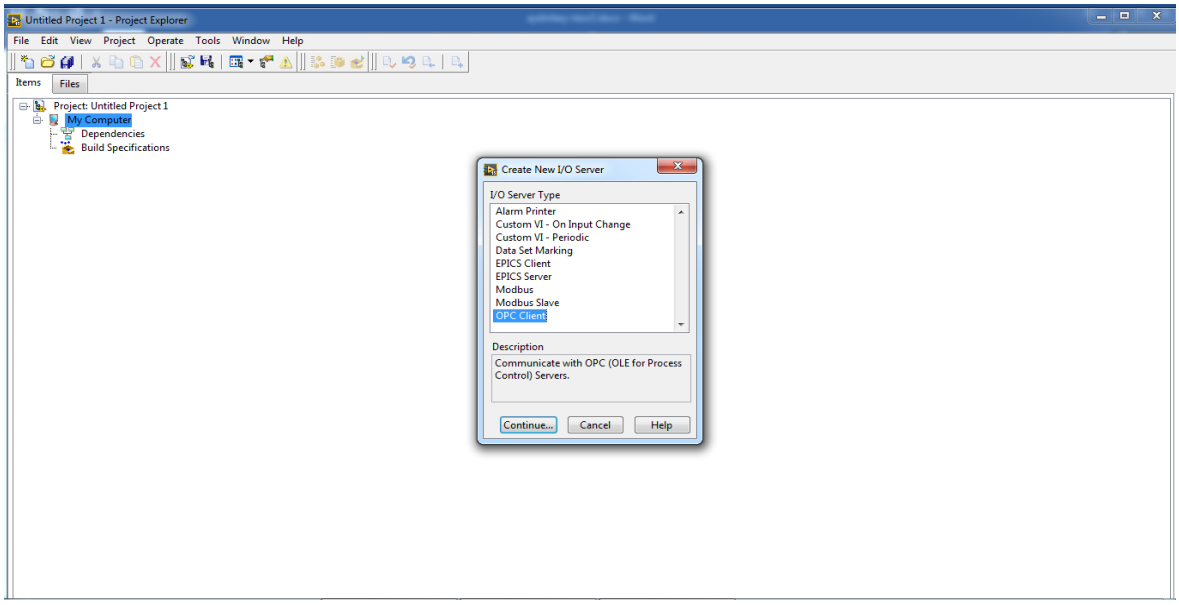
Resim 4.1. LAbVIEW yazılımında yeni proje sayfası açma

Projede "My computer" ikonu üzerine gelip fare ile işaretlendikten sonra farenin sağ tuşuna basılarak yeni "I/O server" oluşturulur (Resim 4.2). Giriş (Input)/Çıkış (Output) sunucu için LabVIEW yazılımında "I/O server" ikonu listede çıkmaz ise "LabVIEW Real-Time" modülü veya "LabVIEW Datalogging and Supervisory Control (DSC)" modülünün yüklenmesi gerekmektedir.



Resim 4.2. LAbVIEW yazılımında yeni “I/O server” oluşturma

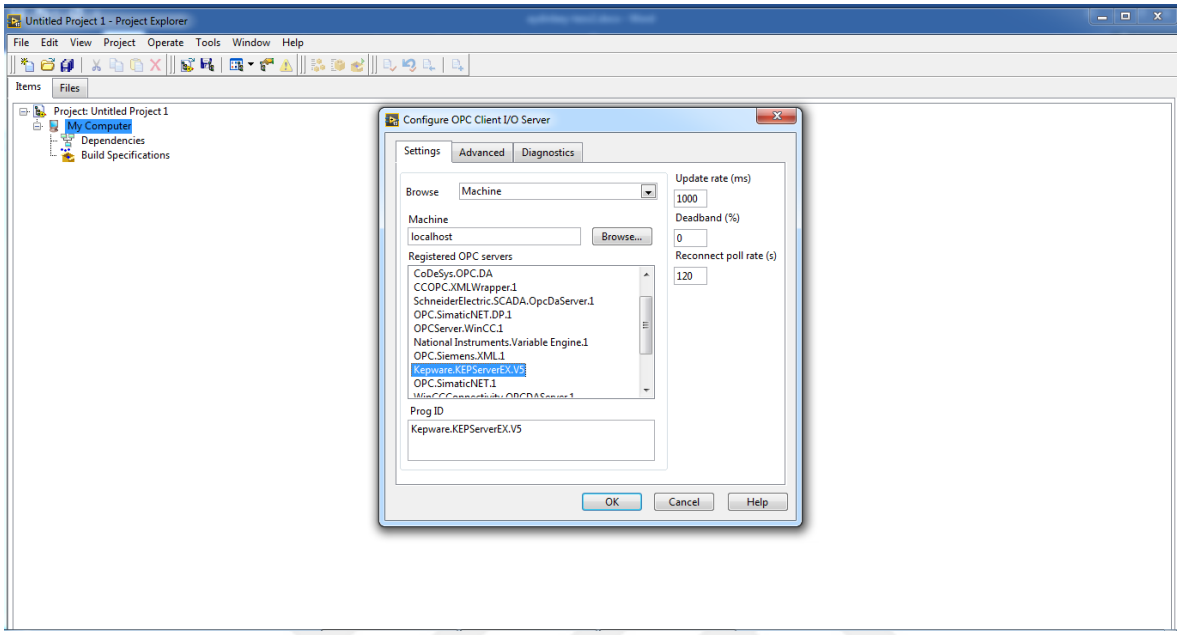
“I/O server” ikonu onaylandıktan sonra ekranda hangi sunucu tipinin kullanılacağına ait Resim 4.3’ te verilen liste ekrana gelir. LabVIEW yazılımında OPC uygulaması Siemens marka PLC ler için OPC alıcı(client) formatındadır. Modbus uygulaması ise hem sunucu hemde alıcı düzeyinde kodlanmaktadır.



Resim 4.3. LabVIEW yazılımında yeni “I/O server” seçenekleri

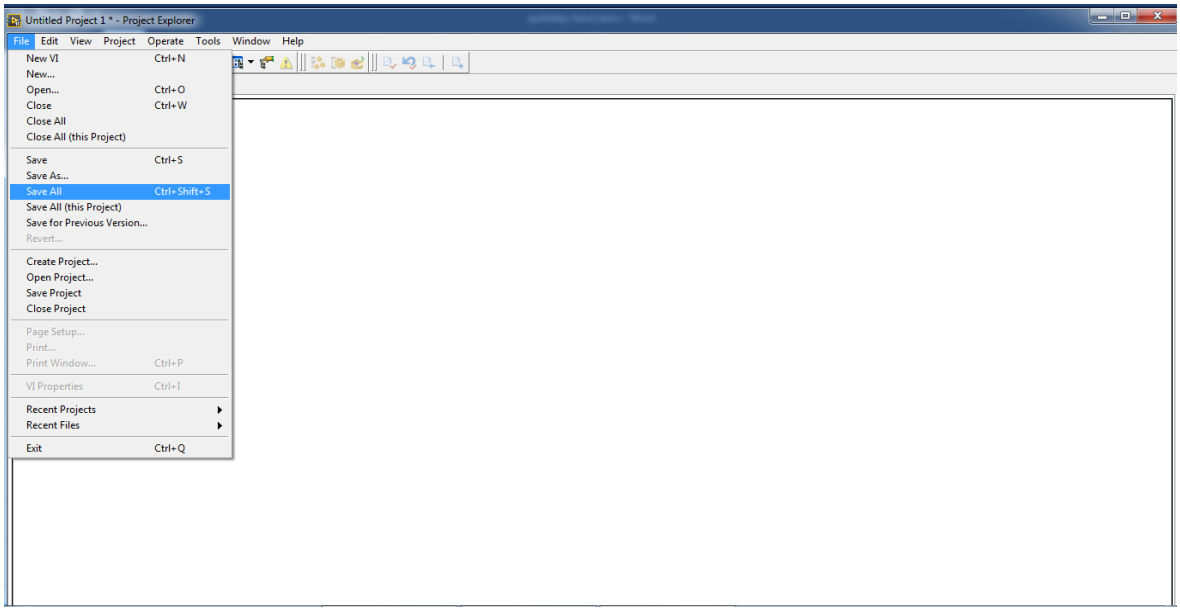
“OPC Client” seçeneği onaylandığında yeni açılan pencerede kullanılan bilgisayarda yüklü OPC sunucuları listelenir (Resim 4.4). KEPServerEX firmasının OPC sunucusu

kullanılması durumunda veri yenileme hızı, ölüband ve yeniden bağlanma bekleme süresi değerleri girilerek onaylanır.



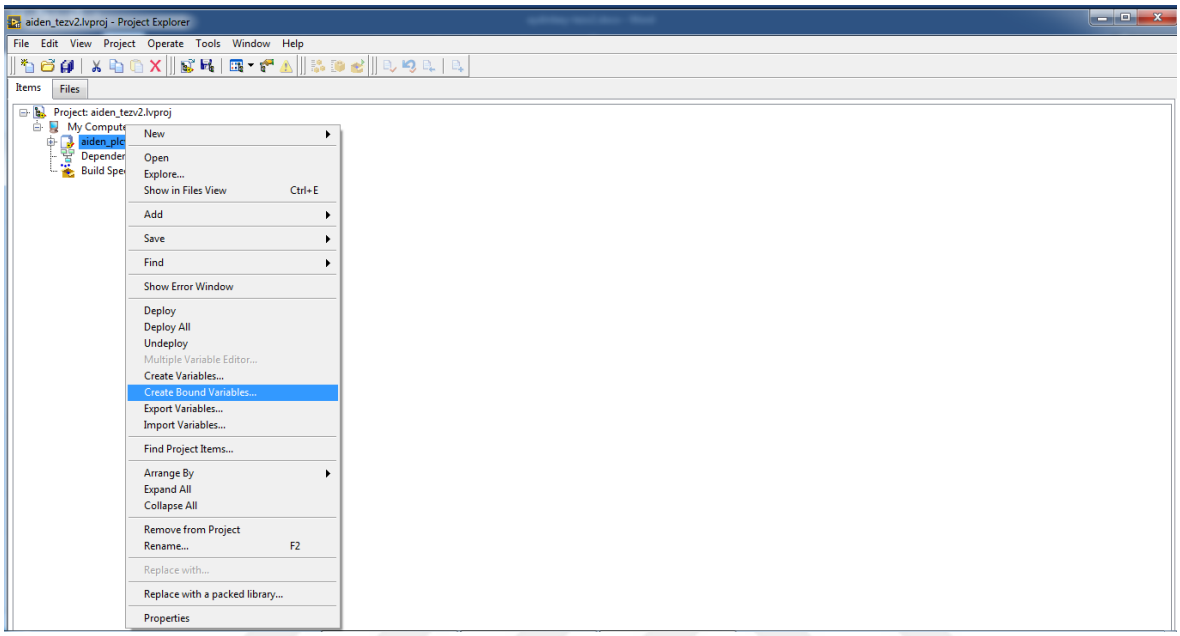
Resim 4.4. LabVIEW yazılımında “KEPServerEX OPC” atanması

LabVIEW yazılımında konfigürasyon tamamlandıktan sonra tüm yapılan değişiklikler “Save All” ikonu ile kayıt edilir (Resim 4.5).



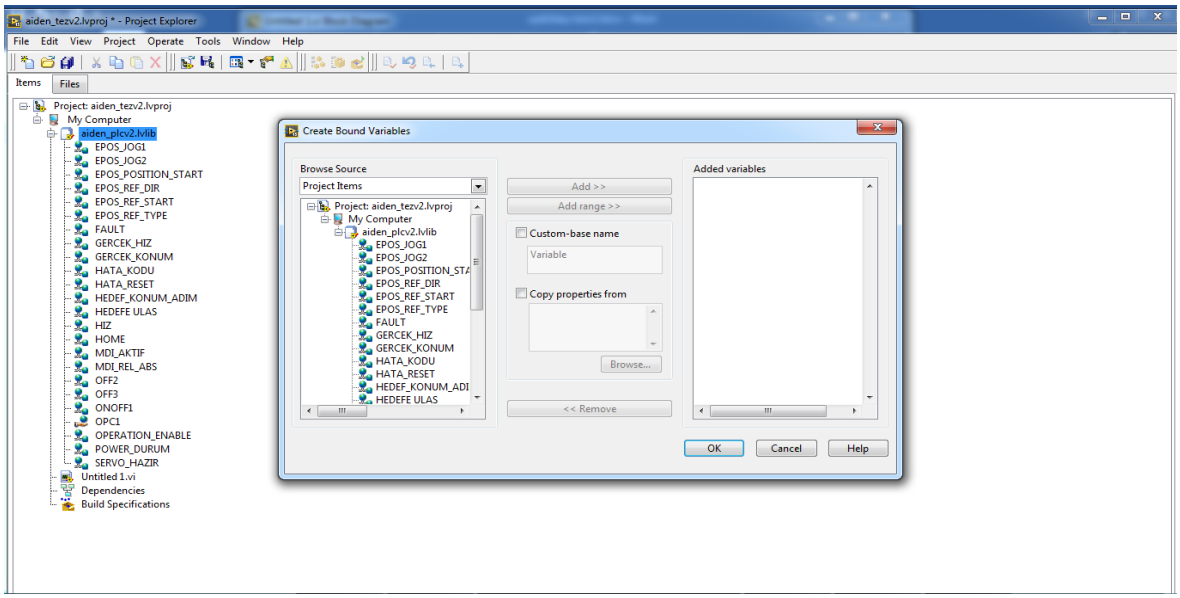
Resim 4.5. LabVIEW yazılımında “KEPServerEX OPC” atanması

LabVIEW de oluşturulan yeni projede değişkenlerin oluşturulması için “Create Bound Variables” ikonu aktifleştirilir (Resim 4.6). Bu ikon sayesinde arka planda daha önce çalıştırılan KEPServerEX OPC değişkenlerine erişim sağlanır.



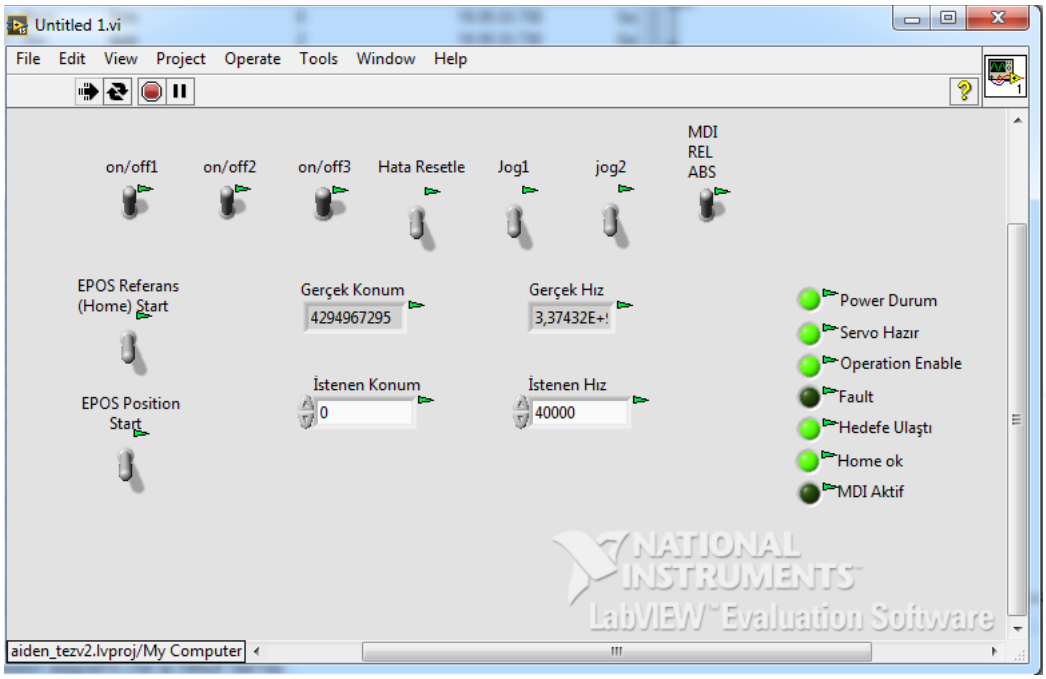
Resim 4.6. LabVIEW yazılımında değişken oluşturma

KEPServerEX OPC sunucuda erişim sağlanan değişkenler ekranda listelenir. Listeden kullanılacak değişkenler seçilerek LabVIEW alıcı sayfasına aktarılır (Resim 4.7).



Resim 4.7. LabVIEW yazılımında değişkenleri projeye taşınması

LabVIEW yazılımında değişkenler projeye atandıktan sonra oluşturulan ön panele (Front Panel) değişkenler taşınır ve program "run" modula alındığında okuma ve yazma alanları ekranda aktifleşir. Servo sürücü, LabVIEW yazılımından PLC' ye gönderilen kontrol bitleri ve istenen değerlere göre çalıştırılır. Servo sürücü için hazırlanmış manuel çalışma sayfasında değerler normalize edilmeden ekrana Resim 4.8' de aktarılmıştır. Servo motorda 1 tur 10000 pals değerine karşılık geldiği Bölüm 2.3 te verilmiştir. Hız çarpanı ise 10 olduğu için ekrandaki ham değer 10 katsayısına bölünmesi gerekmektedir. Resim 4.8' de konum bilgisi pals cinsinden, hız bilgisi ise servo sürücü donanım ayarlarında kullanılan LU birimi cinsindendir.

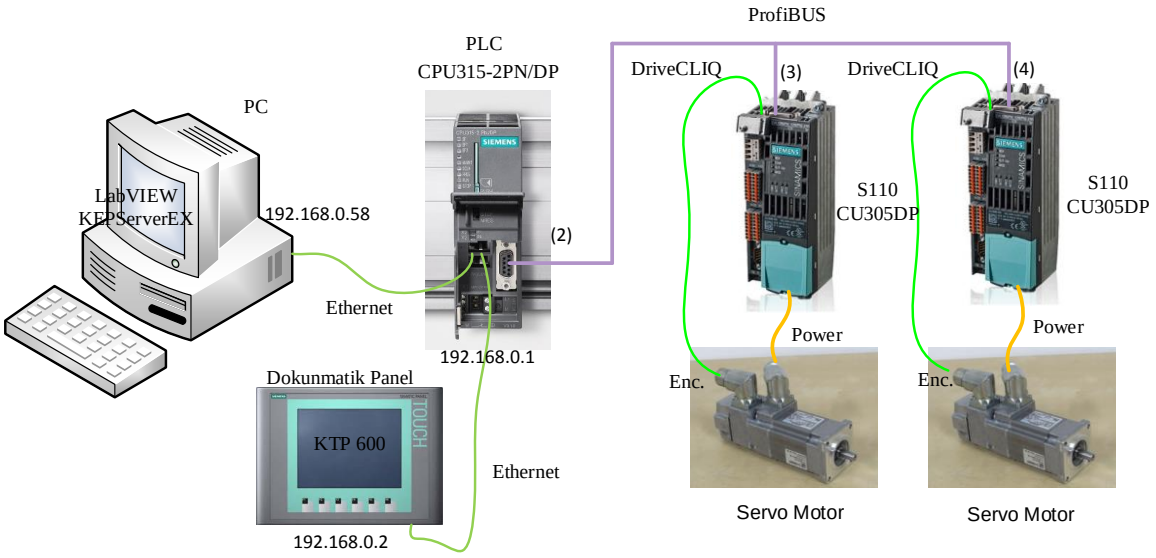


Resim 4.8. LabVIEW yazılımında değişkenlerin ön panelde çalıştırılması

5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Sistem 3 mekanik bleşenden oluşmaktadır. Bunlar PC, PLC ve servo sistemdir. PC tarafında LavVIEW ve KEPServerEX yazılımları çalıştırılmaktadır. PLC de TIAPortal yazılımı ve Servo sürücüde SCOUT yazılımı kullanılmaktadır. LabVIE' de hesaplanan iki eksen harekete ait istenen konum bilgileri OPC araçları kullanılarak KEPServerEX üzerinden PLC ye aktarılmaktadır. PLC' de TIAPortal yazılımında LADDER programlama mantığı ile yazılmış program kodlarına bağlı olarak motorun hareket emirlerini sürücüye göndermektedir. PLC ile servo sürücü ProfiBUS ağı üzerinden haberleşmektedir. Servo sürücü PLC den gelen emirlere göre motorların konum hareketini sağlamaktadır. Gerçekleşen konum bilgisi tekrar PLC gönderilmektedir. PLC de bu bilgiyi ve diğer durum ile hata bilgilerini içeren değişkenleri PC ye göndermektedir.

Servo sürücü ve servo motor arasında haberleşmede DriveCLIQ ile sağlanmakta ve motor üzerinde bulunan enkoderden gerçek durum bilgisi gerçek zamanlı(real time) servo sürücüye iletilmektedir. Servo sürücü JOG, HOME, ABSOLUTE veya RELATIVE komutlarına göre Servo Motorun hareketini sağlamaktadır. İki eksen harekette iki adet servo motor ve sürücü grubu kullanılmıştır. Her servo grup bir ekseni sürmektedir. Sistemin genel mimarisi Şekil 5.1' de verilmiştir.

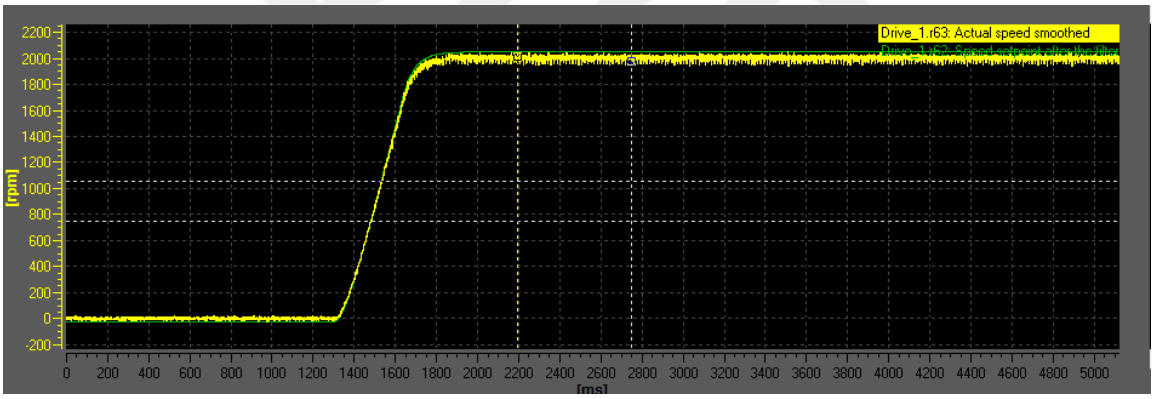


Şekil 5.1. Sistem mimarisi

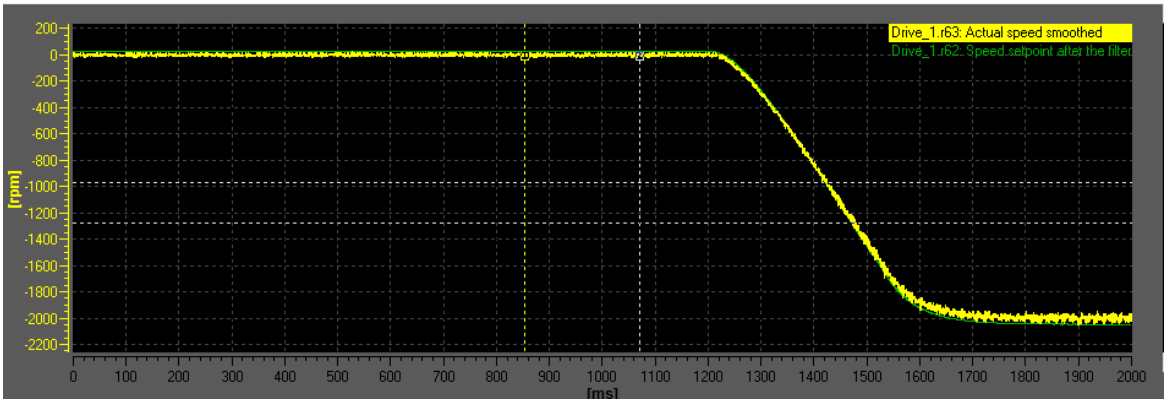
Servo sürücü CU305DP üzerindeki dijital adreslerden X132,2 kullanılarak DI9 adresinden home işlemi için sinyal girişi gerçekleştirilmiştir. Scout yazılımında ağ ayarları ve çevre birimlerin ayar sayfaları düzenlenerek sürücüye yüklenir. Bu sayede ağ üzerinde sürücüler ve eylemleri karışmaması sağlanmıştır.

Yapılan deneysel çalışmalarda Servo motorun değişik konumlara hareketi sağlanmıştır. LabVIEW arayüzünden gönderilen yeni konum ve hız bilgisi PLC aktarılmış ve motorun gerçek konum bilgisi yazılıma gönderilerek çalışma izlemiştir. Home noktasına gitme veya göreceli konum değiştirme işlemi grafiklerde verilmemiştir. Mutlak konum hareketi için referanslama yapıldıktan sonra hareket başlatılmıştır.

LabVIEW programında servo motorun 2000 rpm hızına çıkma davranışı Resim 5.1' de, ters yönde -2000 rpm hızına çıkma işlemi ise Resim 5.2' de verilmiştir.

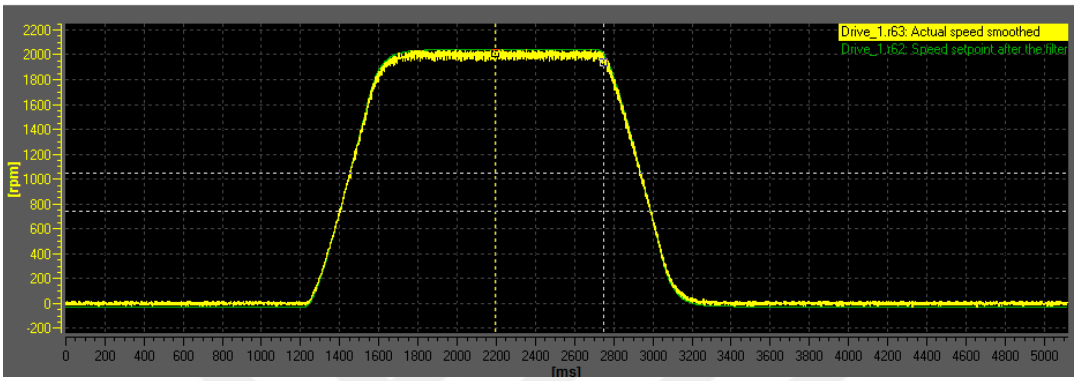


Resim 5.1. Servo motorun 2000 rpm hıza ulaşma eğrisi

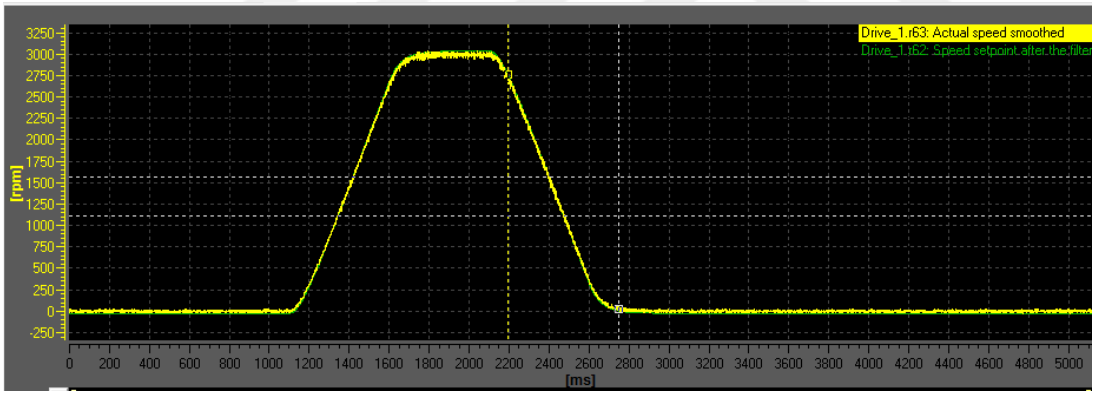


Resim 5.2. Servo motorun -2000 rpm hıza ulaşma eğrisi

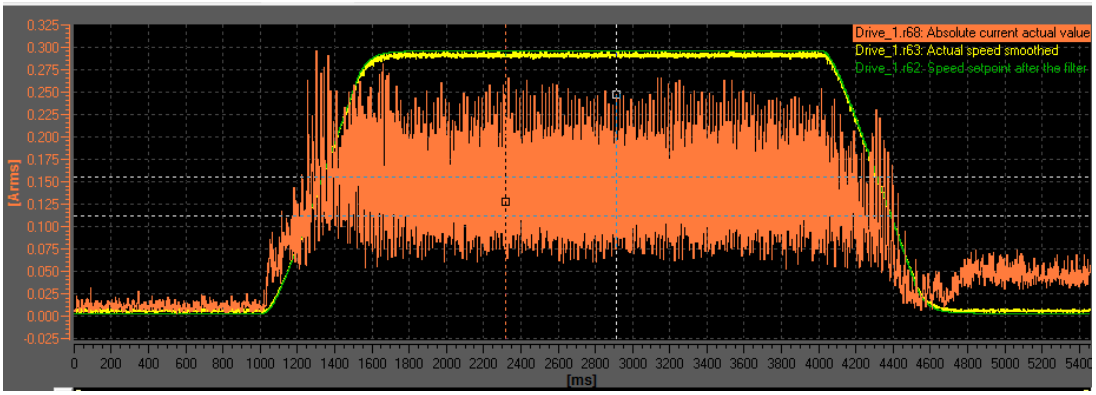
Servo motorun 2000 rpm hızına yükselme ve istenen konuma yaklaştığında yavaşlama rampası Resim 5.3’ de benzer şekilde 3000 devire çıkarak istenen konuma gitmesine ait istenen ve gerçekleşen hız değişimi Resim 5.4’ de verilmiştir. Her iki şekilde yeşil çizgiler referans hız eğrisini sarı çizgiler ise gerçek hız eğrisini vermektedir. Motor akımının değişimi Resim 5.5’ de verilmiştir.



Resim 5.3. Servo motorun 2000 rpm de istenen ve gerçekleşen hız değişimi

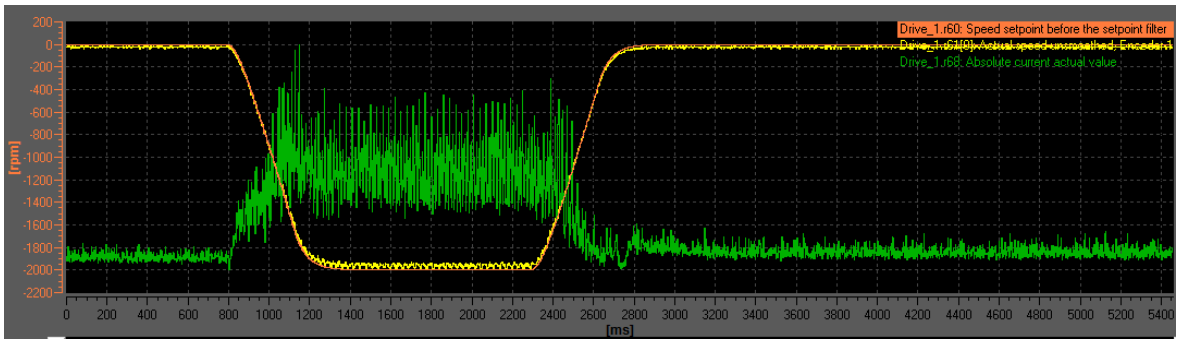


Resim 5.4. Servo motorun 3000 rpm de istenen ve gerçekleşen hız değişimi



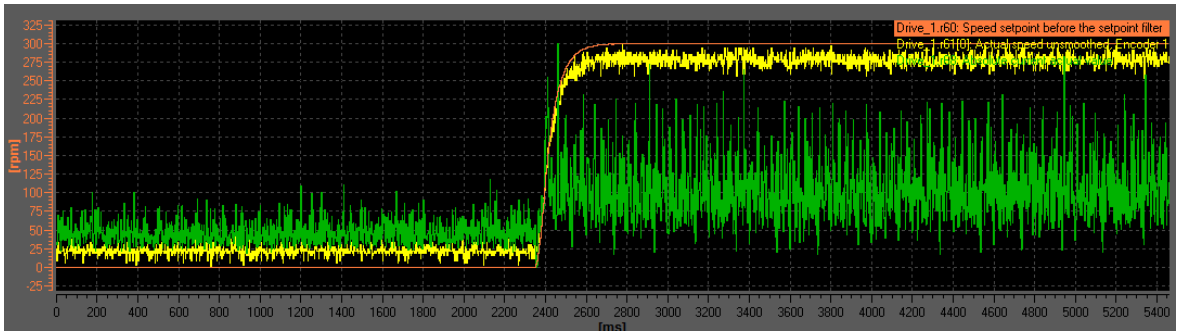
Resim 5.5. Servo motorun anma hızına ulaşırken faz akımı değişimi

Servo motorda devir yönü değişimini incelenmiştir. İstenen hız -2000 d/d için gerçek hız ve faz akımı Resim 5.6' da verilmiştir. Gerçek hız istenen hızı takip ederek -2000 d/d da motor istenen konuma ulaşmıştır.



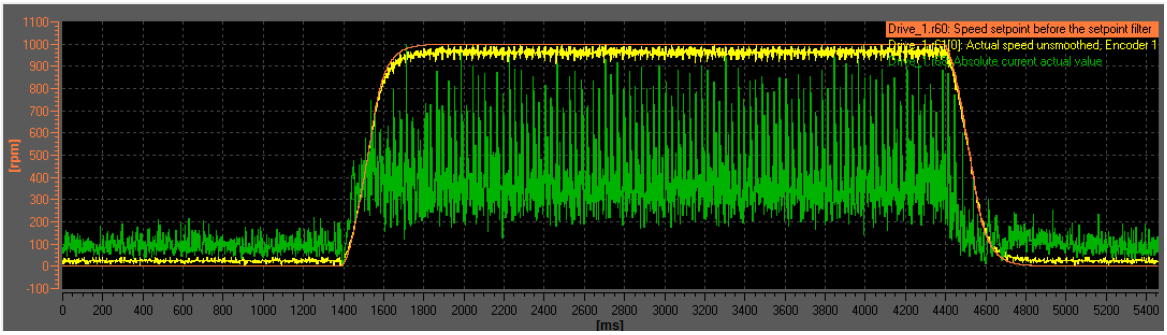
Resim 5.6. Servo motor ter yönde döner iken motor faz akımı değişimi

Servo sürücüde hız kontrol bloğunda PI parametreleri, yüke göre eğitilerek katsayıları kullanılmaktadır. Eğer eğitme doğru yapılmaz veya yanlış katsayı kullanılırsa istenen ve gerçekleşen hız bilgilerinde hata oluşmaktadır. Resim 5.7' de turuncu çizgi istenen hız bilgisini sarı çizgi ise gerçekleşen hız bilgisini vermektedir. Yeşil çizgiler ise motor akımını ifade etmektedir. PI bloğunda Kp parametresi değiştirilmesi istenen konuma giderken hız hatası oluşturmaktadır.



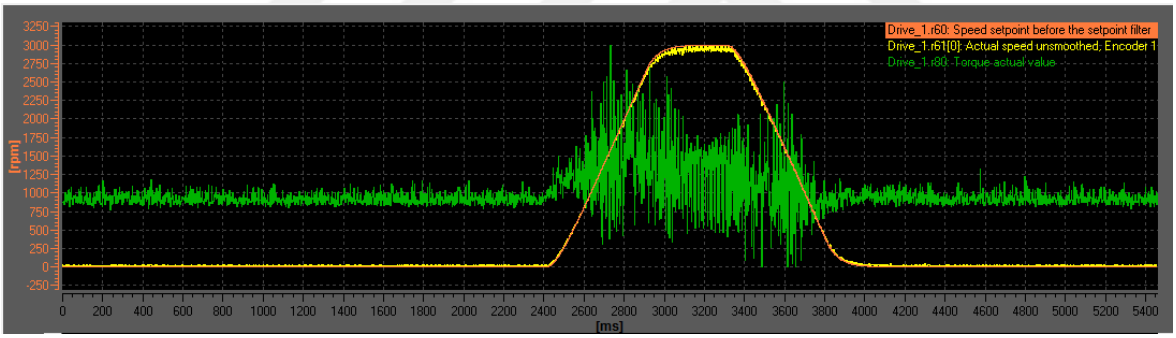
Resim 5.7. Servo motor hız kontrol bloğunda yanlış PI parametresine bağlı olarak hız hatası

Konum/pozisyon kontrol bloğunda PI parametresi yanlış seçildiğinde hız hatasına benzer şekilde konum/pozisyon hatası oluşmaktadır (Resim5.8).



Resim 5.8. Konum/pozisyon kontrol bloğunda yanlış PI parametresine bağlı olarak konum hatası

AC servo motorun 3000 d/d hıza ulaşması ve istenen konum yaklaşırken hızın tekrar sıfıra düşmesi esnasında motorda üretilen moment değişimi Resim 5.9' da verilmiştir. Motor boşta çalışırken moment üretimi motoru boşta döndürmeye yetecek kadar düşüktür. Hızlanma, anma hızında dönme ve yavaşlama rampaları içerisinde moment üretimi gerçekleşmiştir.



Resim 5.9. Servo motor hız kontrol bloğunda yanlış PI parametresine bağlı olarak hız hatası

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada da, hareket kontrol sistemlerinde yaygın olarak kullanılan servo motorların pozisyon ve hız kontrolü sağlanmıştır. İki eksende çalışan servo motorların pozisyon ve hız kontrolü KEPServerEX OPC arayüzü kullanılarak LabVIEW programında gerçekleştirilmiştir. LabVIEW'deki değişkenler KEPServerEX OPC yazılımı ile Siemens marka CPU315-2PN/DP PLC ye aktarılmış, istenen konum ve hız servo motorda çalıştırılarak gerçek değerler PLC tarafına OPC arayüzüyle tekrar LabVIEW programına gönderilmiştir. Istenen ve gerçekleşen hareket LabVIEWarayüzünde doğrulanmıştır. OPC arayüzünde haberleşme veri tipine uygun bit ve haberleşme pariteleri ayarlanarak Real-Time'da kopma olmaksızın PC ile PLC haberleşme sekronizasyonu sağlanmıştır.

PLC' de servo motorların hareketine ait istenen değerler hem LabVIEW yazılımından hemde dokunmatik panelden değiştirilmiştir. Bu sayede yedekli çalışma imkanı ile görev bilgisayarının devre dışı kalması durumunda dokunmatik panelden benzer şekilde AC servo motorların konum ve hız kontrolü denetlenmiştir.

OPC sunucu olarak PLC üretici ifrma olan Siemens' in kendi OPC araçlarını kullanılmadan, KEPServerEX OPC sunucu kullanılarak Siemens PLC' nin LabVIEW yazılımı ile haberleşmesi sağlanmıştır. Bağımsız olarak iki eksen çalışması gerçekleştirilmiş, ihtiyaç duyulması halinde eksen sayısının donanıma bağlı olarak artırılabileceği tez anlatımında yer verilmiştir.

Bu tez çalışması ile, iki eksen ve üzeri tezgah hareket uygulamalarında, hareketli kamera uygulamalarında, 3 veya 6 serbestlik dereceli stewart platform gibi hareketli test cihazlarında, endüstriyel amaçlı test cihazlarında, AC servo motor uygulaması gerçekleştirilebileceği imkanı sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

1. Iacob, M. and Andreescu, G.D. (2011). Real-time hardware-in-the-loop test platform for thermal power plant control systems. *IEEE 9th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics*, 495–500.

2. Lakshmi, A., Sangeetha, B., Naveenkumar, A., Ganesh, B. and Bharathi, N. (2012). Experimental validation of PID based cascade control system through SCADA-PLC-OPC interface. *International Conference on Computer Communication and Informatics*, 1 – 4.

3. Gaosheng, W., Yi, D., Qi, X. and Yaoqi, G.(2013). Design Electric Closed-Loop of Multidrive NC Servo Control System Based on LabVIEW. *Fourth International Conference on Digital Manufacturing and Automation*, 449 – 452

4. Bai, Q., Wei, K., Cheng, Y. and Zhu, S.(2013). Design of Force Loading Monitor and Control System Based on LabVIEW. *Fourth International Conference on Digital Manufacturing and Automation,* 466 – 469.

5. Bhaskarwar, T.V., Giri, S.S. and Jamakar, R.G.(2015). Automation of shell and tube type heat exchanger with PLC and LabVIEW. *International Conference on Industrial Instrumentation and Control*, 841 – 845.

6. Panchal, p., Patel, A. and Barve, J. (2015). PI control of level control system using PLC and LabVIEW based SCADA. *International Conference on Industrial Instrumentation and Control*, 1196 – 1201.

7. Pérez, I. G., Godoy, A.J. C., Godoy, M. C. and Agustín, J.L.H. (2015). Monitoring of eectric power systems: Application to self-sufficient hybrid renewable energy systems. *9th International Conference on Compatibility and Power Electronics*, 560 – 565.

8. Endi, M., Elhalwagy, Y. Z. and Hashad, A. (2010). Three-layer PLC/SCADA system Architecture in process automation and data monitoring. *The 2nd International Conference on Computer and Automation Engineering*, 774 – 779.

9. Fang, J. and Wang, F. (2011). Design of Greenhouse remote monitoring system based on LabVIEW. *IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering*, 536 – 539.

10. Barker, A. M., Killough, S.M., Bigelow, T.S., White, J. A. and Munro, J.K. (2011). A case study of modern PLC and LabVIEW controls: Power Supply Controls for the ORNL ITER ECH test stand. *Future of Instrumentation International Workshop (FIIW)*,1 – 4

11. Yuanjiang, L., Yingzhong, T. and Ming, L. (2008). The design of dynamic integrated testing system using digital AC servo motor based on LabVIEW. *International Conference on Electrical Machines and Systems*, 1700 – 1705.

12. Rodriguez-Resendiz, J., Herrera-Ruiz, G. and Rivas-Araiza, E.A. (2011I). Adjustable Speed Drive Project for Teaching a Servo Systems Course Laboratory. *EEE Transactions on Education*, 5657 – 666.

13. Sang, Y., Li, F., Dai, Y. and Duan, F. (2015). The practical control technology design for AC servo motor based on STM32 micro-controller. *IEEE Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference*, 1 – 5.

14. Roberts, B.H., Gorlach, I.A. and Van Niekerk, T.I. (2015). Integration of an Electrical Discharge Machining module onto a Reconfigurable Machine Tool. *Pattern Recognition Association of South Africa and Robotics and Mechatronics International Conference*,160 – 165.

15. Hemalatha, B., Ravi, V.R., Divya, S. and Uma, M. (2014). Embedded FPGA controller for robot arm in material handling using reconfigurable nicompact RIO. 2nd International *Conference on Current Trends in Engineering and Technology*, 125 – 131.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Soyadı,adı : Aiden RASHİD
Uyruğu : Irak
Doğumtarihiveyeri : 28.07.1963, Kerkük
Medenihali : Evli
Telefon : 0(534)5416499
e-mail : eng.aiden@yahoo.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yükseklisans	Gazi Üniversitesi	Devam Ediyor
Lisans	College of Technology/Kirkuk	2004
Lise	Daquq Lisesi, Kirkuk	1983

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
-	-	-

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Hobiler

Yüzme, Bağlama, Kitap okuma



GAZİ GELECEKTİR...