

**ENDÜSTRİYEL OTOMASYONDA İNTERNET TABANLI
KABLOSUZ VERİ İLETİŞİMİ**

Yücel ÇETİNCEVİZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ARALIK 2010

ANKARA

Yücel ÇETİNCEVİZ tarafından hazırlanan “ENDÜSTRİYEL OTOMASYONDA İNTERNET TABANLI KABLOSUZ VERİ İLETİŞİMİ” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Ramazan BAYINDIR
Tez Danışmanı, Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Elektrik Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İlhami ÇOLAK
Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç. Dr. Ramazan BAYINDIR
Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç. Dr. Halil İbrahim BÜLBÜL
Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Tarih: 30/12/2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Yücel ÇETİNCEVİZ

**ENDÜSTRİYEL OTOMASYONDA İNTERNET TABANLI KABLOSUZ
VERİ İLETİŞİMİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Yücel ÇETİNCEVİZ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Aralık 2010**

ÖZET

Endüstriyel uygulamalarda kontrol sistemlerinin ağ gereksinimleri günden güne artmaktadır. Bu gereksinimleri gidermek için internet tabanlı kontrol ve çeşitli sahayolu sistemleri tasarlanmaktadır. Haberleşme sistemlerinin tasarımları yapılırken sistemin genişleyeceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu çalışmada, sistemlerin ihtiyaçlarını karşılayabilecek kablolu/kablosuz melez sistem denilen yeni bir haberleşme yapısıyla internet destekli kontrol sistemi, alan seviyesinde düzenlenmekte ve uygulanmaktadır. Sistem, bir programlanabilir denetleyici (PLC), bir haberleşme işlemci modülü (CP), iki endüstriyel kablosuz modülü (IWLAN), bir dağıtılmış giriş/çıkış modülü ve motor koruma paketiyle (MKP) tamamlanmaktadır. Dağıtılmış tüm giriş ve çıkışların görevlendirilmesi ve test edilmesi kablolu/kablosuz haberleşme yoluyla gerçekleştirilmektedir. Düzenlenen sistemin amacı Profinet ağ yapısının daha hızlı olan veri transfer özelliğini kullanarak imkânları zorlayan olumsuz ortama kullanışlı ve daha ucuz çözümler getirmek ve de dağıtık mimari için uygun maliyetli, esnek, ayarlanabilir ve güvenilir sistemler sağlamak için yeni fırsatlar sunmaktır.

Bilim Kodu : 703.1.033
Anahtar Kelimeler : PLC, Profinet, İnternet Tabanlı Kontrol, IWLAN
Sayfa Adedi : 121
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Ramazan BAYINDIR

**INTERNET BASED WIRELESS DATA COMMUNICATION IN
INDUSTRIAL AUTOMATION**

(M.Sc. Thesis)

Yücel ÇETİNCEVİZ

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

December 2010

ABSTRACT

The network requirements of the control systems in the industrial applications increase day by day. The internet based control system and various fieldbus systems have been designed in order to resolve these requirements. While the designs of the communication systems are prepared, it should be kept in mind that the system will expand in future. In this paper, internet based control system that will be able to meet the system requirements with a novel communication structure is called wired/wireless hybrid system has been designed on field level and carried out. The system has been accomplished with a programmable logic controller (PLC), a communication processor (CP) module, two industrial wireless (IWLAN) modules, and a distributed I/O module and Motor Protection Package. Commissioning and testing of all distributed I/O has been implemented via wired/wireless communication. The aim of the designed system is to provide convenient and cheaper solution in harsh environment by using higher speed data transfer feature of the Profinet network structure, and also to offer a new opportunity to realize cost-effective, flexible, scalable and reliable systems for distributed architectures.

Science Code : 703.1.033

Key Words : PLC, Profinet, Internet Based Control, IWLAN

Page Number: 121

Adviser : Assoc. Prf. Dr. Ramazan BAYINDIR

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam Ramazan BAYINDIR'a, ayrıca manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli aileme ve arkadaşlarım Yakup GÜNGÖR ve Durmuş UYGUN'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. OTOMASYONA GENEL BAKIŞ	8
2.1. Endüstriyel Kumanda Sistemleri.....	9
2.2. Geri Beslemeli Kontrol Sistemleri	11
2.3. İnternet Tabanlı Kontrol.....	12
2.4. Endüstriyel Veri İletişim Sistemleri	14
2.4.1. Sahayolu sistemleri	15
2.4.2. Endüstriyel ethernet.....	18
2.4.3.Profinet	19
2.4.4. Profibus	20
2.4.5. AS-i arayüzü.....	22
2.4.6. CANbus	23
2.4.7. Modbus.....	23
2.4.8. Kablolu/Kablosuz sahayolu.....	24

Sayfa

3. SİSTEM TASARIMI	27
3.1. Donanım Bileşenleri	29
3.1.1. Güç kaynağı	33
3.1.2. Programlanabilir mantıksal denetleyici (PLC)	33
3.1.3. Endüstriyel ethernet modülü	37
3.1.4. Endüstriyel kablosuz modüller	38
3.1.5. Dağıtılmış giriş/çıkış modülü	40
3.1.6. Motor koruma paketi	40
3.2. Yazılım Bileşenleri	41
3.3. Haberleşme Yapısı	46
3.3.1. Profinet için haberleşme mekanizması	49
4. ÖRNEK UYGULAMANIN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ	54
4.1. Kontrol Yazılımı	57
4.1.1. PLC yazılımı	58
4.1.2. Kontrol arayüzü	71
4.2. Web Arayüzü	79
5. SONUÇ	86
KAYNAKLAR	87
EKLER	94
EK-1 Güç kaynağı ve CPU bağlantı şeması	95
EK-2 Ethernet modülün bağlantı şeması	96
EK-3 Akım ve gerilim sensörünün devre bağlantı şeması	97
EK-4 PLC'nin açık şeması	98
EK-5 Gerilim çeviricinin bağlantı şeması	100
EK-6 Akım çeviricinin bağlantı şeması	101
EK-7 Sembol tablosu	102

Sayfa

EK-8 Kontrol değişkenleri tablosu.....	103
EK-9 DB1 veri bloğu	104
EK-10 DB2 veri bloğu	105
EK-11 FC11 PNIO_SEND bloğunun parameter açıklamaları.....	106
EK-12 FC12 PNIO_RECIEVE bloğunun parameter açıklamaları	107
EK-13 DB10 veri bloğu	108
EK-14 Sistemin control kodları	109
EK-15 OB35'in içeriği.....	114
EK-16 OB1'in içeriği	117
EK-17 FC1'in içeriği.....	119
EK-18 FC2'nin içeriği.....	120
ÖZGEçMİş	121

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Malzeme listesi	29
Çizelge 3.2. Kablosuz modüllerin özellikleri.....	39
Çizelge 3.3. Profinet ve Profibus özellikleri	48
Çizelge 3.4. FC11 ve FC12'nin özellikleri	50
Çizelge 4.1. Kullanılan bloklar ve işlevleri.....	71

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Endüstriyel kumanda sistemi genel yapısı.....	10
Şekil 2.2. Geri beslemeli otomatik kontrol sisteminin blok diyagramı	11
Şekil 2.3 İnternet ve bilgisayar tabanlı kontrol sistemi.....	13
Şekil 2.4. Endüstriyel sistemlerde haberleşme seviyeleri	17
Şekil 2.5. Siemens konseptinde endüstriyel ethernet	19
Şekil 2.6. Endüstriyel ortamda Profinet IO ve Profinet CBA birleşimi.....	20
Şekil 2.7. Kablolü/kablosuz iletişim için örnek yapılandırma	25
Şekil 3.1. Dağıtılmış kontrol sisteminin blok diyagramı	27
Şekil 3.2. Sistem donanımlarının etkileşimi	29
Şekil 3.3. PLC programlamada işlev sırası	34
Şekil 3.4. PLC'nin temel yapısı	36
Şekil 3.5. SIMATIC Manager'de proje oluşturma.....	42
Şekil 3.6. SIMATIC Manager'de donanım yapılandırması	43
Şekil 3.7. Donanım parametre sayfası.....	44
Şekil 3.8. Uzaktan servis senaryosu.....	46
Şekil 3.9. Yerel bölgesel ağ yapısının şematik gösterimi	47
Şekil 3.10. Popüler bazı endüstriyel iletişim protokollerinin karşılaştırılması	49
Şekil 3.11. Profinet IO sistem bileşenlerinin etkileşimi.....	50
Şekil 3.12.İşlemci çevriminde FC11 ve FC12 bloklarının çağırılma düzeni.....	52
Şekil 3.13 PNIO denetleyici ve PNIO aygıtları arasındaki veri transfer çevrimi ...	53
Şekil 4.1. Örnek uygulamanın şematik diyagramı	55

Şekil	Sayfa
Şekil 4.2. Örnek sürecin akış şeması.....	57
Şekil 4.3. Donanım konfigürasyonu	58
Şekil 4.4. Haberleşme konfigürasyonu	59
Şekil 4.5. Ethernet bağlantısı için donanım ayarları	60
Şekil 4.6. IP adres ataması ve alt ağ seçimi	61
Şekil 4.7. Ethernet düğümünü düzenleme sayfası	62
Şekil 4.8. Ethernet düğümlerine erişim sayfası.....	62
Şekil 4.9. IP yapılandırma ve cihaz ismi atama sayfası	63
Şekil 4.10. Kablosuz modüllerin web tabanlı yapılandırma sayfası	64
Şekil 4.11.Kablosuz modüllerin güvenlik ayarları.....	65
Şekil 4.12. FC 11 PNIO_SEND ve FC 12 PNIO_RECIEVE bloğu.....	66
Şekil 4.13. Dağıtılmış I/O'ların testi	67
Şekil 4.14. FB10 seviye kontrol bloğu.....	68
Şekil 4.15. Yapısal programlamaya ait bileşenler.....	69
Şekil 4.16. Program akış şeması	72
Şekil 4.17. WinCC flexible projesi ile Step 7 entegrasyonu.....	74
Şekil 4.18. WinCC flexible projesi ile Step 7'nin bağlantı sayfası.....	75
Şekil 4.19. Yetkili kullanıcı girişi	76
Şekil 4.20. Kontrol parametreleri.....	77
Şekil 4.21. Alarm sayfası	78
Şekil 4.22. Sistemin işletmeye alınmasına ait ekran görüntüsü	78
Şekil 4.23. Uzaktan erişim için aygıt ayarları	79

Şekil	Sayfa
Şekil 4.24. Web arayüzüne erişim için kimlik denetimi	80
Şekil 4.25. Kullanıcı denetimi ve kullanıcı erişim ekranı	81
Şekil 4.26. Sürecin web arayüzü	83
Şekil 4.27. Alarm görünüşü	84
Şekil 4.28. Alarm sayfası	85

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. PNIO sistemin genel görünümü: (a) erişim düğümü (b) istemci düğümü.....	32
Resim 3.2. Motor koruma paketi	41
Resim 4.1. Düzeneğin genel görünümü	56

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
AI	Analog Giriş
AP	Erişim Noktası
AO	Analog Çıkış
CAN	Denetleyici Alan Ağı
CNC	Bilgisayarlı Nümerik Kontrol
CP	Haberleşme İşlemcisi
CPU	Merkezi Güç Birimi
DCS	Dağıtık Kontrol Sistemi
DI	Dijital Giriş
DO	Dijital Çıkış
GPRS	Paket Anahtarlamalı Radyo Hizmetleri Sistemi
HMI	İnsan Makina Arabirimi
HTML	İnternet Sayfası Hazırlama Dili
HTTP	Yüksek Metin İletim Protokolü
IP	İnternet Protokolü
IO	Giriş, Çıkış
IOPS	Giriş, Çıkış Sağlayıcı Durumu
IRT	Eşsüreli Gerçek Zaman
ISDN	Telefon Ağı
IT	Bilgi Teknolojisi
KLAN	Kablosuz Yerel Alan Şebekesi
LAN	Yerel Alan Şebekesi
MAC	Orta Erişim Protokolü
MCC	Motor Kontrol Panosu
MKP	Motor Koruma Paketi

Kısaltmalar	Açıklama
MPI	Çoklu Arayüz
OPC	Proses Kontrol için Nesne Bağlama
PC	Kişisel Bilgisayar
PDA	Kişisel Sayısal Yardımcı
PLC	Programlanabilir Mantıksal Denetleyici
PNIO	Profinet Giriş, Çıkış
PV	Süreç Değişkeni
RF	Radyo Frekansı
RT	Gerçek Zamanlı
SCADA	Veri Tabanlı Gözetleme ve Kontrol Sistemi
SMTP	Basit Mail Transfer Protokolü
TCP	İletim Kontrol Protokolü
UDP	Kullanıcı Veri Paketi Protokolü
URL	İnternet Adresi Belirtme Standardı

1. GİRİŞ

Günümüzde bilgiyi üretme, işleme ve paylaşma ihtiyacı sonucunda oluşan bilgisayar ağları her geçen gün gelişerek coğrafi sınırları aşan internet'e dönüşmüştür. Bilgisayar teknolojisi ve endüstrideki gelişmeler ve ilerlemeler ile birlikte, internet kullanımı, endüstrinin ve insanların hayatının neredeyse her alanına geniş bir ölçüde girmektedir. Özellikle, son yıllarda uzaktan erişimli laboratuvar tasarımı internet altyapısı sıklıkla kullanılmaktadır. Bunun yanında endüstriyel uygulamalarda uzaktan kontrol gerektiren durumlarda da internetin kullanımı her geçen gün artmaktadır. İnternet tabanlı kontrol sistemleri konulu çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Elektronik I-II-III derslerine ilişkin deneylerden belirlenen laboratuvar uygulamaları uzaktan erişimli hale getirerek, internet aracılığı ile gerçekleştirilmesini sağlamıştır. Bu laboratuvar çalışmasındaki deneyler Labview grafiksel geliştirme ortamı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneylerin internet ortamına aktarılmasında Labview programı içerisinde yer alan Web Publishing Tool seçeneği kullanılmıştır. Bu çalışmada Elektronik IA-IB-II-III laboratuvar deneyleri için dört ayrı deney kiti tasarlanmıştır [1].

Düşük maliyetli, esnek internet tabanlı veri edinim ve kontrol sistemi tasarlayarak, bu sistemin prensiplerini sunulmuştur. Sistemin kullanılabilirliği birkaç model aygıt üzerinde denense de uygulama olanaklarının neredeyse sınırsız olduğu üzerinde durulmaktadır. Bu çalışmada dört seri port, paralel port ve 16 MB dâhili çıkarılabilir Flash bellek içeren bir X86 tabanlı bağımsız birimden oluşan gömülü sistem kullanılmıştır [2].

Kontrol Sistemleri dersinin öğrenimine olanak sağlayacak internet tabanlı uzaktan eğitim modeli geliştirerek, bu çalışmada kontrol sistemleri konuları sekiz bölüme ayırmış, gösterim, benzetim, resim ve şekil desteğiyle ders sayfaları hazırlamıştır. Bu çalışmada, web üzerinden kontrol sistemlerine ait teorik bilgilerin uygulamaya yönelik Java benzetimleriyle desteklenmesiyle, aktarılan bilginin kalıcılığı artırılmış ve eğitim süresinin kısılması sağlanmıştır. Kontrol Sistemleri dersi için geliştirilen

Java benzetimleri kullanıcıya sunulan kontrol öğeleri sayesinde benzetimin özniteliklerini değiştirebilme imkânı verilerek etkileşimli çoklu ortam bileşenlerinin kullanıldığı, zamandan ve mekândan bağımsız bir öğretim ortamı oluşturulmuştur. Site içerisine ayrıca kullanıcı, indirme ve forum alanları eklenerek öğretmen ve öğrenci arasında etkileşim arttırmıştır [3].

Önemli süreç değişkenlerinin dağıtılmış kontrol sistemlerinden izlenmesine imkân veren ve kullanıcıların dağıtılmış kontrol sistemlerine bağlı hareketlendirici ve algılayıcılara erişimi için yazılımsal ve donanımsal sistem tasarım unsurlarını açıklayan bir çalışma gerçekleştirilmiştir [4].

İnternet tabanlı otomasyon sistemi tasarımı ve yapımı çalışmasında bir internet sayfası aracılığı ile mekândan bağımsız olarak, cihazların veya sistemlerin denetimi sağlanmaktadır. Bu çalışmasının ilk basamağında sıcaklık kontrol uygulamasını ele alarak, sıcaklık kontrol sisteminde, bir ısıtıcı cihaz ve soğutma işlemi için bir fan kullanmıştır. Isıtıcıların kontrolünde kontrol biçimlerinden aç-kapa denetimi kullanılmıştır. Bu uygulama internet üzerinden cihaz kontrolleri, akıllı ev ve web tabanlı laboratuvar uygulamaları için bir örnek oluşturmuştur [5].

Bu çalışmada ise, Profinet tabanlı kablolu/kablosuz yerel ağ yapısı ile internet erişimli süreç kontrol sistemi tasarlanmış ve örnek bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulama için laboratuvar ortamında örnek bir proses oluşturulmuştur.

Endüstriyel otomasyon sistemleri her geçen gün büyük bir hızla gelişmektedir. Endüstriyel otomasyon sistemlerinin hızlı gelişiminde veri iletişimi önemli bir paya sahiptir. Bilindiği gibi endüstriyel otomasyon sistemleri, en küçük üretim biriminin amaca uygun çalışmasını düzenlediği gibi, bütün üretim sistemleri arasında veri iletişimi olanağı sağlayarak daha üst düzeyde yönetim ve planlama için gerekli bilgi tabanını oluşturur.

Endüstriyel otomasyon sistemleri tasarım açısından üç bölüm altında incelenebilir. Endüstriyel kumanda sistemleri, geri beslemeli kontrol sistemleri ve veri iletişim

sistemleri. Endüstriyel kumanda sistemleri, en küçük üretim birimlerinin çalışma koşullarını (devreye girme ve devreden çıkma) düzenleyen lojik temelli sistemlerdir. Geri beslemeli kontrol sistemleri, çeşitli üretim süreçlerinin her türlü bozucu etkiye karşı, sürecin istenilen değerlerde çalışmasını sağlayan sistemlerdir. Veri iletim sistemleri ise birimler arasında bilginin güvenilir ve hızlı akısını sağlayan donanımlardan oluşur. Birimler arası veri akışının güvenilir ve hızlı sağlanmasında Endüstriyel kablosuz ağların (IWLAN) önemi artmaktadır. IWLAN kablosuz iletişim, uzak istasyonların kontrol ve izlenmesi için belirli miktarda verinin kablosuz iletildiği çözümdür. Bu çözüm ile güvenli haberleşme, düşük işletme maliyeti, anında istasyon arıza tespiti ve uzak istasyondan olay tetiklemeli veri iletimi sağlanmaktadır.

Veri iletişimi endüstriyel otomasyon sistemlerinin hızlı gelişmesinde önemli bir rol oynar. Endüstriyel otomasyon sistemleri çevresel üretim birimlerinin düzgün çalışmasına olanak tanır. Olası tüm üretim sistemleri arasındaki veri iletişimi yapar, aynı zamanda tüm sistemlerden yönetim kademesine kadar bilgi alış verişi sağlar. Dağıtılmış üretim tesisleri ya da hizmetleri, yerel ve geniş alan ağlarından ve farklı kuruluşlar tarafından işletilen kablolu/kablosuz iletişim sistemlerinden oluşan heterojen ağların kullanımını gerektirir [6]. Bu noktada kablosuz sistemler geliştirilmiş hareketlilik yapısıyla ve daha esnek iletişim özelliği ile yeni uygulamalar için bu gereklilikleri karşılayabilir [7, 8]. Bu nedenlerden dolayı kablosuz çözümler endüstriyel veri iletişimde çok cazip hale gelmektedir. Ayrıca, özellikle hareket elemanları ve algılayıcı seviyesinde devamlılık, yüksek çözünürlük, güvenilirlik ve esneklik, düşük kurulum maliyeti, mevcut ağlara kolay bağlaşımı [9, 10] gibi sunduğu birçok avantajdan dolayı tercih edilmektedir. Tanımlandığı şekilde kablosuz iletişim, fabrika otomasyonu için farklı düzeylerde dâhil edilebilir; Ağ segmentlerini birleştirme (kablosuz sahayolu), saha aygıtına kablosuz iletişim (kablosuz sahayolu), bir saha aygıtından sensörlere / aktüatörlere kablosuz erişim, denetim ve nitelik yönetimi için kullanılan saha aygıtlarına kablosuz erişim. Endüstriyel kablosuz iletişim için bazı parametreler dikkate alınmalıdır. Endüstriyel kablosuz iletişim sistemlerinin başarısızlığını ve zamanlamayı etkileyebilecek tüm parametreler tanımlanmış ve açıklanmıştır [11].

Endüstriyel tesislerde kablosuz iletişimin kullanımıyla ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan birinde dikkate değer analizler gerçekleştirilmiştir [10]. Çalışmada ölçeklenebilirlik, yüksek kullanılabilirlik, maliyete etkisi, güvenilirlik, esneklik ve birçok diğer etkiler hususunda titiz bir araştırma sunulmuştur. Diğerlerinde, kablosuz teknolojiye ait bazı özellikler detaylandırılmıştır [12, 13]. Modem aracılığıyla kablosuz internet bağlantısı üzerinden uzaktan denetim ve kontrol istasyonu tasarlanmıştır [14]. Diğer birçok çalışmada, algılayıcı ve aktüatörler için kablosuz arabirim (wireless Interface for Sensor and Actuators-WISA) incelenmiştir [15, 16]. Su sağlama kurumları için uzaktan kablosuz otomatik ölçüm aygıtı geliştirilmiştir. Bu sistemde ölçüm için manyetik algılayıcı, iletişim içinde RF modülü kullanılmıştır [17]. Sondaj işlemi için IEEE1451 temelli çoklu arabirim modülü gerçekleştirilmiştir [18]. Avuç içi bilgisayar (PDA) kullanılarak izleme sistemi kurulmuş ve bu izleme sistemi, avuç içi bilgisayar (PDA), kablosuz aygıt sunucu, programlanabilir lojik denetleyici (PLC), sürücü ve motor ile oluşturulmuştur. Çalışmada tüm sistem kontrol ünitesi, kablosuz haberleşme ünitesi ve kontrol edilen ünitelerden oluşmaktadır. Avuç içi bilgisayar ile programlanabilir lojik denetleyici arasındaki haberleşmeyi kablosuz aygıt modülü ile sağlanarak servo motor kontrolü gerçekleştirilmiştir [19], ancak kablosuz uzaktan kontrol sadece programlayıcı ara birim ile programlanabilir lojik denetleyici arasında sağlanmış olup, kablolu iletişim mümkün olmadığı uzak istasyondaki kumanda edilecek ünitenin kontrolünde sağlanmamıştır. Denetim mühendisleri için bir iletişim aracı olarak avuç içi bilgisayar (PDA) veya GPRS kablosuz iletim uygulanmasının uygulanabilirliği gözlenmiştir [20, 21]. Birçok diğer çalışmalarda endüstriyel kablosuz algılayıcılar incelenmiştir [22-26]. Ev otomasyonunda kablosuz algılayıcı modülleri kullanılmıştır [27-30]. Diğer çalışmalarda ise geleneksel kablolu iletişim ve PLC kullanılarak bazı proses kontrol örnekleri sunulmuştur [31-39].

Endüstriyel bir ortamda, üretime ve planlamaya katkıda bulunan tüm cihazların birbirleri ile haberleşmesi istenir. Bu cihazlar; PLC, aktüatör, algılayıcı, robot, kontrol aygıtları, düzenleyici ve insan-makine arabirimleri gibi saha aygıtlarıdır [40, 41] ve bunları birbirine bağlayan ağ kontrol sistemi de sahayoludur. Sahayolu sistemleri özellikle otomasyon ve kontrol görevlerini de yerine getirmek için

tasarlanmıştır [14]. Temel ağ teknolojileri hala PLC ve diğer cihazlar arasında bağlantıyı sağlayan kablolu sahayoluna dayanmaktadır [42]. IEEE 802.15.4 (LR-WPAN) [43, 44], IEEE 802.11 (kablosuz ağ) [45], Profinet [46-50], Profibus-DP (Process Field Bus-Decentral Peripherals) [51, 52], CAN BUS [53] gibi çeşitli sahayolu sistemleri ile ilgili olarak pek çok çalışma sunulmuştur. Otomasyon sistemlerinde kablolu/kablosuz haberleşmenin kullanılması ile sistemin kontrol edilebilme yeteneği artar. Sistemlerde veri alışverişi için kullanılan donanımlar azalır. Sistemin izleme kabiliyeti artar. Böylece sistemlerin kurulum ve işletme maliyetleri düşer. Ayrıca sistemdeki arızaların uzaktan izlenmesi sonucunda bakım maliyetleri de düşer [9]. İşletme içerisindeki uzak noktalardan kablosuz haberleşme kanalları üzerinden veri iletişimi yapılarak kablo maliyetleri de düşer.

Endüstriyel otomasyon sistemlerinin hızlı gelişiminde PLC kullanımı önemli bir paya sahiptir. Otomasyon sistemlerinin güvenilirliğini, esnekliğini ve uygun maliyetliliğini artırır [21]. Bunlar süreçlerin çeşitli I/O görevlerini yönetmek için kullanılan ve sıralı röle kontrol, hareket kontrol, süreç kontrol, dağıtılmış kontrol sistemleri ve ağ oluşturma yıl içinde gelişimini sağlayan PLC, şimdi endüstriyel otomasyonun ana fonksiyon cihazıdır. Birçok yazar [34, 37, 54, 55] bunu desteklemektedir.

Bu çalışma, kablolu / kablosuz melez yapılandırma ile saha cihazlarını birbirine bağlamak için uygun bir çözüm ve dağıtılmış otomasyon için, uygun maliyetli, esnek, ölçeklenebilir, güvenilir bir yapı ve işlevsel yeni bir model sunmaktadır.

Çalışmanın amacı ve önerilen çözüm yöntemi:

Günümüzde endüstriyel bir ortamda üretime ve planlamaya katkıda bulunan tüm cihazların birbirleri ile haberleşmesi istenir. Yani haberleşme yapısı saha seviyesinden işletme yönetim seviyesine veri alış verişi sağlıkları gerçekleştir nitelikte olması gerekir. Ayrıca uzaktan kontrol gerektiren durumlarda yapı, internet altyapısına uygun olmalıdır. Ethernet, uyumluluk, esneklik, yüksek bant genişliği, hız ve ucuzluk gibi özellikleri ile yukarıda bahsettiğimiz ihtiyaçları karşılar

niteliktedir. Saha seviyesindeki iletişim için birçok sahayolu sistemi kullanılmaktadır. Tüm sahayolu sistemlerinin olduğu gibi Ethernet (Profinet) temelli dağıtık kontrol sistemlerinin de dağıtık alanın büyüklüğü ve uzak Ethernet düğümlerinin birbirleri ile ve diğer seviyelerdeki Yerel Alan Ağları (Local Area Network, LAN) ile haberleşme ihtiyacı olmak üzere iki temel problemi bulunmaktadır.

Endüstriyel kontrol uygulamalarında hareketli cihazları/modüllerin kullanımının artması ve kablosuz ürünlerin hızla yaygınlaşması dikkate alındığında [56] yukarıda söz edilen dağıtık kontrol sistemlerinin problemlerini gidermek için en iyi çözümün Profinet temelli kablolu/kablosuz iletişim teknolojilerini saha seviyesinde kullanmak olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı; dağıtık süreç kontrol sistemleri için internet tabanlı kontrole olanak sağlayan, dağıtık birimi merkezi birime bağlayan ve birçok kanaldan veri iletim imkânı sunan esnek, güvenilir, ucuz ve fonksiyonel yapısıyla Profinet temelli kablolu/kablosuz melez haberleşme sistemi tasarlamak ve örnek bir uygulama gerçekleştirmek.

Bu tez çalışmasında önerilen çözüm yöntemi ve önemli bazı noktalar özetle şunlardır:

A. Sahayolu sistemlerinden Ethernet (Profinet) ve kablosuz iletişim teknolojilerinden IEEE 802.11b KLAN kullanılmıştır.

i. Ethernet, başlangıçta yalnızca ofis ortamlarında kullanılıyor olsa da son zamanlarda yüksek hız, düşük maliyet, yüksek başarımlı ve üstün karakteristik özelliklerinden dolayı birçok endüstriyel kontrol uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

ii. IEEE 802.11b KLAN kablosuz erişim teknolojisi, düşük maliyeti, uygulanabilirliği, yaygın kullanımı, mevcut kablolu Ethernet yapılarının kablosuz uzantısı olması [56] gibi özellikleri sebebiyle tercih edilmiştir.

B. Literatür özetinde verilen tüm çalışmalarda özellikle önerilen haberleşme yapılarının analizi üzerine odaklanılmaktadır. Analizine göre önerilen yapıların uygulamalarda gereksinimleri karşılayıp/karşılayamayacakları ortaya konmaktadır. Ancak ayrıntılı bir tasarım ve uygulama örneği verilmemektedir. Bu tez çalışmasında ise farklı bir ağ yapısı oluşturulmaktadır ve hem oluşturulan yapının ayrıntılı tasarımı hem de örnek bir uygulaması sunulmaktadır.

C. Ethernet veri iletim hızı maksimum 100 Mbit/s' dir. Tasarlanan sistemin Ethernet temelli olması yani hızlı ve IEEE 802.11b KLAN kablosuz erişim teknolojisini desteklemesi ayrıca kablosuz yapının mevcut kablolu yapıyla kolaylıkla bütünleşmesi ne kadar doğru bir tercih olduğunu göstermektedir.

Hedefler:

Bu çalışmayla;

- Endüstriyel tesislerde kablolu iletişimin mümkün olmadığı, tesisten uzak istasyonların kablosuz haberleşme ile kontrolü,
- Hendek, çukur gibi bölgelere yeni kablo döşemenin, eski kabloların tamiratının ve çalınan kabloların yerine yenisinin konulması gibi nedenlerden kaynaklanan maliyetleri gidermek,
- Kimyasallı, titreşimli ve hareketli parçaların bulunduğu endüstriyel ortamlarda kablolaşmanın zorluklarını ve sakıncalarını ortadan kaldırmak,
- Kurulum aşamasında, analog ölçümler için ekranlı kablo kullanımından kaynaklanan maliyetleri azaltmak,
- Uzaktan kontrol gerektiren durumlar için internet tabanlı kontrol örneği sunmak, hedeflenmiştir.

2. OTOMASYONA GENEL BAKIŞ

Otomasyon Nedir? Otomasyon'u kısaca, bir işin insan ile makine arasında paylaşılması şeklinde tanımlayabiliriz. Bir otomasyon sisteminde toplam işin paylaşım yüzdesi ise otomasyonun düzeyini belirler. İnsan gücünün yoğun olduğu otomasyon sitemleri yarı otomasyon, makinenin yoğun olduğu sitemler ise tam otomasyon olarak adlandırılır.

Endüstride kolay ve güvenilir üretim yönetimi, temelde sürecin doğru işletilmesi ve her adımında kontrol edilmesiyle mümkündür. Bu şekilde bir süreci planlarken, daha az insan gücü ile daha çok kontrollü ve kaliteli üretim için en iyi yardımcımız otomasyon olacaktır. Otomatik kontrol endüstride ilk yerleşmeye başladığı tarihte pek çok sistem rölelerle veya özel olarak tasarlanmış elektronik kartlarla kontrol ediliyordu. Bu sistemlerin çok maliyetli olması yanında karmaşık yapısı, arıza takibinin zorluğu ve yeni teknolojik gelişmelere açık olmaması gibi daha birçok sorunu da beraberinde getirmekteydi. Aynı zamanda reçete işleme, veri toplama, değerlendirme ve raporlama özelliklerinde yoktu. İşte bu nedenlerden dolayı PLC'ler (programlanabilir mantıksal denetleyiciler) ve SCADA (veri tabanlı gözetleme ve kontrol sistemleri) doğdu. Bunlar otomasyon sistemlerinin bir parçasıdır.

Ancak gelişen teknoloji beraberinde yeni sorunlarda getiriyordu. Bunlar teknolojinin hızına ayak uyduramayan sistemlerdi. Yedek parça bulamadığı için çöpe atılan sistemler, her biri otomatik çalıştığı halde birbirinden habersiz ve kontrolsüz çalışan makine grupları, işletmeleri büyük maliyetler gerektiren yeni arayışlara sürüklemekteydi.

Fabrikalara veya işletmelere yerleştirilmek istenilen kontrol sisteminin yapısını seçerken sorulması gereken ilk soru; seçilen yapının en ekonomik çözüm olup olmadığıdır. Bazı zamanlarda daha ekonomik diye tercih edilen bir yapı, belki o anda iyi bir seçim olabilir. Fakat işletmelerin geleceği açısından bakıldığında yeni teknolojik gelişmelere ne kadar cevap verebileceği ikinci önemli soru olarak karşımıza çıkar. Ancak teknolojiye bu gelişmeler o kadar hızlı ki, daha sorunun

cevabını düşünürken sistem güncelliğini yitirebilir. Bunun için yapılması gereken daha başlangıçta en iyi kararı verebilmektir. Bu çerçevede seçilecek sistem modüller, yeni teknolojik gelişmeleri destekleyebilecek normlarda ve universal bir yapıda olmalıdır. Üretimde insan faktörünü minimuma indirecek şekilde, yani üretimin verimini ve kaliteyi artıracak yapıda olmalıdır. Doğru zamanda, doğru verilerle ve planlı olarak imalat yapabilecek performansı göstermelidir. En az maliyetle günün teknolojisini yakalayabilmedir. Bu da ancak sisteminizdeki her noktayı denetleyebilen universal bir kontrol ünitesi (PLC), bu kontrol ünitesine bağlı olarak çalışan veri toplama değerlendirme, raporlama ve reçete görevlerini üstlenen bir SCADA sistemi, sistemi meydana gelebilecek arızaları, hazırlanan raporları kullanıcıya sunan yazıcı üniteler ve işletmenin diğer birimlerini sistemi izleyebilmesini sağlayabilen terminallerle meydana getirilen bir yapı ile sağlanabilir. Endüstriyel otomasyon sistemleri tasarım açısından üç bölüm altında incelenebilir. Endüstriyel kumanda sistemleri, geri beslemeli kontrol sistemleri ve veri iletişim sistemleri. Endüstriyel kumanda sistemleri, en küçük üretim birimlerinin çalışma koşullarını (devreye girme ve devreden çıkma) düzenleyen lojik temelli sistemlerdir. Geri beslemeli kontrol sistemleri, çeşitli üretim süreçlerinin her türlü bozucu etkiye karşı, sürecin istenilen değerlerde çalışmasını sağlayan sistemlerdir. Veri iletim sistemleri ise birimler arasında bilginin güvenilir ve hızlı akısını sağlayan donanımlardan Endüstriyel kablosuz LAN ağının (IWLAN) önemi artmaktadır. IWLAN kablosuz iletişim, uzak istasyonların kontrol ve izlenmesi için belirli miktarda verinin kablosuz iletildiği çözümdür. Bu çözüm ile güvenli haberleşme, düşük işletme maliyeti, anında istasyon arıza tespiti ve uzak istasyondan olay tetiklemeli veri iletimi sağlanmaktadır.

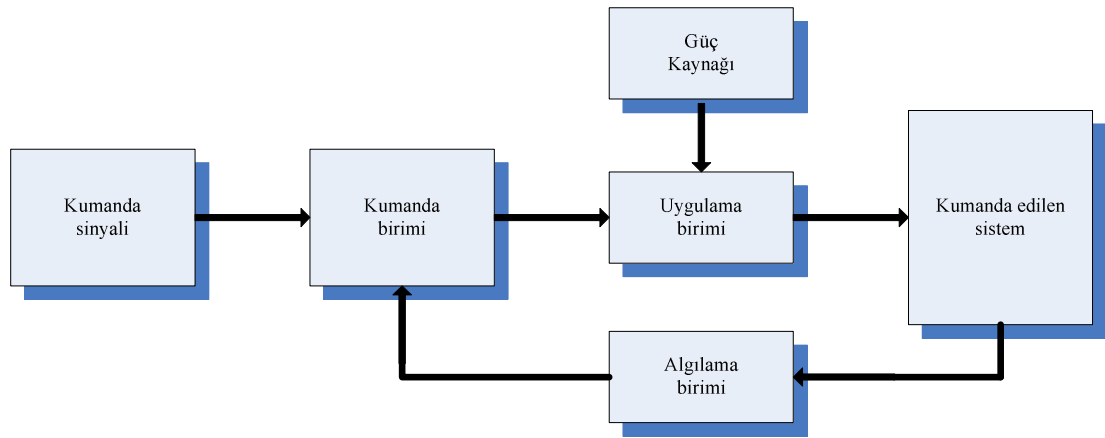
2.1. Endüstriyel Kumanda Sistemleri

Endüstriyel kumanda sistemleri, endüstriyel bir sistemin çalışma durumu ile ilgili istenen koşulları sağlayan birimler veya düzeneklerdir. Kumanda birimi, kumanda edilen sistemin durumu ile ilgili alınan mantıksal işaretleri değerlendirir ve istenen koşulları sağlayan mantıksal kumanda işaretlerini üretir. Bu tür devreler kontrol ve otomasyon sistemlerinin önemli bir bölümünü oluşturur. Kumanda devreleri; röle,

kontaktör, zaman rölesi ve sayıcı gibi elektriksel elemanlar veya pnömatik kumanda elemanları ile gerçekleştirilebilir. Ancak, günümüz çağdaş üretim süreçlerinde kumanda birimi olarak, genellikle programlanabilir denetleyiciler (PLC) kullanılır. Programlanabilir denetleyiciler, kontrol ve otomasyon devrelerini gerçekleştirmeye yönelik özel donanım ve yazılım özellikleri taşıyan bir sayısal kontrol birimidir.

Endüstriyel kumanda devreleri kontaktör, termik, yardımcı röle, valf, zaman rölesi gibi elemanlar, el kumandası ya da fiziksel büyüklüklerle uyarılan basınç, seviye, sıcaklık, konum algılayıcıları gibi elemanlardan oluşurlar. Bu elemanlara ilişkin kontaklardan oluşan anahtarlama devreleri ile kumanda devreleri gerçekleştirilir.

Bir kumanda sistemi dış devreden aldığı bilgileri belirli mantıksal kurallara göre işler ve isteğe uygun mantıksal kumanda işaretlerini üretir. Genel olarak bir kumanda sistemi Şekil 2.1’deki gibi gösterilebilir.



Şekil 2.1. Endüstriyel kumanda sistemi genel yapısı [57]

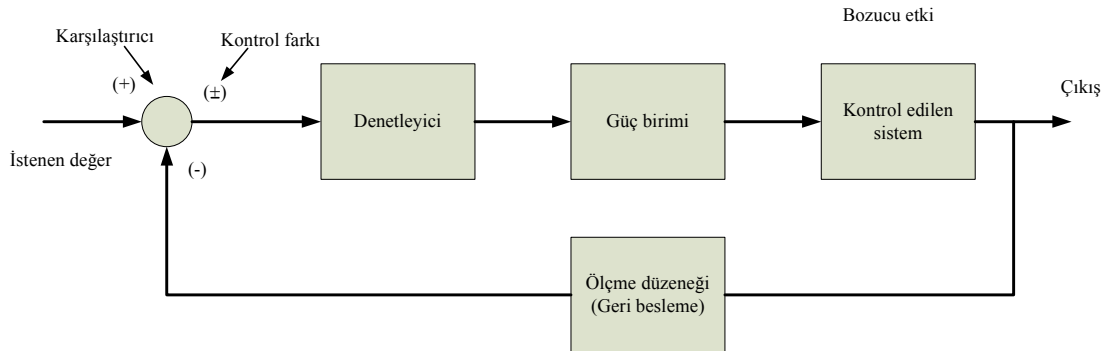
Kumanda birimi; kumanda edilen sistemin istenen ve amaçlanan biçimde çalışması için gerekli mantıksal işlem, zamanlama ve sayma gibi işlevleri yerine getiren elektrik, elektronik, pnömatik kumanda devreleri veya PLC gibi sayısal kontrol elemanlarından oluşur.

Algılama birimi; kumanda edilen sistem ile ilgili bilgilerin alınması işlevini sağlar. Manyetik, optik, endüktif veya kapasitif konum algılayıcıları, basınç, sıcaklık veya seviye algılama elemanları bu birim içinde değerlendirilir [57].

2.2. Geri Beslemeli Kontrol Sistemleri

Bilim ve teknoloji ilerledikçe insan kas gücünün üretimdeki payı azaltılmaktadır. Üretimi, makine ile veya insan gücüyle diye ayırsak, sürekli makine tarafı artma eğilimindedir. Makinelerin kullanımı da yine insan denetimi yerine başka makineler veya teçhizatlar yardımıyla yapılmaya çalışılmaktadır. Bu da çeşitli kontrol sistemleri ile gerçekleştirilmektedir. Bunlardan en çok tercih edilen kontrol sistemi ise geri beslemeli kontrol sistemleridir.

Sisteme etkiyen kontrol işaretinin sistem çıkışının da göz önüne alınarak üretildiği kontrol sistemlerine geri beslemeli kontrol sistemleri denir. Çıkışın ise, Şekil 2.2’de görüldüğü gibi sistem girişini etkilemesine ise geri besleme (feedback) denir.

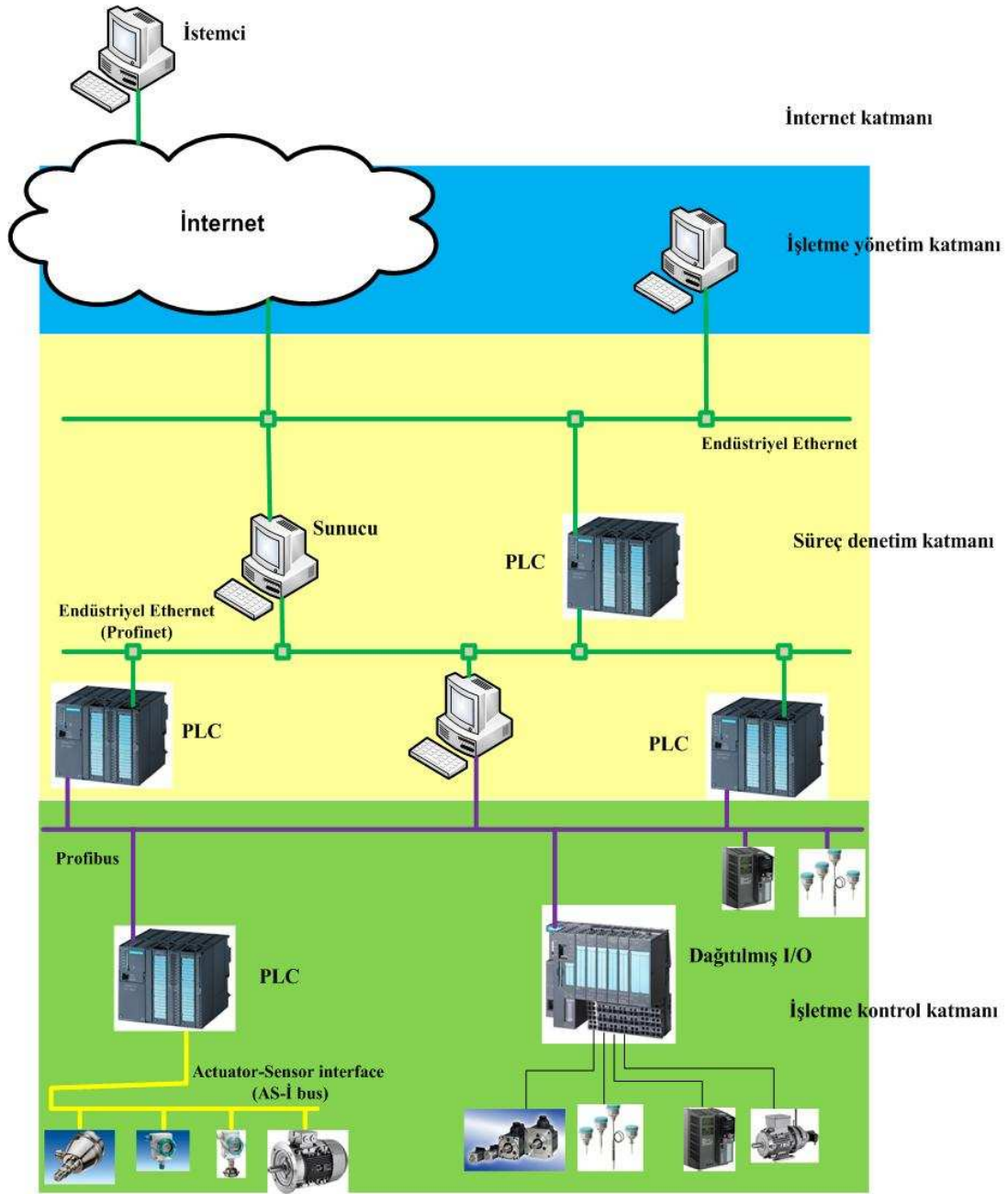


Şekil 2.2. Geri beslemeli otomatik kontrol sisteminin blok diyagramı

Bu tip kontrol sisteminde çıkış, yalnızca girişin bir fonksiyonu değildir. Çıkıştan alınan bir geri besleme ile giriş her zaman kontrol altına alınır. Çıkış, giriş ile geri beslemenin toplamının bir fonksiyonudur. Diğer bir deyişle bu tip sistemlerde çıkış girişi denetlemektedir geri besleme işlemi vardır.

2.3. İnternet Tabanlı Kontrol

Bilgisayar tabanlı kontrol, endüstride oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Uygulamalar tek bilgisayarlı, bilgisayar tabanlı kontrol sistemlerinden yerel ağ tabanlı kontrol sistemlerine kadar çeşitli büyüklükte dirler. Dağıtık kontrol sistemleri (Distributed control system-DCS) bilgisayar tabanlı kontrol sistemlerine örnek olarak verilebilir. Şekil2’de görüldüğü gibi bilgisayar tabanlı kontrol sistemlerine internet katmanı eklenmesi ile internet tabanlı kontrol sistemleri oluşturulur. Şekil2, bir süreç kontrol sisteminin işletme yönetim, süreç denetim ve işletme kontrol katmanları olmak üzere üç ana katmandan oluştuğunu göstermektedir. Genel veritabanı en üst katman olan yönetim katmanında yer alırken, süreç veritabanı bir alt katman olan denetim katmanında yer alır. İnternet tabanlı süreç kontrol sistemi, hiyerarşik yapıda bilgisayar tabanlı süreç kontrol sistemine internet katmanının eklenmesi ile oluşturulur. İnternet katmanından yönetim, denetim ve kontrol katmanlarına erişim sağlanabilir [58].



Şekil 2.3. İnternet ve bilgisayar tabanlı kontrol sistemi [35]

İnternet tabanlı kontrol sistemi ile kontrol işlemine tabi tutulan kontrol değişkeni seviye ise bu durumda sistem internet tabanlı seviye kontrol sistemi olarak adlandırılır. Bu çalışmada internet tabanlı kontrol sistemi tasarlanmış ve seviye kontrol örneği üzerinde gerçekleştirilmiştir.

2.4. Endüstriyel Veri İletişim Sistemleri

Günümüzde otomasyon, enstrümantasyon, mekatronik ve kontrol teknolojilerinde kullanılan sensör, aktüatör, valf, röle vb. cihazlar kendi durumları ile ilgili olarak birbirleriyle, PLC'lerle ve bilgisayarlarla haberleşmektedir. Böylece bilgi akışı sağlanarak veri toplama (data acquisition), veri işleme (data processing), veri analizi (data analysis) işlemleri gerçekleştirilmektedir. Öte yandan SCADA sisteminin endüstriyel ve saha türlerinde çift yönlü veri akışı da oldukça önemlidir.

"Haberleşme" sözcüğü; iletişim, veri akışı, protokol gibi sözcükleri akla getirmekte olup endüstride kullanılan protokolleri "endüstriyel iletişim protokolleri" olarak tanımlamak daha doğru olacaktır. Fieldbus, Profibus, Modbus, CanBus, Profinet, DeviceNet, ControlNet ve AS-i endüstriyel iletişim protokollerinden en çok kullanılan ve bilinenleridir.

Gelişen teknoloji ile birlikte günümüze kadar endüstriyel sistemlerin iletişiminde büyük ilerlemeler yaşanmıştır. Endüstriyel ortamlardaki dağıtık sistemlerin kontrolü için izlenen geleneksel yöntemde, kontrol edilecek sistem üzerindeki her bir eyleyici/algılayıcı ayrı hatlar üzerinden merkezi kontrol noktasına bağlanmaktaydı. Ayrı kablolama gereksinimi, endüstriyel sistemlere başta maliyet olmak üzere kurulum ve bakım gibi dezavantajlar getirmekteydi. Günümüzde bu dezavantajları ortadan kaldırmak için endüstriyel sistemlerin iletişiminde sahayolu (Fieldbus) olarak adlandırılan ve süreç kontrol uygulamalarında kontrol sistemleri ile saha (field) elemanları ara bağlantısını sağlayan sayısal haberleşme hatları kullanılmaktadır.

Son 20 yıldır, birçok girişim, verileri işleme alanın yanısıra fabrikadaki dağıtık kontrol sistemlerinde dijital haberleşmenin kesin kullanımına yol açtı. Sahayolu sistemleri ve sensör haberleşme sistemleri endüstriyel iletişim sistemlerinin kaçınılmaz bileşeniydi. Aynı zamanda Ethernet bu bileşenlerin seri üretiminden kaynaklanan düşük bileşen fiyatlarıyla ofis alanı içinde en çok kullanılan iletişim teknolojisi olma savaşını kazandı. Son 5 yılda ve özellikle son zamanlarda,

endüstriyel otomasyonda kullanılmak üzere Ethernet tabanlı iletişim sistemlerinin kullanımını icat eden büyük bir topluluk var olmaktadır [6].

Endüstriyel otomasyon sistemleri, kaliteli ve yüksek verimli üretimin en önemli bileşenidir. Endüstriyel otomasyon sistemleri, hem üretim araçlarının amaca yönelik çalışmasını sağlayan bilgiyi işleyen, hem de bilginin ilgili birimler arasında hızlı ve doğru olarak aktarılmasını sağlayan birimlerden oluşur. Endüstriyel otomasyonda işlenen ya da işlenecek bilginin doğru, hızlı ve ucuz olarak aktarılması büyük önem taşır. Günümüzde bilgiyi, hızlı, doğru ve ucuz aktarmak, ancak sayısal veri iletişim sistemleri ile olanaklıdır. Genel olarak sayısal veri iletişimini sağlamak için birçok aygıt, standart ve protokol bulunur. Bu ise farklı yapıdaki birimler arası iletişimde sorunlar yaratır. Bu sorunları aşmak için son yıllarda belirli standartlar ve protokoller belirlenerek bu çeşitliliği azaltma eğilimi artmaktadır. Endüstriyel veri iletişimde de bu tür bir çalışma yapılarak, iletişim protokollerini en aza indirme çabaları sürmektedir. Buna örnek olarak, 15 Mart 1996'da Profibus standardının Avrupa standardı olarak kabul edilmesi gösterilebilir.

2.4.1. Sahayolu sistemleri

Yaklaşık olarak çeyrek yüzyıldır, Sahayolu farklı uygulamalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Sahayolu sistemleri, denetim kademesinden sensör ve aktüatörlerin yanı sıra PLC'ler gibi kontrol cihazları kademesine, otomasyon sisteminin tüm seviyelerinin gerekli iletişimini çözmek için tasarlanmıştır. Sahayolu, sensörler, düzenleyiciler, aktüatörler, saha kontrol ediciler, sürücüleri ve HMI cihazları vb. gibi saha aygıtlarını bağlamak için bir ağıdır [40]. Bir sahayolu temelde bir dağıtık işlem kontrol ortamında kontrol sistemleri ile saha cihazlarını birbirine bağlama kapasitesine sahip bir dijital iletişim yoludur. Sahayolu tabiki bu tanımla sınırlı değildir. Teknolojinin gelişmesiyle son yıllarda, bu saha cihazları Sahayolu bağlantı yoluyla teşhis, bakım ve uzaktan izleme gibi pratik işlevleri desteklemektedir[52].

Sahayolu sistemleri bir kuruluşun saha düzeyinde yerel endüstriyel haberleşmelerinin son teknik gereklerini yerine getirmektedir. Son zamanlarda, kablosuz haberleşmeler

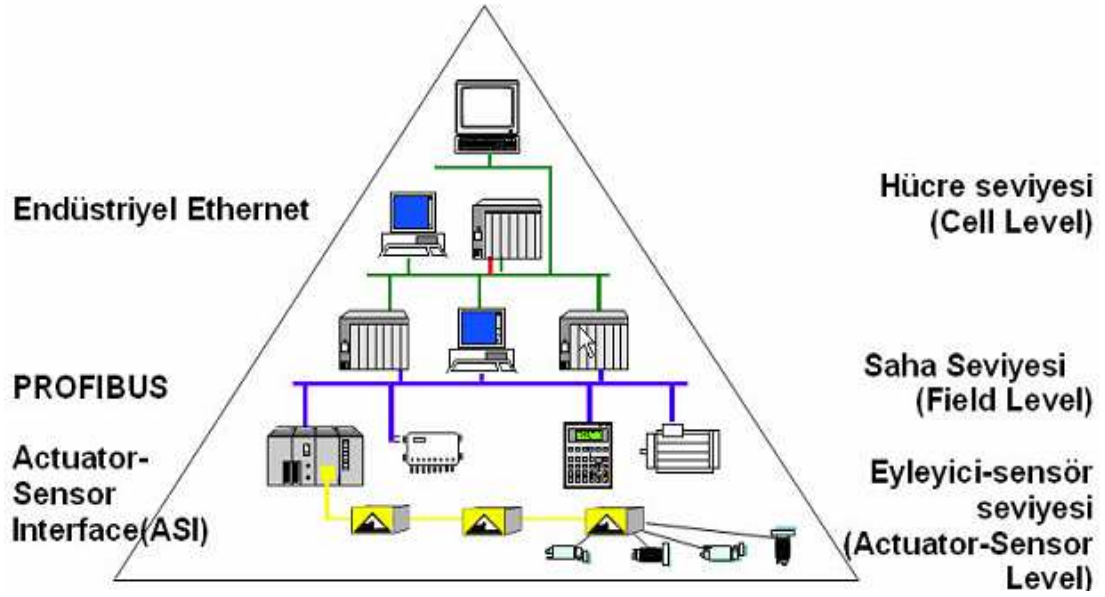
Sahayolu iletim teknolojisini tamamlamaktadır. Literatürde sahayolu teknolojisi ile ilgili birçok çalışma [6, 14, 41, 45, 59] vardır ve bunların yazarları aynı fikre sahiptir. Bazı popüler sahayolu standartları; Profibus, Lonworks, Foundation Fieldbus, CAN Bus, Interbus, Modbus, P-NET, AS-İ, Hart, E1310, SERCOS III interface özetlenmiştir[40].

Dağıtık işlem kontrolü için gerekli ara bağlantı sistemlerinde, şu anda piyasada bulunan çeşitli Sahayolu haberleşme sistemlerinden kaynaklanan bazı sorunlar vardır, bu yüzden Sahayolu sisteminin uzantısı genellikle sınırlıdır. Bu çalışma, Profinet temelli kablolu/kablosuz haberleşmeyi kullanarak uygun çözümü sunmaya çalışacak.

Haberleşme seviyeleri

Endüstriyel üretim ortamlarındaki haberleşme hiyerarşisi, bilgisayarla bütünleşik imalat (BBİ) mimarisi ile tanımlanır. Bu mimari, endüstriyel üretim ortamının hangi seviyelerinde ne tür haberleşme ve kontrol sistemleri olduğu hakkında bilgi verir.

Şekil 2.4’de birbirleriyle doğrudan ya da dolaylı olarak iletişimde bulunan Eyleyici-Algilayıcı, Saha ve Hücre (Fabrika) seviyelerinden oluşan haberleşme seviyeleri görülmektedir. Hiyerarşideki seviyeler, bağlanan düğüm sayısı, istenen tepki zamanı, transfer edilecek bilgi miktarı, transfer sıklığı, istenen güvenilirlik, vb. faktörlerden dolayı benzer olmayan veri akışlarına sahip olurlar. Bu faktörlerden veri miktarı ile tepki zamanı arasındaki ilişki, haberleşme seviyeleri ortaya çıkartır [56].



Şekil 2.4. Endüstriyel sistemlerde haberleşme seviyeleri [60]

Eyleyici/algılayıcı seviyesi (Actuator-Sensor Level):

Endüstriyel haberleşme sistemlerinin en alt seviyesini oluşturan Eyleyici-Algılayıcı seviyesinde endüstriyel üretim ortamındaki motor, anahtar, algılayıcı vb. cihazlar yer alır. AS-I veri yolu bu seviye uygulamalar için tercih edilen bir arabirimdir [60]. Bu seviyedeki cihazlar kendi aralarında bilgi transferi gerektirmezler ve bir üst seviyedeki cihazların isteklerine göre çevrimli olarak veri transferi gerçekleştirirler.

Saha seviyesi (Field Level):

Endüstriyel üretim ortamı içerisindeki dağıtılmış kontrol cihazları otomasyon hiyerarşisinin ikinci seviyesini oluşturan Saha seviyesinde bulunur. Bu seviyedeki cihazlar, üst seviyelerden herhangi bir bilgi almadan da kendi görevlerini yerine getirebilirler. Bu seviyedeki iletişim sahayolu sistemleri ile sağlanmaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan birçok sahayolu sistemi bulunmaktadır (CAN, Profibus-DP/PA, WorldFIP, Interbus-S, vb.). Sahayolu sistemleri bu seviyedeki cihazların birbirleri ile iletişiminin yanı sıra üst seviye ile iletişimlerini de sağlar.

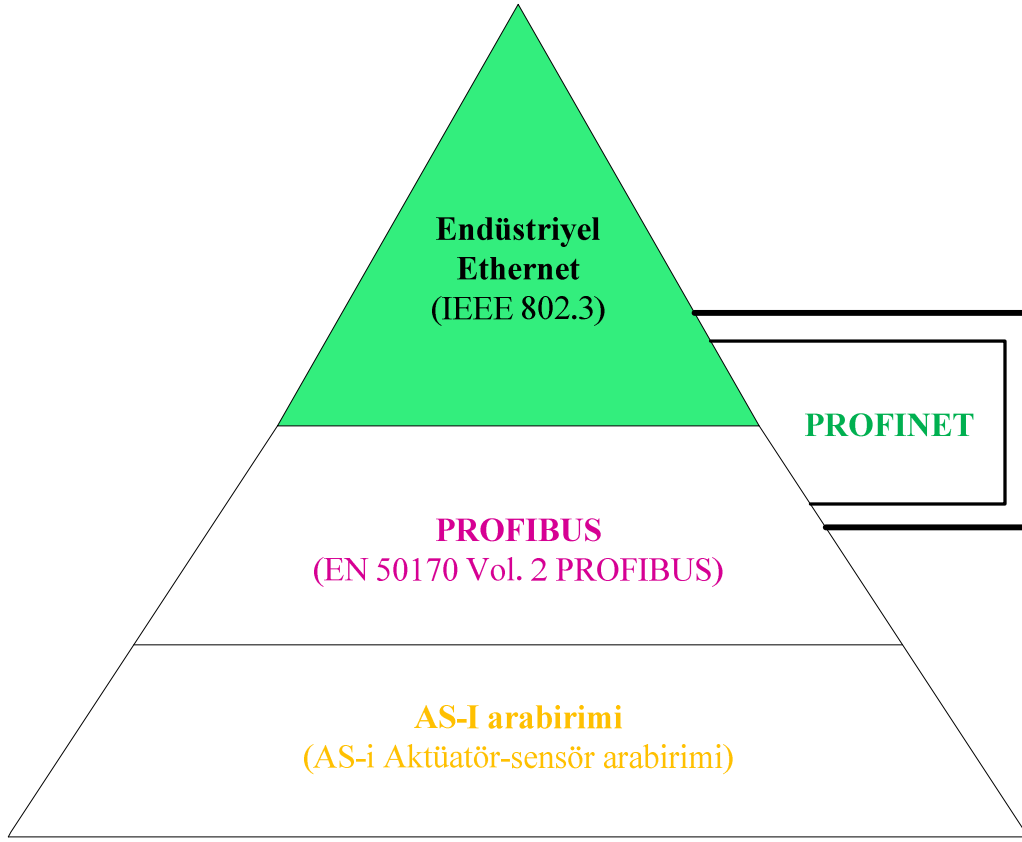
Hücre seviyesi (Cell Level):

Fabrika seviyesi olarak da adlandırılan Hücre seviyesi otomasyon hiyerarşisinin üçüncü seviyesini oluşturur. PLC, CNC, PC, vb. her türlü kontrol cihazının bulunduğu bu seviyede genellikle yüksek oranda veri transferi yapılmaktadır. Bu seviyedeki iletişim için çoğunlukla Endüstriyel Ethernet, ControlNet, WorldFIP iletişim sistemleri kullanılmaktadır [59].

2.4.2. Endüstriyel ethernet

Ethernet yaklaşık 30 yıldır varlığını sürdürmektedir [61] ve LAN pazarında % 80 lik bir pay ile ofis ortamında popülerdir. Ethernet ağ teknolojisi ofis ortamında geçerlilik kazandı ve ayrıca endüstriyel uygulamalar için de yeni bir biçim verilmesi gerekiyordu. Endüstriyel Ethernet yapı olarak normal Ethernet'e benzemektedir. Ancak endüstriyel Ethernet otomasyon sahaları için tasarlanmıştır. Endüstriyel haberleşme protokollerini genel olarak bir piramide benzetirsek, endüstriyel Ethernet bu piramidin tepesinde yani ana kontrol katmanında yer alır. Sonuç olarak, Endüstriyel Ethernet dâhili yedekleme ve dayanıklılık ile fabrika zeminindeki zorlu koşulları gidermek için hızlı, kararlı ve tutarlı bir Ethernet omurgası sağlamak amacıyla geliştirildi, böylece tüm cihazların “bağlı” kalması sağlandı [12].

Endüstriyel Ethernet, endüstriyel uygulamalar için IEEE 802.3 (ETHERNET) ve IEEE 802.11 a/b/g/h (Wireless LAN) standartlarına uygun kayıt aralıkları ile güçlü bir bölge ve hücre ağı önermektedir[62, 63]. Günümüzde Ethernet, PLC'ler ve denetleyici kontrol ve veri edinimleri (Supervisory Control ve Data Acquisitions-SCADAs) arasındaki haberleşme için endüstriyel tesislerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır; bu durumda çoğunlukla “Endüstriyel Ethernet” olarak adlandırılır [9]. Endüstriyel Ethernet aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi PROFINET / PROFIBUS ve AS-interface (AS-i) ile birlikte yönetim, hücre ve alan düzeylerinin kapsamlı ağına izin veren SIMATIC NET konseptine entegredir [64].



Şekil 2.5. Siemens konseptinde Endüstriyel Ethernet [64]

2.4.3. Profinet

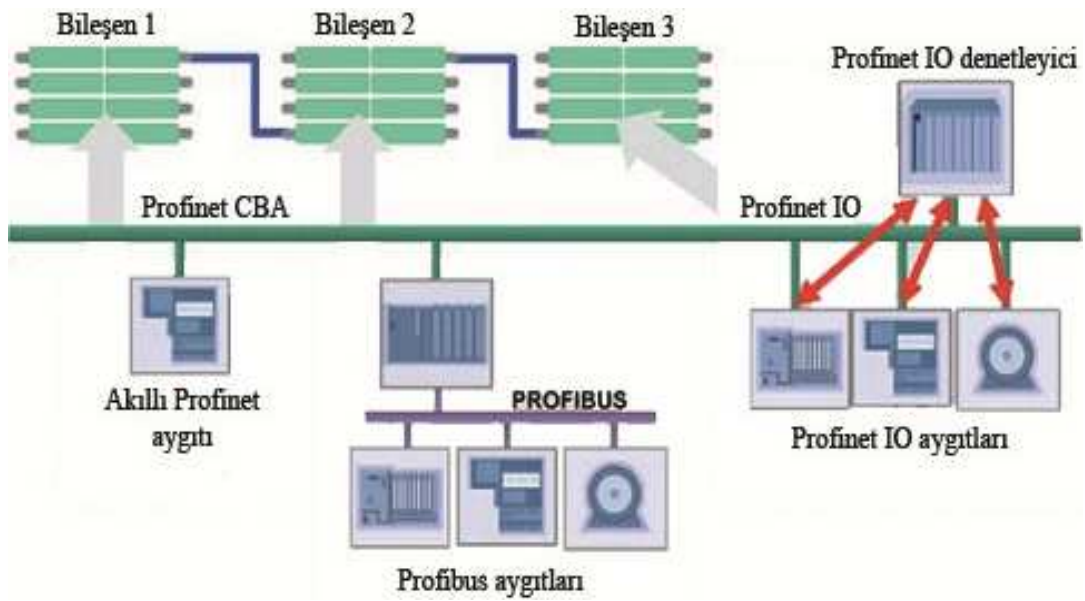
Profinet PROFIBUS kullanıcı kuruluşu tarafından desteklenen Endüstriyel Ethernet çözümüdür [46, 49, 50, 65, 66]. IEC 61158 ve IEC 61784 diye standartlaştırılan PROFINET, IEEE standartları olarak tanımlanmış olup % 100 Ethernet uyumludur [67]. PROFINET'in fiziksel Ethernet ve Orta Erişim Kontrolü (MAC) tabakalarının kullanımını sağlayan iki özel şekli mevcuttur. Aslında, PROFINET fabrika haberleşme sistemlerinin farklı seviyelerinde, yani yüksek seviyede PROFINET CBA ve cihaz seviyesinde PROFINET IO, kullanılması anlamına gelen iki farklı yüksek tabaka protokolünü içermektedir [48].

- “IO-Kontrolörler”, “IO-Aygıtları” (örneğin; algılayıcılar, aktüatörler, IO modülleri vb) ve yapılandırma ve tanı amaçlı [9] “IO-Denetçiler” olarak

tanımlanan PROFINET IO saha cihazları arasında çok hızlı veri transferi uygulamaya olanak sağlar. Ayrıca saha düzeyinde kablosuz iletişim dağıtmak için uygundur [15]. Protokol hem periyodiklik hem gerçek zaman açısından cihaz seviyesinin en temel gereksinimini karşılamak için tasarlanmıştır.

- PROFINET CBA (Component Based Automation) nesne tabanlı ortamın tanımını temel alır. Bu ortamda bulunan nesneler (PROFINET bileşenleri) arası ilişkiler ağda karşılıklı yer değiştiren değişkenleri tanımlar.

Şekil 2.6'da görüldüğü gibi Profinet IO ve Profinet CBA birleşimi fabrika otomasyonunda maksimum esneklik sağlamaktadır.



Şekil 2.6. Endüstriyel ortamda Profinet IO ve Profinet CBA birleşimi [67]

2.4.4. Profibus

Profibus geniş kapsamlı üretim ve süreç otomasyonu için tasarlanmış üreticiden bağımsız açık saha hat protokolüdür. Üretici bağımsız oluşu ve açıklığı uluslararası standartlar olan EN 50170, EN 50254 ve IEC 61158 üzerine kurulmuştur. 650'ye yakın üyesi bulunan ve birçok araştırma enstitüsü tarafından desteklenen Profibus, farklı üreticilerin cihazları arasında haberleşme sağlayan ve bunu yaparken herhangi

Özel bir arabirime ihtiyacı olmayan bir veri yolu olmakla birlikte, yüksek hızlı kritik uygulamalar veya karmaşık haberleşme işlemleri gibi kullanım alanlarında yaygın olarak uygulanan bir veri yolu sistemidir. Profibus protokolünün, IEC 61784 standardına sahip endüstriyel otomasyonda farklı uygulamalar için kullanılmak üzere 3 farklı versiyonu vardır [68]:

- Profibus DP hız ve düşük maliyeti ile fabrika otomasyonu için tasarlanmıştır. Otomasyon ve kontrol sistemlerinin birbirleriyle ve aygıt seviyesinde I/O olarak haberleşmesinde kullanılır. RS485 veri iletim teknolojisini [51] veya fiber optik fiziksel katmanı kullanır. Profibus Dp özellikle endüstride I/O sistemlerinde, Motor Kontrol Panolarında (Motor Control Clipboard-MCC) ve uygun motor yol vericilerde kullanılır. 9.6 Kbit/s'den 12 Mbit/s'ye kadar haberleşme hızı vardır. 100 m ile 1200 metre arası haberleşme mesafesi vardır [69].
- Profibus PA süreç otomasyonu için tasarlanmıştır. Süreç otomasyonu (Process Automation-PA) gerçek zamanlı güvenlik uygulamalarında kolaylıkla kullanılır. Çünkü 2 kablo üzerinden gerekli besleme sağlanır. Tam fonksiyonlu bir saha iletişim protokolüdür. Genellikle Proses seviyesinde kullanılır. 31.25 Kbit/s ile haberleşir ve bölümler arası 1900 m haberleşme mesafesi vardır. Özellikle güvenlik uygulamalarında kullanılır.
- Profibus FMS hücre seviyesinde iletişim için tasarlanmıştır. Akıllı saha cihazları arasında (PLC, PC, operatör panel vb.) orta hızlı ve güvenli bir veri transferi sağlamaktadır. Bu seviyede programlanabilir kontrol donanımları birbirleri ile haberleşmektedir. Bu uygulama seviyesinde yüksek işlevsellik sistem tepkisinin hızlı olmasından çok daha önemli olmaktadır. Önemli özellikleri şunlardır:
 - Bütün seviyeler için uygundur.
 - Uygulamalar için güçlü özellikler sunar.
 - RS485 ya da fiber optik fiziksel katmana esnek uygunluk sağlar.
 - Çoklu efendi iletişimine olanak sağlar.

PROFIBUS PLC'ler veya PC'ler (efendi aygıtlar olarak ifade edilen) gibi etkin istasyonlarla, algılayıcı veya eyleyici (köle aygıtlar olarak ifade edilen) pasif istasyonlar arasındaki farkı ayırt eder[70].

2.4.5. AS-i arayüzü

AS-i Arayüzü: AS-i (Aktüatör -Sensör Arayüzü) olarak adlandırılan sistem en alt seviye otomasyon düzeyinde oldukça basit bir altyapıyla tahrik ve algılama elemanları üzerinde uygulanmaktadır. Paralel kablolarla göre en basit alternatif olan sistem 11 farklı firma tarafından finanse edilen bir araştırma grubu tarafından geliştirilmiştir. Henüz tam anlamıyla standartlaşmaya gidilememiş olmakla beraber bu konudaki çalışmalar devam etmektedir. Yeni geliştirilen ürünlerle AS-i Bus üzerinden analog veri haberleşmesi de yapılmaya başlanmıştır AS-i son derece basit, ucuz ve aynı derecede güvenli bir sistemdir.

AS-i kelime olarak "Actuator-Sensor-Interface" kelimelerinin baş harflerinden meydana gelmektedir. Bu anlamda AS-i eyleyiciler ve algılayıcılar arasında bir ara birim oluşturmaktadır. Bu çalışma elemanları ile (manyetik valfler, kontaktörler vs.) algılayıcıların (optik, endüktif, kapasitif vs.) saha seviyesinde (çalışma alanında) birbirleriyle bağlanarak şebeke oluşturduğu bir sistemdir [63]. AS-i özellikle sistemde kullanılan özel yassı kablo ve bağlama modülü aracılığı ile tesisat, montaj ve devreye alma işlemlerinde tasarruf sağlamaktadır. Sistem merkezi kontrolör ve buna bağlı maksimum 31 alt düzey kontrol sistemi bağlanabilir. AS-i denetleyicisi doğrudan ana otomasyon sistemine bağlanabildiği gibi bir başka sistemin alt sistemi olan mantıksal bileşen grubu olarak ta bulunabilir. Özel veri dönüştürücüleri ile Profibus DP sinyalleri AS-i formatına çevrilerek kullanılabilir. AS-i sisteminde temel olarak algılayıcılardan gelen sinyaller işlenir ve eyleyicileri kumanda eden valfler kontrol edilir. Bu amaca hizmet eden standart giriş/çıkış modülleri vardır.

2.4.6. CANbus

Denetleyici Alan Ağı (Controller Area Network-CAN), gerçek zamanlı kontrole sahip, yüksek hızlı, yüksek güvenlik seviyesine sahip, düşük fiyatlı ve yüksek performanslı bir seri iletişim protokolüdür. CANbus aslında bir otomotiv standardı olarak geliştirilmiş ve elektronik kontrol üniteleri arasında bir seri arabirim olması amaçlanmıştır. Fakat kısa zaman içerisinde endüstriyel ortamlarda kullanılan ağlar için çok uygun bir çözüm olmaya başlamıştır. Birçok endüstriyel uygulamada CANbus kullanımının hızlı bir şekilde artması sonucu DeviceNet gibi CANbus tabanlı özel ağ protokolleri geliştirilmiştir. CANbus ISO tarafından da yüksek hızlı bir ağ olarak standartlaştırılmıştır (ISO 11898 ve ISO 11519-1) [40]. Bütün bunların sonucu olarak da CANbus protokolünün, sadece araçlar için en iyi ve en güvenilir protokol olmadığı, endüstriyel sahalarda da iyi bir çözüm olduğu anlaşılmıştır. Çünkü temelde otomotiv piyasasına hitap edecek bir şekilde tasarlandığı için CANbus protokolünün hata tespit mekanizması diğer ağ protokollerine göre daha fazla performansa sahiptir.

2.4.7. Modbus

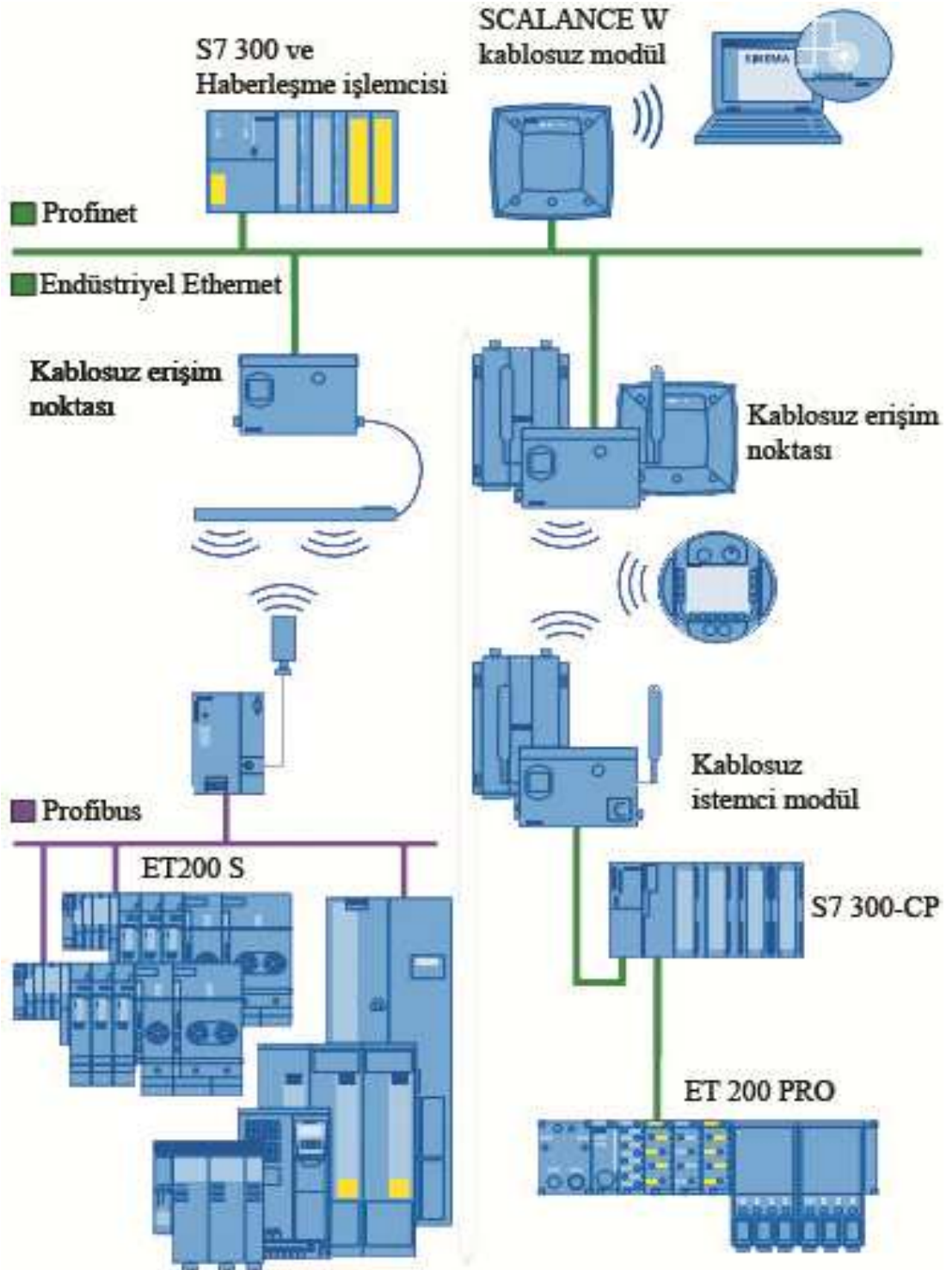
Modbus seri iletişim protokolü 1978 yılında Modicon firması tarafından sunucu (master) ve istemci (slave) arasında iletişimi sağlayabilmek için RS 232 protokolü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Günümüzde ise Modbus protokolü Schneider Automation firmasının ürünüdür. Sadece bir sunucu düğümü (aynı zamanda olmak koşulu ile) ve maksimum 247 olmak üzere çeşitli sayılarda istemci düğümü aynı hat üzerinde bağlanabilir. Modbus haberleşmesi her zaman sunucu tarafından başlatılır ve istemci düğümler sunucu düğüm tarafından bir emir almadığı sürece asla veri iletimi yapmaz. İstemci düğümler kendi aralarında asla haberleşemezler. İstemci düğüm aynı zaman içerisinde sadece bir modbus iletişimi kurabilir. Ayrıca Modbus haberleşme protokolü TCP/IP protokolünü kullanarak internete çıkabilmektedir.

2.4.8. Kablolu/Kablosuz sahayolu

Endüstriyel ağdaki gelişmeler endüstriyel ortamda sorunları çözmede aktif bir rol oynar. Sahayolu ağının kullanımı alan cihazlarının iki nokta arasındaki geleneksel bağlantılarını bir saha topolojisi getirerek kolaylaştırmasına rağmen, esas sorun sahayolu sistemi uzantısının piyasadaki çeşitli sahayolu haberleşme sistemlerinden dolayı genellikle sınırlı kalmasıdır.

Fabrika otomasyonun saha seviyesindeki ağında, I/O lar, PLC ler, sensörler ve aktüatörlerin hem birbirleriyle bağlantı kurmaları hem de gerçek zaman kontrol ağıyla diğer ağlarla bağlantı kurmaları gereklidir. Birçok endüstriyel ağ saha seviyesindeki bu sorunu çözmek için geliştirilmiştir. Onlardan biri de kablolu/kablosuz melez ağıdır.

Kablosuz bir sistem, mobil kontrol cihazlarının desteğinin gerekmesi ya da kablolanmanın çok çaba gerektirmesi vb. zorluk çıkaran alanlarda bulunan cihazların kablosuz bağlanması gibi sonradan eklenen önemli işlemsel özellikleri karşılamak için varolan sahayolu işlevselliğini artırabilir. Bu nedenle bir kablosuz sahayolu yapısı, bazı üretim tesislerinde ortaya çıkan sensörler ve aktüatörler gibi yeni ve hareket eden kontrol cihazlarının bağlanmasından ayrı yeni kablo kurmanın ya da yeniden kablolanmanın gerekli olduğu durumlarda sorunların çözümünü kolaylaştıracaktır.



Şekil 2.7. Kablolu/kablosuz iletişim için örnek yapılandırma [63]

Endüstriyel ortamda neredeyse tüm süreç kontrol uygulamalarında hareketlilik ve esneklik gerekli hale gelmiştir. Bu hareketlilik ve esneklik özelliği süreçlere yeniden

biçim vermek ve uygun çözümler geliştirmek için çok büyük avantajlar sunmaktadır. Bu özellikleri gerektiren uygulamalara örnek verecek olursak [71];

- Sürücüsüz taşıma sistemleri
- Tek raylı sistemler
- Hareketli masalar
- Hareketli ve dönen makineler
- Vinçler
- Taşıyıcı sistemler
- Hareketli işlemler, kontrol ve denetim
- Bireysel üretim alanlarında hızlı ağ oluşturma
- Depo ve lojistikte hareketli veri edinimi

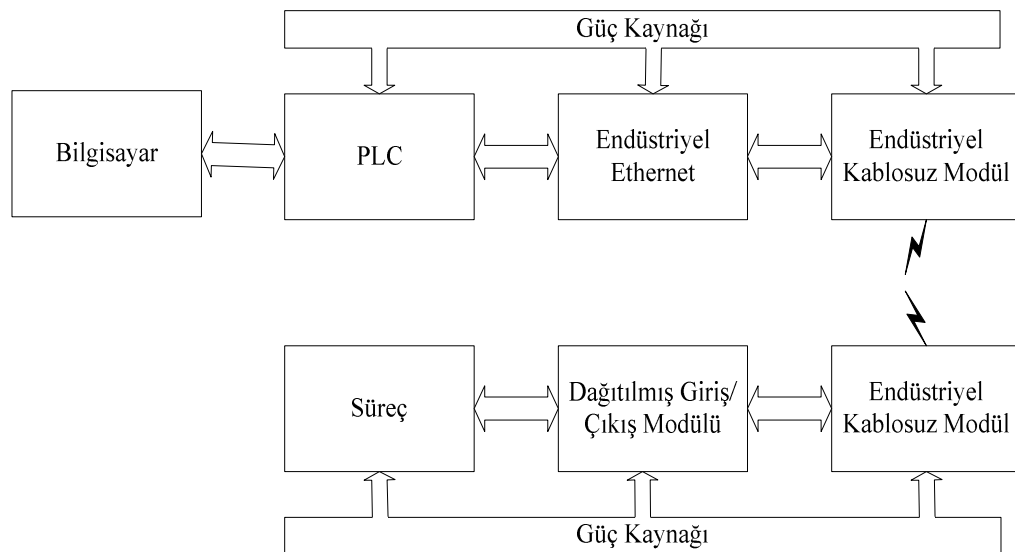
Otomasyonun saha seviyesindeki uygulamalarında bireysel istasyonlar arasındaki kablosuz iletişim, kullanıcılar için ilave olanaklar sunar. Bunlardan bazıları;

- Hareketli istasyonların haberleşmesi ve hareketli veri edinimi
- Hareketli görevlendirme
- Geçici yapılandırmalarda esnek yapım ve dış ünitelerle iletişim
- Hareketli parçalar ile iletişim

3. SİSTEM TASARIMI

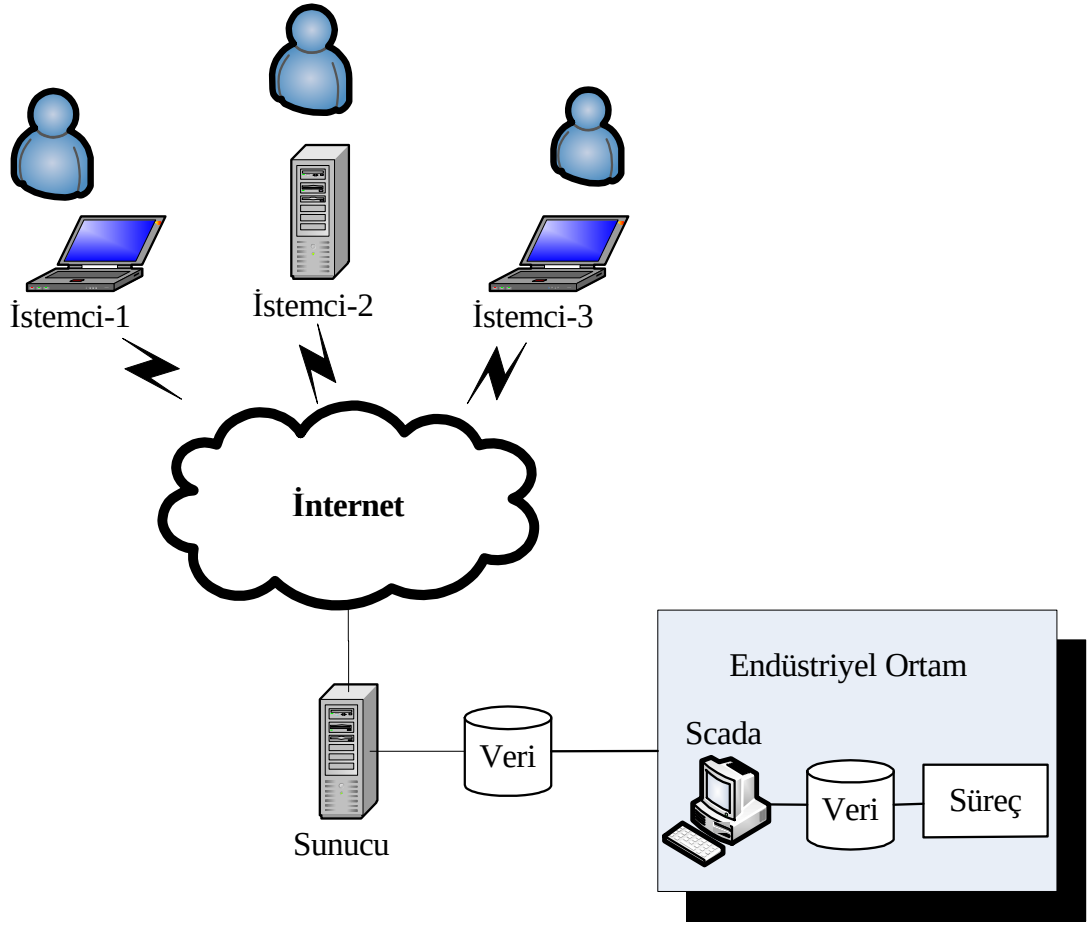
Dağıtılmış kontrol sistemleri (DCS) endüstriyel süreçlerde sahanın tümünü; operatör birimlerini, kontrol modüllerini, haberleşme birimlerini ve uzak noktadaki tüm giriş ve çıkışları kapsayan yapılardır. Bu sistemlerde sahaya ait veriler tek kanaldan dijital iletişim yoluyla sağlandığı için dijital iletimin sunmuş olduğu; düşük kurulum maliyeti, analog sinyal iletiminde gürültünün etkilerini azaltması, uzak noktalara iletim, güvenilirlik ve yeniden yapılandırma gibi olanakların hepsine sahiptir [4].

Endüstriyel kontrol sistemlerinde yazılım, donanım ve haberleşme yapısının uyumluluğu önemli bir faktördür. Sistem tasarımı gerçekleştirilirken bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Tasarlanan sistemde yapılar şuan için birbirlerini destekler nitelikte yani uyumlu olsa da, çok hızlı gelişen otomasyon endüstrisinde yeni donanımlar ve beraberinde yeni protokoller ortaya çıkmaktadır. Kurulan sistemin bu gelişmelere açık olması ve ihtiyaçları karşılar yapıda olması gerekir. Bu çalışmada, sistem tasarımı endüstriyel ortamların ihtiyaçları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu ihtiyaçları karşılayacak, yukarıda açıkladığımız faktörlere ve ileriye dönük olarak yeni teknolojilere cevap verecek yapıda kontrol elemanları ve yeni nesil haberleşme modülleri kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Dağıtılmış kontrol sisteminin blok diyagramı

Bu çalışmada sistem donanım, yazılım ve haberleşme yapısı olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır. Sistem tasarımı gerçekleştirilirken endüstriyel ortamdaki çevresel koşullar göz önünde bulundurulmuştur. Şekil 3.1’de saha seviyesindeki kontrol için tasarlanmış yapının blok diyagramı görülmektedir. Blok diyagramından da anlaşılabileceği gibi dağıtık süreçler için kontrol ve haberleşme yapısı oluşturulmuştur. Bu yapı ile saha seviyesindeki kontrol birimde 24 dijital, 5 analog giriş, 16 dijital ve 2 analog çıkış, uzak birimde ise 20 dijital, 4 analog giriş ve 10 dijital çıkış işletilebilir ve istenirse ilave modüller ile işletilecek giriş çıkış sayısı artırılabilir. Oluşturulan sistem haberleşme yapısıyla endüstriyel ortamda zorlu çevresel (hareketli parçalardan, titreşimli ve kimyasal ortamlardan) etkenlerden kaynaklanan sıkıntılara, yani kabloluşmanın mümkün olmadığı durumlara IWLAN ile çözüm ürettiği gibi mevcut kablolu yapılara da ara bağlaşım imkânı sunmaktadır. Ayrıca sistem Şekil 3.2’de görüldüğü gibi internet altyapısını kullanılarak uzaktan kontrol imkânı da tanınmaktadır.



Şekil 3.2. Sistem donanımlarının etkileşimi [72]

3.1. Donanım Bileşenleri

Donanım iki ana bileşeni kapsamaktadır. Bu bileşenler Çizelge 3.1’de özellikleri belirtilmiş malzemelerden oluşmaktadır.

Çizelge 3.1. Malzeme listesi

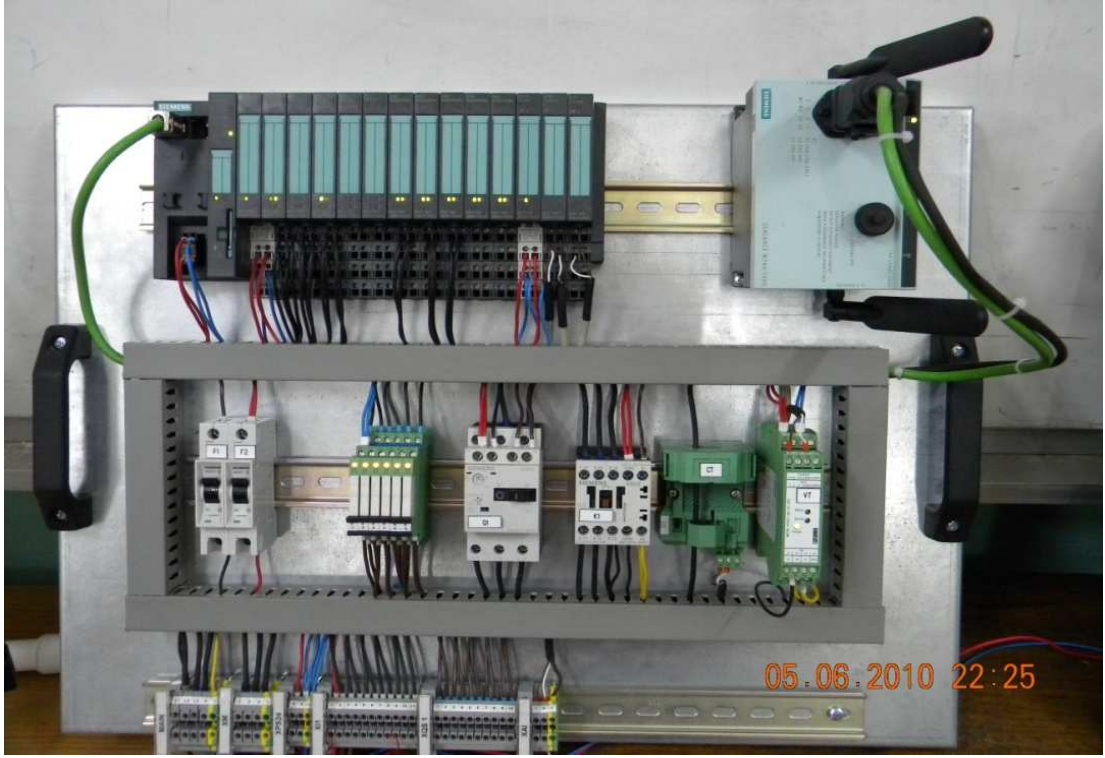
	MALZEME TANIMI	MALZEME ÖZELLİKLERİ
1.	Kablosuz haberleşme modülü	24 V Beslemeli, 2.4/5 GHZ (1 kanallı) kablosuz erişim modülü
3.	Güç bağlantısı için gereklidir	M12 konnektörü
4.	Parametre kayıt modülü	Değiştirilebilir, konfigürasyon depolama aygıtı
5.	CPU	64 KB MPI 24DI/16/DO/5AI/2AO
6.	Hafıza kartı	64 KB
7.	Güç kaynağı	120/230 V AA, 24 V DA, 5A
8.	Net endüstriyel ethernet	TCP/IP, UDP, PROFINET (4 link) 2 port
9.	DP Interface Module Blok dağıtılmış giriş-çıkış haberleşme modülü	PROFINET IM: MAX. 63 adet ET 200S kartını destekler
10.	Arabirim güç modülü	24 V DA Güç modülü
11.	Terminal güç modülü için Klemens	2x3 klemensli vidalı tip
12.	DI Elektronik Modül	4 DI: 24 V
13.	DO Elektronik Modül	2 DO: 24 V/0.5 A
14.	Elektronik Modüller için bağlantı modülü	2x4 klemensli vidalı tip
15.	PC Adaptör	PC ile PLC bağlantı adaptörü(USB için)+5 m kablo
16.	AI Elektronik Modül	4 AI, 4-20mA, 13 bit, 2 telli bağlantı
17.	Basınç Transmitteri	0-4 bar, 24 V beslemeli,2 telli,4-20 mA çıkışlı.
18.	Akım çevirici	Giriş 0...50/75/100A, çıkış 4...20 mA
19.	Gerilim çevirici	Giriş 0...400V AC, çıkış 0...10 V
20.	Seviye sensörü	Kafalı tip,100 mm boyunda, dijital çıkışlı.
21.	Güç kontaktörü	3 KW için
22.	Motor koruma şalteri	3 KW için
23.	CPU Rayı	482 mm
24.	Otomatik sigorta	5 adet 10 A

Birinci bileşen, donanım ve ağ yapılandırması, ayrıca kontrol programını yazıp PLC'ye yüklemek için kullanılan SIMATIC MANAGER paket programını ("STEP 7"), Scada ekranı için kullanılan WinCC flexible RT programını ve web ara yüzünü çalıştıran bilgisayar ve bilgisayar ile PLC arasındaki haberleşmeyi sağlayan MPI

(Multi Point Interface) arabiriminden oluşmaktadır. İkinci bileşen ise erişim ve istemci düğümlerini birleştiren PROFINET giriş/çıkış (PROFINET IO - PNIO) sisteminden oluşmaktadır. Erişim düğümü bileşenleri Resim 3.1.a’da görüldüğü gibi; Güç kaynağı, PLC, haberleşme işlem birimi (CP) veya Endüstriyel Ethernet modülü ve erişim noktasından (AP) veya IWLAN modülünden oluşmaktadır. İstemci düğümü bileşenleri Resim 3.1.b’de görüldüğü gibi; IWLAN istemci modülü, dağıtılmış giriş/çıkış modülü (ET200S) ve MKP ’den oluşmaktadır.



Resim 3.1. PNIO sistemin genel görünümü: (a) erişim düğümü, (b) istemci düğümü



Resim 3.1. (Devam) PNIO sistemin genel görünümü: (a) erişim düğümü, (b) istemci düğümü

Sistemin kontrol mekanizması PLC ile kurulmuştur. Literatürde PLC temel alınarak sunulmuş ve çalışmamıza ışık tutan çalışmalar bulunmaktadır [34, 35, 38, 39, 73, 74]. Sistem Şekil 5’de görüldüğü gibi hat topolojisi ile kurulmuştur. Ana kontrol ünitesi Siemens ‘in S7-313C serili CPU ile SIMATIC S7-300 istasyonundan oluşmaktadır. Bu CPU ‘da 24 adet dijital giriş, 16 adet dijital çıkış, 5 adet analog giriş, 2 adet analog çıkış ve bir güç kaynağı (120/230V AA, 24V DA, 10A) bulunmaktadır. PROFINET aygıtları olarak, PNIO sistemine Ethernet kablosu ile bağlanan aşağıdaki bileşenler bulunmaktadır [65]:

- PROFİNET arabirimi ve 2 portu bulunan PNIO aygıt arabirim modülünü (IM 151-3 PN) içeren dağıtılmış giriş-çıkış modülü (ET 200S). Bu modülde 20 adet dijital giriş, 10 adet dijital çıkış, 4 adet analog giriş ve 2 adet 24V ‘luk güç modülü bulunmaktadır.
- Bir adet kablosuz erişim modülü (Scalance W788-1 PRO)

- Bir adet kablosuz istemci modülü (Scalance W744-1 PRO)

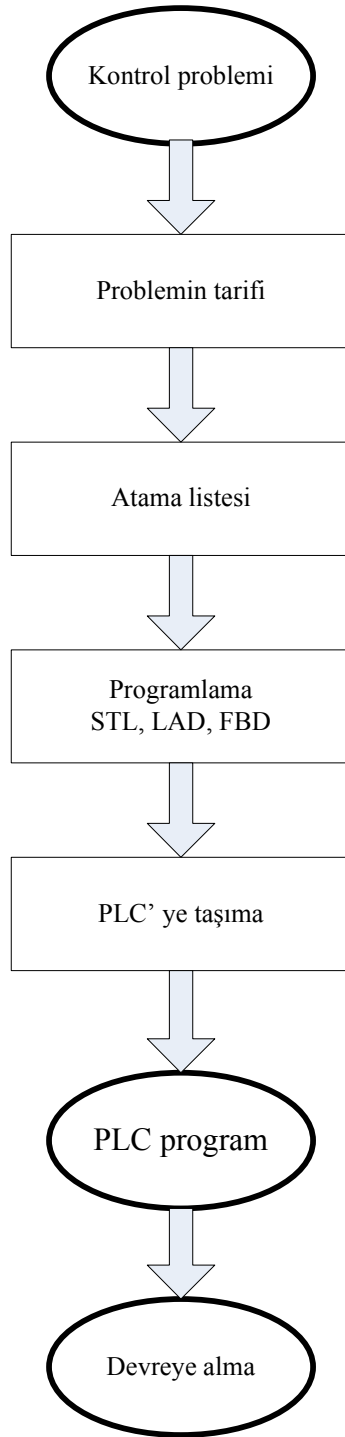
PNIO Endüstriyel Ethernet üzerinden PNIO aygıtlarına direk erişim imkânı sağlar fakat PNIO arabirimi bulunmayan S7-313C CPU'dan oluşan S7-300 istasyonunun Endüstriyel Ethernet'e bağlanması için iletişim modülüne ihtiyacı vardır [39]. Bunun için CP 343-1 Ethernet modülü kullanılmıştır. CP 343-1, "SEND/RECEIVE" ve "FETCH/WRITE" arabirimi bulunması, PNIO aygıtı olması, 4 port uzun veri, SNMP (Simple Network Management Protocol), UDP (User Datagram Protocol), TCP (transmission control protocol), yönlendirme, bilgisayarsız modül değişimi, 10-100 MBit/s hızında veri iletimi, LAN üzerinden kurulum, birçok çalışma istasyonlarına eş zamanlı yayın ve IP (Internet Protocol) yapılandırması gibi özellikleri ile Endüstriyel Ethernet TCP/IP altyapısı için iletişim işlemcisidir.

3.1.1. Güç kaynağı

Güç kaynağı, AA şebeke gerilimini işlemci ve giriş-çıkış birimlerindeki devreler için gerekli düşük seviye D.A gerilime çevirmek için kullanılan birimdir. Siemens'in S7-300 serisinde; 2A, 5A ve 10A'lık DA güç kaynakları kullanılırken, S7-400 serisinde ise 4A, 10A, 20A DA veya AA güç kaynakları kullanılmaktadır. Bu çalışmada S7-300 serisi kullanıldığı için 120/230V AA, 24V DA, 10A özelliklerinde güç kaynağı kullanılmıştır. Tabi ki Siemens'in standart güç kaynaklarını kullanmak zorunlu değildir. 24V DA ve istenen güçte herhangi bir güç kaynağı kullanılabilir.

3.1.2. Programlanabilir mantıksal denetleyici (PLC)

PLC'ler probleme bağlı olmaksızın seri olarak üretilmiş, universal kumanda ve kontrol elemanlarıdır.



Şekil 3.3. PLC programlamada işlev sırası

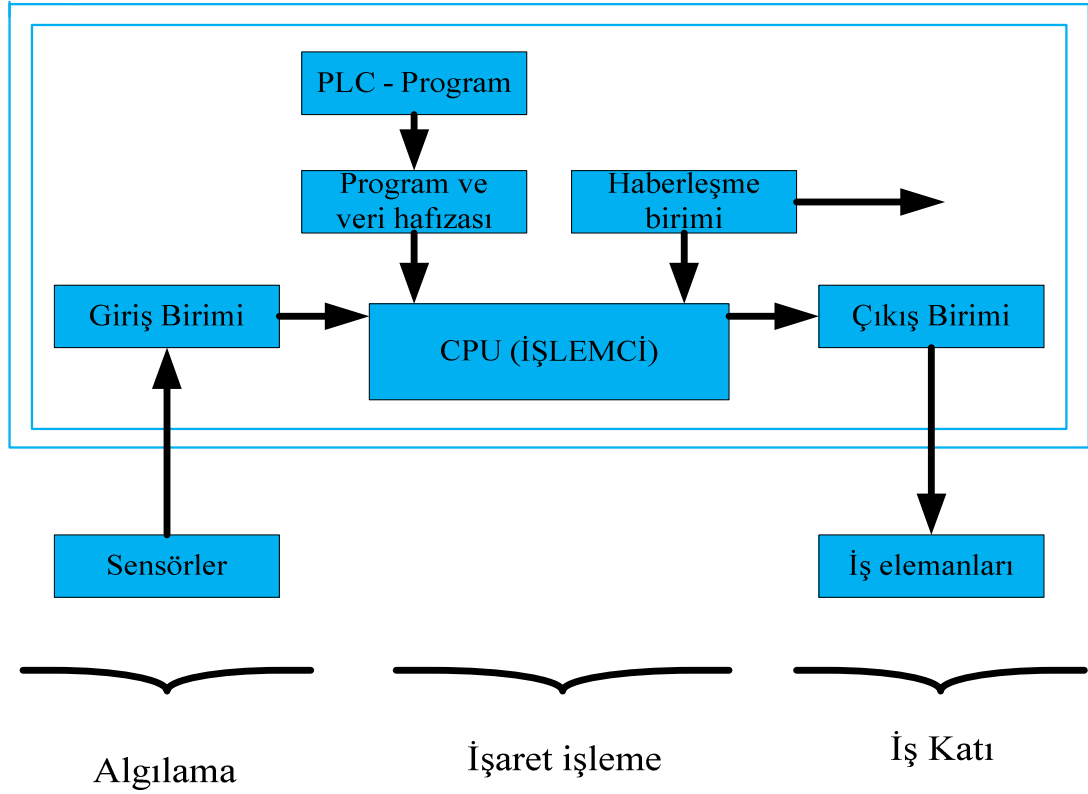
PLC programlamada takip edilmesi gereken işlem sırası Şekil 3.3'de gösterilmiştir. Bütün kumanda problemlerinin çözümünde mantık işlemleri, bellek fonksiyonları,

zaman ve sayıcı gibi elemanlarla gerçekleştirilir. Bunlar PLC'lerde üretici firmalar tarafından hazır olarak sunulmuş durumdadır. Basit bir programlama ile bütün bu imkânlar problemin çözümünde bir araya getirilebilirler. Bu nedenlerden dolayı PLC'lerin problem çözümünde klasik kumanda devrelerine göre birçok avantajı vardır [75]. Bunlar;

- Daha kolay ve güvenilirlerdir
- Daha az yer tutar ve daha az arıza yaparlar
- Giriş ve çıkışların durumları izlenebilir
- Hazır fonksiyonları kullanma imkânı vardır
- Daha az kablo bağlantısı isterler
- Yeni bir uygulamaya daha çabuk adapte olurlar

Bir PLC temel prensip olarak üç bölümden oluşur. Bu bölümler, merkezi işlem, bütün sinyal elemanlarının bağlandığı giriş ve kumanda edilecek elemanların bağlandığı çıkıştır.

Tipik bir PLC sistemi [76], işlemci birimi, hafıza, güç kaynağı ünitesi, giriş/çıkış birimi, haberleşme birimi ve programlama aygıtı gibi temel fonksiyonel bileşenlerden oluşmaktadır.



Şekil 3.4. PLC'nin temel yapısı [76]

1. Merkezi işlem birimi veya işlemci ünitesi (CPU), mikroişlemcili ünedir ve bu ünite giriş sinyallerini yorumlayarak hafızasındaki program parçalarına göre kontrol cevabı üretir ve bu cevabı sinyal olarak çıkışa aktarır.
2. Programlama cihazı gerekli programı oluşturmak için kullanılır. Program cihazda geliştirilir ve daha sonra haberleşme arabirimi vasıtasıyla PLC'nin hafıza birimine yüklenir.
3. Hafıza ünitesi, giriş-çıkış işaret durumlarının, sayıcı ve zamanlayıcı içeriklerinin, programın çalışması esnasında ihtiyaç duyulan sabit değerlerin, program tarafından üretilen ve korunması gereken verilerin saklandığı ve mikro işlemci tarafından işletilecek programın saklandığı alandır.

4. Giriş-çıkış bölümleri, işlemcinin harici aygıtlardan veri aldığı, harici aygıtlara veri ileten birimlerdir. Giriş birimi; kontrol edilen sisteme ait seviye, sıcaklık, basınç algılayıcıları ile buton ve sınır anahtarları gibi elemanlardan alınan elektriksel büyüklükleri lojik değerlere dönüştürerek CPU'ya aktaran birimdir. Çıkış birimi; CPU tarafından çıkış belleğine yazılan lojik değerleri elektriksel büyüklüklere dönüştüren birimdir. Bu birimler tiryak, röle ve transistör çıkışlı olabilir.

5. Haberleşme arabirimleri iletişim ağlarından veri almak ve göndermek için kullanılırlar. Bu birim ayrıca aygıt doğrulama, veri edinimi ve kullanıcı uygulamaları ile bağlantı yönetimi arasındaki eşleme ile ilgilidir.

3.1.3. Endüstriyel ethernet modülü

Ethernet modül S7 ailesi için PLC' yi endüstriyel Ethernet ağına bağlamak için kullanılan CP' dir [39]. CP ayrıca, TCP/IP üzerinden PLC ve IWLAN arasındaki bağlantıya izin verir. CP S7-300 istasyonunun Endüstriyel Ethernet' e bağlanmasına izin verdiği gibi PNIO' yu da desteklemektedir. Bu çalışmada Profinet tabanlı bir ağ yapısının kurulması amaçlandığı için sistemdeki tüm donanımların bu ağ yapısına bağlanabilir olması gerekir. Tasarlanan sistemin maliyeti de düşünülerek S7-300 ailesinin ucuz serilerinden S7-313C seçilmiştir. Bu serinin PNIO arabirimi olmadığından bu istasyonu Profinet ağına bağlamak için CP kullanılmıştır. PLC işlemleri için tasarlanmış CP343-1 serisi kullanılarak PLC TCP/IP üzerinden endüstriyel Ethernet'e çıkartılmış ve uzak istasyon ile arasındaki bağlantı bu yol ile kablosuz sağlanmıştır.

CP aşağıdaki iletişim servislerini desteklemektedir:

- PNIO

PROFINET IO Endüstriyel Ethernet üzerinden IO aygıtlarına doğrudan erişimi sağlar. CP aynı zamanda PNIO denetleyici ve PNIO aygıtı olarak kullanılabilir;

– PNIO denetleyici

Read/Write veri kaydını kullanarak periyodik olmayan veri değişimi ve alarm bloğu ile IO denetleyici modu.

– PNIO aygıtı

SIMATIC S7-300 PLC'nin CP üzerinden akıllı PNIO aygıtı olarak birleşimi. PNIO sadece PN portu ile kullanılabilir.

- PNIO – IRT (Isochronous Real Time) haberleşme

IRT haberleşmesi PNIO'da, CP'nin sadece PNIO denetleyici veya PNIO aygıtı modunda kullanılmasıyla mümkündür. Her iki modun aynı anda kullanılması ile mümkün değildir.

- PROFINET CBA (Component Based Automation)

PNO'nun PROFINET standartları üzerine kurulu bileşen temelli otomasyon için bir SIMATIC S7-300'ün kullanımı. Bu standartlar:

- Otomasyonda bileşen teknolojisini,
- Zahmetli programlama yerine grafiksel olarak yapılandırılan akıllı aygıtlar arasındaki haberleşmeye,
- Sağlayıcıdan bağımsız, tesis çapında mühendisliğe, olanak sağlar.

CBA, OPC istemci arabirimi ile bütün standart PC uygulamalarından PROFINET bileşenlerinin değişkenlerine erişim imkânı tanır. OPC sunucu üzerinde, nesneler seçilmiş bir PROFINET bileşeninin değişken seçim listesinden doğrudan seçilebilir [77].

3.1.4. Endüstriyel kablosuz modüller

Kablosuz teknoloji kablonun doğasında olan fiziksel engelleri ortadan kaldırmak için uygun çözümler sunar, kurulum maliyetlerini azaltır, tekrar yapılandırma için çok büyük esneklikler sağlarlar ve ağın yayılımını hızlandırır [6]. IWLAN, IEEE 802.11standardında bir artma gösteren mekanizmaları ve fonksiyonları kapsayan

genel bir terimdir. Hatta 802,11'nin standart mekanizması endüstriyel uygulamalarda kullanım için iyi bir sağlamlık derecesi sağlar. Bununla birlikte, IWLAN, PROFINET protokolü için gerekli olduğu gibi özellikle yüksek dereceli gerçek zaman ve saptama uygulaması sağlayan uygulama taleplerini karşılar. IWLAN kullanıcılara, esneklik, güvenilirlik, dayanıklılık, güvenlik, kolay kurulum, kurulum maliyetlerini azaltma gibi avantajlar sunmaktadır. Bu çalışmada IWLAN ağı Siemens'in yeni nesil SCALANCE W bileşenleri kullanılarak tasarlanmıştır. Telsiz ağı Çizelge 3.2'deki özelliklere sahip SCALANCE W788-1 PRO erişim ve W744-1 PRO istemci modülleri kullanılarak kurulmuştur.

Çizelge 3.2. Kablosuz modüllerin özellikleri [78]

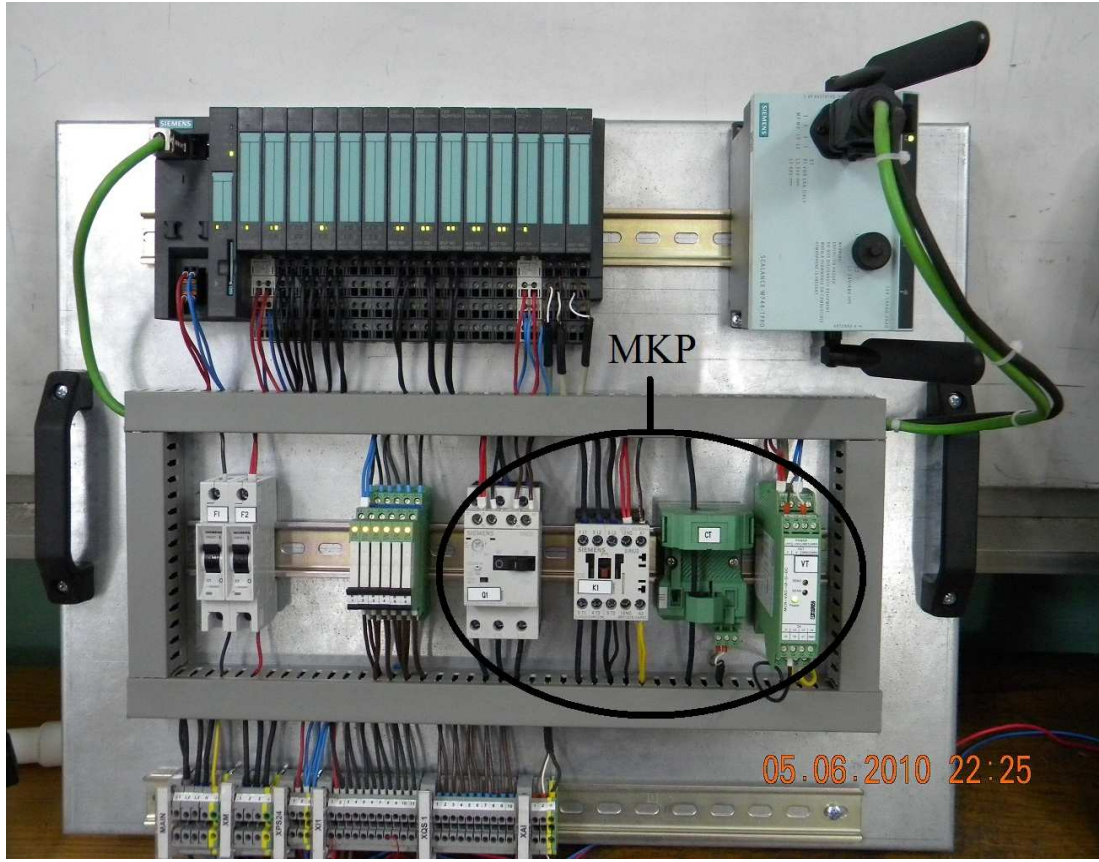
SCALANCE W- (erişim) W788-1PRO ve (istemci) W744-1PRO	
Arabirimler Telsiz kart Endüstriyel Ethernet Harici antenler	IEEE 802.11 b/g (2.4 GHz, 54 Mbit/s) veya (5 GHz, 54 Mbit/s) 1xIE hibrit RJ45 kablo (10/100 Mbit/s) 2 adet sökölüp değiştirilebilen harici anten (R-SMA)
IWLAN	Saptamalı veri trafiği ve istemciler için veri rezervasyonu Telsiz kanallarının periyodik izlenmesi, canlı IP
Besleme gerilimi	24 V DA
Güç Kaybı Çalışma sıcaklığı	10W -20°C - +60°C
Veri güvenliği, şifreleme	İleri düzeyde veri güvenliği ve şifreleme
Telsiz belgeleme	30'un üzerinde ülkede
Koruma şekli	IP65 koruma derecesi ve dayanıklı metal gövde
Yazılım	İnternet tabanlı yönetim ve STEP7 ile bütünleşme
Boyutları	125 mm x 90mm x 118 mm

3.1.5. Dağıtılmış giriş/çıkış modülü

Dağıtılmış kontrol sistemlerinde sistem yapılandırılırken sürece ait verilerin merkezi birim ile tümleşik olması gerekir. ET 200S dağıtılmış giriş/çıkış birimi tamamen modülerdir ve istemci olarak süreç verilerinin merkezi denetleyiciye veya saha ağına bağlanması için yüksek esnekliğe sahiptir. ET 200S, saha veri yolu protokollerinden PROFIBUS DP ve PNIO'yu desteklemektedir. ET200S dağıtılmış elektronik modülü seçilen PNIO sistemi için IM151-3PN standart 2 portlu PNIO arabirimini içermektedir. Ayrıca bu modüle 5x4 DI, 5x2 DO, 4 AI ve 2 adet 24V'luk güç modülleri ilave edilmiştir.

3.1.6. Motor koruma paketi

Aşağıdaki resimde görünen motor koruma paketi, motor koruma şalteri, motor kontaktörü, gerilim ölçüm çevirici ve akım ölçüm çeviriciden oluşmaktadır. Gerilim ölçüm çevirici Şekil 11'de görüldüğü gibi 0-20 V ila 0-440 V alternatif gerilim ölçerek ve 0-10V / 0(4)-20 mA çıkış sinyali üretmektedir. Akım ölçüm çevirici ise Resim 3.2'de görüldüğü gibi 0-100 A aralığında sinüzoidal veya sinüzoidal olmayan akım sinyalini ölçerek ve 4-20 mA çıkış sinyali üretmektedir.

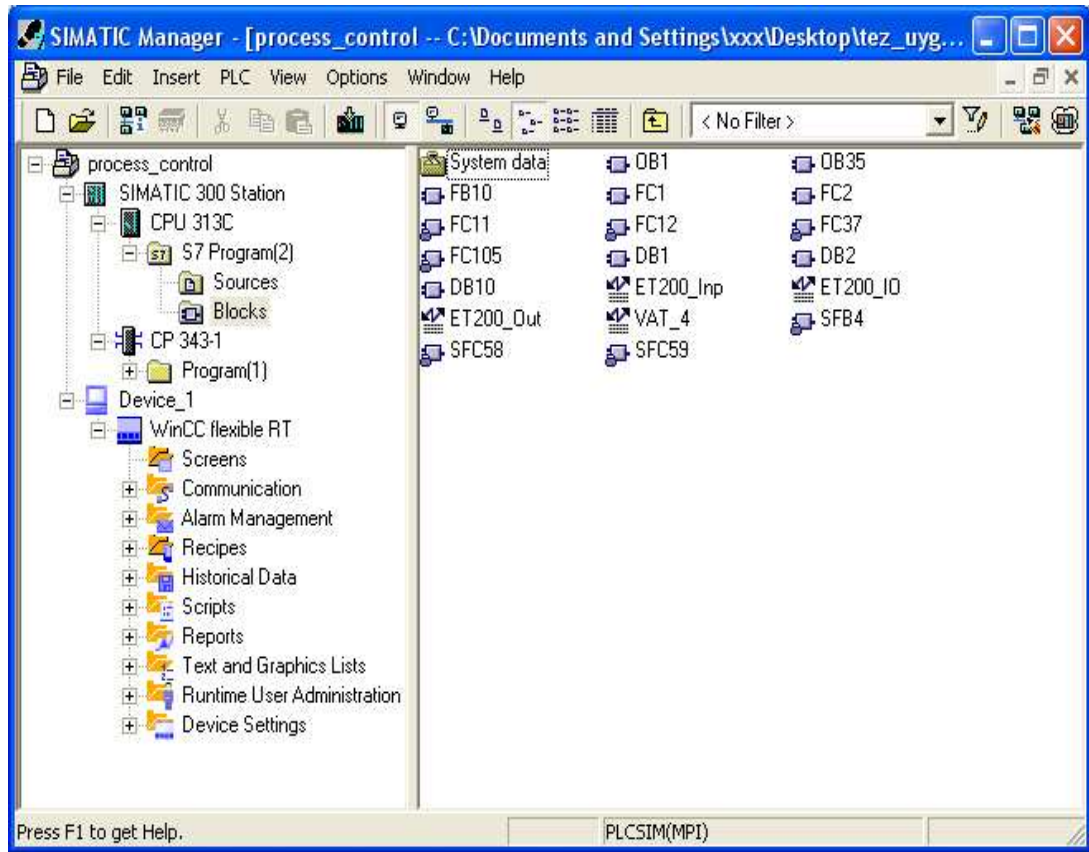


Resim 3.2. Motor koruma paketi

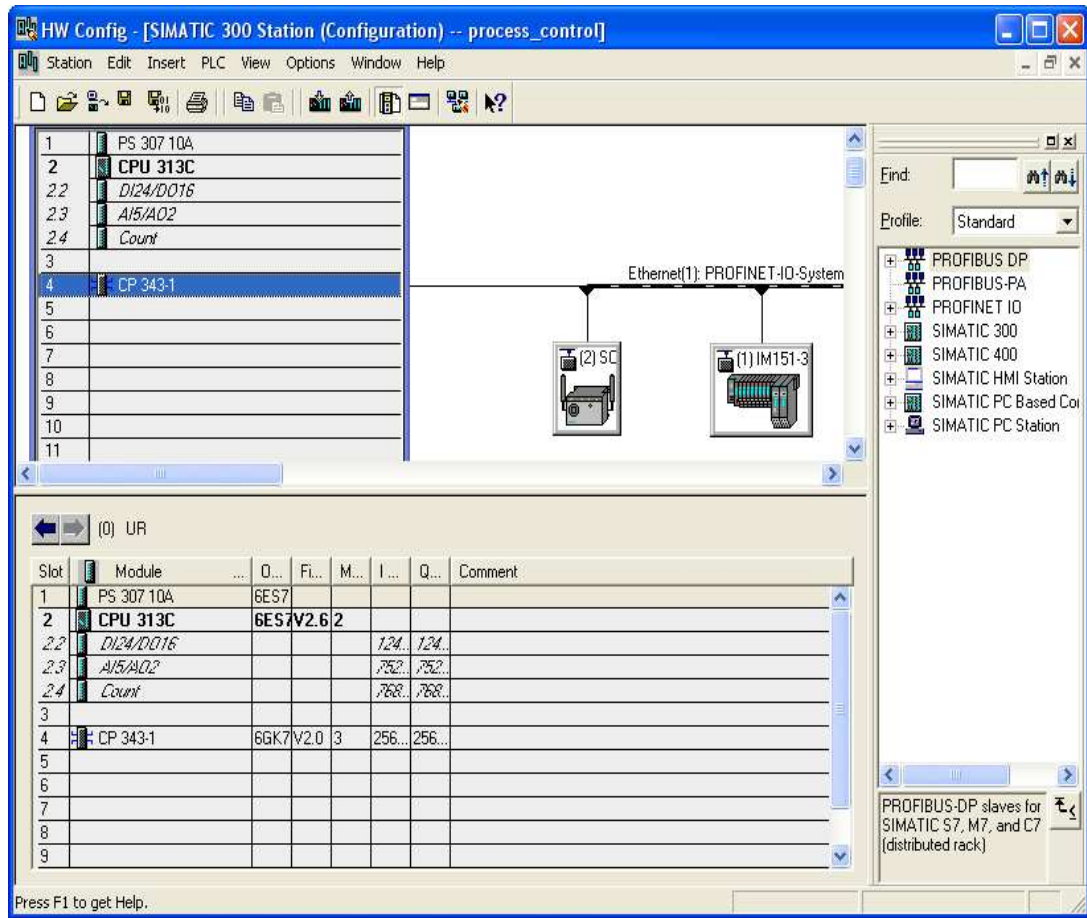
3.2. Yazılım Bileşenleri

Bu çalışmada iki ana projelendirme yazılımı kullanılmıştır. PLC programlama için SIMATIC MANAGER yazılımı, sistemi uzaktan izleme ve kontrol imkânı için WinCC flexible görselleştirme programı ile Sm@rtService opsiyonu kullanılmıştır. STEP 7 temel paketi ve sayısız mühendislik araçları ile SIMATIC yazılımı komple üretim döngüsünün başından sonuna yapılandırılmasından, devreye alma, test ve servise kadar tüm aşamalarını destekler. STEP 7’de proje oluşturmak demek, kontrol etmek istediğimiz sistemin ihtiyaç duyduğu donanımın yazılıma tanıtılma ve donanımdan yaptırmak istediklerimizi yazılımla ifade etmektir [75]. Bu bağlamda STEP 7 aşağıdaki şekillerde görüldüğü gibi hem tesislerin donanım yapılandırmasını hem de modüllerin parametrelendirmesini kapsar, bu yüzden tekrar donanım ayarlarının yapılması gerekmez. STEP7 ile bir proje içindeki bağlantılar bir grafik

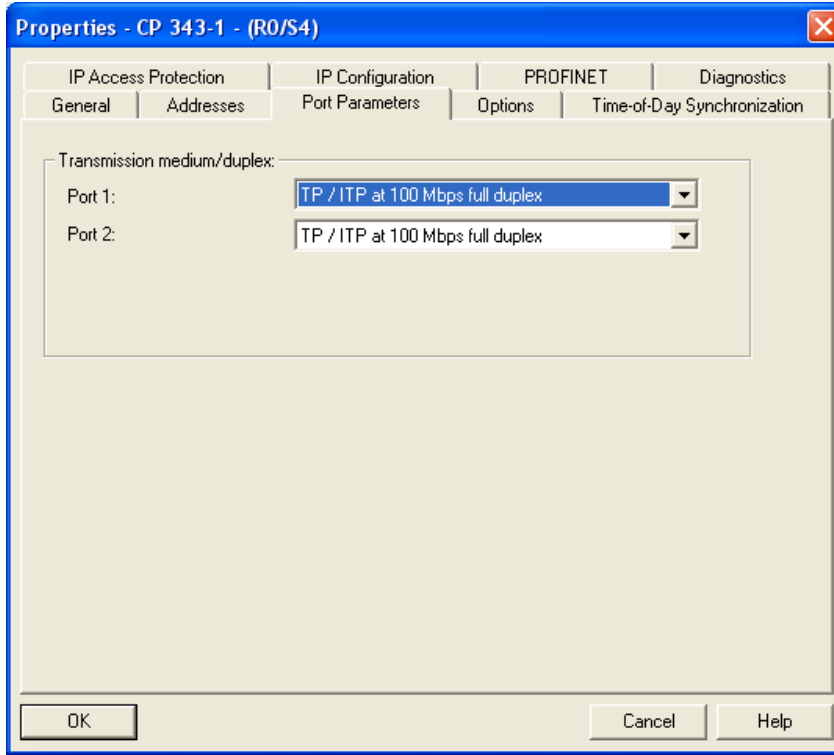
arabirimi kullanılarak kurulur. STEP 7 proje yönetimi için merkezi bir araç olan SIMATIC Manager içerir. SIMATIC Manager sadece bir CPU için değil, ne kadar kontrolör, sürücü ve insan makine arabirimi (Human Machine Interface-HMI) cihazları olursa olsun hepsi için çözüme sahiptir. Bağlantılar tüm proje boyunca STEP 7 ile çizilebilir [62].



Şekil 3.5. SIMATIC Manager’de proje oluşturma



Şekil 3.6. SIMATIC Manager’de donanım yapılandırması



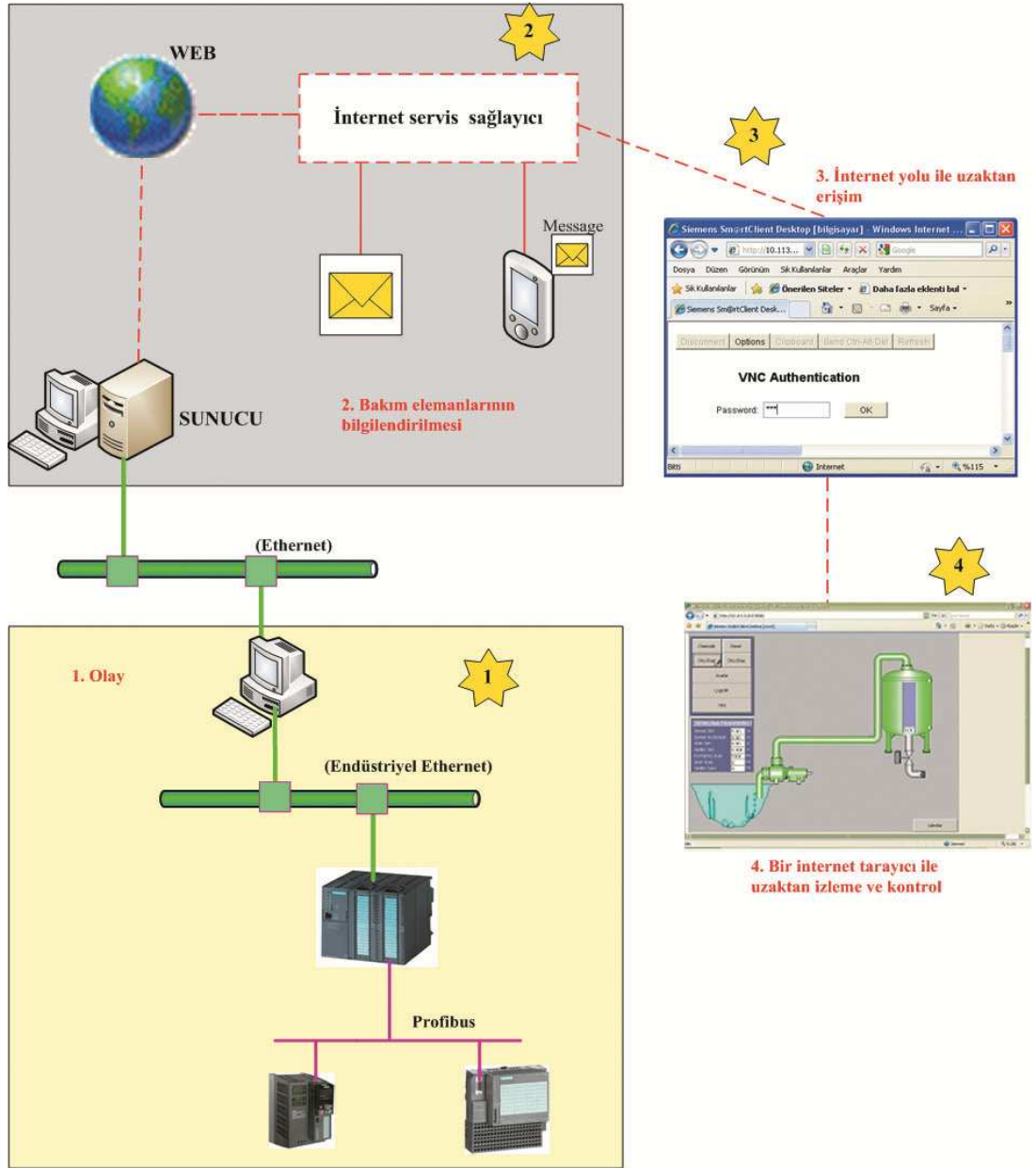
Şekil 3.7. Donanım parametre sayfası

WinCC flexible mühendislik yazılımları tüm SIMATIC operatör panellerinden PC tabanlı görüntüleme iş istasyonlarına tümleşik yapılandırma imkânı sağlar. WinCC flexible aşamalı düzeyde fiyat ve performansı, tek tek sınıflandırılmış operatör panellerine uyarlanmış çeşitli modelleri ile elde edilebilir. WinCC flexible SIMATIC ProTool / Pro'ya göre mantıksal olarak daha da geliştirilmiştir. Mevcut ProTool projeler bir arada kullanılabilir, kolayca bir yere alınabilir ve WinCC flexible'lı bir proje için kullanılabilir, böylece yatırımın güvenliği sağlanmış olur. Yeniden kullanılabilir nesneler kütüphanelerde yapılandırılmış bir formatta kaydedilebilir. WinCC flexible zaten bir dizi halinde dinamik ve ölçeklenebilir nesneleri sağlar. Basit görüntü nesneleri bir müşteri ya da projeye özgü özel olarak inşa edilebilir. Sadece tek bir merkezi yerde yapılması gereken bu yüzeyleri değiştirir. Bir HMI projesinin temel yapısı yapılandırma sihirbazları desteği ile projenin başında birkaç fare tıklaması ile tespit edilebilir. Tablo tabanlı editörler üretimi ve nesnenin benzer türlerinin işlenmesini basitleştirirler, örneğin değişkenler, metin veya mesajlar için [62].

Kullanıcılar internet bağlantısı kullanarak sisteme ulaşabilir. Kullanıcı internet bağlantısı ve standart bir web tarayıcı vasıtasıyla sistemi izleyebilir ve gerekli parametreleri girerek sistemi denetleyebilir. Sistem ile ilgili bütün aktif sonuçlar ve hatalar yine web arayüzü sayesinde eş zamanlı olarak görüntülenebilir ve kaydedilebilir [79].

Sm@rtService opsiyonu, aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi süreçlerin uzaktan kontrol ve izleme servisi amacıyla kullanılır. Bu servisler;

- Arızaların otomatik olarak, gerektiğinde direk cep telefonuna e-mail ile bildirilmesi
- Proje ve reçetelerin, intranet ve internet üzerinden uzaktan yüklenmesi
- Internet üzerinden, HMI istasyona ilişkin tanısal bilgilere ulaşma imkânı
- Microsoft Internet Explorer ile sistemi uzaktan izleme ve kontrol imkânı

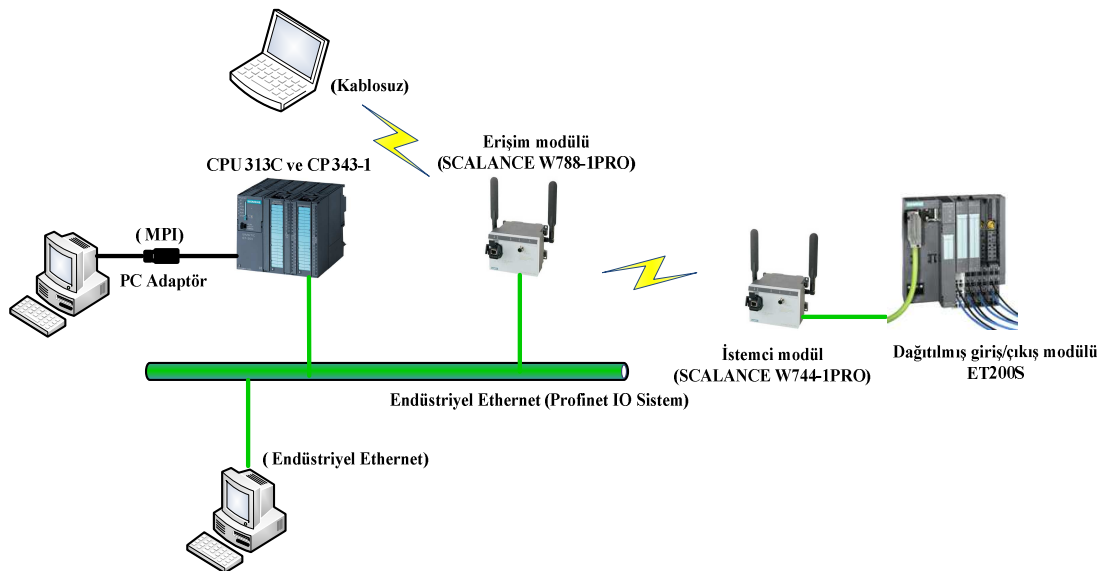


Şekil 3.8. Uzaktan servis senaryosu

3.3. Haberleşme Yapısı

Siemens S7 ailesinde saha aygıtlarının denetleyiciler ile bağlantısı AS-i (Actuator-Sensor interface) arabirimi, Profibus DP ve Profinet IO tarafından desteklenir. Bu amaçla denetleyiciler CPU üzerinde tümleşik olan arabirimler veya özel iletişim işlemcileri (CPs) üzerinden bağlanabilirler. Diğer denetleyiciler veya akıllı aygıtlar

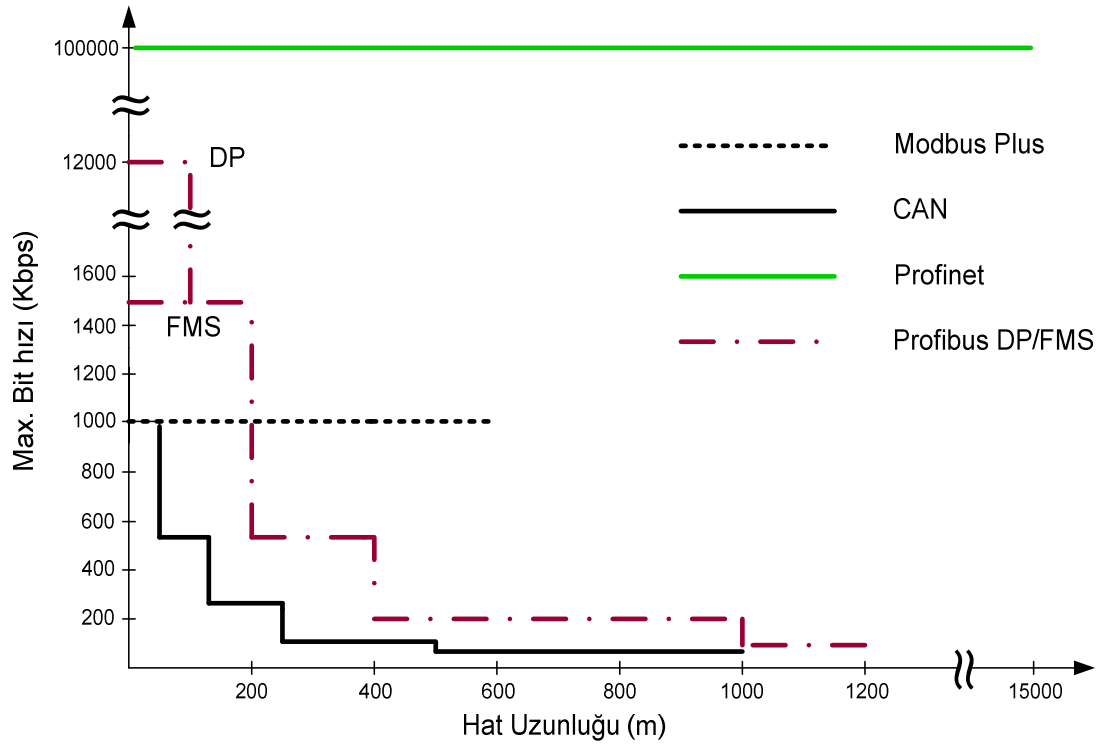
(PG, bilgisayarlar, vb) ile veri iletişimi çoklu arayüz (MPI), Profibus veya Endüstriyel Ethernet ile gerçekleştirilir. Her bir CPU üzerindeki MPI arabirimi SIMATIC S7 programlama cihazı arayüzünü temsil eder ve bir yandan onay almadan basit döngüsel veri aktarımı, diğer taraftan da daha büyük veri yığınlarının programlanmış değişimine olanak sağlar [62]. Birden fazla düğüm aynı anda bir veya daha fazla işlemci tarafından işletilmesine olanak verilir. Her düğüm benzersiz MPI adresi ile tanımlanır. Bu çalışmada kablolu / kablosuz ağ sistemi süreç otomasyonunda kritik zamanlı süreç verisi için yüksek performanslı gerçek zamanlı (Real Time - RT) Profinet IO iletişim sistemi kullanılarak tasarlanmıştır. 10 ms'den az çevrim zamanı ile Profinet IO iletişimin gerçek zamanlı yeteneği hareket kontrolü uygulamalarının yüksek talepleri için geliştirilmiştir. Tasarlanan sistemde ağ Endüstriyel Ethernet (Profinet IO sistemi) tabanlıdır ve ayrıca Şekil 3.9'da görüldüğü gibi Endüstriyel Ethernet, MPI, kablosuz ve Profibus üzerinden farklı iletişim alternatiflerine sahiptir. Profinet IO kullanmanın önemli avantajları vardır; Kurulum, mühendislik ve işletmeye alma maliyetlerinin azaltılması, Profibus bütünleşmesi ile otomasyon piramidinin katmanlarına uzanma [80]. Bu özellikler, Çizelge 3.3 ve Şekil 3.10 ile Profinet'in diğer ağ protokollerine göre sunduğu avantajlar desteklenebilir.



Şekil 3.9. Yerel bölgesel ağ yapısının şematik gösterimi

Çizelge 3.3. Profinet ve Profibus özellikleri [70]

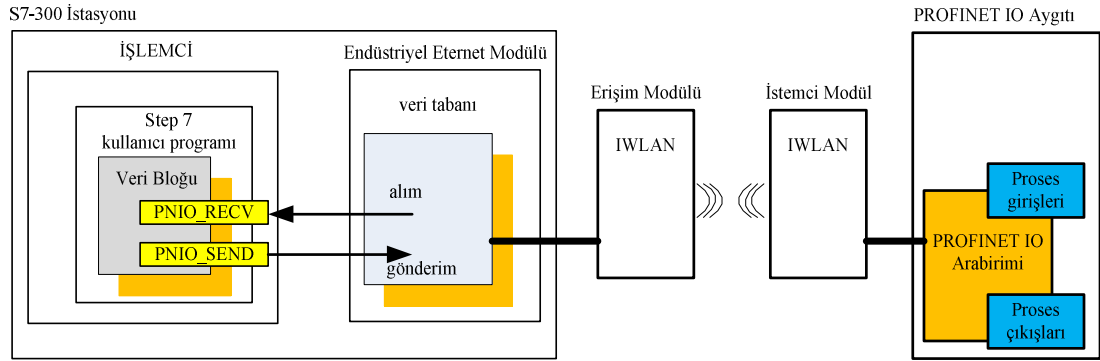
Ağ İletişimi	İletişim hızı	Kablo uzunluğu	Özellikler
PROFIBUS	187.5 Kbit/s	1000 m	• Hat topolojisi • Donanımsal adresleme yapısı • 127 ile sınırlı birim • Maksimum 244 byte ile sınırlı veri aktarımı.
	500 Kbit/s	400 m	
	1.5 Mbit/s	200 m	
	12 Mbit/s	100 m	
PROFINET	10 Mbit/s	100 m–2 km	• Hat, ağaç, yıldız topolojisi • IP adres ve aygıt ismi ile aygıt tanımlaması • 2⁵⁵ ile sınırlı birim • Sınırsız parametre yapısı
	100 Mbit/s	100 m–15 km	
	1000 Mbit/s	100 m–120 km	



Şekil 3.10. Popüler bazı endüstriyel iletişim protokollerinin karşılaştırılması [51]

3.3.1. Profinet için haberleşme mekanizması

Dağıtık otomasyon ve dağıtılmış saha cihazları birleşimi fabrika otomasyonu için kesin çözümün iki temel parçasını oluşturur. Bu sebeple, aynı ve tutarlı bir ağ altyapısının avantajları (bağlayıcı, kablo, standart ağ yönetimi ve tanı) kullanılabilir hale gelir. Fakat sadece bir tane tutarlı ağ altyapısı yoktur; ayrıca cihazlar arasındaki veri transferi de standart ve homojendir. Hem akıllı cihazlar arasındaki haberleşme hem de PROFINET IO denetleyici ve PROFINET IO cihazı arasındaki veri transferi (Şekil 3.11) için aynı protokol, yani iletişim mekanizmaları ve ağ planlaması geçerlidir. Gerçek zamanlı (RT) haberleşmeyle PROFINET IO, I / O sistemlerini entegre etmek için en uygun çözümdür. Bu da, cihazlarda standart Ethernet'i ve ticari bir şekilde altyapı bileşenleri olarak mevcut anahtarları kullanmayı öneren bir çözüm yoludur. Özel bir donanım desteği gerekli değildir [81].



Şekil 3.11. Profinet IO sistem bileşenlerinin etkileşimi

Aşağıdaki fonksiyonlar S7-300 CPU kullanıcı programı ve PROFINET IO denetleyicisi olarak CP aracılığı ile PROFINET IO cihazları arasında veri trafiği için kullanılabilir.

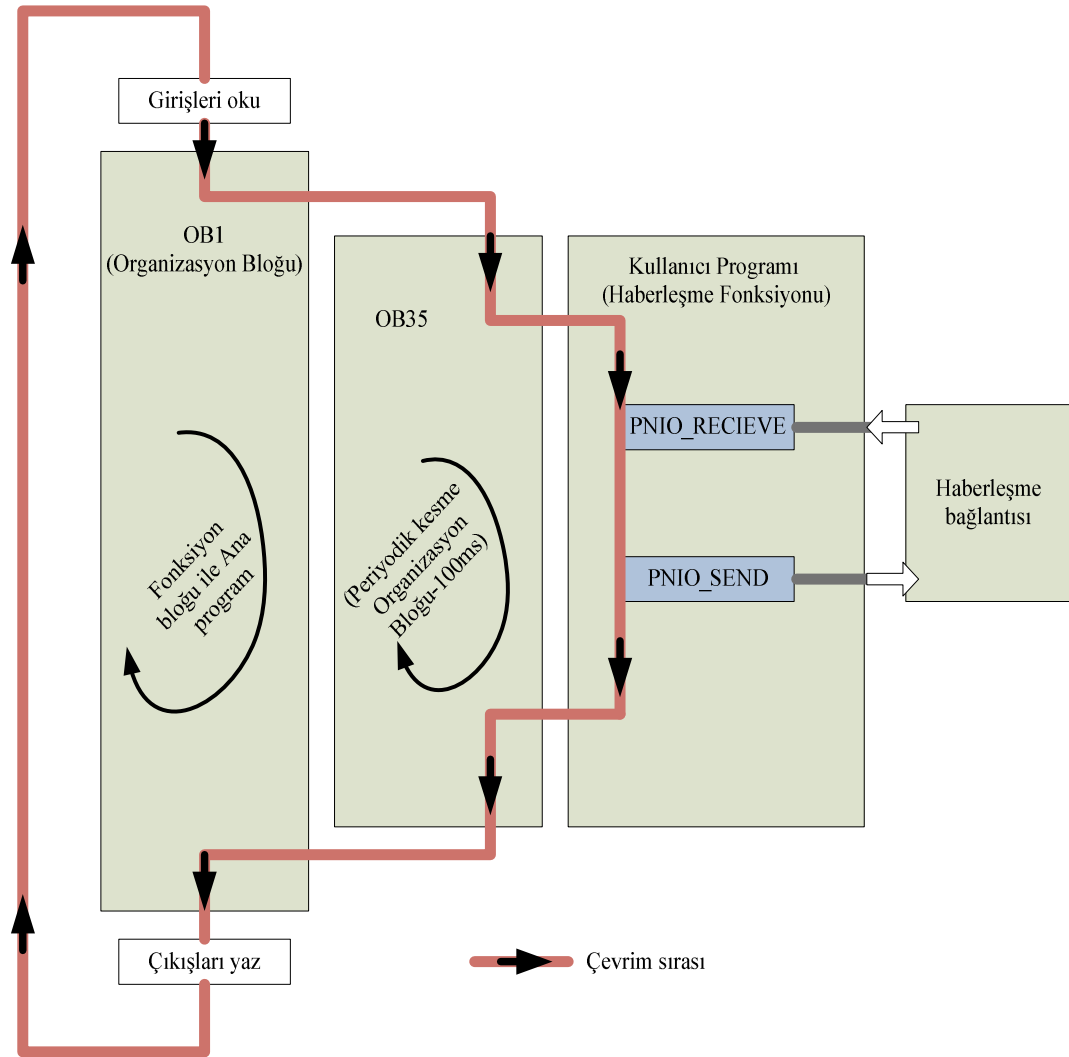
- PNIO_Send (FC 11)
- PNIO_RECV (FC 12)

Blokları “SIMATIC_NET_CP” kütüphanesinde yer almaktadır.

Çizelge 3.4’de listelenen FC’ler PROFINET IO arabirim üzerinde çevrimsel veri aktarımı için kullanılabilir. FC’lerin önemi bir S7 istasyonunda (PROFINET IO denetleyici veya PROFINET IO cihazı olarak) sizin CP’yi nasıl kullandığınıza bağlı olarak farklılık gösterir [64].

Çizelge 3.4. FC11 ve FC12'nin özellikleri

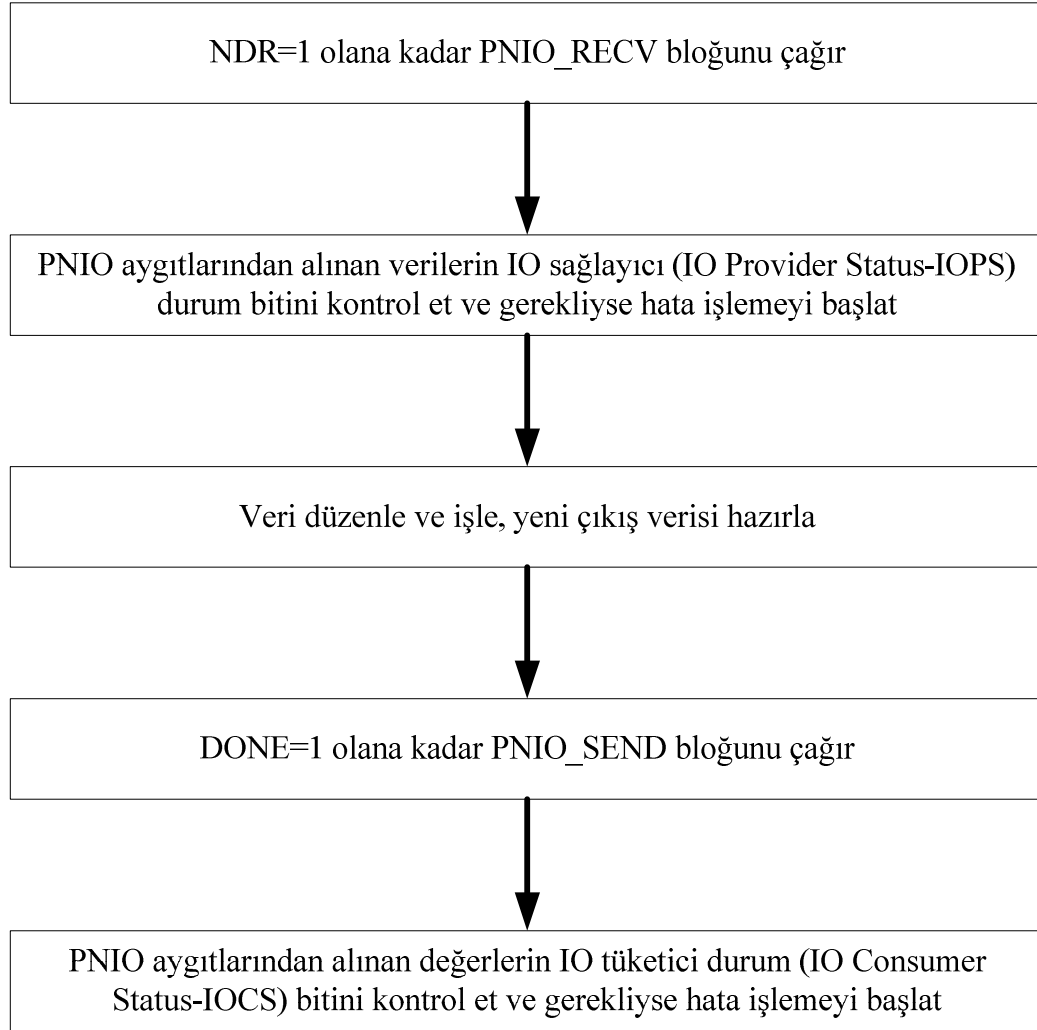
FONKSİYON	Kullanılabilir:		ANLAM
	S7-300	S7-400	
PNIO_SEND (FC11)	x	-	• PNIO denetleyicilerde, Çıkış verisini PNIO aygıtlarına gönderir. • PNIO aygıtta, Giriş verisini PNIO denetleyiciye gönderir.
PNIO_RECV (FC12)	x	-	• PNIO denetleyicilerde, PNIO aygıtlarından giriş verisini alır. • PNIO aygıtta, PNIO denetleyiciden çıkış verisini alır.



Şekil 3.12. İşlemci çevriminde FC11 ve FC12 bloklarının çağırılma düzeni

Blok FC 11 (PNIO_SEND) süreç veri aktarımı için kullanılır ve kullanıcı programında çevrimsel olarak adlandırılır. İşlem verisi bellekte kullanmaya hazır ve de bir veri bloğu olarak erişilebilir hale getirilir. FC11, CP'nin bu süreç verilerini (çıktıları) PROFINET IO cihazlarına iletmek için transfer eder (Şekil 3.12). Blok FC 12 (PNIO_RECIEVE) PROFINET IO cihazlarından (denetleyici girdileri) süreç verisi kabul etmek ve PROFINET IO cihazlarından belirtilen giriş alanlarına IO sağlayıcı durumunu (IOPS) transfer etmek için kullanılır [82]. Şekil 3.13'de PNIO denetleyici ve PNIO aygıtları arasındaki veri transfer çevrimi görülmektedir. Bu çevrimde, normal durumlarda (IO veri toplam uzunluğuna bağlı olarak), durum kodu

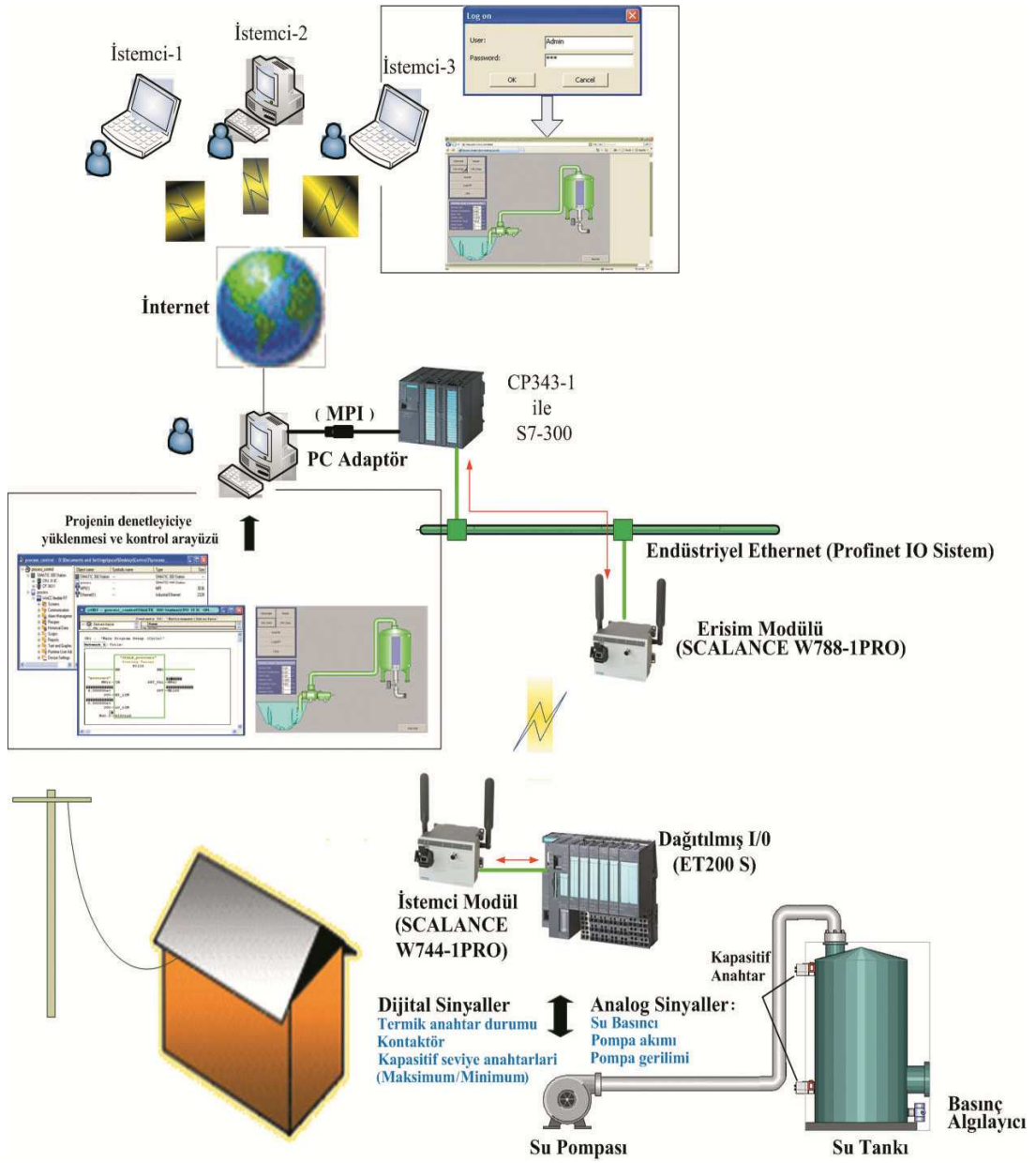
DONE / NDR = 1 olana kadar, blok birkaç kullanıcı program çevrimleri üzerinde tekrarlar[64].



Şekil 3.13. PNIO denetleyici ve PNIO aygıtları arasındaki veri transfer çevrimi

4. ÖRNEK UYGULAMANIN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

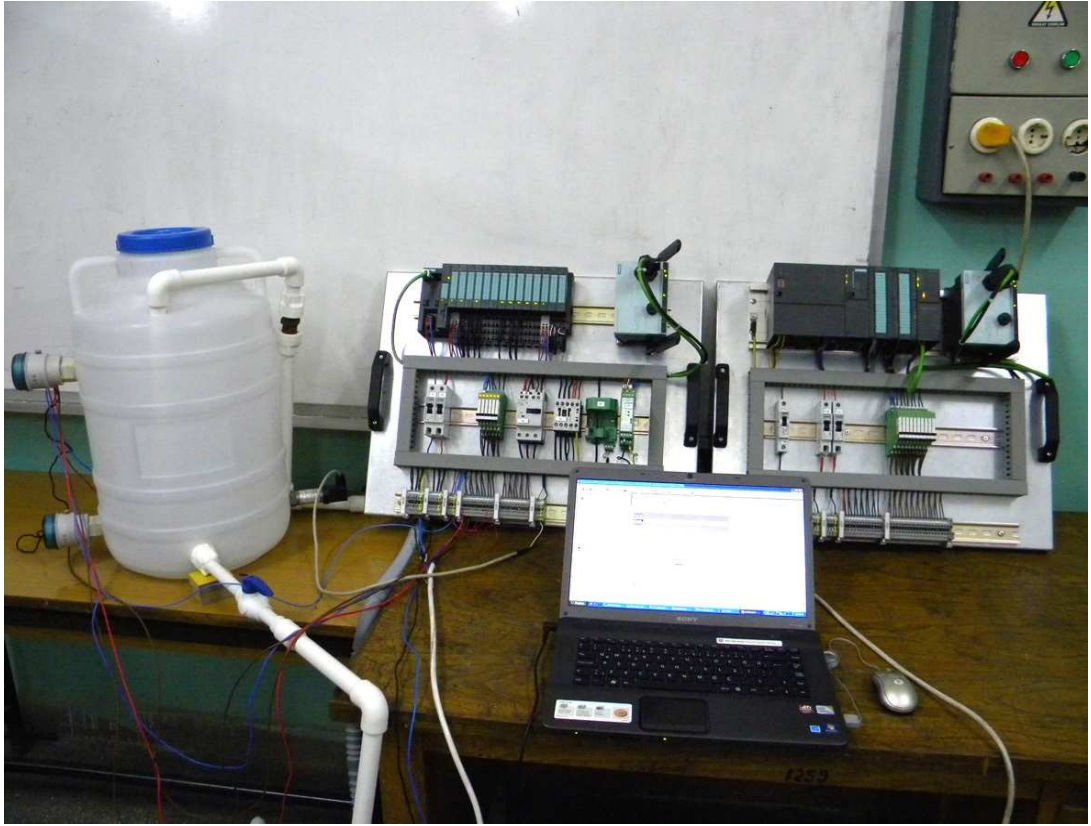
Sistem kurulumu tamamlandıktan sonra Şekil 4.1’de görülen donanım ve ağ yapılandırılması, kontrol yazılımı ile gerçekleştirilmiş, kullanılan aygıtların haberleşmesi için gerekli adreslemeler yapılarak tüm giriş-çıkış verileri veri blokları aracılığı ile durum tespit işaretlerine aktarılmıştır. Kontrol yazılımında gerekli haberleşme blokları (SEND/RECEIVE) oluşturulmuş ve sistem denetleyicisine yüklenmiştir. Tüm dağıtılmış giriş ve çıkışlar kablolu/kablosuz ağ üzerinden başarıyla test edilmiştir ve örnek bir seviye kontrol düzeneği ile işletmeye alınarak sistemin uygulanabilirliği gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Örnek uygulamanın şematik diyagramı

Modern üretim sistemlerinde pompa ekipmanları, kimyasal ve yiyecek endüstrileri gibi endüstriyel üretim aktivitelerinde temel donanım olarak kullanılabilir. Pompa istasyonları genellikle üretim tesislerinin dışında bulunur. Bu istasyonların merkezi birimden kontrolü için iletişime ihtiyaç duyulur ve bu gibi ortamlarda sert çevresel koşullardan dolayı kablo lamada sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu yüzden sistem, Resim 4.1’de görüldüğü gibi örnek uygulama olarak böyle bir süreç üzerinde test edilmiştir.

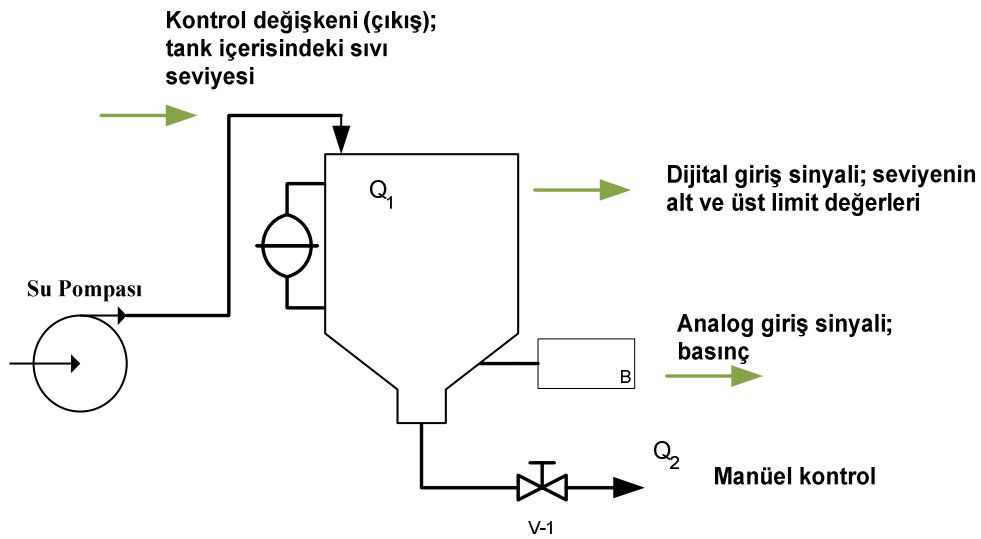
Bu uygulamada birincil sorun iletişim sorununu çözmektir ve bunun için yeni nesil iletişim teknolojileri olarak kabul edilen IWLAN kablosuz modülleri, denetim için de bu iletişim teknolojisine uyumlu PLC kullanılmıştır.



Resim 4.1. Düzeneğin genel görünümü

Bu çalışmada, deney düzeneği olarak su pompalama kontrol sisteminin tasarımı ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Sistem kontrolü için, kullanılan PLC hafızasına aktarılmış talimatları yerine getiren program, aç kapa kontrol modunu gerçekleştirmek üzere yazılmıştır. Su pompasının kontrolü için PLC ve Dağıtılmış I/O modülü arasında gerekli sayısal ve analog veri (giriş/çıkış) transferi, kablosuz modüller aracılığıyla sağlanmıştır. Dağıtılmış I/O ile CPU arasındaki bağlantı IWLAN ile sağlanmıştır. Bir Scalance W788 -1 PRO erişim noktası ile CPU arasındaki bağlantı ise haberleşme işlemcisi yoluyla Profinet hücre sağlayıcı üzerinden kurulmuştur. İstemci tarafında, bir Scalance W744-1 PRO istemci modülü ve dağıtılmış I/O ET 200 S modülü kullanılmıştır.

Şekil 4.2’de kontrol edilen sürecin akış şeması görülmektedir. Bu süreç kontrolünde süreç değişkeni (Process Variable-PV) [83,84] olan sıvı seviyesi bir basınç algılayıcı ile ölçülmektedir. Denetleyici seviye kontrolünü basınç algılayıcısından aldığı bilgiye ve önlem olarak maksimum-minimum kapasitif seviye anahtarlarından gelen sayısal işarete göre gerçekleştirmektedir. Şekil 20’de görüldüğü gibi su tankı Q1 girişinden kontrollü su pompasıyla beslenmektedir. Gerektiğinde kullanılmak üzere tanktan su çıkışı Q2 ise manüel bir valf ile sağlanmaktadır. Bu süreç denetiminde iki nokta kontrol yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde çalışma aralığı (histerisiz) belirlenerek basınç algılayıcısından gelen bilgi dikkate alınır, önlem olarak ta limit algılayıcı kullanılır. Sistem, pompa aç-kapa (on-off) modunda anahtarlancak şekilde yapılandırılmıştır. Dağıtılmış I/O modülüne bağlı seviye anahtarlarıyla, kablosuz modüller ve haberleşme işlemcisi yoluyla tanktan minimum seviye sinyali geldiğinde pompa ‘on’, maksimum seviye sinyali ile ‘off’ olmaktadır.



Şekil 4.2. Örnek sürecin akış şeması

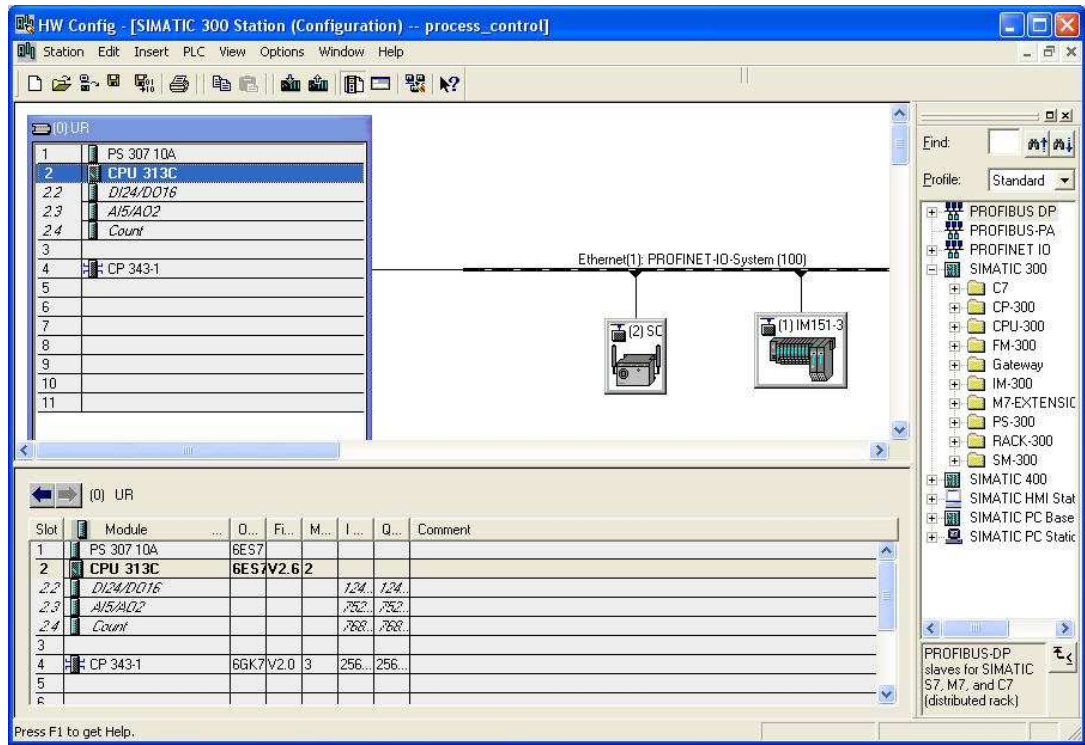
4.1. Kontrol Yazılımı

Kontrol yazılımı, sunucu bilgisayarda çalışan ve kullanıcılar ile kontrol edilen sistem arasındaki etkileşimi sağlayan önemli bir unsurdur. Prosesten veri alma, bu verileri veritabanına kaydetme, kullanıcılardan web arayüzü aracılığı ile gelen komutları

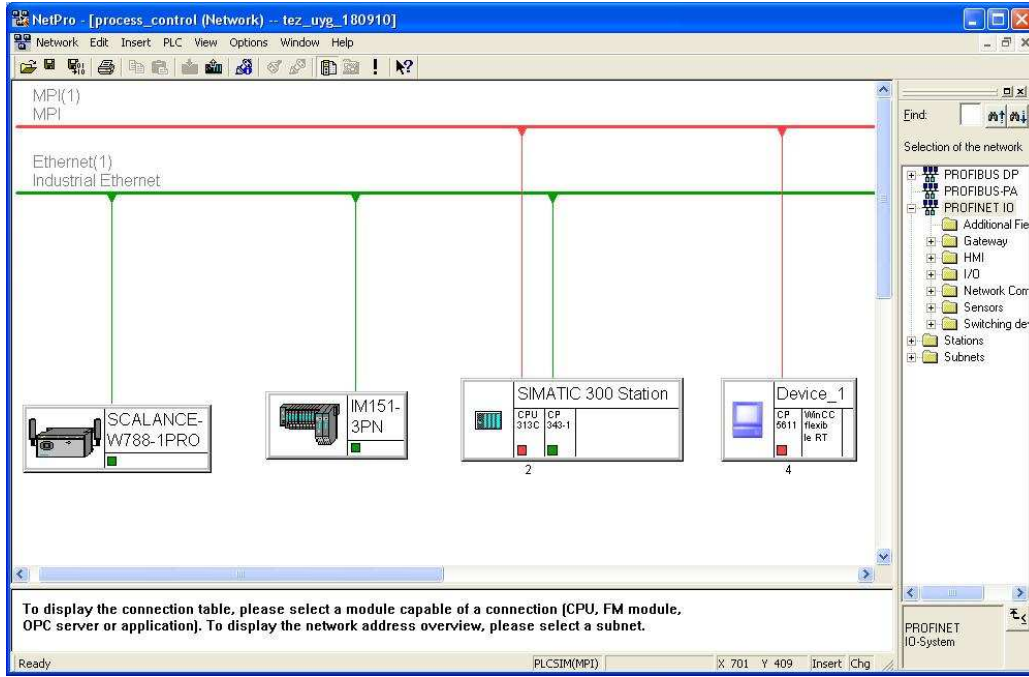
sürece uygun hale getirerek kontrol edilen sistem tarafından yürütülmesini sağlama ve geri besleme alarak kontrol etme gibi önemli görevleri icra eder [58].

4.1.1. PLC yazılımı

Örnek uygulamanın birinci ve en önemli aşamasını PLC yazılımı oluşturmaktadır. Daha önceki bölümde de bahsettiğimiz gibi STEP 7’de proje oluşturmak demek, kontrol etmek istediğimiz sistemin ihtiyaç duyduğu donanımın yazılıma tanıtılma ve donanımdan yaptırmak istediklerimizi yazılımla ifade etmektir. Bunun için ihtiyaç duyulan donanım ve haberleşme konfigürasyonları aşağıdaki şekillerde görüldüğü gibi yapılmıştır.

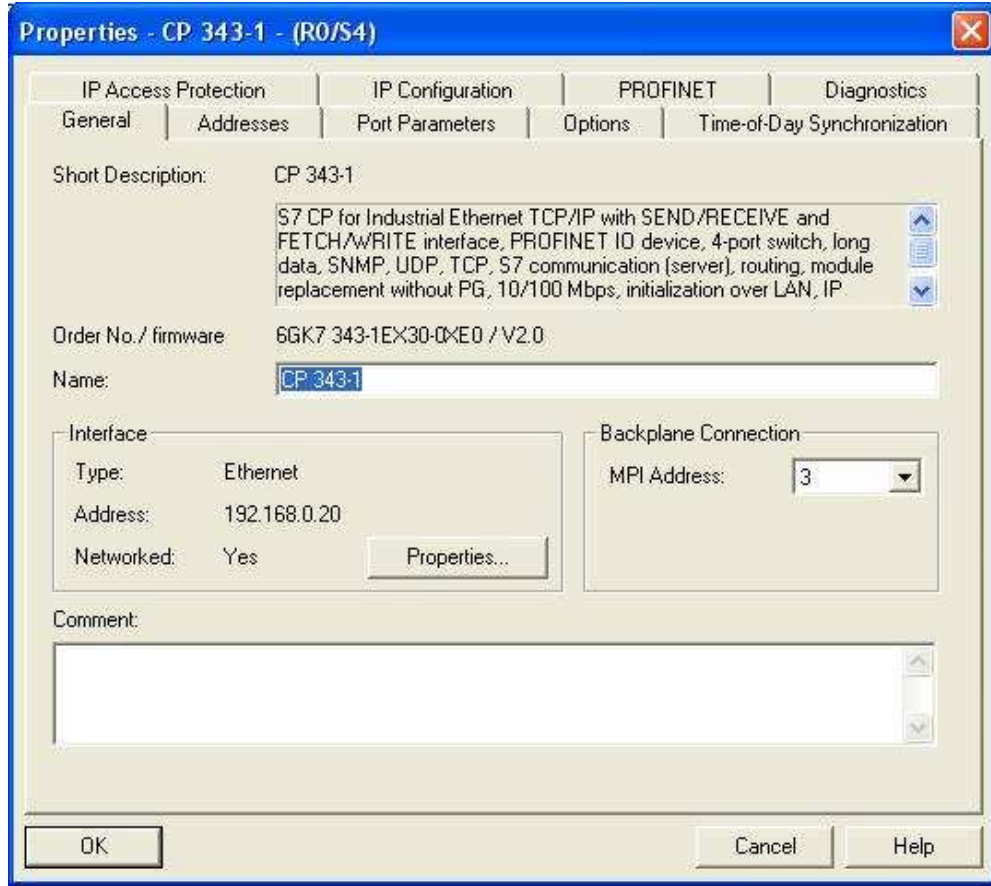


Şekil 4.3. Donanım konfigürasyonu



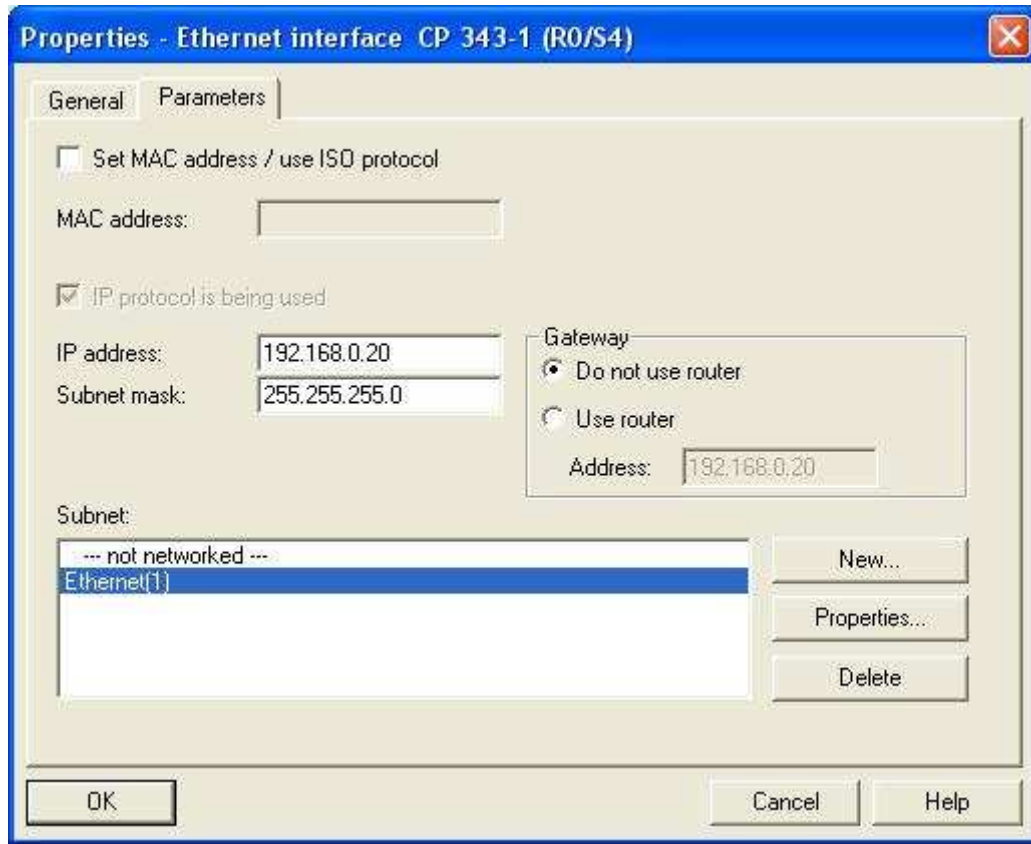
Şekil 4.4. Haberleşme konfigürasyonu

S7 Programı ile oluşturulmuş bir projede kurulan S7300 istasyonu donanım ayarlarının yapılabilmesi için proje sayfasında “SIMATIC 300 Station” oluşturulur. Oluşturulan S7300 istasyonunda “Hardware” sekmesi çift tıklanarak “Hardware Config” penceresi açılır. Açılan bu pencerede katalogdan, proje bileşenlerini tanımlayacağımız “RACK-300”, kullanılacak olan CPU ve diğer bileşenler seçilir ve tanıtılır. CP 343-1 satırı çift tıklanarak açılan özellikler (Properties) penceresinden CPU Ethernet bağlantı noktası (port) ayarları Şekil 4.5’de görüldüğü gibi uygun şekilde yapılır.



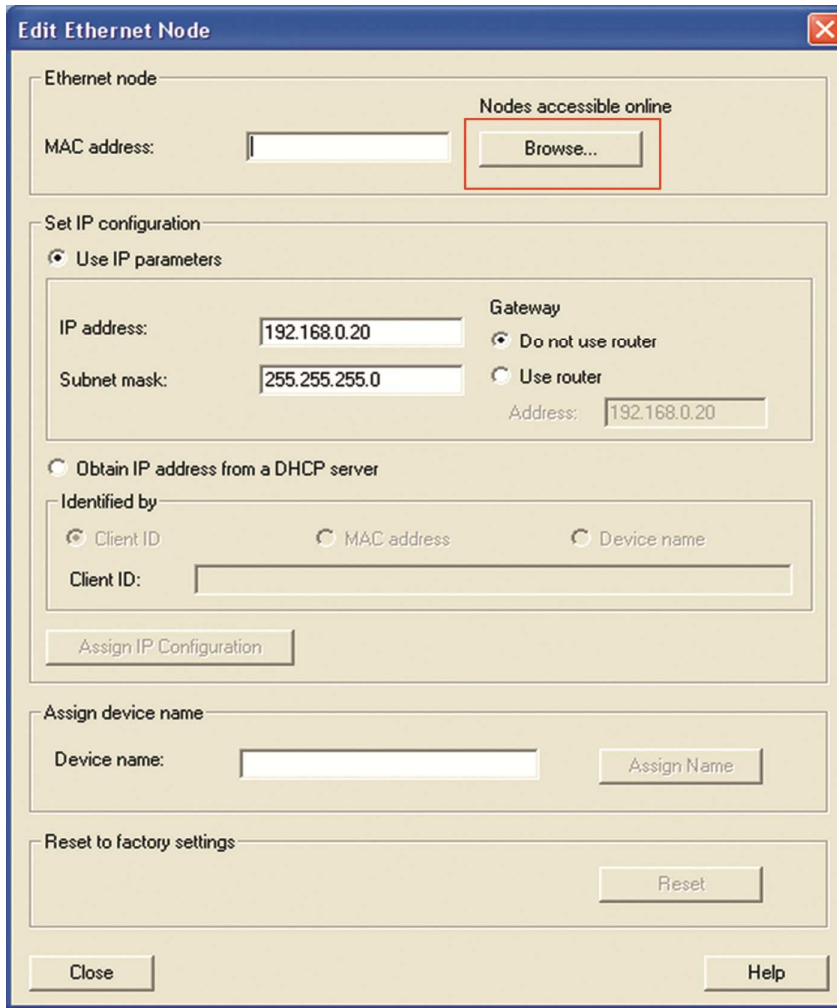
Şekil 4.5. Ethernet bağlantısı için donanım ayarları

Bu sayfadaki ayar penceresinden özellikler (Properties) butonu tıklanarak Şekil 4.6’da görüldüğü gibi CPU’nun bağlanacağı Ethernet ağı, Alt ağ (Subnet) penceresinden ayarlanmalı, CPU IP adresi ataması IP adresi penceresinden (IP address) ve alt ağ maskesi (subnet mask) IP sınıfına uygun olarak seçilmelidir [60].



Şekil 4.6. IP adres ataması ve alt ağ seçimi

Ethernet ayar sayfası kapatıldıktan sonra PN-IO satırı üzerinde sağ fare tıklaması ile açılan pencereden “Insert PROFINET IO System” seçilmelidir [60]. Böylece CPU Ethernet bağlantı noktasından Ethernet(1):PROFINET-IO-System isimli hat oluşturulur. Bu hat üzerine sahada kullanılan Profinet cihazları katalogdan seçilerek tanıtılmalıdır. “Hardware Config” penceresinden CP 343-1 satırı üzerinde sağ fare tıklaması ile açılan pencereden “Edit Ethernet nodes” tıklanarak, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de görüldüğü gibi bu cihazlara “online” olarak Ethernet düğümünden erişilmeli, her biri için IP adres atamaları doğru bir şekilde yapılmalı ve özellikler (Properties) pencerelerinde cihaz isimleri (device name) sonradan kullanılmak üzere kaydedilmelidir (Şekil4.9).



Edit Ethernet Node

Ethernet node

MAC address: Nodes accessible online
Browse...

Set IP configuration

☒ Use IP parameters

IP address: Gateway ☒ Do not use router

Subnet mask: ☐ Use router
Address:

☐ Obtain IP address from a DHCP server

Identified by

☒ Client ID ☐ MAC address ☐ Device name

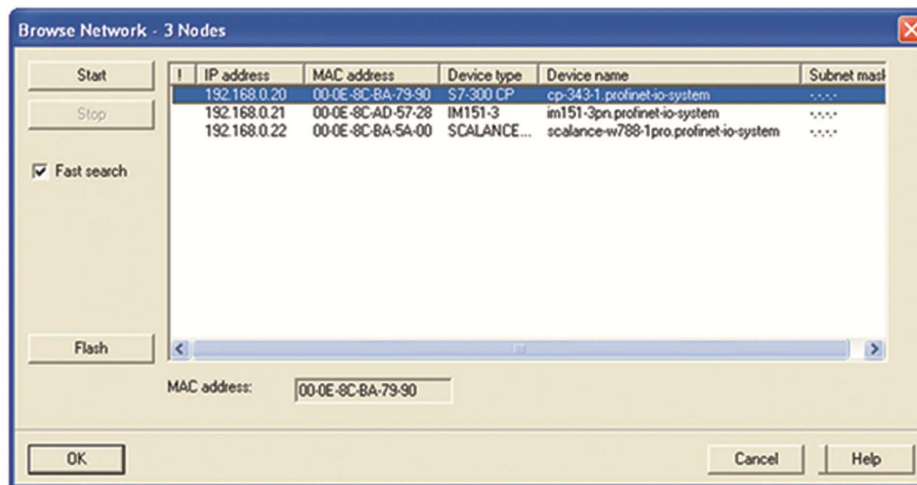
Client ID:

Assign device name

Device name:

Reset to factory settings

Şekil 4.7. Ethernet düğümünü düzenleme sayfası



Browse Network - 3 Nodes

Start

☒ Fast search

I	IP address	MAC address	Device type	Device name	Subnet mask
1	192.168.0.20	00-0E-8C-8A-79-90	S7-300 CP	cp-343-1.profinet-io-system	
2	192.168.0.21	00-0E-8C-AD-57-28	IM151-3	im151-3pn.profinet-io-system	
3	192.168.0.22	00-0E-8C-8A-5A-00	SCALANCE...	scalance-w788-1pro.profinet-io-system	

MAC address:

Şekil 4.8. Ethernet düğümlerine erişim sayfası

Edit Ethernet Node

Ethernet node

MAC address: 00-0E-8C-BA-79-90 Nodes accessible online
Browse...

Set IP configuration

☒ Use IP parameters

IP address: 192.168.0.20

Subnet mask: 255.255.255.0

Gateway

☒ Do not use router

☐ Use router

Address: 192.168.0.20

☐ Obtain IP address from a DHCP server

Identified by

☒ Client ID ☐ MAC address ☐ Device name

Client ID:

Assign IP Configuration

Assign device name

Device name: cp-343-1.profinet-io-system Assign Name

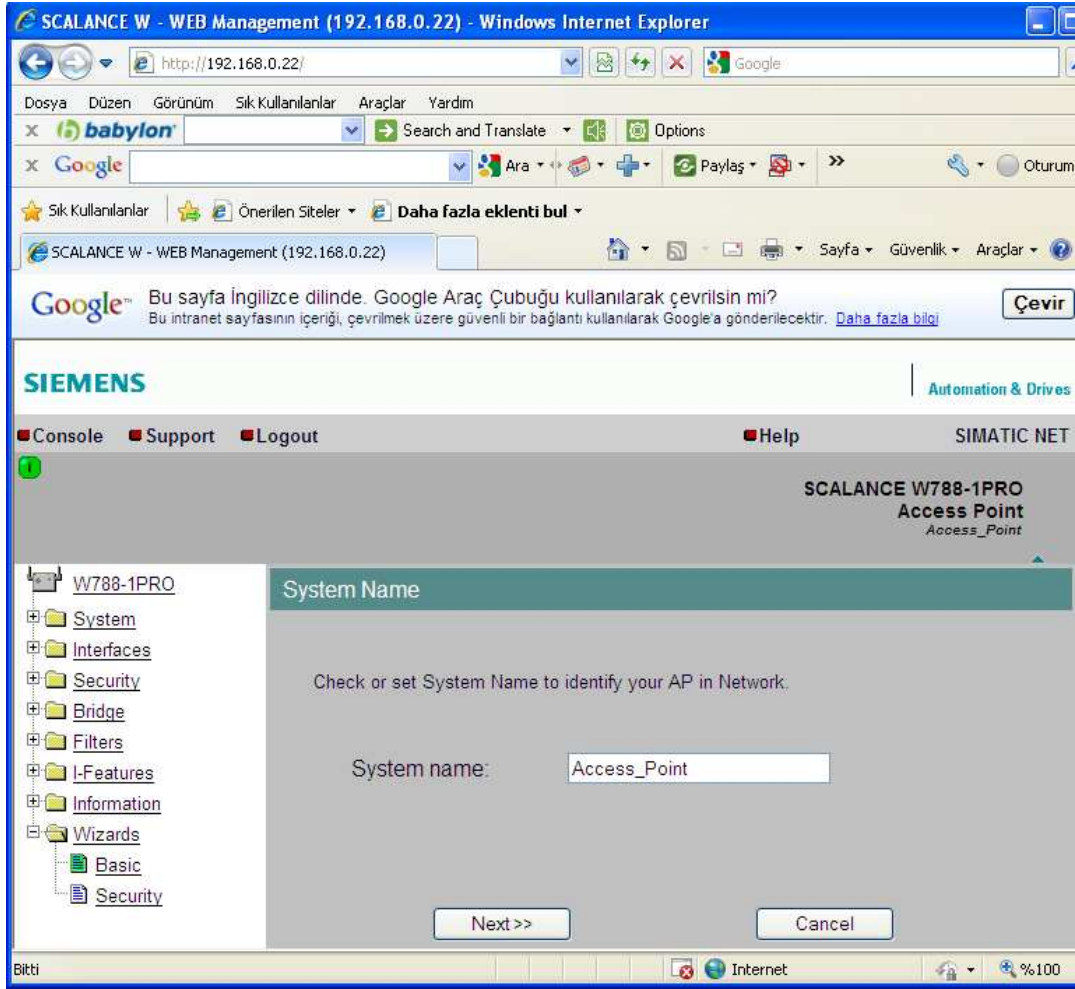
Reset to factory settings

Reset

Close Help

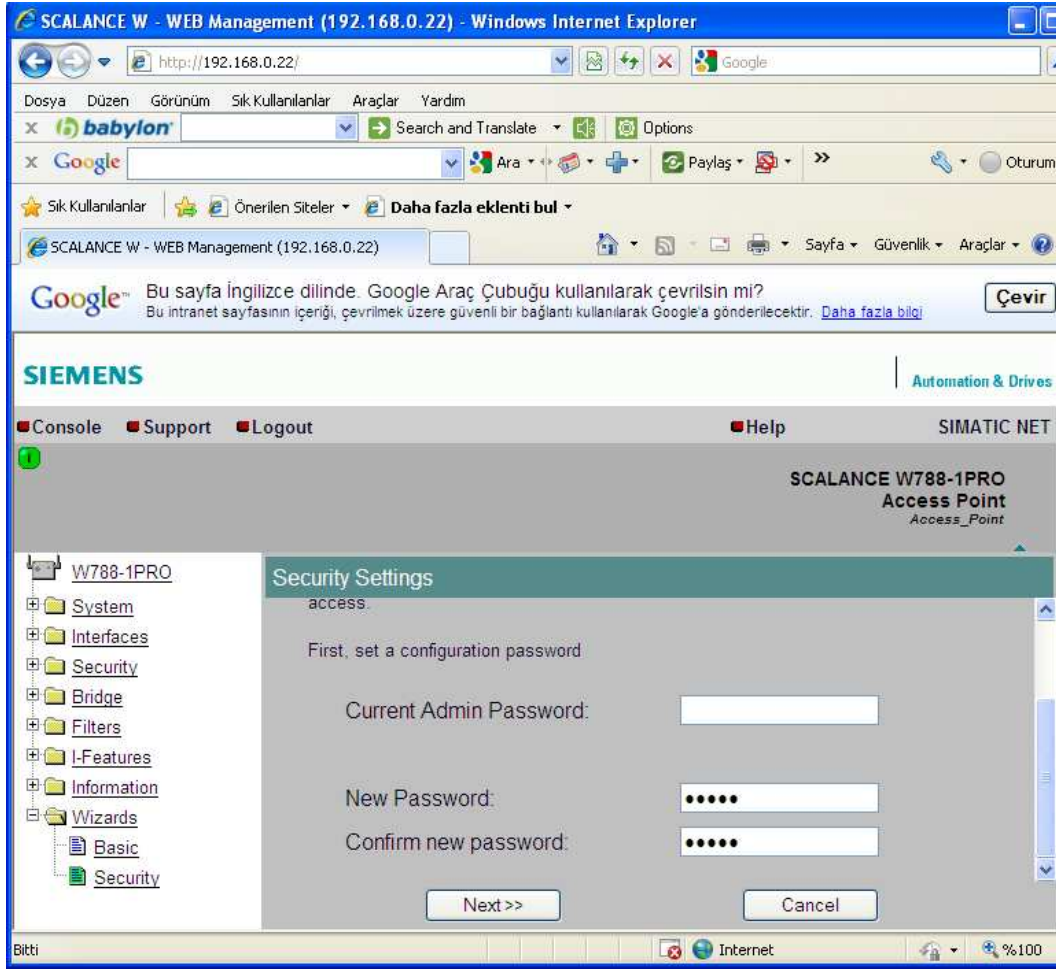
Şekil 4.9. IP yapılandırma ve cihaz ismi atama sayfası

IP yapılandırması ve cihaz ismi ataması yapıldıktan sonra Scalance W kablosuz modüllerin standart ayarların yapılması gerekir. Bu ayarları yapmak için kablosuz modüller ile Ethernet bağlantısı kurarak herhangi bir web tarayıcısı ile web tabanlı yönetim sayfasına erişilmelidir. Bunu, yukarıda IP yapılandırmasında atadığımız adresi (192.168.0.22) herhangi bir web tarayıcısı ile URL (<http://192.168.0.22>) adresini kullanarak aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi gerçekleştirebiliriz.



Şekil 4.10. Kablosuz modüllerin web tabanlı yapılandırma sayfası

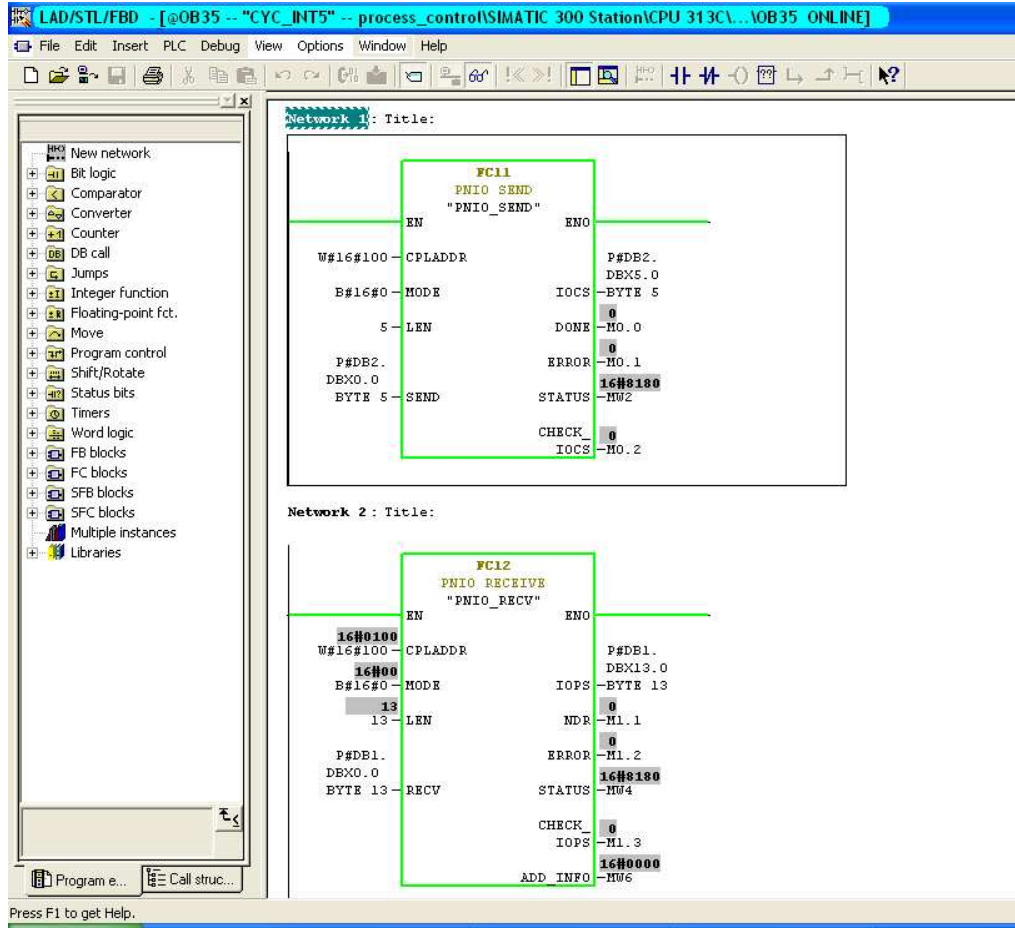
Sayfaya erişildikten sonra temel ayarlar sihirbazı “Wizards->Basic” tıklanarak aşama aşama yapılır. Temel ayarlar tamamlandıktan sonra bir sonraki aşamada güvenlik ayarları yapılır. Güvenlik sihirbazı “Wizards->Security” tıklanarak açılan ilk pencerede aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi yönetici şifresi değiştirilebilir. Böylelikle bu sihirbaz, yetkisiz erişimlerden aygıtınızın ve verilerinizin güvenliğini sağlamada yardımcı olur.



Şekil 4.11.Kablosuz modüllerin güvenlik ayarları

Kullanılan ET 200S modülü sahadaki dağıtılmış giriş / çıkışları (remote I/O) CPU'ya kurulan Profinet hattı üzerinden kablosuz aktaracaktır.

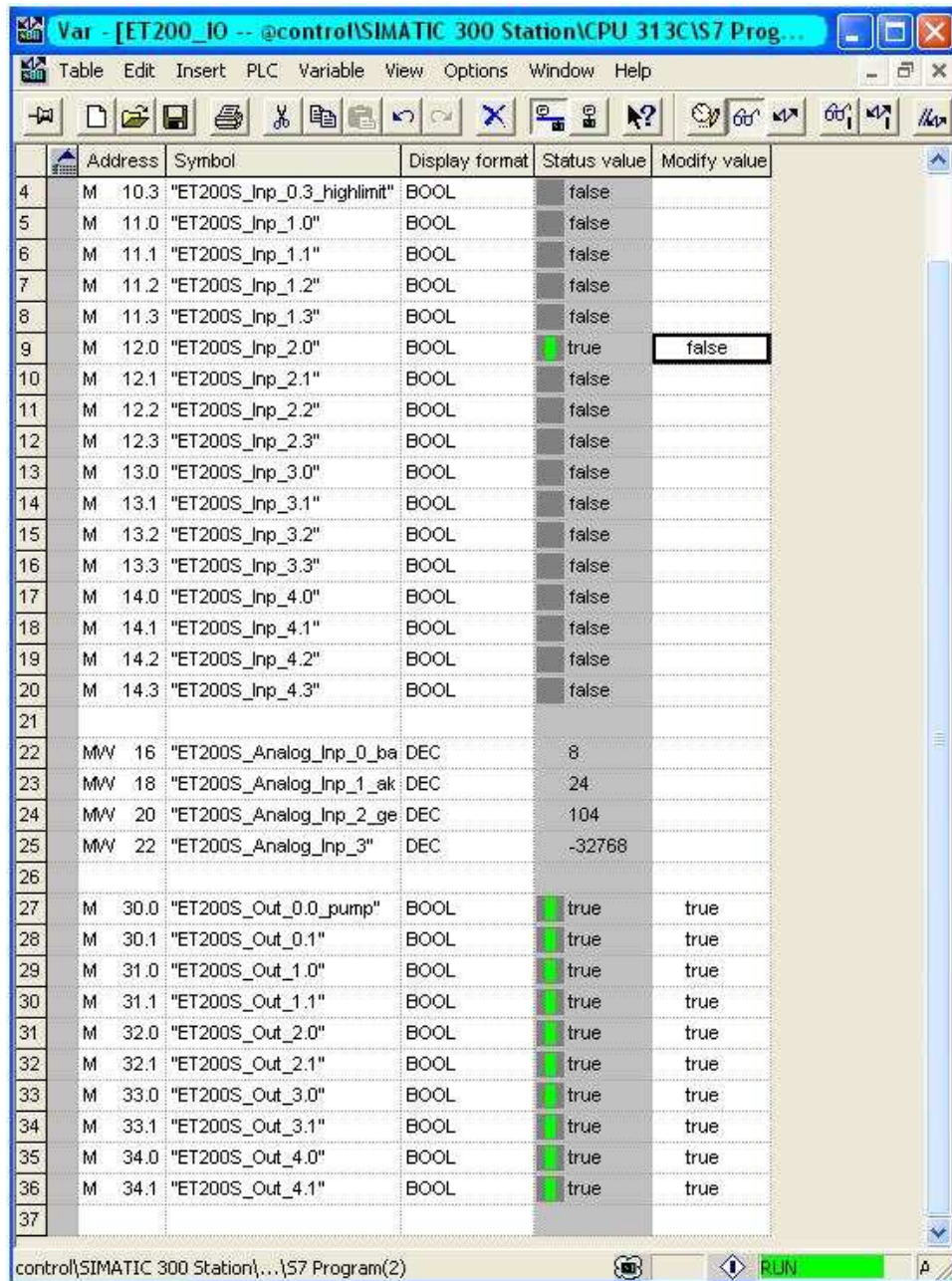
Donanım ayarları oluşturulurken tanımlanan giriş çıkış modül adresleri CPU'nun giriş görüntü ve çıkış görüntü belleği alanlarına dahil edilmiş olur. Bu adreslere erişip okuma ve yazma yapmak için özel fonksiyon ya da fonksiyon bloğu kullanılmalıdır. Bu alanlara doğrudan erişilemez, yani doğrudan okuma veya yazma yapılamaz [60].



Şekil 4.12. FC 11 PNIO_SEND ve FC 12 PNIO_RECV bloğu

Sahada dağıtılmış durumdaki I/O cihazlarına erişim için Profinet uyumlu bir Ethernet haberleşme kartı (CP) kullanılmıştır. Bu durumda Profinet ağı CP kartı üzerinden kurulur ve hattaki tüm cihazlar CP kartı üzerinden kurulacak Ethernet ağına bağlanır [60]. Bu yapılandırmada tüm giriş ve çıkış alanları CP kartı üzerindedir, CPU'nun giriş görüntü belleği ve çıkış görüntü belleği alanında değildir. CPU ile CP kartı arasında bir haberleşme yapılarak CPU'nun CP kartına erişip veri okuması ve yazması sağlanmalıdır. Bu amaçla kullanılan bloklar Simatic kütüphanesinde SIMATIC_NET_CP > CP 300 sekmesi altındaki FC11 (PNIO_SEND) ve FC12 (PNIO_RECV)'dir (Şekil 4.12). FC11 ve FC12 haberleşme bloklarına ait parametreler ve açıklamaları örnekleriyle birlikte sırasıyla EK-11 ve EK-12'de verilmiştir. Sahadaki modüllerden okunan giriş değerleri CP arabelleğinde tutulur ve kurulan bağlantı üzerinden PNIO_RECV bloğu ile ana program döngüsüne dâhil

edilir. Dağıtılmış tüm I/O'lar Şekil 4.13'de görüldüğü gibi kablosuz ağ üzerinden testi gerçekleştirilmiştir. Gerekli testler tamamlandıktan sonra örnek uygulamanın kontrol bloğu (Function Block-FB10) Şekil 4.12'da görüldüğü gibi oluşturulmuştur. Kontrol bloğuna ait kodlar EK-14'te verilmiştir.

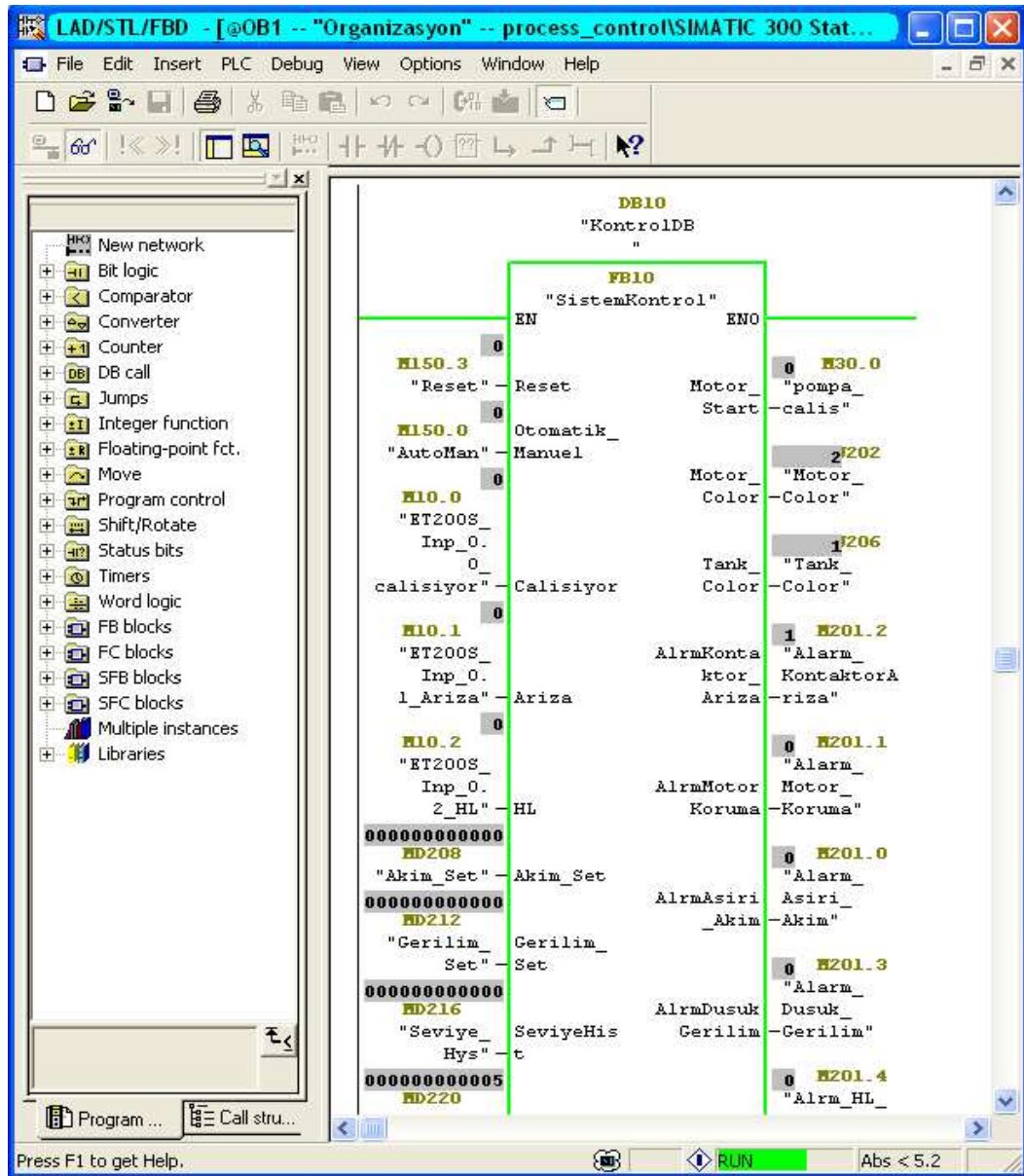


The screenshot shows the 'Var - [ET200_IO -- @control\SIMATIC 300 Station\CPU 313C\57 Prog...' window. The table below represents the data shown in the screenshot.

	Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
4	M 10.3	"ET200S_Inp_0.3_highlimit"	BOOL	false	
5	M 11.0	"ET200S_Inp_1.0"	BOOL	false	
6	M 11.1	"ET200S_Inp_1.1"	BOOL	false	
7	M 11.2	"ET200S_Inp_1.2"	BOOL	false	
8	M 11.3	"ET200S_Inp_1.3"	BOOL	false	
9	M 12.0	"ET200S_Inp_2.0"	BOOL	true	false
10	M 12.1	"ET200S_Inp_2.1"	BOOL	false	
11	M 12.2	"ET200S_Inp_2.2"	BOOL	false	
12	M 12.3	"ET200S_Inp_2.3"	BOOL	false	
13	M 13.0	"ET200S_Inp_3.0"	BOOL	false	
14	M 13.1	"ET200S_Inp_3.1"	BOOL	false	
15	M 13.2	"ET200S_Inp_3.2"	BOOL	false	
16	M 13.3	"ET200S_Inp_3.3"	BOOL	false	
17	M 14.0	"ET200S_Inp_4.0"	BOOL	false	
18	M 14.1	"ET200S_Inp_4.1"	BOOL	false	
19	M 14.2	"ET200S_Inp_4.2"	BOOL	false	
20	M 14.3	"ET200S_Inp_4.3"	BOOL	false	
21					
22	MW 16	"ET200S_Analog_Inp_0_ba"	DEC	8	
23	MW 18	"ET200S_Analog_Inp_1_ak"	DEC	24	
24	MW 20	"ET200S_Analog_Inp_2_ge"	DEC	104	
25	MW 22	"ET200S_Analog_Inp_3"	DEC	-32768	
26					
27	M 30.0	"ET200S_Out_0.0_pump"	BOOL	true	true
28	M 30.1	"ET200S_Out_0.1"	BOOL	true	true
29	M 31.0	"ET200S_Out_1.0"	BOOL	true	true
30	M 31.1	"ET200S_Out_1.1"	BOOL	true	true
31	M 32.0	"ET200S_Out_2.0"	BOOL	true	true
32	M 32.1	"ET200S_Out_2.1"	BOOL	true	true
33	M 33.0	"ET200S_Out_3.0"	BOOL	true	true
34	M 33.1	"ET200S_Out_3.1"	BOOL	true	true
35	M 34.0	"ET200S_Out_4.0"	BOOL	true	true
36	M 34.1	"ET200S_Out_4.1"	BOOL	true	true
37					

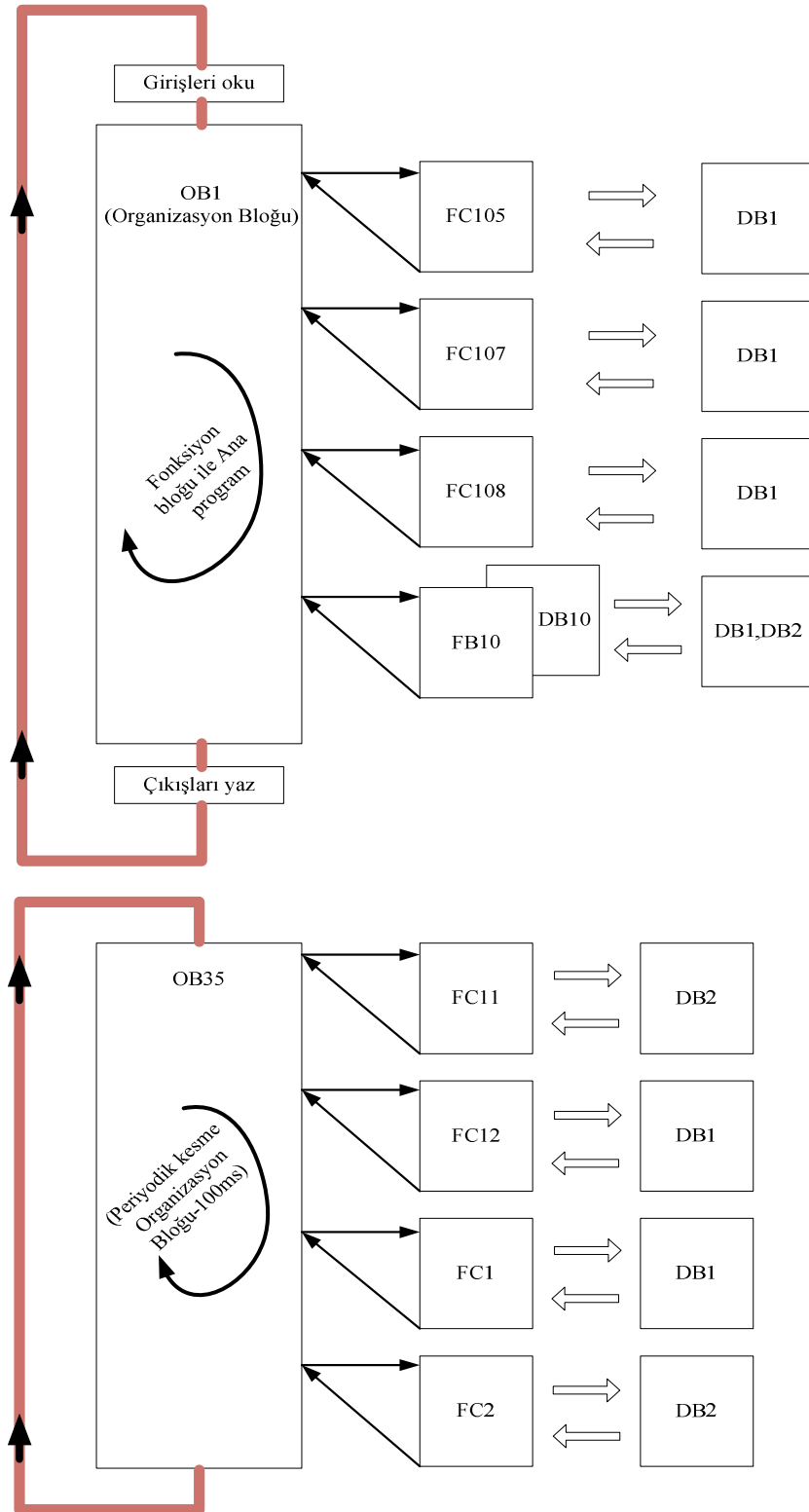
control\SIMATIC 300 Station\...\57 Program(2) RUN

Şekil 4.13. Dağıtılmış I/O'ların testi



Şekil 4.14. FB10 Seviye kontrol bloğu

Bu çalışmada PLC'nin programlanmasında kapsamlı ve karışık süreçlerin çözümünde kullanılan Yapısal Program İşleme kullanılmıştır. Süreç mantıklı fonksiyonlara göre küçük modüllere ayrılmıştır (FB, FC). Süreçler içinde kullanılacak veriler için modüller kullanılmıştır (DB). Bu modülleri çalışma sırasına göre çağıracak bir organizasyon programı (OB1) oluşturulmuştur. Şekil 4.15'de yapısal programlamaya ait blok diyagram ve Çizelge 4.1'de ise kullanılan blokların açıklamaları görülmektedir.



Şekil 4.15. Yapısal programlamaya ait bileşenler [85]

Çizelge 4.1. Kullanılan bloklar ve işlevleri

Blok	Atama	Fonksiyon
OB1	Organizasyon	Ana programın işletildiği organizasyon bloğudur.
OB35	CYC_INT5	Zamana bağlı kesmeli çalışan organizasyon bloğudur
FC11	PNIO_SEND	Verileri Profinet üzerinden göndermek için kullanılır
FC12	PNIO_RECIEVE	Verileri Profinet üzerinden almak için kullanılır
FC1	ET200S_Input	Girişleri merkerlere taşır
FC2	ET200S_Output	Çıkışları merkerlere taşır
FC105	Basinc_skala	Basınç skala bloğu
FC107	Akim_skala	Akım skala bloğu
FC108	Gerilim_skala	Gerilim skala bloğu
FB10	Sistemkontrol	Sistem kontrol bloğu
DB10	KontrolDB	FB10 için veri bloğu
DB1	ET200_Input	Girişler için veri bloğu
DB2	ET200_Output	Çıkışlar için veri bloğu

OB: Organizasyon Blokları, işletim sistemi tarafından çağrılan bloklardır. İşlevlerine göre değişik organizasyon blokları mevcuttur. OB1 ana programın işletildiği organizasyon bloğudur. Bunun yanında OB35 zamana bağlı kesmeli çalışan

organizasyon bloğudur. CPU'nun tipine göre organizasyon blokların sayısı değişebilir. Tepki süresi kısa olması istenen veya işlenmesi hızlı olan fonksiyonlar OB35 ile çalıştırılabilmektedir. OB35'in döngü süresi 100 ms ile sınırlıdır. Bu süreyi aşan bir yazılım istenen verimde OB35 ile çalıştıramamaktadır. PLC'nin özelliğine göre daha kısa ve uzun sürede işleme yapan organizasyon blokları da bulunmaktadır. OB1'de diğer motor ve grup yazılımları da çalıştığı için sistemdeki kantar yazılımı OB1 ile çağırılmış olsaydı istenen hassasiyet sağlanamayacaktı. Bu nedenle kantar yazılımı, maksimum işleme süresi 100 ms olan OB35'de işlenmiştir [85].

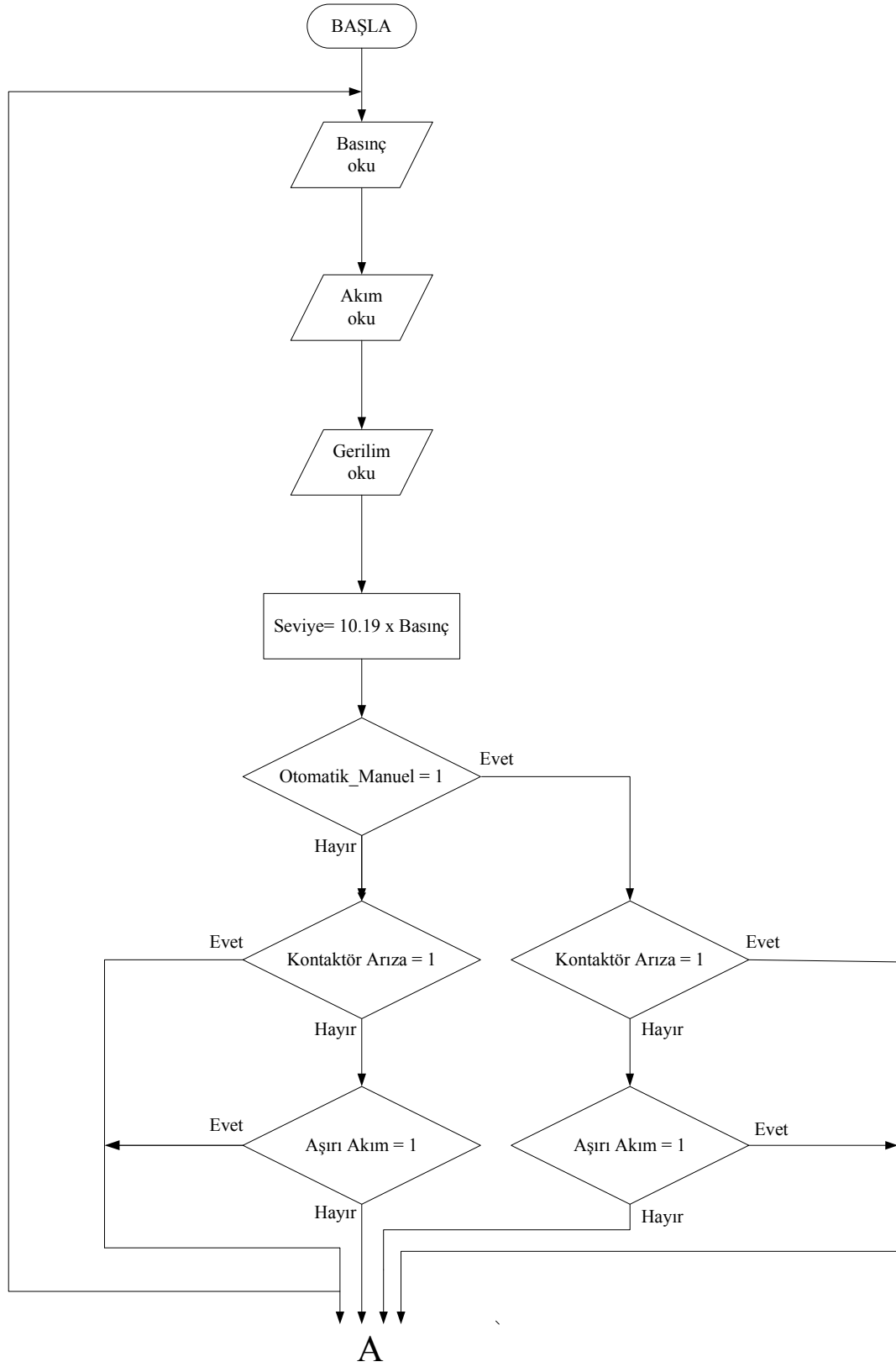
FC / FB: Fonksiyon ve Fonksiyon Blokları, yapısal programlamada gelişmiş bir alt program gibi davranan yapılardır. Kompleks program parçalarını küçük yapılara bölerek programlama yapılır.

SFC / SFB: Sistem Fonksiyon ve Sistem Fonksiyon Blokları CPU ile birlikte gelen hazır yapılardır.

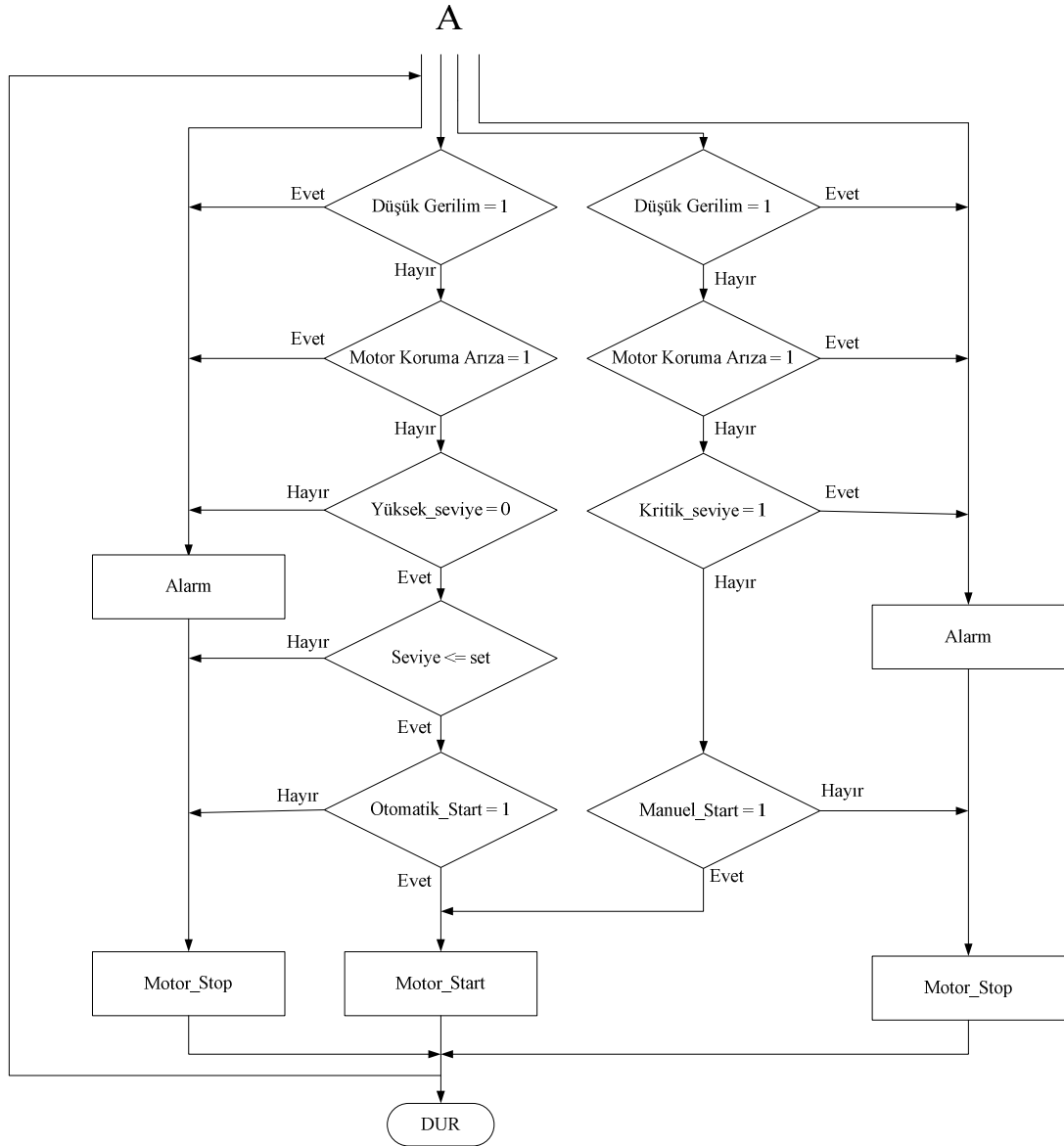
DB: Veri Blokları veri saklamak için kullanılan yapılardır. Özel ve genel olmak üzere iki farklı tipi mevcuttur.

4.1.2. Kontrol arayüzü

Algoritma geliştirme işlemi programın yazılmasında en önemli aşamayı oluşturur. İnternet tabanlı süreç kontrol sistemi için oluşturulan temel algoritma, süreç verilerinin okunması, parametrik değerler ile karşılaştırılması, karar verme, sistemlerin çalıştırılması, yapılan tüm işlemlerin kayıt altına alınması şeklinde olmaktadır [58]. Şekil 4.16'da oluşturulan algoritmaya ait akış şeması görülmektedir.



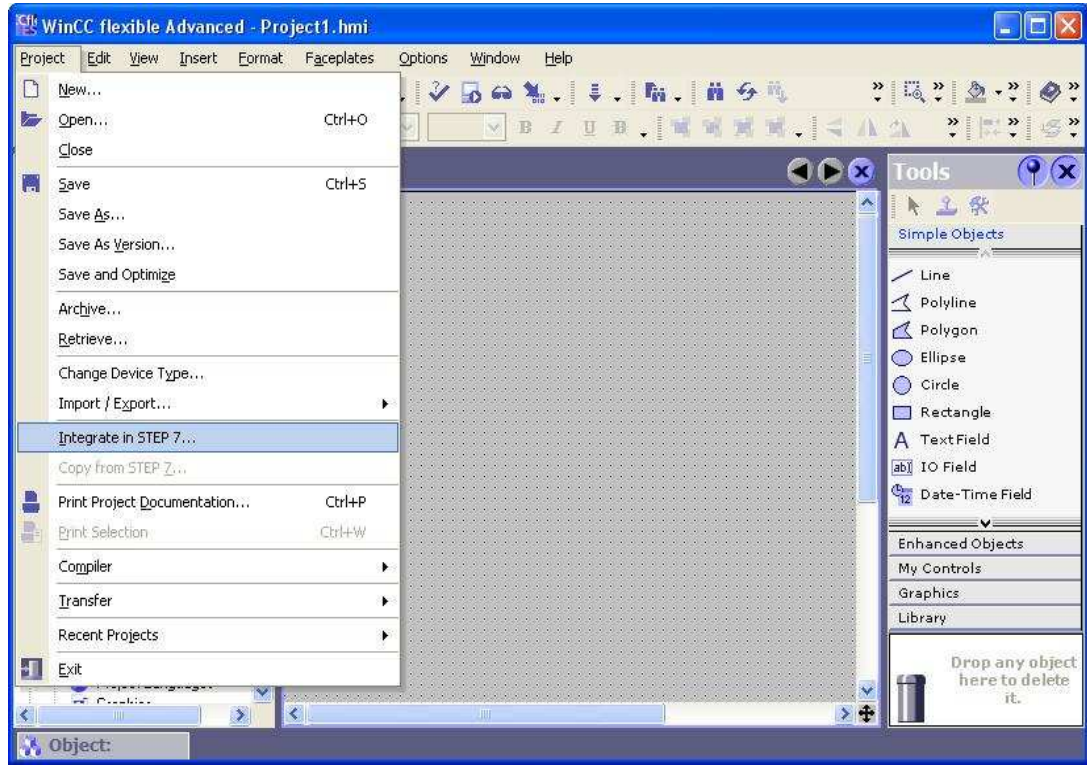
Şekil 4.16. Program akış şeması



Şekil 4.16. (Devam) Program akış şeması

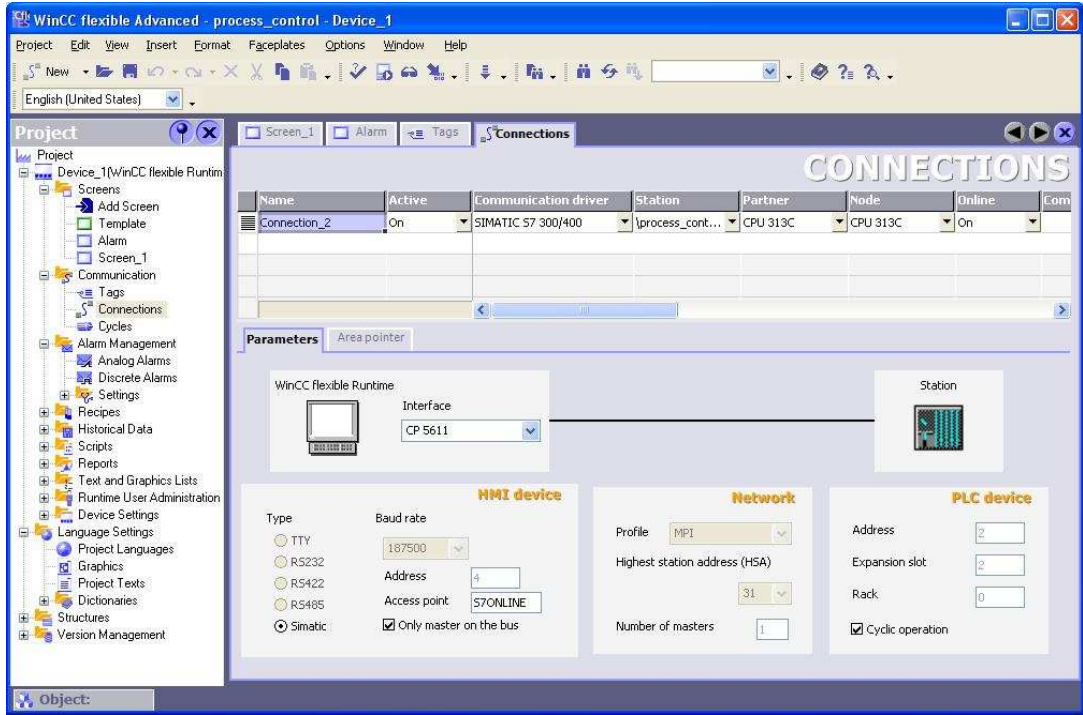
Akış şeması incelendiğinde, görüldüğü gibi gerçekleştirilen sistem, geri beslemeli bir kontrol sistemidir. Girişler yüksek seviye, düşük seviye, basınç, akım değeri, gerilim değeri, motor koruma, kontaktör arıza ile arayüzlerdeki buton ve text kutucukları, çıkışlar ise alarmlar ve motor kontrol çıkışlarıdır. Bu çıkışlarda ilgili kumanda elemanları (röleler, kontaktörler vb.) kontrol etmektedir.

Arayüzün hazırlanmasında WinCC flexible görselleştirme yazılımı ve Sm@rtService opsiyonu kullanılmıştır. Kontrol arayüzü hazırlanırken görselleştirme yazılımında oluşturulan proje ile Simatic Manager’de oluşturulan projenin entegre olabilmesi için Şekil 4.17’de görüldüğü gibi bağlantı kurulmaktadır. Yani WinCC flexible ve Step 7 haberleşmesi görüldüğü gibi sağlanmaktadır.



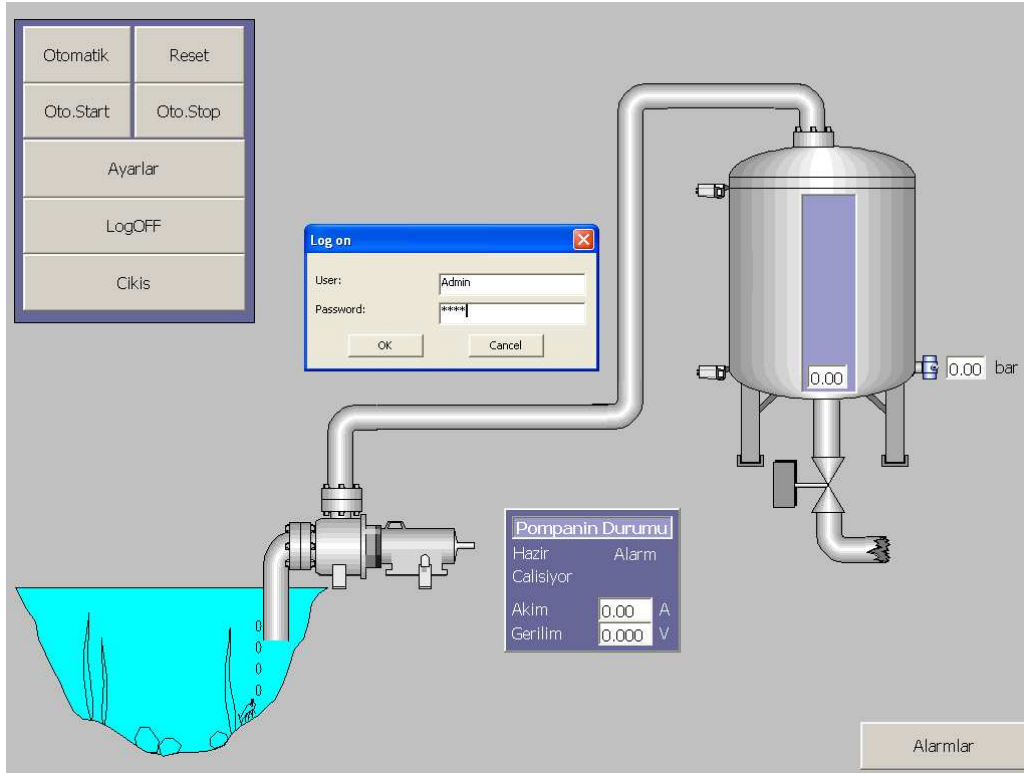
Şekil 4.17. WinCC flexible projesi ile Step 7 entegrasyonu

Yeni oluşturulan proje sayfasında “Integrate in STEP 7...” tıklanarak açılan pencerede bağlantı için gerekli parametreler doğru seçilmelidir. S7 300 istasyonu ile kontrol arayüzünün uyum sağlayabilmesi için, donanım yapılandırmasında eklediğimiz CP 5611 bağlantı arabirimi ve diğer parametreler Şekil 4.18’de görüldüğü gibi seçilmelidir.



Şekil 4.18. WinCC flexible projesi ile Step 7'nin bağlantı sayfası

Bir sonraki adımda projenin ekran görüntüsü tasarlanarak, Şekil 4.19'da görüldüğü gibi süreç denetimine giriş ve süreç denetiminden çıkış güvenliği için kullanıcı ve parola oluşturulmuştur. Böylelikle yetkisiz kişilerin sistem denetimi engellenmiştir. Kullanıcı ve/veya parola yanlış girildiği takdirde arayüzdeki kontroller çalışmamaktadır. Ayrıca, sistem ayar parametreleri, yetkilendirmeye bağlanmış olup kullanıcı ve parola sistem tarafından kabul edildikten sonra aktif olmaktadır.



Şekil 4.19. Yetkili kullanıcı girişi

Kontrol edilen süreçte yapılabilecek güncellemelere bağlı olarak donanımsal değişiklik neticesinde kontrol yazılımının da güncellenmesini engelleyerek ortaya çıkacak ilave maliyetleri ortadan kaldırmak amacıyla Şekil 4.20’de görüldüğü gibi bazı parametreler belirlenmiştir. Bu parametreler yazılımsal olarak sisteme ilave edilmiş ve kontrol algoritması bu parametrelere göre belirlenmiştir. Bu parametreler “Seviye Set”, “Seviye Histerisiz”, “Akım Set”, “Gerilim Set”, “Kontaktör Süre”, “Akım Süre” ve “Gerilim Süre” parametrelerinden oluşmaktadır. Tank boyutlarındaki değişikliklerde veya farklı tank boyutlarında seviye kontrolünü, yazılım güncellemeye gerek kalmadan “Seviye Set” parametresini belirleyerek gerçekleştirebiliriz. Seviye kontrolünde iki nokta kontrolünü kullanmak için gerekli olan değer aralıklarını “Seviye Histerisiz” parametresi ile belirleyebiliriz. Motor koruma paketinde yer alan dönüştürücülerden aldığımız akım ve gerilim değerleri ile motor korumasını gerçekleştirmek için kıyaslama yaptığımız “Akım Set” ve “Gerilim Set” parametrelerini, motor değerlerindeki değişikliklerde yazılım güncellenmesine gerek kalmadan belirleyebiliriz. Motorlar ilk kalkınma anında akım

değeri yazılı değerlerin üzerine çıktığından sistem alarm vermemesi için “Akım Süre” parametresi dâhil edilmiştir. Arıza tespitinde dönüş sinyallerinin gecikmesinden kaynaklanan hataları engellemek için “Kontaktör Süre” ve “Gerilim Süre” parametreleri yazılıma dâhil edilmiştir.

Sistem Ayar Parametreleri		
Seviye Set	5.00	m
Seviye Hysterezis	0.00	m
Akım Set	0.00	A
Gerilim Set	0.000	V
Kontaktör Süre	5000	ms
Akım Süre	0	ms
Gerilim Süre	0	ms

Şekil 4.20. Kontrol parametreleri

Sistem kontrolünü, takibini ve bakımını kolaylaştırmak amacıyla Şekil 4.21’de görüldüğü gibi alarm sayfası oluşturularak, Şekil 4.22’de görüldüğü gibi sistem işletmeye alınmıştır. Hazırlanan arayüz ile sistem denetimi ve takibi gerçekleştirilmiştir. Alarm sayfası sürecin kontrolünde, takibinde ve bakımında büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

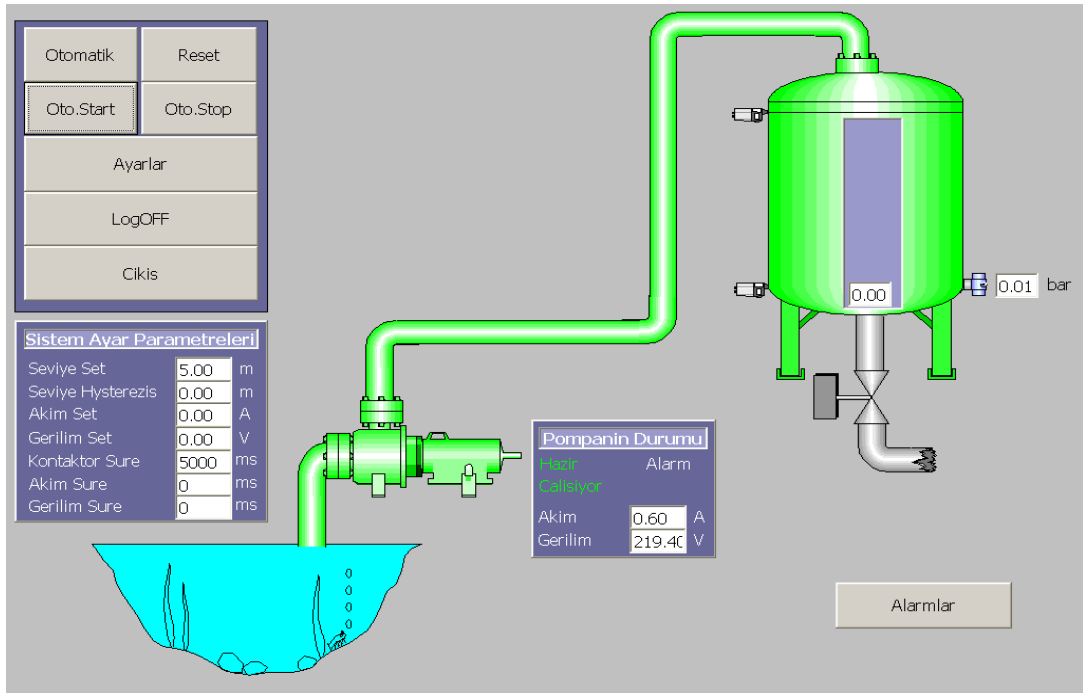
No.	Time	Date	Status	Text	GR
3	2:03:44 PM	12/1/2010	CA	Alarm Kontaktor Ariza	0



No.	Time	Date	Status	Text	GR
3	2:03:46 PM	12/1/2010	CA	Alarm Kontaktor Ariza	0
3	2:03:44 PM	12/1/2010	C	Alarm Kontaktor Ariza	0
\$ 140000	2:03:23 PM	12/1/2010	C	Connection established: Connection_2, Station 2, Rack 0, Slot 2.	0
\$ 110001	2:03:19 PM	12/1/2010	C	Change to operating mode 'online'.	0
\$ 70018	2:03:19 PM	12/1/2010	C	Password list imported successfully.	0
\$ 70022	2:03:19 PM	12/1/2010	C	Password list import started.	0

Alarm Sil

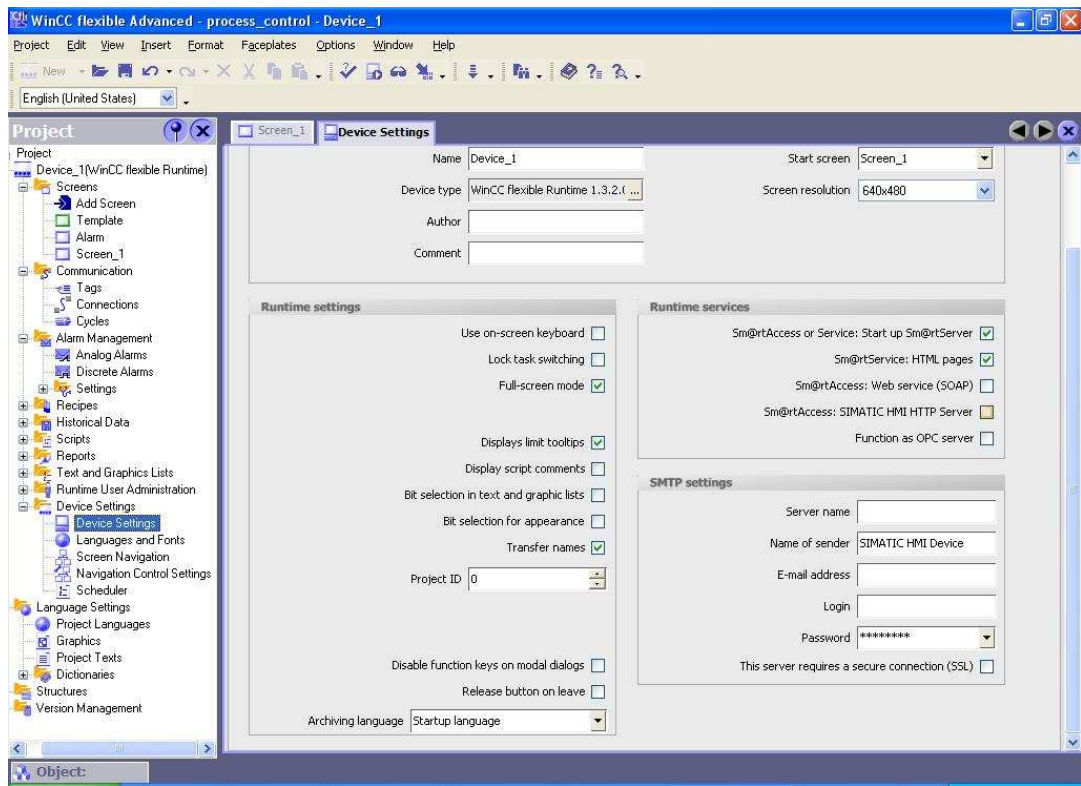
Şekil 4.21. Alarm sayfası



Şekil 4.22. Sistemin işletmeye alınmasına ait ekran görüntüsü

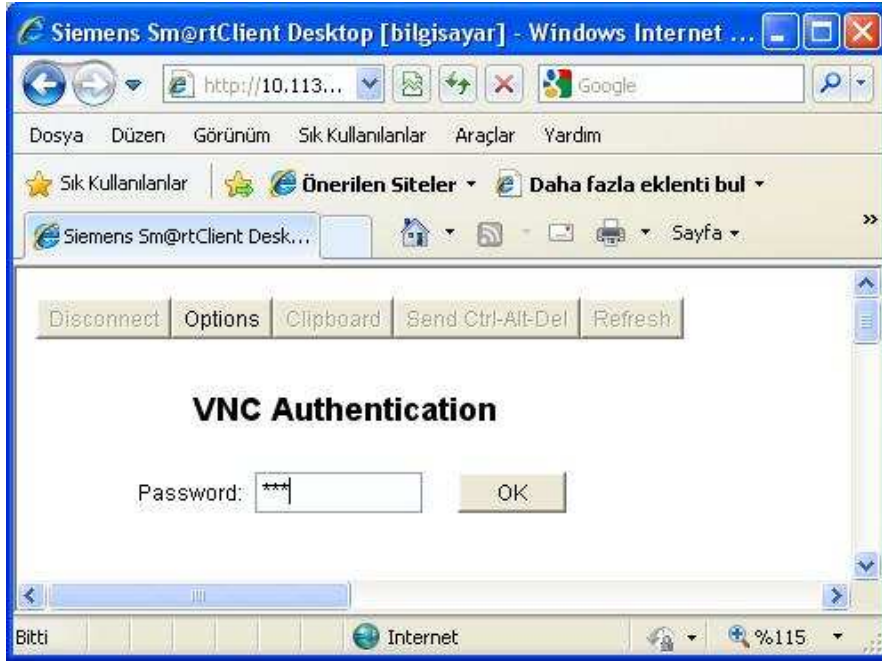
4.2. Web Arayüzü

Step 7 ve WinCC flexible yazılımları kullanılarak sistem test edilip işletmeye alındıktan sonra WinCC flexible Sm@rtService opsiyonu kullanılarak web arayüzü tamamlanmıştır. Microsoft Internet Explorer'dan erişimi sağlamak amacıyla Şekil 4.23'de görüldüğü gibi aygıt ayarlarından (Device Settings) gerekli ayarlar yapılmalıdır.



Şekil 4.23. Uzaktan erişim için aygıt ayarları

İnternet olanakları servis ve bakımı önemli ölçüde kolaylaştırır. Bilgi teknolojisi (Information Technology-IT) etkinliğine sahip özel bir haberleşme işlemcisi kullanarak, sadece normal bir web tarayıcısı ile kontrol bileşenlerinin teşhis bilgisine ulaşabilirsiniz [62]. Kullanıcı Şekil 4.24'de görüldüğü gibi kimlik denetimini geçtiğinde Web sunucu kullanıcıları kontrol arayüzüne yönlendirir.

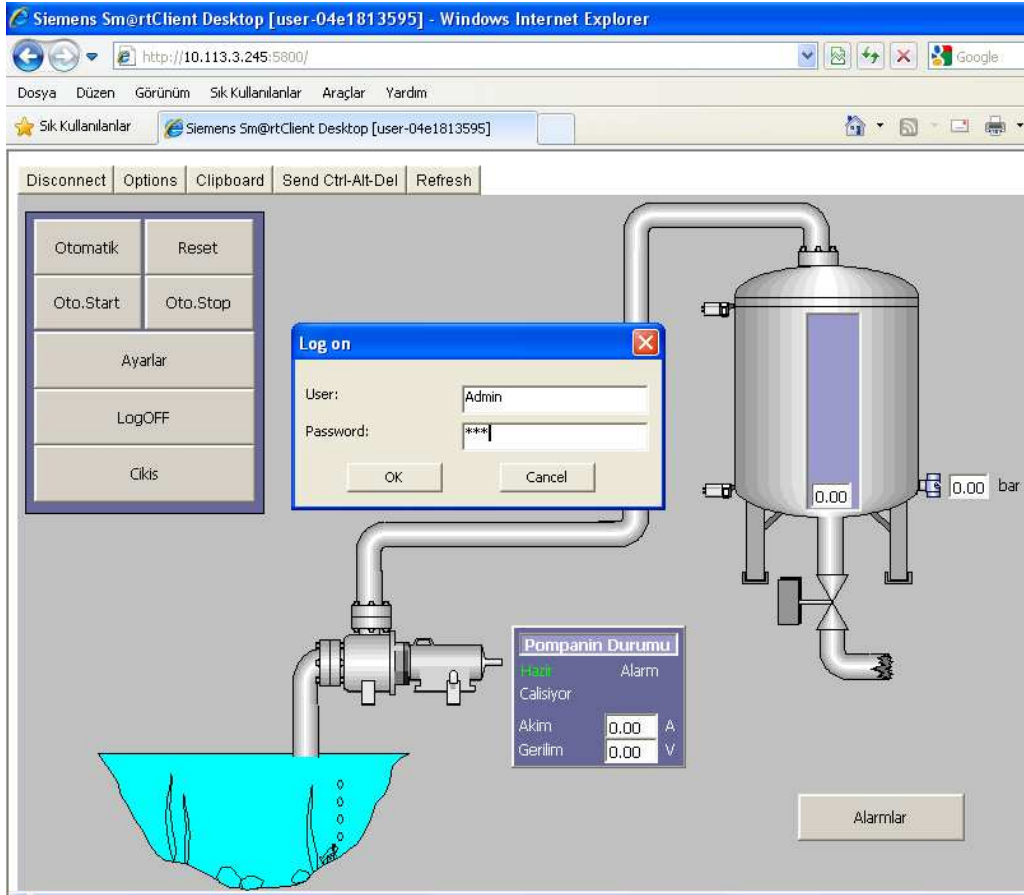


Şekil 4.24.Web arayüzüne erişim için kimlik denetimi

Şekil 4.25’de görüldüğü gibi bir kez oturum açma sistemi ile de, arabirimi kullanarak herhangi bir alt prosedür ve bileşeni kontrol etmek mümkündür. Bu uygulamada, aşağıdaki kontrolleri sağlamak mümkündür:

- Program bloğuna bağlı olarak sistemin Otomatik/Manuel kontrolü,
- Seviye, basınç, akım ve gerilim değerlerinin izlenmesi,
- Kontrol parametrelerinin girilmesi,
- Alarmların kontrol edilmesi ve silinmesi, vb.

Buna ek olarak, SIMATIC Kontrolörleri, dünya çapında alıcılara hataları raporlama amacıyla e-posta göndermek için kullanılabilir. Ayrıca telefon ağı (ISDN) üzerinden uzaktan programlama da mümkündür. Fakat bunlar bu uygulamaya dâhil edilmemiştir.



Şekil 4.25. Kullanıcı denetimi ve kullanıcı erişim ekranı

Kontrol sistemine uzaktan erişim için soket bağlantısı gerçekleştirilmiştir, yani uzaktan erişim için herhangi bir istemci yazılıma gerek yoktur. Tasarlanan web arayüzü ile kullanıcılar internet bağlantısı kullanarak sisteme ulaşır. Kullanıcı internet bağlantısı ve standart bir web tarayıcı vasıtasıyla sistemi izleyebilir ve gerekli parametreleri girerek sistemi denetleyebilir. Sistem ile ilgili bütün aktif sonuçlar ve hatalar yine web arayüzü sayesinde eş zamanlı olarak görüntülenmekte ve kaydedilmektedir. Proses kontrol süreci, tasarlanan iletişim ve kumanda yapısı ve web arayüzü ile başarılı ve etkin bir şekilde tamamlanmıştır.

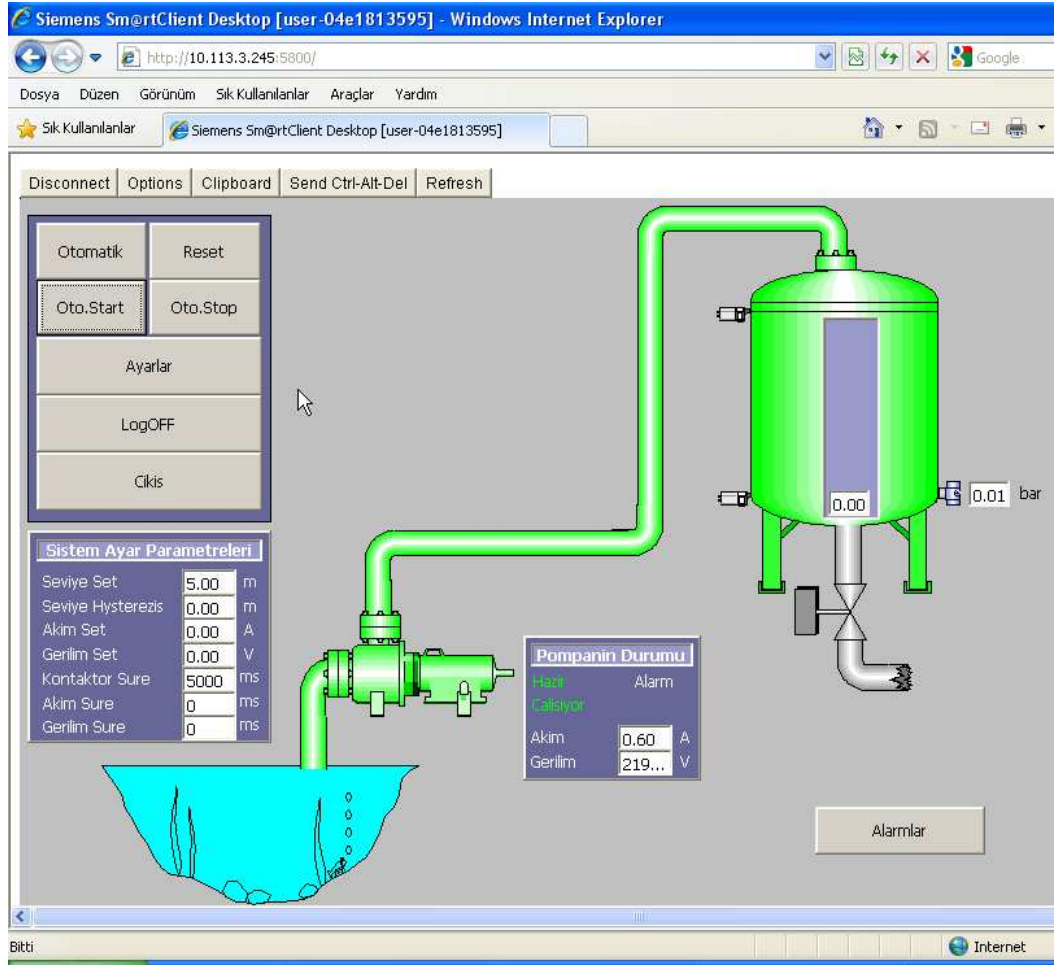
Geliştirilen İnternet aracılığı ile uzaktan kontrol işlemlerinde TCP (transmisyon kontrol protokol) kullanılmaktadır. TCP, paket anahtarlamalı bilgisayar haberleşme ağlarında ve birbirine ağ ile bağlı sistemlerde kullanılan ve uç'tan uca güvenilir bir

protokol olarak nitelendirilmektedir. Bunun yanısıra TCP, bilgisayar haberleşme ağıyla birbirine bağlı bilgisayarlardaki proses çiftleri arasında prosesler arası güvenilir haberleşme sağlayan haberleşme servisi olarak ta belirtilmektedir. İstemci uygulaması (web tarayıcı) ile sunucu uygulaması (web sunucu) arasında standart haberleşme protokolü olarak bir ağ protokolü olan TCP/IP (transmisyon kontrol protokol/ İnternet protokol) kullanılmıştır. Sistemde kullanılan HTTP (Hyper text transmission protocol) ise bir web sunucu servis protokolüdür ve HTML vb. web sayfalarını 5800 numaralı porttan sunar [58].

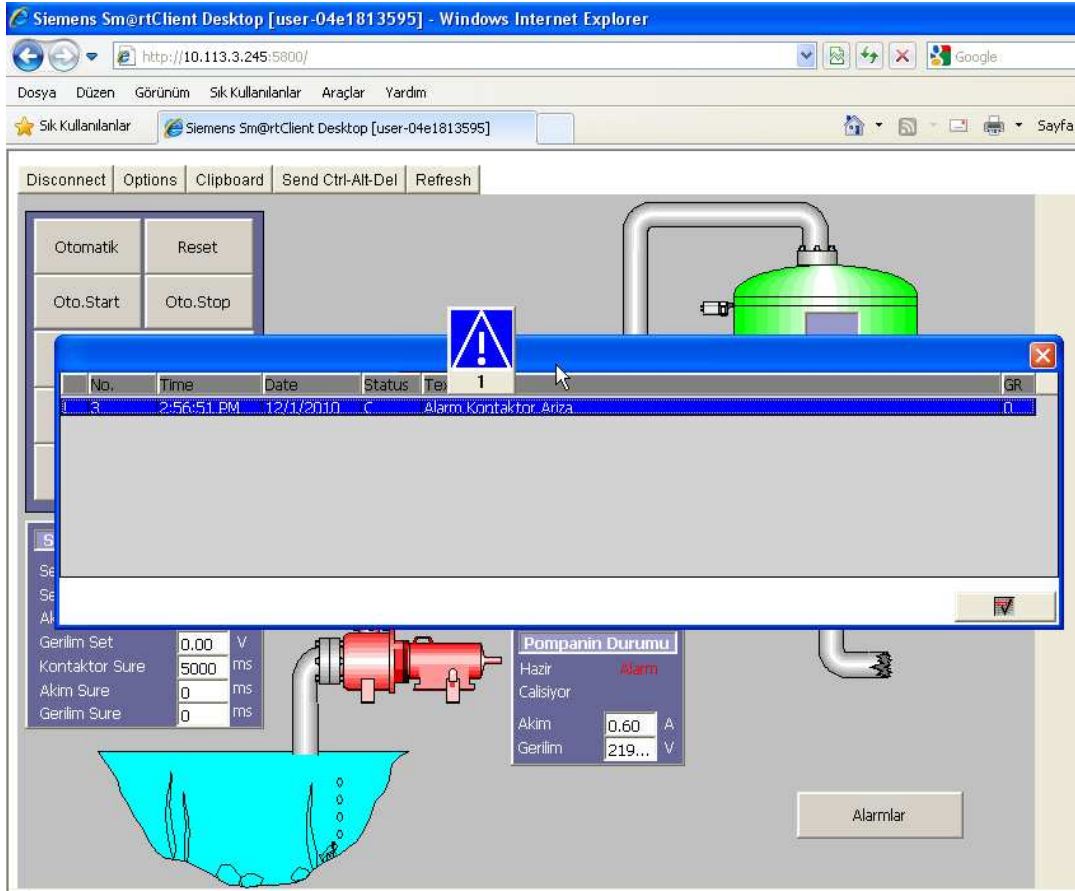
Burada sunulan Web tabanlı kontrol sistemi, bir istemci kullanıcı, bir Web sunucusu ve internet bağlantısından oluşmaktadır. Uzak kullanıcılar, bir Web sunucu üzerinden yukarıda bahsettiğimiz yetkilendirme özelliğini de geçerek sisteme erişebilirler.

Kullanıcı, web sunucu uygulamasını ve web arayüz özelliğini aktif eden bir URL adresi (<http://10.113.3.245:5800> gibi) sayesinde web sunucu üzerinden sürece ulaşabilir. Veri transferi İstek-Yanıt yöntemine göre oluşur. HTTP istemci HTTP sunucusuna bir istek gönderir ve HTTP sunucusu bu isteğe cevap verir. İstemci ve sunucu veri alışverişi için Ethernet arayüzü ile bağlantı kurar [62, 72].

Normal çalışma altında belirli bir kullanıcı için sırasıyla Şekil 4.26'da ve Şekil 4.27'de resmedilen “Siemens Sm@rtClient Desktop” uygulaması; pompanın çalışmasını, kontrol parametrelerinin girilmesini, akım, gerilim ve basınç değerlerinin izlenmesini ve alarm görüntülenmesinde yeralan kontaktör arıza, pompanın durumu, vb. kontrolleri kapsamaktadır.



Şekil 4.26. Sürecin web arayüzü



Şekil 4.27. Alarm görünüşü

Doğru sistem entegrasyonu ve ayrıca programlama, sistemin çalışması/durması, bağlantı ve şifre giriş zamanları ve sistem hataları hakkında bilgi verir. Örneğin Şekil 4.28’de görüldüğü gibi, 2010.12.1’da saat 2:56:51 PM’de meydana gelen bir arıza “Olay Bildirimi Sayfasına” kaydedilir. Bu tür bir etkileşim, dünyanın herhangi bir yerinden intranet/internet üzerinden sistemi denetlemeyi, teşhis etmeyi ve gerektiğinde işletmeyi temineder, problemleri hızlı bir şekilde düzeltmeyi mümkün kılar ve ayrıca personel ve bakım maliyetlerini düşürür.

Siemens Sm@rtClient Desktop [user-04e1813595] - Windows Internet Explorer

http://10.113.3.245:5800/

Dosya Düzen Görünüm Sık Kullanılanlar Araçlar Yardım

Sık Kullanılanlar Siemens Sm@rtClient Desktop [user-04e1813595]

Disconnect Options Clipboard Send Ctrl-Alt-Del Refresh

No.	Time	Date	Status	Text	GR
3	2:56:51 PM	12/1/2010	CA	Alarm Kontakör Arıza	0



1

No.	Time	Date	Status	Text	GR
3	2:58:34 PM	12/1/2010	CA	Alarm Kontakör Arıza	0
3	2:56:51 PM	12/1/2010	C	Alarm Kontakör Arıza	0
\$ 140000	2:53:18 PM	12/1/2010	C	Connection established: Connection 2, Station 2, Rack 0, Slot 2.	0
\$ 110001	2:53:14 PM	12/1/2010	C	Change to operating mode 'online'.	0
\$ 70018	2:53:14 PM	12/1/2010	C	Password list imported successfully.	0
\$ 70022	2:53:14 PM	12/1/2010	C	Password list import started.	0
\$ 140000	2:45:59 PM	12/1/2010	C	Connection established: Connection 2, Station 2, Rack 0, Slot 2.	0
\$ 110001	2:45:55 PM	12/1/2010	C	Change to operating mode 'online'.	0
\$ 70018	2:45:55 PM	12/1/2010	C	Password list imported successfully.	0
\$ 70022	2:45:55 PM	12/1/2010	C	Password list import started.	0
\$ 140000	2:42:06 PM	12/1/2010	C	Connection established: Connection 2, Station 2, Rack 0, Slot 2.	0
\$ 110001	2:42:02 PM	12/1/2010	C	Change to operating mode 'online'.	0
\$ 70018	2:42:02 PM	12/1/2010	C	Password list imported successfully.	0

Alarm Sil

Şekil 4.28. Alarm sayfası

5. SONUÇ

Dağıtık süreç kontrol sistemleri için internet tabanlı kontrole olanak sağlayan, dağıtık birimi merkezi birime bağlayan ve birçok kanaldan veri iletim imkânı sunan esnek, güvenilir, ucuz ve fonksiyonel yapısıyla Profinet temelli kablolu/kablosuz melez haberleşme sistemi tasarlanmış ve örnek bir uygulama üzerinde başarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmayla; Endüstriyel tesislerde kablolu iletişimin mümkün olmadığı, tesisten uzak istasyonların kablosuz haberleşme ile kontrolü, hendek, çukur gibi bölgelere yeni kablo döşemenin, eski kabloların tamiratının ve çalınan kabloların yerine yenisinin konulması gibi nedenlerden kaynaklanan maliyetlerin giderilmesi, kimyasallı, titreşimli ve hareketli parçaların bulunduğu endüstriyel ortamlarda kablolaşmanın zorluklarının ve sakıncalarının ortadan kaldırılması, kurulum aşamasında, analog ölçümler için ekranlı kablo kullanımından kaynaklanan maliyetlerin azaltılması sağlandığı gibi bu çalışma, mevcut kablolu yapılara da ara bağlaşım imkânı sunmaktadır. Ayrıca, tasarlanan sistemin Ethernet temelli olması yani hızlı (veri iletim hızı maksimum 100 Mbit/s) ve IEEE 802.11b KLAN kablosuz erişim teknolojisini desteklemesi, kablosuz yapının mevcut kablolu yapıyla kolaylıkla bütünleşmesi ne kadar doğru bir tercih olduğunu göstermektedir. Tasarlanan internet destekli kontrol sistemi kablolu /kablosuz melez sistem denilen yeni bir haberleşme yapısıyla alan (field) seviyesinden yönetim seviyesine ve süreç kontrolünden dağıtık giriş/çıkış (I/O)'a kadar dağıtık otomasyonun tüm sektörlerini kapsayacak şekilde uygulanabilir.

Sisteme erişimde kısıtlama, işletme şartlarından saha aygıtlarını ve motoru koruma, ayrıca fiziksel olarak sahada bulunma gerekliliğinin olmaması gibi sistemin daha önceki bölümlerde bahsedilen özelliklerinden dolayı, bu sistem güvenilir, etkin, esnek ve etkin-maliyetli olarak ifade edilebilir. Ayrıca, basit mail transfer protocol (Simple Mail Transfer Protocol-SMTP) sunucu özelliği de entegre edildiğinde, sistem daha etkin olabilir.

KAYNAKLAR

1. Azaklar, S., “Uzaktan Erişimli Elektronik Laboratuvarı Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 1-82 (2007).
2. Alkar, A.Z., Karaca, M.A., “An Internet-Based Interactive Embedded Data-Acquisition System for Real-Time Applications”, **IEEE Transactions On Instrumentation And Measurement**, 58 (3): 522-529 (2009).
3. Çetin, G., “ İnternet Tabanlı Kontrol Eğitimi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-101 (2006).
4. Tan, K.K., Lee, T.H., Soh, C.Y., “Internet-Based Monitoring of Distributed Control Systems—An Undergraduate Experiment”, **IEEE Transactions On Education**, 45 (2): 128-134 (2002).
5. Kahraman, F., “Web Tabanlı Otomasyon Sistemi Tasarımı ve Yapımı”, Yüksek Lisans Tezi, **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sakarya, 1-58 (2008).
6. Neumann, P., “Communication in industrial automation—what is going on?,” **Control Engineering Practice**, 15 (11): 1332-1347 (2007).
7. Gungor, V.C., Lambert, F.C., “A survey on communication networks for electric system automation”, **Computer Networks**, 50 (7): 877-897 (2006).
8. Brevi, D., Mazzocchi, D., Scopigno, R., Bonivento, A., Calcagno, R., Rusina, F., “A methodology for the analysis of 802.11a links in industrial environments”, **Proc. of the 7th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems**, 165-174 (2006).
9. Flammini, A., Ferrari, P., Marioli, D., Sisinni, E., Taroni, A., “Wired and wireless sensor networks for industrial applications”, **Microelectronics Journal**, 40 (9): 1322-1336 (2009).
10. Egea-Lopez, E., Martinez-Sala, A., Alonso, J.V., Haro, J.G., Malgosa-Sanahuja, J., “Wireless communications deployment in industry: a view of issues, options and technologies”, **Computers in Industry**, 56 (1): 29-53 (2005).
11. Gnad, A., Krätzig, M., Rauchhaupt, L., Trikaliotis, S., “Relevant Influences in Wireless Automation,” **Proc. of the 7th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems**, 341-348, (2008).
12. Thompson, H.A., “Wireless and Internet communications technologies for monitoring and control,” **Control Engineering Practice**, 12: 781-791, (2004).

13. Swillig, A., Matheus, K., Wolisz, A., "Wireless Technology in Industrial Networks", ***Proc. of the IEEE***, 1130-1151 (2005).
14. Yang, S.H., Chen, X., Alty, J.L., "Design issues and implementation of internet-based process control systems," ***Control Engineering Practice***, 11: 709-720, (2003).
15. Kjellsson, J., Vallestad, A.E., Steigmann, R., Dzung, D., "Integration of a Wireless I/O Interface for PROFIBUS and PROFINET for Factory Automation", ***IEEE Transactions on Industrial Electronics***, 56 (10): 4279-4287 (2009).
16. Dzung, D., Apneseth, C., Endresen, J., Frey, J.E., "Design and Implementation of a Real-Time Wireless Sensor/Actuator Communication System", ***Emerging Technologies and Factory Automation***, 2 (10): 433-442 (2005).
17. Kim, H., Ayurzana, O., "Improvement of Data Receive Ratio in Remote Water Meter System by Upgrading Sensor", ***International Journal of Control, Automation, and Systems***, 7 (1): 145-150 (2009).
18. Batista, E.A., Silva, A.C.R., Gonda, L., Pereira, M.C., Silva, I., Ferreira, W.M., D'Elia, F., "IEEE1451-based Multi-Interface Module (I2M) for Industrial Processes Automation", ***IEEE Sensors Applications Symposium***, 220-224 (2008).
19. Wu, R.C., Wu, H.C., Teng, J.H., Huang, C.C., "The Realization of PLC Wireless Remote Graphic Control by PDA", ***IEEE Region 10 Conference***, 1-4 (2007).
20. Lin, L-k., Tuan, C-c., Cnen, C-j., "Application and Evaluation of Wireless Transmission Technique at Construction Job-site", ***IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference***, 963 - 968 (2008).
21. Kim, H., Ayurzana, O., "Development of a mobile manufacturing system with PDA and PLC", ***The International Journal of Advanced Manufacturing Technology***, 25 (7-8): 723-729 (2005).
22. Howitt, I., Manges, W.W., Kuruganti, P.T., Allgood, G., Gutierrez, J.A., Conrad, J.M., "Wireless industrial sensor networks: Framework for QoS assessment and QoS management", ***ISA Transactions***, 45 (3): 347-359 (2006).
23. Ramamurthy, H., Prabhu, B.S., Gadh, R., Madni, A.M., "Wireless Industrial Monitoring and Control Using a Smart Sensor Platform", ***IEEE Sensors Journal***, 7 (5): 611-618 (2007).
24. Gaderer, G., Loschmidt, P., Mahmood, A., "A novel Approach for Flexible Wireless Automation in Real-Time Environments", ***IEEE International Workshop on Factory Communication Systems***, 81-84 (2008).

25. Liu, X., Goldsmith, A., "Wireless Network Design for Distributed Control", **IEEE Conference on Decision and Control**, 2823-2829 (2004).
26. Zhuang, L.Q., Goh, K.M., Zhang, J.B., "The Wireless Sensor Networks for Factory Automation: Issues and Challenges", **Emerging Technologies & Factory Automation**, 141-148 (2007).
27. Yuksekkaya, B., Kayalar, A.A., Tosun, M.B., Ozcan, M.K., Alkar, A.Z., "A GSM, Internet and Speech Controlled Wireless Interactive Home Automation System", **Consumer Electronics, IEEE Transactions on**, 52 (3): 837-843 (2006).
28. Chung, W.Y., JuOh, S., "Remote monitoring system with wireless sensors module for room environment", **Sensors and Actuators B: Chemical**, 113 (1): 64-70 (2006).
29. Alkar, A.Z., Buhur, U., "An Internet Based Wireless Home Automation System for Multifunctional Devices", **Consumer Electronics, IEEE Transactions on**, 51 (4): 1169-1174 (2005).
30. Oksa, P., Soini, M., Sydanheimo, F., Kivikoski, M., "Kilavi platform for wireless building automation", **Energy and Buildings**, 40 (9): 1721-1730 (2008).
31. Ali, A., Al_Soud, M., Abdallah, E., Addallah, S., "Water Pumping System with PLC and Frequency Control", **Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering**, 3 (3): 216-221 (2009).
32. Ogawa, M., Henmi, Y., "Recent Developments on PC+PLC based Control Systems for Beer Brewery Process Automation Applications", **SICE-ICASE International Joint Conference**, 18-21(2006).
33. Shankar, K.G., "Control of Boiler Operation using PLC-SCADA", **Proc. of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists**, 19-21 (2008).
34. Honda, A., Okano, F., Ooshima, K., Akino, N., Kikuchi, K., Tanai, Y., Takenouchi, T., Numazawa, S., Ikeda, Y., "Application of PLC to dynamic control system for liquid Hecryogenic pumping facility on JT-60U NBI system", **Fusion Engineering and Design**, 83 (2-3): 276-279 (2008).
35. Bradu, B., Gayet, P., Niculescu, S.I., "A process and control simulator for large scale cryogenic plants", **Control Engineering Practice**, 17 (12): 1388-1397 (2009).
36. Behary, M., Ah King, R.T.F., Rughooputh, H.C.S., "Automation of Sugar Boiling Process in Batch Vacuum Pans using ABB-Freelance PLC (AC 800F) and Conductor NT SCADA", **IEEE International Conference on Industrial**

Technology (ICIT), 853-858 (2004).

37. Abdallah, S., Nijmeh, S., "Two axes sun tracking system with PLC control", **Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering**, 3 (11-12): 216-221 (2009).
38. Abdallah, S., Abu-Mallouh, R., "Heating systems with PLC and frequency control", **Energy Conversion and Management**, 49 (11): 3356-3361(2008).
39. Da'na, S., Sagahyroon, A., Elrayes, A., Al-Ali, A.R., Al-Aydi, R., "Development of a monitoring and control platform for PLC-based applications", **Computer Standards & Interfaces**, 30 (3): 157-166 (2008).
40. Mahalik, N.P., Yen, M., "Extending fieldbus standards to food processing and packaging industry: A review", **Computer Standards & Interfaces**, 31: 586-598 (2009).
41. Thomesse, J.P., "Fieldbus Technology in Industrial Automation", **Proceedings of the IEEE**, 93 (6): 1073-1101 (2005).
42. Zhuang, L.Q., Goh, K.M., Zhang, J.B., "The Wireless Sensor Networks for Factory Automation: Issues and Challenges", **Emerging Technologies and Factory Automation**, 141-148 (2007).
43. Choi, D-H., Kim, D-S., "Wireless Fieldbus for Networked Control Systems using LR-WPAN", **Wireless Fieldbus for Networked International Journal of Control, Automation, and Systems**, 6 (1): 119-125 (2008).
44. Flammini, A., Marioli, D., Sisinni, E., Taroni, A., "Design and Implementation of a Wireless Fieldbus for Plastic Machineries", **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, 56 (3): 747-755 (2009).
45. Cavalieri, S., Panno, D., "A novel solution to interconnect FieldBus systems using IEEE wireless LAN technology", **Computer Standards & Interfaces**, 20: 9-23 (1998).
46. Feld, J., "PROFINET - Scalable Factory Communication for all Applications", **Factory Communication Systems, 2004. Proceedings. 2004 IEEE International Workshop on**, 33-38 (2004).
47. Kleines, H., Detert, S., Drochner, M., Suxdorf, M., "Performance Aspects of PROFENET I0", **Real-Time Conference, 2007 15th IEEE-NPSS**, 1-5 (2007).
48. Ferrari, P., Flammini, A., Vitturi, S., "Performance analysis of PROFINET networks", **Computer Standards & Interfaces**, 28: 369-385 (2006).
49. Jasperneite, J., Feld, J., "PROFINET: An Integration Platform for heterogeneous

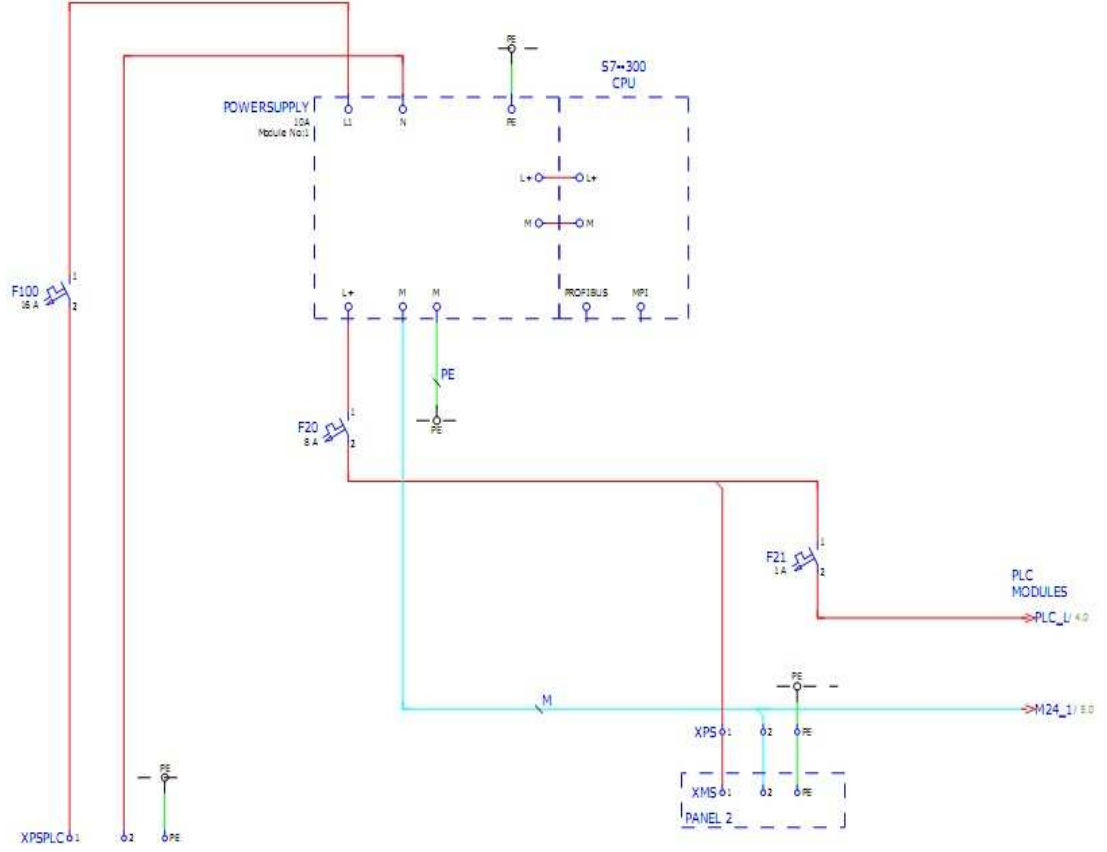
- Industrial Communication Systems”, *Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA. 10th IEEE Conference on*, 1: 815-822 (2005).
50. Antolovic, M., Acton, K., Kalappa, N., Mantri, S., Parrott, J., Luntz, J., Moyne, J., Tilbury, D., “PLC Communication using PROFINET: Experimental Results and Analysis”, *Emerging Technologies and Factory Automation, 2006. ETFA '06. IEEE Conference on*, 1-4 (2006).
 51. Rubio Benito, M.D., Fuertes, J.M., Kahoraho, E., Perez Arzoz, N., “Performance evaluation of four fieldbuses”, *Emerging Technologies and Factory Automation*, 2: 881-890 (1999).
 52. Miorandi, D., Vitturi, S., “A wireless extension of Profibus DP based on the Bluetooth radio system”, *Ad Hoc Networks*, 3: 479-494 (2005).
 53. Chunli, A., Fengdeng, Z., Rongpeng, L., “Research on Wireless Backup for CAN in Process Control System”, *RFID Eurasia, 2007 1st Annual*, 1-6 (2007).
 54. Sungur, C., “Multi-axes sun-tracking system with PLC control for photovoltaic panels in Turkey”, *Renewable Energy*, 34: 1119-1125 (2009).
 55. Plaza, I., Medrano, C., “Exceptions in a Programmable Logic Controller implementation based on ADA”, *Computers in Industry*, 58: 347-354 (2007).
 56. Bayılmış, C., “ IEEE KLAN Kullanarak CAN Segmentleri Genişleten Arabağlaşım Birimi Tasarımı”, Doktora Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli, 6-8 (2006).
 57. Kurtulan, S., “Kumanda Devreleri”, Endüstriyel Kumanda Sistemleri 1.baskı, *Nobel Yayın Dağıtım LTD. ŞTİ.*, Ankara, 1-3 (2007).
 58. Arslan, M., “İnternet Tabanlı Sıcaklık Kontrol sistemi”, Yüksek Lisans Tezi, *Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kırıkkale, 11-12 (2005).
 59. Cauffriez, L., Ciccotelli, J., Conrard, B., Bayart, M., “Design of intelligent distributed control systems: a dependability point of view”, *Reliability Engineering and System Safety*, 84: 19-32 (2004).
 60. Kahveci, E., “Endüstriyel Veri İletişim Sistemlerinde Bir ProfiNet Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 18-29 (2007).
 61. Fritsch, A., “Industrial Ethernet Goes Process Automation...And What About Explosion Protection?”, *Electrical and Instrumentation Applications in the Petroleum & Chemical Industry, PCIC Europe. 4th European Conference on*, 84: 1-7 (2007).

62. SIMATIC Controller, “The innovative solution for all automation tasks”, **Siemens AG**, 1-96 (2007).
63. Siemens, “Industrial Communication”, **Siemens AG**, 1-55 (2008).
64. Siemens, “S7-CPs for Industrial Ethernet Configuring and Commissioning-Manual”, **Siemens AG**, 238-250 (2007).
65. Siemens, “Configuration and Diagnostics of a PROFINET IO System”, **Siemens AG**, 18-45 (2010).
66. Ferrari, P., Flammini, A., Marioli, D., Taroni, A., “Experimental evaluation of PROFINET performance”, **Factory Communication Systems, 2004. Proceedings. 2004 IEEE International Workshop on**, 331-334 (2004).
67. Profinet Technology and Application, “PROFINET System Description”, **Profibus Nutzerorganisation**, 3-8 (2009).
68. Profibus Technology and Application, “PROFIBUS System Description”, **Profibus Nutzerorganisation**, 4-10 (2002).
69. Husemann, R., Pereira, C.E., “A multi-protocol real-time monitoring and validation system for distributed fieldbus-based automation applications”, **Control Engineering Practice**, 15: 955-968 (2007).
70. Festo, “Planet Fieldbus: PROFIBUS and PROFINET”, **Festo AG**, 26-29 (2008)
71. Siemens, “Industrial Wireless LAN-Features, Application, Examples”, **Siemens AG**, 4-36 (2004).
72. Aydogmus, Z., Aydogmus, O., “A Web-Based Remote Access Laboratory Using SCADA”, **IEEE Transactions on Education**, 52 (1): 126-132 (2009).
73. Manesis, S., Akantziotis, K., “Automated synthesis of Ladder automation circuits based on state-diagrams”, **Advances in Engineering Software**, 36: 225-233 (2005).
74. Uzam, M., Gelen, G., “The real-time supervisory control of an experimental manufacturing system based on a hybrid method”, **Control Engineering Practice**, 17 (10): 1174-1189 (2009).
75. Eminoğlu, Y., “PLC Programlama ve S7-300 2.baskı”, **yavuzeminoğlu@mynet.com**, Türkiye, 1-5 (2008).
76. Bolton, W., “Programmable Logic Controllers, 4th ed.”, **Elsevier Newnes**, London, 1-15 (2006).

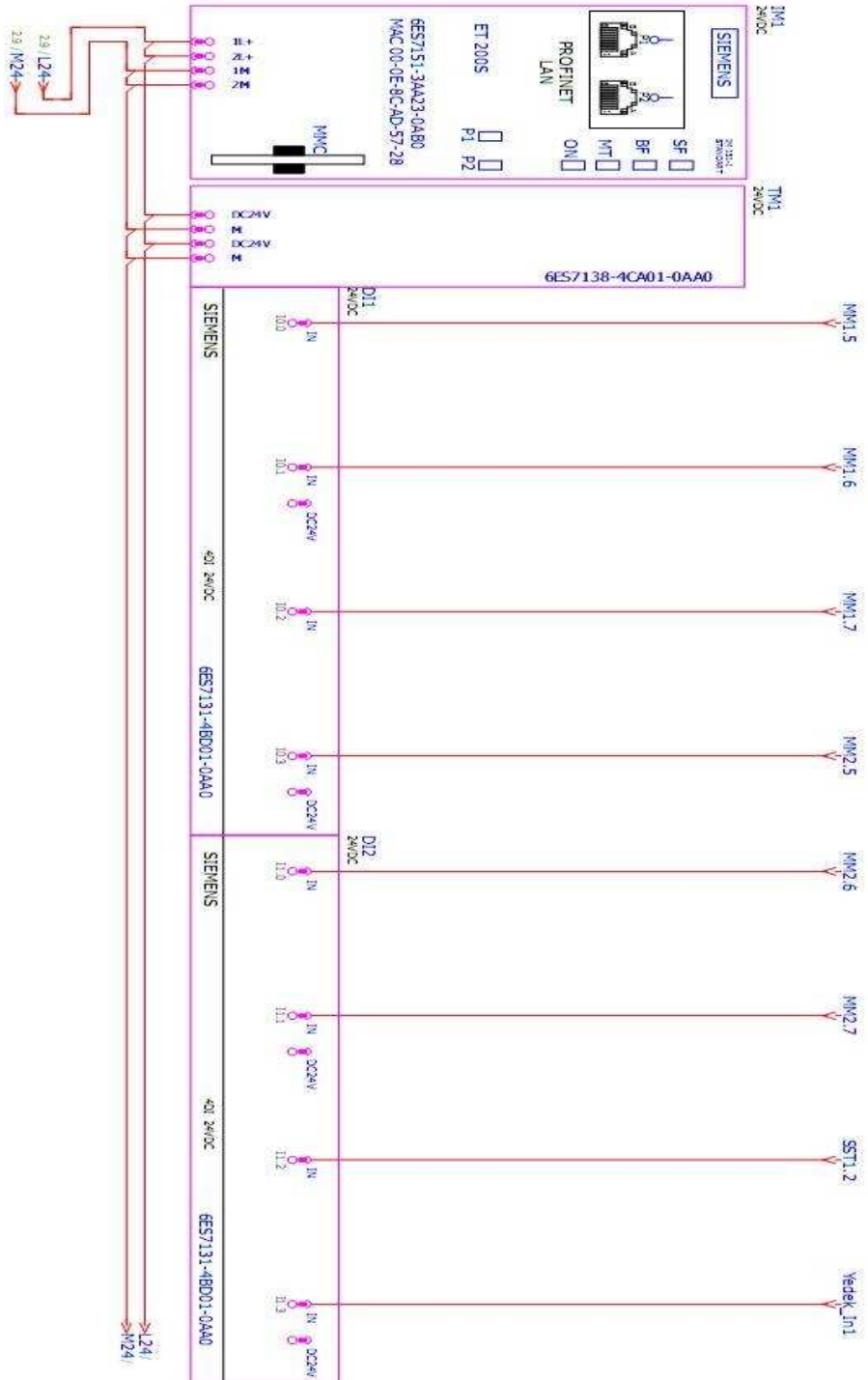
77. Siemens, “S7-CPs for Industrial Ethernet-Manual”, **Siemens AG**, 6-15 (2008).
78. Siemens, “Siemens, “Reliable, robust, secure Industrial WLAN: SMATIC NET with SCALANCE W”, **Siemens AG**, 1-3 (2003).
79. Musheng, Y., Yu, Z., Rong, C., “Study on Wireless Remote Monitoring System Based on GPRS”, **Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM '08. 4th International Conference on**, 1-4 (2008).
80. Siemens, “Industrial Communication with PG/PC-Manual”, **Siemens AG**, 1: 9-18 (2008).
81. Siemens, “PROFINET System Description -Manual”, **Siemens AG**, 11-18 (2008).
82. Siemens, “Quality of Service with SCALANCE W”, **Siemens AG**, 10-54 (2008).
83. Medida, S., “Pocket Guide on Industrial Automation, 1st ed.”, **Elsevier Newnes**, London, 18-27 (2007).
84. Parr, E.A., “Programmable Controllers, 3rd ed.”, **Elsevier Newnes**, London, 1-6 (2003).
85. Mirzaoglu, İ., “Plc ve Scada Kullanarak İrmik Üretim Sisteminin Otomasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 77-80 (2008).

EKLER

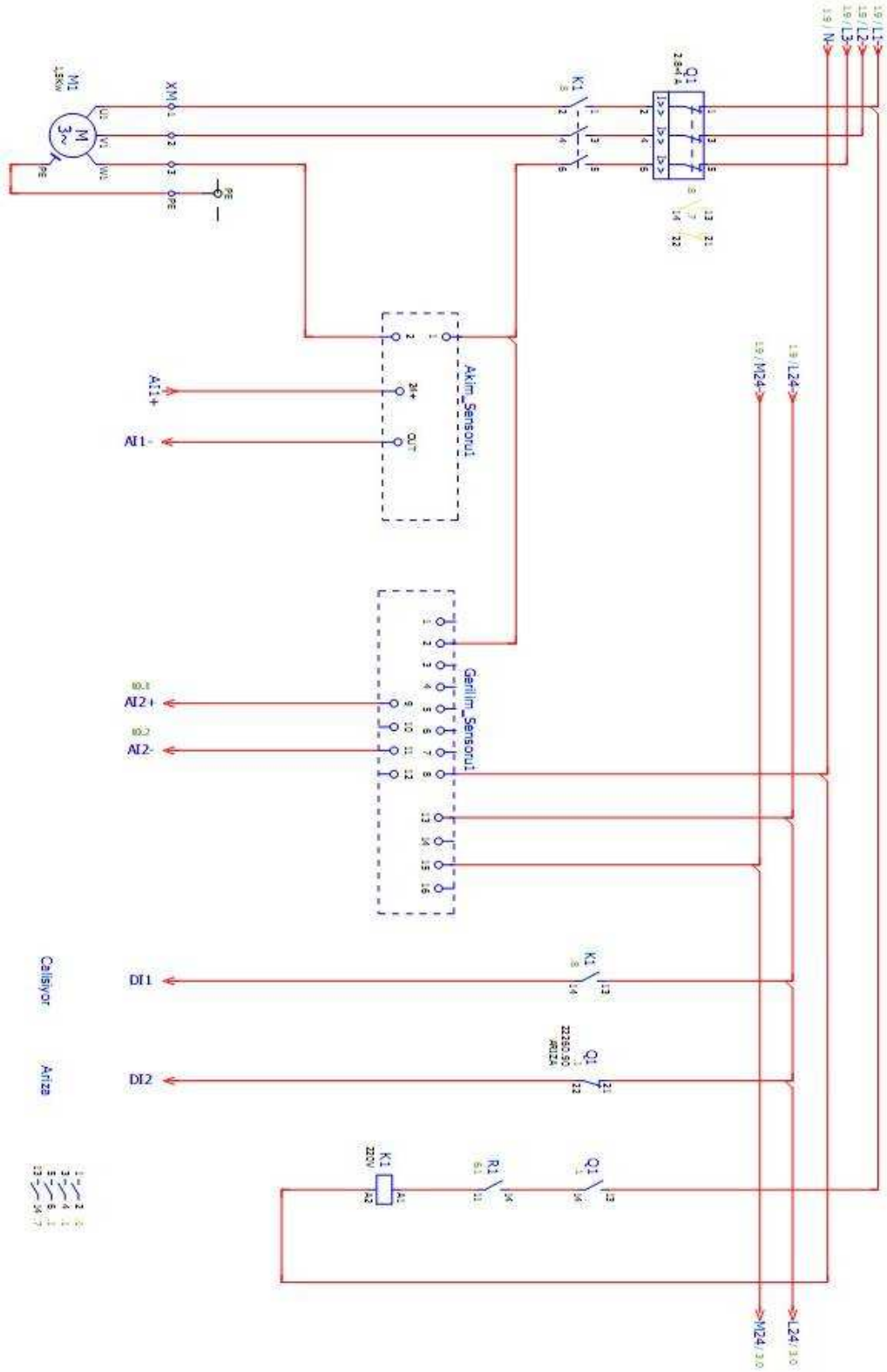
EK-1. Güç kaynağı ve CPU bağlantı şeması



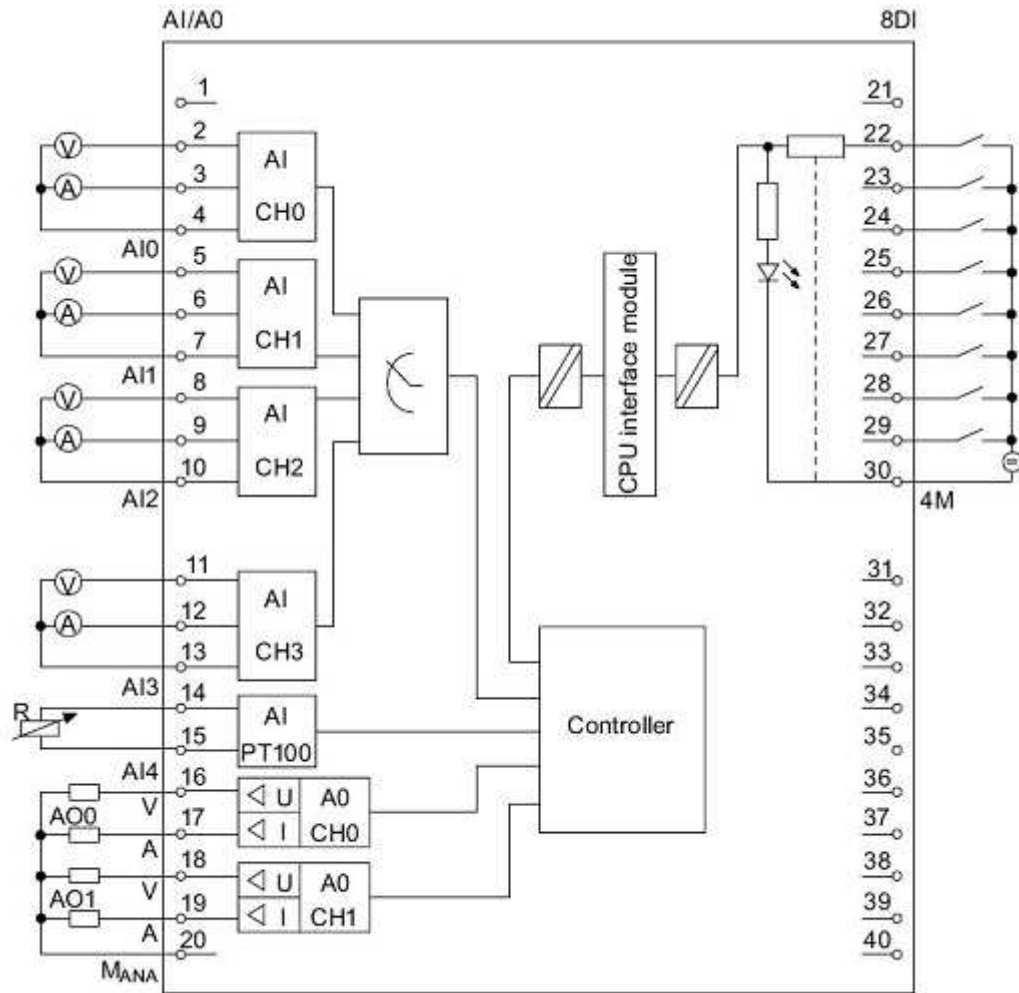
EK-2. Ethernet modülün bağlantı şeması



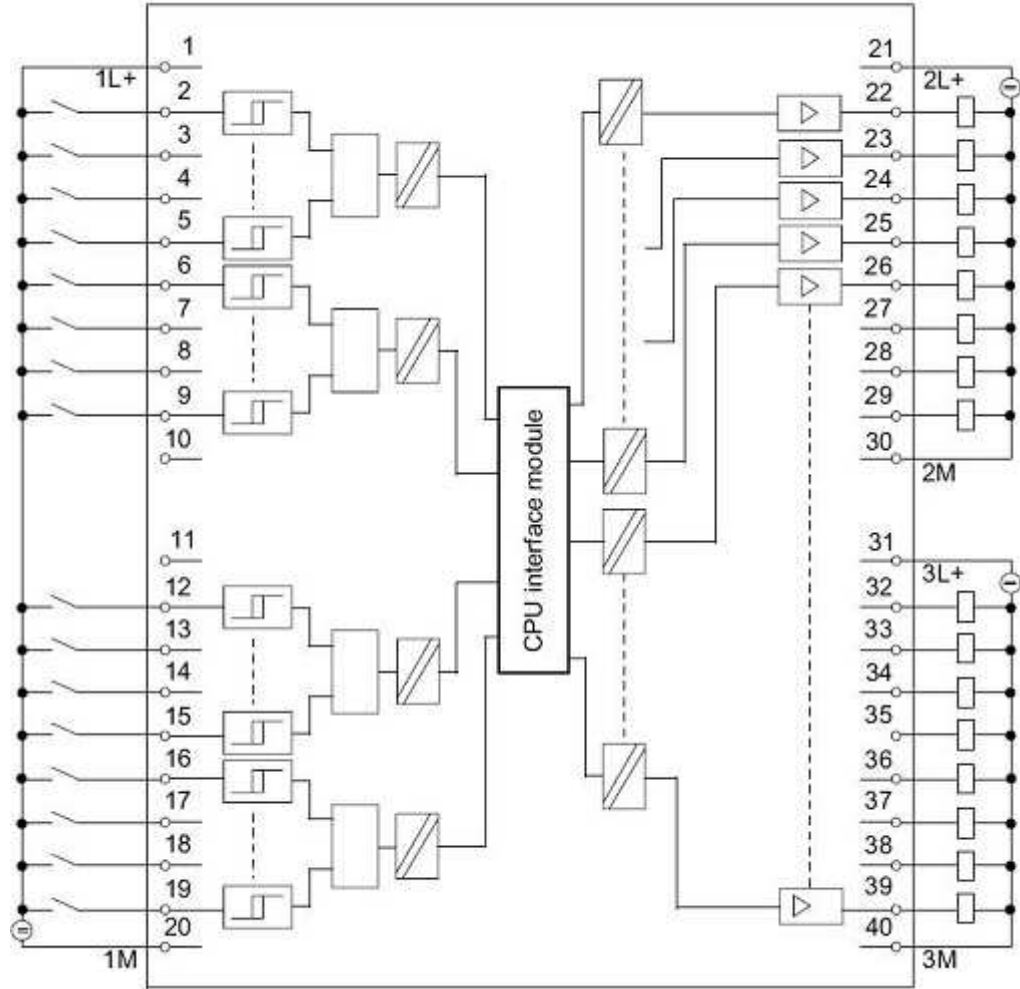
EK-3. Akım ve gerilim sensörünün devre bağlantı şeması



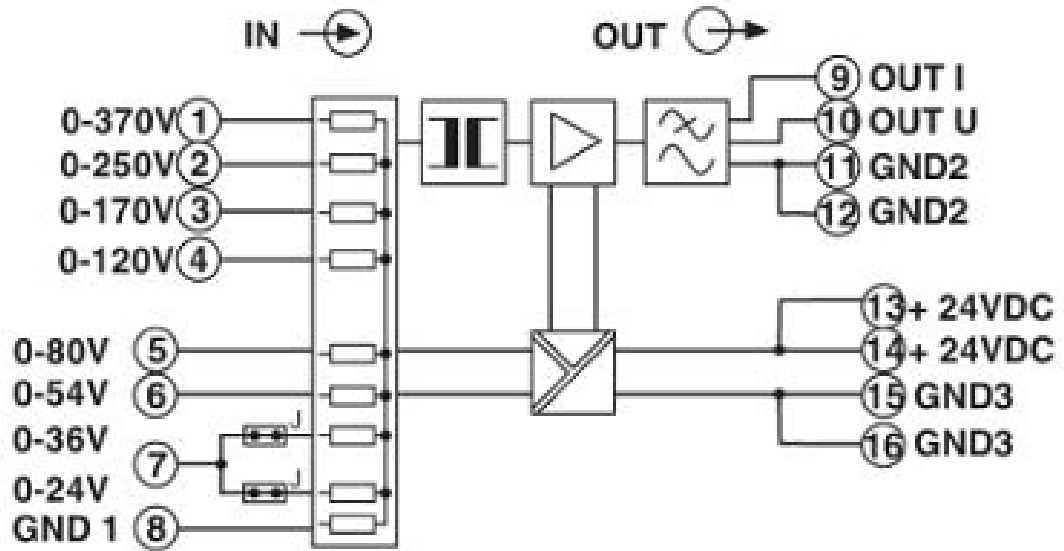
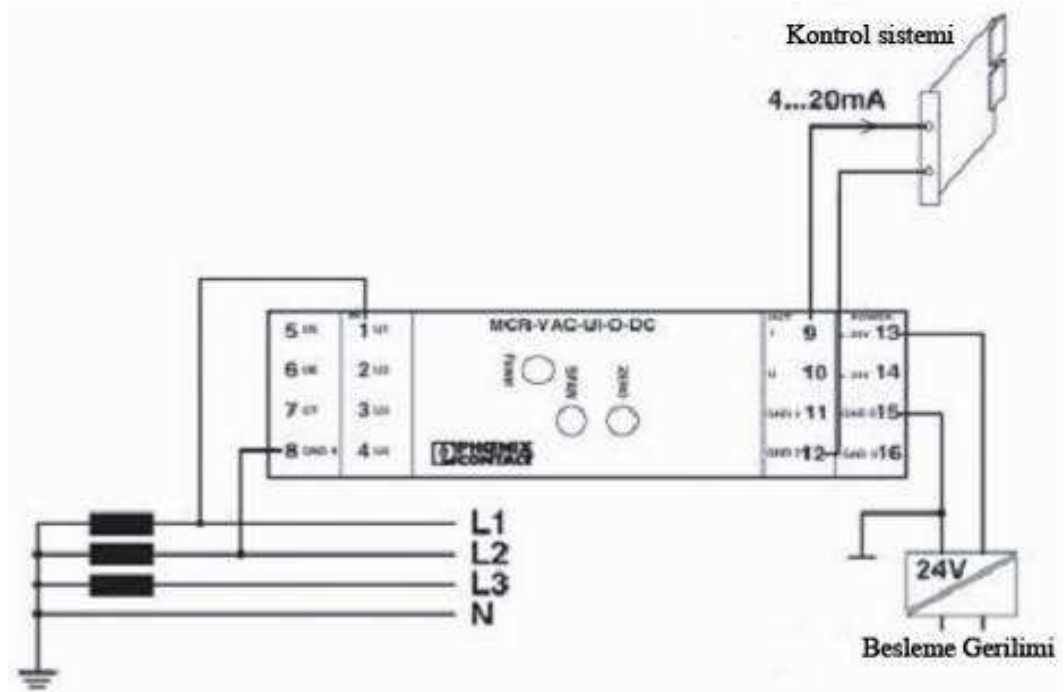
EK-4. PLC'nin açık şeması



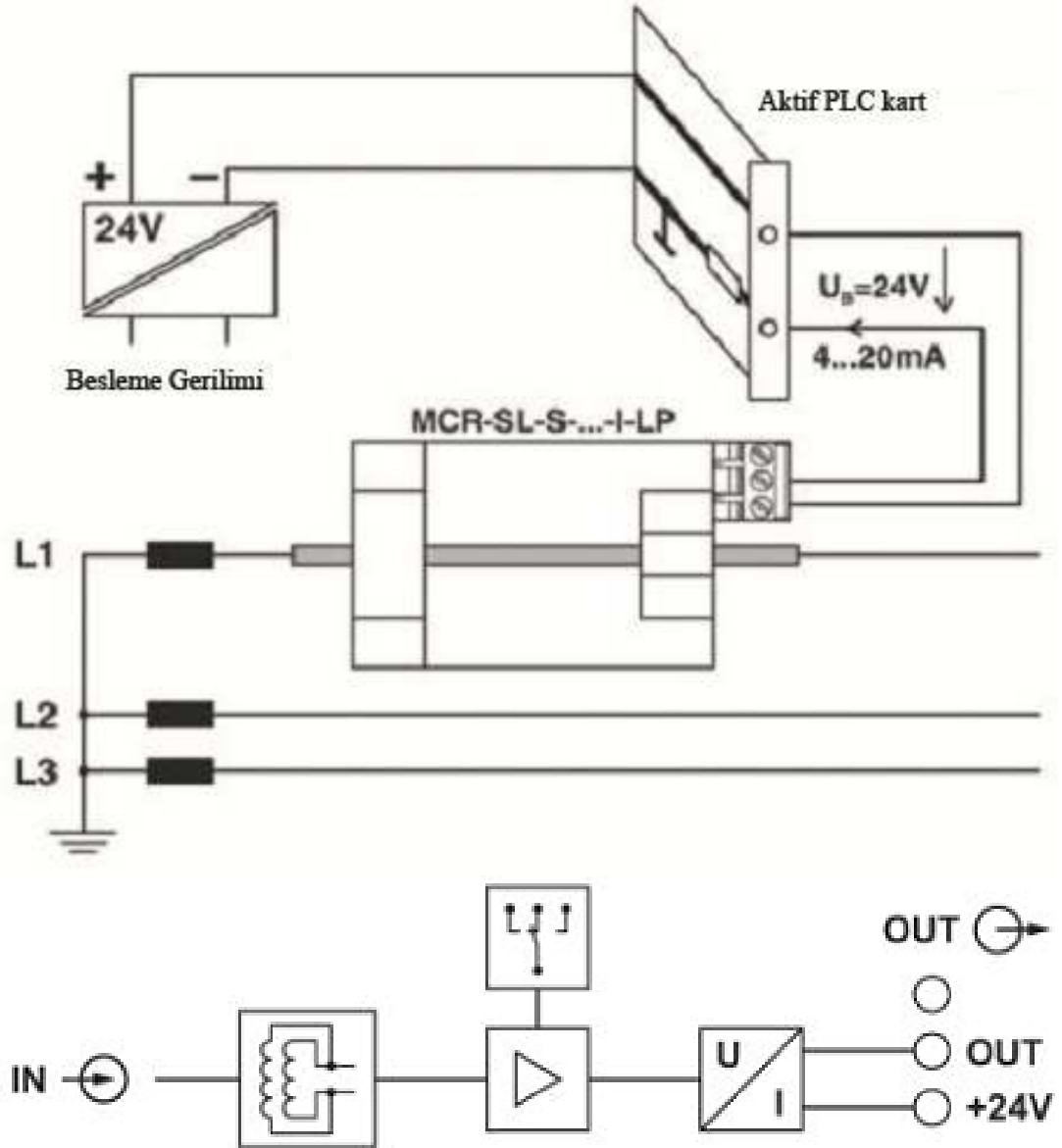
EK-4. (Devam) PLC'nin açık şeması



EK-5. Gerilim çevirici bağlantı şeması



EK-6. Akım çeviricinin bağlantı şeması



EK-7. Sembol tablosu

Symbol Editor - [S7 Program(2) (Symbols) -- process_control\SI...

Symbol Table Edit Insert View Options Window Help

All Symbols

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Akim	MV 18	INT	
2		Akim_degeri	MD 108	REAL	
3		Akim_Set	MD 208	REAL	
4		Akim_skala	FC 107	FC 107	Scaling Values
5		Akim_Sure	MD 228	TIME	
6		Alarm	MV 200	WORD	
7		Alarm_Asiri_Akim	M 201.0	BOOL	
8		Alarm_Dusuk_Gerilim	M 201.3	BOOL	
9		Alarm_Kontaktor_Ariza	M 201.2	BOOL	
10		Alarm_Motor_Koruma	M 201.1	BOOL	
11		Alrm_HL_Sensor	M 201.4	BOOL	
12		AutoMan	M 150.0	BOOL	
13		Basinc	MV 16	INT	
14		Basinc_scale	MD 100	REAL	
15		Basinc_skala	FC 105	FC 105	Scaling Values
16		CYC_INT5	OB 35	OB 35	Cyclic Interrupt 5
17		ET200_IO	VAT 3		
18		ET200_Out	VAT 1		
19		ET200S_Analog_Inp_3	MV 22	INT	
20		ET200S_Cikis	DB 2	DB 2	
21		ET200S_Giris	DB 1	DB 1	
22		ET200S_Inp	VAT 2		
23		ET200S_Inp_0.0_cal...	M 10.0	BOOL	
24		ET200S_Inp_0.1_Ariza	M 10.1	BOOL	
25		ET200S_Inp_0.2_HL	M 10.2	BOOL	
26		ET200S_Inp_0.3_LL	M 10.3	BOOL	
27		Gerilim	MV 20	INT	
28		Gerilim_degeri	MD 112	REAL	
29		Gerilim_Set	MD 212	REAL	
30		Gerilim_skala	FC 108	FC 108	Scaling Values
31		Gerilim_Sure	MD 232	TIME	
32		Hat_Color	MV 204	INT	
33		Kontaktor_Sure	MD 224	TIME	
34		KontrolDB	DB 10	FB 10	
35		Man_Start	M 150.1	BOOL	
36		Motor_Color	MV 202	INT	
37		Organizasyon	OB 1	OB 1	
38		Otomatik_Start	M 150.2	BOOL	
39		PNIO_RECEIVE	FC 12	FC 12	PNIO RECEIVE

Press F1 to get Help.

EK-9. DB1 veri bloğu

LAD/STL/FBD - [DB1 -- "ET200S_Giris" -- process_control\SIMATIC 300 Station\CPU 313C\...DB1]

File Edit Insert PLC Debug View Options Window Help

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	Et200s_Inp_Byte_0	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
+1.0	Et200s_Inp_Byte_1	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
+2.0	Et200s_Inp_Byte_2	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
+3.0	Et200s_Inp_Byte_3	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
+4.0	Et200s_Inp_Byte_4	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
+6.0	Et200s_AInp_Word_0	INT	0	Temporary placeholder variable
+8.0	Et200s_AInp_Word_1	INT	0	Temporary placeholder variable
+10.0	Et200s_AInp_Word_2	INT	0	Temporary placeholder variable
+12.0	Et200s_AInp_Word_3	INT	0	Temporary placeholder variable
+14.0	x1	BYTE	B#16#0	
+15.0	x11	BYTE	B#16#0	
+16.0	x12	BYTE	B#16#0	
+17.0	x13	BYTE	B#16#0	
+18.0	x14	BYTE	B#16#0	
+19.0	x15	BYTE	B#16#0	
+20.0	x16	BYTE	B#16#0	
+21.0	x17	BYTE	B#16#0	
+22.0	x18	BYTE	B#16#0	
+23.0	x19	BYTE	B#16#0	
+24.0	x110	BYTE	B#16#0	
+25.0	x111	BYTE	B#16#0	
+26.0	x112	BYTE	B#16#0	
=28.0		END_STRUCT		

Press F1 to get Help. offline Abs < 5.2 Insert

EK-10. DB2 veri bloğu

LAD/STL/FBD - [DB2 -- "ET200S_Cikis" -- process_control\SIMATIC 300 Station\CPU 313C\...DB2]

File Edit Insert PLC Debug View Options Window Help

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	Et200s_Out_Byte_0	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
+1.0	Et200s_Out_Byte_1	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
+2.0	Et200s_Out_Byte_2	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
+3.0	Et200s_Out_Byte_3	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
+4.0	Et200s_Out_Byte_4	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
+5.0	x1	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
+6.0	x2	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
+7.0	x3	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
+8.0	x4	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
+9.0	x5	BYTE	B#16#0	Temporary placeholder variable
=10.0		END_STRUCT		

Press F1 to get Help. offline Abs < 5.2 Insert

EK-11. FC11 PNIO_SEND bloğunun parametre açıklamaları

CPLADDR:=W#16#100 (Module address from hardware configuration)

MODE:= B#16#0 (Controller mode or device mode)

LEN:=5 (Length of the data area)

IOCS:=P#DB2.DBX5.0 BYTE 5 (Per send data byte one bit status in DB2)

DONE:=M0.0 (Address for return parameter DONE)

ERROR:=M0.1 (Address for return parameter ERROR)

STATUS:=MW2 (Address for return parameter STATUS)

CHECK_IOCS:=M0.2 (Address for return parameter CHECK_IOCS)

SEND:=P#DB2.DBX0.0 BYTE 5 (Data area to be transferred from DB2 (5 bytes))

EK-12. FC12 PNIO_RECEIVE bloğunun parametre açıklamaları

CPLADDR:=W#16#100 (Module address from hardware configuration)

MODE:= B#16#0 (Controller mode or device mode)

LEN:=13 (Length of the data area)

IOPS:=P#DB1.DBX13.0 BYTE 13 (Per receive data byte one status bit in DB1)

NDR:=M1.1 (Address for return parameter NDR)

ERROR:=M1.2 (Address for return parameter ERROR)

STATUS:=MW4 (Address for return parameter STATUS)

CHECK_IOPS:=M1.3 (Address for return parameter CHECK_IOPS)

ADD_INFO:=MW6 (Diagnostic information)

RECV:=P#DB1.DBX0.0 BYTE 13 (Received data in DB1 (13 bytes))

EK-13. DB10 veri bloğu

DB Param - [DB10 -- process_control\SIMATIC 300 Station\CPU 313C]						
Data block Edit PLC Debug View Window Help						
	Address	Declaration	Name	Type	Initial value	Actual value
1	0.0	in	Reset	BOOL	FALSE	FALSE
2	0.1	in	Otomatik_Manuel	BOOL	FALSE	FALSE
3	0.2	in	Calisiyor	BOOL	FALSE	FALSE
4	0.3	in	Ariza	BOOL	FALSE	FALSE
5	0.4	in	HL	BOOL	FALSE	FALSE
6	2.0	in	Akim_Set	REAL	0.000000e...	0.000000e...
7	6.0	in	Gerilim_Set	REAL	0.000000e...	0.000000e...
8	10.0	in	SeviyeHist	REAL	0.000000e...	0.000000e...
9	14.0	in	Seviye_Set	REAL	0.000000e...	0.000000e...
10	18.0	in	Seviye	REAL	0.000000e...	0.000000e...
11	22.0	in	Akim	REAL	0.000000e...	0.000000e...
12	26.0	in	Gerilim	REAL	0.000000e...	0.000000e...
13	30.0	in	AsisirAkimSure	TIME	T#0MS	T#0MS
14	34.0	in	DusukGerilimSure	TIME	T#0MS	T#0MS
15	38.0	in	KontaktorSure	TIME	T#0MS	T#0MS
16	42.0	out	Motor_Start	BOOL	FALSE	FALSE
17	44.0	out	Motor_Color	INT	0	0
18	46.0	out	Tank_Color	INT	0	0
19	48.0	out	AlrmKontaktor_Ariza	BOOL	FALSE	FALSE
20	48.1	out	AlrmMotorKoruma	BOOL	FALSE	FALSE
21	48.2	out	AlrmAsiri_Akim	BOOL	FALSE	FALSE
22	48.3	out	AlrmDusukGerilim	BOOL	FALSE	FALSE
23	48.4	out	AlrmHL	BOOL	FALSE	FALSE
24	50.0	in_out	Otomatik_Start	BOOL	FALSE	FALSE
25	50.1	in_out	Manuel_Start	BOOL	FALSE	FALSE
26	52.0	stat	sFail	BOOL	FALSE	FALSE
27	52.1	stat	sStart	BOOL	FALSE	FALSE
28	52.2	stat	SeviyeOk	BOOL	FALSE	FALSE
29	54.0	stat:in	Calisiyor_Timer.IN	BOOL	FALSE	FALSE
30	56.0	stat:in	Calisiyor_Timer.PT	TIME	T#0MS	T#0MS
31	60.0	stat:out	Calisiyor_Timer.Q	BOOL	FALSE	FALSE
32	62.0	stat:out	Calisiyor_Timer.ET	TIME	T#0MS	T#0MS
33	66.0	stat	Calisiyor_Timer.ST...	BYTE	B#16#0	B#16#0
34	68.0	stat	Calisiyor_Timer.STIME	TIME	T#0MS	T#0MS
35	72.0	stat	Calisiyor_Timer.ATI...	TIME	T#0MS	T#0MS
36	76.0	stat:in	AsiriAkimTimer.IN	BOOL	FALSE	FALSE
37	78.0	stat:in	AsiriAkimTimer.PT	TIME	T#0MS	T#0MS
38	82.0	stat:out	AsiriAkimTimer.Q	BOOL	FALSE	FALSE

offline

EK-14. Sistemin kontrol kodları

FUNCTION_BLOCK SistemKontrol

VAR_INPUT

Reset: BOOL;
Otomatik_Manuel: BOOL;
Calisiyor: BOOL;
Ariza: BOOL;
HL: BOOL;
Akim_Set: REAL;
Gerilim_Set: REAL;
SeviyeHist: REAL;
Seviye_Set: REAL;
Seviye: REAL;
Akim: REAL;
Gerilim: REAL;
AsisirAkimSure: TIME;
DusukGerilmSur: TIME;
KontaktorSure: TIME;

END_VAR

VAR_OUTPUT

Motor_Start: BOOL;
Motor_Color: INT;
Tank_Color: INT;
AlrmKontaktor_Ariza: BOOL;
AlrmMotorKoruma: BOOL;
AlrmAsiri_Akim: BOOL;
AlrmDusukGerilim: BOOL;
AlrmHL: BOOL

EK-14.(Devam) Sistemin kontrol kodları

END_VAR

VAR_IN_OUT

Otomatik_Start: BOOL;

Manuel_Start: BOOL;

END_VAR

VAR

sFail: BOOL;

sStart: BOOL;

SeviyeOk: BOOL;

Calisiyor_Timer: TON;

AsiriAkimTimer: TON;

DusukGerilimTimer: TON;

END_VAR

IF NOT Otomatik_Manuel THEN

Manuel_Start:= False;

IF Otomatik_Start AND SeviyeOk AND NOT sFail THEN

sStart :=True;

IF Baslat_Timer.Q AND HL AND Akim >= Akim_Set AND Gerilim <=

Gerilim_Set THEN

sStart:= False;

ELSE

sStart:= True;

END_IF;

IF Calisiyor_Timer.Q AND NOT Calisiyor THEN

sFail:= True;

AlrmKontaktor_Ariza:= True;

END_IF;

EK-14.(Devam) Sistemin kontrol kodları

```

IF Akim > Akim_Set AND AsiriAkimTimer.Q THEN
    sFail:= True;
    AlrmAsiri_Akim:= True;
END_IF;

```

```

IF Gerilim < Gerilim_Set AND DusukGerilimTimer.Q THEN
    sFail:= True;
    AlrmDusukGerilim:= True;
END_IF;

```

```

IF HL THEN
    sFail:=True;
    AlrmHL:=True;
END_IF;

```

```

ELSE
    sStart:= False;
END_IF;

```

```

ELSE
    Otomatik_Start:= False;
    IF NOT sFail AND Manuel_Start THEN
        sStart:= True;
    ELSE
        sStart:= False;
    END_IF;
END_IF;

```

```

IF sFail THEN
    Manuel_Start:= False;

```

EK-14.(Devam) Sistemin kontrol kodları

```
Otomatik_Start:=False;
  sStart:= False;
END_IF;
```

```
IF Ariza THEN
  sFail:= True;
  AlrmMotorKoruma:= True;
END_IF;
```

```
IF Seviye <=Seviye_Set - SeviyeHist THEN
  SeviyeOk:= True;
END_IF;
```

```
IF Seviye >=Seviye_Set + SeviyeHist THEN
  SeviyeOk:= False;
END_IF;
```

```
IF NOT sFail AND NOT Motor_Start THEN
  Motor_Color:= 0;
ELSIF NOT sFail AND Motor_Start THEN
  Motor_Color:= 1;
ELSIF sFail THEN
  Motor_Color:= 2;
END_IF;
```

```
Calisiyor_Timer (IN :=sStart, PT := KontaktorSure );
AsiriAkimTimer (IN :=Akim > Akim_Set, PT := AsisirAkimSure );
DusukGerilimTimer (IN :=Gerilim < Gerilim_Set, PT := DusukGerilmSure);
Baslat_Timer (IN :=Otomatik_Start, PT := T#2s);
```


EK-14.(Devam) Sistemin kontrol kodları

IF Reset THEN

Motor_Color:= 0;

Tank_Color:= 0;

AlrmKontaktor_Ariza:= False;

AlrmMotorKoruma:= False;

AlrmAsiri_Akim:= False;

AlrmDusukGerilim:= False;

AlrmHL:= False;

sFail:= false;

END_IF;

IF NOT SeviyeOk THEN

Tank_Color:= 2;

ELSIF Motor_Color =1 AND SeviyeOk THEN

Tank_Color:= 1;

ELSIF Motor_Color =0 AND SeviyeOk THEN

Tank_Color:= 0;

ELSIF AlrmHL THEN

Tank_Color:= 3;

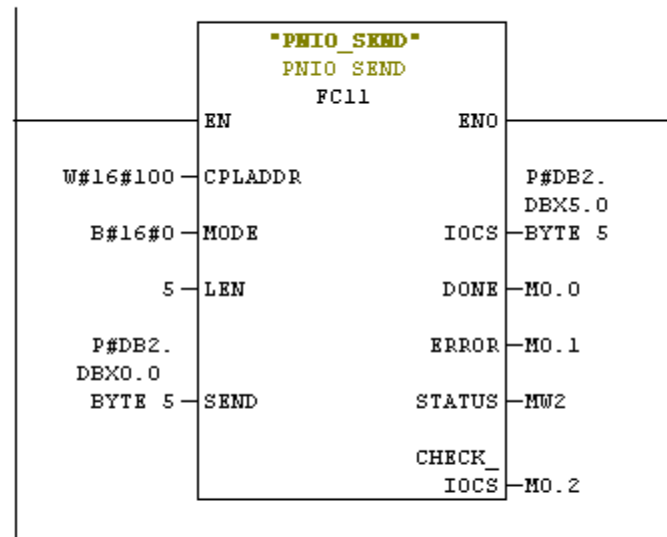
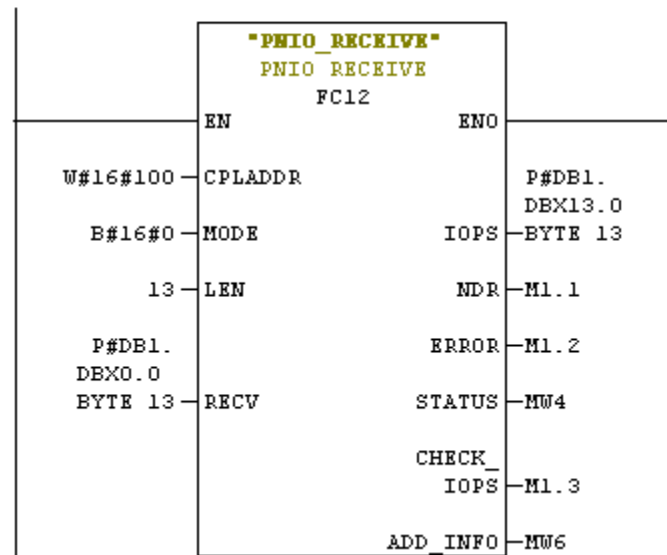
END_IF;

Motor_Start:= sStart;

END_FUNCTION_BLOCK

EK-15. OB35'in içeriği

OB35 : "Cyclic Interrupt"

Network 1 : Title:

Network 2 : Title:


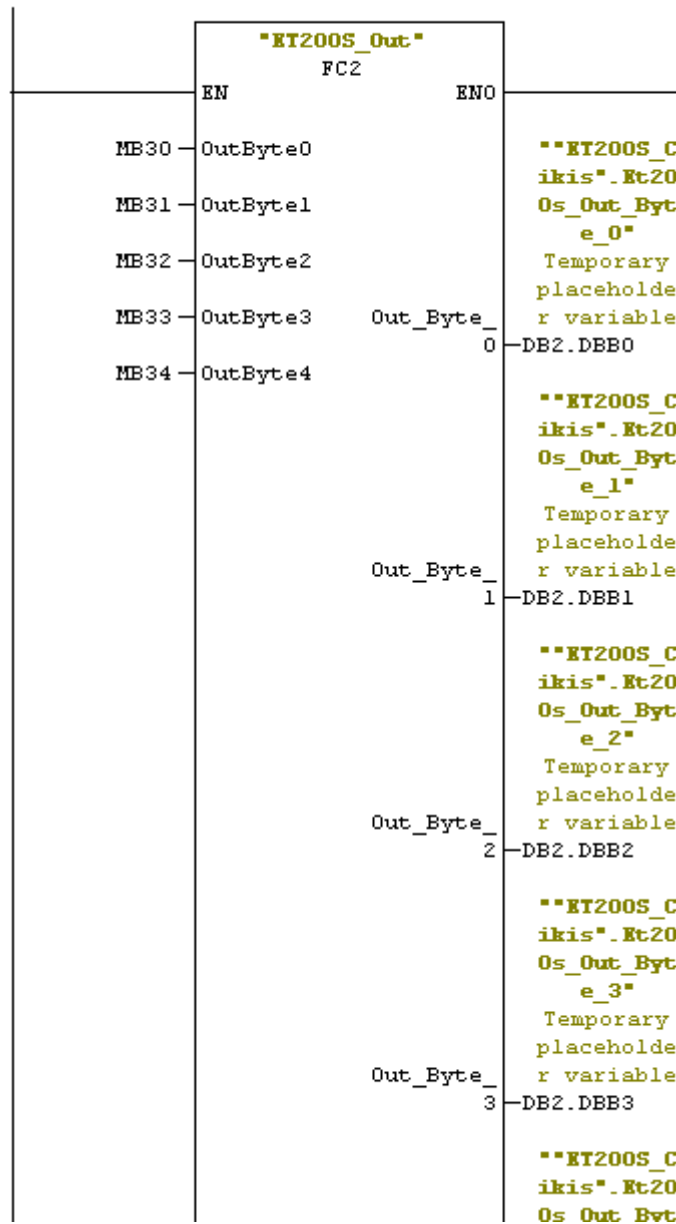
EK-15. (Devam) OB35'in içeriği

Network 3 : Title:

	"RT200S_Input" FC1		
	EN	ENO	
"RT200S_G iris".Rt20 Os_Inp_Byt e_0" Temporary placeholder r variable DB1.DBB0	Inp_Byte_ 0	InpByte0	MB10
"RT200S_G iris".Rt20 Os_Inp_Byt e_1" Temporary placeholder r variable DB1.DBB1	Inp_Byte_ 1	InpByte1 InpByte2 InpByte3 InpByte4	MB11 MB12 MB13 MB14
"RT200S_G iris".Rt20 Os_Inp_Byt e_2" Temporary placeholder r variable DB1.DBB2	Inp_Byte_ 2	Analog_0 Analog_1 Analog_2	"Basinc" MW16 "Akin" MW18 "Gerilin" MW20
"RT200S_G iris".Rt20 Os_Inp_Byt e_3" Temporary placeholder r variable DB1.DBB3	Inp_Byte_ 3	Analog_3	"RT200S_An alog_Inp_3" MW22
"RT200S_G iris".Rt20 Os_Inp_Byt			

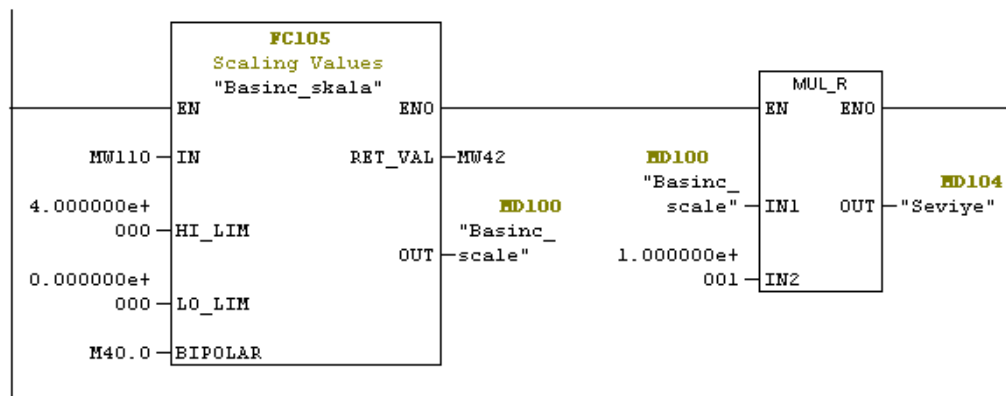
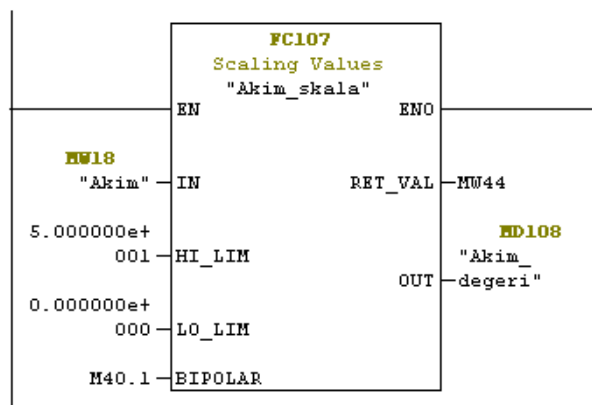
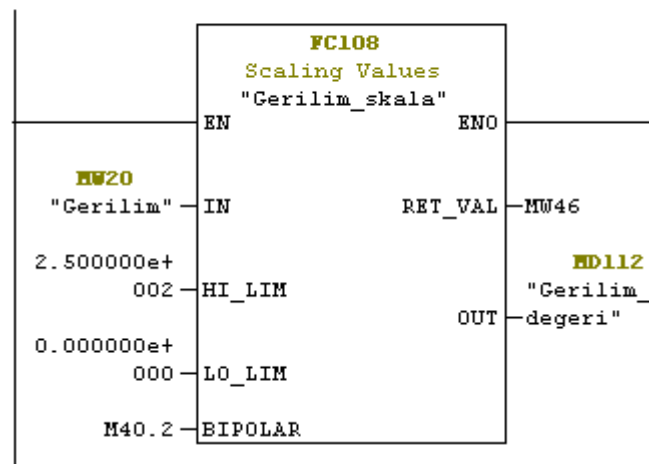
EK-15. (Devam) OB35'in içeriği

Network 4 : Title:



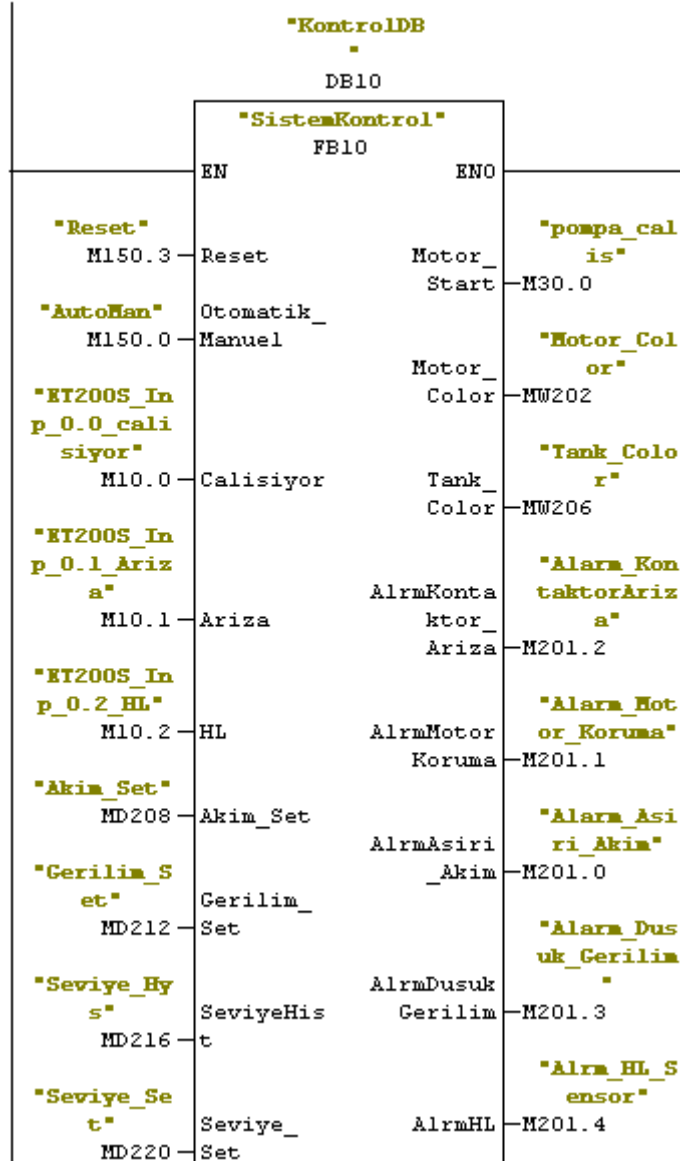
EK-16. OB1'in içeriği

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

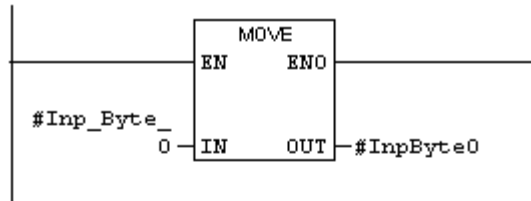
Network 1: Basinc skala**Network 2:** Akim skala**Network 3:** Gerilim skala

EK-16. (Devam) OB1'in içeriği

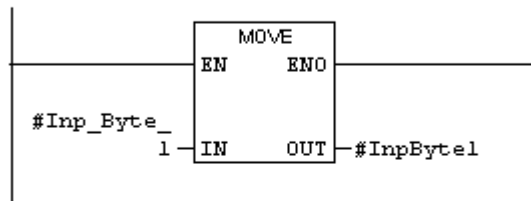
Network 4 : Sistem kontrol bloğu



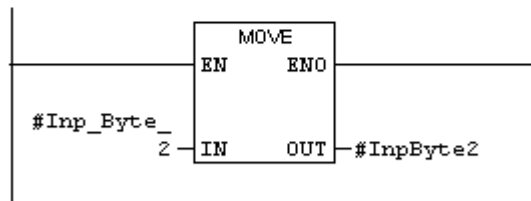
EK-17. FC1'in içeriği



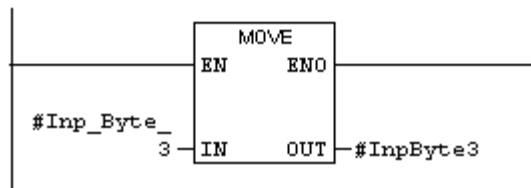
Network 2 : Title:



Network 3 : Title:

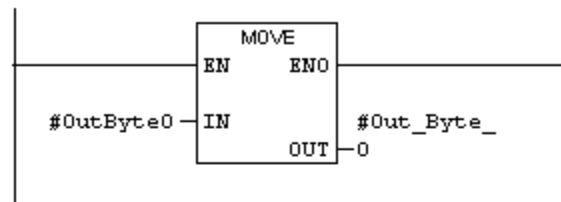
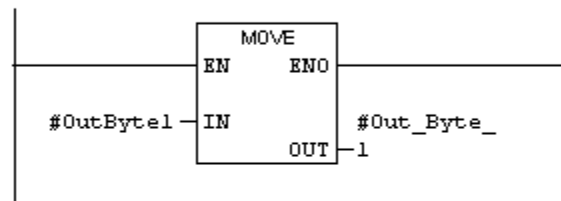
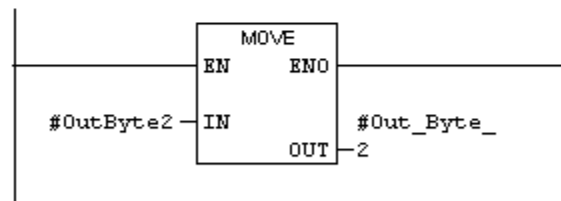
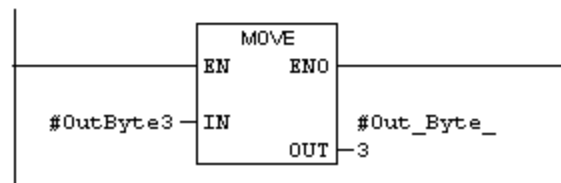


Network 4 : Title:



EK-18. FC2'nin içeriği

FC2 : Title:

Network 1: Title:**Network 2**: Title:**Network 3**: Title:**Network 4**: Title:

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÇETİNCEVİZ, Yücel
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 01.07.1982 UCARI
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0(366) 215 09 00 / 123
 Faks : 0(366) 215 08 98
 e-mail : ycetinceviz@gmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /Fizik Bölümü	
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Fizik Bölümü	2006
Lise	Anadolu Meslek Lisesi	2000

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2008-2009	PEKAS Mühendislik	Sistem Tasarım müh.
2009-...	Kastamonu Üniversitesi	Öğretim Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Yüzme, Futbol, Sinema, Bilgisayar teknolojileri, Gezi