

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Spiral Kaynaklı Boru Üretiminde Kaynak Otomasyonu
Uygulaması**

Tunahan AVCI

**FBE, Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı Kontrol ve Otomasyon Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı

: Yrd. Doç. Dr. Şeref Naci Engin

İstanbul, 2008

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	ii
KISALTMA LİSTESİ.....	iv
ÖNSÖZ.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. OTOMASYON ve PROSES KONTROL SİSTEMLERİNİN GENEL YAPISI....	3
2.1 Otomasyon (Kontrol-Kumanda) Sistemlerine Genel Bakış.....	3
2.2 Otomasyon Sistem Mimarisi'nin Gelişimi.....	4
2.2.1 Otomasyon Piramidi.....	6
2.2.2 Otomasyon Sistemi Topolojileri.....	8
2.2.3 Yedekleme (Redundancy).....	11
3. SAHA VERİ YOLU (FIELDBUS).....	13
3.1 Saha Veri Yolları'na Giriş.....	13
3.2 Saha veri yolu.....	16
3.2.1 PROFIBUS.....	16
3.2.2 FOUNDATION Fieldbus.....	17
3.2.3 Modbus Protokolü.....	17
3.2.4 CANBUS.....	18
3.2.5 INTERBUS.....	18
3.2.6 PROFINET.....	19
3.3 DEVICENET.....	19
3.3.1 DeviceNet' e Genel Bakış.....	19
3.3.2 DeviceNet Teknolojisi ve OSI Modeline Uygulanışı.....	20
3.3.2.1 Fiziksel Katman.....	21
3.3.2.2 Veri Bağlantı Katmanı.....	23
3.3.2.3 Ağ ve Ulaşım Katmanları.....	23
3.3.2.4 DeviceNet Üst Katmanları - CIP Protokol.....	24
3.3.2.5 DeviceNet Nesne Modeli.....	24
3.3.3 DeviceNet Master/Slave Bağlantısı.....	28
3.3.4 DeviceNet Cihaz Profili.....	29
3.3.5 EDS (Electronic Data Sheet) Dosyalarının Kullanımı.....	29
3.4 ETHERNET/IP.....	30
3.4.1 EtherNet/IP ile Ethernet Arasındaki Farklar.....	30
3.4.2 EtherNet/IP'nin OSI modeline Uygulanması.....	31
3.4.2.1 Fiziksel Katman ve Veri iletişim Katmanı.....	32
3.4.2.2 Ağ Katmanı ve Ulaşım Katmanı.....	33
3.4.2.3 Üst Katmanlar.....	34
3.4.3 ODVA (Open DeviceNet Vendor Association).....	34
3.5 Saha veri yolu'nun Geleceği.....	34

4.	KAYNAK OTOMASYONU UYGULAMASI.....	35
4.1	Çelik Boru Üretimi ve SWP Makinesi	35
4.2	Kaynak ve Tozaltı Kaynak Yöntemi	36
4.3	Kaynak Otomasyon Sistemi	37
4.3.1	Tozaltı Kaynak Otomasyon Sistemi Topolojisi.....	38
4.3.2	Lincoln Electric Firmasına ait “Powerwave ACDC 1000” Kaynak Makineleri ...	41
4.3.2.1	Kaynak Modu ve Kontrol parametreleri.....	41
4.3.2.2	Kaynak Durum Diyagramı	42
4.3.2.3	Powerwave ACDC 1000’in DeviceNet Nesne Modeline Uygulanışı	43
4.3.3	Kaynak Otomasyon Sistemi Yazılımı	46
4.3.3.1	Omron CX-ONE Yazılım Platformu	46
4.3.3.2	Ağ Konfigürasyonu	46
4.3.3.3	Operatör Ekranları’nın Tasarımı	48
4.3.4	Kaynak PLC Programı (Otomasyon Yazılımı)	65
4.3.5	Elde edilen sonuçlar.....	74
5.	SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE SONRAKİ ÇALIŞMALAR	76
	KAYNAKLAR.....	78
	EKLER	79
	Ek 1.Kaynak Modu Tablosu.....	79
	Ek 2. Kaynak Otomasyonu PLC Programı.....	80

KISALTMA LİSTESİ

SWP	Spiral Welded Pipe (Spiral Kaynaklı Boru)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü)
ODVA	Open DeviceNet Vendor Association (Açık DeviceNet Üreticileri Kuruluşu)
PLC	Programmable Logic Controller (Programlanabilir Mantık Denetleyicisi)
CIP	Common Industrial Protocol (Ortak Endüstriyel Protokol)
HMI	Human Machine Interface (İnsan Makine Arayüzü)
PNO	PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (Profibus Kullanıcı Organizasyonu)
FBD	Fonksiyon Blok Diyagramı
LD	Merdiven Diyagramı
IL	Komut Listesi
FF	Foundation Fieldbus
TCP	Transmission Control Protocol (İletim Kontrol Protokolü)
IP	İnternet Protokolü
UDP	User Datagram Protocol (Kullanıcı Veri Protokolü)
HTTP	Hypertext Transfer Protocol (Yardımlı Metin İletim Protokolü)
FTP	File Transfer Protocol (Dosya İletim Protokolü)
SNMP	Simple Network Management Protocol (Basit Ağ Yönetim Protokolü)
OPC	OLE (Object-Linking and Embedding) for Process Control (Süreç Denetiminde Nesne Bağlama ve Katıştırma)
PC	Personal Computer (Kişisel Bilgisayar)

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Klasik Otomasyon Sistem Mimarisi (Frey, 2007).....	4
Şekil 2.2 Saha Veri Yollu Otomasyon Sistemi Mimarisi (Frey, 2007).....	5
Şekil 2.3 Ağ Erişimli Otomasyon Sistemleri (Frey, 2007).	5
Şekil 2.4 Otomasyon Piramidi.....	7
Şekil 2.5 ABB firmasına ait cihazların Otomasyon Sistemi içerisinde saha veri yolları ile farklı topolojilerde kullanılması.....	8
Şekil 2.6 Simülasyon ve İzleme’de kullanılan ekran örnekleri	9
Şekil 2.7 ABB AC 800F Controller ve Analog Programlama örneği	10
Şekil 2.8 PLC’de kullanılan iki farklı programlama dili (LD ve FBD)	10
Şekil 2.9 Sensör ve Aktüatör Örnekleri (Basınç ölçer, debimetre, oransal vana, motorlar)	11
Şekil 2.10 Profibus yedekli sistem örneği (ABB firmasının internet sitesinden alınmıştır)	12
Şekil 3.1 Farklı saha veri yolları tek bir otomasyon sisteminde aynı anda kullanılabilir (Profibus Grundlagen, 2007).	13
Şekil 3.2 Paralel kablolama ve kontrolör-saha elemanları arasında paralel bağlantı örneği	14
Şekil 3.3 Seri Haberleşme	15
Şekil 3.4 Kontrolör ve saha elemanları arasında seri bağlantı örneği	15
Şekil 3.5 DeviceNet OSI model (ODVA’nın resmi internet sitesinden alınmıştır.)	21
Şekil 3.6 DeviceNet Topolojileri (PUB00026R2, 2006).....	22
Şekil 3.7 DeviceNet Nesne Modeli (Liu, Tan, Qian 2000)	26
Şekil 3.8 EtherNet/IP OSI modeli (PUB00138R3, 2006)	32
Şekil 4.1 SWP üretimi akış şeması (Erciyas Boru Fabrikası’nın internet sitesinden alınmıştır)36	
Şekil 4.2 Kaynak Otomasyon Sistemi Topolojisi.....	39
Şekil 4.3 Kaynak Durum Diyagramı	43
Şekil 4.4 Powerwave Nesne Modeli.....	44
Şekil 4.5 CX-Integrator ile ağ yapılandırması.....	47
Şekil 4.6 Ana Menü Ekranı	49
Şekil 4.7 Kaynak Makinesi Seçim Ekranı	50
Şekil 4.8 Kaynak Modu Seçim Ekranı	52
Şekil 4.9 1 nolu PW_ACDC_1000 cihazına ait veri giriş ekranı (CV).....	53
Şekil 4.10 1 nolu PW_ACDC_1000 cihazına ait gelişmiş ayarlar veri giriş ekranı (CC).....	55
Şekil 4.11 İç Kaynak Çalışma Ekranı.....	57
Şekil 4.12 Kaynak Eğrisi Seçim Ekranı	59
Şekil 4.13 İç Kaynak Eğrisi Ekranı	60

Şekil 4.14 Reçete Menüsü Ekranı.....	61
Şekil 4.15 Reçete Menüsü ve Reçete Kaydet Ekranı (Pop-up Menü).....	62
Şekil 4.16 Reçete Menüsü ve Reçete Aktif Etme Onay Ekranı (Pop-up Menü).....	63
Şekil 4.17 Alarm Sayfası	64
Şekil 4.18 PLC programı akış diyagramı başlangıcı	66
Şekil 4.19 Açık (explicit) Mesaj Okuma Akış Diyagramı	68
Şekil 4.20 Açık (explicit) Mesaj Yazma Akış Diyagramı.....	70
Şekil 4.21 Poll I/O Haberleşmesi Akış Diyagramı.....	71
Şekil 4.22 Reçete kayıt akış diyagramı	72
Şekil 4.23 Reçete düzenleme akış diyagramı	72
Şekil 4.24 Reçete silme akış diyagramı.....	73
Şekil 4.25 Reçete yükleme akış diyagramı.....	73

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 DeviceNet Kablo Mesafeleri (PUB00026R1, 2004).....	22
Çizelge 3.2 DeviceNet Nesne Modeli adresleme bileşenleri değer aralığı	25
Çizelge 4.1 Açık (explicit) Mesaj Okuma adresleri	66
Çizelge 4.2 Açık (explicit) Mesaj Yazma adresleri.....	68

ÖNSÖZ

Çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyerek bilgi ve tecrübeleri ile her zaman destek olan değerli hocam ve danışmanım Sayın Yrd. Doç Dr. Şeref Naci Engin'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez çalışmam için sundukları fırsatlardan dolayı başta Sayın Taha Çağıl, Sayın Yakup Kuşçu olmak üzere tüm STC Elektronik çalışanlarına ve yüksek lisans eğitimim sırasında sağladığı maddi katkılardan dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Haziran 2008

ÖZET

Otomasyon ve kontrol sistemlerinde *saha veri yolu uygulamaları* artarak devam etmekte, sağladığı konfigürasyon esnekliği ve kurulum maliyetlerine olan etkileri ile endüstride kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada SWP (Spiral Kaynaklı Boru) üretiminde kullanılan kaynak cihazlarının, saha veri yolu çeşidi olan DeviceNet ve EtherNet/IP kullanılarak otomasyonu gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada ilk olarak otomasyon sistemlerinin genel yapısı incelenmiş geçmişten günümüze gelişimi kısaca sunulmuştur. Sonraki kısımda saha veri yollarının otomasyon sistemine girmesi ve gelişme aşamaları ile endüstride kullanılan çeşitleri hakkında kısa bilgiler verilmiş, DeviceNet ve EtherNet/IP'nin yapısı geniş bir şekilde anlatılmıştır. Tez çalışmasının son bölümünde SWP (Spiral Kaynaklı Boru) üretiminde kullanılan kaynak otomasyonu uygulaması, otomasyon cihazları, kaynak cihazları, dokunmatik ekranlar ve kontrolör programı anlatılmış, saha veri yollarının kontrol sistemine faydaları gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak saha veri yolları otomasyon sistemlerinde kullanım ve konfigürasyonu kolaylaştırmakta, hata algılama ve diagnostik işlemlerine katkı sağlayarak sistem entegrasyonunu ve verimliliğini artırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Saha Veri Yolu, DeviceNet, EtherNet/IP, SWP (Spiral Welded Pipe), Kaynak Otomasyonu

ABSTRACT

The application of fieldbuses in automation and control systems are increasing steadily. Flexible configuration and inexpensive installation costs provide fieldbus systems an extensive usage in industry. In this thesis, the automation of welding machines in SWP (Spiral Welded Pipe) production is applied using DeviceNet and EtherNet/IP.

This thesis first introduces the general automation system topology and presents brief information about its development in the first chapter. The next chapter includes the application and benefits of fieldbus systems in automation industry. It also introduces several kinds of fieldbus systems used in the area. Details of DeviceNet and EtherNet/IP have also been examined in this chapter. The last chapter of this thesis is about the welding automation application in SWP (Spiral Welded Pipe) production. Welding machines, instrumentation devices, touch screens and controller program are explained; advantages of fieldbuses in automation systems during this project are also observed and presented in this chapter.

As a result, fieldbuses simplify the usage and configuration of automation systems, provides system integration and effectiveness with its contribution to diagnostic and fault sensing processes.

Anahtar Kelimeler: Fieldbus, DeviceNet, EtherNet/IP, SWP (Spiral Welded Pipe), Welding Automation

1. GİRİŞ

Bir tesisin ömür, kalite ve verimliliğinde, diğer etkenlerin yanında, o tesiste kullanılan kontrol-kumanda sistemleri çok büyük önem taşımaktadır. Tesisin işleme başlamasından son üretim aşamasına kadar her safhada bir zorunluluk haline gelen otomasyon sistemleri, bilişim sektöründeki gelişmeler ile birlikte, günümüzde bütün sanayi kollarında olduğu gibi kaynak sistemlerinde de yerini almıştır. Otomasyon, üretimde kalite ve verimliliği artırırken maliyet ve harcanan zamanı azaltır, fakat kaynak sistemlerinde otomasyon uygulamaları iyi bir planlama yapmayı ve yapılacak işin ve beklentilerin iyi değerlendirilmesini gerektirir. Kaynak otomasyonu, birim zamanda üretimi artırarak yüksek kalite, iyileştirilmiş kapasite ve verimlilik gibi faydalar sunmakla birlikte kaynak operatörleri için daha iyi ve temiz çalışma imkanları da sunmaktadır.

Endüstriyel veri iletişim sistemleri de günümüz modern üretim süreçlerinin otomasyonu için, en alt otomasyon seviyesinden (aktuatör-sensör) en üst otomasyon seviyesine (kontrol seviyesi) kadar önemli bir işleve sahiptir. Üretim sürecine ilişkin verilerin toplanması ve değerlendirilmesi bu sistemler aracılığıyla gerçekleştirilir. Endüstriyel tesislerin işletiminin düzenli bir şekilde yapılabilmesi, sistemin uzaktan izlenmesi ve sistemde oluşan hataların gerçek zamanlı aktarımı ile mümkündür (SIMATIC NET).

Günümüzde, farklı üreticilere ait ürünler arasındaki iletişimi sağlamak üzere geliştirilmiş birçok veri iletişim sistemi bulunmaktadır. DeviceNet, EtherNet/IP, Profibus, Profinet ve Foundation Fieldbus bu tür sistemlere örnek olarak gösterilebilir. Endüstriyel veri iletişimde bir çok sistem ve protokol kullanılması, farklı üreticilere ait ürünler arasındaki iletişimin sağlanmasında sorunlar yaratmaktadır. Bu sorunları aşmak için belirli standartlar ve protokoller belirlenerek çeşitliliği azaltma çalışmaları yapılmıştır.

Bu tezin ikinci bölümde, otomasyon sistemlerinin genel yapısı ve bu sistemlerin işletmelere uygulanışı ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Üçüncü bölümde ise otomasyon sistemlerinde artık yaygın olarak kullanılan ve vazgeçilmez bir parçası haline gelen saha veri yolları, gelişim evreleri ve çeşitleri ile birlikte tanıtılmıştır. Kaynak otomasyonu uygulamasında kullanmış olduğumuz DeviceNet ve EtherNet/IP ağları ile ilgili ayrıntılı ve teknik bilgiler yine bu bölümde anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde SWP (Spiral Kaynaklı Boru) üretiminde kullanılan kaynak otomasyonu uygulaması safhaları ile anlatılmış, sistem topolojisi, otomasyon cihazları, kaynak cihazları,

dokunmatik ekran sayfaları ve kontrol programı hakkında geniş bilgi verilmiştir. Beşinci ve son bölümde ise kaynak otomasyonu alanında ve SWP (Spiral Kaynaklı Boru) üretiminde bundan sonra yapılması amaçlanan uygulamalar hakkında kısa bilgiler sunulmuş, gelecekte bu alanda yapılabilecek çalışmalara ışık tutulması hedeflenmiştir.

2. OTOMASYON ve PROSES KONTROL SİSTEMLERİNİN GENEL YAPISI

2.1 Otomasyon (Kontrol-Kumanda) Sistemlerine Genel Bakış

Otomasyon en geniş tanımıyla, teknik proseslerin gerçekleştirilmesinde, insanın bizzat üretim yapma görevini, otomatik üretim ve kontrol edip izleme görevine dönüştüren bir kavram değişimidir. Bu işlem içerisinde bilgisayar içeren endüstriyel otomasyon cihaz ve sistemleri kullanarak teknik proseslerin yönetimi ve yönlendirmesi anlamında kullanılmaktadır. Teknik prosesler, genel anlamda, enerji üretiminden başlayarak, endüstrilerdeki makinelerin, üretim ve imalatların çalışma şekilleridir.

Günümüzde, endüstrinin her dalında artık bir zorunluluk olan kontrol-kumanda sistemleri, küçük bir proses kontrolünden başlayıp gelişerek fabrika kontrol ve takip sistemi haline dönüşmüştür. Tesis ve sistemlerin merkezi olarak izlenebilmesi, yönetilebilmesi, verilerin elde edilmesi ve saklanması, tesisleri güvenilir, emniyetli ve ekonomik olarak çalıştırmayı sağlamaktadır. Kontrol-kumanda sistemleri fabrikadaki üretimi kontrol etmeminin yanısıra prosese ait verilerin toplanarak performans ve kalite değerlendirmesi gibi verim artırmaya yönelik işlemlerde kullanılmasını sağlamaktadır. Sonuç olarak üretimin kontrol edilebilmesi, üretimde daha yüksek verimlilik sağlama, ekonomik üretim yapabilme ve rekabet ortamına uyum gösterebilme gibi faydalar ile beraber çalışma ortamında emniyet ve konforun sağlanmasıdır.

Endüstriyel Otomasyon

Endüstriyel otomasyon mühendisliği, elektrik, makine ve otomasyonu yapılacak sektör dalıyla ilgili yoğun bilgi birikimi gerektiren bir daldır. Olaya sadece elektrik mühendisliği yönünden bile bakılsa, karşımıza, şalt, tesis ve enstrümantasyon mühendisliği ile birlikte, kontrol, bilgisayar ve elektronik mühendisliğini de kapsayan özel bir mühendislik alanı çıkmaktadır.

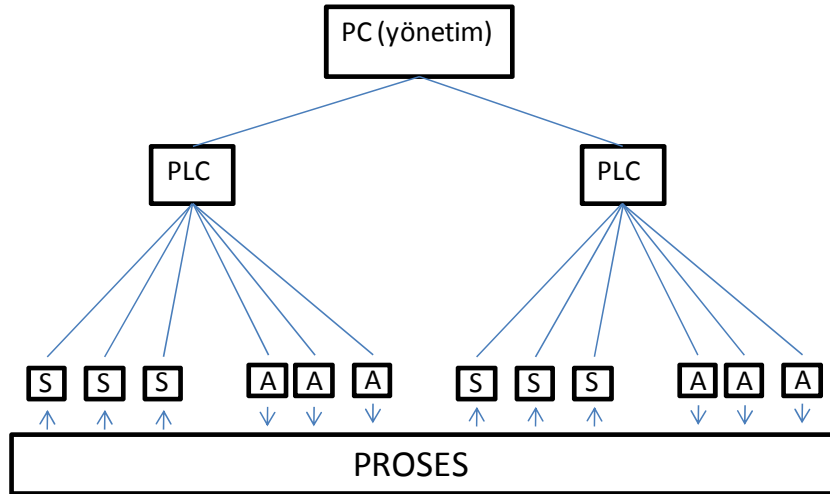
Endüstriyel otomasyon sistemleri ve enstrümantasyon cihazlarında aranan önemli bir özellik karşılıklı haberleşebilmeleridir. Tesislerde, problemlere bulunan yerel otomasyon çözümleri artık yeterli kalmayıp, iletişim sistemleri üzerinden haberleşilerek, komple otomasyon çözümleri, yani *sistem çözümleri* üretebilmek zorunlu hale gelmiştir. Burada en önemli nokta, sistem entegrasyonudur. Sistem entegrasyonu, endüstriyel otomasyonda kullanılan tüm donanımın birbirleri ile haberleşme özelliği ile bunun yazılım üzerinden uyum içinde

gerçekleştirilebilmesidir.

2.2 Otomasyon Sistem Mimarisi'nin Gelişimi

Klasik Otomasyon sistemi mimarisi Şekil 2.1'de görüldüğü üzere bir kontrolör (PLC), kontrolörün (PLC-Programlanabilir Mantık Denetleyicisi) programlanmasında kullanılan PC ve kontrolörün proseste kullanılan cihazlar (sensörler ve aktüatörler) ile haberleşmesini sağlayan çok sayıda Giriş/Çıkış (I/O) ünitelerinden oluşmaktadır.

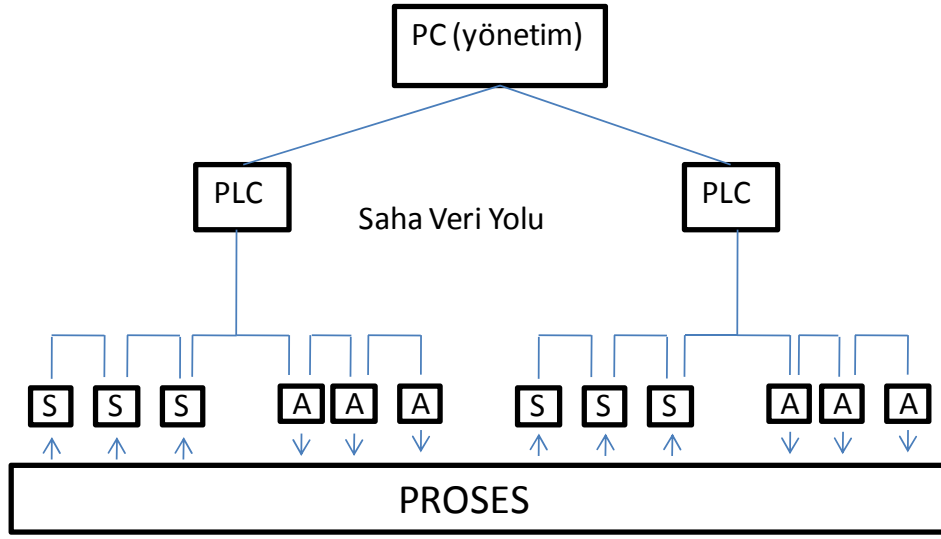
Klasik sistem mimarisinin basit bir yapıya sahip olması avantaj olarak görünse de, her bir cihaz için ayrı ayrı giriş-çıkış kullanılması sonucu çok sayıda kablolama gerektirmesi sistemin esnekliğini kaybetmesine sebep olmaktadır.



Şekil 2.1 Klasik Otomasyon Sistem Mimarisi (Frey, 2007).

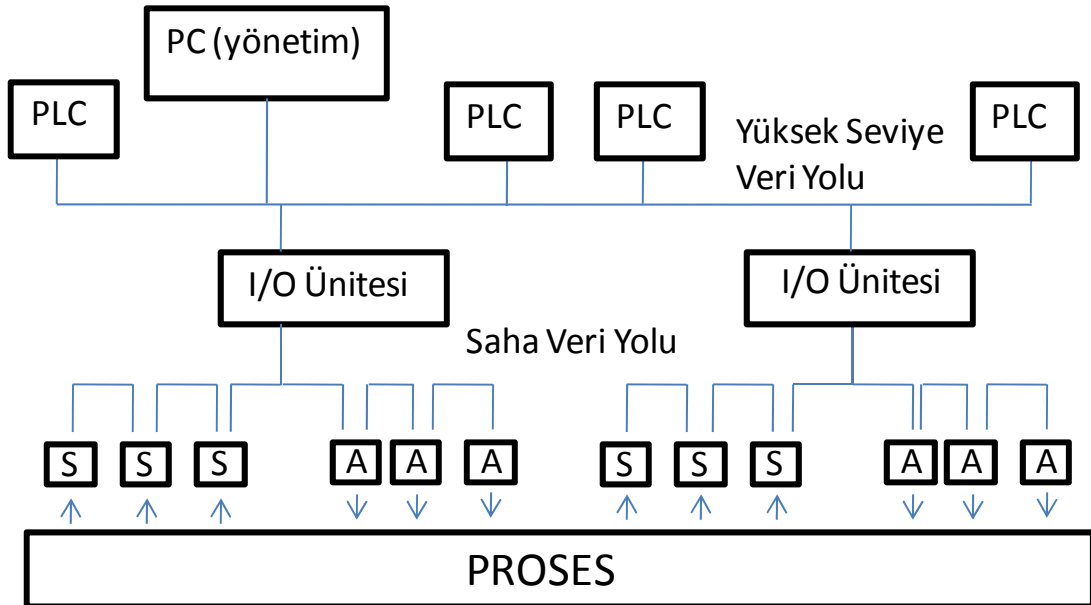
Saha veri yollarının geliştirilerek otomasyon mimarisinde kullanılmaya başlaması kablo karmaşıklığını oldukça düşük seviyelere indirmiştir. Daha az kablo ile daha fazla veri taşıyabilen ve veriyi sadece iletmekle kalmayıp durum/konum bilgisini de aynı hat üzerinden gönderebilen seri haberleşme protokolleri olan saha veri yolları, otomasyon sistemlerine gözle görülür bir esneklik getirmiştir.

Haberleşmede ortaya çıkan gecikmeler ve proseste (süreçte) kullanılan saha elemanları sayısının azaltılmasına katkıda bulunmaması ise Şekil 2.2'de görülen mimarinin dezavantajları olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 2.2 Saha Veri Yollu Otomasyon Sistemi Mimarisi (Frey, 2007).

Otomasyon sistemlerinde ağ yapılarının kullanılması ile birlikte saha veri yollarının avantajları daha belirgin hale gelmiştir. Ağ Erişimli Otomasyon Sistemi dediğimiz bu mimaride Şekil 2.3'te görüldüğü üzere birden fazla kontrolörün aynı anda birden fazla saha elemanını kumanda edebilmesine olanak sağlamaktadır.



Şekil 2.3 Ağ Erişimli Otomasyon Sistemleri (Frey, 2007).

Düşük kablolama ihtiyacı, saha elemanlarının (sensor-aktuatör) paylaşılabilmesi, esnekliğin

artırılması ve en üst seviye bileşenden en alt seviye bileşene kadar uzanan kolay erişim imkanı ile kazanılan programlama ve hata denetim işlemlerindeki kolaylıklar bu mimarinin faydaları olarak söylenebilir.

Fakat, ağ sistemlerinin genel dezavantajı olan haberleşmedeki gecikme ve bu gecikmelerin kararsız yani devamlı olarak değişebilir olması ağ erişimli otomasyon sistemlerinde de önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Frey, 2007).

2.2.1 Otomasyon Piramidi

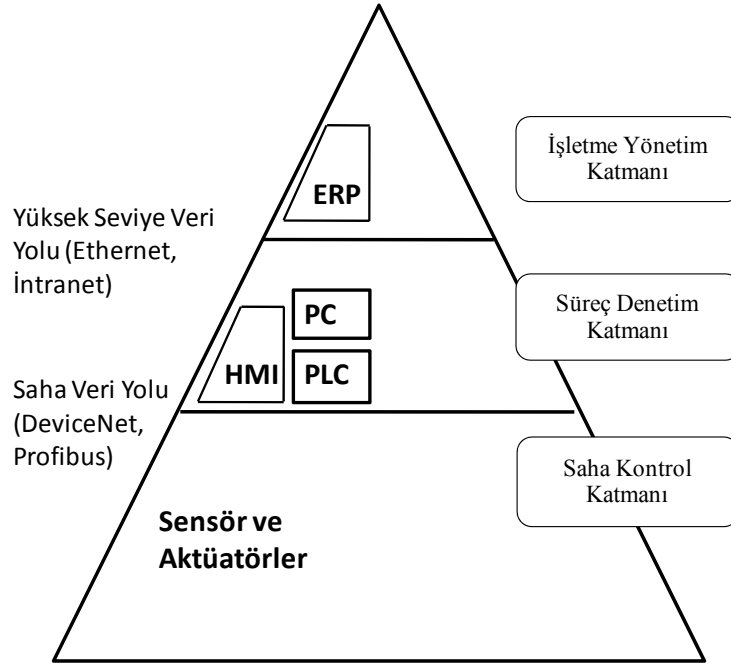
Ağ sistemlerinin otomasyon sistemlerine entegre edilmesiyle birlikte işletmelerde kullanılan yönetim ve proses (süreç) kontrol işlemleri bir çatı altında toplanmaya çalışılmaktadır. İşletme bir bütün olduğuna göre yönetim fonksiyonlarının başarıyla gerçekleştirilebilmesi katmanlar (işletmedeki birimler) arası koordinasyonun sağlanmasıyla, bir başka deyişle, kullanılan ERP (Enterprise Resource Planning) ve Proses Kontrol (Otomasyon) sistemlerinin birlikte kullanılmalarıyla sağlanabilir. Buna göre ERP ve otomasyon yazılımları aynı bütünün, yani işletme yönetim sisteminin, iki temel ögesidirler ve birlikte kullanılmaları halinde birbirlerinin verimlerini artırarak fonksiyonlarının başarıyla yerine getirilmesini sağlayacaklardır. Şekil 2.4’de gösterilen otomasyon piramidi bu yapının bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Otomasyon piramidinde katman sayısı farklı endüstri dallarına değişmektedir (Litz, 2007). Aşağıda ana katmanlar kısaca tanıtılmıştır.

İşletme Yönetim Katmanı: Otomasyon piramidinin zirvesini oluşturan bu katmanda, işletme kaynaklarına uygun stratejiler oluşturulur, bu stratejilere göre kararlar alınır ve tesislerde bulunan bölümler arası işbirliği ile işlerin sırasına göre yürütülmesi sağlanır. İşletmede üretim için gerekli kaynakların planlandığı bu katmanda üretim ve hizmet politikalarını destekleyecek kararlar alınır ve uygulanır.

ERP (Enterprise Resource Planning), yani **İşletme Kaynakları Planlaması** sistemi, bir üretimin verimli yapılmasıyla ilgili her türlü kaynağı (satış, personel, fabrika kapasiteleri, dağıtım kısıtlamaları, vs.) bir arada değerlendiren, yönetim bilişim sistemi altyapısını barındıran bir izleme ve planlama aracı olarak düşünülebilir.

Süreç Denetim Katmanı: Süreç Denetim Katmanı kendi içerisinde süreç yönetim ve otomasyon kontrol katmanı olarak düşünülebilir. Bu katmanda izleme ve veri toplama fonksiyonlarının gerçekleştirilmesiyle tesisler ve makineler arası eş zamanlılık sağlanması

amaçlanır. Bu katman, genellikle merkezi kontrol odasında bulunan yönetim, kontrol, ve takip cihazlarını (PC, HMI, vs.) ve yazılımlarını içerir. Bu bölümdeki haberleş ağları, HMI (İnsan makine arayüzü) ve kontrolör arasında hücre (cell), ve kontrolör ile saha kontrol elemanları arasında saha (field) seviyesi olmak üzere iki kısım olarak düşünülebilir.

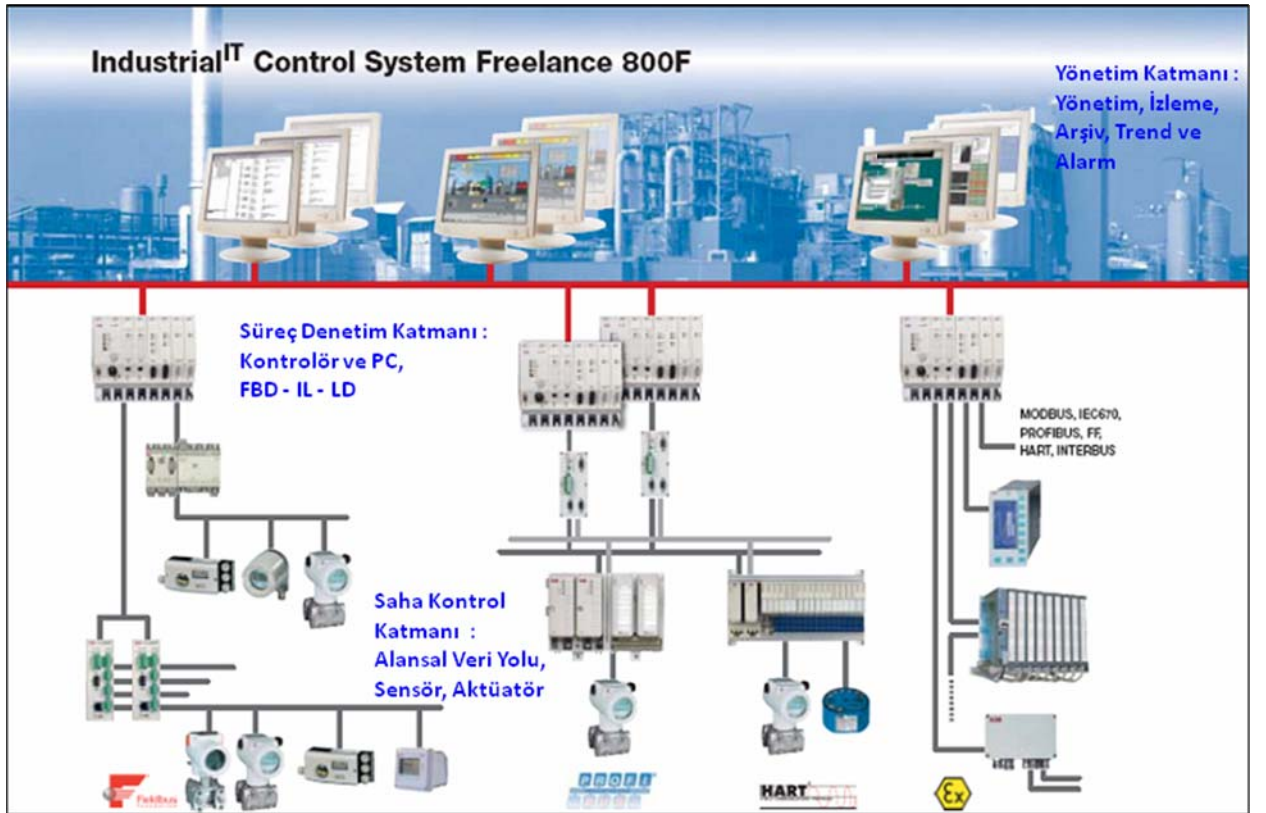


Şekil 2.4 Otomasyon Piramidi

Saha Kontrol Katmanı: Sensör-aktüatör katmanı olarak da bilinen bu katman, otomasyon piramidinin en alt katmanıdır. Tesiste fiziksel kontrollerin yapıldığı, prosesin gerçekleştiği katman olarak tanımlanabilir. Burada, mekanik ve elektronik aygıtlar arabirimlerle bağlanarak işlevlerini yerine getirirler. Denetim komutları bu düzeyde tesisin çalışmasını sağlayan elektriksel sinyallere ve makine hareketlerine dönüşür (aktüatörler), bu dönüşümler elektronik algılayıcılar (sensörler) aracılığıyla toplanır, elektrik işaretlerine çevrilerek otomasyon sistemine aktarılır. Tahrik motorları, vanalar, lambalar, hız ölçü cihazları, yaklaşım detektörleri, sıcaklık, kuvvet ve moment elektronik algılayıcıları burada bulunur. Otomasyon sisteminde kontrolör tarafından verilen komutlar, bu katmanda, elektrik işaretlerine çevrilerek, gerçek dünyada istenen hareketlerin oluşması sağlanır (vanaların açılıp kapanması, makinelerin çalıştırılıp durdurulması gibi).

2.2.2 Otomasyon Sistemi Topolojileri

Otomatik kontrol sistemleri ile üretim ve proses (süreç) kontrolü gerektiren tesislerde veriler kolay bir şekilde izlenebilmeli, üretim işlemleri kontrol edilebilmeli ve hata denetimi etkin bir şekilde yapılabilmelidir. Enerji, Yiyecek-İçecek, İlaç, Çimento, Petrokimya, Plastik-Kauçuk, Cam, Tekstil, Petrol ve Gas endüstrileri otomasyon sistemlerinin kullanıldığı sanayi dallarından bazılarıdır. Bütün bu sanayilerde kullanılan topoloji aşağıda Şekil 2.5'te genel olarak anlatılmaktadır.



Şekil 2.5 ABB firmasına ait cihazların Otomasyon Sistemi içerisinde saha veri yolları ile farklı topolojilerde kullanılması.

Otomasyon sistemlerinde topolojiler, çizgi (line), ağaç (tree), ring (halka) gibi farklı şekillerde olabilir. Bu topolojiler sistemin kullanılacağı yere ve kullanılan saha veri yolu çeşidine göre farklılık göstermektedir. Otomasyon merdiveninde katmanları genel olarak *Süreç Yönetim*, *Otomasyon Kontrol* ve *Saha Kontrol Katmanı* olarak ayırmıştık. Bu katmanlarda kullanılan elemanlar ise aşağıda açıklanmaktadır.

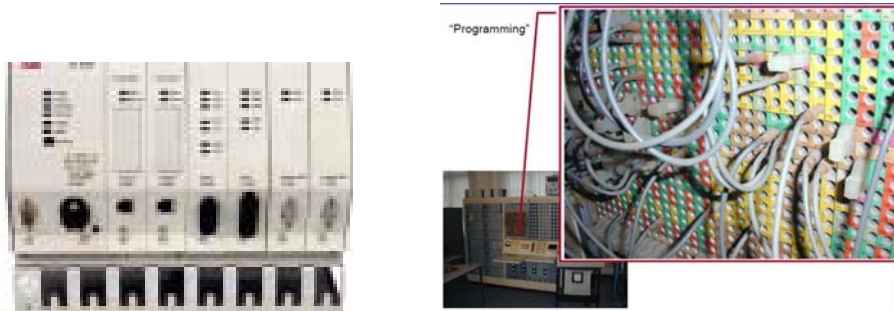
Süreç Yönetim Katmanı, kullanıcının Yönetim, Gözlem ve Takip, Hata Denetimi, Trend ve Arşiv gibi önemli fonksiyonları yerine getirmesinde kullanılır. Bu işlemler için, uygulamaya bağlı olarak, operatör ekranları (HMI), endüstriyel PC veya standart bilgisayar kullanılabilir.

Otomasyon Kontrol Katmanı, otomasyon ve kontrol sistemlerinin kalbini oluşturan kontrolörlerin (PLC'ler) bulunduğu katmandır. Programlanabilir mantık kontrol (PLC) üniteleri mikroişlemci tabanlı elektronik ünitelerdir. Sistemin akışını kontrol eden PLC'lerde bulunan yazılımlar FBD (Fonksiyon Blok Diyagramı), LD (Merdiven Diyagramı), IL (Komut Listesi), vb. programlama yöntemleri kullanılarak hazırlanmaktadır. Bu programlarda, saha kontrol katmanında bulunan elemanlardan alınan ve bu elemanlara gönderilen giriş/çıkış (I/O) parametreleri kullanılarak sistem kontrol edilir. Şekil 2.6'da simülasyon ve izleme işlemlerinde kullanılan HMI (İnsan-makine arayüzü) örnekleri verilmektedir.

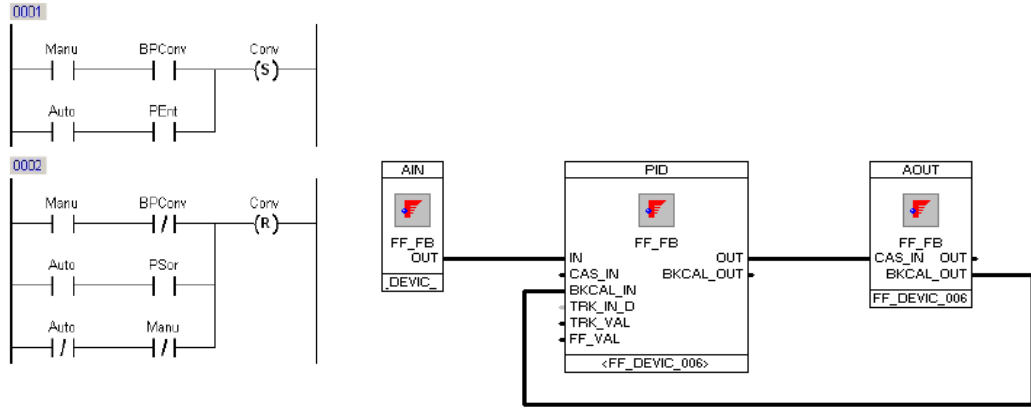


Şekil 2.6 Simülasyon ve İzleme'de kullanılan ekran örnekleri

Şekil 2.7'de ABB firmasına ait AC 800F Kontrolör ve dijital kontrol sistemleri ve PLC'ler yaygınlaşmadan önce kullanılan bir analog programlama örneği gösterilmektedir. Şekil 2.8'de ise günümüzde yaygın olarak kullanılan iki programlama dili LD (Merdiven Diyagramı) ve FBD (Fonksiyon Blok Diyagramı) örneği gösterilmektedir.



Şekil 2.7 ABB AC 800F Controller ve Analog Programlama örneği



Şekil 2.8 PLC’de kullanılan iki farklı programlama dili (LD ve FBD)

PLC’ler ve saha kontrol elemanları (sensör, aktüatör) arasındaki veri haberleşmesi DeviceNet, Profibus gibi saha veri yolları ile, PLC ile saha izleme sistemleri (HMI) arasındaki veri haberleşmesi ise EtherNet/IP, ProfiNet gibi ethernet temelli ağ sistemleri ile sağlanmaktadır.

Saha veri yolları kullanılmaya başlamadan önce, PLC ve saha elemanları arasındaki haberleşme 4-20mA analog iletişim ile sağlanmakta idi. Dijital haberleşmenin kullanılmaya başlaması ile analog iletişim yerini, birden fazla kablo yerine tek bir kablo kullanarak haberleşme sağlayan saha veri yollarına bırakmıştır. Otomasyon sistemlerinin endüstride kullanımının artması ile kullanılan I/O noktaları da artış göstermiş ve tesislerde kablo karmaşası ortaya çıkmaya başlamıştır. Bir seri haberleşme uygulaması olan saha veri yollarının kullanılması ile klasik paralel kablolama yöntemi olan analog haberleşmenin ortaya çıkardığı bu maliyet ve kablolama sorunları büyük ölçüde azalmaktadır. Kablolama sayısının az olması, planlama ve kurulum aşamasında karmaşıklığı ortadan kaldırır ve harcanan zamanı azaltır, özellikle hata bulmayı kolaylaştırır. Ayrıca saha veri yollarının sunduğu güvenilirlik (reliability) ve kullanılabilirlik (availability) sayesinde veri iletimi daha etkin bir hale gelmektedir.

Saha veri yolları açık mimariye sahip olmaları ve isteyen herkes tarafından kullanılabilmelerine rağmen, birden fazla firma tarafından kullanılan farklı saha veri yolları bulunmaktadır. PC ve HMI gibi gözlem, takip ve kontrol işlemlerinin yerine getirildiği birimler arasındaki haberleşme ethernet temelli veri yolları ile sağlanmaktadır. Burada

ethernetin getirdiği çok sayıda veri taşıyabilme özelliği ile klasik saha veri yollarının getirdiği hızlı iletişim birleştirilmeye ve entegre bir sistem kurulmaya çalışılmaktadır. DeviceNet-EtherNet/IP, bu amaçla hazırlanmış ve birbirine uyumlu çalışan saha veri yolu çeşidine örnek olarak verilebilir.

Saha Kontrol Katmanı (Aktüator-Sensör Katmanı)

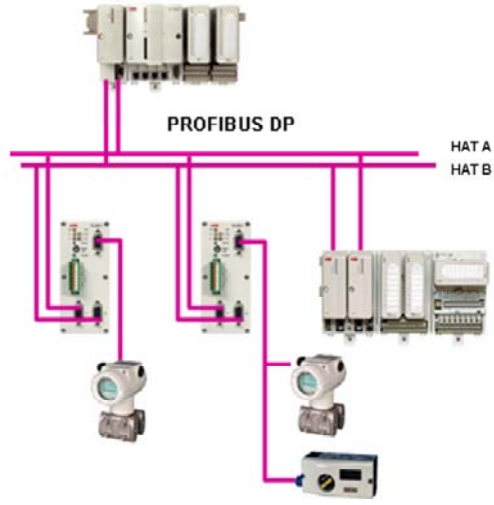
Saha kontrol katmanında elektriksel sinyalleri mekaniksel harekete dönüştüren aktüatörler ve fiziksel değerleri ölçerek elektrik sinyallerine dönüştüren fiziksel algılayıcılar (sensör/transduser) bulunmaktadır. Bu saha elemanları tesisteki sistemi kontrol etmek ve istenilen değerleri algılayıp ölçmek için direk olarak işlemlerin yerine getireleceği bölgelerde (saha) bulunurlar.



Şekil 2.9 Sensör ve Aktüatör Örnekleri (Basınç ölçer, debimetre, oransal vana, motorlar)

2.2.3 Yedekleme (Redundancy)

Otomasyon sistem topolojilerinde kullanılan bir diğer önemli özellik ise sistemin yedeklenmesidir. Tesisin kullanılabilirliğini en üst düzeye çıkarmak için, otomasyon sistemi içerisindeki önemli elemanların çift olarak yerleştirilmesine sistemin yedeklenmesi (redundant system) denir. Bu yedek elemanlar, sistemin çalışmasını engelleyen bir hata meydana geldiği anda, asıl elemanın görevini yerine getirmek üzere sistem kesintiye uğramadan devreye girerler ve sistemin çalışmaya devam etmesini sağlarlar. Diğer elemanlar gibi saha veri yolları da Şekil 2.10’da gösterildiği gibi yedeklenerek kullanılabilirler.



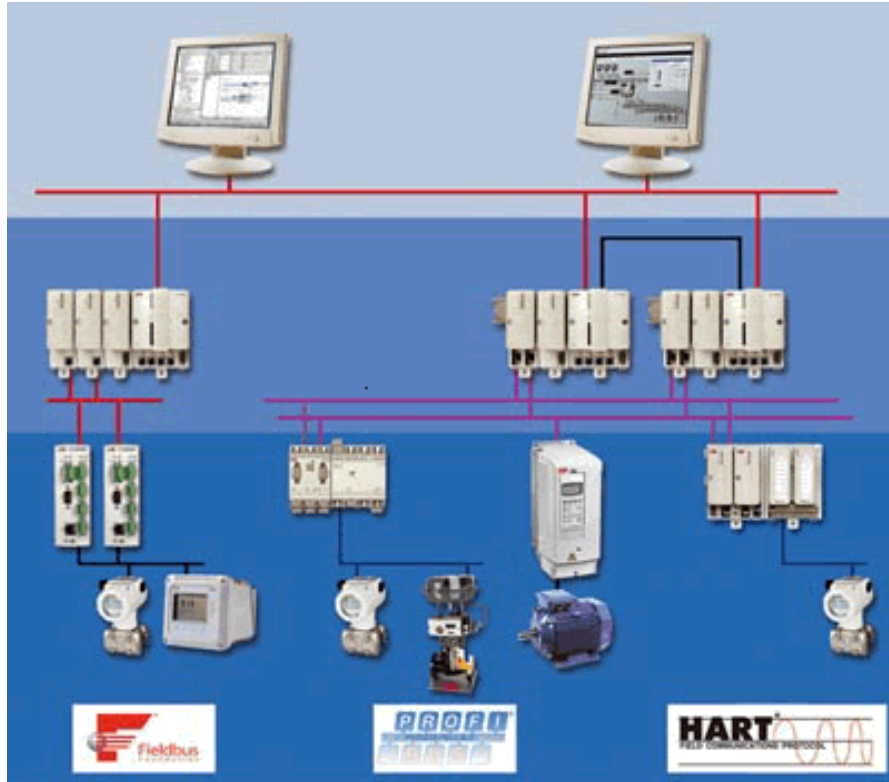
Şekil 2.10 Profibus yedekli sistem örneği (ABB firmasının internet sitesinden alınmıştır)

3. SAHA VERİ YOLU (FIELDBUS)

3.1 Saha Veri Yolları'na Giriş

Saha veri yolları otomasyon sistemlerinin anahtar teknolojileridir. Saha veri yolu ağı, sensörler ve aktüatörler gibi akıllı saha elemanlarının veri iletişimi ve kontrolü uygulamalarında kullanılan yerel bir ağıdır. Birden fazla sensör ve aktüatörün, bir kontrol cihazına, PLC'ye veya I/O ünitesine bağlanmasını sağlar.

Bir tesiste, saha veri yolu kullanılmasıyla, klasik 24 Volt veya 4-20 mA sinyal kullanımı karşılaştırıldığında kablolama maliyetinin ortalama %40 gibi bir oranda azaldığı görülmektedir. Bugün endüstride, teknik özellikleri ve fonksiyonları, uygulama alanları ve uygulama sıklıkları birbirinden farklı yaklaşık 50 adet saha veri yolu çeşidi bulunmaktadır. Şekil 3.1'de Otomasyon sisteminde kullanılan farklı saha veri yolu örnekleri görülmektedir.

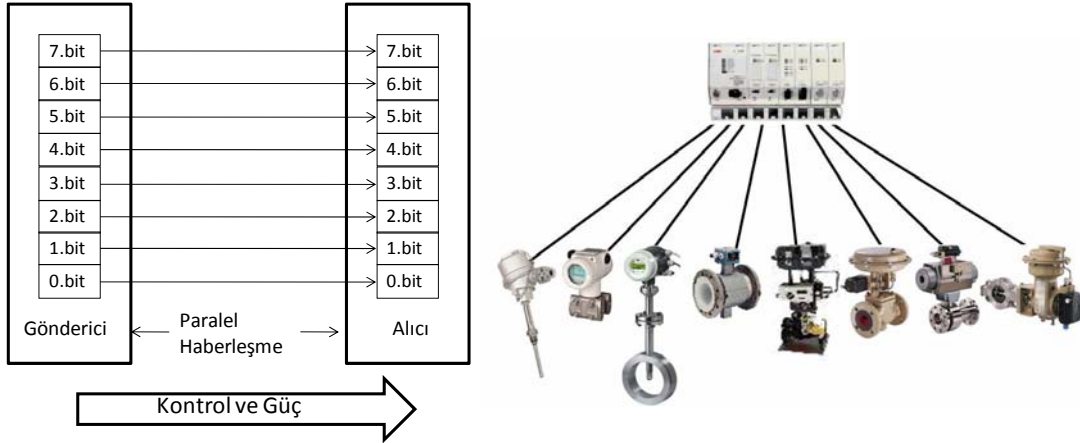


Şekil 3.1 Farklı saha veri yolları tek bir otomasyon sisteminde aynı anda kullanılabilir (Profibus Grundlagen, 2007).

Elektriksel cihazların otomasyon sisteminde kontrolörler ile bağlantıları paralel ve seri olmak

üzere iki farklı şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

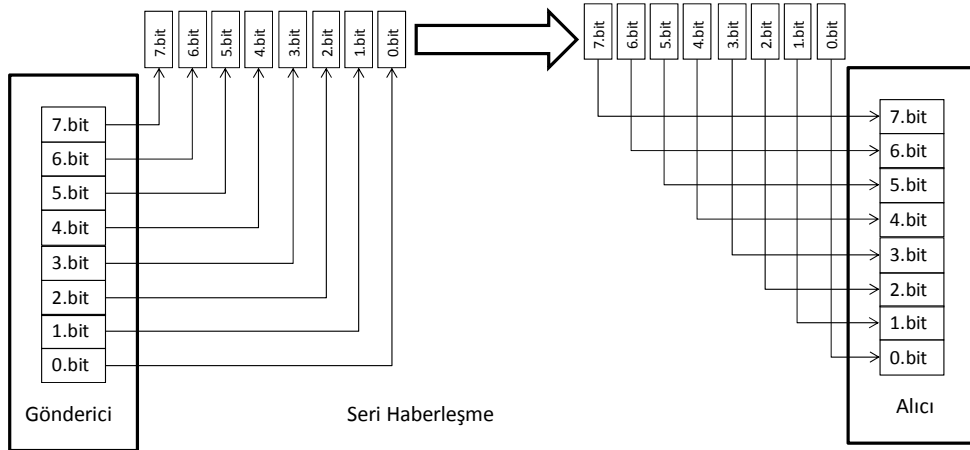
Paralel Haberleşme: Şekil 3.2’de görüldüğü gibi paralel haberleşmede, kontrolöre bağlı birer bitlik üniteler bulunmaktadır. Bilgiler bu modüller üzerinden her bir cihaza tek tek gönderilmektedir. 1 byte’lık (8 bit) bir bilgi gönderebilmek için 8 ünite (giriş veya çıkış) kullanılır.



Şekil 3.2 Paralel kablolama ve kontrolör-saha elemanları arasında paralel bağlantı örneği

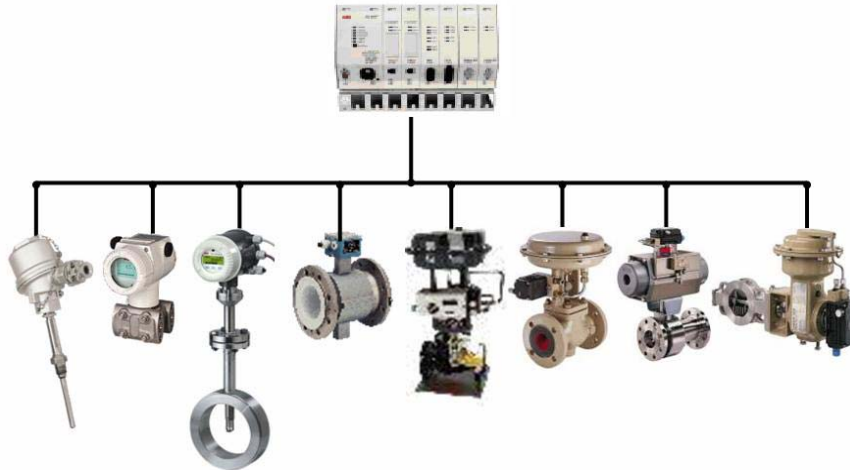
Şekil 3.2’de paralel haberleşme yöntemi ile birbirine bağlantı kurulmuş olan PLC ve saha elemanları görülmektedir. PLC’den her bir sensör ve aktüatöre ayrı ayrı birer kablo bağlanmıştır.

Seri Haberleşme: Seri haberleşme yönteminde veriler toplanmakta ve kodlanarak sadece bir veri satırı halinde gönderilmektedir. Bu işleme paralel-seri dönüşümü denilmektedir. Bilgi alıcı tarafına geldiği zaman ise kodlar çözülerek tekrar paralel hale dönüştürülür. Bu işleme ise seri-paralel dönüşümü denir (Şekil 3.3). Buradaki dönüşüm hızı ve taşıma işlemi hızı ($\text{BIT/s} = \text{BAUD}$) veri taşıma hızını belirler.



Şekil 3.3 Seri Haberleşme

Seri haberleşme yönteminde bir hat üzerinde kontrol işlemlerinin yanısıra, başlangıç ve bitiş durumları, kontrol verileri ve bazı uygulamalarda güvenilir bir şekilde verinin iletilmesi işlemleri gerçekleştirilebilmektedir. Seri haberleşme kablo sayısını azaltır, fakat kodlama, veri iletimi, kodların çözülmesi ve kontrol işlemlerinin bir miktar zaman almasından dolayı veri miktarı ve bilgi iletim hızı sınırlıdır. Bu sebeplerden dolayı seri haberleşme paralel haberleşmeye göre biraz daha yavaştır. Şekil 3.4'te endüstride kullanılan bir seri haberleşme yöntemi örneği gösterilmektedir.



Şekil 3.4 Kontrolör ve saha elemanları arasında seri bağlantı örneği

3.2 Saha veri yolu

Saha veri yolu, gerçek zamanlı erişim sağlayabilen dijital bir haberleşme ağıdır. Bu dijital, çift yönlü haberleşme ağı, akıllı saha elemanlarının anında (gerçek zamanlı olarak) kontrolör ile haberleşmesini sağlar. Kontrolör ve saha elemanları arasında çift yönlü bir iletişim sağlayarak her bir saha elemanına ait diagnostik, kontrol ve bakım gibi işlemlerin yerine getirilmesini mümkün kılar. Bu sebeple, saha veri yolu kullanılan sistemlerde tesis gözlemlenirken cihazlar arasındaki bağlantılar da kontrol edilebilir. Saha veri yolu ile giriş çıkış verileri, parametreler, diagnostik bilgileri, konfigürasyon değerleri sadece iki kablo üzerinden taşınabilmektedir. Saha cihazlarına ait enerji de, belirli bir miktarda, saha veri yolu üzerinden taşınabilmektedir.

Saha veri yolu sisteme monte edilirken kontrolöre bağlanır ve sahaya doğru uzatılır. Bütün saha elemanları (sensör ve aktüatörler) bu kablo üzerine monte edilir. Saha veri yolu'na bağlanan bir güç kaynağı üzerinden saha elemanlarına enerji sağlanır (örnek: DeviceNet, Profibus PA, Foundation fieldbus, vb.). Sahadaki kablo sayısı ve kablolama maliyeti, otomasyon sisteminin boyutuna bağlı olarak sistemde bulunan I/O sayısına göre artış gösterir.

Otomasyon sistemlerinde karşılaşılan bir diğer problem saha elemanları arasında çok uzak mesafeler olabilmesidir. Bu nedenle paralel haberleşme sistemleri sistemin geliştirilmesinde veya kurulum ve montaj aşamalarında çok büyük masraf ortaya çıkarmaktadır. Bu yüzden saha veri yolu gibi seri iletişim üniteleri çok daha ucuz ve daha uygun haberleşme sistemleridir. Çünkü seri kablolama kablo sayısının azalmasına katkıda bulunmakla beraber kurulumu da kolaylaştırmakta ve kablolama hatalarını önlemektedir [6]. Kontrolör ve saha elemanları arasında birçok kablo yerine sadece bir tane veri yolu kablosu kullanılmaktadır.

Saha veri yolu haberleşme protokollerinin açık bir şekilde tanımlanmış olması sonucu, isteyen herkes, bu protokolleri kendi cihazlarında kullanabilir. Bu da 4-20 mA analog sinyalde olduğu gibi, bütün saha veri yolu çeşitlerine farklı üreticilerin ürettiği aygıtların güvenilir bir şekilde birbiriyle değiştirilebilmesi özelliği (interchangeability) kazandırmaktadır.

3.2.1 PROFIBUS

PROFIBUS üreticiden bağımsız, imalat ve proses otomasyonunda yaygın olarak kullanılan, açık mimariye sahip bir saha veri yolu çeşididir (Profibus Grundlagen, 2007). Üreticiden bağımsız olması ve açık mimariye sahip olması EN 50170 ve EN 50254 uluslararası standartları ile garanti altına alınmıştır. PROFIBUS, farklı üreticilere ait cihazlar ile herhangi

bir arayüzü uyumu gerekmezsiniz haberleşmeyi mümkün kılan bir saha veri yoludur. PROFIBUS ayrıca hem hızlı cevap beklenen, kritik zamanlı uygulamalarda hem de karışık haberleşmeye sahip sistemlerde kullanıma uygundur. PROFIBUS ayrıca saha elemanlarına güç taşıyabilme özelliğine sahiptir.

PROFIBUS'm, Profibus DP ve Profibus PA olmak üzere iki farklı çeşidi vardır. Profibus DP yüksek veri taşıma kapasitesiyle Remote I/O sistemleri ile birlikte, 12 Mbit/s'ye artırılabilen veri taşıma hızında ve 1200 m'ye varan uzaklıklarda kullanıma uygundur. Eğer cihaz durum değeri gibi ek diagnostik bilgiler taşınmak isteniyorsa Profibus PA kullanılmalıdır. Profibus PA'da veri taşıma hızı 31,25 Kbit/s ile sınırlıdır.

PROFIBUS, PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.(PNO)'a tarafından desteklenmektedir. Toplam 260'dan fazla üreticisi ve kullanıcı üyesi bulunan PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.(PNO), PROFIBUS ve PROFINET haberleşme teknolojisinin standartlaştırıldığı ve geliştirilmesinin devam ettiği uluslararası kuruluştur.

3.2.2 FOUNDATION Fieldbus

FOUNDATION FIELDBUS, kısa adı ile FF, bir kontrol sistemi üzerindeki saha elemanlarının birbirleriyle bağlantısını ve kontrolünü sağlayan çift yönlü dijital bir haberleşme sistemidir (www.fieldbus.org). FF, yüksek hızlı ethernet özelliği olan ve üst seviye kontrolde kullanılan ilk kısım ve saha kontrol katmanında kullanılan, FF-H1 denilen ikinci kısım olmak üzere Profibus gibi iki farklı çeşide sahiptir. Bu farklılık kullanıcının hem büyük miktarda veri taşımalarını hem de yüksek hız gerektiren yerlerde sistemini ayarlayabilmesini sağlayarak esneklik kazandırmaktadır. Foundation Fieldbus, veri yoluna bağlı cihazlara enerji taşıma işlevini de yerine getirebilmektedir.

Foundation Fieldbus dünya üzerinde 350'den fazla şirket tarafından kabul görmektedir. Üreticiden bağımsız, açık mimarili bu sistem, endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Şu anda daha çok Amerika kıtasında kabul gören Foundation Fieldbus, ISA S50, IEC 61158 ve CENELEC EN5017 standartlarına uygundur.

3.2.3 Modbus Protokolü

Modbus, kullanılan fiziksel katmandan bağımsız bir uygulama katmanı protokolüdür (Frey, 2007). 1979 yılında Modicon (sonradan Schneider olmuştur) firması tarafından endüstriyel

otomasyon ve Modicon PLC de kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Açık mimarili Master/Slave Protokolünü kullanan Modbus, günümüzde dijital ve analog I/O bilgisinin taşınmasında endüstriyel bir standart olarak kullanılmakta, endüstriyel kontrol ve izleme cihazları arasında veri kaydı sağlamaktadır. Birçok otomasyon sistemi, standart veya opsiyonel olarak Modbus protokolünü desteklemektedir. Modbus protokolü, ödeme gerektirmeyen fakat kullanıcının lisans almasını gerektiren bir protokoldür.

Modbus TCP/IP, basit manada, TCP çerçevesi (TCP frame) içerisine entegre edilmiş bir Modbus çerçevesi içerir. Bağlantı merkezli bir protokoldür. Veri taşıma direk olarak Modbus paketlerinde değil, TCP/IP paketlerine entegre edilmiş olarak TCP 502 portu üzerinden sağlanır.

3.2.4 CANBUS

Controller Area Network (CAN) iki damarlı kablodan oluşan hızlı bir seri haberleşme yoludur (Frey, 2007). Transfer hızı 1 Mbit/s'ye kadar çıkabilen CAN ağına 40 cihaz bağlanabilmektedir. BOSCH GmbH tarafından motorlu araçlarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Kolay kablolama özelliği ile otomobiller için ideal bir sistem olan CAN, hata algılama ve düzeltme özelliği ile araçlarda oluşabilecek zor durumlarda oldukça faydalı olmaktadır. Günümüzde mekanik ve otomasyon sektöründe de kullanılmaktadır. Ayrıca Rockwell Automation tarafından geliştirilen DeviceNet ve Honeywell tarafından geliştirilen SDS başta olmak üzere birçok saha veriyolu çeşidine de altyapı oluşturmaktadır.

3.2.5 INTERBUS

INTERBUS, otomasyon çözümleri için ürün ve hizmet üreten ve kullanan tanınmış uluslararası firmalar tarafından kurulmuştur (Bormann, 2001). INTERBUS, teknolojisini ve dağıtımını geliştirmek amacıyla 600'ün üzerinde uluslararası üyesi bulunmaktadır. INTERBUS, EN 50254 Avrupa Standardına, IEC 61158 uluslararası standardına yugundur.

INTERBUS bir halka sistemidir, yani tüm cihazlar, kapalı bir iletim yolunda aktif olarak bağlantılıdır. INTERBUS ağlarında, veri gönderme yolu ve veri dönüş yolu, tüm cihazlar içinden bir kablo ile geçer. Son cihaz otomatik olarak halkayı kapar. Seri bağlantı metodundan dolayı sonlandırma dirençlerine gerek yoktur. Bu topolojide cihazlara diğer veri yolu sistemlerinde olduğu gibi adresler atanmaz. Sistemdeki cihazlar fiziksel konumu ile otomatik olarak belirlenmektedir. Bu “kullanıma hazır” özelliği, sistemin başlangıcında,

izlenmesinde ve arıza teşhisinde büyük bir avantaj sağlamaktadır.

INTERBUS, uç-uca topolojisi sayesinde, fiber optik teknoloji için idealdir. Bakır ve fiber optik, herhangi bir problem olmaksızın aynı sistem içinde kullanılabilir. Halka sisteminin bir diğer avantajı, sağlamakta olduğu kapsamlı arıza teşhis işlemleridir; hatta bu, zaman zaman oluşan EMC oluşumlarını da, güvenli olarak tetkik etmeye yardımcı olmaktadır.

3.2.6 PROFINET

ProfiNet, Profibus Kullanıcı Organizasyonu (PNO) tarafından geliştirilmiş bir endüstriyel ethernet standardıdır (Kahveci, 2007). Profinet, endüstriyel ethernet ile bir saha yolu olan ve endüstriyel haberleşme uygulamalarında çok yaygın bir şekilde kullanılan Profibus'ı birleştirir. Saha elemanlarından büro elemanlarına kadar bütün cihazları tek bir ağ üzerinde birleştirme imkanı sunar. Saha yolu iletişim sistemini ethernet ile birleştirerek standart TCP/IP iletişimine izin verirken gerçek-zamanlı iletişimi de desteklemektedir. Ayrıca ethernet'e bağlı açık iletişim sistemlerinin (OPC, FTP, HTTP) de kullanımına olanak sağlar.

3.3 DEVICENET

3.3.1 DeviceNet' e Genel Bakış

DeviceNet, Rockwell Automation ve ODVA (Open DeviceNet Vendor Association) tarafından açık ağ mimarisine sahip bir saha veri yolu olarak CAN (Controller Area Network) Protokolü üzerine inşa edilerek geliştirilmiş, EN 50325 Avrupa normuna göre standartlaştırılmıştır (Imoto, 2002). Endüstriyel aygıtları (limit anahtarları, fotoelektrik sensörleri, vanalar, motor sürücüler, frekans sürücüler, süreç sensörleri, panel göstergeleri, operatör arayüzleri gibi) bir ağa bağlamak ve kontrolünü sağlamak amacıyla tasarlanan DeviceNet, gerçek zamanlı ve kararlı iletişim özelliği ile saha katmanı uygulamalarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Sun, Zhao, Liu, 2006).

DeviceNet, ODVA tarafından yönetilen açık ağ mimarisine sahiptir ve dünya çapında uluslararası standartlar birliği tarafından kabul edilmiş bir saha veri yolu çeşididir. Açık ağ mimarisi, DeviceNet sağlayıcılarının sistemlerinde cihazlarını kullanmak için herhangi bir donanım, yazılım veya lisans hakkı almalarını gerektirmediğini belirtir. Açık ağ mimarisine sahip olması ve birden çok firma tarafından desteklenmesi sonucu farklı üreticilerin ürettiği aygıtların güvenilir bir şekilde birbiriyle değiştirilebilmesi (interchangeability) özelliği ile

DeviceNet, kullanıldığı tesislerde, DeviceNet'i destekleyen firmalar arasında marka kısıtlamasını da ortadan kaldırır (Liu, Tan, Qian 2000).

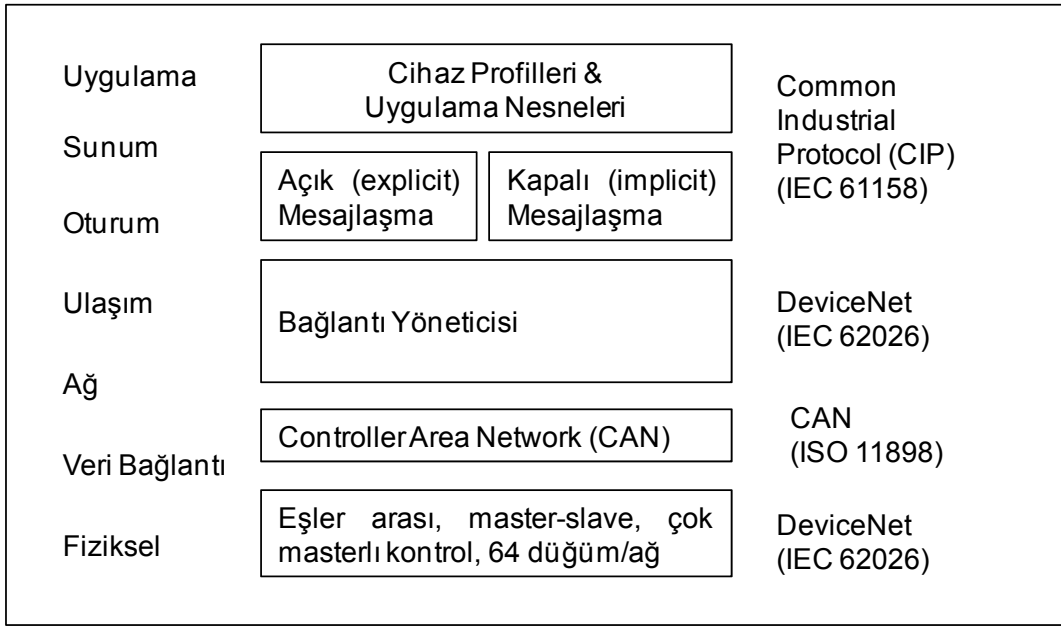
DeviceNet hiyerarşik yapıya sahip ağ iletişimleri için ISO standardı olan OSI (Open Systems Interconnection) modelini takip eder. Bu modeli takip eden çalışma ağları fiziksel uygulamalardan protokollere, yönetimden iletim kontrolüne ve çalışma ağları boyunca akan bilgi verilerine kadar gerekli tüm fonksiyonları tanımlarlar.

DeviceNet veri bağlantı katmanında, başta otomotiv sektörü olmak üzere bir çok endüstri dalında kullanılan CAN (Controller Area Network) standardını temel almış, üst ağ katmanları için ControlNet ve Ethernet/IP gibi CIP (Common Industrial Protocol) protokolünü kullanır. CIP, kontrol, güvenlik, senkronizasyon, diagnostik gibi işlemleri içeren çeşitli üretim otomasyonu uygulamalarında kapsamlı iletişim ve servis özelliği sunmaktadır.

3.3.2 DeviceNet Teknolojisi ve OSI Modeline Uygulanışı

DeviceNet endüstriyel kontrolörlerle giriş/çıkış ünitelerini birbirine bağlayan ve bu aygıtlar arasındaki iletişimi sağlayan nesnel tabanlı, çok noktalı bir ağdır. DeviceNet bir üretici-tüketici ağı olmakla beraber master-slave veya eşler arası (peer to peer) iletişimi kullanan dağıtık kontrol mimarisi çalıştırabilecek şekilde de düzenlenebilir (Schiffer, Vandesteeg, Vasko, 2000). DeviceNet cihazları Master veya Slave olabilmekle birlikte, Master ve Slave'ler mesaj gönderen, mesajı alan veya her ikisi olarak sistemde görev yapabilir. DeviceNet sistemleri I/O ve açık (explicit) mesajlaşmayı destekleyerek ayarlama ve kontrol için tek noktalı bağlantı sunar. DeviceNet aynı zamanda tek bir bağlantı üzerinden güç taşıma özelliğine sahiptir. Bu, aygıtların sınırlı güç gereksinimlerini DeviceNet kablosu ile direk olarak ağ üzerinden almalarına imkan vererek bağlantı noktası ve fiziksel karmaşıklığın azaltılmasını sağlar.

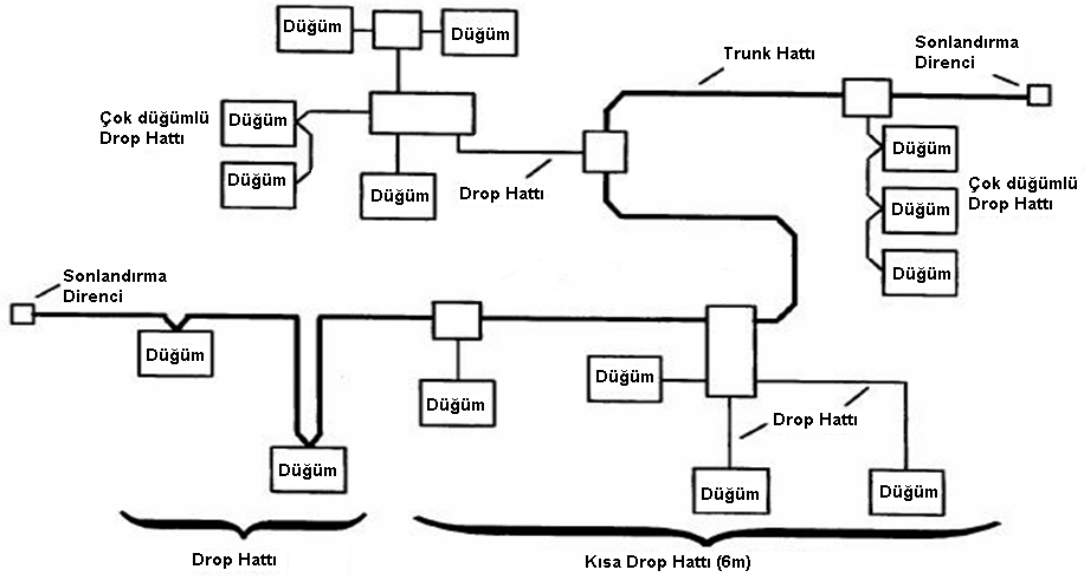
DeviceNet, diğer açık ağlar gibi yedi katmanlı OSI modelini kullanır (PUB00026R2, 2006). Bu katmanlar, Fiziksel Katman, Veri Bağlantı Katmanı, Ağ Katmanı, Ulaşım Katmanı, Oturum Katmanı, Sunum Katmanı ve Uygulama Katmanı'dır. Bu modeli temel alan ağ yapıları kurulumdan arayüz katmanına kadar uyumlu bir çalışma sağlar. DeviceNet'in OSI modelde kullandığı standartlar ve CIP'e (Common Industrial Protocol) uygulanışı Şekil 3.5'te gösterilmektedir.



Şekil 3.5 DeviceNet OSI model (ODVA'nın resmi internet sitesinden alınmıştır.)

3.3.2.1 Fiziksel Katman

DeviceNet sinyal ve gücü taşımak için Trunk Hattı (Ana hat) / Drop Hattı (Dal Hattı) topolojisini ve bu topoloji içinde sinyal ve küçük cihazlar için (sensör gibi) güç taşıma özelliği bulunan çift burgulu (twisted pair) kablo kullanır (Holl, Dave, 2004). Her cihaz ve kontrolörün ağda bir düğüm olarak adlandırıldığı DeviceNet ağında olası farklı topolojiler Şekil 3.6'da görülebilmektedir.



Şekil 3.6 DeviceNet Topolojileri (PUB00026R2, 2006)

- Bir DeviceNet ağına 64 düğüm (cihaz) bağlanabilmekte ve bu cihazlar aralarında 125, 250 veya 500 kBaud bilgi iletim hızında haberleşebilmektedir.
- DeviceNet'te farklı topolojilerde (line, daisy chain) ve çeşitli bağlantı elemanları ile kurulum yapılabilir. Drop hattı (Dal hattı) boyunca düğümler arası dal ve papatya zinciri (daisy chain) modeli kullanır. Trunk (ana hat) üzerindeki düğümler arası uzaklık maksimum 6 metre olmalıdır ancak repeater ile bu uzunluk 4 km'ye çıkarılabilir.
- Sonlandırma direnci değeri 120 Ohm'dur.
- Maksimum kablo mesafesi, kablo tipine ve bilgi iletim hızına bağlı olarak değişir. DeviceNet kablo (haberleşme) mesafeleri Tablo 3-1'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 3.1 DeviceNet Kablo Mesafeleri (PUB00026R1, 2004)

Kablo mesafeleri	125 kbit/s	250 kbit/s	500 kbit/s
Kalın Kablo ile	500 m	250 m	100 m
İnce Kablo ile	100 m	100 m	100 m
Düz Kablo ile	380 m	200 m	75 m

Maksimum Dal Uzunluğu	6 m	6 m	6 m
Maksimum Toplam Dal Uzunluğu	156 m	78 m	39 m

- DeviceNet kablosu sinyal taşımak üzere iki kablodan (CAN H-CAN L) ve güç taşımak üzere (24V DC, 8 A) 2 kablo ve bir topraklama kablosundan oluşur. Ayrıca DeviceNet, güç altında aygıtların takılıp çıkarılabilmesine de imkan verir.

3.3.2.2 Veri Bağlantı Katmanı

DeviceNet Veri Bağlantı Katmanı, CAN (Controller Area Network) kullanılarak tanımlanır. CAN birden fazla istasyondan aynı anda veri gönderilmesi durumunda çarpışmayı önleyen bir yapıya sahip olması ile bilinen bir ağ yapısına sahiptir. CAN ağı CSMA/BA protokolünü kullanır. Yani mesaj göndermek isteyen her düğüm (cihaz) önce hattın boş olup olmadığını dinler (CS: carrier sense). Ağ üzerinde bulunan her düğüm mesaj gönderebilir. (MA: multiple access). Eğer aynı anda birden fazla düğüm iletme geçer ve birbirlerini farketmezler ise BA (Bit Arbitration) yöntemi devreye girer. BA metoduna göre, CAN ağında her mesajın bir önceliği vardır. Birden fazla mesaj aynı anda gönderildiğinde önceliği düşük olan önceliği yüksek olan mesajın iletilmesini bekler. Yüksek öncelikli mesajın iletimi tamamlandıktan sonra düşük önceliğe sahip olan mesaj iletilir. Bir düğümün diğer düğüme baskın (diğer düğüme göre önceliğinin yüksek) olması, mesajların başına eklenen tanımlayıcı bitler sayesinde gerçekleşir. CAN protokolünde öncelik, lojik 0 (baskın-dominant) ve lojik 1 (çekinik-resesif) bitleri ile tanımlanır. Lojik 0 değerinin, Lojik 1 üzerine her zaman baskınlığı söz konusudur (Frey, 2007)..

3.3.2.3 Ağ ve Ulaşım Katmanları

DeviceNet, bağlantı tabanlı bir ağ olduğu için iki DeviceNet cihazı birbirine mesaj göndermeden önce iki cihaz arasında bir bağlantı kurulması gerekir. Bağlantı için CAN tanımlayıcısı (identifier) kullanılır. Bağlantı kurulduktan sonra haberleşme açık mesajlaşma (Explicit Messaging) veya I/O olarak da adlandırılan kapalı mesajlaşma (implicit messaging) yöntemi ile sağlanabilir. Açık mesajlaşma (explicit messaging) yöntemi istemci-sunucu (request-response) tabanlı, konfigürasyon ve veri toplama gibi gerçek zamanlı olması çok önemli olmayan uygulamalarda, I/O mesajları ise gerçek zamanlı verilerin haberleşmesinde kullanılmaktadır.

DeviceNet cihazları istemci, sunucu ya da ikisi birden olabilirler. Yine sırasıyla, istemci ve sunucular üretici, tüketici ya da ikisi birden olabilirler. Tipik istemci bağlantısı *istek üretir* ve yanıt alır. Tipik sunucu bağlantısı ise *istek alır* ve cevap üretir. DeviceNet bu model üzerinde çeşitli varyasyonlara izin verir. Mesela, bazı bağlantılarda istemci veya sunucu sadece mesaj alıp göndermek üzere ayarlanabilir. Bu tür bağlantılar döngüsel veya durum değiştirmek amaçlı olurlar ve bant genişlik ihtiyacını azaltırlar.

3.3.2.4 DeviceNet Üst Katmanları - CIP Protokol

DeviceNet'te uygulama katmanını CIP (Common Industrial Protocol) oluşturur. CIP, gerçek zamanlı I/O datalarının I/O mesajlaşması üzerinden; konfigürasyon, diagnostik ve kontrol gibi işlemlerde kullanılan verilerin açık mesajlaşma (explicit messaging) üzerinden iletildiği, nesnel tabanlı bir protokoldür. İki cihaz arasındaki iletişim her zaman bağlantı tabanlı bir haberleşme üzerinde sağlanabilmekte olduğu için ya tek yöne bağlantı (point-to-point) ya da çok yöne yayın (multicast) bağlantısı kullanılır. Böylece hem master/slave sistemi hem de birden fazla master kullanılan sistemler DeviceNet üzerinden haberleşebilir. Sistemdeki veriler, nesne olarak adlandırılır ve her bir cihaza ait nesneler içerisinde tanımlanırlar.

CIP ağlarının en önemli faydası dikişsiz köprüleme ve yönlendirme (seamless bridging and routing) özelliğidir. Bu özellik, herhangi bir CIP ağında, örneğin DeviceNet'te, üretilen bir mesajın, CIP teknolojisini kullanan bir başka ağda (mesela EtherNet/IP) direk olarak kullanılabilmesini sağlar. Böylece birbirine çok daha entegre otomasyon sistemleri oluşturulabilmekte, otomasyon piramidinin alt katmanlarından üst katmanlarına daha kolay ve daha çok bilgi aktarımı sağlanabilir (Imoto, 2002).

CIP'in üretici-tüketici haberleşme modeli, bir cihazdan birden fazla cihaza aynı anda veri değişimi sağlaması özelliği ile kaynak-hedef modeline üstünlük sağlar. Çünkü üretici-tüketici ağlarında mesaj kaynak-hedef modelindeki gibi hedef kimlik adresi ile değil bağlantı kimlik adresi ile tanımlanır. CIP'in bu mesaj yapısı birden fazla düğüme (tüketicie) tek bir üreticiden gelen mesajı eşzamanlı olarak gönderme imkanı verir.

3.3.2.5 DeviceNet Nesne Modeli

DeviceNet, bir nesne modeline göre cihazların tüm verilerini ve fonksiyonlarını tanımlar. Bu nesnel açıklama modeli cihazların birbirinde bağımsız nesneler aracılığı ile tanımlanarak açık bir cihaz modeli oluşturulmasını sağlar. Bağımsız nesnelere erişim bağlantı nesneleri

kullanılarak gerçekleştirilir. Bir cihaz içerisinde, ayrıca bir bileşenin özet sunumu için bir nesne bulunmaktadır. Burada nesnelere ait veriler (özellikleri), fonksiyonlar (sağladığı servisler) ve tanımlanmış davranışlar belirlenir. Nesnel tabanlı tasarım ve adresleme modeli ile DeviceNet, temel protokol ve bağlantı modelini değiştirmeden genişletilmeye de çok uygundur.

Nesne modelde her bir DeviceNet cihazının kendisine ait özellikleri (attribute), servis (service) ve davranışları (behavior) vardır. Bu modelde dört bileşenden oluşan bir adresleme yöntemi ve bir servis kodu kullanılır. Bu bileşenler, Node (cihaz) Adresi (MAC ID), nesne sınıf (object class), örnek numarası (instance number) ve özellik numarasıdır (attribute number) (Liu, Tan, Qian 2000). Bu dört seviyeli adresleme DeviceNet ağında veri iletiminde kullanılan açık mesajlaşma (explicit messaging) çalışma biçiminde kullanılır. Servis kodu ise mesajda yapılması istenen işlemi ifade eder (tek bir özelliği oku/get attribute single, tek bir özelliği ata/set attribute single, vb). Bu dört adresin değer aralıkları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 DeviceNet Nesne Modeli adresleme bileşenleri değer aralığı

Adres	En düşük	En yüksek
Node (Cihaz adresi)	0	63
Class (Sınıf kimliği)	1	65535
Instance (Durum kimliği)	0	65535
Attribute (Özellik kimliği)	1	255

DeviceNet Nesne Modelinde bulunan nesneler ve her bir nesneye ait açıklamalar aşağıda verilmiştir.

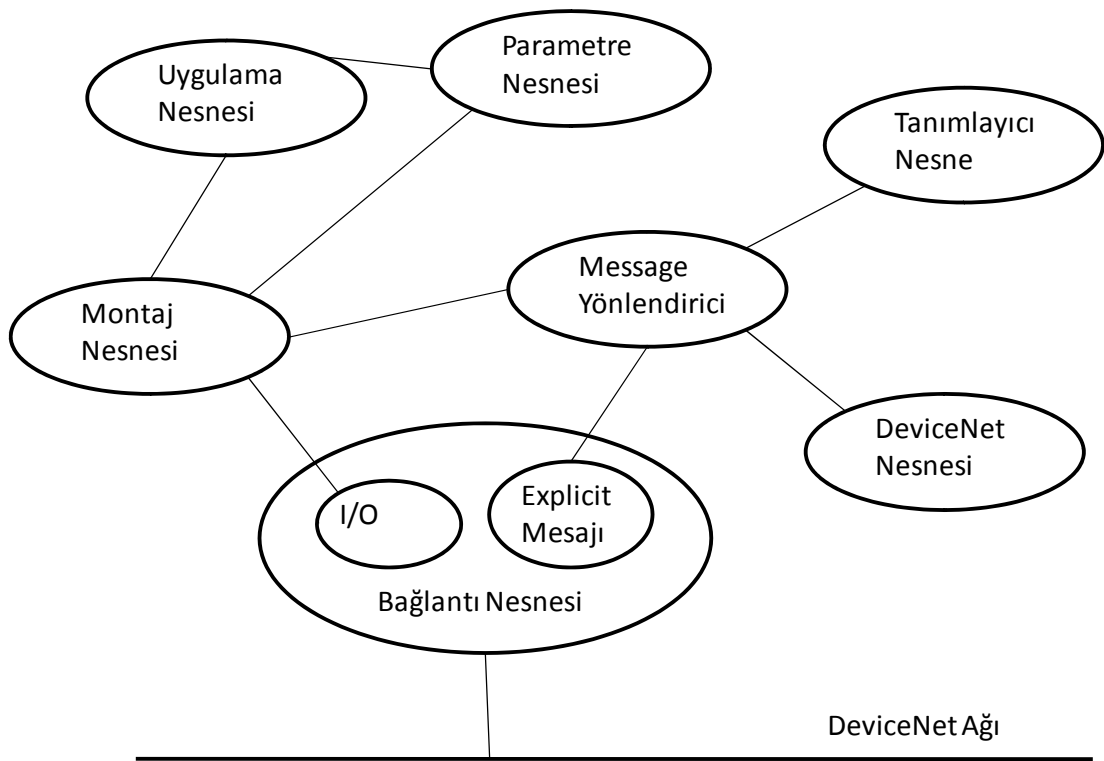
Tanımlayıcı Nesne (Identity Object): Bir DeviceNet cihazında tanımlayıcı nesneye ait bir örnek (instance 1) bulunur. Bu örneğe ait özellikler, firma kimliği (vendor ID), cihaz tipi (device type), ürün kodu (product code), revizyon (revision), durum (status), seri numarası (serial number) ve ürün ismi (product name) olarak tanımlanır. Burada kullanılabilen servis tek bir özelliği oku (get attribute single)’dur. “Tek bir özellik okuma” servisi cihaza ait tanımlayıcı nesneden aynı anda sadece bir özelliği okuma işlemine izni verir. Aynı anda

birden fazla özelliği okuma veya cihazın tanımlayıcı nesnesine herhangi bir değer yazma işlemine izin vermez.

Mesaj Yönlendirme Nesnesi (Message Router): Bir DeviceNet cihazında mesaj yönlendirme nesnesine ait bir örnek (instance 2) bulunur. Mesaj Yönlendirme Nesnesi, açık (explicit) mesajları diğer nesnelere ileten bileşendir. DeviceNet ağında genelde dışarıdan görülemez.

DeviceNet Nesnesi: DeviceNet cihazında DeviceNet nesnesine ait bir örnek (instance 3) bulunur. Bu örneğe ait özellikler: node adresi (MAC ID), bilgi iletim hızı (baud rate), veri yolu kapatma, veri yolu sayıcısı, ve yerleştirme seçimidir. Burada kullanılan servis tek bir özelliği oku (get attribute single)'dur.

Montaj Nesnesi (Assembly Object): Bir DeviceNet cihazında bir veya daha fazla montaj nesnesi bulunabilir. Bu nesnelerin amacı farklı uygulama nesnelerindeki farklı özelliklerin bir mesaj ile iletilebilecek bir özellikte toplanabilmesidir.



Şekil 3.7 DeviceNet Nesne Modeli (Liu, Tan, Qian 2000)

Parametre Nesnesi (Parameter Object): Parametre Nesnesi cihazlarda isteğe bağlı olarak bulunur ve cihaz konfigürasyonu için gerekli parametreleri içerir. Cihazda kontrol edilecek

herbir parametre için bir örnek numarası tanımlanır. Parametre nesnesi, konfigürasyon araçlarının bütün parametrelere ulaşabilmesi için standart bir yol olarak kullanılır. Konfigürasyon seçenekleri parametrelerin özellikleri olarak belirlenir ve özelliğin değerini, alabileceği sayı aralıkları, karakter dizgisi, limit değerleri gibi verileri içerir.

Uygulama Nesneleri (Application Objects): Bir cihazda, genelde, parametre ve montaj nesneleri ile birlikte, en az bir uygulama nesnesi bulunur. Bu uygulama nesnelerinde kullanılabilecek, tanımlı birçok standart nesneler bulunmakla birlikte, DeviceNet'te kullanılacak cihaza ait özel uygulama nesnesi her bir üretici firma tarafından yapılandırılır.

Bağlantı Nesnesi (Connection Objects): Bir DeviceNet cihazında en az iki bağlantı nesnesi bulunur. Her bir bağlantı nesnesi DeviceNet ağında bulunan iki düğüm (cihaz) arasındaki bir bağlantıyı temsil eder. Bu iki bağlantı tipine *açık mesajlaşma* (explicit messaging) ve I/O mesaj denir. Açık mesajlar, özellik adreslemesini (attribute addressing), özellik değerlerini (attribute values) ve servis kodunu (service code) kullanarak istenen işlemi yerine getirir. I/O mesajlar ise sadece verileri içerirler. Bir I/O mesajında verinin nasıl kullanılacağı ile ilgili bilgi gönderilen I/O mesaja ait bağlantı nesnesinde bulunur.

Mesajlaşma (Messaging) :

DeviceNet uygulama nesneleri, öncelikleri kontrol ederek tanımlayıcıların nasıl atanacağını belirler, CAN altyapısının nasıl kullanılacağına karar vererek servisleri ve veri iletim işlemlerini düzenler.

Bir haberleşme ağında iletişimin nasıl yapılacağı çok büyük önem taşır. DeviceNet, kaynak-hedef modeli yerine daha verimli bir yöntem olan üretici-tüketici modelini kullanmaktadır (Liu, Tan, Qian 2000). Bu yöntemde her bir paketin bir tanıtıcı alanı vardır ve bu tanımlayıcı alan, farklı öncelik seviyeleri, daha verimli I/O transferi, ve birden fazla tüketici özelliği sunmaktadır. Mesaj gönderecek olan cihaz, uygun bir tanımlayıcı ile birlikte ağa mesajını gönderir. Ağ üzerindeki bütün cihazlar mesajı dinler. Mesajdaki tanımlayıcıya uygun olan cihaz mesajı alır. Üretici-tüketici modeli ile artık mesaj sadece iki düğüme (kaynak-hedef) özel olarak kalmamaktadır. Bu haberleşme yöntemiyle mesela bir kontrolör birden fazla sürücüyü aynı anda tek bir mesaj ile, daha az bant genişliği kullanarak başlatabilir. Üretici-tüketici modeli ile cihazlar bir master ihtiyacı olmadan otomatik olarak haberleşebilirler (Schiffer, Vandesteeg, Vasko, 2000).

Daha önce de belirtildiği gibi DeviceNet iki farklı mesajlaşma yöntemi kullanmaktadır: Açık mesajlaşma (Explicit Messaging) ve I/O mesajlaşma (implicit messaging).

Açık Mesajlaşma (Explicit Messaging): Açık mesajlar iki cihaz arasında birebir haberleşme yolu kullanan, çok amaçlı mesajlardır. Cihaz konfigürasyonları ve diagnostik işlemlerinde yaygın olarak kullanılan tipik bir istemci-sunucu yönlendirmeli (request-response oriented) ağ haberleşme yöntemini kullanırlar (Lian, Moyne, Tilbury 2001). Genel olarak düşük öncelikli tanımlayıcılardan oluşurlar ve veri alanında, yapılacak olan işlemi ve nesne özellik adreslerini de içeren özel anlamlı işlemler bulunur.

I/O (Kapalı) Mesajlaşma (Implicit Messaging): I/O mesajları üretici ile tüketici arasında, kararlı, belirli bir amaca yönelik olarak kullanılan ve genellikle gerçek zamanlı verilerin taşındığı bağlantılardır (Lian, Moyne, Tilbury 2001). Tek yönlü ve çok yönlü iletişim yöntemlerinde kullanılabilirler ve yüksek öncelikli tanımlayıcılara sahiptirler. 8 byte'lık veri alanında herhangi bir protokol içermezler. Mesajın anlamı bağlantı kimliği dediğimiz (connection ID) CAN tanımlayıcısından anlaşılır. Bu mesajlar gönderilmeden önce alıcı ve verici bütün cihazların konfigürasyonlarının yapılmış, üretici ve tüketici için lazım olan kaynak ve hedef nesne özelliklerine ait adresler belirlenmiş olmalıdır.

3.3.3 DeviceNet Master/Slave Bağlantısı

Basit DeviceNet cihazlarında master/slave bağlantısı kullanılmaktadır (PUB00026R1, 2004). DeviceNet protokollerinin bu alt grubu, kontrolör -PLC- (master) ve dağıtılmış kontrol sistemi ürünleri (slave) arasındaki I/O haberleşmesini kolaylaştırmaktadır. Bu bağlantı tipinde desteklenenler slave I/O yöntemleri, polled I/O (oylama), durum değişimi (change-of-State) ve döngüsel (cyclic) haberleşmedir.

Polled (oylama): Oylama yöntemi noktadan noktaya mesajlaşma gibi düşünülebilir. Polled I/O mesajı kullanan *slave*'ler, *master*'ın tarama listesinde tanımlanan sıraya göre, master aygıttan “çıkış (output)” verisi alırlar ve bir onay mesajı gönderirler. Master'ın oylama hızı (polling rate), tarama listesindeki düğüm sayısı, DeviceNet'in bilgi iletim hızı (baud rate), master ve tarama listesindeki düğümler tarafından üretilen toplam mesaj boyutu ve master cihazının kendi iç döngü süresi (internal timing) ile belirlenir. Belirli bir sistem konfigürasyonunda bu mesajlaşma metodu kararlı bir yapıya sahiptir. Polled I/O “çıkış” verisi tek yönlü veya çok yönlü olabilir.

Cyclic (döngüsel): Döngüsel I/O mesajı üretmek için yapılandırılmış bir cihaz, verilerini kesin tanımlanmış aralıklarla üretir. Bu tip I/O mesajlaşma, sistemin uygulamaya uygun bir hızda veri üretecek şekilde yapılandırılmasını mümkün kılar. Bu yapı, uygulamaya bağlı olarak, kablo üzerindeki trafiği azaltarak ve daha etkin bir bant genişliği kullanımı sağlayabilir.

Change of state (durum değişimi): DeviceNet’de dört farklı durum değişimi mesajı vardır. Bunlar, master mesajı, slave mesajı, master onay mesajı ve slave onay mesajıdır. Durum değişimi mesajında cihaz, her veri değişiminde veya kalp atışı oranındaki bir sürede veri üretir. Bu ayarlanabilir kalp atışı oranı süresi, tüketici cihazlara, üreticinin hala aktif ve kullanılabilir olduğunu bildirir.

3.3.4 DeviceNet Cihaz Profili

CIP’de “cihaz tipi” özelliği ile cihazlara ait profiller tanımlanır. Belirli bir cihaz tipi için, CIP nesnesinde gerçekleştirilecek, konfigure edilecek özellikler ve I/O veri formatları belirlenir. Nesne uygulamasındaki bu işlem, cihazlar arasında daha net bir arayüz oluşmasını sağlar ve farklı firmalara ait cihazların kullanılabilmesini (interchangeability) destekler (Sun, Zhao, Liu, 2006).

3.3.5 EDS (Electronic Data Sheet) Dosyalarının Kullanımı

DeviceNet’e uyumlu cihaz üreten her firma, ürettiği cihaz için bir elektronik veri dosyası (EDS) hazırlamak zorundadır. Bu EDS dosyaları ilgili cihaza ait bütün haberleşme parametrelerini içerir. DeviceNet yapılandırma araçları (Omron Cx-Integrator gibi ağ yapılandırma yazılımları) EDS dosyasını, cihazın tanımlanmasında ve bulunduğu DeviceNet ağı üzerindeki konfigürasyonunun yapılmasında kullanır.

3.4 ETHERNET/IP

Ethernet ve İnternet uygulamaları, kontrol, koruma, konfigürasyon, bakım, izleme-takip ve değerlendirme gibi fonksiyonlarda kullanılmak üzere fabrika otomasyonlarının her aşamasında yaygınlaşmıştır. Fakat bu teknolojiler daha çok kritik zamanlı olmayan sistemlerde uygulanmaktadır. Ethernet teknolojisini kritik zamanlı uygulamalarda da kullanabilmek ve üstünlüklerinden yararlanabilmek amacıyla Endüstriyel Ethernet protokolleri geliştirilmiştir. EtherNet/IP, ilk olarak Rockwell Automation tarafından geliştirilmiş olup bugün, DeviceNet ve ControlNet gibi Open DeviceNet Vendor Association (ODVA) tarafından desteklenen bir endüstriyel ethernet ağıdır.

Endüstriyel Ethernet Protokolü (EtherNet Industrial Protokol) manasına gelen EtherNet/IP, endüstriyel ortamlarda ve kritik zamanlı uygulamalarda kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Standart IEEE 803.2 Ethernet ve TCP/IP teknolojisi ile birlikte uygulama katmanında gerçek zamanlı kontrol uygulamalarında kullanılan uygulama protokolü CIP (Common Industrial Protocol) teknolojisine sahip bir açık ağ yapısıdır. CIP protokolü, DeviceNet ve ControlNet tarafından da kullanılan bir uygulama katmanı protokolü olması sebebiyle farklı ağlar arasında kapı görevi görmektedir.

3.4.1 EtherNet/IP ile Ethernet Arasındaki Farklar

EtherNet/IP prensipte Ethernet'in endüstriyel uzantısı ve uygulama katmanında CIP protokolü ile geliştirilmiş hali olarak düşünülebilir. CIP protokolüne ait mesajlar, Ethernet mesaj paketi içerisine gizlenmiş halde hedef düğüme (cihaza) gönderilir. Mesaj paketi, Ethernet üzerinde alıcıya iletilir, alıcı mesajdaki bilgi verisini CIP protokolüne göre ayrıştırır, okur ve göndermek istediği mesajı yine aynı şekilde kodlayarak gönderir. CIP protokolü kullanılarak gerçekleştirilen bu uygulama, hem farklı üreticilere ait hem de farklı ağlarda bulunan bütün cihazlar arasında sağlanabilir.

EtherNet/IP kullanılarak Ethernet (TCP/IP) üzerinden açık (explicit) mesaj gönderilebilir. Açık mesajlaşma (explicit messaging) ile cihaz konfigürasyonu, programlanması, diagnostik gibi büyük ölçekli veriler gönderilebilir.

EtherNet/IP, UDP/IP (User Datagram Protocol/Internet Protocol) protokolü üzerinden kullanıldığı zaman gerçek zamanlı iletişimi destekler. Bu protokol, çok yönlü haberleşmeyi

(multicast) destekler ve bunu kapalı (implicit) mesaj olarak bilinen mesajlaşma yöntemi ile sağlar. Bu mesajlaşmada sadece gerçek zamanlı giriş-çıkış değerleri iletilir. Kapalı (implicit) haberleşme kısa aralıklar ile döngüsel olarak tekrarlanır ve değer değişiklikleri izlenir.

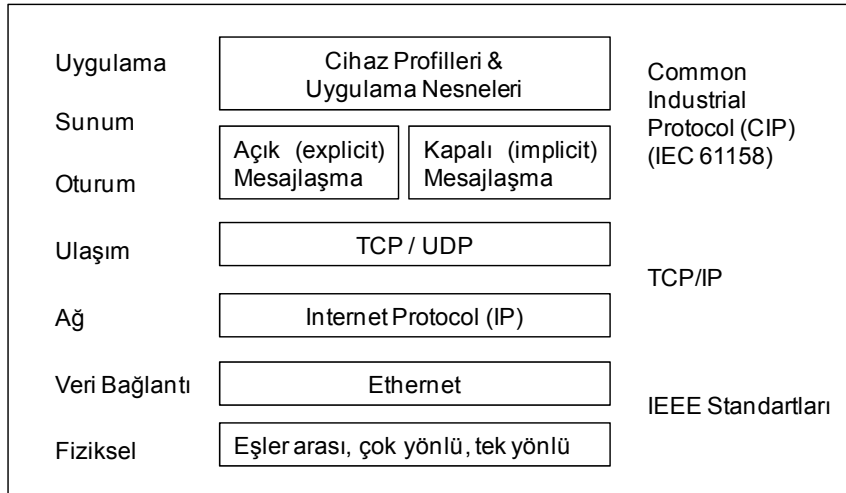
EtherNet/IP, TCP/IP ve UDP/IP protokollerini birleştirerek açık (explicit) ve kapalı (implicit) mesaj paketlerini beraber taşır. Böylece hem UDP üzerinden gerçek-zamanlı kontrol verileri hem de TCP üzerinden büyük ölçekli veriler paralel olarak iletilebilir.

EtherNet/IP'nin fabrika otomasyonunda sunduğu diğer avantajlar aşağıda sunulmuştur.

- Diğer CIP ağları gibi haberleşmede üretici-tüketici iletişim yöntemini kullanıyor olması, üretilen bir mesajın aynı anda bir veya birden fazla cihaza ulaşmasını sağlar ve diğer yöntemlere göre çok daha verimli bant-genişliği kullanımı sunar.
- HTTP, FTP, SNMP gibi standart internet protokolleri ve OPC gibi veri erişimi ve iletiminde kullanılan standart endüstriyel protokoller ile uyumludur.
- IEEE Ethernet standartları ile uyumlu olması kullanıcıya farklı hızlarda iletişim ve farklı mimarilerde ağ yapıları kurma imkanı sunar (fiber ve kablosuz hatlar gibi).

3.4.2 EtherNet/IP'nin OSI modeline Uygulanması

EtherNet/IP, diğer CIP ağları gibi yedi katmanlı Açık Sistem Arabağlantı (OSI) modelini takip eder (PUB00138R3, 2006). Bu yedi katman; Fiziksel Katman, Veri Bağlantı Katmanı, Ağ Katmanı, Ulaşım Katmanı, Oturum Katmanı, Sunum Katmanı ve Uygulama Katmanı'dır. Bu yedi katman ağ protokollerinin uygulanmasında bir çatı modeli teşkil eder. EtherNet/IP'nin OSI model ve CIP'e uygulanışı Şekil 3.8'de gösterilmektedir.



Şekil 3.8 EtherNet/IP OSI modeli (PUB00138R3, 2006)

Diğer CIP ağları gibi EtherNet/IP de oturum, sunum ve uygulama katmanında CIP, ulaşım ve alt katmanlarında ise standart ethernet teknolojisini kullanır.

3.4.2.1 Fiziksel Katman ve Veri iletişim Katmanı

EtherNet/IP fiziksel katman ve veri bağlantı katmanında IEEE 802.3 teknolojisini kullanır. Bu katmanlar, standart fiziksel ortam özelliklerinin, cihazlar arasında iletilecek olan mesaj paketlerinin ve birden fazla cihazın aynı anda haberleşmek istemesi durumunda ağın nasıl tepki vereceğinin tanımlandığı katmandır.

Ağ altyapısı olarak EtherNet/IP genelde yıldız topolojiye göre düzenlendiği gibi cihazlar arasında direk (point to point) bağlantı ile de kullanılabilir. Yıldız topoloji, bir anahtara (switch) birçok cihazın bağlanması ile sağlanır. Bağlantılar CAT-5E Ethernet kablosu ve RJ45 konnektörler kullanılarak yapılabileceği gibi uzun mesafelerde fiber kablolar ve konnektörler kullanılarak da sağlanabilir.

IEEE 802.3 standardı EtherNet/IP Veri İletim Katmanı'nda cihazlar arası veri paketleri iletimini düzenlemede CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) mekanizmasını kullanır (Frey, 2007).. Bu mekanizma, paylaşımlı bir ağda veri gönderecek olan bir düğümün ağı dinlemesi, eğer başka bir düğümden veri gönderiliyor ise verinin iletilmesi bittikten sonra kendi verisini göndermesi şeklinde çalışır. Bu, yarı çift yönlü (half - duplex) iletimde kullanılır ve veri alımı ve iletimi aynı anda sağlanamadığı için kritik-zamanlı uygulamalarda kullanımı uygun değildir. Tam çift yönlü (Full-duplex) Ethernet ağları ile aynı

anda veri gönderim ve alım işlemleri gerçekleştirilebilmektedir.

IEEE 802.3 standardına göre Ethernet ağındaki her bir cihazın üretici firma tarafından verilmiş bir MAC (Media Access Control) numarası vardır. Ağda gönderilen her mesajın adres bölümünde ilgili cihazın MAC adresi belirtilir (Frey, 2007)..

3.4.2.2 Ağ Katmanı ve Ulaşım Katmanı

Ağ ve ulaşım katmanlarında EtherNet/IP, internet standardı olan TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) protokolünü kullanır. TCP/IP protokolü ağ fonksiyonlarını yerine getirmek için gerekli adresleme, bağlantı kurulumu ve veri değişim mekanizmalarını içermektedir.

Standart CIP mesajları bu katmanda ethernet mesajı içerisine saklanır. Daha sonra TCP/IP protokolünden içerisindeki CIP mesaj ile birlikte veri iletim katmanına aktarılır ve fiziksel katmana iletilerek ağa gönderilir.

TCP/IP protokolünde bulunan TCP, bağlantı merkezli ve tek yönlü (unicast) iletim mekanizması olup veri akış kontrolü ve mesaj iletim olayı gibi işlemlerin gerçekleştiği kısımdır. Düğümler her bir mesajı yorumlayarak istenilen görevi yerine getirir ve cevap gönderirler. Büyük miktarda veri taşımaya imkan vermesi ve güvenilir bir protokol olması sebebiyle EtherNet/IP, CIP protokolüne ait explicit mesajların iletiminde TCP/IP mekanizmasını kullanır.

TCP/IP protokolünde bulunan IP, olası farklı yollar üzerinden mesaj paketlerinin dağıtılması işlemini yerine getiren kısımdır. İnternet tarafından kullanılan, ana yolun bozulması durumunda farklı yollar üzerinden veri iletim sistemi endüstriyel ağlarda da uygulanmaktadır. Bu katmanda bulunan bütün cihazlara ayrı ayrı birer IP adresi atanır.

Gerçek-zamanlı haberleşme için EtherNet/IP, IP protokolü ile beraber birden fazla adrese çok yönlü iletişim yapabilen UDP protokolünü kullanır. Burada herhangi bir protokol bilgisi taşınmaz ve önceden bir bağlantı kurulmuş olması gerekmez. Mesaj gönderildiği anda bağlantı kurulur ve mesaj iletilir. Mesajın gönderilme garantisi yoktur ve açık (explicit) mesajlara göre daha küçük miktarda veri gönderilebilir. Bu sebeplerden dolayı daha hızlı iletişim sağlanır. EtherNet/IP, UDP/IP üzerinden gerçek-zamanlı I/O verilerinin iletimini gerçekleştirir.

3.4.2.3 Üst Katmanlar

EtherNet/IP, üst katmanlar denilen oturum, sunum ve uygulama katmanında nesnel tabanlı bir protokol olan CIP'yi (Common Industrial Protokol) kullanır. CIP ile ilgili detaylı bilgi bölüm 3.3.2.4'de anlatılmıştı.

3.4.3 ODVA (Open DeviceNet Vendor Association)

ODVA, üyeleri dünyanın önde gelen otomasyon firmalarından oluşan uluslararası bir kuruluştur. ODVA, CIP'yi (Common Industrial Protocol) temel alan yeni teknolojileri desteklemektedir. CIP teknolojileri arasında DeviceNet, EtherNet/IP, CompoNet, CIP Motion, CIP Safety ve CIP Sync bulunmaktadır. ODVA bu teknolojilerin geliştirilmesini destekler, üreticilere ve CIP ağları kullanıcılarına gerekli araç-gereç (yazılım, vb.) sağlayarak, eğitim ve pazarlama faaliyetleri düzenleyerek yardımcı olur.

ODVA'ya ODVA tarafından belirlenen ücreti ödeyen herhangi bir kişi veya kuruluş DeviceNet veya EtherNet/IP patentine sahip olabilir. DeviceNet-EtherNet/IP üretimi yapan veya yapmak isteyen her şirket ODVA'ya katılabilir ve ürün geliştirme çalışmalarında yer alabilir. ODVA'nın yetkili test servis sağlayıcılarının birinden uygunluk testinden geçen ve ODVA'dan resmi uygunluk bildirisi alan DeviceNet-EtherNet/IP ürünleri açık ve çoklu üretici sistemine ve özelliklerine uyulması için ODVA tarafından sertifikalandırılır.

3.5 Saha veri yolu'nun Geleceği

Bugün bir çok saha veri yolu, farklı alanlarda ve firmalar tarafından kullanılsa da hizmet verenlerin ve kullanıcıların tek bir ürünü fabrikanın her alanında kullanma isteği her geçen gün daha fazla ön plana çıkmaktadır.

Bilişim teknolojilerindeki hızlı ilerleme ile birlikte Ethernet ve IP tabanlı iletişim artık otomasyon dünyasında da yerini sağlamlaştırmaktadır. Artırılmış bantgenişliği, yüksek veri taşıma kapasitesi, dikişsiz entegrasyon gibi özellikleri gerçek-zamanlı iletişim kapasitesi ile birleştirmesi ve OPC server gibi ofis uygulamalarına uyum sağlayabilmesi endüstriyel etherneti ön plana çıkarmaktadır. Fakat, güvenlik ve emniyet alanında daha fazla ilerleme kaydedilmiş (SafetyNet, ProfiSAFE, vb) veri yolu çeşitlerinin geliştirilmesi ve sahaya entegre olmaları gerekmektedir (Frey, 2007)..

4. KAYNAK OTOMASYONU UYGULAMASI

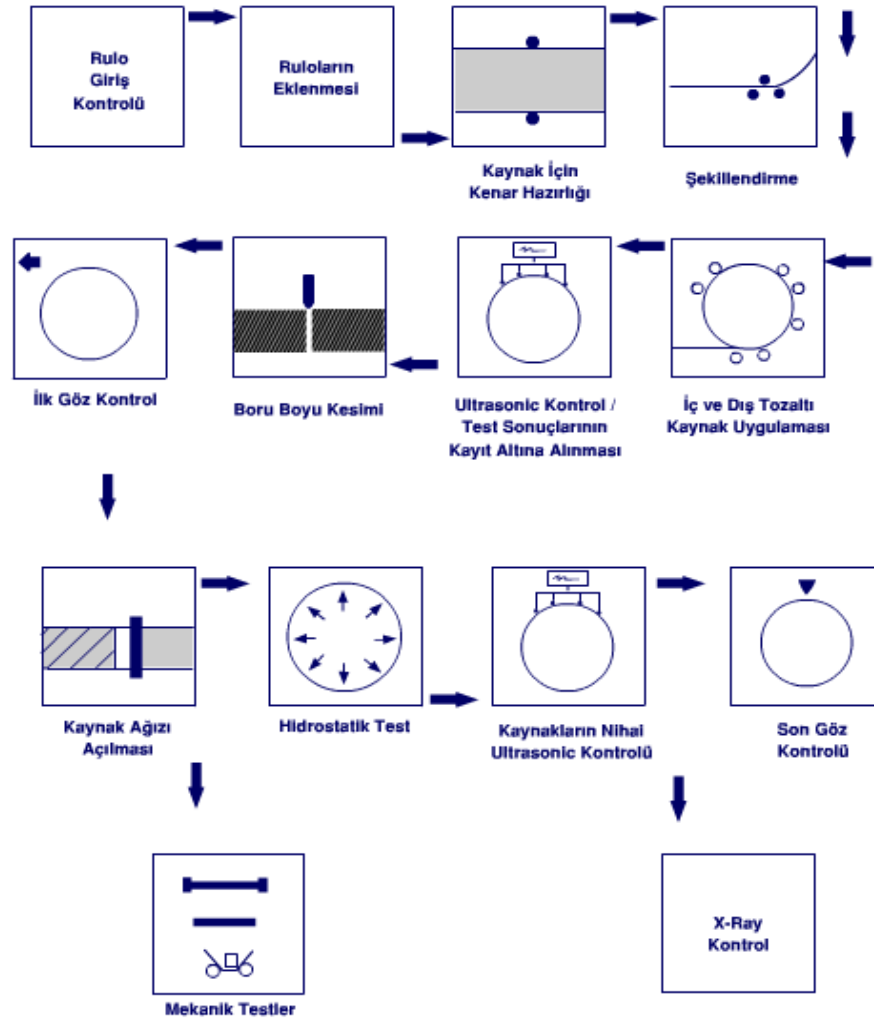
4.1 Çelik Boru Üretimi ve SWP Makinesi

Günümüzde başta petrol boru hatlarında ve gaz taşımacılığında olmak üzere su taşımacılığı, rafineriler ve endüstriyel boru ağlarında kullanılan çelik boru üretimi boyuna kaynaklı çelik boru ve spiral kaynaklı çelik boru olmak üzere iki tipte üretilmektedir. Bu bölümde spiral kaynaklı boru üretiminde kullanılan SWP (Spiral Welded Pipe-Spiral Kaynaklı Boru) makinesine ait bir uygulamadaki kaynak otomasyonu anlatılacaktır.

İngilizce açılımı Spirally Welded Pipe Machine (Spiral Kaynaklı Boru Makinesi) olan SWP makinesi, rulo halinde bulunan sac malzemeyi doğrultup, kenarlarını frezeleyip kıvrırarak içten ve dıştan kaynak yardımıyla form verip, istenilen boyutta (maksimum 30 m) boru yapmakta kullanılır. Bu uygulamada kullanılan spiral kaynaklı boru (SWP-spiral welded pipe) makinesi ile çapı 0.3 m - 3.0 m, boru kalınlığı 4.0 mm – 25 mm aralığında değişen birim uzunluğu 20 m olan çelik borular üretilebilmektedir.

SWP üretim akışı Şekil 4.1’de kısaca gösterilmiştir. Çelik boru makinesinin girişine rulo halinde bulunan çelik levhalar eklenir. Burada açılarak düz hale getirilen levhaların kenarları frezelenerek kaynak için hazırlanır. Boru çapı şekillendirme aşamasında ayarlanır, iç ve dış kaynaklar yapılır ve boru hazır hale gelir. Sonraki aşamalarda farklı testler yapılarak boru kalitesi kontrol edilir ve boru istenilen boyutlarda kesilir.

SWP üretim aşamalarından en önemlisi şekillendirme ve iç-dış kaynak işlemlerinin gerçekleştiği kısımdır. Şekillendirme işlemi ile oval bir şekil alan çelik levhalar iç ve dış kaynak işlemleri ile boru haline gelirler. Bu nedenden dolayı kaynak işlemleri sırasında kullanılan parametreler ve değerleri kaynak kalitesini ve dolaylı olarak boru kalitesini önemli ölçüde ilgilendirmektedir.



Şekil 4.1 SWP üretimi akış şeması (Erciyas Boru Fabrikası'nın internet sitesinden alınmıştır)

4.2 Kaynak ve Tozaltı Kaynak Yöntemi

Kaynak; birden fazla parçanın ısı veya basınç yardımıyla birleştirilmesi veya ek bir malzeme kullanarak yüzeyinin kaplanmasıdır. Eğer kaynak enerjisi yardımıyla metal bölgesel olarak ergitiliyorsa bu bir “ergitme kaynağı”, metalleri ergitmeden ve ilave metal kullanmadan, basınç yardımıyla kaynak uygulanıyorsa “basınç kaynağı” diye isimlendirilir.

Ergitme kaynağı da kendi içerisinde gaz ergitme ve elektrik ark kaynağı olmak üzere iki kısımdır. SWP makinelerinde bir elektrik ark kaynağı yöntemi olan ve ergiyen elektrot kullanarak yapılan tozaltı kaynak yöntemi kullanılmaktadır. Diğer yaygın ark kaynağı yöntemleri; Örtülü Elektrot Ark Kaynağı, Gazaltı Kaynağı, Özlü Telle Ark Kaynağı, ve TIG

Kaynağı'dır.

Tozaltı Kaynak Yöntemi:

Tozaltı kaynak yöntemi, bir tel elektrot ve iş parçası arasında oluşan ark ve “Flux” adı verilen özel bir kaynak tozu kullanılarak yapılan bir ark kaynağı yöntemidir. Flux, meydana gelen arkin, erimiş metali havanın olumsuz etkilerinden korumak için kullanılır. Bu yüzden toz miktarı, arkı örterek atmosferik etkilerden kaynağı koruyacak ve sıçrama olmayacak şekilde ayarlanmalı ve kaynak hattı boyunca dökülmelidir. Ark, kaynak teli ile iş parçası ve kaynak tozu arasında kaldığı için görülemez. Kaynak teli, tel besleme ünitesi aracılığıyla, kaynak süresince sabit bir tel besleme hızında ark bölgesine iletilir ve arkta kararlılık sağlanır. Ark, tel ve tozun bir miktarını eritir. Erimiş kaynak tozu cüruf adı verilen ve erimiş metali tamamen örterek kaynak metalinin oksitlenmesini önleyen bir tabaka oluşturur. Kaynak ilerledikçe oluşan cüruf kendiliğinden kaynak metali üzerinden ayrılır. Erimemiş olan toz ise ayrıştırılarak tekrar kullanılmak üzere geri toplanır.

Toz altı ark kaynağı, otomatik bir kaynak yöntemidir. Bazı uygulamalarda birden fazla tel elektrot beraber kullanılabilir. Elektrotlar “ikiz ark (twin arc)” denilen yöntem ile yan yana, tek bir kaynak makinesi ile kullanıldığı gibi, birden fazla elektrot arka arkaya kullanılarak yüksek kaynak hızı ve kaynak kalitesi amaçlanabilir.

4.3 Kaynak Otomasyon Sistemi

Kaynak otomasyonu uygulaması ile SWP üretim aşamalarından birisi olan kaynak işlemlerinde kullanılan bütün kaynak cihazları tek bir ekran üzerinden kontrol edilebilmektedir. Ayrıca kullanılan parametreler raporlama ve kayıt özellikleri sayesinde operatör bazlı olmaktan çıkarılarak daha önce elde edilen kalitede borunun üretiminde süreklilik sağlanmaya çalışılmaktadır. Böylece kaynak işlemlerinde en yüksek maliyetlerden birisi olan operatör maliyetinin azaltılması amaçlanmaktadır.

Kaynak otomasyonu kontrol ünitesi, PLC tarafından yönetilen hareket sensör sinyalleri, dönme sinyalleri ile akım, gerilim ve tel hızı gibi kaynak parametrelerini içermektedir. PLC ayrıca SWP makinesine ait PLC ile haberleşerek kontrol entegrasyonu sağlamaktadır.

Sistemde, operatör kullanımını kolaylaştırmak amacıyla dokunmatik ekranlardan faydalanılmıştır. Kaynak makinelerinden (Lincoln Electrici firmasına ait Powerwave ACDC

1000 cihazları) toplanan veriler, operatör ekranlarında gösterilmektedir. Kullanıcı yönetim sistemi sayesinde, kaynak makinelerine ait parametrelere erişim ve kontrol sınırlandırılmış, operatörlerin sadece yönetici veya servis mühendisinin izin verdiği parametrelere erişmesi sağlanmıştır. ACDC kaynak cihazına ait bütün parametreler operatör ekranından değiştirilebilir ve daha sonra tekrar kullanılmak üzere, belirli boru tipine ve numarasına göre PLC hafızasında tablolar halinde saklanabilir.

Kaynak kalitesi, kaynak sisteminin sahip olduğu yüksek doğruluk ve yinelenebilirlik kapasitesi ve oval kaynak metali şekline rağmen her zaman sabit bir tel-kaynak metali mesafesi sağlanarak elde edilebilir. Kaynak otomasyon sisteminde kapalı bir kamera ve ekran sistemi, özellikle küçük çaplı boru üretimlerinde, operatörün görsel olarak kaynak takibi yapmasına izin vermektedir. Böylece sisteme uzaktan erişim ve kontrol imkanı sunmaktadır. İç ve dış kaynak için ayrı ayrı kullanılan bu mini kameralar, operatör panelinde takip edilebilmekte, yatay ve dikey hizalama yapılarak kaynak noktası takibinde devamlılık sağlanabilmektedir.

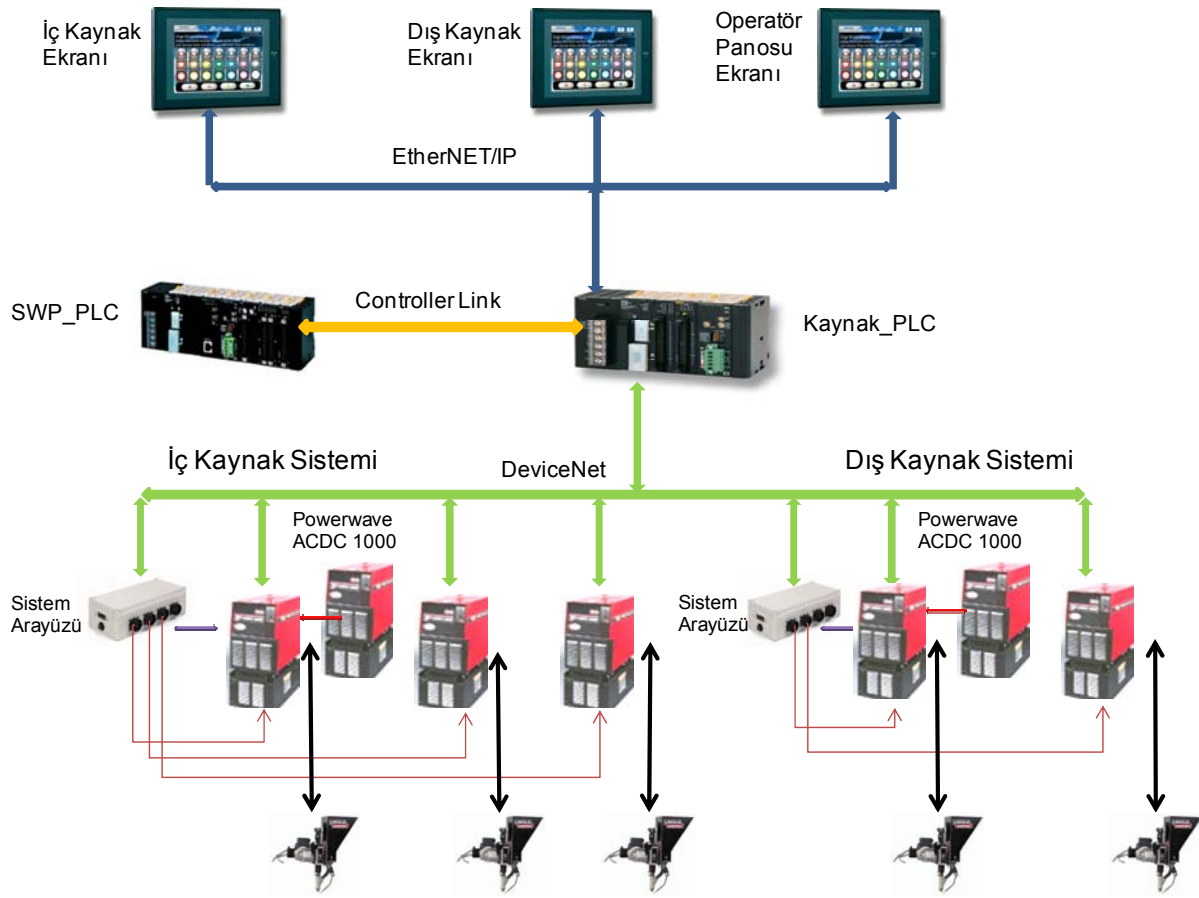
4.3.1 Tozaltı Kaynak Otomasyon Sistemi Topolojisi

SWP (Spiral Kaynaklı Boru) üretiminde kullanılan kaynak otomasyon sistemi Lincoln Electric firmasına ait olan Powerwave ACDC 1000 kaynak makineleri ve diğer kaynak araçları, Omron firmasına ait PLC (DeviceNet, Controller Link, EtherNet/IP ve I/O modülleri) ve operatör ekranları ve lazer takip sisteminden oluşmaktadır. Şekil 4.2’de otomasyon bağlantı şeması gösterilen tozaltı kaynak sistemi, iç kaynak ve dış kaynak olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır.

İç Kaynak Sistemi, 4 adet, Lincoln Electric firması tarafından üretilen, Powerwave ACDC 1000 Kaynak makinesi ve bir adet sistem arayüzünden oluşmaktadır. Sistem arayüzü cihazı, birden fazla kaynak makinesi kullanılması halinde makineler arasında frekans senkronizasyonu ve faz farkını sağlamaktadır. Faz farkı kullanılarak çoklu kaynak sistemi olarak adlandırılan ve birden fazla kaynak cihazı ile yapılan kaynak sistemlerinde kaynağı bozan, kaynak kalitesini düşüren ve kaçınılması gereken bir bileşen olan ark üfleme olayının sisteme etkisi yok edilmektedir.

İç kaynak Sistemi, Şekil 4.2’de görüldüğü gibi triple ark (3-ark) yani ard arda bağlanmış üç kaynak makinesi olarak çalışmaktadır. İlk iki kaynak cihazı birbirine Master-Slave ilişkisi ile

paralel bağlanarak bir ark, diğer iki makine ise yine birer ark oluşturarak toplam 3-arklı çoklu kaynak sistemi elde edilmektedir. İki kaynak cihazının paralel bağlanmasında amaç, normalde maksimum 1000 Amper olan kaynak cihazı çıkışının 2000 A'e yükseltilebilmesidir. Böylece yüksek akım gerektiren uygulamalarda da istenilen değer elde edilebilir. Kaynak Otomasyon Sistemi istenildiği takdirde, Tekli Ark (1-ark, single) veya Tandem Ark (2-ark) olarak da kullanıma izin vermektedir.



Şekil 4.2 Kaynak Otomasyon Sistemi Topolojisi

Dış Kaynak Sistemi, 3 adet Powerwave ACDC 1000 Kaynak makinesi ve bir adet sistem arayüzü'nden oluşmaktadır. Sistem arayüzü, iç kaynaktaki olduğu gibi, makineler arasında frekans senkronizasyonu ve faz farkını sağlamakta kullanılmaktadır.

Dış kaynak Sistemi, iç kaynak sisteminden farklı olarak tandem ark şeklinde düzenlenmiştir. İlk iki kaynak cihazı yine birbirine Master-Slave ilişkisi ile paralel bağlanmak suretiyle birinci ark, ikinci cihaz ikinci ark olmak üzere toplam 2-arklı yani tandem ark kaynak sistemi elde

edilmektedir.

İç kaynak ve dış kaynak otomasyon sistemleri tamamen *Kaynak PLC* üzerinden yönetilmektedir. Kaynak PLC, kaynak otomasyon sisteminin kontrol ve kumanda işlemlerinin yapıldığı kontrolördür. Ekranlar üzerinde komuta edilen giriş değerleri Kaynak PLC’de değerlendirilip işleme konulmakta ve çıkışlar cihazlara aktarılmaktadır. *SWP PLC* ise, çelik boru üretiminin kumanda ve kontrolünü gerçekleştirir. Ayrıca Kaynak PLC ile SWP PLC haberleşerek sistemin uyumlu bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Kaynak PLC ve SWP_PLC olarak Omron CJ1G-45H PLC’ler kullanılmıştır.

İç kaynak ve dış kaynak sisteminin PLC üzerinden kontrolü, izleme ve takip işlemleri Omron firmasına ait NS serisi dokunmatik ekranlar (HMI) tarafından gerçekleştirilmektedir. Herbir kaynak bölgesine monte edilmek üzere ayrı ayrı birer ekran ve operatör panosundan her iki kaynak bölgesinin kontrolü amacıyla üçüncü bir ekran bulunmaktadır.

Lazer takip sistemi, lazer sensör, kamera, servo motor ve bir yazılımdan oluşmaktadır. Kaynak yapılan bölgede iz takibi yaparak kaynak başlığının, kaynak bölgesine olan uzaklığını sabit tutmakta ve kaynak yerinden dışarı sapmasını engellemek amacıyla kullanılmaktadır. Otomasyon sisteminde çalışması, lazer sensör ve kameradan alınan görüntü bilgisinin kendi özel yazılımı ile değerlendirilerek yatay ve düşey uzaklığının SWP PLC’ye iletilmesi ve PLC’nin servo motor yardımı ile kaynak başlığını gereken yöne hareket ettirmesi şeklindedir.

Kaynak Otomasyon Sistemi’nde haberleşmeler, ODVA tarafından desteklenen ve aynı sunum ve uygulama katmanlarını (CIP) kullanan EtherNet/IP ve DeviceNet üzerinden sağlanmaktadır. CIP protokolü kullanan iki haberleşme sisteminin kullanılmış olması veri taşımacılığında ve gerçek zamanlı iletişim de şeffaf bir sistem oluşmasını sağlamaktadır. PLC ile kaynak makineleri arasındaki haberleşme DeviceNet üzerinden sağlanırken PLC ile operatör ekranları arasında EtherNet/IP kullanılmaktadır. DeviceNet ağı papatya zinciri (daisy chain) denilen ağaç topoloji benzeri bir topoloji ile bağlanmıştır. Ethernet/IP ağında ise bir anahtar (switch) üzerinden bağlantı kurulduğu için klasik yıldız (star) topoloji kullanılmıştır. Kaynak otomasyon sisteminde kullanılan haberleşme üniteleri Omron firmasına ait DRM21 DeviceNet modülü ve EIP21 Ethernet/IP modülüdür. PLC, EtherNet/IP ve DeviceNet arasında bir “gateway” görevi görmektedir.

PLC’ler arası haberleşme “Controller Link” ile yapılmaktadır. Controller Link hızlı bir şekilde veri taşıma amacıyla, Omron tarafından geliştirilmiş bir eşler arası kontrol ağıdır.

Controller Link ile 32 adete kadar Omron PLC'ler veya bilgisayarlar birbirine bağlanarak çok hızlı bir şekilde, program ve veri paylaşımı yapılabilmektedir. Sistemin çalışması sırasında, kaynak otomasyon sisteminde kullanılması ya da bilinmesi gereken boru üretimine ait parametreler, Controller Link ile Kaynak PLC tarafından SWP PLC'den alınmaktadır.

4.3.2 Lincoln Electric Firmasına ait “Powerwave ACDC 1000” Kaynak Makineleri

Powerwave ACDC 1000 cihazları, tozaltı kaynak yönteminde kullanılmak üzere en son teknolojiye üretilmiş, Dalga Formu Kontrol Teknolojisi kullanılan kaynak makineleridir. Dalga Formu Kontrol Teknolojisi, güç kaynağı çıkışının istenilen dalga şekline göre (farklı frekans ve genlikte AC, DC+, DC-, CC (constant current/sabit akım)-CV (Constant Voltage/sabit gerilim); sin - kare dalga) ayarlayarak kullanıcıya istediği kaynak nüfuziyeti ve yaygınlık değerlerini elde edebilme imkanı verir. Böylece yapılan kaynak uygulamasına en uygun arkın en uygun güçte elde edilebilmesi sağlanır. Farklı cihazlara faz açısı ve frekans senkronizasyonu sağlayabilme özelliği ile tekli ve çoklu-ark şeklinde veya 1000 Amper'den büyük uygulamalar için paralel bağlanarak da kullanılabilir.

4.3.2.1 Kaynak Modu ve Kontrol parametreleri

Kaynak modu özneliği, Lincoln firması tarafından Powerwave cihazında kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Güç kaynağı çıkışında nasıl bir dalga şekli olacağının belirlendiği, dalga şekline (AC-DC; CC-CV; sin-kare dalga) ve tel boyutuna göre numaralarla kodlanmış taslak değerlerin bulunduğu bir listedir. Powerwave ACDC 1000 kaynak cihazlarında kullanılan kaynak modları listesi Ek 1 kısmında verilmiştir.

Tozaltı Kaynak işlemlerinde kullanılan ana kontrol parametreleri kaynak akımı, kaynak gerilimi ve tel besleme hızıdır. Powerwave ACDC 1000 cihazlarında bu kontrol seçilen dalga şekline göre sabit gerilimde (Constant Voltage) tel besleme hızı-kaynak gerilimi; sabit akımda (Constant Current), kaynak akımı-kaynak gerilimi temel alınarak iki farklı şekilde sağlanmaktadır. Sabit akım veya sabit gerilim, farklı kaynak modu seçilerek belirlenmektedir.

Kaynak sırasında kullanılan bu parametreler aşağıda anlatılacak kaynak döngüsüne ait her bir durumda farklı değerler almaktadır. Bu farklı değerlerin Powerwave ACDC 1000 kaynak cihazındaki konfigürasyonu açık (explicit) mesaj yöntemi kullanılarak yapılmaktadır. Kaynak sırasında değiştirilmek istenen değerler ise Poll IO haberleşme (kapalı/implicit mesaj) yöntemi ile sağlanmaktadır.

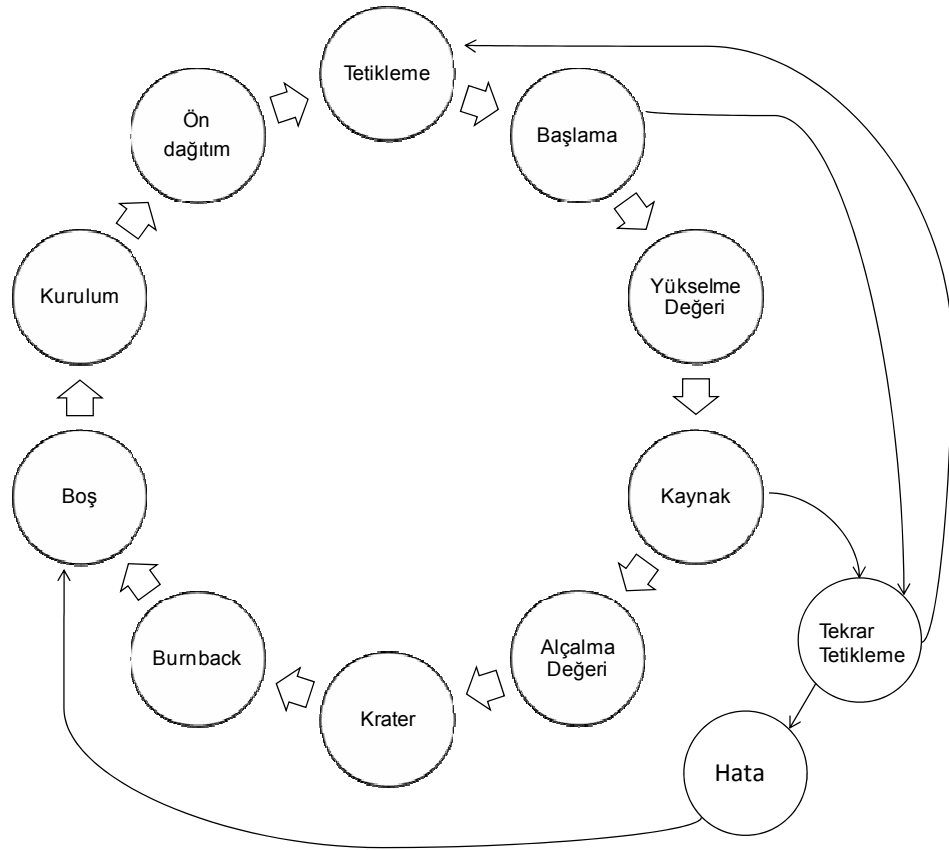
4.3.2.2 Kaynak Durum Diyagramı

Kaynak döngüsü kaynak sırasında meydana gelen durumları içeren bir dizidir. Kaynak döngüsü kontrolü ekran üzerinden zamansal ve değersel olarak ayarlanarak sağlanır. Kaynağın tetiklenmesinden sonlandırılmasına kadar kullanılan durumlar aşağıda Şekil 4.3'te "Kaynak Durum Diyagramı (Welding State Diagram)" olarak gösterilmiştir. Kaynak döngüsünde bulunan her bir duruma ait ayrıca bir zamanlama bulunmaktadır. Bu zaman değerleri, Class 101'de ilgili öznitelik değerleri kullanılarak atanmaktadır.

Boşta (idle)	:Kaynağa başlamak için bekleme durumu.
Kurulum (setup)	:Kaynak öncesi donanımların kendini hazırlama süresi. Makine çıkışı sağlanmadan önce gerilimin algılanması için geçen süre.
Öndağıtım (preflow)	:Kaynak öncesi toz dağıtımı.
Tetikleme (strike)	:Ark oluşması anıdır.
Başlama (start)	:Oluşan arkın kararlı (stabil) bir hal alması anıdır.
Yükselme Değeri (upslope)	:Kaynak değerlerinin kaynak anındaki değerlerine yükselme durumunu belirtir.
Kaynak (weld)	:Kararlı kaynak durumudur.
Alçalma Değeri (downslope)	:Kaynak değerlerinin kaynak anındaki değerlerinden ark sonu değerlerine düşme durumudur.
Doldurma (crater)	:Kaynak boşluğunun tam olarak dolması için kullanılan durumdur.
Sonlandırma (burnback)	:Kaynak telinin yapışmaması için kullanılan durumdur.
Tekrar Tetikleme (restrike)	:Tetikleme, başlama veya kaynak anında arkta bir sorun olması durumunda tekrar ark oluşturabilmek için kullanılan durumdur.
Hata (FAULT)	:Sistemden kaynaklanan bir hatada veya tetikleme durumlarında arkın oluşturulamaması halinde, kaynak makinesi hata durumuna geçer ve resetlenmeyi bekler.

Şekil 4.3'te kaynak durum diyagramı gösterilmektedir. Bu diyagramda kaynak cihazının

Çalışma durumlarını (state) sırası ile gösterilmektedir. Boş durumundan start verilmesi ile kurulum durumuna geçer ve sırası ile kaynak sırasında diğ er durumlara geçiş yapılır. Kaynak, başlama durumunda oluşan bir hata sonucu oluşturulamaz ise, tekrar tetikleme durumuna geçer ve işlem tekrarlanır. Yapılan yeni denemede kaynak yine başlatılamaz ise sistem hata durumuna geçer ve alarm bildirgesi ekranda gösterilir.



Şekil 4.3 Kaynak Durum Diyagramı

4.3.2.3 Powerwave ACDC 1000'in DeviceNet Nesne Modeline Uygulanışı

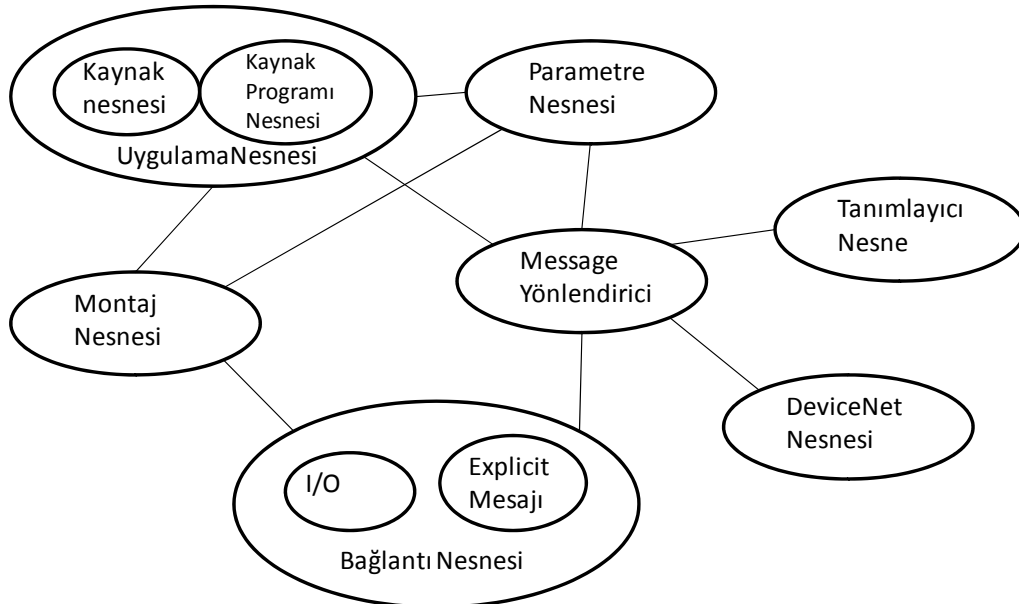
Powerwave ACDC cihazları otomasyon sistemlerinde kullanılabilmeleri amacıyla DeviceNet yapısına uygun olarak üretilmiştir. Aşağıda DeviceNet Nesne modeline uygulanışı anlatılmaktadır.

Bölüm 3'te DeviceNet ve DeviceNet Nesne Modeli anlatılmıştı. DeviceNet nesnel tabanlı bir protokoldür ve bu protokolde herbir nesneye ait sınıflar bulunmaktadır. Bir nesne sınıfında, o nesneye ait servis ve öznitelik değ erleri tanımlanmıştır. Örneğ in, yaygın olarak kullanılan

DeviceNet nesne sınıflarından bir tanesi Parametre Sınıfı'dır. Parametre Sınıfı'nda nesne modelde kullanılan her bir sınıfa ait, "bir öznitelik okuma (Read Attribute Single)" ve "bir öznitelik yazma (Write Attribute Single)" gibi servisler ve "parametre ismi (parameter name String)", "minimum değer (minimum value)", ve "maksimum değer (maximum value)" gibi öznitelikler liste halinde bulunmaktadır.

Powerwave cihazlarında kaynak güç kaynağının konfigürasyonu ve kontrolünde kullanılan *Uygulama Nesnesi* ve *Parametre Nesnesi* kullanılmaktadır. *Uygulama Nesnesi*, "Kaynak Nesne Sınıfı" ve "Kaynak Programı Nesne Sınıfı" olmak üzere iki ayrı sınıf olarak tanımlanmıştır. Şekil 4.4'te Powerwave ACDC 1000 kaynak cihazlarının DeviceNet ağına uyumu için belirlenmiş nesne modeli görülmektedir. Bu modeldeki nesneler aşağıda kısaca anlatılmıştır.

Kaynak Nesne Sınıfı: Bu sınıf, kullanılacak kaynak programından bağımsız olarak, kaynak işlemlerinde genel olarak kullanılan servis ve özniteliklerin bulunduğu sınıftır. Kaynak işlemlerinde kullanılan genel bir öznitelik olarak "Çıkış Akımı" örnek verilebilir. Powerwave'de, Kaynak Nesne Sınıfı için sadece bir tane örnekleme bulunmaktadır. Kaynak Nesne Sınıfı Class 100 olarak kullanılmaktadır.



Şekil 4.4 Powerwave Nesne Modeli

Kaynak Programı Nesne Sınıfı: Bu sınıf, kaynak işleminde kullanılacak farklı programlara

göre değişen parametreleri içerir. Bu parametrelere ait servis ve öznitelik değerlerinin bulunduğu sınıftır. Bir programdaki parametreler, uygulama yapılacak boruya veya malzemeye bağlı olarak değişen kaynak modu, kaynak akımı, kaynak gerilimi, tel besleme hızı gibi verilerdir. Class 101, Kaynak Programı Nesne Sınıfı olarak kullanılmaktadır.

Parametre Nesne Sınıfı, Powerwave cihazında kullanılan bütün parametreleri, bu parametrelere ait öznitelikleri ve örnekleri içerir. Class 15 olarak tanımlanmıştır. Öznitelik tanımlayıcı olarak tanımlanabilecek olan özel bir sınıftır. Cihazın kontrol işlemleri için Class 100 ve Class 101’de kullanılan öznitelikleri açıklayıcı sınıftır. Parametre Nesne Sınıfındaki her bir örnek Class 100 ve Class 101’deki bir özniteliğe ait değerler (min.değer, max. değer, parametre ismi, veri boyutu, veri tipi, bağlantı yolu, birimi) içerir. Bu değerler “Link Path” denilen bir bağlantı yolu özniteliği ile kendi içerisinde adreslenir ve ulaşım sağlanır.

Bağlantı Nesnesi (Connection Object), DeviceNet’te haberleşme için kullanılan nesnedir. Powerwave cihazında gerçek zamanlı haberleşme için kullanılan I/O çeşitlerinden Polled I/O ve konfigürasyon, veri toplama gibi işlemlerde kullanılan açık (explicit) mesajlaşma yöntemi kullanılır. Açık (explicit) mesajlaşma yöntemi ODVA tarafından belirlendiği şekilde kullanılmıştır.

Polled I/O ünitesi DeviceNet’e bağlı cihazların kontrolünde kullanılan ana ünedir. Üretilen giriş/çıkış (*Produced I/O*) ve tüketilen giriş/çıkış (*Consumed I/O*) olmak üzere iki kısımdan oluşur.

Üretilen giriş/çıkış (*Produced I/O*), DeviceNet ağı üzerinde üretilerek Powerwave ACDC 1000 kaynak cihazlarına gönderilen giriş-çıkış değerlerinin bulunduğu kısımdır. PLC ve ekranlardan gönderilen komutlar burada gösterilir. Kaynağın tetiklenmesi, durdurulması, istenen çıkış seviye değerlerinin kaynak sırasında cihaza gönderilmesi gibi değerler buradan kontrol edilir.

Tüketilen giriş/çıkış (*Consumed I/O*), Powerwave ACDC 1000 kaynak cihazlarından DeviceNet ağına gönderilen değerlerin bulunduğu kısımdır. Kaynak ark durumu, kaynak cihazının ürettiği kaynak akımı, kaynak gerilimi, tel besleme hızı gibi çıkış değerleri ve kaynak cihazında oluşabilecek hatalar DeviceNet ağında bulunan PLC ve ekranlara buradan gönderilir.

4.3.3 Kaynak Otomasyon Sistemi Yazılımı

Kaynak otomasyon sistemi donanım ve yazılım olarak Omron ürünleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Omron CJ1GH-CPU45 PLC, DRM21 DeviceNet modülü, EIP21 Ethernet/IP modülü, I/O modüller ve NS serisi ekranlar (HMI) Omron CX-One yazılım platformu ile beraber kullanılarak otomasyon sistemi oluşturulmuştur. Ayrıca EtherNet/IP konfigürasyonu için OMRON Network Configurator for EtherNetIP programı kullanılmıştır.

4.3.3.1 Omron CX-ONE Yazılım Platformu

Omron CX-One yazılımı, ağları, PLC'leri, HMI'leri, hareket kontrol sistemlerini, sürücüleri, sıcaklık kontrol cihazlarını ve sensörleri kurma, yapılandırma ve programlama işlemlerini tek bir çatı altında toplayan konfigürasyon karmaşıklığını azaltmayı amaçlayan bir platformdur. Omron CX-One platformu, ağ yazılımı CX-Integrator, CX-Protocol, CX-Profibus; programlama ve simülasyon yazılımı CX-Programmer, CX-Simulator, CX-Designer; hareket kontrolü ve sürücü yazılımı CX-Motion, CX-Position, CX-Drive; regülasyon ve anahtarlama yazılımı CX-Thermo, CX-Process Aracı ve NS-series Face Plate builder yazılımlarını tek bir çatı altında toplamıştır. Kaynak sistemi otomasyonunda, ağ yazılımı CX-Integrator, PLC programlama yazılımı CX-Programmer ve HMI yazılımı programı kullanılmıştır.

4.3.3.2 Ağ Konfigürasyonu

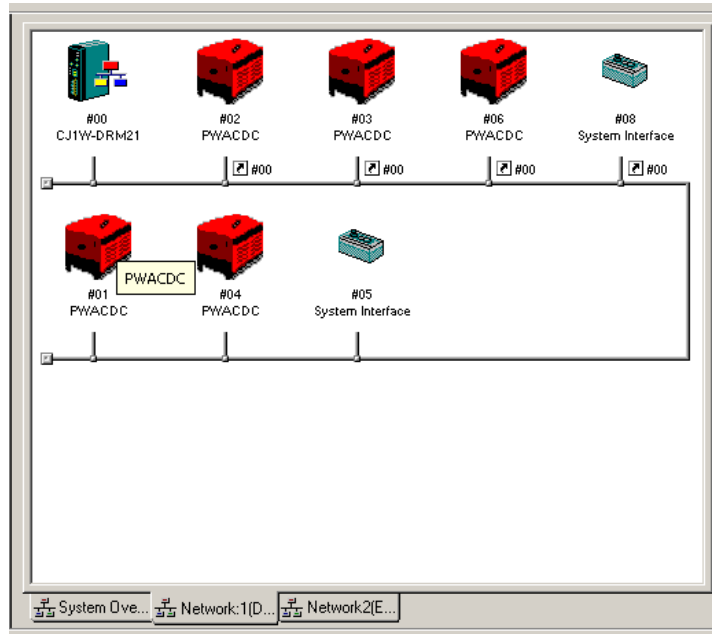
Kaynak Otomasyon Sisteminde kontrolör (Kaynak PLC) ile saha cihazları arasındaki haberleşmenin *DeviceNet* üzerinden yapıldığı belirtilmişti. Bu bağlantının yapılandırılması Omron firmasına ait CX-Integrator programı ile gerçekleştirilmiştir. Kaynak_PLC ile dokunmatik ekranlar arasında kullanılan *EtherNet/IP* ağı “Omron Network Configurator for EtherNet/IP” programı ile sağlanır.

Ağ ayarları için; ilk olarak Omron CX-Integrator Programında otomasyon sisteminde kullanılan PLC seçilir. Sistemde kullanılan diğer modülleri, PLC'ye tanıtmak için “Routing Table” açılır ve PLC'ye bağlanılır. PLC kendisine monte edilmiş modülleri tanıdıktan sonra bu modüllere ait Network ve Node adresleri konfigürasyonu yapılır ve PLC'ye yüklenir. Kaynak Otomasyon Sistemi'nde DeviceNet 1 numaralı ağ ve EtherNet/IP 2 numaralı ağ olarak belirlenmiştir.

DeviceNet ağının yapılandırılması, DeviceNet modülüne cihazların tanıtılması ve bu modülün

PLC'ye tanıtılması ile gerçekleştirilir. Omron CJ1W-DRM21 DeviceNet modülü ve Powerwave ACDC 1000 ve Sistem Arayüzü cihazları, EDS dosyaları kullanılarak CX-Integrator programında DeviceNet ağına eklenir. EDS dosyası her bir cihaz için ayrı ayrı olup cihaza ait tüm DeviceNet parametrelerini içerir. EDS dosyaları DeviceNet'e uyumlu her cihaz için üretici firma tarafından sağlandığı gibi kullanıcı kendisi de hazırlayabilir. EDS dosyaları sayesinde farklı üreticilere ait DeviceNet'e uyumlu cihazların birbirlerini tanınması ve haberleşmesi sağlanır.

Ağdaki herbir cihaz CJ1W-DRM21 modülüne kayıt (register) edilir ve I/O haberleşmede kullanılmak üzere cihaza ait adres atanır. DeviceNet üzerinden haberleşecek I/O parametreleri için DeviceNet modülüne kayıt edilen veri boyutunda ilgili adresler kullanılır. Powerwave ACDC 1000 cihazları I/O haberleşmede 8 byte giriş ve 8 byte çıkış alanı kullanır. Şekil 4.5'te, Omron DRM21 DeviceNet modülüne kaydedilmiş kaynak otomasyon sistemine ait cihazlar Omron CX-Integrator programında gösterilmektedir.



Şekil 4.5 CX-Integrator ile ağ yapılandırması

EtherNet/IP ağının yapılandırılması ise yine EtherNet/IP modülüne cihazların tanıtılması ve bu modülün PLC'ye tanıtılması ile gerçekleştirilir. “Omron Network Configurator for EtherNet/IP” programı kullanılarak Omron EIP21 modülüne bağlanılır. Ağ ve IP (node) adresi, TCP/IP konfigürasyonu (IP adresi, alt ağ maskesi ve ağ geçidi) yapılarak ayarlar

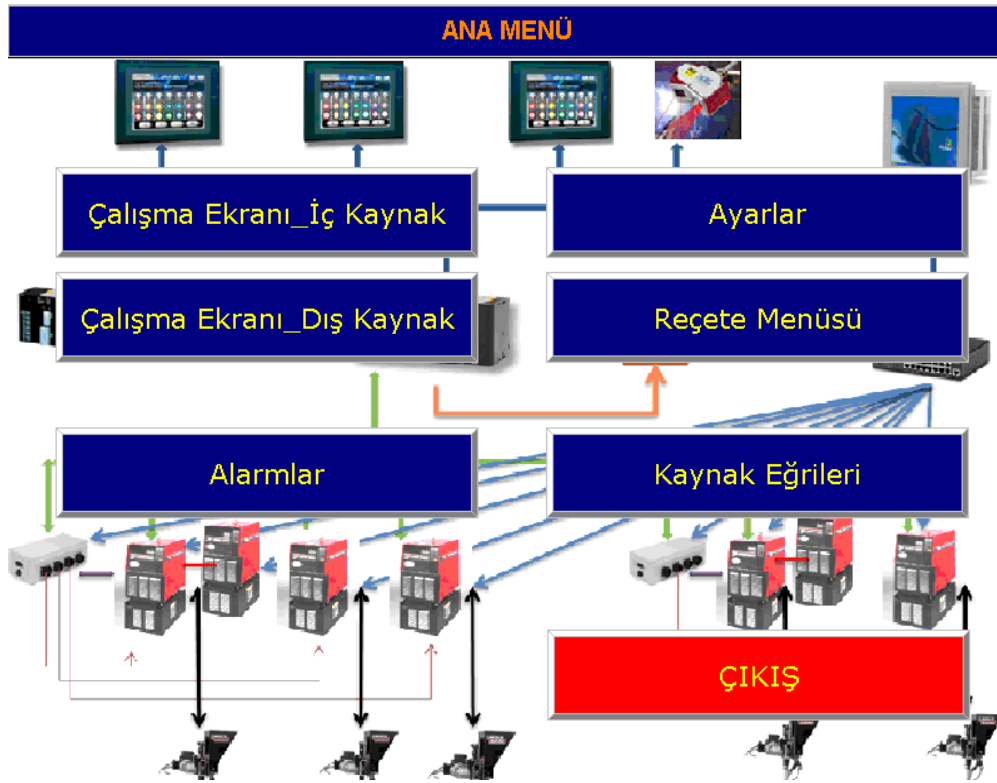
EtherNet/IP modülüne yüklenir. Tag Data özelliği kullanılmak istenilen adresler belirlenir ve EtherNet/IP modülüne yüklenir. EtherNet/IP üzerinden kullanılarak haberleşme sağlanacak olan ekranlara ait TCP/IP ayarları ise CX-Designer programı ile yapılır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta EtherNet/IP ağı üzerinde her bir ekranın IP adresleri'nin ilk üç kısmı, alt ağ maskesi ve ağ geçidinin aynı olması fakat IP'adresinin dördüncü yani cihazı belirleyici kısımlarının farklı olmasıdır. Örneğin; 192.168.250.X şeklinde tanımlanan bir IP adresinde her bir cihaz için "192.168.250" şeklinde yazılan ilk üç kısım aynı fakat "X" olarak tanımlanmış son kısım ise her cihaz için farklı olmak zorundadır.

4.3.3.3 Operatör Ekranları'nın Tasarımı

Operatör ekranları, kaynak operatörünün otomasyon sistemini kullanımını kolaylaştırmak amacıyla, kaynak cihazlarının kullanımı ve kaynak prosesi akış mantığına uygun olarak tasarlanmıştır. Ana hatları ile ekran yazılımı ve kullanımı aşağıda gösterilmektedir.

A. Ana Menü:

Kullanıcı, giriş yaptıktan sonra ilk olarak ana menü ekranını görecektir. Ana menü ekranı bütün sayfalara geçiş yapılabilen ekrandır. Aşağıdaki butonlardan biri seçilerek istenilen ekrana geçiş yapılabilir veya çıkış butonu ile sistemden çıkılır. Şekil 4.6'da Ana Menü ekranı görülmektedir.



Şekil 4.6 Ana Menü Ekranı

ÇALIŞMA EKRANI_İÇ KAYNAK: İç kaynak parametrelerini kaynak sırasında takip etmek için kullanılan sayfadır.

ÇALIŞMA EKRANI_DIŞ KAYNAK: Dış kaynak parametrelerini kaynak sırasında takip etmek için kullanılan sayfadır.

AYARLAR: Her bir kaynak cihazına ait tüm parametrelerin ayarlandığı sayfalara erişim bu sayfa üzerinden sağlanır. Ayrıca Yeni kullanıcı kaydı ve birim seçimi işlemleri de bu sayfadan sağlanır.

REÇETE MENÜSÜ: Reçete işlemleri için kullanılan menüye geçiş sağlar.

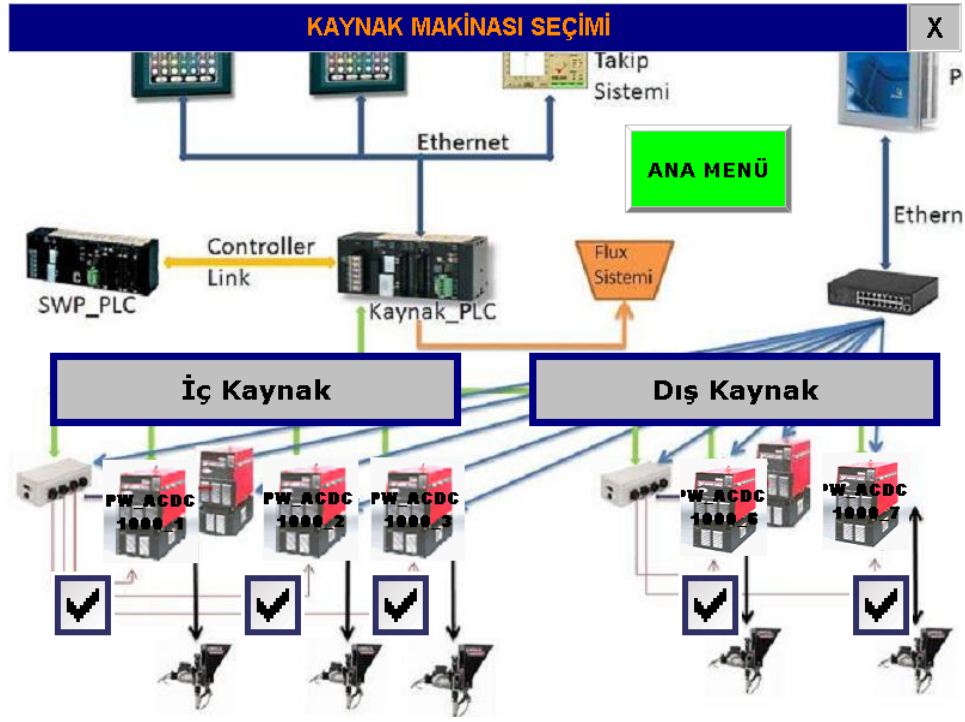
KAYNAK EĞRİLERİ: Kaynak sırasında kullanılan parametrelerin grafiksel olarak izlendiği sayfaya geçiş yapar.

ALARMLAR: Hata ve uyarıların bulunduğu Alarm sayfasına geçiş yapar.

A.1. Ayarlar:

Kaynak cihazlarına ait parametrelerin ayarlandığı sayfalara erişim buradan sağlanır. Kaynak

uygulamasının gerçekleştirileceği makine sayısı (tek-ark, iki-ark, 3-ark) bu sayfada belirlenir. İstenilen makineler ayrı ayrı seçilerek ayarlanmak üzere ilk ayar sayfası olan kaynak makinası seçimi ekranına geçilir. Operatör bu sayfaya erişime izinli değildir. Sadece yönetici şifresi ile ayarlar menüsüne girilebilir. Şekil 4.7’de Kaynak Makinası Seçimi ekranı görülmektedir.



Şekil 4.7 Kaynak Makinesi Seçim Ekranı

PW_ACDC_1000_1: İç kaynağa ait bir numaralı arkı oluşturan makineyi seçmek için makine resminin yanında bulunan kutucuk seçilir ve makine resmine tıklanır. Eğer kutucuk işaretli olmaz değil ise makine seçimi yapılamaz, kaynak işleminde kullanılamaz ve parametre değerleri atanamaz.

PW_ACDC_1000_2: İç kaynağa ait ikinci arkı oluşturan makineyi seçmek için makine resminin yanında bulunan kutucuk seçilir ve makine resmine tıklanır. Eğer kutucuk işaretli olmaz değil ise makine seçimi yapılamaz, kaynak işleminde kullanılamaz ve parametre değerleri atanamaz.

PW_ACDC_1000_3: İç kaynağa ait üçüncü arkı oluşturan makineyi seçmek için makine resminin yanında bulunan kutucuk seçilir ve makine resmine tıklanır. Eğer ilgili kutucuk işaretli olmaz değil ise makine seçimi yapılamaz, kaynak işleminde kullanılamaz ve

parametre değerleri atanamaz.

PW_ACDC_1000_6: Dış kaynağa ait bir numaralı arkı oluşturan makineyi seçmek için makine resminin yanında bulunan kutucuk seçilir ve makine resmine tıklanır. Eğer kutucuk işaretli olmaz değil ise makine seçimi yapılamaz, kaynak işleminde kullanılamaz ve parametre değerleri atanamaz.

PW_ACDC_1000_7: Dış kaynağa ait ikinci arkı oluşturan makineyi seçmek için makine resminin yanında bulunan kutucuk seçilir ve makine resmine tıklanır. Eğer kutucuk işaretli olmaz değil ise makine seçimi yapılamaz, kaynak işleminde kullanılamaz ve parametre değerleri atanamaz.

ANA MENÜ: Ana menü ekranına dönüş yapmak için kullanılan butondur.

A.1.1.1. Kaynak Modu Seçimi:

Kaynak Modu (Weld mode) seçimi bu sayfada yapılarak ilgili kaynak makinesine gönderilir. Sayfa açıldığında açık (explicit) okuma yöntemi ile makineye daha önce atanmış kaynak modu değeri ekranda gösterilir. İstenilen kaynak modu, tel yarıçapı ve kaynak dalga şekline göre seçilir ve makineye atanır. Şekil 4.8’de Kaynak Modu Seçim ekranı görülmektedir.

Weld Mode Seçimi X

POWERWAVE ACDC 1000_1

BANT HIZI 0

ET KALINLIĞI 0

BORU ÇAPI 0

WELD MODE 6 4 OK ☒

Cihazdaki değer 0

WIRE SIZE

7/32in
3/16in
5/32in
1/8in
3/32in
5/64in
1/16in

WELD PROCEDURE

CC 60Hz Sine
CC 50Hz Sine
CU DC-
CU DC+
CU SquareWave
CC DC-
CC DC+
CC SquareWave

PARAMETRELER ANA MENÜ

Şekil 4.8 Kaynak Modu Seçim Ekranı

WELD MODU: Kaynak cihazına gönderilecek olan Kaynak modu numarasını gösterir. Wire Size ve Weld Procedure tablolarından seçilerek belirlenir.

WIRE SIZE: Kaynak işleminde kullanılan tel çapının belirlendiği tablodur. Kullanılacak olan değer bu tablodan seçilir ve otomatik olarak weld mode numarasına atanır.

WELD PROCEDURE: Kaynak işleminde kullanılan kaynak prosedürünün seçildiği tablodur. Kullanılacak değer bu tablodan seçilir ve otomatik olarak weld mode numarasında ilgili kısma atanır.

CİHAZDAKİ DEĞER: Kaynak makinesi daha önce kullanılmış ise cihaza atanmış en son weld mode numarasını gösterir.

BANT HIZI: SWP PLC'den alınarak ekrana yansıtılacak olan boru bant hızı değeridir.

ET KALINLIĞI: SWP PLC'den alınarak ekrana yansıtılacak olan boru et kalınlığı değeridir.

BORU ÇAPI: SWP PLC'den alınarak ekrana yansıtılacak olan istenilen boru çapı değeridir.

PARAMETRELER: Seçilen kaynak moduna göre değerleri ayarlamak için parametrelerin bulunduğu sayfaya geçiş yapar.

ANA MENÜ: Ana menü ekranına geçiş yapmak için kullanılır.

A.1.1.2. PWACDC_CV ve PWACDC_CC Veri Girişi:

Weld mode seçimine göre kaynak sabit gerilimde veya sabit akımda yapılmakta, buna göre kaynak parametreleri de değişiklik göstermektedir. Sabit gerilimde veya sabit akımda en çok kullanılan parametrelerin olduğu sayfaya geçiş yapılır. Sayfa açılması ile açık (explicit) mesaj yöntemi kullanılarak girilen kaynak modu değerine bağlı değerler cihazdan okunur, istenilen değerler değiştirilerek KAYDET butonu ile tekrar kaynak cihazına atanır. Şekil 4.9'da PW_ACDC1000 cihazı CV (sabit gerilim) ekranı görülmektedir.

PW_ACDC1000_1_CV				X	
BANT HIZI		ET KALINLIĞI		BORU ÇAPI	
WELD MODE	6 4	WELD PROCEDURE	CV DC-	WIRE SIZE	3/32in
WFS(Wrkpnt)	0 i/m	Arc Delay Time	0.00	WIRE TYPE	STEEL
Volts	0.0V	Strike WFS(wkpnt)	0 i/m	Crater WFS(wkpnt)	0 i/m
WFS	0.0 i/m	Strike Volts	0.0V	Crater Volts	0.0V
		Start Volts	0.0V	Crater Time	0.0sn
		Start Time	0.0sn	Burnback Time	0.0sn
Faz	0	Gelişmiş Ayarlar	KAYDET	ANA MENÜ	

Şekil 4.9 1 nolu PW_ACDC_1000 cihazına ait veri giriş ekranı (CV)

BANT HIZI: SWP PLC’den alınarak ekrana yansıtılacak olan boru bant hızı değeridir.

ET KALINLIĞI: SWP PLC’den alınarak ekrana yansıtılacak olan boru et kalınlığı değeridir.

BORU ÇAPI: SWP PLC’den alınarak ekrana yansıtılacak olan boru çapı değeridir.

WELD MODU: Kaynak cihazına gönderilmiş olan Kaynak modu numarasını gösterir. Bu sayfadan değiştirilemez.

WELD PROCEDURE: Kaynak işleminde kullanılan kaynak prosedürünü gösterir. Bu sayfadan değiştirilemez.

WIRE SIZE: Kaynak işleminde kullanılan tel çapını gösterir. Bu sayfadan değiştirilemez.

WIRE TYPE: Kaynak işleminde kullanılan tel tipini gösterir. Bu sayfadan değiştirilemez.

AKIM: Kaynak sırasında kullanılacak, çalışma noktasına ait “akım” değerini gösterir. Powerwave ACDC 1000 cihazı kaynak değerlerini bu parametreye göre ayarlar.

VOLTS: Kaynak sırasında kullanılacak, çalışma noktasına ait “gerilim” değerini gösterir.

WFS: Kaynak sırasında kullanılacak “tel besleme hızı” değerini gösterir.

FREKANS: Kaynak cihazlarına ait frekans değerini gösterir. Bu parametre sadece AC’de kullanılır, DC’de kullanılmaz ve ekranda görülmez.

DC OFFSET: Kaynak cihazlarında kullanılacak DC Offset değerini gösterir. Bu parametre sadece AC’de kullanılır, DC’de kullanılmaz ve ekranda görülmez.

BALANCE: Kaynak cihazlarında kullanılacak Balance değerini gösterir. Bu parametre sadece AC’de kullanılır, DC’de kullanılmaz ve ekranda görülmez.

FAZ: Powerwave ACDC 1000 cihazlarına ait derece cinsinden faz kayması değeridir.

ARC DELAY TIME: Ark gecikme süresini belirtir.

STRIKE AKIM: Kaynak döngüsü strike state için “akım” değerini gösterir. Powerwave ACDC 1000 cihazı kaynak değerlerini bu parametreye göre ayarlar.

STRIKE VOLTS: Kaynak döngüsü strike state için “gerilim” değerini gösterir.

START VOLTS: Kaynak döngüsü start state için “gerilim” değerini gösterir.

START TIME: Kaynak döngüsü start state için “zaman” değerini gösterir.

CRATER AKIM: Kaynak döngüsü crater state için “akım” değerini gösterir. Powerwave ACDC 1000 cihazı kaynak değerlerini bu parametreye göre ayarlar.

CRATER VOLTS: Kaynak döngüsü crater state için “gerilim” değerini gösterir.

CRATER TIME: Kaynak döngüsü crater state için “zaman” değerini gösterir.

BURNBACK TIME: Kaynak döngüsü burnback state için “zaman” değerini gösterir.

GELİŞMİŞ AYARLAR: Powerwave ACDC 1000 cihazına ait diğer parametreleri ayarlamak için kullanılan sayfaya geçiş yapar.

KAYDET: Powerwave ACDC 1000 cihazına ait değiştirilmek istenen kaynak parametreleri bu buton tıklanarak cihaza gönderilir.

ANA MENÜ: Ana menü ekranına geçiş yapmak için kullanılır.

A.1.1.3. PWACDC CC ve PWACDC_CV Gelişmiş Ekran_Veri Girişi:

Sabit akım veya sabit gerilime ait daha az sıklıkla kullanılan parametrelerin olduğu sayfadır. Sayfa açılması ile açık (explicit) mesaj yöntemi kullanılarak girilen kaynak modu değerine bağlı değerler cihazdan okunur, istenilen değerler değiştirilerek KAYDET butonu ile tekrar kaynak cihazına atanır. Şekil 4.10'da PW_ACDC1000 CC (sabit akım) ekranı görülmektedir.

PW_ACDC1000_1_CC_Gelişmiş Ayarlar		X	
WELD PROCEDURE	CC 50Hz Sine	WIRE SIZE	5/32in
Strike WFS	0.0 i/m	Upslope Time	0.0 sn
Strike Fault Time	0.0 sn	Upslope Step Time	0.0 sn
Strike DC Offset	0 %	Downslope Time	0.0 sn
Start WFS	0 i/m	Downslope Step Time	0.0 sn
Crater WFS	0.0 i/m	Burnback Amper	0
		Burnback Volt	0.0 V
		Restrike Amper	0
		Restrike Volt	0.0 V
		Restrike Fault Time	0.0 sn
		Restrike WFS	0.0 i/m
		Coldinch WFS	0.0 i/m
		KAYDET	ANA MENÜ

Şekil 4.10 1 nolu PW_ACDC_1000 cihazına ait gelişmiş ayarlar veri girişi ekranı (CC)

WELD PROCEDURE: Kaynak işleminde kullanılan kaynak prosedürünü gösterir. Bu sayfadan değiştirilemez.

WIRE SIZE: Kaynak işleminde kullanılan tel çapını gösterir. Bu sayfadan değiştirilemez.

STRIKE WFS: Kaynak döngüsü strike state için “tel besleme hızı” değerini gösterir.

STRIKE FAULT TIME: Kaynak döngüsü strike state için “hataya geçmeden önceki toplam süreyi” gösterir.

STRIKE DC OFFSET: Kaynak döngüsü strike state için “DC Offset” değerini gösterir. Bu parametre sadece AC’de kullanılır, DC’de kullanılmaz ve ekranda görülmez.

START WFS: Kaynak döngüsü start state için “tel besleme hızı” değerini gösterir.

CRATER WFS: Kaynak döngüsü crater state için “tel besleme hızı” değerini gösterir.

UPSLOPE TIME: Kaynak döngüsü upslope state için “zaman” değerini gösterir.

DOWNSLOPE TIME: Kaynak döngüsü downslope state için “zaman” değerini gösterir.

BURNBACK WFS: Kaynak döngüsü burnback state için “tel besleme hızı” değerini gösterir.

BURNBACK VOLTS: Kaynak döngüsü burnback state için “gerilim” değerini gösterir.

RESTRIKE AKIM: Kaynak döngüsü restrike state için “akım” değerini gösterir. Powerwave ACDC 1000 cihazı kaynak değerlerini bu parametreye göre ayarlar.

RESTRIKE TIME: Kaynak döngüsü restrike state için “zaman” değerini gösterir.

RESTRIKE VOLTS: Kaynak döngüsü restrike state için “gerilim” değerini gösterir.

RESTRIKE WFS: Kaynak döngüsü restrike state için “tel besleme hızı” değerini gösterir.

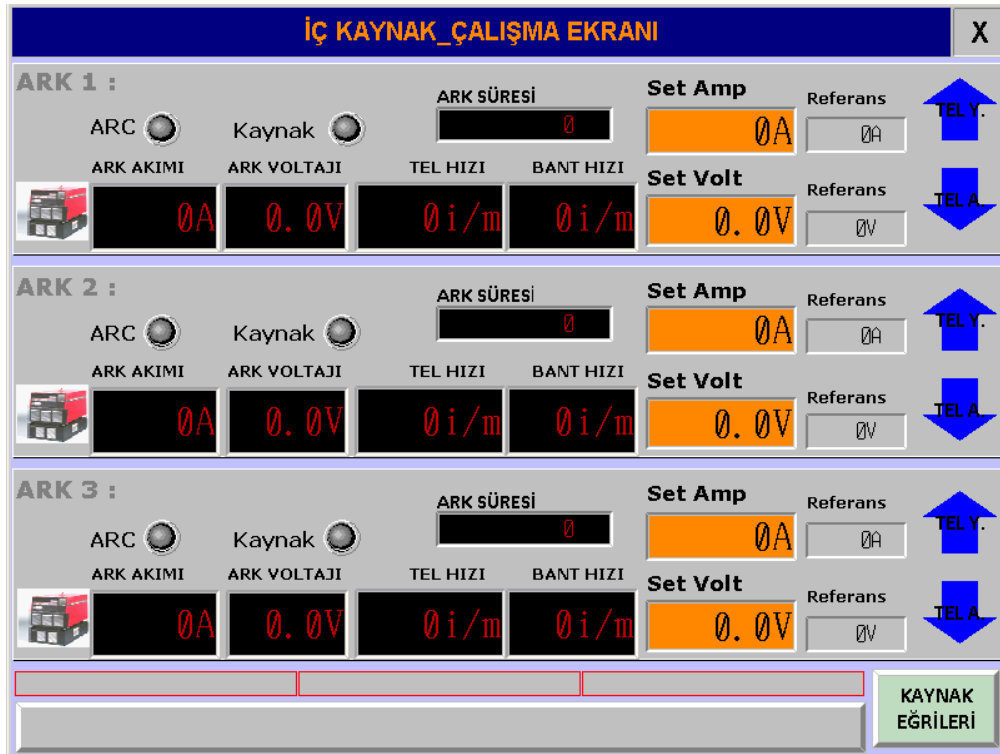
COLD INCH WFS: Kaynak döngüsü restrike state için “tel besleme hızı” değerini gösterir.

KAYDET: Powerwave ACDC 1000 cihazına ait değiştirilmek istenen kaynak parametreleri bu buton tıklanarak cihaza gönderilir.

ANA MENÜ: Ana menü ekranına geçiş yapmak için kullanılır.

A.2. İç kaynak ve Dış kaynak Çalışma Ekranı:

Kaynak sırasında sistemin takip ve kontrolünde kullanılan ekrandır. Kaynak sırasında kaynak parametrelerinin artırılıp azaltılması işlemleri gerçekleşir. Hata oluşunca anında bilgi verir. Ayrıca her bir makinenin kaynak döngüsünün hangi durumunda olduğu ekranda gösterilir ve takip edilebilir. Şekil 4.11’de iç kaynak çalışma ekranı örnek gösterilmiştir.



Şekil 4.11 İç Kaynak Çalışma Ekranı

ARK 1 : 1 numaralı arkı oluşturan cihaza ait parametrelerin gösterildiği kısımdır.

ARK 2 : 2 numaralı arkı oluşturan cihaza ait parametrelerin gösterildiği kısımdır.

ARK 3 : 3 numaralı arkı oluşturan cihaza ait parametrelerin gösterildiği kısımdır.

ARK AKIMI : Powerwave ACDC 1000 cihazlarından okunan “ark akımı” değeridir.

ARK VOLTAJI : Powerwave ACDC 1000 cihazlarından okunan “ark voltajı” değeridir.

TEL HIZI : Powerwave ACDC 1000 cihazlarından okunan “tel hızı” değeridir.

BANT HIZI : SWP PLC’den alınarak ekrana yansıtılacak olan boru bant hızı değeridir.

SET AMP/WFS : Powerwave ACDC 1000 cihazlarına operatör tarafından atanan çalışma noktasına ait “ark akımı / tel besleme hızı” değeridir. Kaynak modu seçimine göre (CV veya CC) akım veya wfs değeri olarak gösterilir.

SET VOLT : Powerwave ACDC 1000 cihazlarına operatör tarafından atanan çalışma noktasına ait “gerilim” değeridir.

REFERANS : Daha önceki kaynak işlemlerinde ulaşılmış ve kaliteli üretim sağlanmış optimum değerlerdir. Reçete menüsü kullanıldığı zaman otomatik olarak atanır. Operatör, bu değerleri yakın değerler atayarak yine kaliteli üretim yapmaya çalışmalıdır.

ARK SÜRESİ : Powerwave ACDC 1000 cihazlarının kullanıldığı toplam kaynak süresi.

ARC IŞIĞI : Arkın oluştuğunu gösterir. Ark oluştuğunda “YEŞİL”, hata durumunda “kırmızı” olarak yanar. Kaynak enerjisiz iken siyah görünür.

KAYNAK IŞIĞI : Kaynak oluştuğunu ve yapıldığını gösterir. Kaynak durumunda “yeşil”, hata durumunda “kırmızı” yanar. Kaynak enerjisiz iken siyah renktedir.

KAYNAK EĞRİLERİ : İç kaynak eğrilerinin bulunduğu sayfaya geçiş yapar.

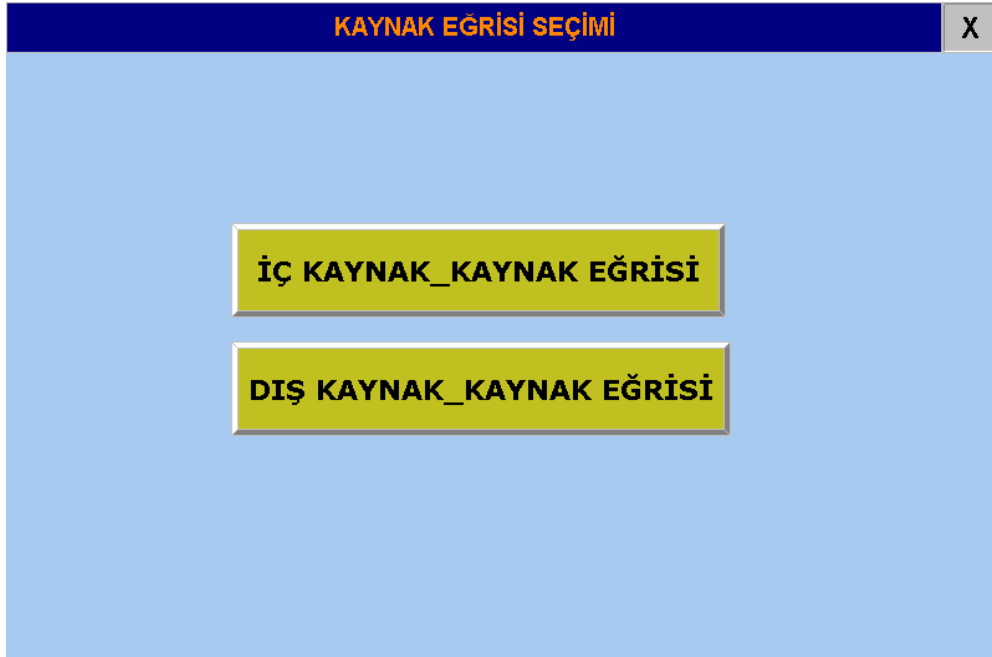
TEL Y. : Kaynak yapılmıyor iken teli yukarı doğru iter.

TEL A. : Kaynak yapılmıyor iken teli yukarı doğru iter.

Ayrıca, sayfanın en altında bulunan kırmızı bölmeler soldan sağa doğru sırasıyla her bir Powerwave ACDC 1000 cihazının kaynak sırasında hangi kaynak döngüsü durumunda olduğunu gösterir.

A.3. Kaynak Eğrileri seçimi

Kaynak sırasında, Powerwave cihazlarında oluşan arka ait değerlerin grafiksel olarak gösterildiği sayfalara geçiş için kullanılır. Bu grafikler sadece kaynas esnasında izlenebilir. Kayıt yapılmaz ve kaynak bittikten sonra gözlenemez. İç kaynağı izlemek için “İç Kaynak_Kaynak Eğrisi” butonu, dış kaynağı izlemek için “Dış Kaynak_Kaynak Eğrisi” butonu seçilir.



Şekil 4.12 Kaynak Eğrisi Seçim Ekranı

A.3.1. İç Kaynak ve Dış Kaynak Kaynak Eğrileri

İç kaynakta ve dış kaynakta kullanılan tüm Powerwave ACDC 1000 cihazlarına ait ark değerleri grafiksel olarak bu ekranlardan izlenebilir. Kaynak makinelerine üretilen atanan akım, gerilim ve tel beslem hızı değerleri ile kaynak makinelerinden okunan kaynak akım, gerilim ve tel besleme hızı değerleri bu sayfalarda grafiksel olarak izlenebilir. Şekil 4.13’de iç kaynak eğrileri sayfası örnek olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.13 İç Kaynak Eğrisi Ekranı

A.4. Reçete Menüsü

Kaynak sisteminde kullanılan tüm kaynak cihazlarına ait parametreler liste biçiminde PLC hafızasında saklanabilir. Parametreler reçete kayıt menüsünden “Reçete Adı, Tarih, Ark tipi, Malzeme tipi” değerlerine göre listeye kaydedilir. İstenilen değerler daha sonra Reçete listesinden seçilerek sisteme otomatik olarak atanabilir. Bir sayfada aynı anda en fazla 10 reçete gösterilebilir ve Reçete menüsüne toplam 100 reçete kaydedilebilir.

Bir reçetede sistemde o anda kullanılan üç iç kaynak ve iki dış kaynak sistemine ait olmak üzere toplam beş kaynak cihazına ait değerler aynı anda saklanabilir. Fakat bu değerler ekrana yansıtılmaz. Burada saklanan değerler, kaynak ayar sayfalarında atanmış değerlerdir. Operatör reçete menüsüne kaydetmeden önce ayar sayfalarından değerleri değiştirebilir. Veya daha önce kaydedilmiş bir reçeteye ait değerleri reçeteyi aktif ettikten sonra ayar sayfalarından okuyabilir.

Reçete menüsüne ait görünüm Şekil 4.14’de verilmiştir. Ekranın sol tarafındaki numaraların alt ve üst kısmında bulunan ▲ ve ▼ işaretleri seçilerek reçete sayfaları arasında geçiş

yapılabilir.

REÇETE MENÜSÜ										X
Reçete Adı	Tarih	Ark Tipi	Malzeme Tipi	Bant Hızı	İmalat Açısı	Et Kalınlığı	Bant Genişliği	Boru Çapı		
				0	0	0	0	0		
				0	0	0	0	0		
				0	0	0	0	0		
				0	0	0	0	0		
				0	0	0	0	0		
				0	0	0	0	0		
				0	0	0	0	0		
				0	0	0	0	0		
				0	0	0	0	0		
				0	0	0	0	0		

0
AKTİF ET
DÜZENLE
SİL
KOPYALA ve YENİ KAYDET

Şekil 4.14 Reçete Menüsü Ekranı

BANT HIZI : SWP PLC’den alınarak ekrana yansıtılacak olan boru bant hızı değeridir.

İMALAT AÇISI : SWP PLC’den alınarak ekrana yansıtılacak olan imalat açısı değeridir.

ET KALINLIĞI : SWP PLC’den alınarak ekrana yansıtılacak olan boru et kalınlığı değeridir.

BANT GENİŞLİĞİ : SWP PLC’den alınarak ekrana yansıtılacak olan bant genişliği değeridir.

BORU ÇAPI : SWP PLC’den alınarak ekrana yansıtılacak olan boru çapı değeridir.

Ekranın sol alt köşesinde bulunan numara kısmına kullanılmak istenen Reçete numarası yazılır ve aşağıdaki butonlar seçilerek istenilen işlem yerine getirilir.

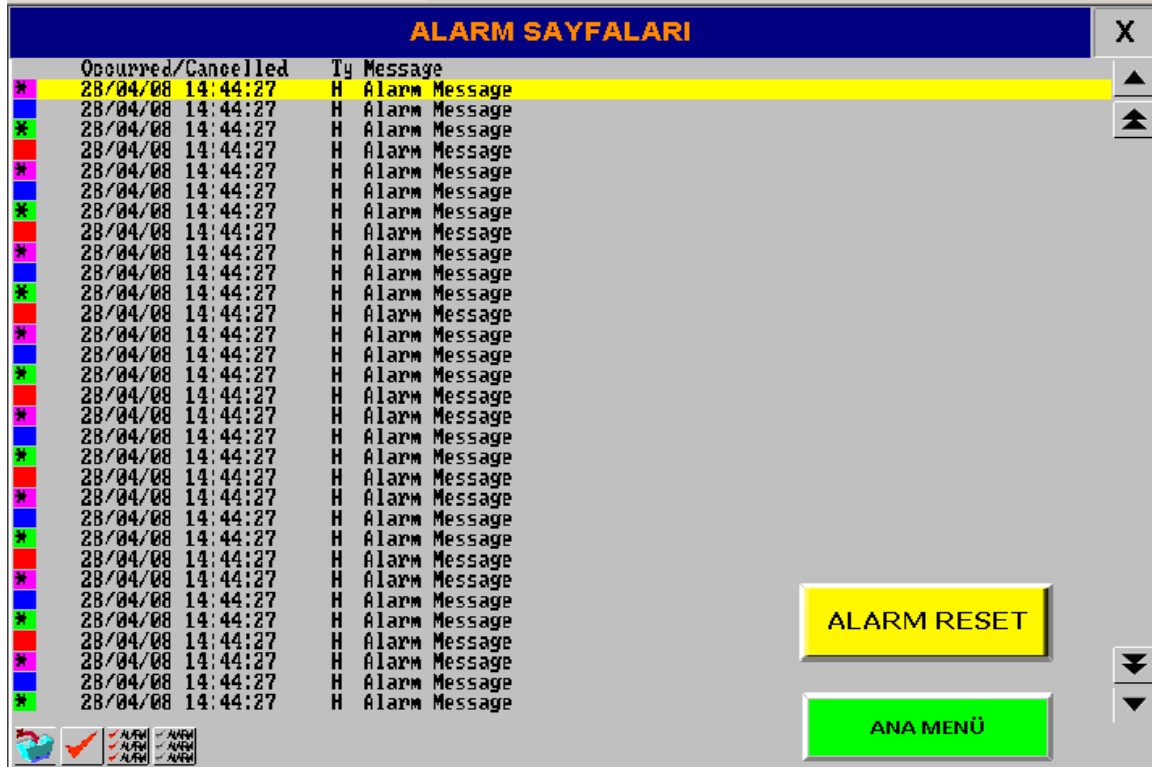
AKTİF ET : Kaynak sisteminde kullanılmak istenen daha önceden kaydedilmiş bir reçetede parametre değerlerini Powerwave ACDC 1000 cihazlarına otomatik olarak atar.

DÜZENLE : Daha önce kaydedilmiş bir reçeteye ait “Reçete Adı, Tarih, Ark tipi, Malzeme tipi” değerlerini değiştirmek üzere Reçete Kayıt Ekranına geçiş yapar.

ARK TİPİ : Ark tipi 12 karakter olarak yazılabilir.

olarak Alarm sayfasına geçer ve hatayı gösterir. Ana menü ekranında “ALARM” butonuna basıldığında yine aşağıdaki “Alarm Sayfaları” ekranı görünür .

Alarm reset işlemi de bu sayfadan yapılabilir.



Şekil 4.17 Alarm Sayfası

Bu pencerede Kaynak Otomasyonu yazılımı ve Kaynak Makineleri üzerindeki alarmlar görüntülenir. Yukarı aşağı butonlar kullanılarak ▼, ▼, ▲, ▲ Yanan alarm metninin seçenekleri değiştirilebilir.

Alarm metnin yanında bir tane kutu bulunmaktadır. Bir alarm oluştuğu zaman kutunun rengi kırmızı olur. Eğer bu alarm onaylanmadan kaybolursa kutu mavi renk olur. Eğer bu alarm kaybolduktan sonra onaylanırsa kutu mavi renkten yeşil renge dönüşür. Eğer alarm koşulu devam ederken alarm onaylanırsa metnin yanındaki kutunun rengi pembe olacaktır. Alarm onaylanırken ve alarm devam ederken (kutu pembe renktir demektir) alarm silinirse kutunun rengi yeşile döner.

Sayfanın sol alt kısmında görülen 4 buton - , , ,  - alarm işlemlerinde kullanılır.



butonu seçilen alarmı onaylamak için kullanılır.



butonu tüm alarmları işaretlemek için kullanılır.



butonu daha önceden işaretlenmiş olan tüm alarmlardan işaretleri kaldırır.



butonu seçili alarmı silmek için kullanılır. Eğer alarm koşulu devam ediyorsa alarm silinmez.

Alarm metinlerinin sol tarafında renkli bir kutu vardır. Bu kutunun rengi değişkendir ve her bir renk aşağıdaki durumları sembolize eder:

Kırmızı : Alarm oluşmuştur ve işaretlenmemiştir.

Pembe : Alarm oluşmuştur ve işaretlenmiştir.

Mavi: Alarm işaretlenmiştir ancak devam etmektedir

Yeşil : Alarm işaretlenmiştir ve devam etmemektedir.

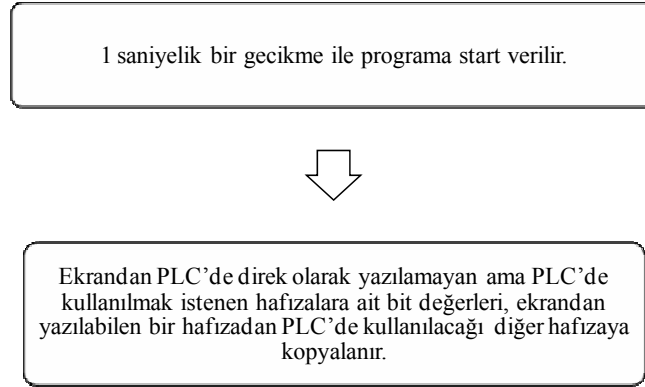
4.3.4 Kaynak PLC Programı (Otomasyon Yazılımı)

PLC programı, Ekran tasarımı temel alınarak hazırlanmış birden fazla alt programın birleşiminden oluşmaktadır. Kaynak PLC programının tasarımı ve yazılımını kolaylaştırmak amacıyla, programda kullanılacak veriler fonksiyonel olarak gruplandırılmış ve altprogramlar halinde yazılmıştır. Başlıca altprogramlar, açık mesaj (explicit messaging) okuma ve yazma, Poll I/O ile haberleşme, Alarm ve Reçete işlemleridir. Altprogramlar aşağıda başlıklar halinde anlatılmış, akış diyagramları verilmiş ve PLC programı EK 2 başlığı altında tam olarak sunulmuştur.

Açık (explicit) mesaj yöntemi ile okunacak ve yazılacak veriler tablolar halinde PLC hafızasına kaydedilmiştir. Bir ekran açıldığı zaman o ekrana ait açık (explicit) mesaj okuma tablosundaki değerler otomatik olarak okunur ve ekrana yansıtılır. Poll I/O değerleri ise belirli aralıklarla devamlı olarak okunmaktadır.

A. Başlangıç

Sistem çalışmaya başladığı ilk anda programın da başladığı kısımdır.



Şekil 4.18 PLC programı akış diyagramı başlangıcı

B. Açık (explicit) Mesaj Okuma

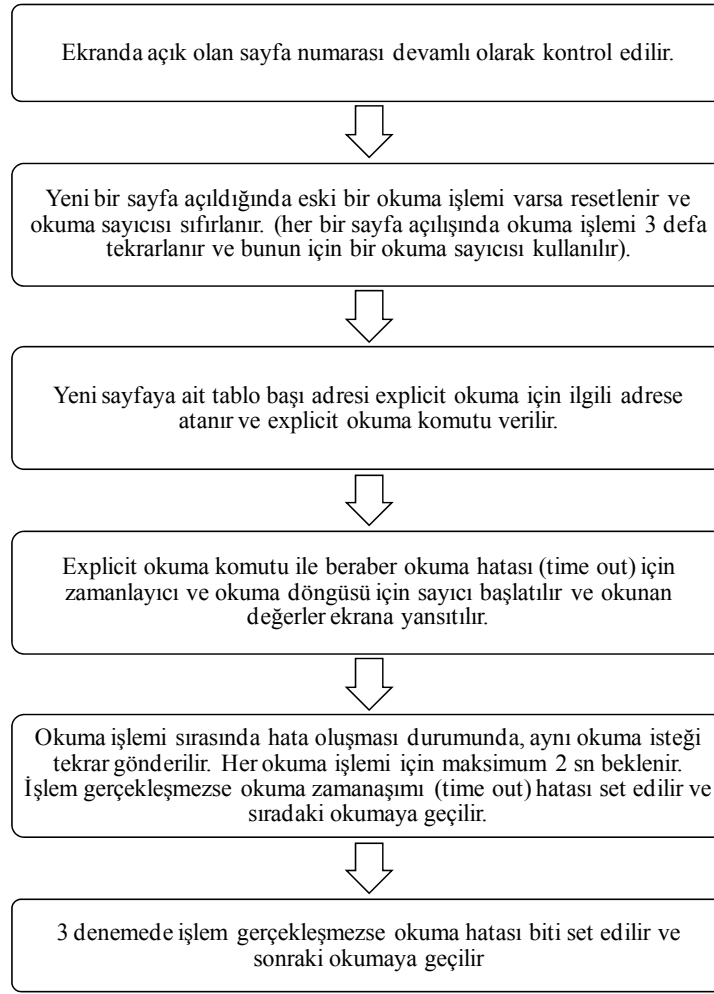
Açık (explicit) mesaj okuma değerleri kaynak cihazlarının konfigürasyonunda kullanıldığı için PLC programında bir çok yerde kullanılmaktadır. Bu sebeple PLC’de adresler atanarak standart bir okuma programı geliştirilmiştir. Herbir ekran sayfasına ve Reçete menüsüne ait Explicit okuma tabloları hazırlanmış ve PLC hafızasında adresleri belirlenmiştir. Ekran sayfa numarasına göre bu tablolar düzenlenmiştir. Dolaylı adresleme (indirect addressing) kullanılarak herbir tablo PLC programındaki standart açık mesaj okuma adreslerine atanacak ve program yürütülecektir. Çizelge 4-1’de açık mesaj okumada kullanılan standart adresler gösterilmektedir.

Çizelge 4.1 Açık (explicit) Mesaj Okuma adresleri

Explicit Mesaj okuma
D0: Node adresi D1: Class ID D2: Instance ID D3: Attribute ID
D10: Gelen veri uzunluğu (D11’den itibaren byte olarak) D11... : Gelen veriler
D20: Okunacak verinin yazılacağı adresteki uzunluğu (ör: 1 word okunacaksa D10 + D11 e veri yazılacağından buraya 2 yazılır) D21: 12-15. Byte’lar, 8 ise gelen veri byteleri word e low byte-high byte sırasıyla yazılır; 0 ise gelen veri byte ları word e high byte-low byte sırasıyla yazılır. D22: Okuma süresi D23: Explicit format tipi (ör: 0 : DeviceNet formatı)

Çizelge 4-1’de gösterilen adresler PLC’nin D hafızasında açık (explicit) mesaj okuma için kullanılan adreslerdir. D0, D1, D2, D3 açık mesaj yöntemi için lazım olan ve kullanılan parametrelere ait bilgilerin yazıldığı adreslerdir. D10 okunan verinin uzunluğunu belirlediği, D11’den itibaren ise okunacak verilerin atanacağı adreslerdir. D20 adresinden itibaren olan kısımlar ise genel kullanılan adreslerdir. D20, cihazdan okunacak verinin toplam uzunluğunu, D21 okunan her bir byte içerisindeki bit sırasının nasıl olacağı, D22 açık mesaj okuma süresini ve D23 DeviceNet kullanılacağı için açık mesajın DeviceNet için olan format tipinin belirtildiği adrestir.

Program akışı sırasında, D0, D1, D2, D3, D10 ve D11 adresleri tek bir açık (explicit) mesaj okuması için kullanılır. Daha sonra daha önce hazırlanmış açık mesaj okuma tablolarından sırası ile döngü halinde diğer parametreler okunur ve dolaylı adresleme kullanılarak ilgili adreslere gönderilir. Bütün bu işlemler okunan verilere ait değerlerin kesin olması ve değişen değerlerin de ekrana anında yansıtılabilmesi için üçer defa tekrarlanır. Şekil 4.19’da açık mesaj okuma akış diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 4.19 Açık (explicit) Mesaj Okuma Akış Diyagramı

C. Açık (Explicit) Mesaj Yazma

Açık mesaj yazma da açık mesaj okuma ile aynı mantıkta çalışmaktadır. PLC’de adresler atanarak standart bir explicit yazma programı geliştirilmiştir. Her bir ekran sayfasına ve Reçete menüsüne ait Explicit yazma tablolaları hazırlanmış ve PLC hafızasında adreslere atanmıştır. Dokunmatik ekranda, açılan ekran sayfa numarasına göre ilgili tablo dolaylı adresleme (indirect addressing) kullanılarak PLC programında hazırlanan standart açık (explicit) mesaj yazma adreslerine atanacak ve program akışı sağlanacaktır. Çizelge 4-2’de açık mesaj yazmada kullanılan standart adresler gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Açık (explicit) Mesaj Yazma adresleri

Explicit Mesaj yazma

D30: Yazılacak byte sayısı + 4 word

D31: Node adresi

D32: Class ID

D33: Instance ID

D34: Attribute ID

D35: yazılacak veriler

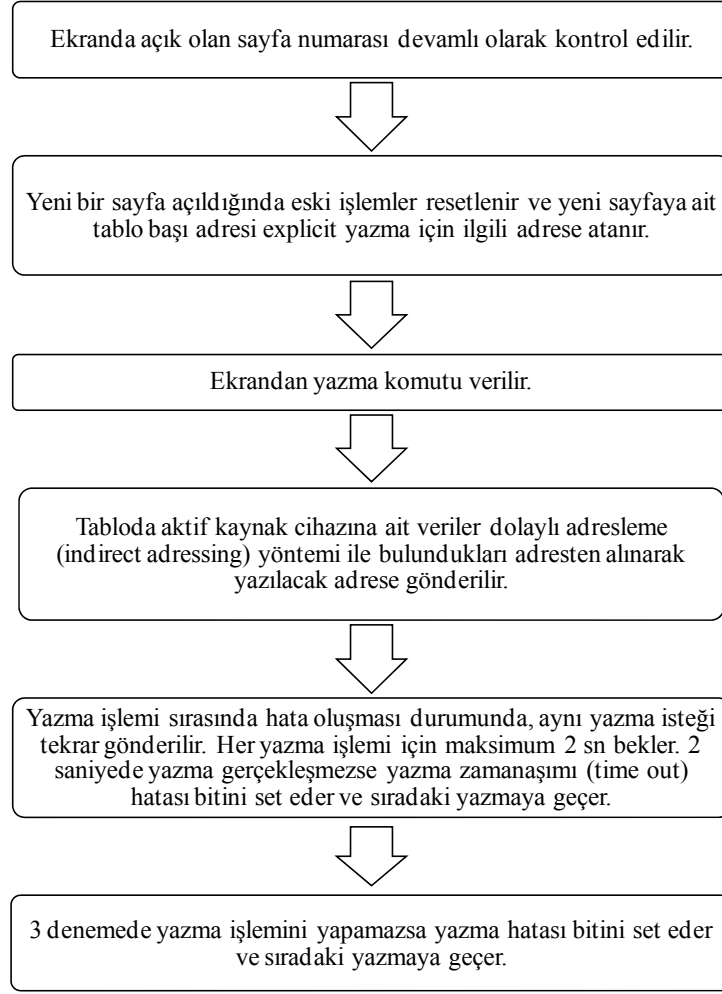
D40: 12-15. byte lar: 8 ise gelen veri byte'ları word'e "low byte-high byte" sırasıyla yazılır;
0 ise gelen veri byte'ları word'e high byte-low byte sırasıyla yazılır

D41: Cevap süresi

D42: Explicit format tipi (ör: 0 : DeviceNet formatı)

Çizelge 4-2'de gösterilen adresler PLC'nin D hafızasında açık (explicit) mesaj yazma için kullanılan adreslerdir. D30, D31, D32, D33, D34 ve D35 açık mesaj yöntemi için lazım olan ve kullanılan parametrelere ait bilgilerin yazıldığı adreslerdir. D30 yazılan verinin uzunluğunu belirlendiği, D35 ise yazılacak verilerin bulunduğu adrestir. D40 adresinden itibaren olan kısımlar ise genel kullanılan adreslerdir. D40 okunan her bir byte içerisindeki bit sırasının nasıl olacağı, D41 açık mesaj yazma süresini ve D42 DeviceNet kullanılacağı için açık mesajın DeviceNet için olan format tipinin belirtildiği adrestir.

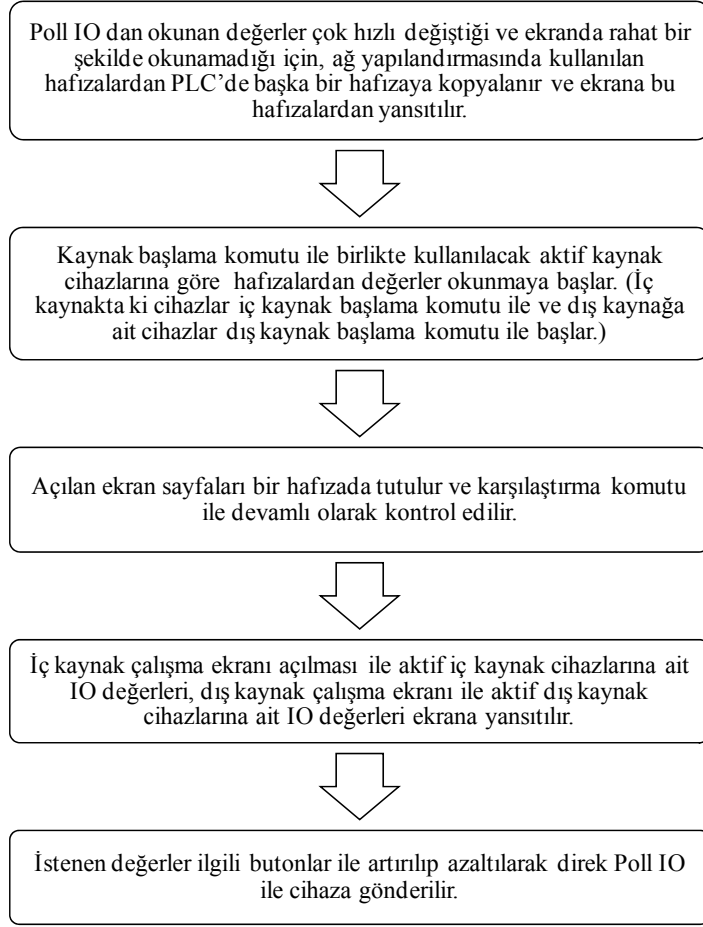
Program akışı sırasında, D30, D31, D32, D33, D34 ve D35 adresleri tek bir açık (explicit) mesaj yazması için kullanılır. Daha sonra daha önce hazırlanmış açık mesaj yazma tablolarından sırası ile döngü halinde diğer parametreler okunur ve dolaylı adresleme kullanılarak ilgili adreslere gönderilir. Şekil 4.20'de açık mesaj yazma akış diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 4.20 Açık (explicit) Mesaj Yazma Akış Diyagramı

D. Poll IO

Kaynak başlatılmasından bitirilmesine kadar olan sürede kaynak cihazlarından okunacak ve değiştirilecek değerler (gerçek-zamanlı değerler) programın bu kısmından yönetilmektedir.



Şekil 4.21 Poll I/O Haberleşmesi Akış Diyagramı

E. Alarmlar

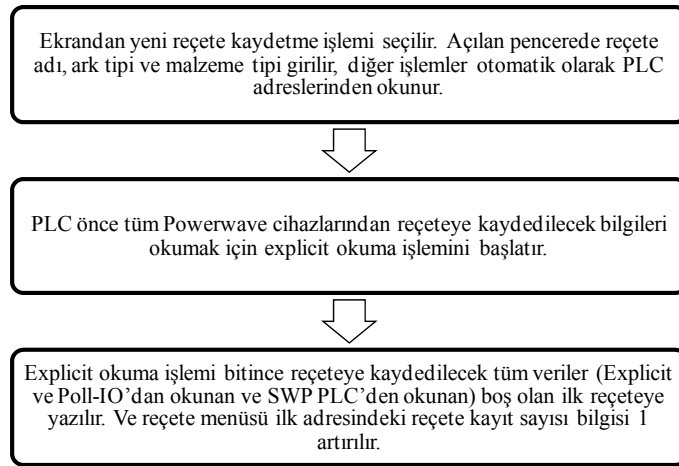
Kaynak otomasyon sisteminin çalışması sırasında Kaynak cihazında veya PLC programında oluşabilecek hatalar programın bu kısmında tanımlanmıştır. Herhangi bir hata oluşması durumunda ekran otomatik olarak alarm sayfasına geçmekte, PLC programı da oluşan hataya ait bit değerini set ederek ekrana yansıtmaktadır. Bu hatalara kaynak cihazında oluşabilecek inverter hatasından explicit okuma ve yazma hatalarına kadar bir çok hata dahildir. Kaynak cihazları ve PLC programı hataları buradan resetlenir.

F. Reçete

Bir reçetede kaynak otomasyon sisteminde çalışan iç ve dış kaynağa ait bütün parametreler ile üretimi yapılan boruya ait tanımlayıcı parametreler tablolar halinde saklanabilmektedir. Fakat, reçete ekranında, sadece, herbir reçeteye ait reçete adı, tarih, ark tipi, malzeme tipi, bant hızı, imalat açısı, et kalınlığı, bant genişliği, ve boru çapı değerleri gösterilmekte diğer değerler ise

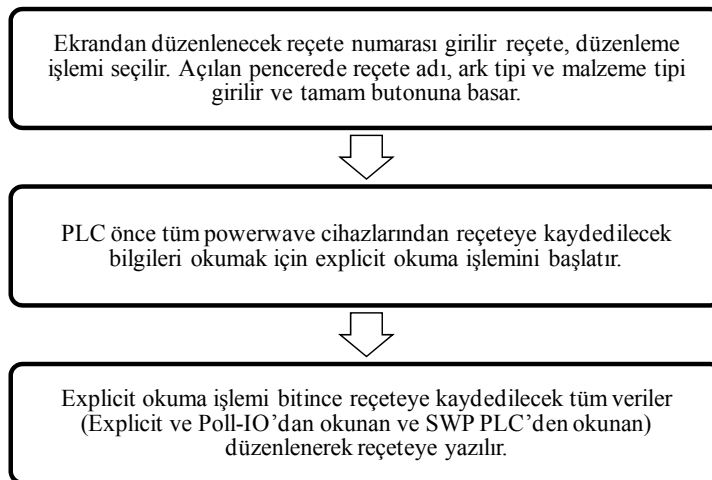
ekrana yansıtılmamaktadır. Ayrıca sistemde toplam 100 reçete saklanabilmekte ve herbir reçete sayfasında aynı anda en fazla 10 adet reçete gösterilebilmektedir. PLC programında reçete ile ilgili işlemler dört ayrı başlık altında toplanabilir. Bu işlemler program akış diyagramı olarak aşağıda sunulmuştur.

a)Reçete kaydetme: Kaliteli bir kaynak işlemi sonrası kaydedilmek istenen değerlerin reçetede saklanması işlemidir. Şekil 4.22’de akış diyagramı verilmiştir.



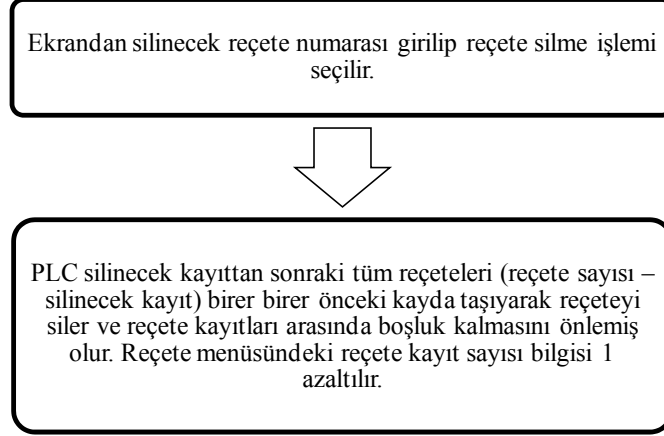
Şekil 4.22 Reçete kayıt akış diyagramı

b)Reçete düzenleme: Daha önce kaydedilmiş bir reçete üzerinde değişiklik yapmakta kullanılır. Şekil 4.23’de akış diyagramı verilmiştir.



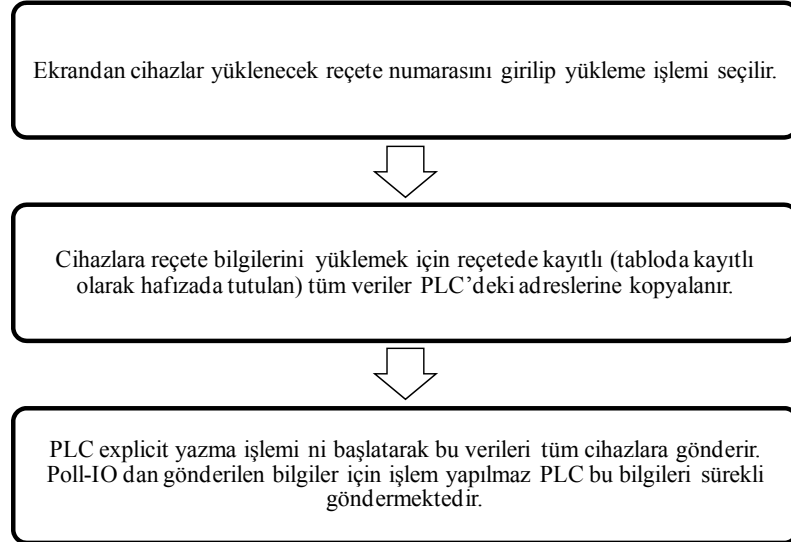
Şekil 4.23 Reçete düzenleme akış diyagramı

c)Reçete silme: Daha önce kaydedilmiş bir reçetenin artık hafızadan silinmesi işleminin gerçekleştiği kısımdır. Şekil 4.24'te akış diyagramı verilmiştir.



Şekil 4.24 Reçete silme akış diyagramı

d)Reçete yükleme: Hafızaya kaydedilmiş bir reçeteye ait değerlerin kaynak cihazlarına atanması işleminin gerçekleşmesi için yapılan işlemdir. Şekil 4.25'te akış diyagramı kısaca verilmiştir.



Şekil 4.25 Reçete yükleme akış diyagramı

4.3.5 Elde edilen sonuçlar

Kaynak Otomasyon Sistemi ile kaynak cihazlarının ayrı ayrı birer kontrolör üzerinden kullanımı ortadan kaldırılmış, bütün kaynak cihazlarının tek bir PLC ve operator ekranı üzerinden kontrolü sağlanmıştır. Her bir kaynak cihazına ait veriler tek bir ekran üzerinden aynı anda kontrol edilebilmekte, izlenebilmekte ve gerektiğinde değiştirilebilmektedir. Birden fazla operatör ekranı sayesinde, operatör, sistemi hem kaynak yerinden hem de uzaktan operatör panolarından kontrol edebilir.

Sisteme eklenen kaynak eğrileri izleme ekranı ile kaynak cihazlarına atanan ve kaynak cihazlarından okunan veriler kaynak esnasında aynı anda grafiksel olarak gözlemlenebilmektedir. Böylece kaynak değerlerindeki sapmaların işlem sırasında daha rahat görülebilmeye ve izlenmesine imkan verilmekte, durum izlemenin verdiği bir avantaj olarak hata oluşmadan önce önlem alınabilmekte ve ark değerleri korunarak kaynak kalitesinin de korunması sağlanmaktadır.

Reçete menüsünün kullanılması ile SWP üretiminde ayrıca kolaylıklar ve verimlilik kazanılmıştır. Spiral kaynaklı boru üretiminde kaynak sırasında oluşan kaynak arkına ait değerler kaynak boyunca sabit değildir. Kaynak verileri, arkın başlangıcından sona erdirilmesine kadar kaynak döngüsü durum diyagramının her bir aşamasında farklı değerler almaktadır. Bütün parametreler (boru çapı, bant genişliği, bant akış hızı, vb.) aynı bile olsa arkın oluşması için kullanılan gerilim ve akım değerlerinin iki farklı üretimde aynı olması oldukça zordur. Bu yüzden verimli ve kaliteli bir üretim kaynak operatörünün inisiyatifine ve tecrübesine kalmıştır. Reçete menüsünün kullanımı ile bu inisiyatif bir ölçüde operatörden alınmıştır. Çünkü reçete menüsünün kullanımı ile kaynak prosesine ait veriler saklanabilmekte, istenildiği takdirde sonraki üretimlerde de kullanılabilmekte ve artık kullanılmak istenmeyen değerler silinerek reçeteden çıkarılabilmektedir. Böylece daha önce elde edilmiş yüksek kalitedeki bir boru üretimine ait değerler saklanarak sonraki üretimlerde de kullanılabilmektedir.

DeviceNet güvenilir ve hızlı yapısı ile sistem akışının problemsiz bir şekilde sağlanmasını, diagnostic özelliği ile de hataların kolay bir şekilde saptanarak giderilmesine imkan vermiştir. 500 m'ye kadar uzanan kablo mesafesi ile kontrol işlemlerindeki mesafe kısıtlamalarını kaldırarak sahada istenildiği şekilde montaj imkanı sunmaktadır. EtherNet/IP'nin sunduğu 100 Mbit/s full duplex iletişim imkanı ile de ekranlar ve PLC arasında kararlı (deterministic)

bir iletişim sağlanmıştır.

5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE SONRAKİ ÇALIŞMALAR

SWP üretiminde kaynak otomasyonu uygulaması sağladığı sistem bütünlüğü ve kullanım kolaylığının yanı sıra maliyet tasarrufuna da katkıda bulunmuştur. Elde edilen faydalar aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur.

- Kaynak cihazları tek tek kontrol edilmek yerine tüm sistem tek bir kontrolörden (PLC ve HMI) kumanda edilmektedir.
- PLC’de bütün verilerin aynı anda izlenebilmekte, alt ve üst limit değerleri atanabilmesi, hata ve ikaz tanımlanabilmektedir.
- Reçete menüsü ile kalite standardı sağlanılmıştır.
- DeviceNet ve EtherNet/IP ağları sayesinde sistem montajında esneklik kazanılmıştır.

Kaynak otomasyonu uygulamasının getirdiği kolaylıklar ve faydalar, sistemin daha da geliştirilerek üretim prosesinin tamamına uygulanması ihtiyacı doğurmuş, sonraki araştırmalarda aşağıdaki çalışmaların yapılabileceği fikri ortaya çıkmıştır.

- SWP üretimindeki tüm aşamalar birbirine entegre edilerek kaynak sisteminin de içerisinde bulunduğu bir üretim otomasyonu uygulaması gerçekleştirilecektir.
- Raporlama işlemlerinin geliştirilecek, SWP üretim otomasyonunun tamamına uygulanarak kalite ve verimliliği artırıcı çalışmalar yapılacaktır.

Raporlama işlemlerinin geliştirilmesi için, sisteme bir eklenecek enkoder ile kaynak cihazına ait veriler kayıt altına alınacaktır. Üretim hattı boyunca boruya ait bütün değerler hem grafiksel olarak gösterilecek hem de bu değerlerin borunun hangi kısmına ait olduğu kaydedilecek. Tüm bu değerler ayrıca kalite testleri sırasında da kullanılabilir. Örneğin kalite testi için üretim esnasında arkın en düşük seviyede olduğu (en kırılgan) boru kısımlarından örnekler alınarak kaynak verileri incelenebilecektir.

Rapolama işlemleri için ayrıca bir endüstriyel PC kullanılacak, kayıt ve gözlem işlemleri bu PC üzerinden sağlanacaktır. Veya Kaynak otomasyonu uygulamasında kullanılan ekran sistemden çıkartılarak SCADA uygulaması ile kontrol ve raporlama işlemleri tek bir endüstriyel PC üzerinden sağlanabilir.

Ayrıca bir OPC server ile EthertNet/IP’nin yönetim kademesine birleştirilmesi ve fabrikadaki

işlem akışının uzaktan ve ofis ortamından izlenerek otomasyon piramidinin üst kademesinden en alt kademesine kadar haberleşmenin sağlanması amaçlanmaktadır.

KAYNAKLAR

Bormann, Alexander, “Interbus ile Otomasyon”, Otomasyon dergisi sayı 106, Mart 2001

Davies Sean, (2007), “The fundamentals of EtherNet/IP”, IET Computing & Control Engineering | February/March 2007

Frey Georg, (2007) “Networked Automation Systems”, T.U. Kaiserslautern, Almanya

www.fieldbus.org

Holl Ron, Dave VanGompel, Rockwell Automation (2004), “DeviceNet adaptation of IEEE – 1588”, Conference on IEEE 1588, September 27-29, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, USA

Imoto Masaru, (2002), “Global Standarization Activities of DeviceNet”, SICE 2002 Aug. 5-7, Osaka, Omron Corporation, Mishima-city, Shizuoka-Prefecture, 411-8511 Japan

Kahveci, Esra, 2007, “ Endüstriyel Veri İletim Sistemlerinde Bir Profinet Uygulaması”, İTÜ, Kontrol Ve Otomasyon Mühendisliği

Litz Lothar, (2007) “Prozessautomatisierung”, T.U. Kaiserslautern, Almanya

Liu Zhigang, Tan Yongdong, Qian Qinguan, (2000 IEEE), “The Idea Application of Autonomous Decentralized System in DeviceNet System”, Institute of Electrification & Automation, Southwest Jiaotong University, ChengDu, E 1003 1 ,China

Lian Fengli, Moyne J.R., Tilbury D.M., (2001), “Performance Evaluation of Control Network: Ethernet, ControlNet, and DeviceNet,” IEEE Control Systems Magazine, vol. 21, no. 1, pp. 66-83, 2001

Profibus Grundlagen, Feldbus-Topologien, ABB Lösungen/Komponenten, Projektierung einer Anlage”, 2007, ABB

Sun Fanjin, Zhao Youtao and Liu Yancheng, (2006 IEEE) “The Analysis of the Key Performances of DeviceNet”, Department of Marine Engineering, Dalian Maritime University, Dalian, Liaoning Province, China

SIMATIC NET Industrial Ethernet System Course KO-7KETTER, Siemens

Schiffer V., Vandesteeg K.W., Vasko D.A., and Lenner J.A., (2000 IEEE), “Introduction to DeviceNet Safety,” Proceeding of International Workshop on Factory Communication Systems”, pp. 293-300.

“The CIP Advantage Technology Overview Series: DeviceNet”, PUB00026R1, 2004, ODVA, www.odva.org

“Technology Overview Series: DeviceNet - CIP on CAN Technology”, PUB00026R2 2006, ODVA, www.odva.org

“The CIP Advantage Technology Overview Series: EtherNetIP”, PUB00138R3, 2006, ODVA, www.odva.org

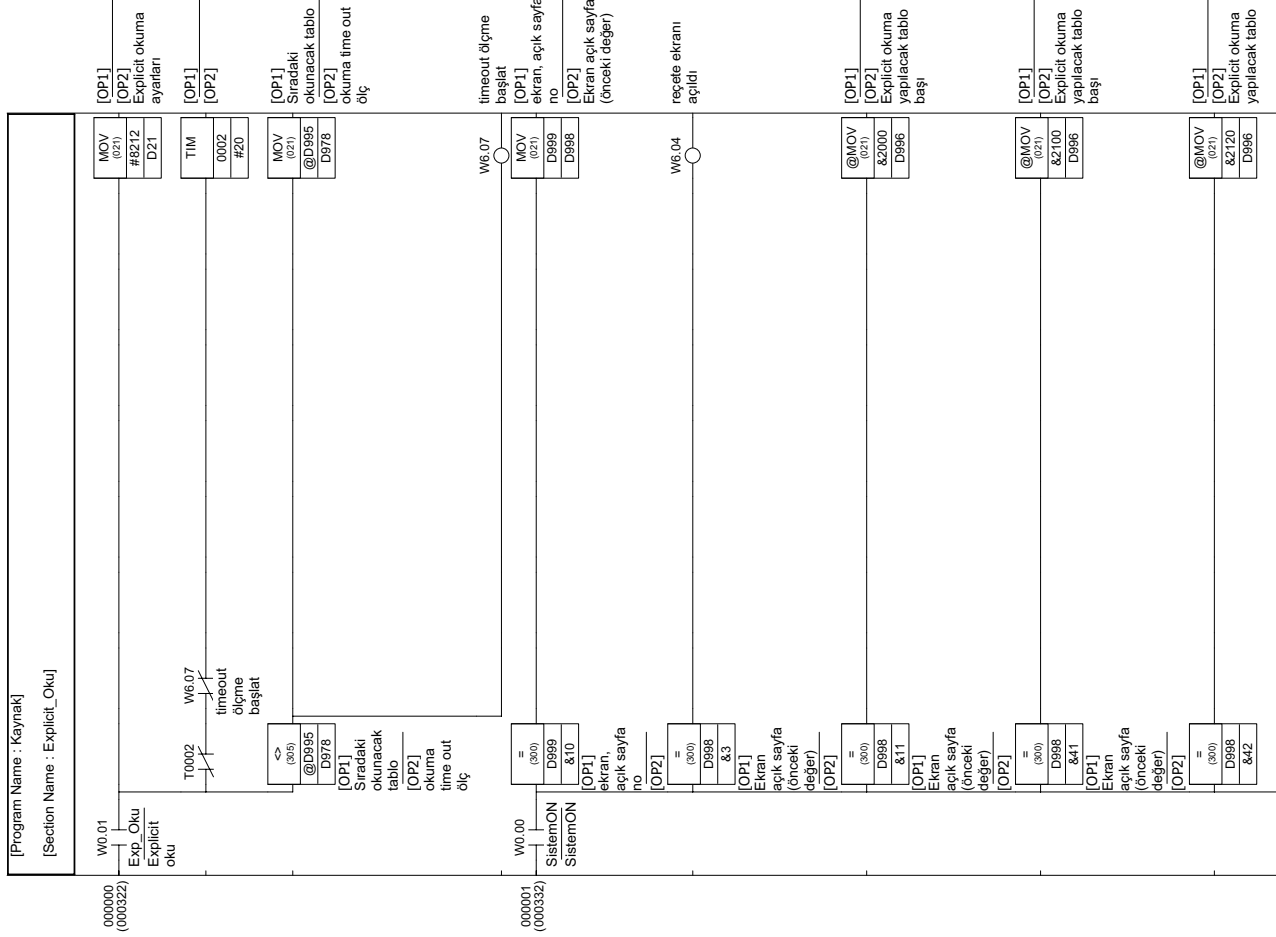
EKLER

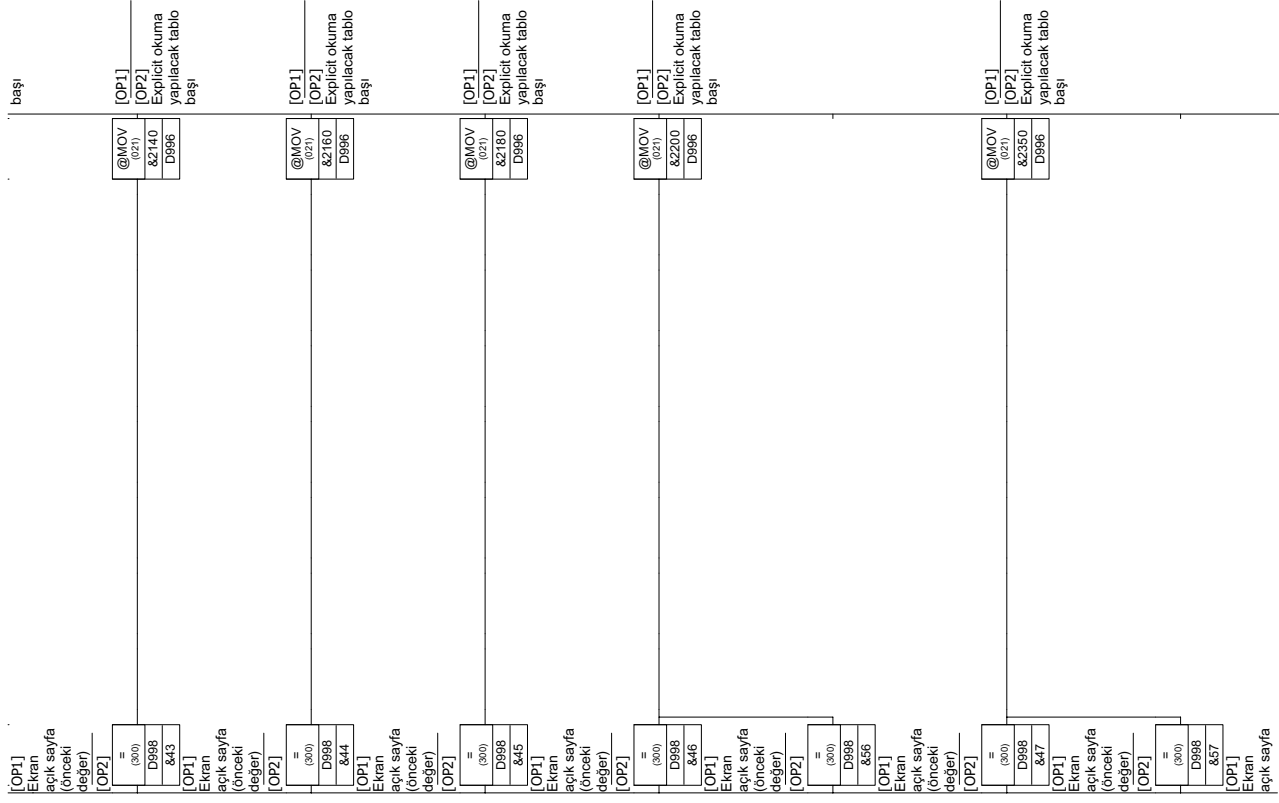
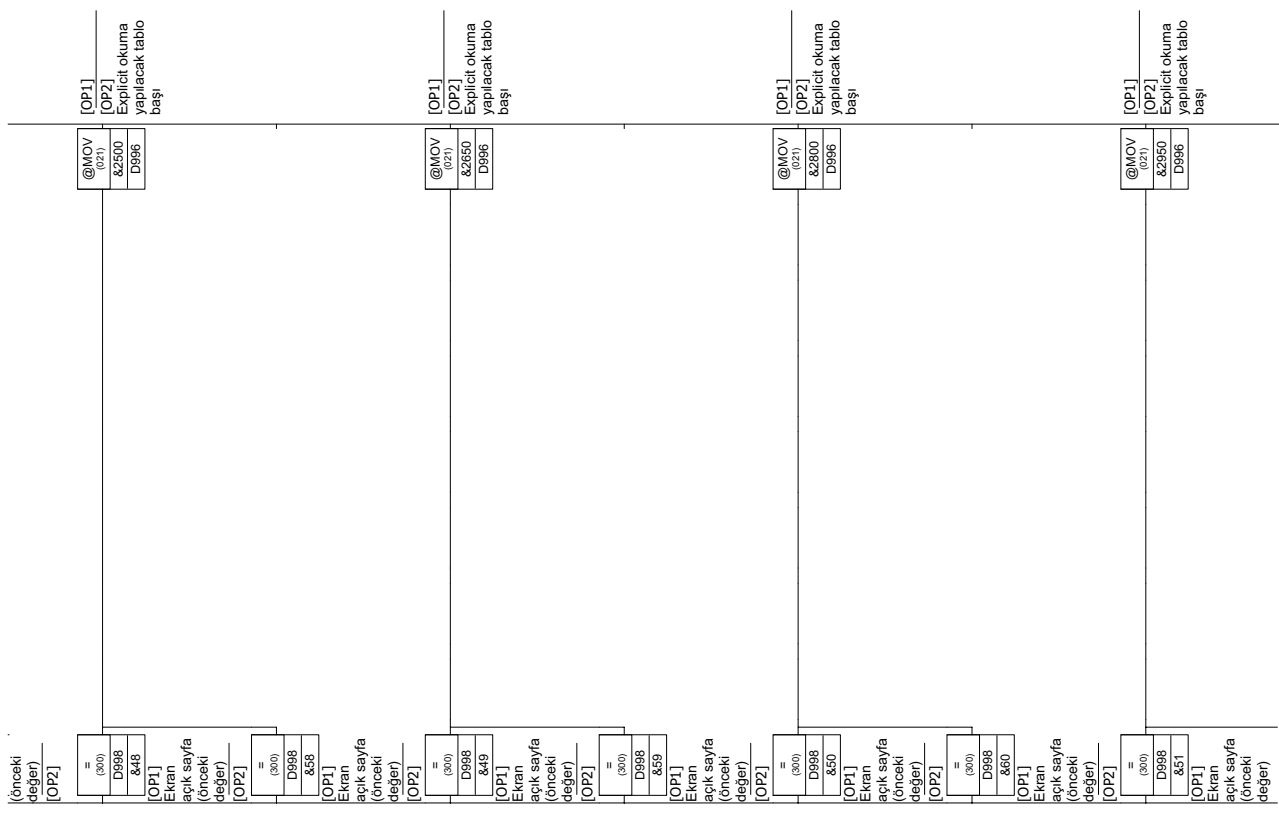
Ek 1.Kaynak Modu Tablosu

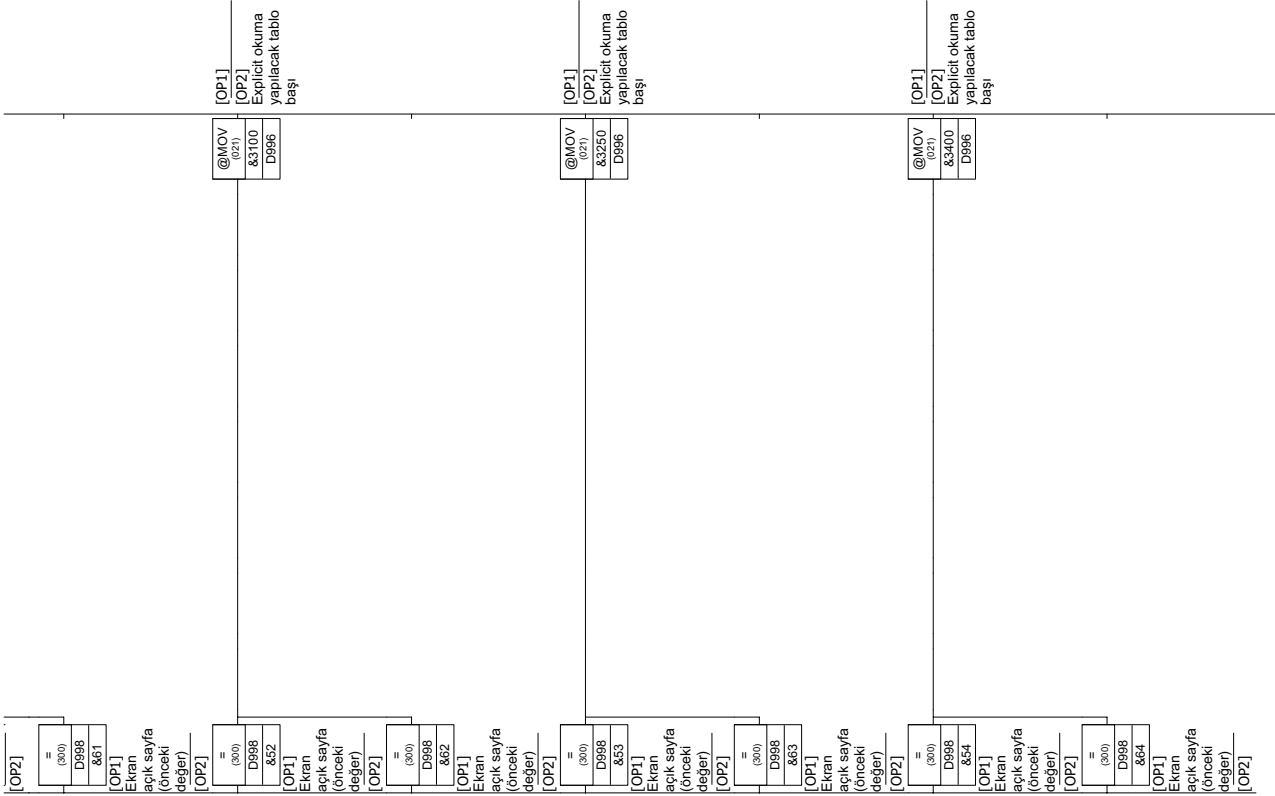
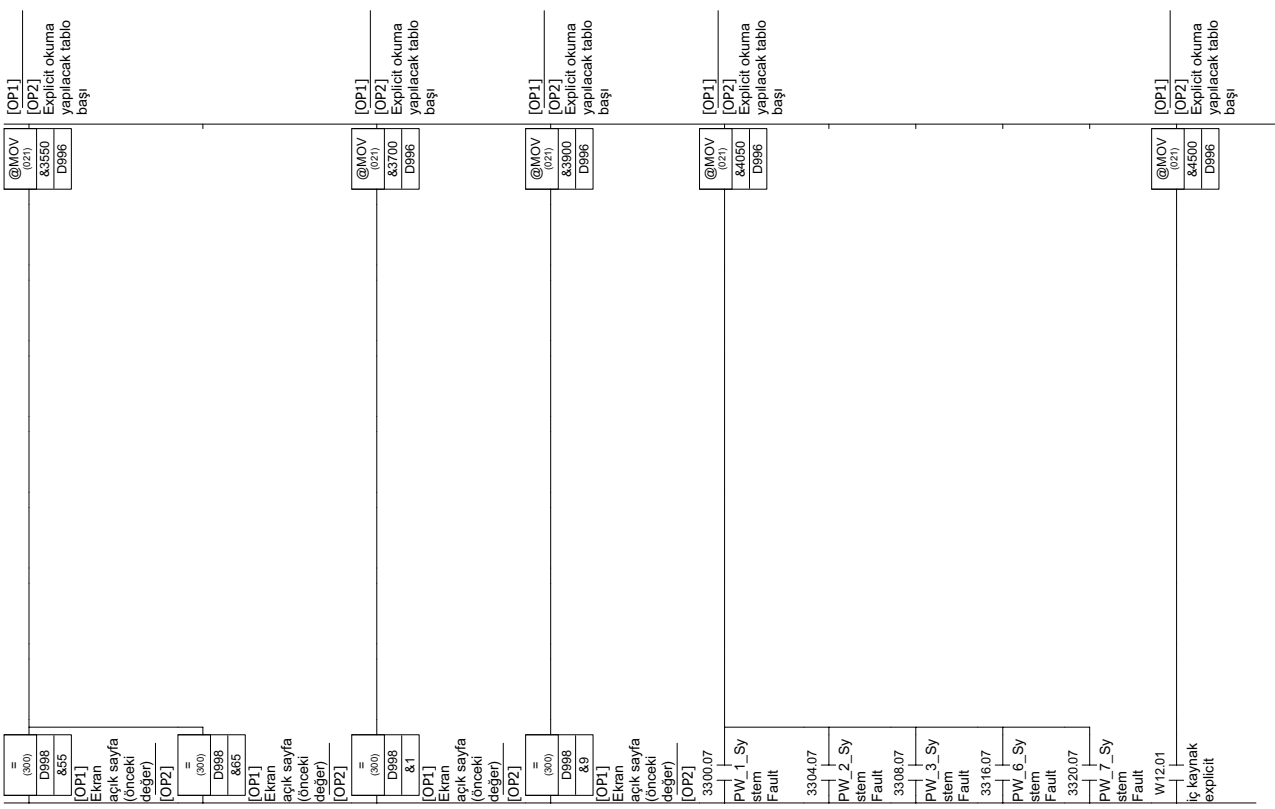
Powerwave ACDC 1000 kaynak cihazlarında kullanılan kaynak modu (weld mode) tablosu aşağıda verilmiştir.

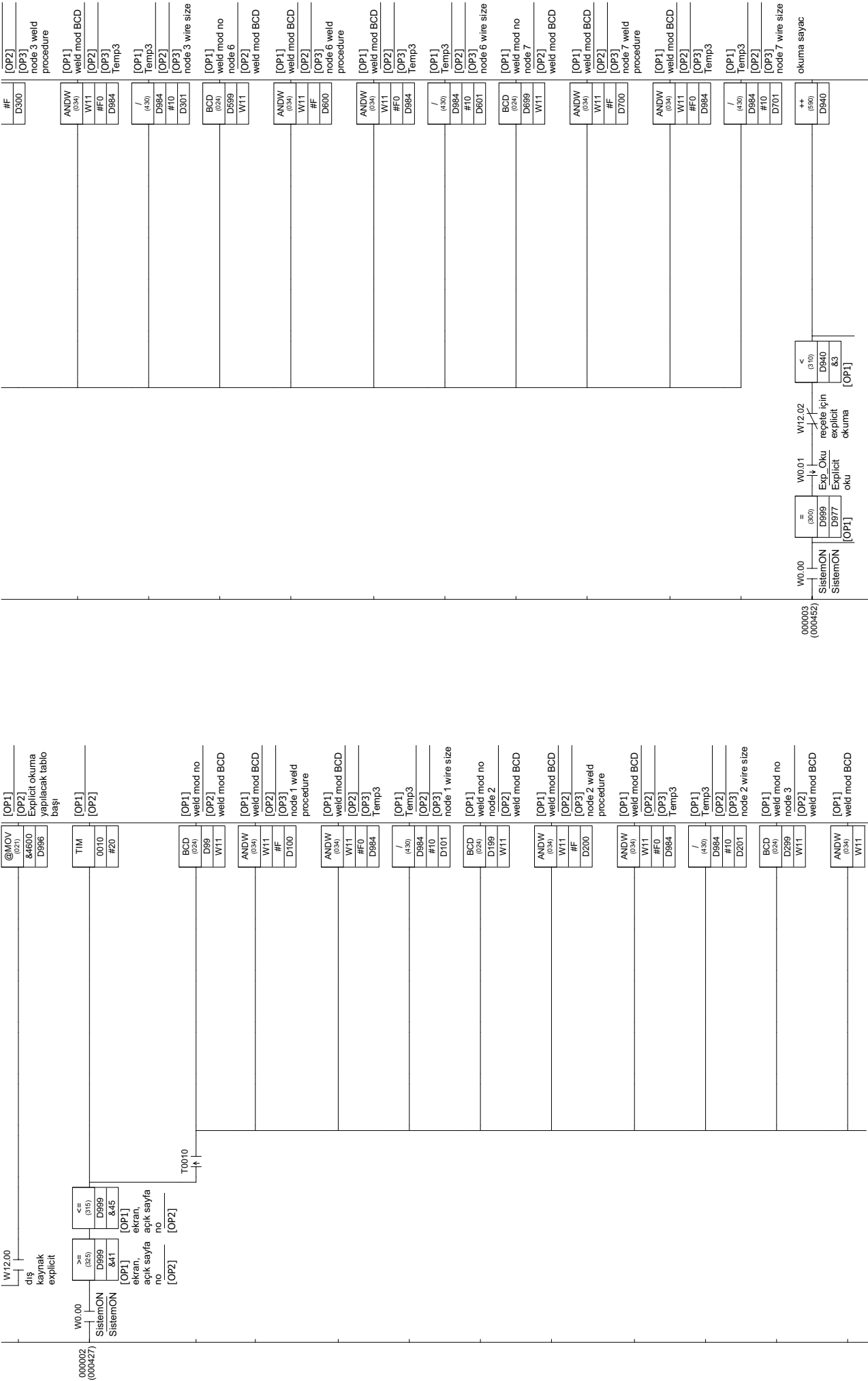
Mode	Wire Type	Wire Size	Procedure	WFS/Amp Range	Volts (V)	Frequency (Hz)	DC Offset (%)	Balance
22	Steel	7/32in	CC 60Hz Sine	500 - 2000 A	20.0 - 60.0	60	-25 to +25	50
23	Steel	7/32in	CC 50Hz Sine	500 - 2000 A	20.0 - 60.0	50	-25 to +25	50
24	Steel	7/32in	CV DC-	31 - 140 IPM	20.0 - 60.0			
25	Steel	7/32in	CV DC+	21 - 93 IPM	20.0 - 60.0			
26	Steel	7/32in	CV Square Wave	26 - 114 IPM	20.0 - 60.0	10 - 100	-25 to +25	25 to 75
27	Steel	7/32in	CC DC-	500 - 2000 A	20.0 - 60.0			
28	Steel	7/32in	CC DC+	500 - 2000 A	20.0 - 60.0			
29	Steel	7/32in	CC Square Wave	500 - 2000 A	20.0 - 60.0	10 - 100	-25 to +25	25 to 75
32	Steel	3/16in	CC 60Hz Sine	400 - 2000 A	20.0 - 60.0	60	-25 to +25	50
33	Steel	3/16in	CC 50Hz Sine	400 - 2000 A	20.0 - 60.0	50	-25 to +25	50
34	Steel	3/16in	CV DC-	28 - 160 IPM	20.0 - 60.0			
35	Steel	3/16in	CV DC+	18 - 125 IPM	20.0 - 60.0			
36	Steel	3/16in	CV Square Wave	26 - 138 IPM	20.0 - 60.0	10 - 100	-25 to +25	25 to 75
37	Steel	3/16in	CC DC-	400 - 2000 A	20.0 - 60.0			
38	Steel	3/16in	CC DC+	400 - 2000 A	20.0 - 60.0			
39	Steel	3/16in	CC Square Wave	400 - 2000 A	20.0 - 60.0	10 - 100	-25 to +25	25 to 75
42	Steel	5/32in	CC 60Hz Sine	400 - 2000 A	20.0 - 60.0	60	-25 to +25	50
43	Steel	5/32in	CC 50Hz Sine	400 - 2000 A	20.0 - 60.0	50	-25 to +25	50
44	Steel	5/32in	CV DC-	23 - 207 IPM	20.0 - 60.0			
45	Steel	5/32in	CV DC+	20 - 149 IPM	20.0 - 60.0			
46	Steel	5/32in	CV Square Wave	22 - 178 IPM	20.0 - 60.0	10 - 100	-25 to +25	25 to 75
47	Steel	5/32in	CC DC-	400 - 2000 A	20.0 - 60.0			
48	Steel	5/32in	CC DC+	400 - 2000 A	20.0 - 60.0			
49	Steel	5/32in	CC Square Wave	400 - 2000 A	20.0 - 60.0	10 - 100	-25 to +25	25 to 75
52	Steel	1/8in	CC 60Hz Sine	200 - 2000 A	20.0 - 60.0	60	-25 to +25	50
53	Steel	1/8in	CC 50Hz Sine	200 - 2000 A	20.0 - 60.0	50	-25 to +25	50
54	Steel	1/8in	CV DC-	25 - 300 IPM	20.0 - 60.0			
55	Steel	1/8in	CV DC+	20 - 256 IPM	20.0 - 60.0			
56	Steel	1/8in	CV Square Wave	25 - 210 IPM	20.0 - 60.0	10 - 100	-25 to +25	25 to 75
57	Steel	1/8in	CC DC-	200 - 2000 A	20.0 - 60.0			
58	Steel	1/8in	CC DC+	200 - 2000 A	20.0 - 60.0			
59	Steel	1/8in	CC Square Wave	200 - 2000 A	20.0 - 60.0	10 - 100	-25 to +25	25 to 75
62	Steel	3/32in	CC 60Hz Sine	200 - 1000 A	20.0 - 60.0	50	-25 to +25	50
63	Steel	3/32in	CC 50Hz Sine	200 - 1000 A	20.0 - 60.0	60	-25 to +25	50
64	Steel	3/32in	CV DC-	57 - 230 IPM	20.0 - 60.0			
65	Steel	3/32in	CV DC+	37 - 275 IPM	20.0 - 60.0			
66	Steel	3/32in	CV Square Wave	50 - 290 IPM	20.0 - 60.0	10 - 100	-25 to +25	25 to 75
67	Steel	3/32in	CC DC-	200 - 1000 A	20.0 - 60.0			
68	Steel	3/32in	CC DC+	200 - 1000 A	20.0 - 60.0			
69	Steel	3/32in	CC Square Wave	200 - 1000 A	20.0 - 60.0	10 - 100	-25 to +25	25 to 75
72	Steel	5/64in	CC 60Hz Sine	200 - 800 A	20.0 - 60.0	60	-25 to +25	50
73	Steel	5/64in	CC 50Hz Sine	200 - 800 A	20.0 - 60.0	50	-25 to +25	50
74	Steel	5/64in	CV DC-	75 - 290 IPM	20.0 - 60.0			
75	Steel	5/64in	CV DC+	50 - 288 IPM	20.0 - 60.0			
76	Steel	5/64in	CV Square Wave	62 - 300 IPM	20.0 - 60.0	10 - 100	-25 to +25	25 to 75
77	Steel	5/64in	CC DC-	200 - 600 A	20.0 - 60.0			
78	Steel	5/64in	CC DC+	200 - 800 A	20.0 - 60.0			
79	Steel	5/64in	CC Square Wave	200 - 800 A	20.0 - 60.0	10 - 100	-25 to +25	25 to 75
82	Steel	1/16in	CC 60Hz Sine	200 - 600 A	20.0 - 60.0	60	-25 to +25	50
83	Steel	1/16in	CC 50Hz Sine	200 - 600 A	20.0 - 60.0	50	-25 to +25	50
84	Steel	1/16in	CV DC-	140 - 500 IPM	20.0 - 60.0			
85	Steel	1/16in	CV DC+	98 - 500 IPM	20.0 - 60.0			
86	Steel	1/16in	CV Square Wave	115 - 550 IPM	20.0 - 60.0			
87	Steel	1/16in	CC DC-	200 - 500 A	20.0 - 60.0			
88	Steel	1/16in	CC DC+	200 - 630 A	20.0 - 60.0			
89	Steel	1/16in	CC Square Wave	200 - 800 A	20.0 - 60.0	10 - 100	-25 to +25	25 to 75

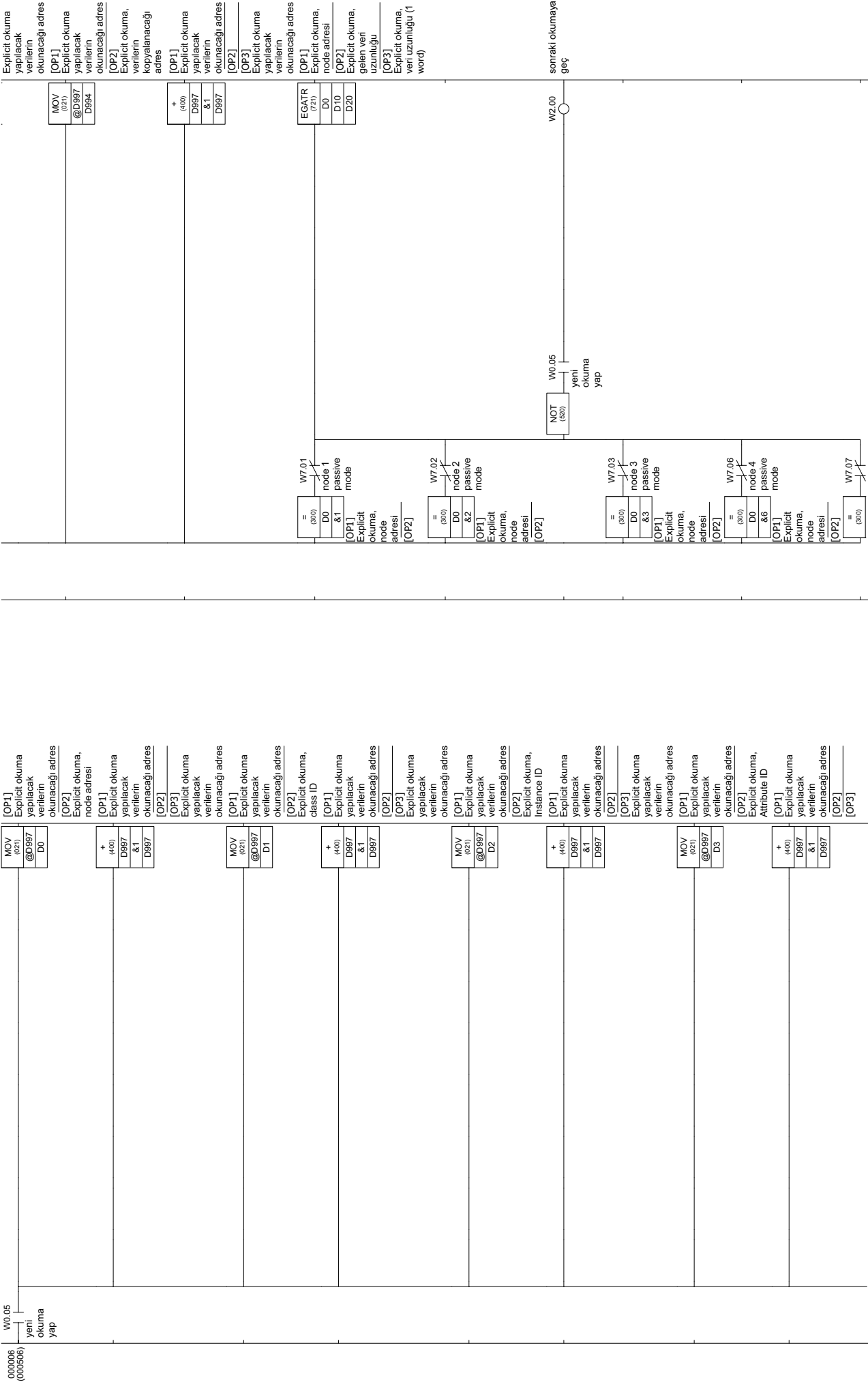
Ek 2. Kaynak Otomasyonu PLC Programı

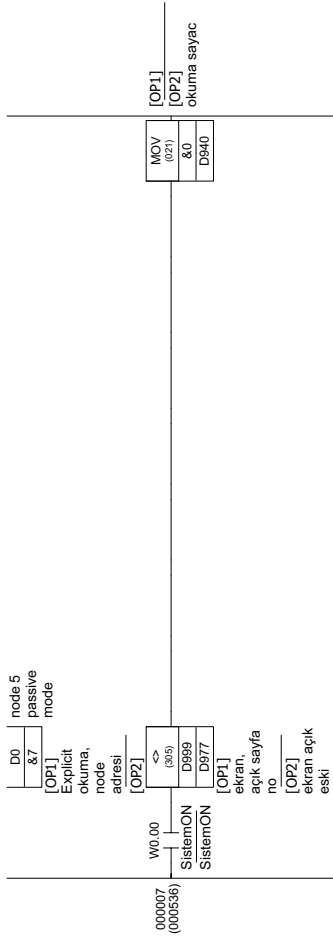




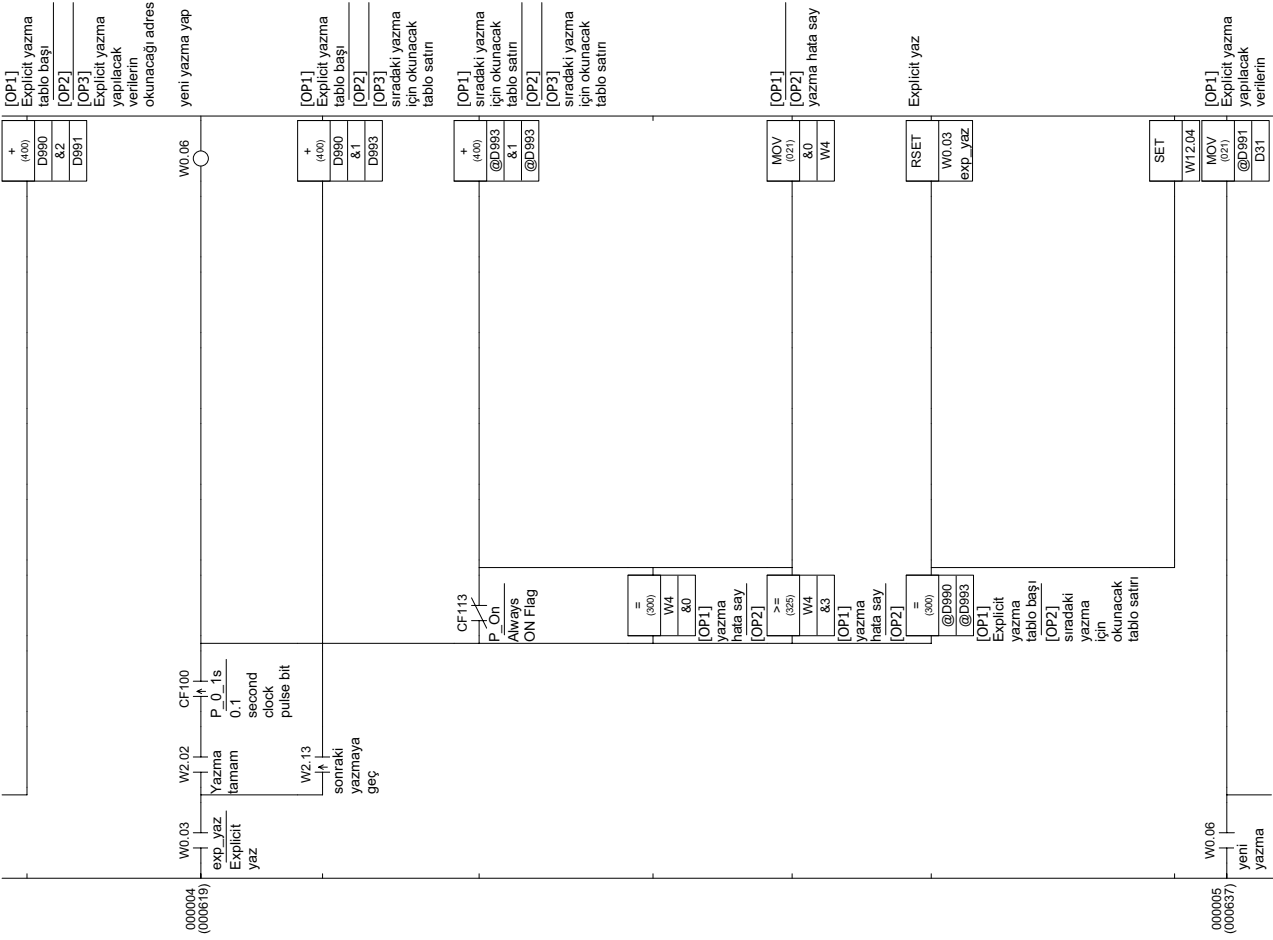
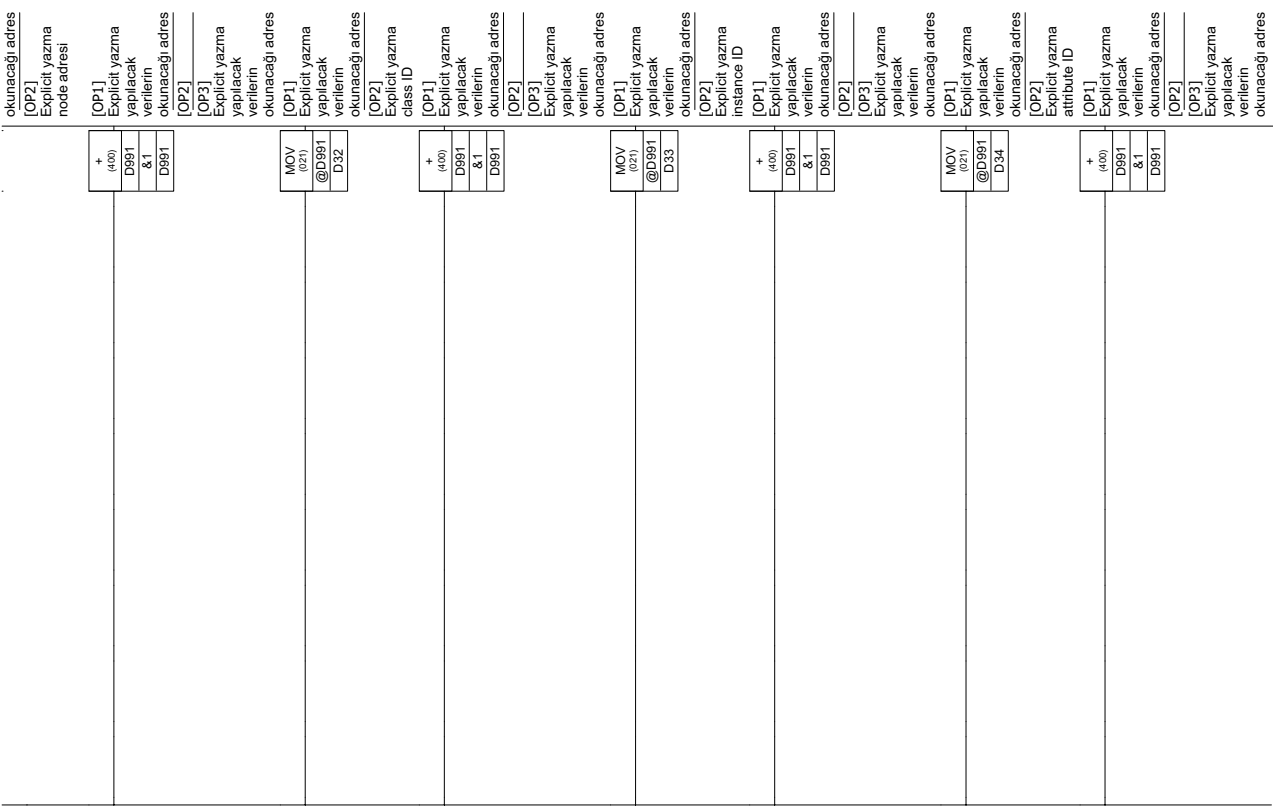


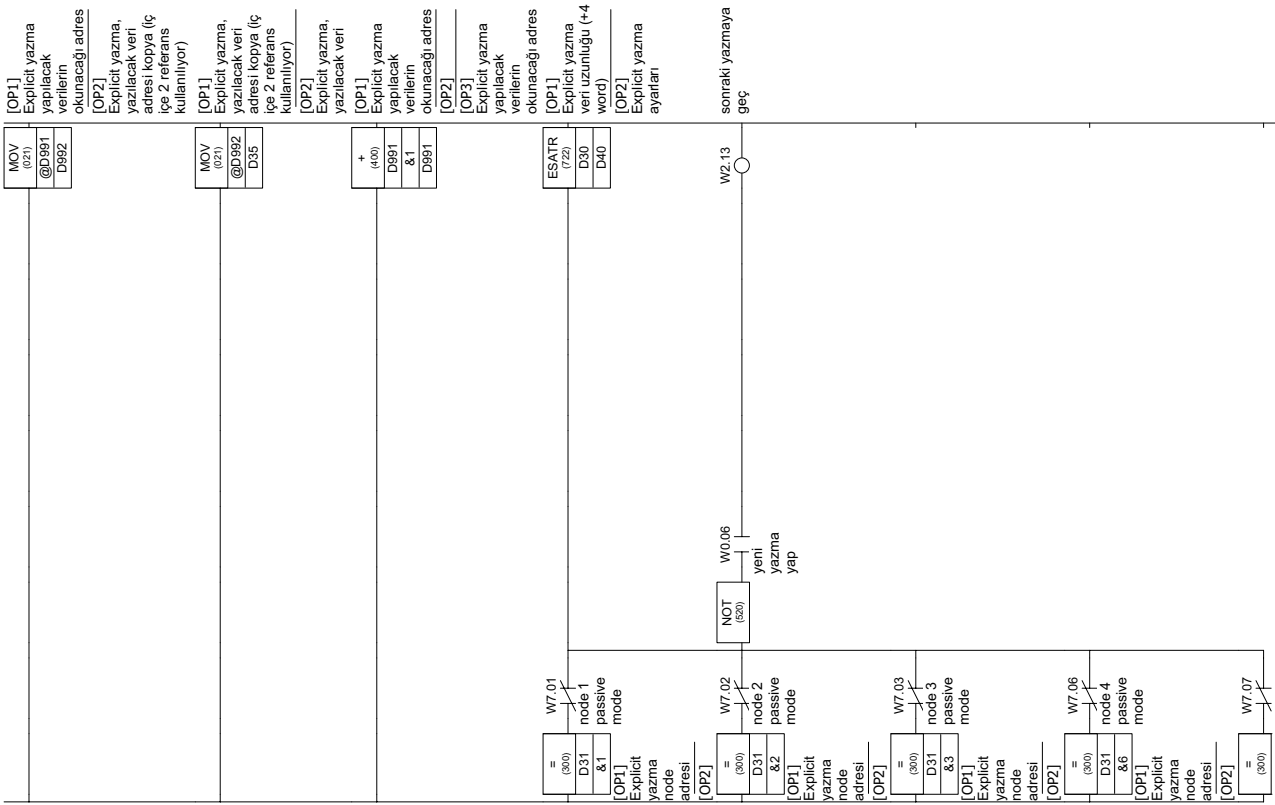
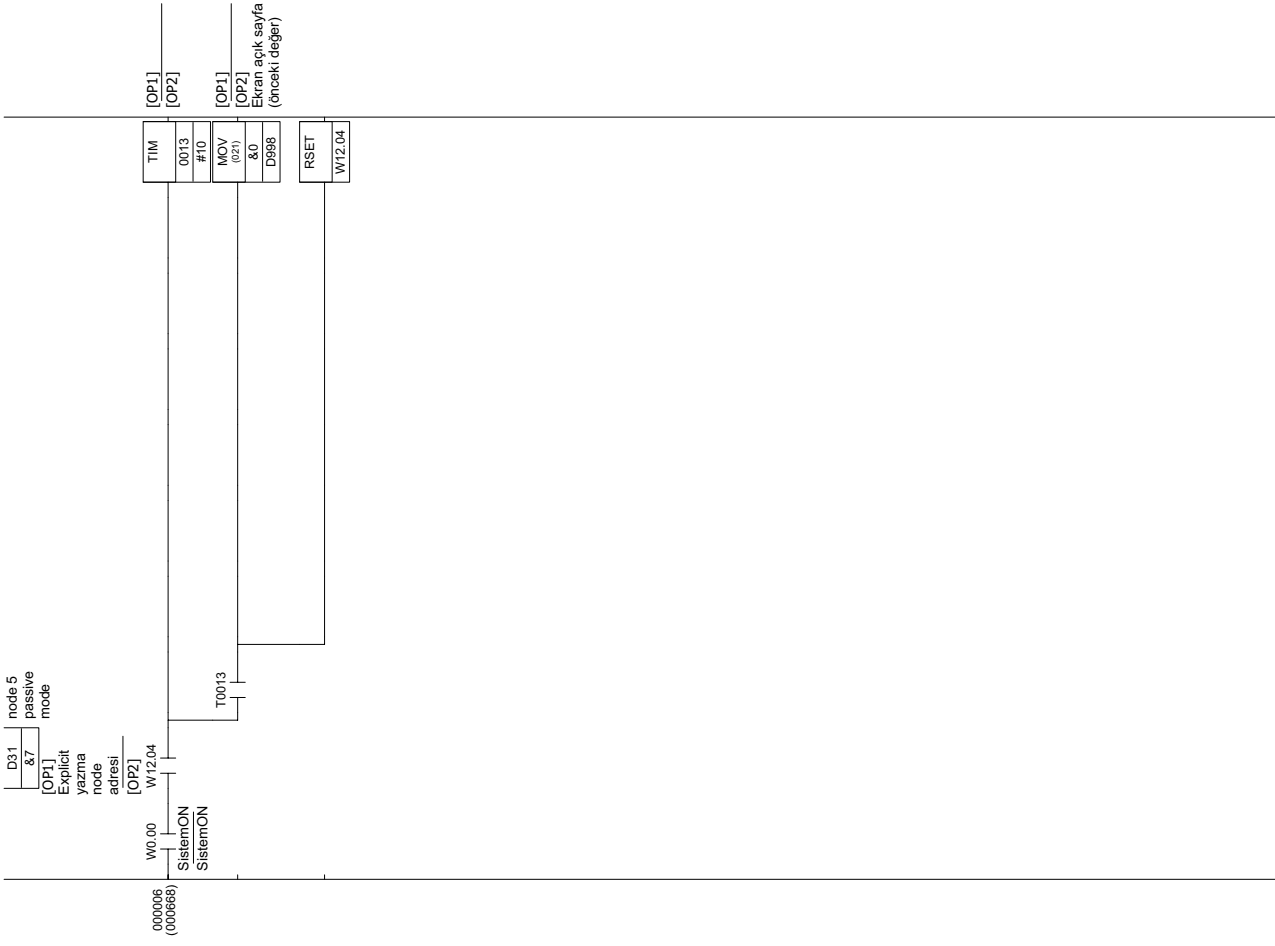


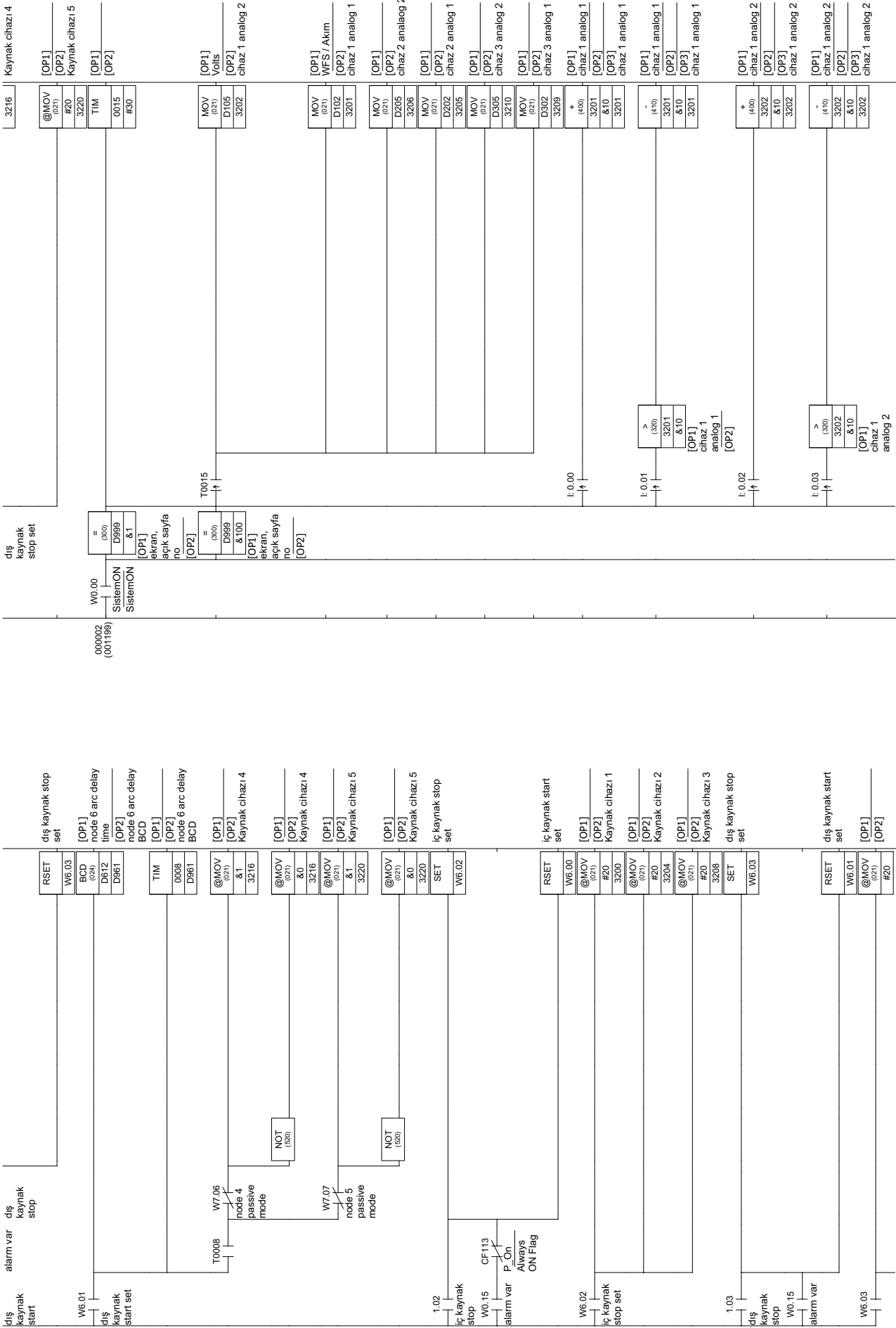


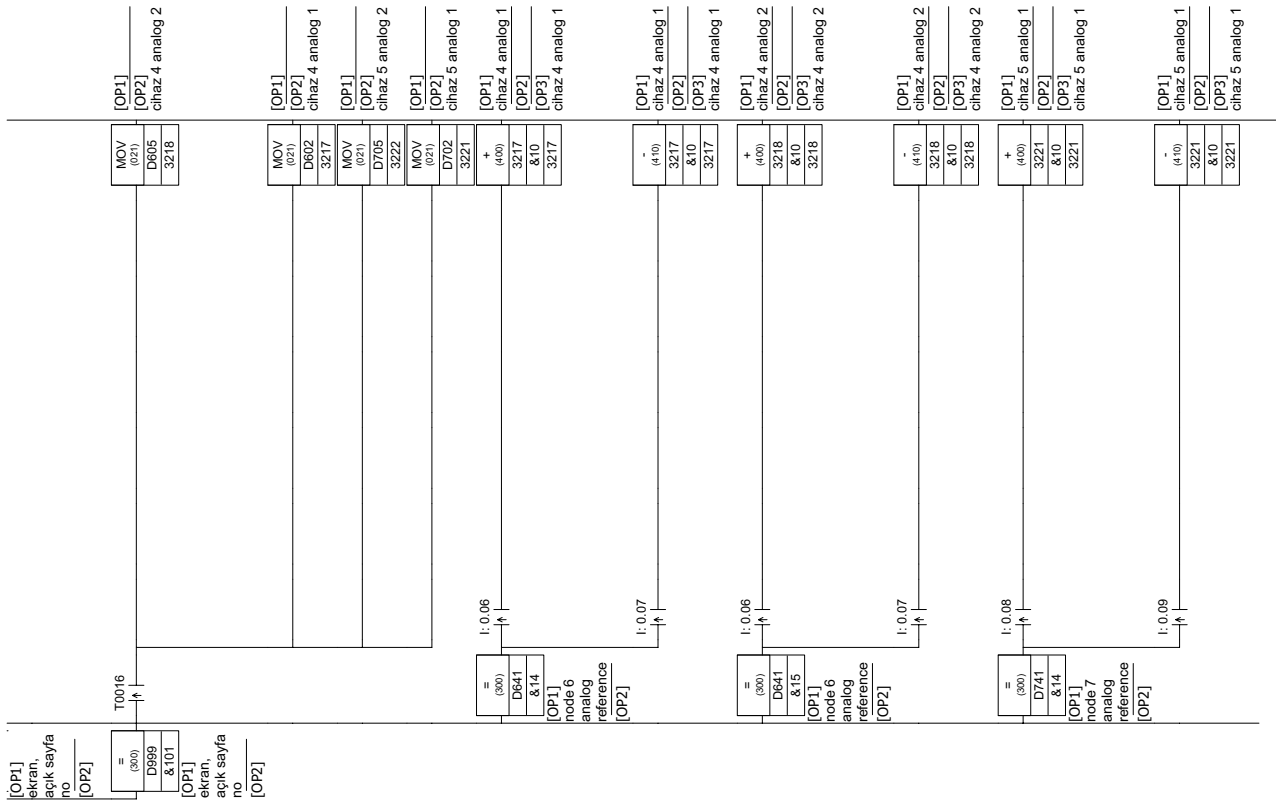


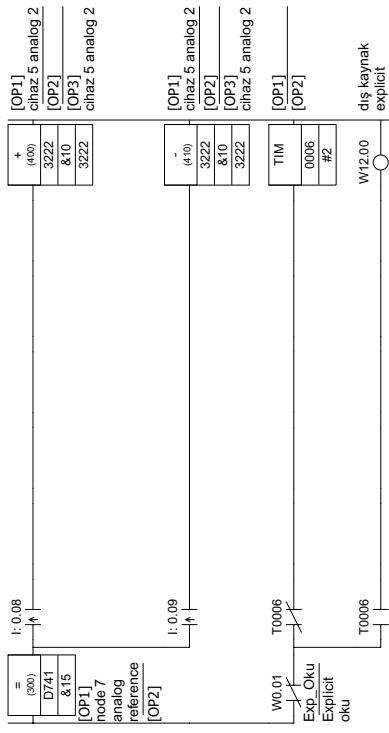
yap











düzenlem
eyi onayla

W13.03
dönü 5
true false

+	(400)	[OP1]	Temp1
D980		[OP2]	
&3		[OP3]	
D980			Temp1
+	(400)	[OP1]	TempE
E32001		[OP2]	
&2		[OP3]	
E32001			TempE
XFER	(070)	[OP1]	
&9		[OP2]	
@D980			Temp1
@E32001			TempE
+	(400)	[OP1]	TempE
E32001		[OP2]	
&9		[OP3]	
E32001			TempE
MOV	(021)	[OP1]	
@D982			Temp2
@E32001		[OP2]	TempE
+	(400)	[OP1]	Temp1
D980		[OP2]	
&9		[OP3]	
D980			Temp1
++	(590)		TempE
E32001		[OP1]	Temp1
MOV	(021)	[OP2]	
@D980			TempE
@E32001			
+	(400)	[OP1]	Temp2
D982		[OP2]	
&4		[OP3]	
D982			Temp2
++	(590)		TempE
E32001		[OP1]	Temp2
MOV	(021)	[OP2]	
@D982			TempE
@E32001			
+	(400)	[OP1]	Temp2
D982		[OP2]	
&4		[OP3]	
D982			Temp2
++	(590)		TempE
E32001		[OP1]	Temp2
MOV	(021)	[OP2]	
@D982			TempE
@E32001			

++	(590)	Temp1
D980		
++		TempE
E32001	(590)	
XFER	(070)	[OP1]
&3		[OP2]
@D980		Temp1
@E32001		TempE
+	(400)	[OP1]
D980		Temp1
&10		[OP2]
D980		[OP3]
		Temp1
+	(400)	[OP1]
E32001		TempE
&3		[OP2]
E32001		[OP3]
		TempE
XFER	(070)	[OP1]
&2		[OP2]
@D980		Temp1
@E32001		[OP3]
		TempE
-	(592)	Temp1
D980		
+	(400)	[OP1]
E32001		TempE
&2		[OP2]
E32001		[OP3]
		TempE
MOV	(021)	[OP1]
@D980		Temp1
@E32001		[OP2]
		TempE
-	(410)	[OP1]
D980		Temp1
&6		[OP2]
D980		[OP3]
		Temp1
++	(590)	TempE
E32001		
XFER	(070)	[OP1]
&2		[OP2]
@D980		Temp1
@E32001		[OP3]
		TempE
+	(400)	[OP1]
D980		Temp1
&8		[OP2]
D980		[OP3]
		Temp1
+	(400)	[OP1]
E32001		TempE
&2		[OP2]
E32001		[OP3]
		TempE
XFER	(070)	[OP1]

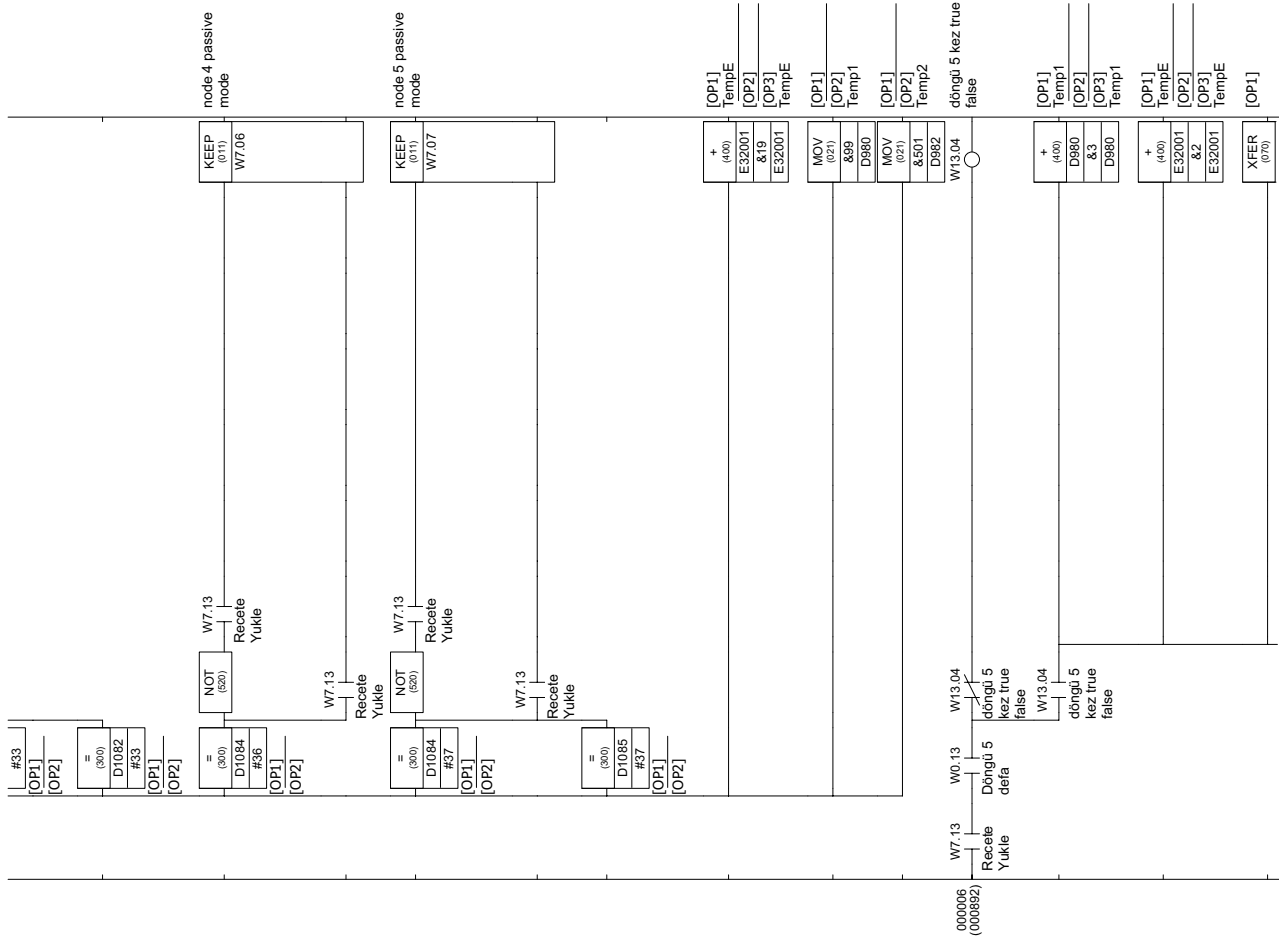
&5 @D980 @E32001	[OP2] Temp1 [OP3] TempE
- (410) D980 &7 D980	[OP1] Temp1 [OP2] [OP3] Temp1
+ (400) E32001 &5 E32001	[OP1] TempE [OP2] [OP3] TempE
XFER (070) &3 @D980 @E32001	[OP1] [OP2] Temp1 [OP3] TempE
+ (400) D980 &12 D980	[OP1] Temp1 [OP2] [OP3] Temp1
+ (400) E32001 &3 E32001	[OP1] TempE [OP2] [OP3] TempE
XFER (070) &3 D126 @E32001	[OP1] [OP2] [OP3] TempE
- (410) D980 &9 D980	[OP1] Temp1 [OP2] [OP3] Temp1
+ (400) E32001 &3 E32001	[OP1] TempE [OP2] [OP3] TempE
MOV (021) @D980 @E32001	[OP1] Temp1 [OP2] TempE
+ (400) D980 &12 D980	[OP1] Temp1 [OP2] [OP3] Temp1
++ (590) E32001 XFER (070) &5 D132 @E32001	TempE [OP1] [OP2] [OP3] TempE [OP1]

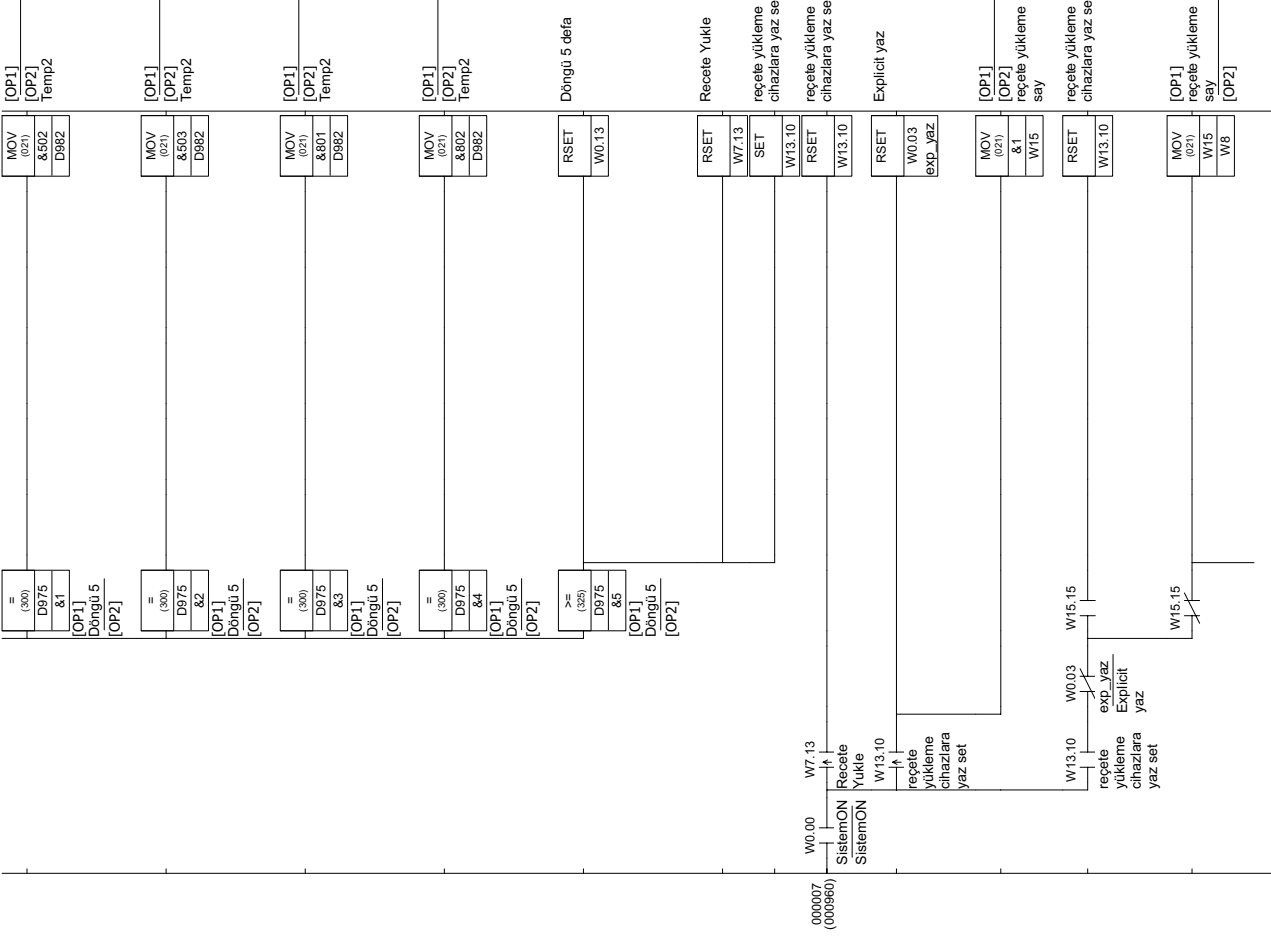
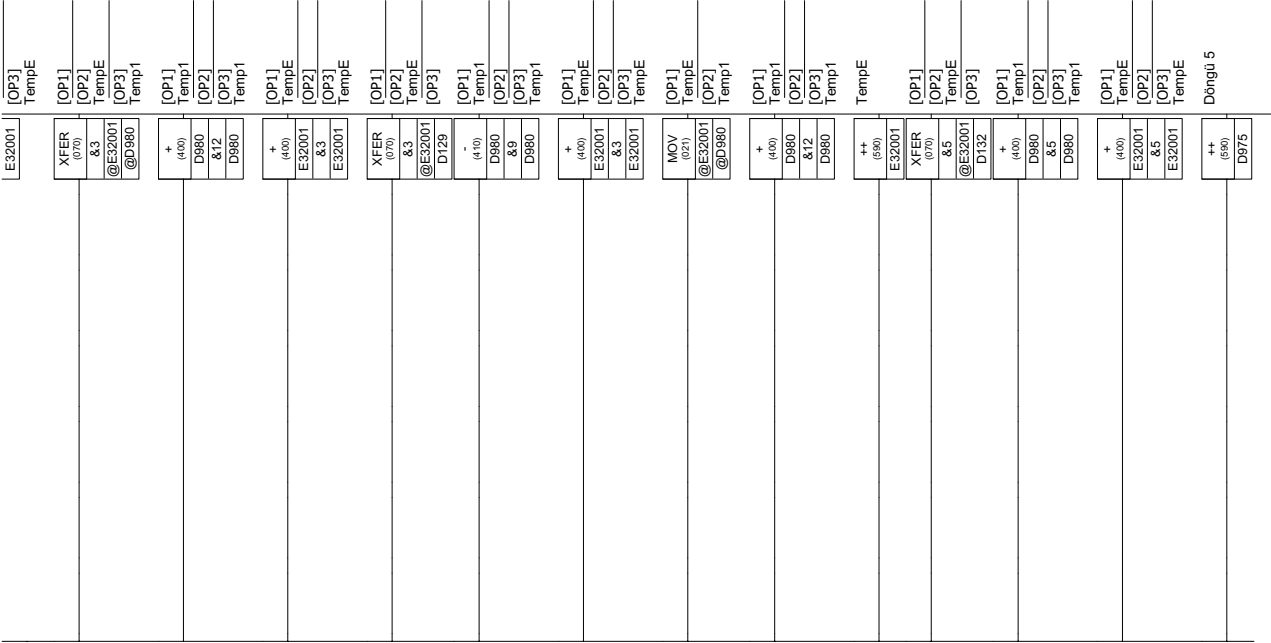
D980 &5 D980	Temp1 [OP2] [OP3] Temp1
+ (400) E32001 &5 E32001	[OP1] TempE [OP2] [OP3] TempE
++ (590) D974 MOV (021) &502 D982	Döngü 5 [OP1] [OP2] Temp2
= (300) D974 &1 [OP1] Döngü 5 [OP2]	
= (300) D974 &503 D982	[OP1] [OP2] Temp2
[OP1] Döngü 5 [OP2]	
= (300) D974 &3 [OP1] Döngü 5 [OP2]	[OP1] [OP2] Temp2
= (300) D974 &4 [OP1] Döngü 5 [OP2]	[OP1] [OP2] Temp2
>= (325) D974 &5 [OP1] Döngü 5 [OP2]	Döngü 5 sat
RSET W0.11	
RSET W7.10 SET W13.05 @MOV (021) &10 D972	Recete kaydet okuma bitti bilgisi set [OP1] [OP2] reçete sayfa no eski
RSET W0.14	explicit okuma biti
RSET W13.05	okuma bitti bilgisi set

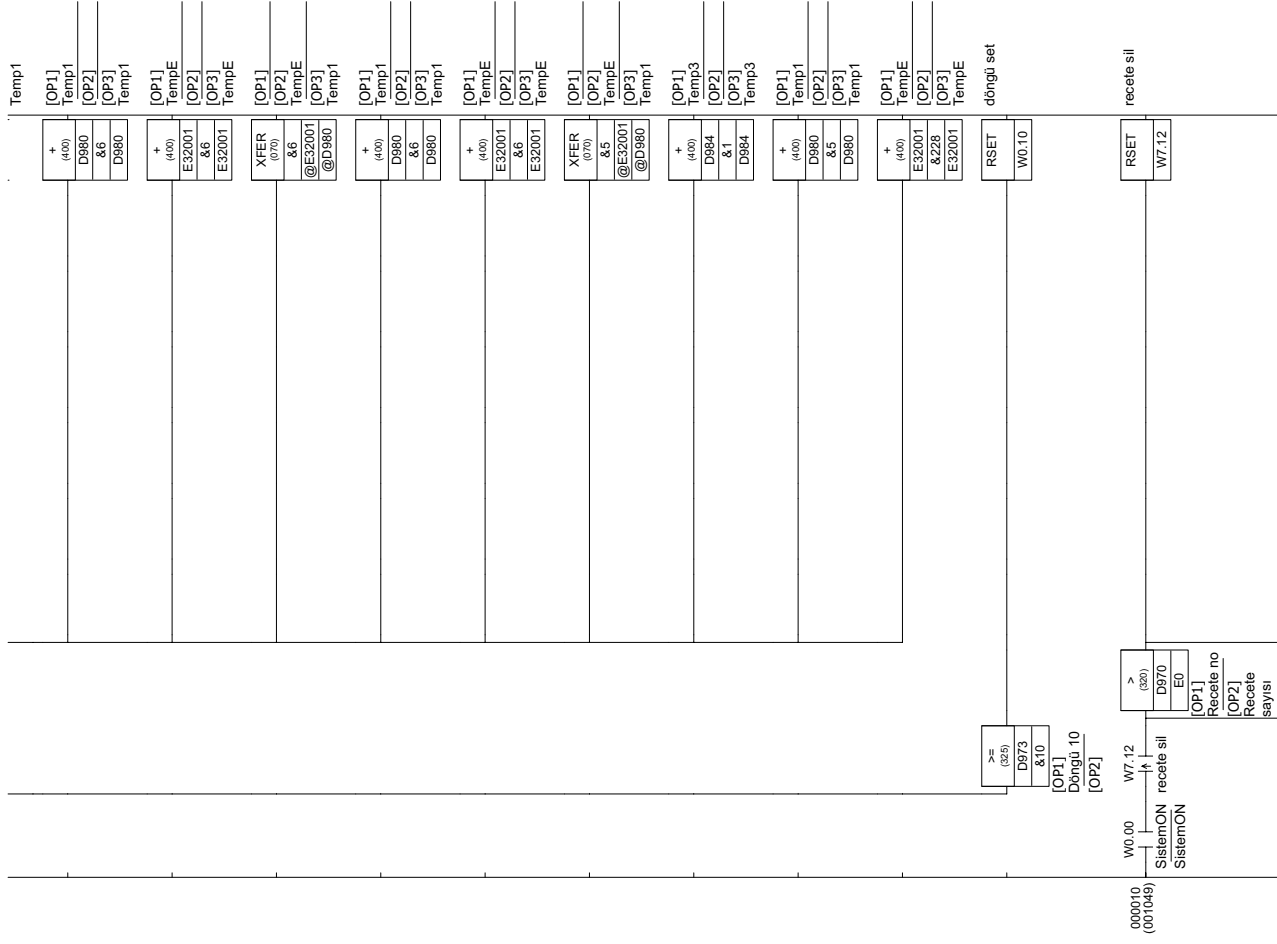
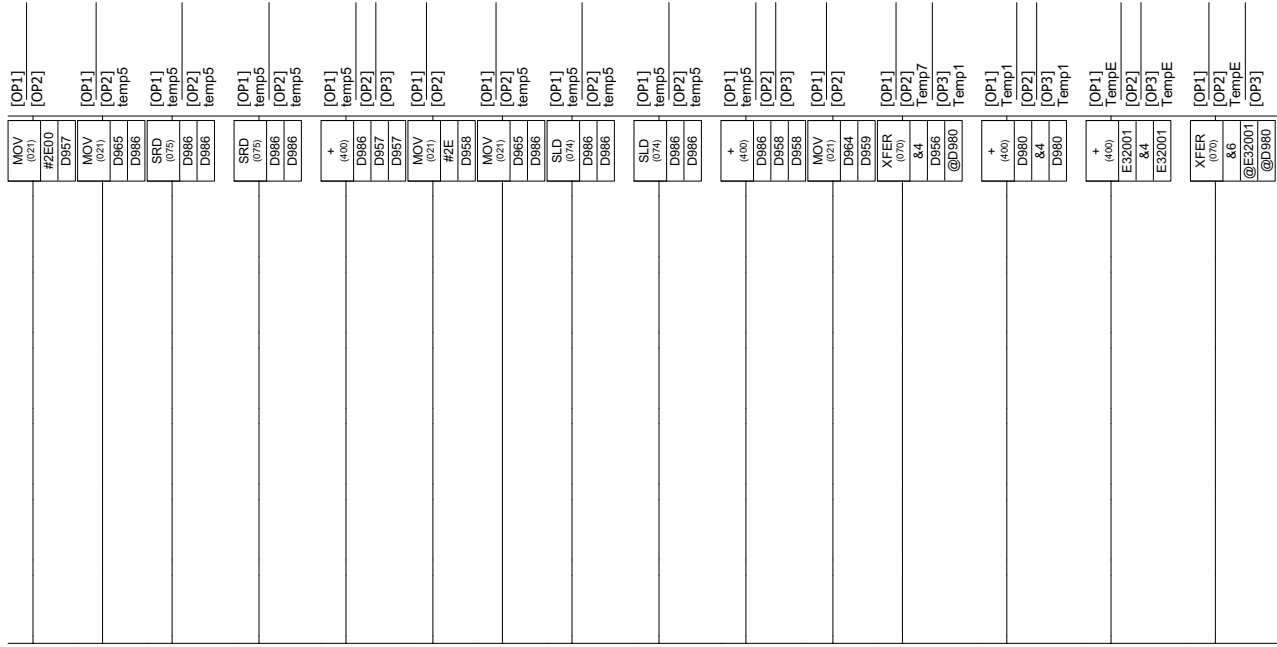
000004
(000829)

W13.05
T0018

okuma
biti bilgisi
set







=
(300)
E0
&0

[OP1]
Recete
sayisi
[OP2]

W17.12

recete sil

[OP1]
Recete sayisi
[OP2]
Recete no
[OP3]
dongu sil

*
(420)
D970
&250
E32002

++
(590)
E32002

+
(400)
E32002
&249
E32003

BSET
(071)
&0
@E32002
@E32003

RSET
W17.12
SET
W13.01

<
(310)
D970
E0

[OP1]
Recete no
[OP2]
Recete
sayisi

--
(590)
E0
*
(420)
D970
&250
E32002

++
(590)
E32002
+
(400)
E32002
&250
E32003

W13.02
W13.02
SistemON
SistemON set

W0.00
W13.01
SistemON
SistemON set

000014
(0010772)

000012
(001086)

CF113
P_On
Always
ON Flag

W7.10
Recete
Kaydet

W7.11
recete
duzenle
(false ise
yeni kayıt)

T0019

dongu sil
true
false

@E32003
@E32002

[OP3]
tempE2

MOV
(021)
E32003
E32002

[OP1]
tempE3
[OP2]
tempE2

[OP1]
tempE3
[OP2]
tempE3

=
(592)
D953
RSET
W13.01

[OP1]
recete sayfa no
[OP2]
eski

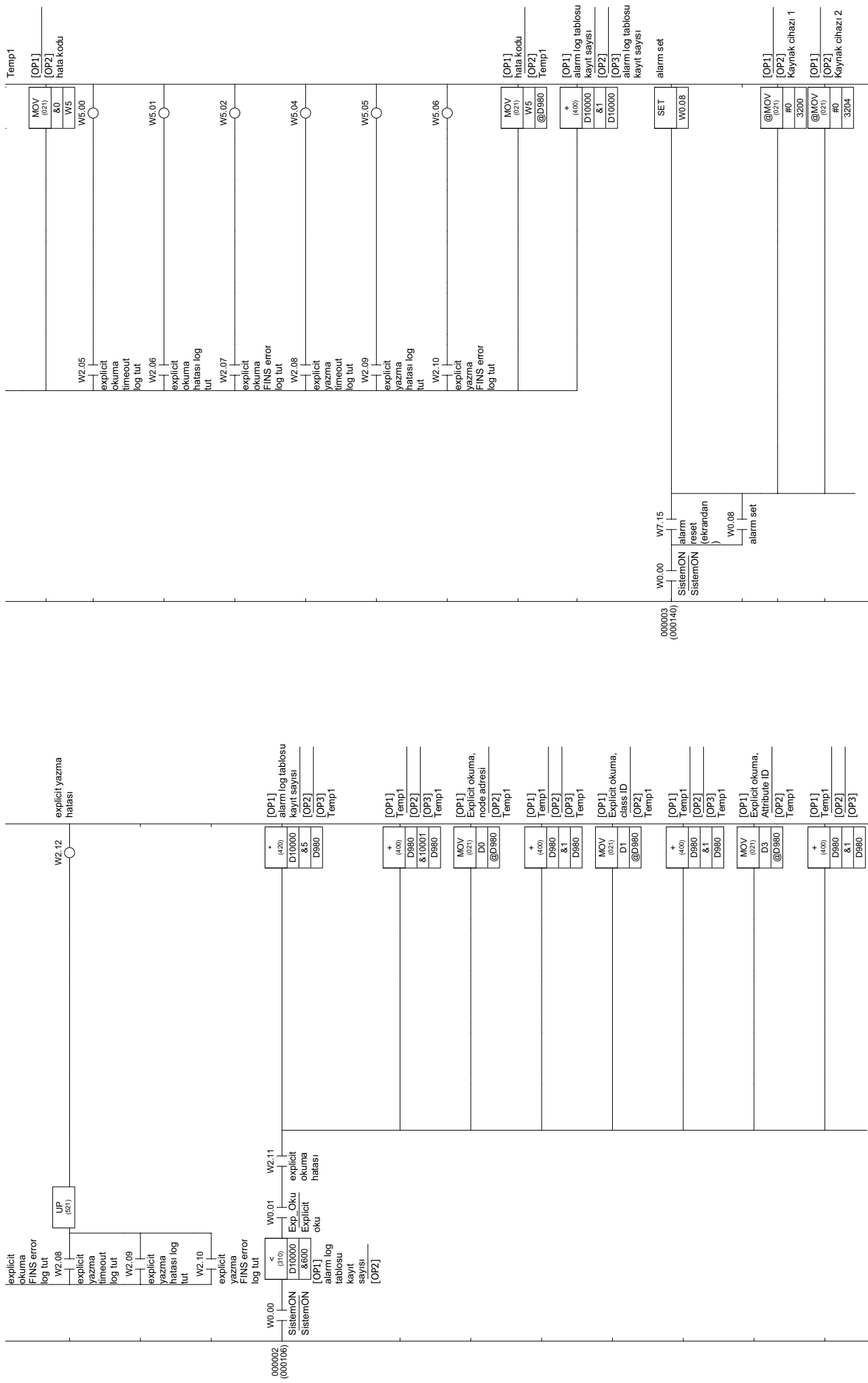
RSET
W7.00

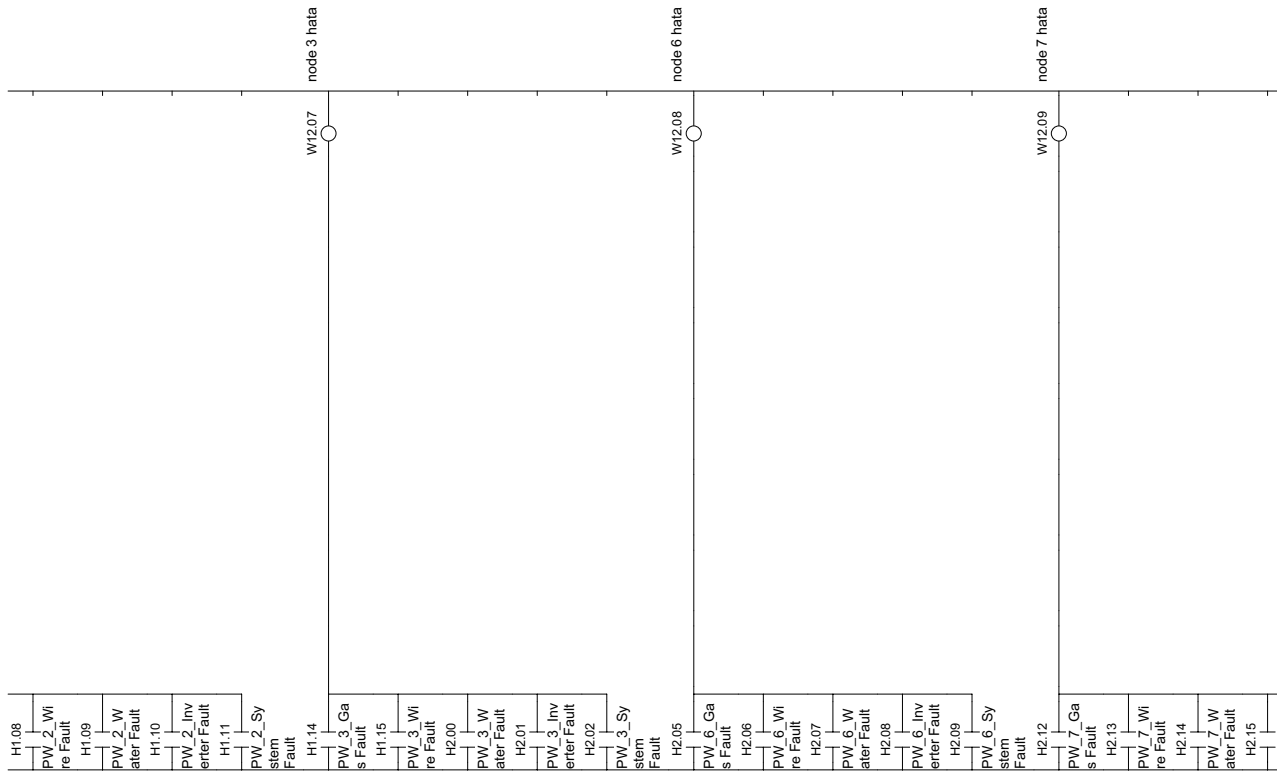
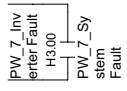
TIM
0019
#10
RSET
W7.10

[OP1]
[OP2]
Recete kaydet

RSET
W7.11

recete duzenle
(false ise yeni
kayıt)







ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 20.11.1982

Doğum yeri Adana

Lise 1993-2000 İçel Anadolu Lisesi

Lisans 2000-2005 Yıldız Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fak.
Elektrik Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2005-2008 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik Müh. A.B.D., Kontrol-Kumanda Programı

Çalıştığı kurum(lar)

2007-2008 STC Elektronik

2008-... BOTAŞ