



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ENDÜSTRİYEL BİR DOĞAL GAZ KOMPRESÖR
İSTASYONU İÇİN SCADA SİSTEMİNİN
GELİŞTİRİLMESİ**

ORHAN OKAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2019

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİYEL BİR DOĞAL GAZ KOMPRESÖR
İSTASYONU İÇİN SCADA SİSTEMİNİN
GELİŞTİRİLMESİ

ORHAN OKAY

Bu tez,
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2019

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Orhan OKAY tarafından hazırlanan “ENDÜSTRİYEL BİR DOĞAL GAZ KOMPRESÖR İSTASYONU İÇİN SCADA SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ” adlı bu tez, jürimiz tarafından 23/10/2019 tarihinde oy birliği ile Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Ö. Fatih KEÇECİOĞLU (DANIŞMAN)

Elektrik-Elektronik Müh.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Süleyman KERLİ (ÜYE)

Enerji Sistemleri Müh.

Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Erdal KILIÇ (ÜYE)

Elektrik-Elektronik Müh.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Prof. Dr. Mustafa YAZICI

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Orhan OKAY

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ENDÜSTRİYEL BİR DOĞAL GAZ KOMPRESÖR İSTASYONU İÇİN SCADA SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ (YÜKSEK LİSANS TEZİ)

ORHAN OKAY

ÖZET

Bu çalışmada endüstriyel bir doğal gaz kompresör istasyonu için SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sisteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bilindiği üzere enerji stratejik özelliği olan bir olgudur. Enerjiye gereksinim; tüm insanlar, ülkeler ve medeniyet için başat nitelik taşımakta olup, yadsınamaz önem arz etmektedir. Bu enerji kaynaklarından en önemli olanlarından biri de kuşkusuz doğal gazdır. Doğal gazın tüketicilere güvenli bir şekilde ulaştırılması için de kompresör istasyonları inşa edilmiştir. Boru hattı kapasitesinin korunması ve kullanılabilir olmasını sağlamak için gaz kompresör istasyonunun emniyetli ve verimli bir şekilde çalışması şarttır. Bunun için de SCADA sistemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada endüstriyel bir doğal gaz kompresör istasyonu için, istasyonda meydana gelen çok yüksek/düşük çıkış basıncı, istasyon içinde yangın, gaz kaçağı tespiti, voltaj arızaları, yüksek çıkış sıcaklığı gibi durumlarda gerekli uyarıları veren SCADA sistemi geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğal gaz, enerji, kompresör, istasyon, SCADA.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Eylül/2019

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ö. Fatih KEÇECİOĞLU

Sayfa sayısı: 108

DEVELOPMENT OF SCADA SYSTEM FOR A INDUSTRIAL NATURAL GAS COMPRESSOR STATION

(M.Sc. THESIS)

ORHAN OKAY

ABSTRACT

In this study, it is aimed to develop SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) system for an industrial natural gas compressor station. As it is known, energy is a phenomenon with strategic features. The need for energy; it is a dominant feature for all people, countries and civilization and is undeniably important. One of the most important of these energy sources is undoubtedly natural gas. Compressor stations have also been built to deliver natural gas to consumers safely. The gas compressor station must operate safely and efficiently to ensure that pipeline capacity is maintained and usable. SCADA systems are used for this purpose. In this study, compressor station is monitored and controlled by using DeltaV program which is one of SCADA programs. During this period, the system gave the necessary warning in cases such as very high / low outlet pressure, fire inside the units, gas leak detection, voltage failures and high outlet temperature.

Key Words: Natural gas, energy, compressor, station, SCADA.

Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Institute for Graduate Studies in Science and Technology

Department of Natural and Applied Sciences September/2019

Supervisor: Assist. Prof. Ö. Fatih KEÇECİOĞLU

Page number: 108

TEŞEKKÜR

Tez alıŐmam sűresince benden yardımlarını esirgemeyen baŐta deęerli DanıŐman Hocam Dr. Őęr. Őyesi Ő.Fatih KEECİŐĐLU olmak űzere deęerli hocalarım Őęr. GŐr. Ahmet GANI'ye; sevgili anneme, babama, deęerli eŐim Yasemin ELDEMİR OKAY'a, BOTAŐ A.Ő'ye ve BOTAŐ Hanak KompresŐr İstasyonu alıŐanlarına sonsuz teŐekkűrlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. ENDÜSTRİYEL BİR DOĞAL GAZ KOMPRESÖR İSTASYONU	8
3.1. İstasyon Giriş/Çıkış, Pig Alma/Atma ve Bypass Sistemi	10
3.2. Filtreleme Sistemi	11
3.3. Gaz Sıkıştırma (Türbin ve Kompresör Grubu) Sistemi	13
3.3.1. Gaz kompresörü	14
3.3.2. Gaz türbini	15
3.3.2.1. Gaz türbini temel kısımları	17
3.4. Gaz Soğutma Sistemi	19
3.5. Tahliye (Relief, Blowdown) ve Recycle (Geri Çevrim) Sistemi	19
3.6. Ölçüm Sistemi	21
3.6.1. Ölçülen doğal gaz için düzeltilmemiş ve düzeltilmiş hacim	21
3.6.1.1. Düzeltilmemiş hacim (m ³)	21
3.6.1.2. Düzeltilmiş hacim (Std m ³)	21
3.6.2. Doğalgaz ölçüm ekipmanları	21
3.6.2.1. Primer ölçüm ekipmanları	21
3.6.2.2. Sekonder ölçüm ekipmanları	23
3.6.3. Ölçülen doğal gaz için hacim dönüştürücüler	25
3.6.3.1. Akış bilgisayarları (Flow computer)	25
3.6.3.2. Elektronik hacim düzeltici (Korrektör)	25
3.7. Yardımcı Tesisler/Ekipmanlar (Yakıt Gazı, Yardımcı Ekipmanlar, Hava Kompresörleri, Isı Merkezi, Jeneratörler Vs.) Sistemi	25
4. SCADA SİSTEMLERİ	27
4.1. SCADA Sistemlerinin İşlevleri	28
4.1.1. İzleme işlevleri	28
4.1.2. Kontrol işlevleri	28
4.1.3. Bilgi toplama işlevleri	29

4.1.4. Bilgilerin kayıt edilmesi ve saklanması işlevleri.....	29
4.2. SCADA Sistemlerinin Genel Yapısı.....	29
4.2.1. Uzak terminal birimi (RTU).....	29
4.2.2. Ana terminal birimi (MTU).....	31
4.2.3. İletişim birimi.....	31
4.2.4. Saha donanımları.....	32
4.2.4.1. PLC (Programlanabilir lojik kontrolör).....	32
4.2.4.2. DCS (Dağıtılmış kontrol sistemleri).....	32
4.2.4.3. Akıllı cihazlar.....	36
4.3. Endüstriyel Veri İletişimi.....	37
4.3.1. Fieldbus.....	39
4.3.2. Profibus.....	39
4.3.3. Ethernet.....	41
4.3.4. Modbus.....	41
4.3.4.1. MODBUS protokolünün genel özellikleri.....	42
4.3.4.2. SCADA’da bağlantı tipleri.....	43
4.3.5. CANBus.....	47
4.3.6. DeviceNet.....	48
4.3.7. MPI.....	48
4.3.8. AS-I.....	49
4.3.9. İnterbus-S 64.....	49
5. SCADA SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ.....	51
5.1. DeltaV Sistemi.....	51
5.1.1. DeltaV Explorer.....	51
5.1.3. DeltaV Operate.....	54
5.1.3.1. DeltaV Operate’yi başlatmak.....	55
5.1.3.2. DeltaV Operate ortamı.....	56
5.1.3.3. DeltaV’de bulunan diğer resimler.....	57
5.1.3.4. Araç çubuğu butonları.....	58
5.1.3.5. Deltav Operate’te diğer resimler.....	66
5.1.3.6. DeltaV’de alarmlar.....	75
5.1.4. DeltaV M serisi kontrolör ve I/O arabirimleri.....	78
5.1.4.1. DeltaV M serisi I/O kart tipleri.....	80
5.2. Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu İçin Geliştirilen SCADA Sistemi.....	81
5.2.1. Endüstriyel bir doğal gaz kompresör istasyonunda SCADA sistemi ile haberleşen 3. parti ekipmanlar.....	81
5.2.2. Endüstriyel bir doğal gaz kompresör istasyonunda tipik olarak bulunan enstrumanlar.....	82
5.2.3. SCADA ekran resimleri.....	82
5.2.3.1. İstasyon giriş/çıkış, pig alma/atma ve bypass sistemi.....	82
5.2.3.2. Filtreleme sistemi.....	84
5.2.3.3. Gaz sıkıştırma (türbin ve kompresör grubu) sistemi.....	89
5.2.3.4. Gaz soğutma sistemi.....	93
5.2.3.5. Tahliye (relief, blowdown) ve recycle (geri çevrim) sistemi.....	96
5.2.3.6. Ölçüm sistemi.....	96
5.2.3.7. Yardımcı tesisler/ekipmanlar (yakıt gazı, yardımcı ekipmanlar, hava kompresörleri, ısı merkezi, jeneratörler vs.) sistemi.....	99

5.3. Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu İçin SCADA Sisteminin Fonksiyonu.....	101
6. SONUÇLAR.....	104
KAYNAKLAR.....	105
ÖZGEÇMİŞ.....	108



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. 2017 yılı doğal gaz tüketiminin sektörlere göre dağılımı.....	2
Şekil 1.2. Yıllar itibarıyla sektörel bazda yurtiçi doğal gaz satış miktarları.....	2
Şekil 1.3. Yıllar itibarıyla doğal gaz iletim hattı uzunlukları	3
Şekil 3.1. Türkiye’de doğal gaz taşımacılığında kullanılan endüstriyel kompresör istasyonları.....	9
Şekil 3.2. Endüstriyel bir doğal gaz kompresör istasyonu.....	9
Şekil 3.3. İstasyon giriş/çıkış, pig alma/atma ve bypass sistemleri	10
Şekil 3.4a. Siklon filtre	11
Şekil 3.4b. Ayırıcı-Separatör filtre	11
Şekil 3.5. Siklon (Dikey) filtre iç yapısı.....	12
Şekil 3.6. Ayırıcı (Seperatör) filtre iç yapısı.....	12
Şekil 3.7. Türbin ve kompresör grubu	13
Şekil 3.8. Santrifüj Kompresör iç yapısı.....	14
Şekil 3.9. Santrifüj Kompresör	15
Şekil 3.10. Gaz türbini temel kısımları	17
Şekil 3.11. Gaz türbini iç yapısı.....	18
Şekil 3.12. Gaz türbini	19
Şekil 3.13. Gaz soğutma sistemi	19
Şekil 3.14. Tahliye (Relief ve Blowdown vanaları) sistemi	20
Şekil 3.15. Recycle (geri çevrim) vanası	20
Şekil 3.16. Türbinmetre	22
Şekil 3.17. Rotarimetre	22
Şekil 3.18. Ultrasonikmetre	23
Şekil 3.19. Basınç Transmitteri	23

Şekil 3.20. Sıcaklık Transmitteri	24
Şekil 3.21. Gaz Kromatografi	24
Şekil 3.22. Türbin yakıt gazı Sistemi.....	26
Şekil 4.1. Tipik SCADA organizasyon şeması.....	28
Şekil 4.2. RTU donanım yapısı.....	30
Şekil 4.3. SCADA sisteminde MTU'nun yeri	31
Şekil 4.4. PLC sistemi yapısı	32
Şekil 4.5. Dağıtılmış kontrol sistemleri	33
Şekil 4.6. Tipik bir akıllı cihaz	37
Şekil 4.7. Profibus yapısı	41
Şekil 4.8. Ethernet yapısı	41
Şekil 4.9. MODBUS istek/cevap protokolü	43
Şekil 4.10. RS-232 SCADA bağlantı tipi.....	44
Şekil 4.11. RS-485 SCADA bağlantı tipi.....	45
Şekil 4.12. RTU'nun bilgisayara dönüştürücüler ile bağlantısı	47
Şekil 4.13. Tek seri port (RS-232) girişli RTU'nun bağlantısı	47
Şekil 4.14. MPI haberleşme mimarisi.....	49
Şekil 5.1. DeltaV sistem yapısı.....	51
Şekil 5.2. DeltaV Explorer'e giriş	52
Şekil 5.3. DeltaV Explorer'in görünümü.....	53
Şekil 5.4. Control Studio'ya giriş	53
Şekil 5.5. DeltaV Control Studio ekranı	54
Şekil 5.6. Deltav Operate	55
Şekil 5.7. Deltav Operate'i Start menüsünden başlatmak	56
Şekil 5.8. DeltaV Operate Arayüzü	56
Şekil 5.9. Pompa Faceplate Resmi	57
Şekil 5.10. Resim Aç butonu	58

Şekil 5.11. Resim Aç diyalog kutusu.....	58
Şekil 5.12. Açık resimleri ekrana getirmek için daire içindeki tıklanması gereken simge .	59
Şekil 5.13. DeltaV Operate’te daha önce açılmış son 10 resim.....	59
Şekil 5.14. Ekrandaki resimden “önceki” ve “sonraki” resmi açan butonlar	59
Şekil 5.15. Display directory resmini açan buton.....	60
Şekil 5.16. Faceplate ve detay resmi açma butonları.....	60
Şekil 5.17. Faceplate ve detay resmi açmak için diyalog kutusu	60
Şekil 5.18. Alarm Özeti resmini açan buton.....	61
Şekil 5.19. Yazıcı butonu.....	61
Şekil 5.20. Process History View programını başlatan buton	62
Şekil 5.21. Önceki resim görüntüleme butonu	62
Şekil 5.22. Sistem zamanını değiştirmek kullanılan buton.....	63
Şekil 5.23. DeltaV kullanıcıını değiştirmek için kullanılan buton.....	63
Şekil 5.24. DeltaV Explorer’i başlatan buton.....	64
Şekil 5.25. Flexlock programını başlatan buton	64
Şekil 5.26. Control Studio programını başlatan buton	64
Şekil 5.27. DeltaV operate yardım butonu	64
Şekil 5.28. Books Online programını başlatan buton	65
Şekil 5.29. DeltaV Operate programını kapatan buton.....	65
Şekil 5.30. Bir pompaya ait faceplate	67
Şekil 5.31. Bir PID bloğuna ait faceplate	68
Şekil 5.32. Analog bir ölçüme ait faceplate.....	69
Şekil 5.33. Bir pompaya ait detay resmi	71
Şekil 5.34. Bir Transmittere ait Faceplate	72
Şekil 5.35. Bir PID bloğunun detay resmi	73
Şekil 5.36. Bir pompaya ait trend resmi	74
Şekil 5.37. Bir Transmittere ait trend resmi.....	74

Şekil 5.38. Bir PID bloğunun trend resmi	75
Şekil 5.39. Alarm çubuğu	75
Şekil 5.40. Alarm kabul butonu	76
Şekil 5.41. Kornayı kullanıma açıp-kapan buton	77
Şekil 5.42. Korna Kapat butonu	77
Şekil 5.43. Alarmin oluştuğu ana resmi ve Faceplate resmini açma butonu	78
Şekil 5.44. İ (İnformation-Bilgi) butonu.....	78
Şekil 5.45. DeltaV M Serisi Kontrolür	79
Şekil 5.46. DeltaV M Serisi kontrolür pano içi görünümü.....	79
Şekil 5.47. DeltaV M serisi güç dağıtımı	80
Şekil 5.48. İstasyon giriş/çıkış, pig alma/atma ve bypass sistemi SCADA ekranı.....	82
Şekil 5.49. İstasyon giriş/çıkış, pig alma/atma ve bypass sistemi için oluşturulan DeltaV Explorer sayfası	83
Şekil 5.50. İstasyon giriş/çıkış, pig alma/atma ve bypass sistemi için oluşturulan Control Studio sayfası.....	83
Şekil 5.51. Seperatör filtreleme sistemi SCADA ekranı	84
Şekil 5.52. Seperatör filtre sistemi seviye transmitterleri alarm oluşturma.....	85
Şekil 5.53. Drain vanası Faceplate ekranı	85
Şekil 5.54. Seperatör filtreleme sistemi için oluşturulan DeltaV Explorer sayfası	86
Şekil 5.55. Seperatör filtreleme sistemi için oluşturulan Control Studio sayfası	86
Şekil 5.56. Siklon Filtreleme Sistemi SCADA Ekranı	87
Şekil 5.57. Drain vanası Faceplate Ekranı.....	88
Şekil 5.58. Siklon Filtreleme Sistemi için oluşturulan Delta V Explorer Sayfası.....	88
Şekil 5.59. Siklon filtreleme sistemi için oluşturulan Control Studio sayfası	89
Şekil 5.60. Ünite kontrol panellerinin SCADA ile haberleşme arayüzü	89
Şekil 5.61. Türbin ve Kompresör grubu SCADA ekranı.....	90
Şekil 5.62. Gaz türbini yatak sıcaklık ve vibrasyon değerleri SCADA ekranı.....	90
Şekil 5.63. Gaz türbini yangın ve gaz algılama sistemi SCADA ekranı	91

Şekil 5.64. Gaz türbini yakıt sistemi SCADA ekranı	91
Şekil 5.65. Gaz Türbini yanma odaları SCADA ekranı	92
Şekil 5.66. Gaz türbini yağlama sistemi SCADA ekranı.....	92
Şekil 5.67. Gaz soğutma sistemi (motorlar kapalıyken) SCADA ekranı	93
Şekil 5.68. Gaz soğutma sistemi (2 Motor çalışır durumdayken) SCADA ekranı.....	94
Şekil 5.69. Gaz soğutma sistemi (tüm motorlar çalışır durumdayken) SCADA ekranı	94
Şekil 5.70. Gaz soğutma sistemi için oluşturulan DeltaV Explorer Sayfası	95
Şekil 5.71. Gaz soğutma sistemi için oluşturulan Control Studio sayfası	95
Şekil 5.72. Tahliye (Relief, Blowdown) ve Recycle (geri çevrim) sistemi SCADA ekranı	96
Şekil 5.73. Akış bilgisayarlarının (flow computer) SCADA ile haberleşme arayüzü.....	96
Şekil 5.74. Ölçüm sistemi SCADA ekranı	97
Şekil 5.75. Gaz kromatografin SCADA ile haberleşme arayüzü	97
Şekil 5.76. Akış bilgisayarları için oluşturulan Control Studio sayfası.....	98
Şekil 5.77. Gaz kromatografi için oluşturulan Control Studio sayfası	98
Şekil 5.78. Hava kompresörleri, hava kurutucuları ve hava tankı SCADA ekranı	99
Şekil 5.79. Elektrik tek hat şeması SCADA ekranı	100
Şekil 5.80. Kesintisiz güç kaynağı (UPS) ve Redresör sistemi SCADA ekranı.....	100

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 4.1. En fazla kullanılan veri iletişim protokolleri ve pazar payları oranı	38
Çizelge 5.1. Deltav Operate araç çubuğu butonları ve işlevleri	65
Çizelge 5.2. DeltaV M serisi I / O Kart Tipleri	80



KISALTMALAR DİZİNİ

EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
BP	British Petrol
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
LAN	Local Area Network
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
MMDS	Material Safety Data Sheet
LMDS	Local Multipoint Distribution Service
PLC	Programmable Logic Controller
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AG	Alçak Gerilim
PSV	Pressure Safety Valve
IGV	Inlet Guide Vane
ASME	American Society of Mechanical Engineers
LF	Low Frequency
HF	High Frequency
DCS	Distributed Control System
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
MEGEP	Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi
PICA	Power Industry Computer Applications
RTU	Remote Terminal Unite
MTU	Master Terminal Unite
CPU	Central Process Unit
PC	Personal Computer
AEG	Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft
ASCII	American Standard Code for Information Interchange

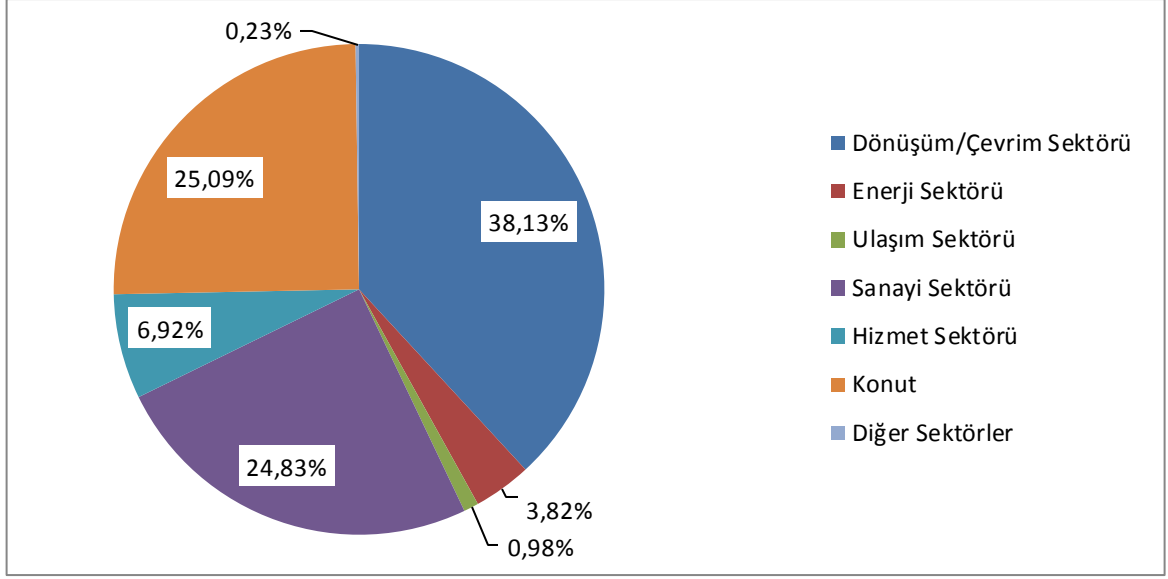
USB	Universal Serial Bus
CAN	Controller Area Network
MPI	MultipointInterface
OSI	Open Systems Interconnection
I/O	Input/Output
AS-I	Aktuator Sensor-Interface



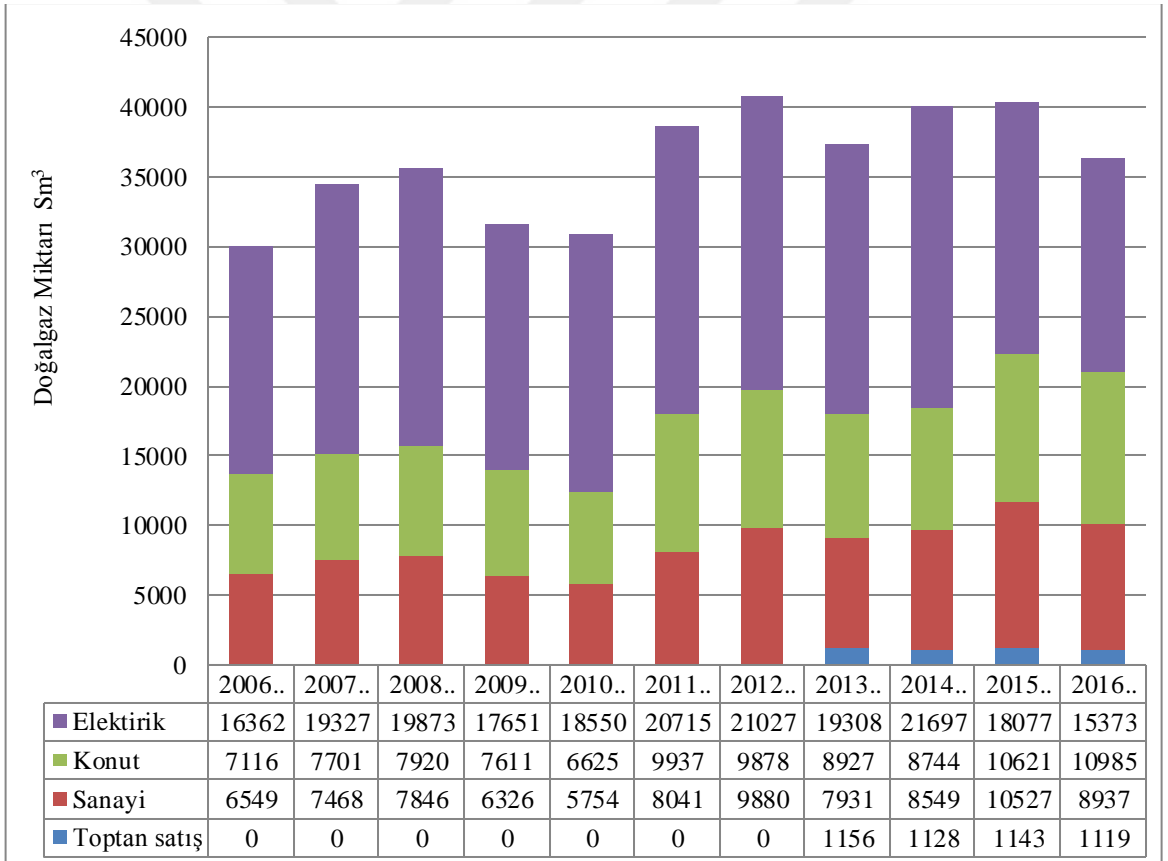
1. GİRİŞ

Sanayileşme sürecinden itibaren enerjiye olan talep her geçen zaman diliminde günden güne daha da artmaktadır. Mevcut enerji kaynaklarının mevcut enerji ihtiyacı ve dahası yakın gelecekte doğacak ilave ihtiyaçları da karşılayamayacağı öngörülmektedir. Küresel ısınmanın somut etkilerinin de günümüzde daha belirgin bir hal alması ile daha temiz, daha çevreci, daha verimli ve tabii daha ekonomik enerji kaynaklarının tespiti ve öncelikli olarak kullanılmasının önemi ortadadır. Bu amaçla hem potansiyel enerji ihtiyacını karşılayabilecek hem de var olan çevreye zararlı atık salınımında bulunan mevcut enerji kaynaklarının kullanımının minimize edilebilmesine olanak sağlayacak, alternatif enerji kaynaklarının tespiti ve temini konusunda çeşitli araştırma ve çalışmalar yapılmaktadır.

Doğal gaz ve uygulamaları, alternatif enerji kaynaklarından biri olarak ön plana çıkmaktadır. Doğal gaz, diğer fosil yakıtlarının aksine (kömür, petrol vb.) daha temiz, daha çevreci, daha verimli ve daha ekonomik çözümler sunmaktadır. Doğal gaz kimyasal içeriğinde %85-95 aralığında Metan (CH_4), %5-15 aralığında Etan (C_2H_6), maksimum %5 oranında olmak üzere propan (C_3H_8), Bütan(C_4H_{10}) karışımı ve bunların dışında CO_2 , N_2 , H_2S gibi dengeleyici hidrokarbonları barındırmaktadır (Web-1). Doğal gaz kullanım açısından geniş bir yelpazeye sahiptir. Diğer yakıtlara olan üstünlüklerinden dolayı sanayi kuruluşlarında, konut ve konaklama tesislerinde, hastanelerde, tarım faaliyeti gösteren işletmelerde, balık çiftliklerinde ve hatta motorlu araçlarda dahi yakıt olarak tercih edilmekte rahatlıkla kullanılabilir. Şekil 1.1'de 2017 yılı doğal gaz tüketiminin sektörlere göre dağılımına bakıldığında %38,13'lük kısmının dönüşüm/çevrim sektöründe, %25,09'lük kısmının konut sektöründe, %24,83'lük kısmının sanayi sektöründe, %6,92'lik kısmının hizmet sektöründe, %3,82'lik kısmının enerji sektöründe, % 0,98'inin ulaşım sektöründe ve %0,23'ünün ise diğer sektörlerde kullanıldığı görülmektedir.

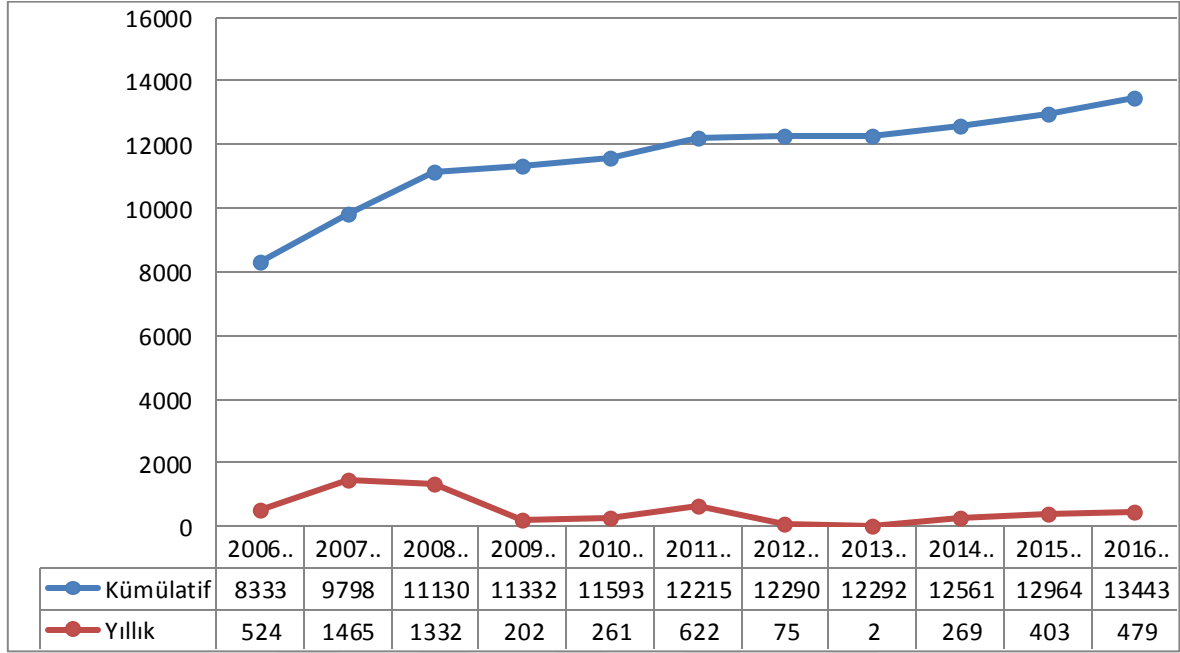


Şekil 1.1. 2017 yılı doğal gaz tüketiminin sektörlere göre dağılımı (EPDK, Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu 2017)



Şekil 1.2. Yıllar itibarıyla sektörel bazda yurtiçi doğal gaz satış miktarları (milyon Sm³) (EPDK, Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu 2017)

Türkiye'deki doğal gaz iletim hattı uzunlukları her yıl düzenli olarak artmaktadır. Şekil 1.3'ten de anlaşılacağı üzere her sene yeni doğal gaz iletim hattı yapılmaktadır. 2016 itibarıyla ülkemizdeki doğal gaz boru hattı uzunluğu toplam 13.443 km'dir.



Şekil 1.3. Yıllar itibarıyla doğal gaz iletim hattı uzunlukları (km.) (Botaş Sektör Raporu, 2016)

Dünyada toplam 193,5 Tsm³ kanıtlanmış doğalgaz rezervi bulunmaktadır. En fazla doğalgaz rezervi 79,1 Tsm³ le (%40,9) Ortadoğu'da bulunmaktadır. Daha sonra Ortadoğu'yu, 61,2 Tsm³ rezerve sahip Rusya ve Türkmenistan'ın da içinde bulunduğu Avrupa ve Avrasya takip ediyor. Dünya üzerinde en fazla doğal gaz üretimi ise Avrupa ve Avrasya'da toplam üretimin %28,8 oranı ile 1057,4 Msm³, ardından Kuzey Amerika da toplam üretimin %25,9 oranı ile 951,5 Msm³ ve % 17,9 oranı ile 659,9 Msm³ değeri ile Ortadoğu ülkeleri gelmektedir (BP, 2018).

Türkiye doğal gaz rezervleri açısından zengin bir ülke değildir. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) 2017 raporuna göre, Türkiye sınırları içerisinde 2017 yılı boyunca yalnızca yaklaşık 354 milyon Sm³ doğalgaz üretimi olmuştur. 2017 yılı boyunca Aralık ayı sonu itibari ile ise Türkiye'nin doğal gaz talebi yaklaşık 54,5 milyar Sm³ olup, talebi karşılamak amacı ile üretilen doğal gazın dışında yaklaşık 55,2 milyar Sm³ lük doğal gaz ithalatı yapıldığı belirtilmiştir. Yani ihtiyaç duyulan doğal gazın % 0,34'ü Türkiye'de üretilen doğalgaz ile karşılanabilmektedir. 2017 verilerine göre Türkiye doğal gaz ithalatının kabaca %52'sini Rusya'dan, %17'sini İran'dan, %12'sini Azerbaycan'dan,

%8'ini Cezayir'den, %2'sini Nijerya'dan geriye kalan bölümünü de Katar, Norveç, ABD gibi ülkelerden yapmıştır (EPDK Doğalgaz Piyasası Sektör Raporu, 2017).

Bu çalışmada esas konusu olan endüstriyel doğal gaz kompresör istasyonları yer altında depolanan gazın dışarıya güvenli ve istenilen bir şekilde çıkmasını ayrıca doğal gazın bir yerden başka bir yere iletilmesini sağlayan önemli tesislerdir. Hayati öneme sahip bu gaz kompresörlerinin görevi; gazın hacminin indirgenmesi yolu ile gazın basıncını arttırmaktır. Kompresörde gazın hacminin düşürülmesi yani sıkıştırılmasının sonucu olarak gazın basıncı yükselir ve bu basınç artışı gazın başka bir yere aktarılmasını mümkün kılar. Gaz kompresöründeki gazın sıkıştırılması termodinamik bir olaydır. Gazın sıkıştırılması sonucu basınç ve hacimdeki değişim ile gaz enerjilendirilmiş olur. Kompresör İstasyonlarında kullanılan kompresörler santrifüj tip olmakla birlikte uygulama alanına göre farklı tipte kompresörler bulunmaktadır.

Supervisory Control and Data Acquisition kelimelerinin kısaltması olarak kullanılan SCADA, endüstriyel otomasyon kavramları arasına girmiş ve çok sık olarak gündeme gelmeye başlamıştır. 1980'li yıllarda çeşitli diller altında yazılan ve sadece uygulamaya yönelik ilk örneklerinden sonra DOS altında çalışan genel amaçlı programlar ve daha sonra (1990) nesneye yönelik ve Windows altında çalışan SCADA yazılımları kullanılmaya başlanmıştır. Programların nesneye yönelik olmaları (object oriented) ve Windows altında çalışması yazılıma ve kullanıma büyük rahatlık getirmiştir. Esnek ve açık yapıları sayesinde uygulamaları yeni ihtiyaçlara göre geliştirmek ve bilgisayar ağları oluşturarak merkezi denetim ve izleme fonksiyonlarını gerçekleştirmek mümkün olmaktadır. Kapsamlı ve entegre bir Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi (SCADA) kontrol sistemi sayesinde, bir tesise veya işletmeye ait tüm ekipmanların kontrolünden üretim planlamasına, çevre kontrol ünitelerinden yardımcı işletmelere kadar tüm birimlerin otomatik kontrolü ve gözlenmesi sağlanabilir. Anlık olay ve alarmları saklayarak geçmişte meydana gelen olayları da tekrar günün tarihinde ve saatinde gözleyebilmemize olanak sağlayan geniş kapsamlı mükemmel bir sistemdir (Çiftçibaşı, 2000).

Bu çalışmada endüstriyel bir doğal gaz kompresör istasyonu için bir SCADA sisteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bailey (2005), SCADA sistemlerinin, endüstriyel fabrikalarda makinaların ve büyük ekipmanların kontrol ve takibinde mühendislik yaklaşımı ile nasıl uygulandığını ve Fabrika mühendisliğinde, imalat, telekomünikasyon, su dağıtım ve atık kontrol sistemlerinde, enerji üretim ve dağıtım, sıvı ve gaz yakıt rafinesi ve dağıtım sistemleri ile ulaştırma sistemlerinde Veri edinimi ve Kontrol'ün önemini ve gerekliliğine, ilgili kaynak kitapta detaylarıyla açıklanmıştır. SCADA işletim istasyonlarıyla bağlantılı olarak yazılım, donanım ve iletişim sistemlerini de kapsayan SCADA sistemlerinin çözümleme, tanımlama, tasarlama ve hata ayıklama prosesleri hakkında detaylı çalışmalar mevcuttur.

Wright (2006), piyasalardaki kullanılan kablosuz ağ özelliklerini; endüstriyel otomasyonda kullanılan kablosuz ağ teknolojisini; kablosuz iletişim ve radyo iletişiminin temellerini; ofis ya da imalathanede kendi kablosuz LAN'ınızı nasıl oluşturacağını; farklı kablosuz ağ teknolojileri arasındaki avantajlar ve dezavantajları; IEEE 802.15 yada IEEE 802.11 gibi bluetooth vb gibi standartları; MMDS ve LMDS gibi değişik WAN teknolojilerini ve nasıl uygulandığını; ağlar üzerinde etkin güvenlik önlemlerini; frekans dağılımlarının nasıl yapılması gerektiğini; WLAN tatbikinin yapılması için bir alan araştırmasının nasıl yapılması gerektiğini ve bu alanda kullanılan temel terminolojiyle ilgili çalışmaları açıklıyor.

Wu, Cheng ve Schulz'ın (2006) çalışmalarında Bir Denetleme Kontrol ve Veri Edinme (SCADA); gözlem, işlem ve altyapı şebeke sistemlerinin bakımı için kullanılan, bir kontrol ve iletişim sistemidir. Alışılmış programlarla karşılaştırılınca, SCADA sisteminin kritik işler için zorlu bir zaman sınırı vardır. SCADA sisteminde kullanılan gerçek zamanlı veritabanı için, özel bir zaman sınırlaması vardır. SCADA sistemindeki gerçek zamanlı veritabanı, alışılmış veritabanını *in-memory* veritabanında içerecek şekilde genişletiyor. Bunun gibi gerçek zamanlı veritabanı yönetimi, kaynak kullanımındaki sıkı gereksinimleri bulunan, gerçek zamanlı sistemlerdeki zor şartlara göre işlemek üzere dizayn edilmiş ve gerçek-yaşam programlarının gerektirdiği performans ve güvenilirliği sağlamaya hazır. Bu çalışmada, gerçek zamanlı veritabanının ana prensibi sunulmuş; SCADA güç sistemindeki kullanımı tartışılmış ve örnek bir veritabanı kısaca tanıtılmıştır.

Cai, Wang ve Yu'nun (2008) çalışmalarında, Son on yıldır, endüstriler ve araştırma toplulukları SCADA ile ilgili çaba sarf etti. Ancak, kritik altyapılar için dağıtılan SCADA güvenlik sistemleri, hala bir sorun teşkil etmekte. Bu çalışmada, SCADA güvenliğinin

karmaşıklığına bir genel bakış yapıyor. Kontrol ağı güvenliğindeki ürün ve programlar incelenmiş. Dahası, SCADA güvenliğindeki yeni gelişmeler, özellikle son moda, teknik ve teorik çalışmalar sunulmuş. SCADA güvenliğindeki bazı önemli konular saptanmış ve dikkat çekilmiş ve bunlar, bu alandaki ileriki çalışmalarda bir kılavuzluk vazifesi yapabilir.

Salğar (2010) yaptığı bir çalışmada doğal gaz sektöründe mevcut SCADA uygulamalarında ortaya çıkan problemleri ele alarak örnek bir proje gerçekleştirmiştir. Doğal gaz SCADA sistemini ayrıntılı incelemiş ve gerekli düzenlemeleri yaparak SCADA sistemlerinin daha anlaşılabilir olmasını sağlamıştır. Sonuç olarak, iyi bir donanım gerçekten iyi seçilmiş ve tasarlanmış yazılımlarla birleştirildiğinde hem verim olarak yüksek hem de maliyet olarak düşük sistemler ortaya çıkmıştır.

Bayındır ve ark. (2011) tarafından yapılan “PLC ve SCADA kullanılarak bir endüstriyel sistemin otomasyonu” adlı çalışmada, su depolama tankları için programlanabilir mantıksal denetleyici (PLC) kontrollü bir izleme ve kontrol yöntemi önerilmiştir. Klasik kumanda sistemlerinde kullanılan röleler, kontaktörler, sayıcılar ve dönüştürme kartları geliştirilen sistemde kullanılmaması sistemin kurulum maliyetini azaltmıştır. Buna ilaveten sistemde basınç, sıcaklık ve sıvı seviyesi bilgisinin anlık olarak bilgisayar üzerinden izlenebilmesi, sistemin görsel olarak takip edilebilmesini ve olası bir arızanın uyarı mesajlarıyla daha kolay tespit edilebilmesini sağlamıştır. Yapılan deneysel çalışma geliştirilen sistemin daha az maliyetli, hassas ve klasik metot kadar güvenilir olduğunu göstermiştir.

Karataş (2018) tarafından yapılan bir çalışmada çok sayıda dizel jeneratörün enerji parametreleri sürekli izlenebildiğinden sarfiyat kontrol altında tutulmuş, arızalanan jeneratör setlerine zaman kaybetmeden müdahale edilmiş, SCADA sistemi insan hatasını en aza indirdiği gibi az sayıda teknik personel ile kontrol edilmiş ve yönetilmiştir. SCADA sisteminin dizel jeneratör setlerine tamamen entegre olması ile oluşan/oluşabilecek arızaların önlenebildiği, dizel motor ve alternatörün ömrünün ve veriminin arttığı düşünülmektedir.

Mercanlı (2018) tarafından örnek hastane projesi ile alçak gerilimde enerji otomasyonunun uygulaması amacıyla yapılan bir çalışmada Trakya Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi orta gerilim dağıtım sistemini, jeneratör sistemleri ve AG verilerinin (Alçak Gerilim, frekans ve reaktif güç) izlenmesi PLC kontrollü SCADA sistemi tarafından yapılmıştır. Jeneratörlerin, arıza yedekli, eş yaşlandırma, kuplaj

şalterinin kontrolü ve yük atma işlemi bu kontrol sistemiyle yapılmıştır. Şebeke ile Jeneratörler arasındaki senkronizasyon işlemleri Bölüm 2’de ayrıntılı olarak anlatılan senkronizasyon cihazları ile sağlanmıştır. İlgili sistem, SCADA ile hem uzaktan izlenebilme olanağı getirmiş hem de teknisyen hataları minimuma indirmişdir. Böylece dağıtım sisteminde ve AG sisteminde meydana gelen arızaların oluşma zamanları, sıklıkları ve biçimleri anlık olarak kontrol odasında bulunan SCADA ekranından izlenebildiği gibi geçmişe dönük raporlama ve grafiksel akışları da arıza için önlem alınması ve giderilmesi açısından avantaj sağladığı görülmüştür.

Havutçu (2019) yaptığı bir çalışmada AFAD bölgesel afet lojistik depoları uzaktan kontrolünde SCADA sistemi kullanımını araştırmıştır. Bu çalışması AFAD bölgesel lojistik depolarını öncelikle yerelde SCADA sistemi ile buluşturmak ve sonrasında bütün depoların tek merkezden anlık performansının izlenmesi, sürekli arşivlenmesi ve depoların koordine edilmesi için gerekli olan tasarım ve yazılımları içermektedir. Bölgesel afet lojistik depoları otomasyonun tasarım ve prototipi belirlenen senaryoları kontrol etmiştir. Sistemin ilgili depoya kurulması halinde zaman ve ekonomik açıdan fayda sağlayacağını belirlemiştir.

3. ENDÜSTRİYEL BİR DOĞAL GAZ KOMPRESÖR İSTASYONU

Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu, boru hattı içinde taşınan doğal gazın, taşınması sırasında uzak mesafeler sebebiyle ve özellikle kış aylarında doğal gaza artan talebe göre düşen boru hattı basıncını tekrar belirli bir basınç değerine çıkararak, boru hattının doğal gaz taşıma kapasitesini artırmak dolayısıyla doğal gaz arzını karşılamak amacıyla kurulan endüstriyel tesislerdir. Kısaca boru hatlarında, doğalgazın bir yerden başka bir yere tasarlanmış bir basınç ve akış miktarında iletimini sağlamak için kururlar.

Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu'nun yeri ve gücü tespit edilirken; Doğal gaz boru hattı basıncı, kritik noktaların tespiti, Doğal gaz boru hattını beslemek için gereken akış miktarı, Türbin/Kompresör grubunun verimliliği ve yakıt miktarı, Ekonomiklik, Çevresel faktörler ve gerekli diğer hizmetlere ulaşılabilirlik gibi kriterlere dikkat edilir (Anonim-a).

Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu genel olarak 7 ana bölümden oluşmaktadır. Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu bölümleri;

- 1- İstasyon Giriş / Çıkış, Pig Alma / Atma ve Bypass Sistemi,
- 2- Filtreleme Sistemi,
- 3- Gaz Sıkıştırma (Türbin ve Kompresör Grubu) Sistemi,
- 4- Gaz Soğutma Sistemi,
- 5- Tahliye (Vent) ve Geri Çevrim (Recycle) Sistemi,
- 6- Ölçüm Sistemi,
- 7-Yardımcı Tesisler ve Ekipmanlar (Yakıt gazı , Basınç Düşürme İst., Hava Kompresörleri, Isı Merkezi ve Jeneratörler vs.) Sistemi.



Şekil 3.1. Türkiye’de doğal gaz taşımacılığında kullanılan endüstriyel kompresör istasyonları



Şekil 3.2. Endüstriyel bir doğal gaz kompresör istasyonu

3.1. İstasyon Giriş/Çıkış, Pig Alma/Atma ve Bypass Sistemi

Ana iletim boru hattı içinden gelen doğal gaz, istasyon giriş vanasından geçerek istasyona giriş yapar. İstasyona giriş yaptıktan sonra filtrelerde (siklon ve separatör) temizliği yapılan, Türbin ve Kompresör grubunda sıkıştırılan, gaz soğutma sisteminde soğutucularda soğutulan ve son olarak ölçümü yapılan doğal gaz, istasyon çıkış vanasından geçerek ana iletim boru hattına verilir.

Pig alma/atma istasyonları boru hattı temizliği ve boru hattında hasar tespiti için kurulan istasyonlardır. Pig alma/atma istasyonları içerisinde ana iletim boru hattından gelen veya ana iletim boru hattına verilecek olan piglerin yerleştirilmesi için pig kovanları bulunmakta ve normal şartlarda gaz basıncı olmaması gerekmektedir. Her bir pig kovanı üzerinde ayrıca gaz basıncını okumak için mekanik manometre, pig atıldığında gelen pigi haber veren pig alındı sinyal switchi, pig kovanı içerisindeki fazla basıncın otomatik olarak tahliyesi için PSV (Pressure Safety Valve; Basınç Emniyet Vanası) ve pig kovanı içerisindeki gazın tahliyesi için drain (boşaltım) ve vent (tahliye) vanaları bulunmaktadır.

İstasyon bypass sistemi, istasyon bypass vanasından, bu vananın bypass hattı üzerindeki iki adet kontrol (check) vanadan, iki adet basınç transmitterinden, aynı vana üzerindeki fark basınç switchinden ve mekanik manometrelerinden oluşur. İstasyon çalışırken bypass vanası kapalı durumdadır. Ancak istasyonda kritik arıza durumlarında veya istasyonun çalışmasına ihtiyaç duyulmadığı dönemlerde, istasyon giriş ve çıkış vanaları otomatik/manuel kapatılarak, bypass vanası otomatik/manuel açılarak, ana iletim boru hattı içerisindeki doğal gaz sevkiyatı bypass sistemi üzerinden devam eder. İstasyon doğal gazdan izole edilmiş olur (Anonim-b).



Şekil 3.3. İstasyon giriş/çıkış, pig alma/atma ve bypass sistemleri

3.2. Filtreleme Sistemi

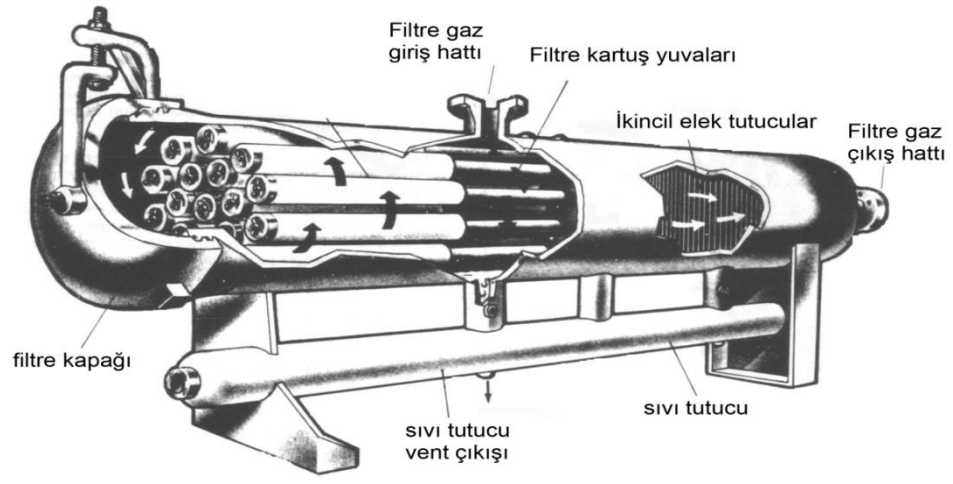
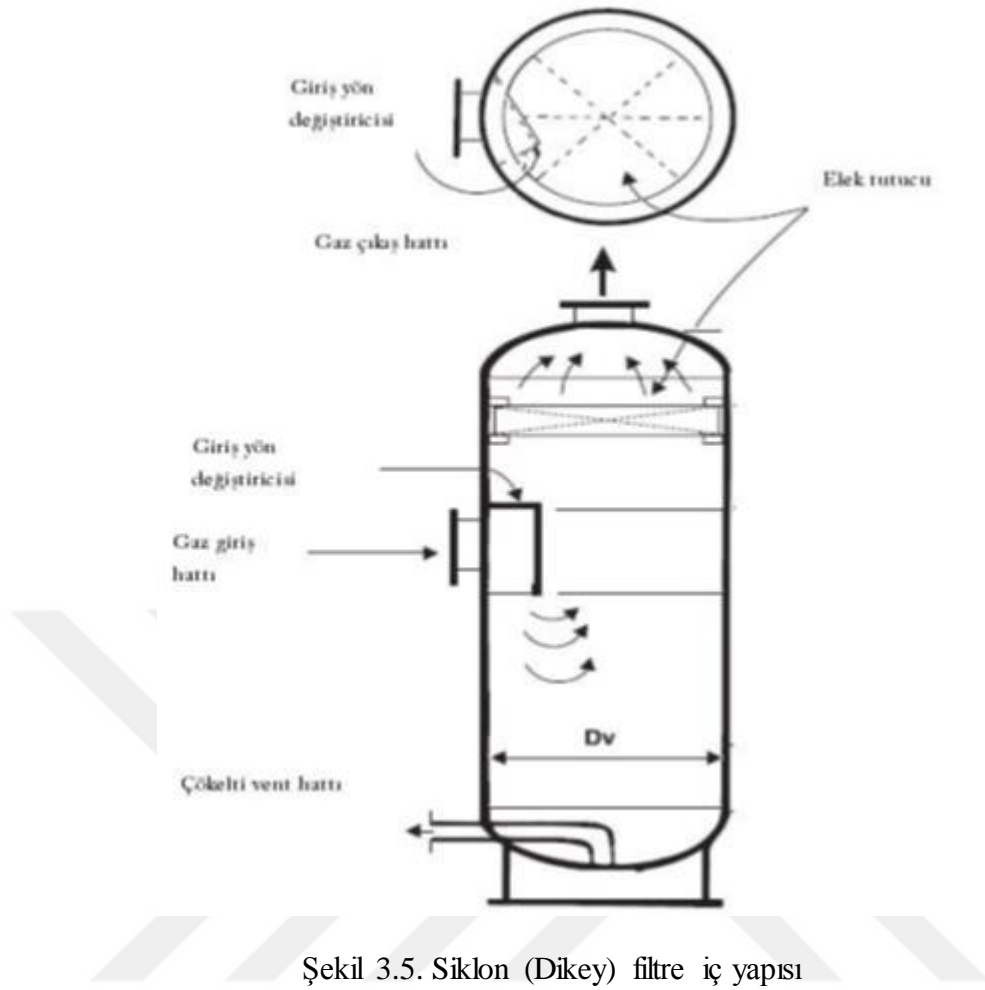
İstasyona, ana iletim boru hattı içerinden gelen doğal gazda bulunabilecek katı ve sıvı partikülleri temizlemek amacıyla genellikle siklon ve seperator (ayırıcı) olmak üzere istasyonda iki kademe filtreleme sistemi bulunmaktadır. İlk kademe siklon filtrelerdir. Bu kademe yerçekimi prensibine göre çalışan dikey siklon tipi filtrelerdir. Bu filtreler yoğunluk farkına göre gazın içindeki pislikleri ayırır ve doğal gaz buradan ikinci kademe filtresi olan ayırıcı (seperator) kısmına gönderilir. Ayırıcı (Seperator) kısmında ise kovan içinde dizayn değerlerine göre belirli miktarda kartuş vardır. Doğal gaz bu kartuşların içerisinden geçerek filtrelenmiş olur ve basınçlandırılmak üzere türbin/kompresör grubuna gönderilir. Bu kartuşlar genel olarak 3 µm'den büyük partikülleri % 99,8 oranında temizleme kabiliyetine sahiptir (Anonim-b).



Şekil 3.4a. Siklon filtre

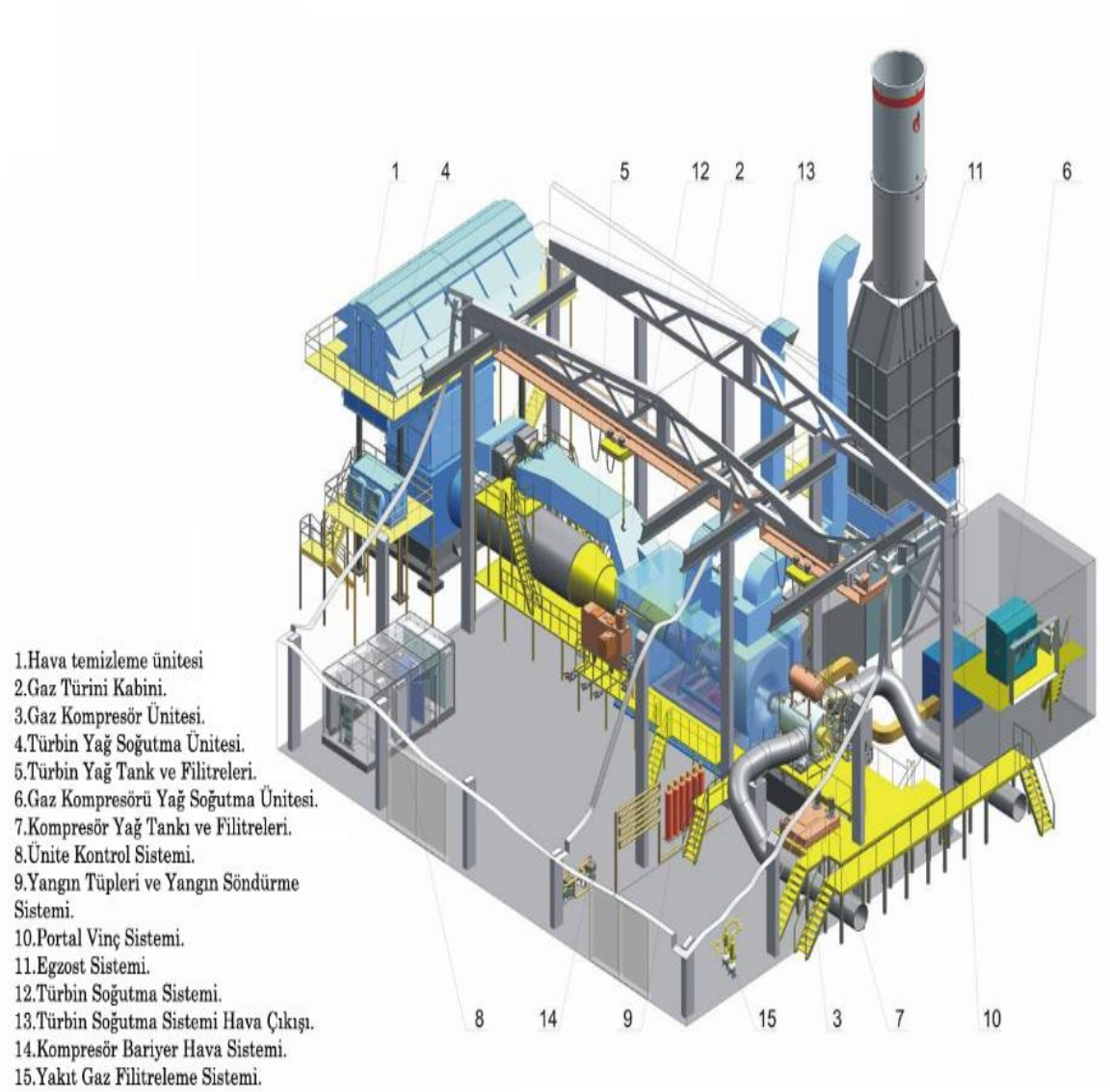


Şekil 3.4b. Ayırıcı-Separator filtre



3.3. Gaz Sıkıştırma (Türbin ve Kompresör Grubu) Sistemi

Türbin ve kompresör grubu istasyonun ana ekipmanıdır. Doğal gazın sıkıştırılarak transfer edildiği gaz kompresörü (gas compressor) ve gaz kompresörünün tahrik elemanı (driver) olarak kullanılan gaz türbinleri (gas turbine) ve bunların yardımcı donanımlarından oluşur.

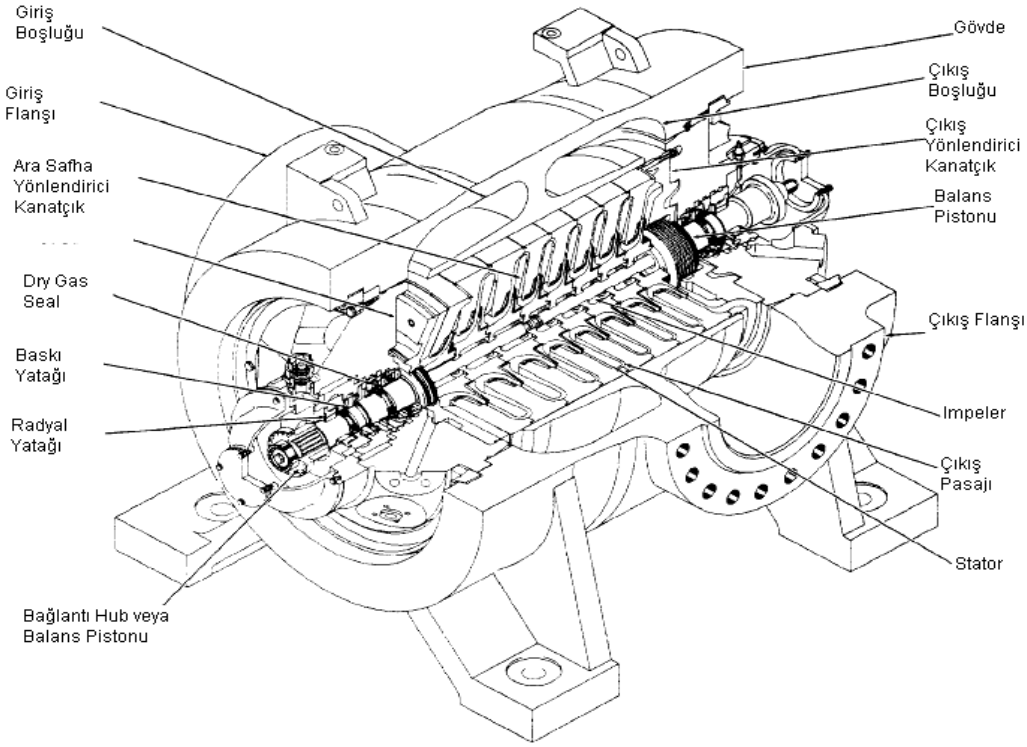


Şekil 3.7. Türbin ve Kompresör grubu (Web-1)

3.3.1. Gaz kompresörü

İstasyonda bulunan gaz kompresörlerinin görevi; gazın hacminin indirgenmesi yolu ile gazın basıncını yükseltmektir. Kompresörde gazın hacminin düşürülmesi yani sıkıştırılmasının sonucu olarak gazın basıncı yükselir ve bu basınç artışı gazın başka bir yere aktarılmasını mümkün kılar. Gaz kompresöründeki gazın sıkıştırılması termodinamik bir olaydır. Gazın sıkıştırılması sonucu basınç ve hacimdeki değişim ile gaz enerjilendirilmiş olur. Tipik olarak kompresör istasyonlarında kullanılan kompresörler santrifüj tip olmakla birlikte uygulama alanlarına göre farklı tipte kompresörler bulunmaktadır.

Santrifüj tip gaz kompresörlerin dizayn parametreleri; genellikle gaz akış miktarı (flow), gazın özellikleri, çalışma basınçları, güç, verim ve kademe sayısıdır.



Şekil 3.8. Santrifüj Kompresör iç yapısı



Şekil 3.9. Santrifüj Kompresör

Gaz kompresörü ana ekipmanları

Kompresör Gövde, Hareketli Kanakçıklar, Yataklama Sistemi, Aerodinamik Parçalar, Rotor (Hareketli kısım) ve Stator (Sabit Kısım), Sızdırmazlık Sistemi vs. (Anonim-c).

3.3.2. Gaz türbini

Gaz türbini; yanma ile açığa çıkan ısı enerjisini mekanik enerjiye çevirmeye yarayan bir makinedir. Gaz türbini temelde ısı enerjisinin termodinamik çevrimlerle mekanik enerjiye dönüştürüldüğü bir motordur. Isı enerjisinin mekanik enerjiye dönüştürülmesi Brayton çevrimi olarak bilinen, termodinamik süreçten oluşan çevrim yolu ile olur. Bunlar;

- **Sıkıştırma:** Atmosferik hava burada sıkıştırılır. Sıkıştırılan hava yakıtla karıştırıldığı yanma odasına akar.
- **Yanma:** Sıkıştırılan havaya yakıt (doğal gaz) püskürtülerek ateşlenir ve yanma gerçekleşir. Türbin çalıştığı süre boyunca yanma sürekli devam eder.
- **Genişleme:** Yanma odasında üretilen sıcak gaz hızla genişler ve gazın basıncı sabit kalırken, gaz hacmi ve akış hızı büyük ölçüde artar. İçinde gazın genişlediği, ısısının, hızının ve basınç enerjisinin büyük kısmını gaz jeneratörü ve güç türbini rotorlarını döndürmek için kullanır. Böylece, genişleyen gaz türbin rotor kanatlarının içinden geçerken mekanik enerji üretilir (Anonim-d).

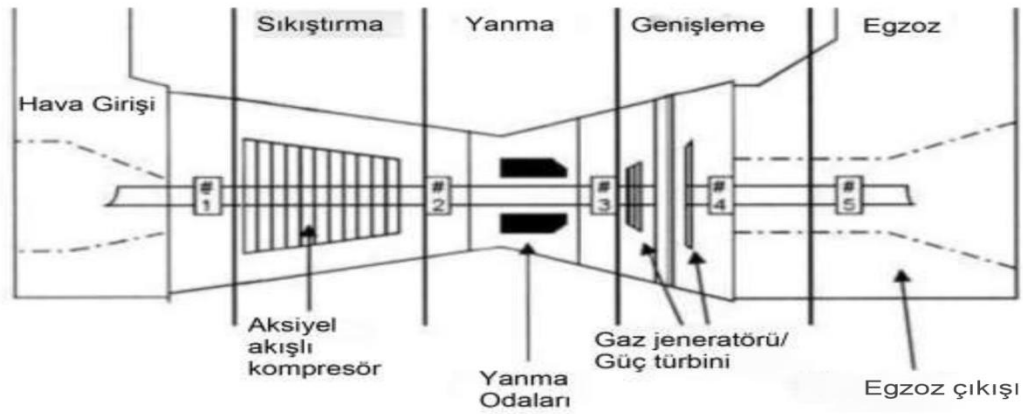
- **Egzoz:** Genişleyen yanma gazı (Hava ve yanan gazlar) atmosfere verilir.

Endüstriyel doğal gaz kompresör istasyonlarındaki gaz türbinleri mekanik olarak tek spool-tek şaft, tek-spool-çift şaft, çift spool-çift şaft, tek şaft, çift şaft vb. şekilde olabilir. Gaz türbinleri ayrıca kullanım yerine göre aeroderivatif ve endüstriyel tip olabilirler. Aeroderivatif gaz türbini havacılık sektörü için tasarlandığından kullanılan malzemeler daha hafiftir. Havacılık sektöründe sadece aeroderivatif gaz türbinlerinin kullanılmasına karşılık endüstriyel kompresör istasyonlarında hem aeroderivatif gaz türbini hem de endüstriyel tip gaz türbini kullanılabilir. Kesin bir ayrılık olmamasına karşın aeroderivatif gaz türbini ile endüstriyel tip gaz türbini arasındaki temel fark aeroderivatif gaz türbinlerinde hafif olması sebebi ile bilyalı tip yataklama sistemi kullanılması, endüstriyel tiplerde hidrodinamik yataklama sistemleri kullanılmasıdır. Aeroderivatif gaz türbinleri genellikle sentetik yağ ile yağlanmasına karşın endüstriyel tip gaz türbinlerinde daha ucuz olan mineral yağlar kullanılabilir (Anonim-a).

Bu çalışmada Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu için çift şaftlı endüstriyel tip gaz türbini anlatılmaktadır. İstasyonda gaz türbini gazın sıkıştırıldığı gaz kompresörü için sürücü (driver) olarak kullanılır. Gaz türbinine start, gaz basıncıyla çalışan motor veya elektrikli motor ile verilir. Atmosferden filtrelenerek temin edilen hava, belirli kademeli aksiyel akışlı türbin kompresöründen geçerek sıkışır ve hava türbin grubu üzerinde dairesel olarak bulunan dizayna göre belirli adette yanma odasına püskürtülür. Yakıt gazı (Power fuel) istasyon ana iletim hattından temin edilen türbin dizayn değerlerine ayarlanan belirli bir basınçtaki doğal gaz ile atmosferik hava, yanma odasında dizayna göre belirli adette elektrikli manyeto ile yakılarak ısı eneji elde edilir. Yanma ile ortaya çıkan enerji yine sıkıştırılarak gaz türbininin sabit kanatçıklarından püskürtülerek hareketli kanatçığı çevirir. Böylece yanma ile ortaya çıkan enerji, kanatçıkların döndürülmesiyle mekanik enerjiye dönüşmüş olur. Bu enerji, starter motoru ile dönen şafta hareket verir. Sıcak gaz, önce dizayna ve kullanılan marka-model türbine göre değişkenlik gösteren (devir/dakika) hızla dönen gaz jeneratörünü, daha sonra arada bir bağlantı olmaksızın iki kademeli, güç türbinini çevirir. Güç türbini, bir şaftla, gaz kompresör kısmına bağlıdır. Kompresöre iletilen güç, ana hattan gelen gazı sıkıştırmada kullanılır. Böylelikle ana hattan alınan gaz talep edilen basınca ve akışa göre ayarlanarak gaz iletimi sağlanmış olur.

3.3.2.1. Gaz türbini temel kısımları

- Aksiyel Akışlı Kompresör (Compressor),
- Yanma Odası (Combustion Chamber),
- Türbin (Turbine),
- Yardımcı Ekipmanlar vs.



Şekil 3.10. Gaz türbini temel kısımları

Aksiyel akışlı kompresör

Atmosferik havanın alınarak sıkıştırıldığı kısımdır. Böylece yanma işlemi için gerekli olan yüksek basınçlı hava elde edilmiş olur. Kompresöre giren havanın ortalama %25'ü yanma odasında yanma işlemi için %75'i ise soğutmada kullanılır. Gaz türbinlerinde yüksek sıkıştırma oranı ve aynı anda yüksek akış miktarı (flow) gerektiğinden genellikle aksiyel akışlı (Axial flow) kompresörler kullanılır. Kompresörün rotor kısmı havanın hızını artırır, stator kısmı ise havanın basıncını yükselterek havaya yön verir. Gaz türbininin işletim koşullarına göre aksiyel akışlı kompresöre giren hava miktarı Giriş Yönlendirici Vanası (IGV=Inlet Guide Vane) tarafından sağlanır. Giriş Yönlendirici Vanası aksiyel akışlı kompresörün girişinde bulunur ve gaz türbini dönüş hızına ve gerekli hava miktarına göre oransal olarak açılır (Anonim-d).

Yanma odası

Yanma olayının gerçekleştiği kısımdır. Yanma odası tek parça halinde çevresel olabildiği gibi iki ya da daha fazla odacıklı şekilde de olabilir. Daha verimli bir yanma elde

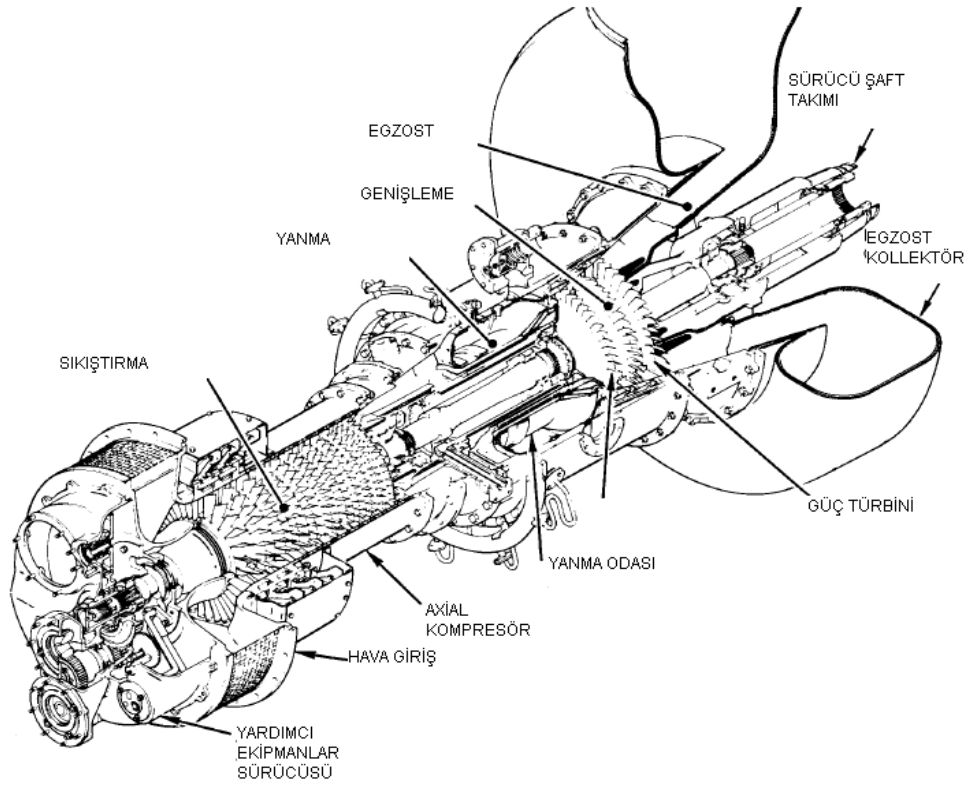
edebilmek için genellikle çevresel olarak sıralanan odacıklı yanma odaları kullanılmaktadır.

Türbin

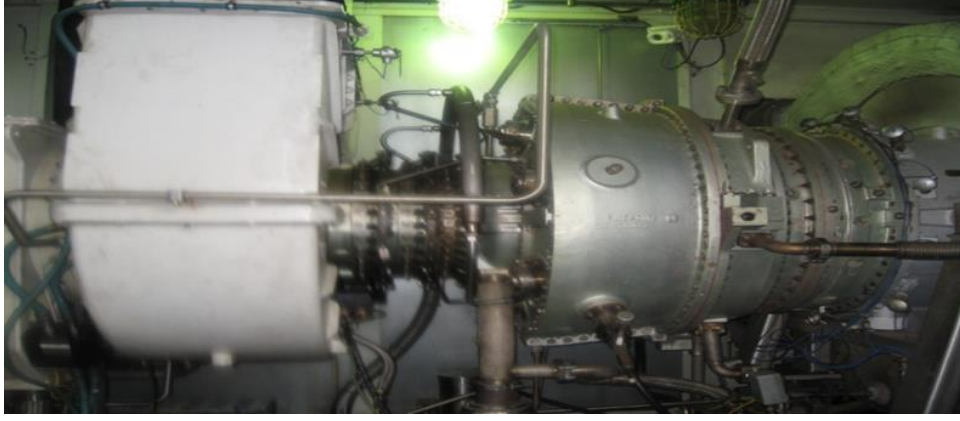
Türbinler tek ya da daha fazla kademeli olabilirler. Tek şaftlı türbinlerde serbest güç türbini (free power turbine) yoktur yalnızca gaz jeneratör türbini vardır. Bu çalışmada anlatılan iki şaftlı türbinlerde ise gaz jeneratör türbininden ayrı bir güç türbini vardır.

Yardımcı ekipmanlar

Hava giriş sistemi, yakıt sistemi, elektrik kontrol sistemi, yağlama sistemi vb. sistemlerden oluşmaktadır.



Şekil 3.11. Gaz türbini iç yapısı



Şekil 3.12. Gaz türbini

3.4. Gaz Soğutma Sistemi

Bilindiği üzere sıkışan gazlar ısınır, gaz kompresöründen sıkışmış olarak çıkan gazın sıcaklığı, giriş gazı sıcaklığına göre oldukça yüksektir. Sıcak gazın ana hatta verilmesi durumunda, sıcak gazın soğuk gaza göre fazla yer kaplamasından dolayı boru hattı taşıma performansı düşecektir. Aynı zamanda yüksek sıcaklıktaki doğal gaz iletimi sağlayan boru hattına zarar vererek boruda istenmeyen gerilmeye neden olur. Bu sebeple, boru hattındaki doğal gazın sıcaklığının yüksek olması istenmez. Bunun için istasyonda, kompresör üniteleri çıkışında gaz soğutma sistemi mevcuttur.



Şekil 3.13. Gaz soğutma sistemi

3.5. Tahliye (Relief, Blowdown) ve Recycle (Geri Çevrim) Sistemi

Relief, blowdown ve geri çevrim(recycle) sistemleri tamamıyla istasyon güvenliği için kurulmuş ekipmanlardır. İstasyonda bulunan relief vanaları, altlarındaki manuel

izolasyon vanalarından ve ana relief vanalarından oluşur. Tamamıyla mekanik şekilde çalışan relief vanaları, gaz soğutucu sonrasında sıkıştırılmış olan doğal gaz basıncı, relief vanalarda ayarlanan basınç (bar) değerini aştığı durumlarda relief vanaları otomatik olarak açar ve istasyonun mekanik güvenliği açısından yüksek basınçlı doğal gazı atmosfere vererek istasyonu boşaltır. Normal durumlarda relief vana altındaki manuel vanalar açık tutulur. İstasyonda bulunan blowdown vanaları da yine istasyon güvenliği açısından, istasyon içini boşaltmak amacıyla, istasyon kontrol sistemi tarafından otomatik olarak açılan vanalardır. Bu vana sistemleri de aynı şekilde altta manuel izolasyon vanaları ve üstte blowdown vana ve aktüatör grubundan oluşmaktadır. İstasyondaki recycle (geri çevrim) vanası, özellikle kompresör üniteleri devreye alma-çıkarma ve kararsızlık durumlarında, türbin ve kompresör grubunu korumak amacıyla çıkış tarafındaki bir miktar gazın dolayısıyla basıncın istasyon giriş kısmına aktarılması maksadıyla kurulmuştur. Bu şekilde türbin ve kompresör grubu girişlerine yeteri kadar gaz temini sağlanarak büyük hasarlar verebilecek istenilmeyen durumlardan korunulmuş olunur. İstasyon recycle vanası, istasyon kontrol sistemi tarafından otomatik kontrol edilebildiği gibi manuel olarak da kullanılabilir.



Şekil 3.14. Tahliye (Relief ve Blowdown vanaları) sistemi



Şekil 3.15. Recycle (geri çevrim) vanası

3.6. Ölçüm Sistemi

İstasyonda, istasyon çıkış vanasından önce sevk edilen gazı ve türbin/kompresör grubunda yakılan gazı ölçmek için kurulan sistemlerdir. Ölçümde kullanılan ekipmanlar primer ekipmanlar ve sekonder ekipmanlar olarak 2'ye ayrılmaktadır. Primer ekipmanlar gazın geçiş hızı veya kütesine göre temel şartlardaki hacmini hesaplarken, sekonder ekipmanlar ise hesaplanan bu hacmin akışkan gazın basınç, sıcaklık ve gaz bileşen değerlerinin kullanılarak bilinen bir standarda dönüştürülmesini sağlamaktadır. Primer ve sekonder ekipmanlardan aldığı veriye göre, gazın anlık, saatlik ve günlük periyotlarda hacim, kütle, enerji vb. toplam miktar geçişini hesaplayan hacim dönüştürücü ekipman olan akış bilgisayarları (flow computer) sistemde önemli bir yer tutmaktadır.

3.6.1. Ölçülen doğal gaz için düzeltilmemiş ve düzeltilmiş hacim

3.6.1.1. Düzeltilmemiş hacim (m³)

Türbinmetre, Ultrasonikmetre veya Rotarimetre üzerindeki numaratoründen/ekrandan, belli zaman aralıklarında okunan m³ cinsinden gaz miktarını ifade eder. Mekanik endeks olarak da ifade edilebilir.

3.6.1.2. Düzeltilmiş hacim (Std m³)

Türbinmetre, Ultrasonikmetre veya Rotarimetreden gelen düzeltilmemiş değer ile; sahada ölçülen basınç, sıcaklık değeri ve Gaz Kromatografтан gelen değerler, Akış bilgisayarında standart şartlarda (Referans değerleri: 15°C, 1,01325 bar) hesaplanan standart metreküp (Std m³) cinsinden gaz miktarını ifade eder.

3.6.2. Doğalgaz ölçüm ekipmanları

3.6.2.1. Primer ölçüm ekipmanları

- Orifis Plakaları(orifice plates),
- Venturi Tüpleri(Venturi Tubes),
- Akış Nozulları (Flow Nozzles),
- Pilot Tüpleri (Pilot Tubes),
- Rotarimetreler ,
- Türbinmetreler (Turbine Meters),
- Vorteksmetreler (Vortex Meters),

- Ultrasonik metreler (Ultrasonic Meters),
- Korolis metreler (Coriolis Meters) vb. (Anonim-e)

Bu çalışmada yaygın kullanımları nedeniyle primer ekipmanlardan türbin metre, rotarimetre ve ultrasonik metre ölçüm sistemlerinden bahsedilmektedir.

Türbin metre;

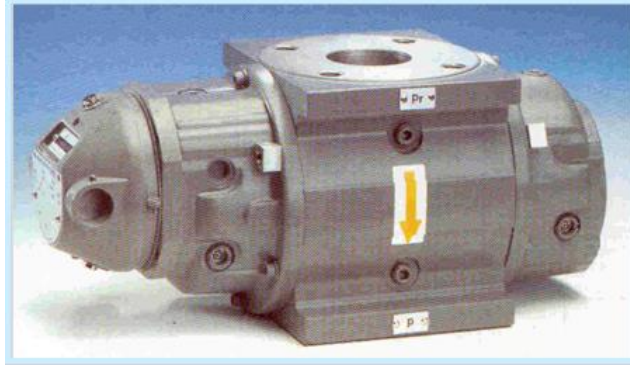
Türbin metreler gaz akış ölçümünde primer ölçüm elemanı olarak kabul edilirler. Düzeltilmemiş gaz hacim ölçümünde kendi kendilerine yeterli olmaları, elektrik beslemesinden bağımsız oluşları, ölçülen akış miktarını hacimsel olarak üzerlerindeki bir sayıcıda göstermeleri en önemli avantajlarını oluşturur. Hareketli parçalarının oluşu, gaz altında değiştirilememeleri sürekli ve sık bakım istemeleri ise dezavantajlarını oluşturur.



Şekil 3.16. Türbin metre

Rotarimetre

Rotarimetre tip sayaçlarla debi ölçümünde prensip, “8” şeklindeki iki adet kanatçığın ölçüm odası içinde serbest olarak dönmesi sırasında belli hacimde gazın hapsedilip bırakılması esasına dayanmaktadır.



Şekil 3.17. Rotarimetre

Ultrasonikmetre

Ultrasonikmetrelerde debi ölçümleri, ses hızından faydalanılarak hesaplanır. Ses üstü (yüksek frekanslı) frekanslı ses dalgalarının geçiş zamanlarının (transit-times) ölçülmesine bağlı olarak endirekt yoldan gaz akış hızını ölçen ekipmanlardır.



Şekil 3.18. Ultrasonikmetre

3.6.2.2. Sekonder ölçüm ekipmanları

- Basınç Transmitteri,
- Sıcaklık Transmitteri,
- Gaz Kromatografi vb.

Basınç transmitteri

Basınç transmitterleri istasyonda doğal gaz boru hattı üzerinde bulunan ve ölçülen basıncın büyüklüğünü veya değişimini standart bir elektriksel değere çeviren ekipmanlardır.



Şekil 3.19. Basınç Transmitteri

Sıcaklık transmitteri

Sıcaklık transmitterları istasyonda doğal gaz boru hattı üzerinde bulunan ve ölçülen sıcaklığın büyüklüğünü veya değişimini standart bir elektriksel değere çeviren ekipmanlardır.



Şekil 3.20. Sıcaklık Transmitteri

Gaz kromatografi

Gaz kromatograf cihazı doğal gaz içindeki bileşenleri ayırarak analiz etmek üzere konfigüre edilmiş cihazdır. Gaz analizi C_1 'den C_6+ ' ya kadar karbon bileşenleri ile N_2 ve CO_2 'yi kapsar.



Şekil 3.21. Gaz Kromatografi

3.6.3. Ölçülen doğal gaz için hacim dönüştürücüler

3.6.3.1. Akış bilgisayarları (Flow computer)

Akış bilgisayarları, gaz hatlarına bağlı sayaç (Türbinmetre, Rotarimetre vb.), transmitter, gaz kromatograf gibi ekipmanlardan alınan verilerin işlenmesi ve gazın enerji olarak değerlendirilmesini sağlar. Prensipinde elektronik hacim düzelticilerle aynı işlevi görmek ile birlikte onlardan farklı olarak, sahadan aldığı bilgiler ışığında anlık değerlendirmeler yapar ve uluslararası protokoller üzerinden ana SCADA ile haberleşir.

3.6.3.2. Elektronik hacim düzeltici (Korrektör)

Elektronik hacim düzelticiler (Korrektör), doğalgaz hattına bağlı mekanik bir sayaç ile birlikte çalışmaktadır. Elektronik hacim düzeltici üzerinde farklı giriş ve çıkış noktaları mevcut olup esas işi olan hacim düzeltmeyi yapabilmek için mekanik sayaçtan düşük frekans (LF) veya yüksek frekans (HF) beslemesi mevcuttur. Ayrıca ölçüm yapılan hat üzerinde en az birer adet sıcaklık ve basınç sensörü veya transmitteri bulunmaktadır. Hacmi hesaplayabilmesi için gaz kompozisyon girişi operatör tarafından yapılmalıdır. Toplamış olduğu bu bilgileri kullanarak uluslararası standartlarda (ASME, ISO vb.) tanımlanan formüllere uygun hesaplamaları yapabilmektedir (Web-2).

3.7. Yardımcı Tesisler/Ekipmanlar (Yakıt Gazı, Yardımcı Ekipmanlar, Hava Kompresörleri, Isı Merkezi, Jeneratörler Vs.) Sistemi

Endüstriyel doğal gaz kompresör istasyonlarında, türbin/kompresör grubuna yakıt gazı temin etmek amacıyla genellikle basınç düşürme istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyon filtreleme sisteminden sonra aldığı gazı tekrar filtreler ısıtır ve ayarlanan basınç değerine düşürür. Türbin/kompresör grubu yakıt gazı hattına ait ölçüm sisteminde ölçümü yapılan gaz türbin/kompresör grubuna gönderilir.

İstasyonda, jeneratöre, kazan dairesine ve diğer binalara (Kontrol binası, İdari bina vb. gibi) yakıt gazı temin etmek maksadıyla genellikle bir basınç düşürme istasyonu daha bulunmaktadır.

İstasyondaki bazı vanalar (Recycle, Blowdown, Yakıt gazı vanaları vb.) hava aktüvatörlü olarak kullanılabilir. Bunlara hava temin etmek, türbin/kompresör grubu start ve duruşlarında yağlama yağı ile sızdırmazlık gazını ayırmak için tampon vazifesi gören havayı temin etmek, istasyonun çeşitli yerlerinde ekipman temizliğinde kullanılacak havayı temin etmek amacıyla hava kompresörleri bulunur. Üretilen havanın içindeki yağ, su vb.

havalı sistemlere zarar verecek maddelerden ayırmak için hava kurutucu kullanılır. Genellikle hava kompresörlerden üretilen hava önce içindeki sıvılardan yoğunluk farkından dolayı ayrılmak üzere hava tankına, sonra da hava kurutucularından geçerek sisteme gönderilir.

Bu tür istasyonların genellikle sürekli olarak çalışması veya çalışmaya hazır olması istendiğinden sisteme kesintisiz elektrik temin etmek amacıyla jeneratör kullanılır. Elektrik kesintilerinde ve dalgalanmalarında jeneratör istasyonu beslemektedir. Enerji kesilmelerinde jeneratörün devreye girip yükü üstlenmesine kadar geçen sürede sistemin enerjisiz kalmaması için sistemi belirli bir süre besleyebilecek kesintisiz güç kaynağı bulunmaktadır.

İstasyonda genellikle, basınç düşürme sisteminde gazı ısıtmak, binalara ısınma amaçlı sıcak su temin etmek amacıyla kazan, pompa grupları ve ilgili diğer müstemilat kullanılır.



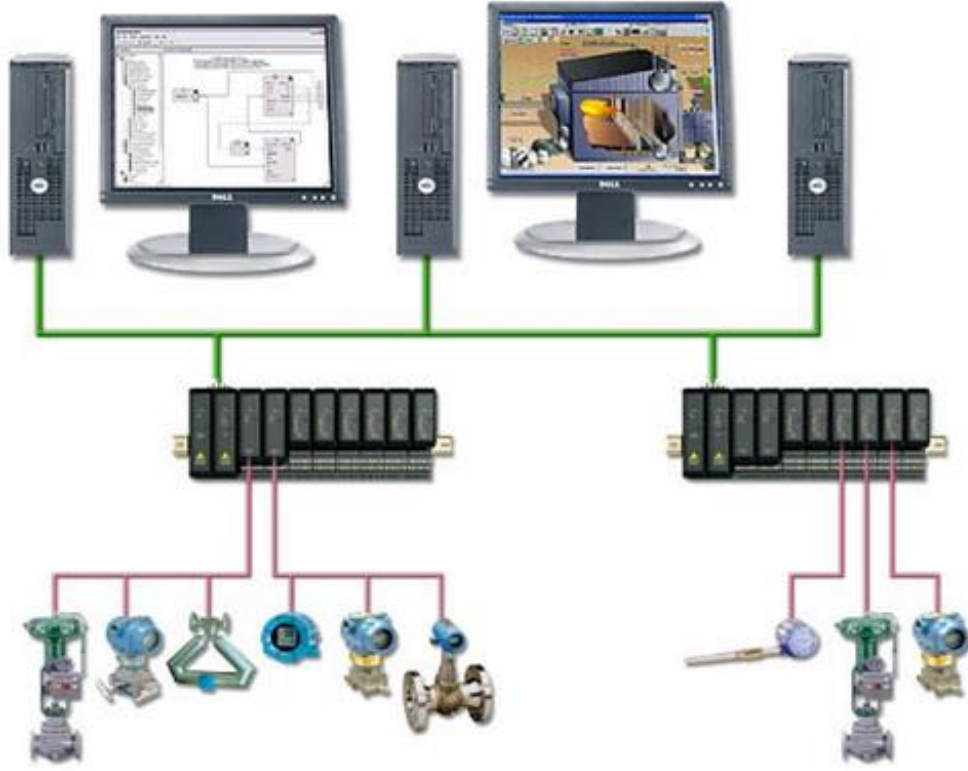
Şekil 3.22. Türbin yakıt gazı sistemi

4. SCADA SİSTEMLERİ

SCADA türkçe anlamı “Denetleme Kontrol ve Veri Toplama” anlamına gelmekte olup proses (İşlem), endüstriyel ve bina otomasyonlarında kullanılan Programlanabilir kontrolörler (PLC), Döngü Kontrolörleri, Dağıtılmış Kontrol Sistemleri (DCS), I/O Sistemleri ve Akıllı Sensörler (kontrol ünitesi üzerinde bulunan) gibi çeşitli cihazlardan saha verilerini sürekli ve gerçek zamanlı olarak toplayan, tanımlanan kriterlere göre bu bilgileri değerlendirmeye tabi tutup gerektiğinde kullanıcılara uyarı mesajları üreten, üretimi etkileyen çeşitli etkenlerin merkezi bir noktadan grafiksel olarak gözetlenmesini sağlayan ve sahadaki kontrol noktalarının uzaktan denetlenebilmelerine imkân sağlamak amacıyla kullanılan ve kurulan sistemler olarak tanımlanabilir (MEB, 2014).

1960’lı yıllarda Bonneville Power Administration tarafından ortaya atılan “Supervisory Control and Data Acquisition” terimi ilk defa 1973’te PICA (Power Industry Computer Applications) konferansında gerçek anlamda yayınlanmıştır (MEGEP, 2007).

SCADA sistemleri çok geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Gündelik hayatımızda çoğu yerde biz görmesek de kullanılmaktadır. Başlıca kullanım alanları arasında kimya endüstrisi, petrokimya endüstrisi, doğalgaz ve petrol boru hatları, elektrik üretim ve iletim sistemleri, su dağıtım sistemleri, çimento endüstrisi, bina otomasyonu vb. alanlar bulunmaktadır.



Şekil 4.1. Tipik SCADA organizasyon şeması

4.1. SCADA Sistemlerinin İşlevleri

SCADA sistemlerinin işlevlerini genel olarak 4 ana grupta toplanmaktadır. Bu işlevler;

- İzleme (Monitoring) İşlevleri,
- Kontrol İşlevleri,
- Bilgi Toplama İşlevleri,
- Bilgilerin Kayıt Edilmesi ve Saklanması İşlevleri(MEGEP, 2007).

4.1.1. İzleme işlevleri

SCADA sistemi ile kontrol edilen bir işletmede sahada yer alan bütün donanımlar gerçek zamanlı olarak izlenebilmektedir. Sahada ekipmanlardan (basınç, sıcaklık vb.) gelen bilgiler, SCADA ekranında oluşturulan grafikler üzerinden operatöre sunulmaktadır.

4.1.2. Kontrol işlevleri

SCADA istemi ile işletmeye ait parametreler (basınç, sıcaklık, seviye, hız, vibrasyon vb. değerler) sürekli izlenebildiğinden işletme kontrol altında tutulabilmektedir.

Örneğin; İşletmede meydana gelebilecek olumsuz durumlarda SCADA sistemi ya otomatik olarak işleme duruş verecek veya operatörü ikaz lambası ile uyaracaktır.

4.1.3. Bilgi toplama işlevleri

SCADA ile kontrol edilen bir işletmede sahada yer alan ekipmanlardan ve ölçüm cihazlarından elde edilen bilgiler, SCADA sayesinde toplama işlevleri gerçekleştirilerek sistemi izleyen operatöre sunulur. Örnek olarak, bir vananın pozisyon durumu, gaz türbininin rpm değeri, basınç, sıcaklık vb. verilerin scada sistemi ile belli periyotlarda toplanması. SCADA sistemi ile toplama işlevi gerçekleştirilen tüm bu veriler grafikler üzerinden uygun formatta operatöre iletilmektedir.

4.1.4. Bilgilerin kayıt edilmesi ve saklanması işlevleri

SCADA sistemi ile kontrolü sağlanan ve izlenmesi gerçekleştirilen işletmelerde sistemden elde edilen bilgiler kullanıcının isteğine göre kaydedilebilir ve istenilen süre kadar saklanabilir. Kullanıcı tarafından istenilirse bu verilerin yedeği alınabilir veya rapor şeklinde çıktıya dökülebilir. Sistemin verileri daha sonra kullanıcı tarafından kullanılacağı düşünüldükçe zamansal şekilde de arşivlenebilir. Bilgilerin kayıt altına alınması ve saklanması işletmelerde verimlilik açısından çoğu zaman kritik öneme sahiptir.

4.2. SCADA Sistemlerinin Genel Yapısı

SCADA sistemlerinin genel yapısını dört ana başlık altında toplayabiliriz. Bunlar;

- Uzak Terminal Birimi (RTU),
- Ana Terminal Birimi (MTU),
- İletişim Birimi,
- Saha Donanımları (PLC, DCS, Akıllı Enstrüman vb.)

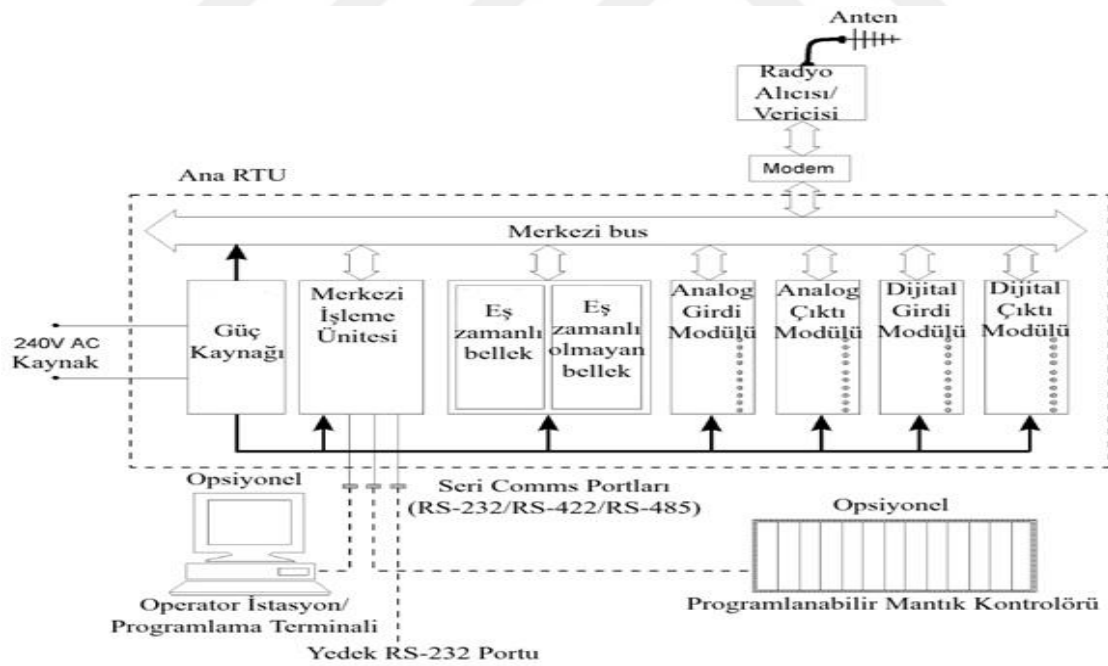
4.2.1. Uzak terminal birimi (RTU)

RTU (İngilizce Remote Terminal Unit kelimelerinin kısaltması), merkezi bir istasyondan uzak noktalardaki ekipmanları kontrol eden ve izleyen, genellikle mikroişlemci temelli olan, veri edinimi sağlayan kontrol ünitesidir. RTU'lar kısaca otomasyon sistemlerinde sahada yer alan input ve outputlardan veri toplamak için kullanılan cihazlardır. Bir RTU'nun asıl görevi, uzak noktada yer alan proses ekipmanını kontrol etmek, veri edinmek ve bu veriyi ana istasyona transfer etmektir. Genel olarak RTU ana istasyonla iletişim kuruyor olsa da, eşdüzeyde diğer RTU'lar ile de iletişim

kurması mümkündür. RTU'lar bazen ana istasyonlardan ulaşılamayan RTU'lar için röle istasyonu olarak da kullanılabilir (Bailey ve Wright, 2003).

Tipik RTU donanım modülü aşağıdakileri içermektedir:

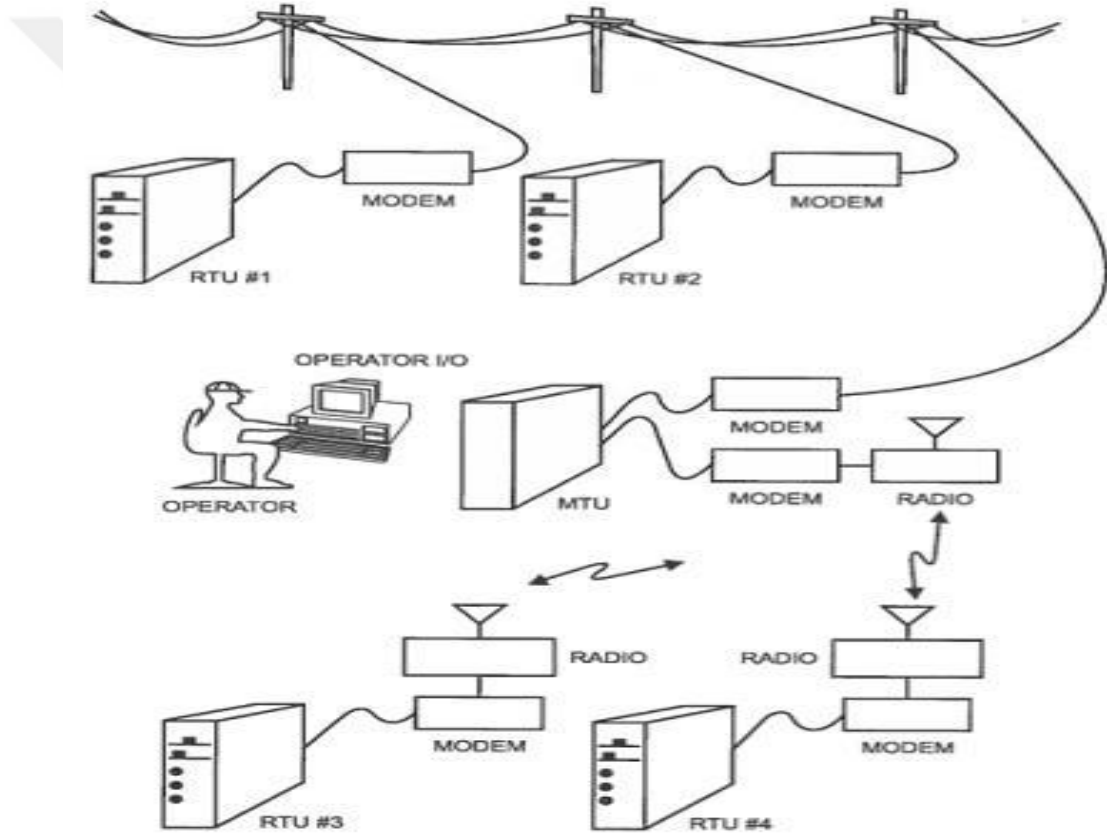
- Kontrol işlemcisi ve hafıza birimi
- Analog İntputlar
- Dijital İntputlar
- Sayaç İntputları
- Analog Outputlar
- Dijital Outputlar
- Kominikasyon (Haberleşme) Arayüzleri
- Güç Kaynağı
- RTU Korunağı ve Askısı



Şekil 4.2. RTU donanım yapısı (Bailey ve Wright, 2003)

4.2.2. Ana terminal birimi (MTU)

İngilizce "Main Terminal Unit" kelimelerinin baş harflerinin birleştirilmesi ile oluşmuştur. Dilimize Ana terminal birimi olarak çevrilmektedir. Ana terminal birimi SCADA sistemlerinin grafikler üzerinden görsel şekilde gerçek zamanlı olarak izlenebilir olduğu ve denetiminin yapıldığı ünedir. MTU'ların SCADA sistemi içindeki ana görevleri, RTU'lardan gelen verileri toplamak, toplanan bilgileri içerisinde bulunan yazılım ile işleyerek tekrar RTU'lara veri ve komut göndererek kontrolü sağlamak, istenilmeyen durumlar için alarm üreterek yetkili kişiyi veya operatörü uyararak, sistem içerisinde oluşan her türlü olayı arşivlemek ve başka sistemler ile iletişim halinde olmak MTU'ların başlıca görevleridir (Karataş, 2018).



Şekil 4.3. SCADA sisteminde MTU'nun yeri (Karataş, 2018)

4.2.3. İletişim birimi

MTU'ların SCADA sistemi içerisinde bulunan RTU'lar ile bilgi alışverişinde bulunabilmeleri için iletim hattına ihtiyacı vardır. Genel anlamda iki tür iletişim mevcuttur. Bu iletişimler Kablolü ya da Kablosuz iletişimdir. Kablolü iletim hattı elektrik kabloları ya da fiber optik kabloları üzerlerinden yapılmaktadır. Kablosuz iletişim hattı ise radyo

frekansları üzerinden yapılmaktadır. SCADA sistemlerinde her iki iletişim türünde de LAN veya Modem teknolojilerinin farklı formatları kullanılabilir. SCADA sistemlerinde kullanılan iletişim türü sistemin performansı ve verimliliği açısından hayati öneme sahiptir.

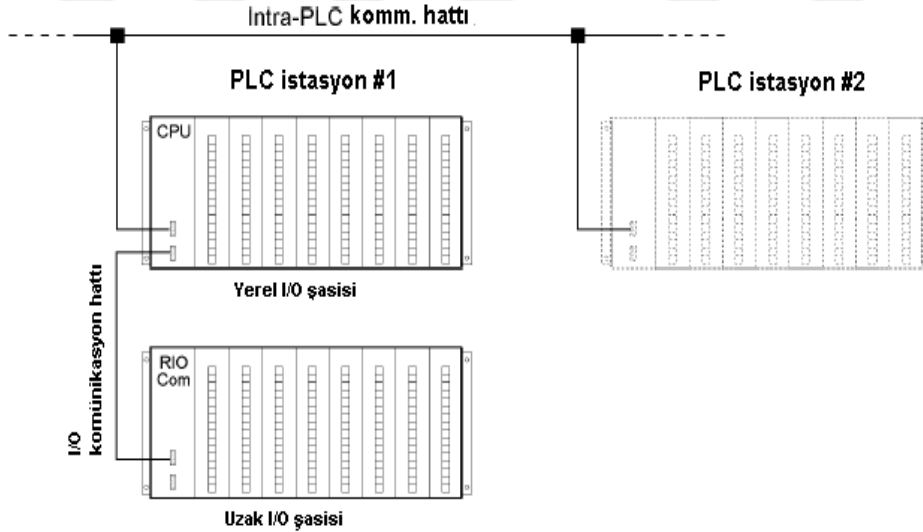
SCADA sistemlerinde haberleşme için günümüzde pek çok standartlaştırılmış iletişim protokolleri mevcuttur. Geliştirilen iletişim protokolleri üzerinden MTU'lar ile RTU'lar arasındaki haberleşme gerçekleşmektedir (Özer, 2016).

4.2.4. Saha donanımları

4.2.4.1. PLC (Programlanabilir lojik kontrolör)

PLC'ler sensörlerden (algılayıcılardan) aldığı veriyi, içerisinde bulunan programa göre işleyerek, işlem sonucu olarak oluşan komutları iş elemanlarına aktarabilen mikroişlemci tabanlı cihazlardır.

1970'lerden itibaren PLC'ler, fiziksel bağlantılı röle, merdiven/basamak lojigi yazılımı ve katı hal elektronik girdi ve çıktı modülleri kombinasyonu ile yer değiştirmektedirler. Genellikle ekonomik olarak standart donanım çözümleri sundukları için, SCADA sistemi içerisinde RTU elemanı olarak kullanılırlar (Bodur, 2006).

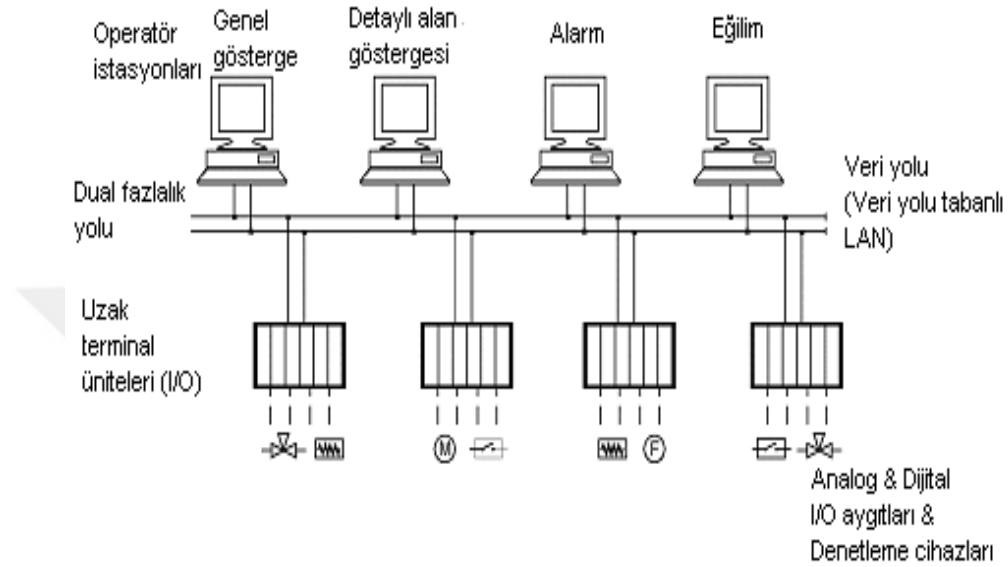


Şekil 4.4. PLC sistemi yapısı (Bodur, 2006)

4.2.4.2. DCS (Dağıtılmış kontrol sistemleri)

Dağıtılmış kontrol sistemleri (DCS), tesis veya endüstriyel bir prosesin kontrol alanı üzerinde bulunan dağıtılmış kontrol öğelerinden (Basınç, Sıcaklık, Hız, Vibrasyon vb. I/O'lardan) oluşan otomatik kontrol sistemleridir. DCS sistemi içerisinde veri edinme

ve kontrol işlemi, sistem tarafından kontrol edilen veya bilgi alınan cihazların yanında yer alan dağıtılmış mikrodenetleyici tabanlı işlemcilerde gerçekleştirilir. Bu işlemciler kendi aralarında ve ayrıca tesiste bulunan diğer kontrol cihazlarıyla iletişim kurabilirler. DCS sistemlerinde veri yolu hızı tipik olarak 1Mbps ile 10 Mbps arasında yüksek hızlı iletimi sağlayabilecek kapasiteye sahiptir (Bodur, 2006).



Şekil 4.5. Dağıtılmış kontrol sistemleri (Bodur, 2006)

Dağıtılmış kontrol sistemleri (DCS) içerisinde yer alan mikrodenetleyici tabanlı işlemcilerle yani kontrolörlere saha cihazları (Sensörler, aktüatörler vb.) farklı topolojilere ve hiyerarşik bir düzene göre bağlanır. DCS sisteminde kontrol üniteleri arasında haberleşmeyi sağlayabilmek için farklı Modbus, Arcnet, Profibus vb. veya standart iletişim protokolleri kullanılır.

Dağıtılmış kontrol sistemleri çok sayıda kontrol döngüsünün izleneceği ve kontrol edileceği büyük ölçekli işletme ve üretim tesislerinde kullanılmaktadır. Günümüzde petrol ve gaz endüstrileri, nükleer santraller, su yönetim sistemleri, kimyasal tesisler vb. birçok endüstriyel alanda dağıtılmış kontrol sistemleri kullanılmaktadır. DCS sistemlerinin en önemli avantajı sistemin bir kısmında meydana gelen hatadan bağımsız olarak diğer kısımlarının çalışabilir olmasıdır (Web-3).

Dağıtılmış kontrol sistemleri mimarisi

- Yarı otomatik veya küçük alt sistemlerin kontrolü,
- Gelişmiş kontrol sistemleri,

- Karakteristik kontrol sistemleri.

Bunlardan ilki, çeşitli kontrol fonksiyonlarının, yarı otomatik olan ve yüksek hızlı bir iletişim veri yolu üzerinden birbirine bağlanan nispeten küçük alt sistem kümelerine dağıtılmasıdır. Sistemin ikinci özelliği gelişmiş kontrol sistemlerini entegre ederek sistemin otomasyonunu düzenler. Üçüncü karakteristik kontrol sistemleri ise tüm sistemin veya çeşitli alt sistemlerin yapısını veri akışıyla birleştirerek tek bir otomasyon sistemi olarak kordine eder. Kontrol edilen fonksiyonlardan bazıları veri sunumu, veri toplama, işlem kontrolü, süreç denetimi, veri raporlama, bilgilerin alınmasını ve saklanmasını içerir. DCS sisteminde yer alan temel öğeler arasında mühendislik iş istasyonu, operatör istasyonu, kontrol ünitesi, akıllı cihazlar ve iletişim sistemi bulunur (Web-4).

Mühendislik iş istasyonu

Tüm dağıtılmış kontrol sistemi üzerindeki yönetsel denetleyicidir. Bu mühendislik istasyonu, kullanıcılara sistem içerisine çeşitli giriş ve çıkış noktaları oluşturma, yeni döngüler oluşturma, sıralı ve sürekli kontrol mantığını değiştirme, çeşitli cihazları yapılandırma, her cihaz için istenildiğinde dokümantasyon hazırlama, vb. mühendislik işlevlerinin yerine getirilmesini sağlayan istasyondur.

Operasyon istasyonu

Tesis parametrelerini çalıştırmak, izlemek ve kontrol edebilmek için kullanılan istasyondur. Operatörün tesis parametre değerlerini görüntüleyebildiği ve kontrol işlemini yapabildiği cihazdır. Operatör istasyonları tek bir üniteden veya çoklu üniteden meydana gelebilir. DCS sistemi içerisinde tek üniteden alınan parametreler, gösterge ekranı, akış ekranı ve alarmdan oluşur. Operatör istasyonunda birden fazla ünite bilgisayar (PC) yardımı ile takip edilebilir (Web-4).

DCS Proses kontrol birimi

Yerel kontrol ünitesi, dağıtık kontrol cihazı veya işlem istasyonu olarak da adlandırılmaktadır. Dağıtılmış bir kontrol sistemi, farklı tipteki I/O üniteleri ile genişletilebilen istasyonlardan oluşur. Bu kontrolörler yani denetleyiciler, CPU ve haberleşme modülü, genişletilmiş saha veri yolu özellikli, doğrudan veya uzaktan bağlı I/O'lara sahip iletişim modüllerinden oluşur.

Sensörler, transmitterlar (Basınç, sıcaklık vb.) ve aktüatörler gibi saha elamanları, Denetleyicinin I/O modüllerine bağlanır. Tesisten veya işletmeden giriş modülleri

aracılığıyla bilgi alınır. Alınan bilgiler denetleyici tarafından kontrol mantığına göre analiz edilir ve işlenir. Denetleyici tarafından işlenen bilgiler çıkış modülleri vasıtasıyla aktüatörler, röleler vb. saha elamanlarına gönderilir.

DCS iletişim sistemi

İletişim sistemi bütün dağıtık kontrol sisteminde önemli bir yere sahiptir. İletişim sistemi Mühendislik istasyonu, Operatör istasyonu ve işlem istasyonunun birbirleriyle haberleşmesini sağlar. Bilgileri bir istasyondan diğerine taşır. DCS sistemlerinde kullanılan iletişim protokolleri arasında en yaygın olanları Modbus, Profibus, Ethernet, Foundation Field Bus, DeviceNet'dir. DCS sistemlerinde iletişim ağları sistemin etkilenmemesi için genellikle yedekli olarak kurulur.

DCS sistemlerinin çalışması

Algılayıcılar (Sensörler) proses bilgilerini algılar ve işlem parametrelerini kontrol etmek için verileri aktüatörlerin de bağlı olduğu I/O modüllerine gönderir. Bu modüllerden gelen bilgi veya veriler, saha veri yolu üzerinden proses kontrol ünitesinde toplanır. Akıllı saha cihazları kullanılıyorsa, algılanan bilgiler direkt saha veri yolu üzerinden proses kontrol ünitesine aktarılır. Toplanan bilgiler daha sonra denetleyici tarafından işlenir, analiz edilir ve kontrol cihazında kontrol mantığına göre sonuçlar üretilir. Sonuçlar yani kontrol eylemleri aktüatör, röle vb. saha elamanlarına saha veri yolu üzerinden taşınır. DCS sistemlerini devreye alma, yapılandırma ve kontrol mantığını oluşturma daha önce belirtildiği gibi mühendislik iş istasyonunda yapılır. Kullanıcı Operatör istasyonlarında proses parametrelerini görüntülenebilir ve manuel olarak kontrol edebilir (Web-3).

SCADA ve DCS terminolojilerinin karşılaştırılması

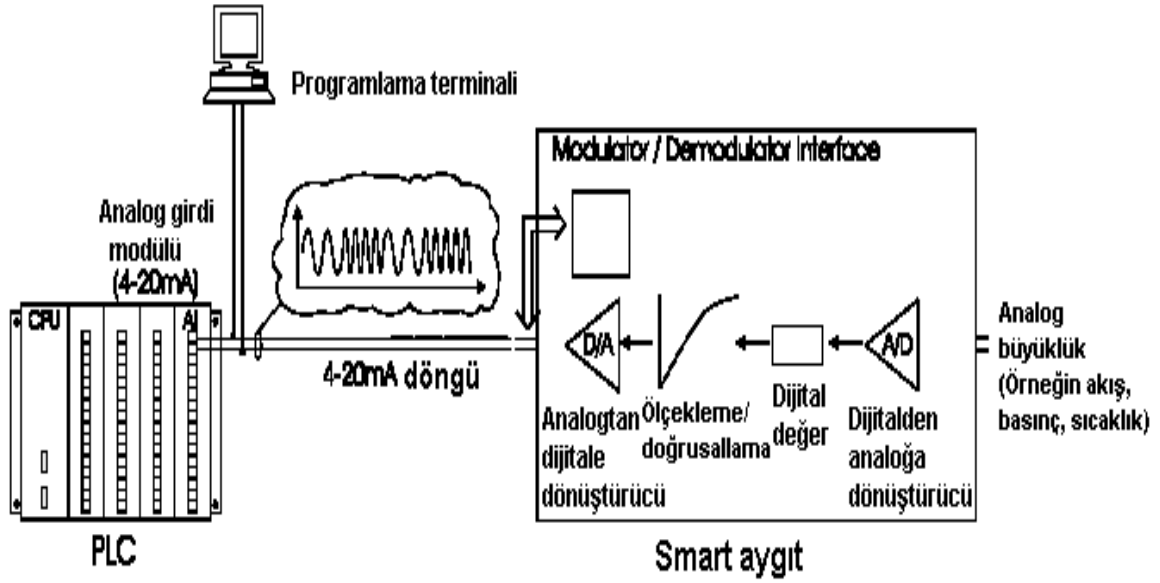
DCS (Dağıtılmış Kontrol Sistemi) ve SCADA (Denetleme Kontrol ve Veri Edinimi) sistemlerinin amaçları işletmeler için farklı olabilir. Bir işletmenin otomasyon sisteminde, hem SCADA hem de DCS sistemi kullanılabilir. Her iki sistemi kullanan işletmelerde operatör istasyonları aynı UNIX çalışma merkezini kullanabilmektedirler. Sistemler veriyi bu şekilde birbiri ile paylaşabilirler. Sonuç olarak birleşik SCADA/DCS sistemini oluştururlar. Ancak maliyet artacağı için sistemler çok nadir olarak bu şekilde dizayn edilir. DCS üretici firmaları için SCADA fonksiyonelliğini sağlamak ortak bir noktadır. Çünkü iki sistem donanım ve yazılım açısından birbirine çok benzemektedir. Ancak olay kaydı, alarm yönetimi ve veri erişebilirliği gibi birkaç özellik, var olan DCS sistemlerini SCADA sistemlerinden ayırmaktadır.

DCS ve SCADA sistemleri arasındaki temel farklılık olay ve alarm yönetimlerinden kaynaklanmaktadır. DCS sistemleri proses odaklıdır, SCADA sistemleri ise veri edinme odaklıdır. Daha açık bir şekilde ifade edilecek olursa SCADA sistemleri olay odaklıyken, DCS sistemleri prosesin kendisi ya da eğilimleriyle ilgilenmektedir. DCS sistemleri işletmelerin veya tesislerin kontrolünü sağlamak için daha fazla işlem yapar ve denetleyici kontrolörden oluşmaktadır. Kontrol işlemlerinin bir parçası olarak operatöre bilgi sunar. SCADA sistemleri ise daha fazla veri toplayabilmek için asıl işi olarak operatöre bilgi sunar. DCS sistemlerinde, kontrol modülleri ve denetleyiciler sınırlı bir alan içinde olup kontrol işlemi yerel bir ağ üzerinden yapılır. SCADA sistemlerinde ise daha geniş alanlara yayılmış sistemlerin kontrolü yapılır. DCS sistemlerinde kapalı döngü kontrolü kullanılır. SCADA sistemlerinde ise böyle bir kontrol yoktur. DCS kontrol sürecini düzenli olarak tarar ve işlem parametrelerini veri tabanına kaydetmez. SCADA ise düzenli olarak veri kontrolü yapmadığından veri tabanına kaydettiği değişen verilere göre işlem yapar. DCS sistemleri genelde, tek bir işletme veya fabrika gibi sınırlı bir alan içinde yer alan işletmelerde karmaşık kontrol işlemlerini gerçekleştirmek için kullanılır. DCS sistemlerinin yaygın kullanım alanları çimento fabrikaları, petrol ve gaz endüstrileri, kimyasal tesisler vb. sektörlerdir. SCADA sistemleri ise coğrafi olarak daha geniş alana yayılmış enerji iletimi, su yönetim sistemleri vb. alanlarda kullanılır (Bodur, 2006).

SDACA ve DCS sistemleri arasındaki farklar için anlatılan genellemelere dair birçok istisna mevcuttur. Günümüzde DCS sistem üreticileri alarm yönetimi ve olaylarla ilgilenmek için çeşitli sistemler geliştirmişlerdir. Benzer şekilde proses kontrolü ve veri edinimi yeteneğine sahip SCADA sistemleride mevcuttur. Tüm bu durumlar göz önüne alınarak bu tez çalışmasında bundan sonra PLC, DCS ve akıllı cihazlar, temel SCADA kavramının bileşenleri olarak düşünülerek genel olarak SCADA teriminin kullanılması tercih edilecektir.

4.2.4.3. Akıllı cihazlar

Akıllı cihazlar algılama ve kontrol işlemleri için kendi işlemcisini kullanırlar. Bu terim çoğu zaman yanlış olarak kullanılmasına rağmen, anlamı bilgisayar temelli sistemlere sağlanan doğrusal veri yolu teknolojisine sahip, akıllı (mikro işlemci bazlı) dijital ölçüm sensörüdür. Akıllı cihazlar sayesinde I/O modülleri gibi donanımlara gerek duyulmamaktadır (Bodur, 2006).



Şekil 4.6. Tipik bir akıllı cihaz (Bodur, 2006)

4.3. Endüstriyel Veri İletişimi

İletişim, bilginin verici ve alıcı arasında uygun kanal kullanılarak transfer edilmesidir. Protokol, dilleri farklı olan cihazlar arasında iletişimi sağlamak için ortaya konan ortak dildir. Endüstriyel sistemlerde merkezi işlem birimlerinin oluşturduğu bilgiler kodlanarak kullanılan protokol üzerinden çevre birimlerine ulaştırılır, çevre birimleri bu kodları çözerek gerekli hareketlenmeleri gerçekleştirir (Özer, 2016).

Otomasyon sistemlerinde kullanılan valflar, algılayıcılar, röleler vb. aygıtlar bilgisayar ve programlanabilir lojik kontrolörlerle iletişim kurabilmekteler. Böylelikle belirtilen elemanlardan verilerin alınıp işlenmesi, saklanması veya işleminden geçirilmesi yapılabilmektedir. Bu işlemler birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji ve kompleks yapıya sahip sistemlerin kullanılma gereksinimi cihazlar arası iletişimi zorunlu kılmıştır. Endüstriyel sistemlerde de geliştirilen donanımsal yapılar ile bilgisayar arasında veya iki donanımsal yapıyı kontrol eden kontrolörler arasında iletişim kurulabilmektedir. Bu sistemler birbirleri ile etkileşimli olarak çalışmakta ve böylece tümleşik bir altyapı mimarisi oluşturmaktadır (Özer, 2016). Üretim tezgâhları, bant sistemleri ve robotik sistemlerde kontrolörler arası iletişim sıklıkla görülmektedir. Bilgisayar üzerinden aygıt kontrol sistemleri de günümüzde yaygınlaşan alanlardandır. Özellikle enerji izleme sistemleri ve bilgisayar arayüzü üzerinden cihazların kontrol edilmesi endüstriyel sistemlerde kullanılmaktadır (Vadi ve ark., 2004).

Endüstriyel haberleşmenin getirdiği avantajları şunlardır;

- Sistemlerin montajı, devreye alınması hızlı basit ve ekonomiktir.
- Arıza takibi, ikaz ve alarm tanımları daha basittir.
- Dış etkenlerden daha az etkilenir.
- Sisteme yeni bir cihazın eklenip çıkarılması basittir.
- Sistem durdurulmadan bakım yapıp arıza aranabilir.
- Yatırım maliyetine oranla çok yüksek verim.

Endüstriyel haberleşme sistemlerinde/ağlarda temel amaç sistemi meydana getiren cihazların birbiri ile daha hızlı, daha az iletken ile ve daha güvenli bir şekilde haberleşmeleridir (Eminoğlu, 2013).

Bu amaçla kullanılan endüstriyel iletişim protokolleri Fieldbus, Profibus, Ethernet, Modbus, Canbus, Devicenet vb. protokollerdir.

Günümüzde en fazla kullanılan iletişim protokolleri ve pazar payları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. En fazla kullanılan veri iletişim protokolleri ve pazar payları oranı (Tosuner, 2007)

İletişim Protokolü	Pazar Payı	Uygulama Alanları	Sponsorları
CANBus	25%	Otomotiv	CiA,OVDA, Honeywell, Bosch
Profibus	26%	Proses kontrol	Siemens, ABB
LON	6%	Bina otomasyonu	Echelon, ABB
Ethernet	50%	Fabrika içi veri yolu	Bütün şirketler
Interbus	7%	Üretim	PhoenixContact
Fieldbus	7%	Kimya endüstrisi	Fisher-Rosemount, ABB
ASI	9%	Bina otomasyonu	Siemens
Modbus	22%	Noktalar arası	Birçok şirket
ControlNet	14%	Fabrika içi veri yolu	Rockwell

4.3.1. Fieldbus

Özellikle dağıtılmış süreç kontrol uygulamaları için dizayn edilen Fieldbus Foundation (organizasyon) olarak dünyadaki otomasyon sistemlerinde yaklaşık %80'lik bir pazara sahip olan 140 şirketin biraraya gelmesi ile oluşmuştur. Teknolojisi fiziksel katman, haberleşme çatısı ve kullanıcı katmanından meydana gelmektedir (Web-5).

Fieldbus haberleşme protokolünün avantajları;

- Sistemin devreye alınması, bakımı kolay, hızlı ve ekonomik,
- Sistem dış şartlardan pek etkilenmez,
- Arıza tespit ve takibatı basit,
- Bakım yapılması ve arızanın giderilmesi için sistemin durdurulmaması,
- Sisteme eleman ekleme çıkarma kolay,
- Kurulum maliyetine oranla yüksek verim,
- Veri yuvarlama kaybı yok,
- Sistem kendi kendini test etmesi,
- İletişimin yüksek güvenilirlikle gerçekleşmesi (Özer, 2016).

4.3.2. Profibus

Profibus Siemens ve Bosch içinde bulunduğu birçok firma tarafından desteklenip geliştirilmiştir. Dünyada çok fazla firma ve enstitü tarafından standart endüstriyel haberleşme sistemi olarak kabul edilmektedir. Farklı firmaların ürettiği cihazlar arasında haberleşmeyi sağlayan profibus bunu yaparken herhangi bir özel birime gereksinim duymadan, yüksek hızlı ve karmaşık uygulamaları yerine getiren veri iletim sistemidir (Özer, 2016).

Otomasyon sisteminin çalışması esnasında çevre birimlerinin sisteme eklenmesi veya çıkarılması mümkündür. Sistemde hata algılama ve arıza belirleme özellikleri son derece gelişmiştir. Farklı amaçlar için gerçekleştirilen profibus sistemleri vardır (Özer, 2016).

Profibus FMS, büyük otomasyon sistemleri, üretim işletmeleri ile scada ve otomasyona dönük profibus iletişim protokolü sistemidir. Profibus FMS değişkenlere, programlara ve geniş verili altyapılara erişimi olanaklı kılmaktadır. Sistemin uygulama fonksiyonelliği tepki verme hızından daha önemlidir.

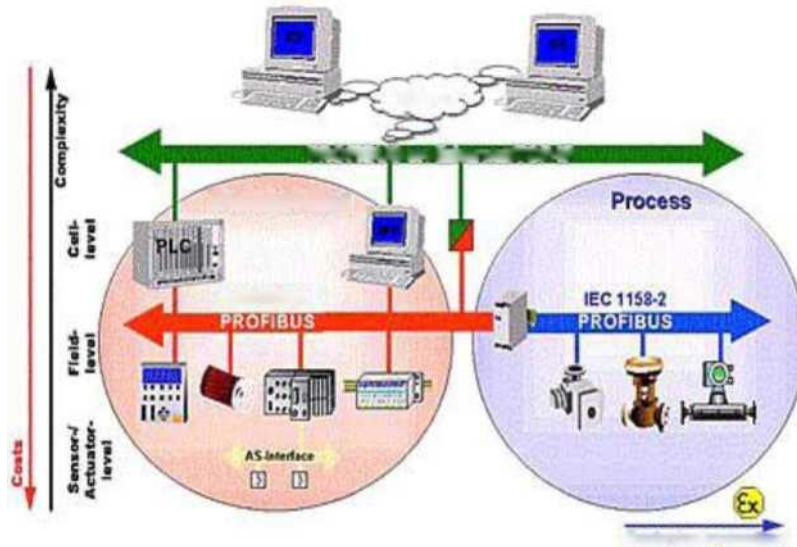
Profibus PA, Otomasyon üretim alanlarına, risk taşıyan ve güvenlik gerektiren sistemlere dönük iletişim protokolleridir. Bu Profibus varyasyonunda saha ekipmanlarının çalışma esnasında çıkarılıp takılmasına mümkündür.

Proses otomasyonu için Profibus ailesinin en genç ama çok önemli bir üyesidir. PA, basınç, sıcaklık ve seviye transmitterleri gibi saha ekipmanları ile otomasyon sistemi ve proses kontrol sistemleri arasında bağlantı kurmaktadır. PA teknolojisi analog 4-20 mA teknolojisinin yerini alacak şekilde kullanılabilir. PA teknolojisi, planlama, kablolama, devreye alma ve bakım anlamında maliyeti %40'tan fazla oranlarda azaltabilmekte; işlevsellikte ve güvenlikte belirgin bir artış sağlamaktadır. Profibus-PA ile patlama tehlikesi olan Ex-alanlarda da iletişim sağlanabilmektedir (Salğar, 2010).

Profibus DP (DecentralePeripheral), Sistemde merkez konumda olan programlanabilir lojik kontrolör ile merkez konumda olmayan ekipmanlar arasında güvenli ve hızlı veri akışını gerçekleştiren profibus varyasyonu iletişim protokolüdür. Bu sistem çevre birimlerinin sahada, programlanabilir lojik kontrolün merkezde olması durumunda iletim hatlarında rahatlamayı sağlamıştır.

Profibus sistemin özellikleri;

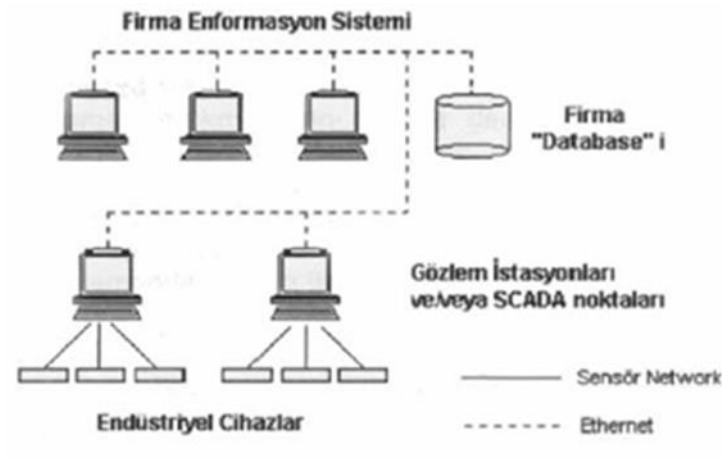
- Her bir bus alanına 32, toplamda 126 katılımcı.
- Sistem çalışırken saha ekipmanları ile çevre birimleri çıkarılıp takılabilir.
- Bilgi alış verişi fiber optik kablo ya da içinde iki damarın olduğu blendajlı kablo ile gerçekleştirilir.
- Fiber optik kablolarda 90 kilometre, elektrik kablolarında ise 12 kilometreye kadar bilgi alış verişi yapılabilir.
- Modüler değiştirme ve cihazların değiştirilmesi mümkündür.
- Otomasyon cihazına (PLC) tek kablo ile direkt olarak bağlanabilir.



Şekil 4.7. Profibus yapısı (Tutucu, 2007)

4.3.3. Ethernet

Ethernet Data Acquisition; Endüstriyel ortamlarda süreçlerin gözlemlenmesi, cihazların kontrolü, makinalardan verilerin elde edilmesi, testlerin yapılması ve cihazların kontrolü işlemlerinde yaygın olarak kullanılan standarttır (Tutucu, 2007).



Şekil 4.8. Ethernet yapısı (Tutucu, 2007)

4.3.4. Modbus

MODBUS, endüstriyel alandaki iletişim ihtiyacını karşılayan en eski seri iletişim protokollerinden biridir. PLC (Programmable Logic Controller) sektörünün ilk ve en güçlü imalatçılarından olan Modicon firması tarafından kendi ürünleri arasındaki iletişimi

sağlamak üzere 1978 yılında geliştirilmiş. Zamanla PLC sistemler arasında veri transferi ve bilgi alışverişini sağlayan standart bir iletişim protokolü olarak sektörde yerini almıştır. Modicon'a rakip pek çok endüstriyel kontrol cihazı imalatçısı kendi iletişim protokollerinin yanı sıra Modbus iletişim desteğini de vermektedirler (İbrahim, 2010).

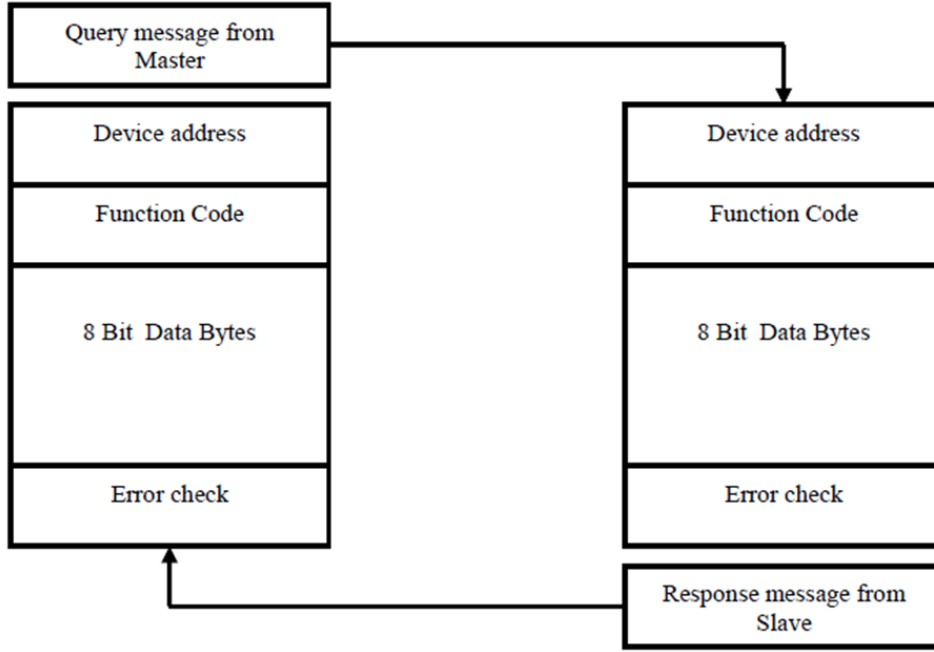
Bir süre sonra Gould-Modicon, sonra AEG-Modicon adını alan Modicon firması, 1979 yılında Schneider Grup tarafından satın alınmıştır. Bir sonraki önemli gelişme olarak Schneider Electric's'in protokol üzerindeki isim hakkını, 2002 yılında endüstriyel iletişim teknolojisini geliştirmek üzere kurulan ve kar amacı taşımayan MODBUS-IDA adlı bir organizasyona aktarması, MODBUS iletişim protokolünün gelişimini ve yaygınlığını olumlu yönde etkilemiştir. Teknolojik olarak bir kaç adım öndeki diğer standart iletişim protokollerinin yanında MODBUS bugün hala herhangi bir PC veya küçük bir mikroişlemci ile birlikte kullanılabilen ve sağlam geçmişi ve basit altyapısıyla artan sayıda imalatçı tarafından desteklenmekte ve mevcut pek çok endüstriyel sistemle iletişim kurabilmektedir (Queiroz ve ark., 2009).

4.3.4.1. MODBUS protokolünün genel özellikleri

Modicon programlanabilir kontrollere, kendileriyle ve diğer cihazlarla çok çeşitli ağlar üzerinden haberleşebilirler. MODBUS, haberleşme protokolünün OSI modelinin 7'nci seviyesindeki uygulama katmanıdır ve network üzerindeki çeşitli cihazlar arasındaki client/server haberleşmeyi sağlar (İbrahim, 2010).

Standart MODBUS ağlarında haberleşme işlemini üç veri iletim modu ile gerçekleştirirler (ASCII, RTU ile TCP). Cihazlarda seri (RS-232, RS-485) ile Ethernet (TCP/IP) portu bulunmaktadır, genelde seri portları bağlanmak için kullanılır Ethernet portu ise haberleşme için kullanılır. Seri portu (ASCII veya RTU) modu, Ethernet portu ise (TCP/IP) modunu kullanmaktadır (Peng ve ark., 2009).

MODBUS, istek/cevap protokolüdür ve fonksiyon kodları tarafından özelleştirilmiştir. MODBUS fonksiyon kodları istek/cevap birimi PDU'nun bir birimidir. MODBUS, farklı ağ tiplerinde birbirleri arasında bağlanıp istek/cevap haberleşme sağlayan mesaj protokolünün uygulama katmanıdır. MODBUS protokolü, ağ mimarilerinin bütün tiplerinde kolay haberleşme yapılmasına izin veren bir yapıya sahiptir. Şekil 4.9'da MODBUS, istek/cevap protokolü görülmektedir (Queiroz ve ark., 2009).



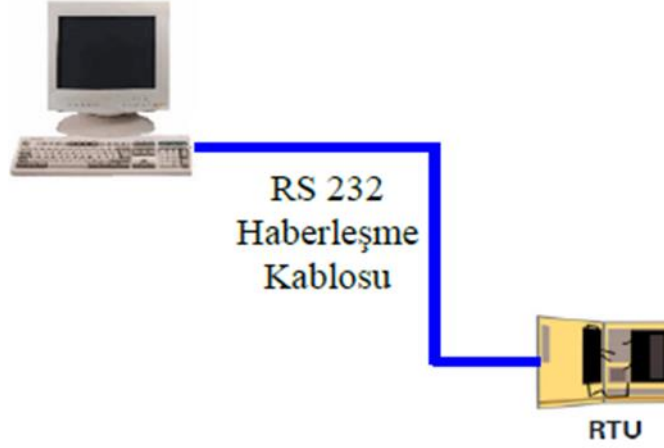
Şekil 4.9. MODBUS istek/cevap protokolü (İbrahim, 2010)

4.3.4.2. SCADA'da bağlantı tipleri

RS-232

RS-232 iki cihaz arasında bilgi alışverişine yönelik olarak tasarlanmıştır. Mesafe 15-30 m arasında değişebilmektedir. Bu noktada kablo tipi ve bit hızı önemli rol oynar. Bir adaptör yardımıyla farklı tip arabirime çevrilebilmektedir. Basit bir devre kullanarak bir RS-232 portu, birçok cihaza bağlanabilen ve daha uzun mesafelerde çalışabilen bir RS-485'e çevirmek mümkündür (Axelson, 2000).

RS-232 linklerde dengesiz (unbalanced) hatlar kullanılır. Dengesizlik, hatlardaki sinyallerin elektriksel karakteristiklerine bağlıdır. Dengesiz bir hat, sinyalin sinyal voltajının tek bir tele tatbik edildiği ve tüm sinyal gerilimlerinin tek bir toprağı referans aldıkları bir hattır. Bu tip bir arabirime tek-uçluda denilmektedir. Dengeli ya da fark (differential) hatlarında her bir sinyal için, biri diğerindeki sinyalin tersini (inverse) taşıyan iki tel kullanılır (Kaya, 2010).



Şekil 4.10. RS-232 (Kaya, 2010)

RS-232 özellikleri

RS-232'nin bazı yönlerden avantajları vardır:

- Her PC'de bir ve daha fazla bulunur. Yeni PC'ler USB gibi arabirimleri desteklemesine rağmen RS-232 USB ile gerçekleştirilmesi zor birçok işlemi gerçekleştirebilir.
- Mikrokontrolörde, arabirim yongaları bir 5 V seri portu RS-232 ye çevirebilirler.
- Linkler 15 ya da 30 metre uzunlukta olabilir. Çoğu cihazlardaki arabirimler uzun mesafelere yönelik değildirler. USB linkler yaklaşık 5 metre (16 feet), PC paralel arabirimi 3 metre ile 4,5 metre arası (10-15 feet) ve IEEE-1284 tip B sürücülerle ise 9 metre (30 feet) olabilmektedir. Oysa RS-232 çok daha uzun kablolarla da iş görebilir. Her RS-232 bir modeme bağlanırsa, bu durumda telefon şebekesini tüm dünyaya iletim amacıyla kullanmak mümkündür.
- 2 yollu bir link için sadece üç tele ihtiyaç vardır. Paralel linkte sekiz adet veri hattıyla iki ve daha fazla kontrol sinyali ve birkaç da toprak hattı bulunur. Kablolama maliyeti yanında bir de konnektör sorunu vardır.

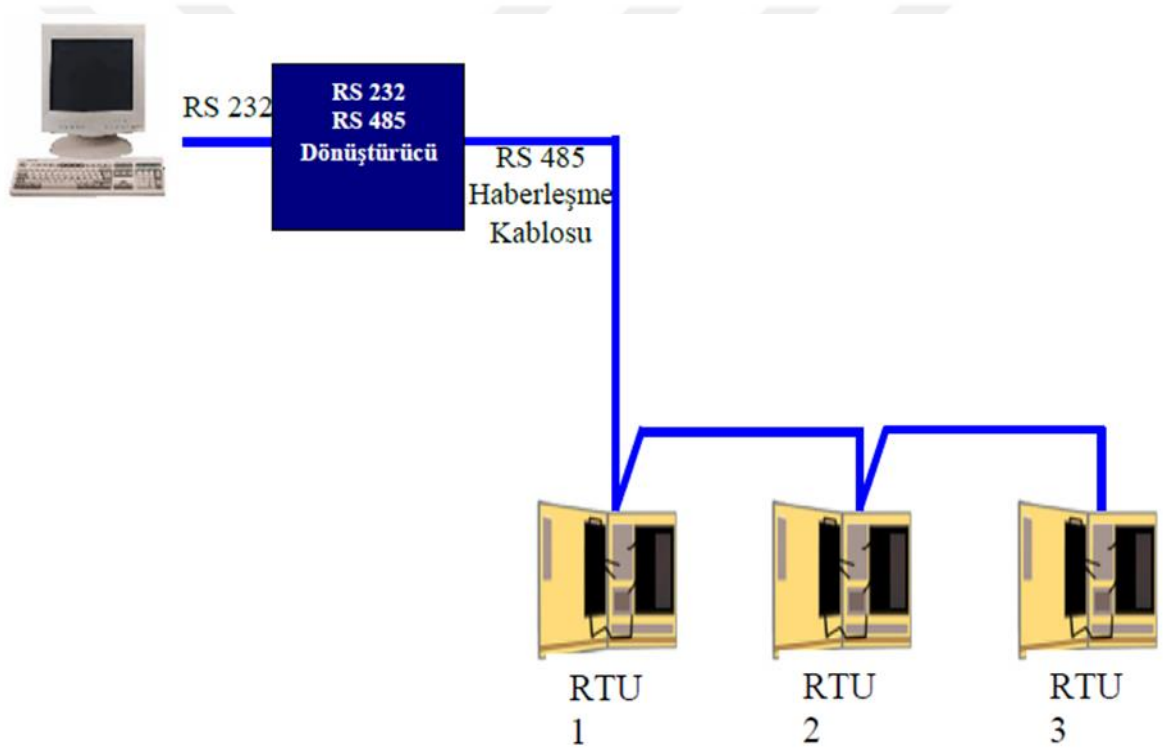
RS-232'nin bazı yönlerden de dezavantajları vardır:

- Linkin karşı ucu paralel veri gerektiriyorsa, gelen veri paralel veri haline dönüştürmek için UART kullanılması gerekir.
- PC'lerde çok sayıda seri port bulunmasına rağmen her biri için bir kesme istek hattı tahsis edilmez. Mikrokontrolör donanımında genelde bir tane seri port bulunmaktadır.
- Bir linkte ikiden fazla cihaz bulunmayabilir.

- Belirlenen en yüksek hız 20,000 bps (bit per second)'dir. Birçok arabirim 20,000 bps nin üzerindeki hızlarda kullanılmaktadır.
- Çok uzun linklerde farklı arabirim gerekebilir. Daha yüksek hız, daha uzun link ve daha çok düğüm olması halinde RS-485 dengeli arabirimi bir çözüm olabilir (Kaya, 2010).

RS 485

RS-232'nin halledebileceğinden yüksek hızlarda ve uzak mesafelerde veri transferi gerektiğinde çözüm RS-485 olacaktır. RS-485'li linkler iki cihazla sınırlı değildir. Mesafeye, bit hızına ve arabirim yongalarına bağlı olarak sayıları 256' ya varabilen düğüm bir linkle bağlanabilir Şekil4.11'de RS-485 görülmektedir (Bailey ve Wright, 2003).



Şekil 4.11. RS-485 (Kaya, 2010)

RS 485'in özellikleri

RS-485, standartta TIA/EIA-485 olarak geçer. RS-232'ye göre çeşitli avantajları vardır.

- Maliyeti düşüktür. Sürücüler ve alıcıları pahalı değildir. +5V ya da daha düşük güç kaynağıyla çalışırlar. Böyle bir kaynakla, farksal çıkışlarda gereken minimum 1.5

V'luk farkı üretebilirler. RS-232'nin $\pm 5V$ 'luk minimum çıkışı, \pm gerilimli bir güç kaynağını ya da bunları türeten daha pahalı bir arabirim yongası gerektirir.

- Ağ Kapasitesi. İki cihazla sınırlı olmayışı RS-485'nin çok sayıda sürücüsü ve alıcısı olmasını sağlar. Yüksek empedanslı sürücülerle bir RS-485 256 düğümlü olabilir.
- Uzun Linkler. Link uzunluğu 4000 feet'e çıkabilir. RS-232'de bu limit 50-100 feet'tir.
- Sürat. Saniyede 10 Mega bit hız mümkündür. Bit hızı kablo boyu ilişkilidir.
- Seri ara birimleme kullanılması yanında RS-485, farksal SCSI gibi hızlı paralel arabirimlemede de kullanılabilir (Bailey ve Wright, 2003).

RS 485'te dengeli ve dengesiz hatlar

RS-485'nin uzun mesafelere transfer yapabilmesinin ardında dengeli hatları kullanması yatar. Her bir sinyal için bir çift tel gerekir. Bir teldeki voltaj, diğer teldeki tamamlayıcısıyla, negatif voltajla, aynı büyüklüktedir. Alıcı, voltajlar arasındaki farka tepki verir. Dengeli hatların avantajlarının başında yüksek gürültü bağışıklıkları gelir. Bu transferin bir diğer adı farksal iletimdir.

RS-232 dengesiz, ya da tek-uçlu, hatlarla çalışır. Burada alıcı, sinyal voltajıyla ortak toprak hattı arasındaki farka tepki verir. Dengesiz bir orta birimde çok sayıda toprak hattı olabilir. Ancak bunların hepsi bir noktadan bağlanırlar.

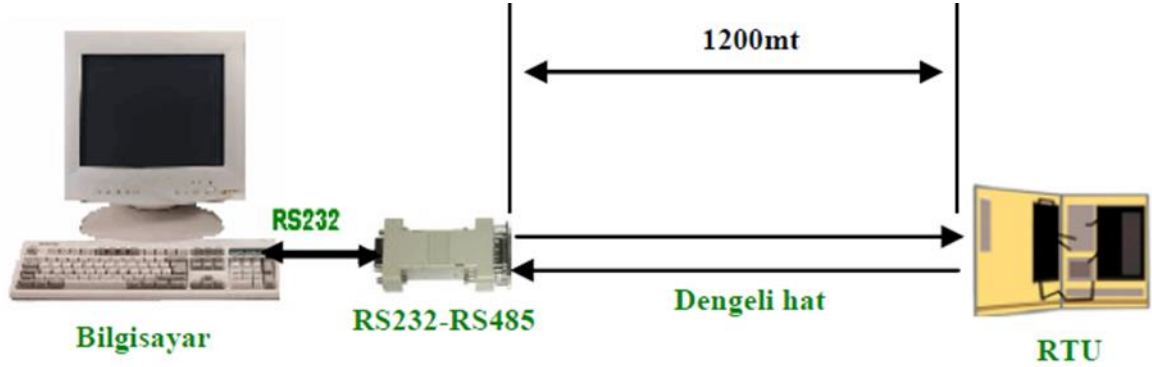
RS 485'nin dönüştürmesi

Bilgisayar seri portları RS-232 çıkışıdır. Birden fazla RTU'ye bağlanmak ve Uzun mesafeli seri haberleşmede RS-485 kullanmak gerekir. RS-485 ile iki tel üzerinde 1200 mt'ye kadar bilgi gönderilebilir. Şekil 4.12'de RTU'nun bilgisayara dönüştürücüler ile bağlantısı görülmektedir (İbrahim, 2010).

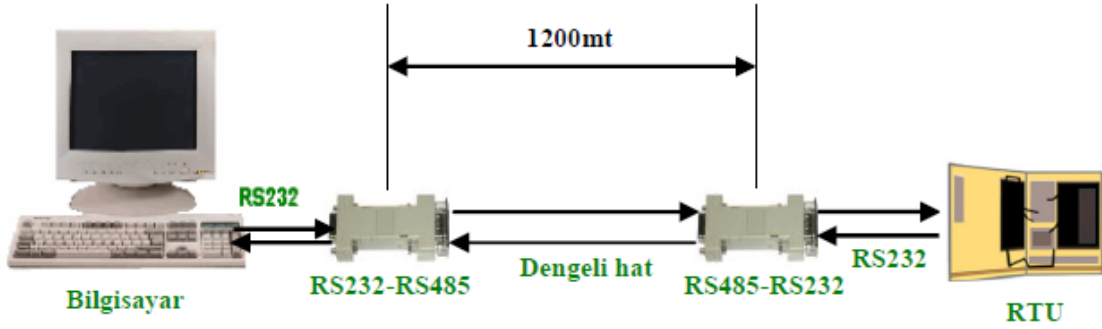
RS-232'nin halledebileceğinden yüksek hızlarda ve uzak mesafelerde veri transferi gerektiğinde çözüm RS-485 olacaktır.

Yukarıda Şekil 4.11'de görüldüğü gibi birden fazla cihazın kontrolü yapılacaksa bunların tek bir dönüştürücüye paralel bağlanması yeterli olacaktır. Speed dome kamera/zoom kamera/Pan-tilt motor üzerindeki adresleme switchleri farklı adreslere ayarlanarak hepsinin ayrı ayrı kontrolü yapılabilir. Fakat bazı RTU'larda tek seri port girişi

(RS-232) bulunması durumunda, RTU'nun girişine bir RS232-RS485 dönüştürücü ilave edilmelidir. Buda Şekil 4.13'te görülmektedir. (İbrahim, 2010).



Şekil 4.12. RTU'nun bilgisayara dönüştürücüler ile bağlantısı (İbrahim, 2010)



Şekil 4.13. Tek seri port (RS-232) girişli RTU'nun bağlantısı (İbrahim, 2010)

4.3.5. CANBus

Bosch firması tarafından özellikle otomotiv sektörüne yönelik geliştirilen seri iletişim sistemi olan Controller Area Network (CAN) protokolüdür. Kısa sürede yapılan çalışmalar sayesinde standart hale getirilmiştir. CANbus iletişim sisteminde hiçbir kullanıcı ya da abone bir adrese sahip olmamakla birlikte gönderilen mesajların öncelik durumuna göre verileri işleme konulur (Özer, 2016).

Otomotiv sektöründe CANBUS iletişim protokolü iyi bilinen ağ sistemidir. CANBus sistemi başlangıç aşamasında sadece otomotiv sektöründe kullanılması planlanmasına rağmen performans güvenilirliğinin yüksek olması sebebiyle endüstriyel çalışmalarda da tercih edilmiştir.

CANbus sisteminde bütün birimler haberleşme hattına eşit öncelikte veri göndermeleri söz konusudur. Bu özelliğinden dolayı CANbus protokolüne multimaster uygulamada denilmektedir. Tüm birimlerin aynı öncelikte veri gönderebilmeleri sistemde

veri çatışmasına neden olabilir. Bunun önüne geçmek için birimler haberleşme hattını dinleyerek boş olan anda verisini göndermeye çalışır. Sistemdeki bütün birimlerin aynı öncelikte veri gönderme hakkına sahip olması protokolün veri öncelikli niteliğinin sonucudur (Özer, 2016).

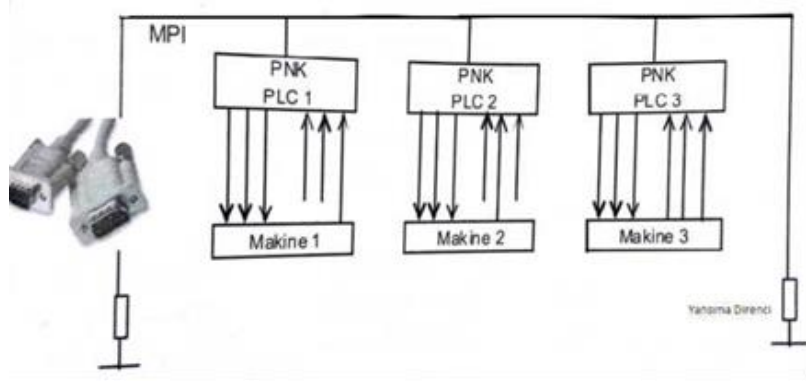
CAN-BUS, otomotiv elektroniği, akıllı motor kontrolü, akıllı sensörler, asansörler, makine kontrol birimleri, kaymayı engelleyici sistemler, trafik sinyalizasyon sistemleri, akıllı binalar ve laboratuvar otomasyonu gibi uygulama alanlarında maksimum 1Mbit/snlik bir hızda veri iletişimi sağlar (Bayır ve ark., 2014).

4.3.6. DeviceNet

Allen-Bradley tarafından geliştirilen Akıllı algılayıcı ve aktüatörler için tasarlanmış endüstriyel network yapısı olan DEVICENET "Open DeviceNet Vendors Association " adı verilen üretici bağımsız bir kuruluş tarafından günümüzde gelişimini sürdürmektedir. DEVICENET ile limit switch, fotoelektrik algılayıcı, barkod okuyucu ve motor starterleri gibi düşük seviyeli aygıtlara bağlanılabilir ve PC veya PLC gibi daha üst seviyeli aygıtlarla haberleşme sağlanabilir (Tutucu, 2007).

4.3.7. MPI

MPI (MultipointInterface) haberleşme sistemi kumanda cihazlarını, sensörleri ve aktörleri birbirine bağlayan Siemens'e özgü bus sistemidir. MPI haberleşme sisteminde maksimum 32 adet slave (istemci) blendajlı iki damarlı kablo ile birbirine bağlanır. Master veSlave arasındaki mesafe maksimum 50 metre olmalıdır. 50 metreden daha uzun mesafelerde ise RS 485 tekrarlayıcılar (repeater) kullanılır. Ardı ardına 10 tane kullanılabilen bu tekrarlayıcılar arasındaki mesafe 1000 metreye kadar çıkarılabilir. Haberleşme hattını yansılardan korumak için hattın başında ve sonunda sonlama dirençleri kullanılır. Dirençler MPI fişi üzerindeki anahtarın aktif/pasif durumuna göre devreye alınır (Özer, 2016).



Şekil 4.14. MPI haberleşme mimarisi

4.3.8. AS-I

AS-i (Aktüatör-Sensör Arayüzü) olarak adlandırılan sistem en alt seviye otomasyon düzeyinde oldukça basit bir altyapıyla tahrik ve algılama elemanları üzerinde uygulanmaktadır. Paralel kablomaya göre en basit alternatif olan sistem 11 farklı firma tarafından finanse edilen bir araştırma grubu tarafından geliştirilmiştir. Henüz tam anlamıyla standartlaşmaya gidilememiş olmakla beraber bu konudaki çalışmalar devam etmektedir.

Yeni geliştirilen ürünlerle AS-i Bus üzerinden analog veri haberleşmesi de yapılmaya başlanmıştır AS-i son derece basit, ucuz ve aynı derecede güvenli bir sistemdir. Sistem merkezi kontrolör (master) ve buna bağlı maksimum 31 alt düzey kontrol sistemi bağlanabilir.

AS-I denetleyicisi doğrudan ana otomasyon sistemine bağlanabildiği gibi bir başka sistemin alt sistemi olan mantıksal komponent grubu olarak da bulunabilir. Özel veri dönüştürücüleri ile Profibus DP sinyalleri AS-i formatına çevrilerek kullanılabilir.

AS-i sisteminde temel olarak algılayıcılardan gelen sinyaller işlenir ve aktüatörleri kumanda eden valfler kontrol edilir. Bu amaca hizmet eden standart giriş/çıkış modülleri vardır.

4.3.9. Interbus-S 64

Interbus, 1987 yılında Fieldbus teknolojisi içerisinde ortaya çıkmış açık sistem konsepti olarak tasarlanmış iletişim teknolojisidir. Topolojik terimlerle, 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. Interbus Master/Slave sistemine 256 cihaz bağlanabilir. Son cihaz otomatik

olarak halkayı kapar. Seri bağlantı metodundan dolayı sonlandırma dirençlerine gerek yoktur. Bu topoloji ayrı cihazların diğer bus sistemlerinde gerekli olduğu şekilde bir bus adresi tayin etmek suretiyle belirlenmediği anlamına gelmektedir; sistemdeki cihazların fiziksel konumu ile otomatik olarak belirlenmektedir. Bu kullanıma hazır özelliği, sistemin başlangıcında, izlenmesinde ve arıza teşhisinde büyük kolaylık sağlamaktadır. Gelecekte otomasyon teknolojisinde, fiber optik, endüstriyel ağ için iletim ortamı olacaktır (Toprak, 1992).

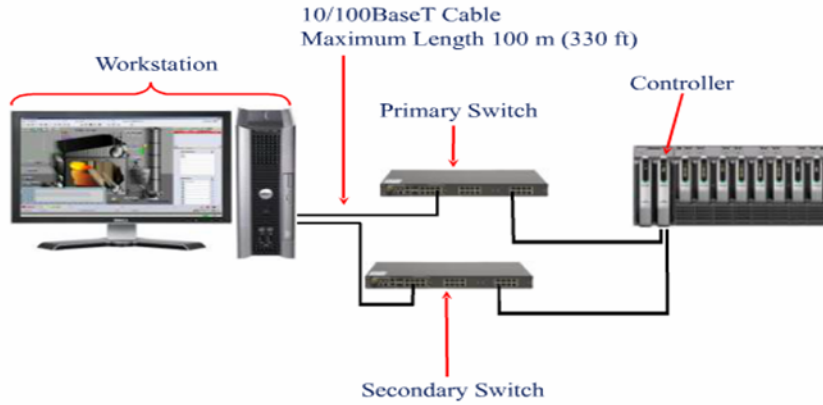


5. SCADA SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

5.1. DeltaV Sistemi

Bu çalışmada Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu'nun proses otomasyonu için kullanılan SCADA yazılımı Emerson firmasına ait DeltaV yazılımıdır. DeltaV yazılım uygulamaları DeltaV Explorer ve Kontrol Studiodur. Exploring DeltaV sistem yapılanmasını görmek ve düzenlemek için kullanılır. Control Studio'da ise kontrol algoritmaları ve blokları yer almaktadır. DeltaV Operate ise operatörler ile saha arasında köprü görevi gören bir programdır. Kullanıcılar, DeltaV Operate ile sahadaki bir pompayı çalıştırıp durdurabilir, bir basınç transmitterinin değerini okuyabilir ve başka birçok işlevi gerçekleştirebilmektedirler. SCADA donanımı olarak da DeltaV MD(RTU) serisi kontrolör kullanılmaktadır.

DeltaV sistem yapısı Şekil 5.1'de görüldüğü gibidir. Sistem bir adet çalışma alanı olan bilgisayardan, switchlerden, kablolardan ve kontrolörden meydana gelmektedir. Sistem gerekli durumlarda birden fazla çalışma alanının bir araya gelmesiyle de çalıştırılabilir. Maksimum 120 bağlantı, 120 kontrolör ve 65 bilgisayar birbirine bağlanabilmektedir(Emerson Process Management).

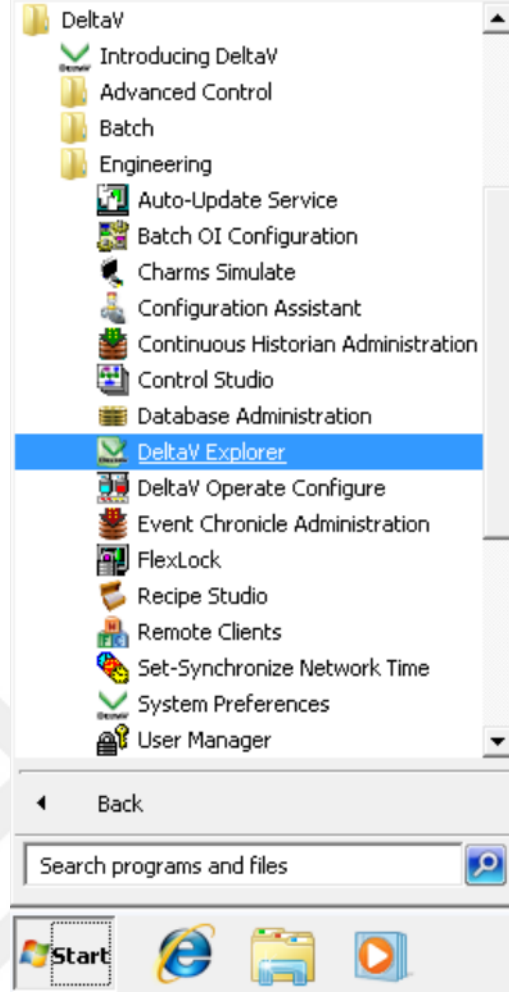


Şekil 5.1. DeltaV sistem yapısı

5.1.1. DeltaV Explorer

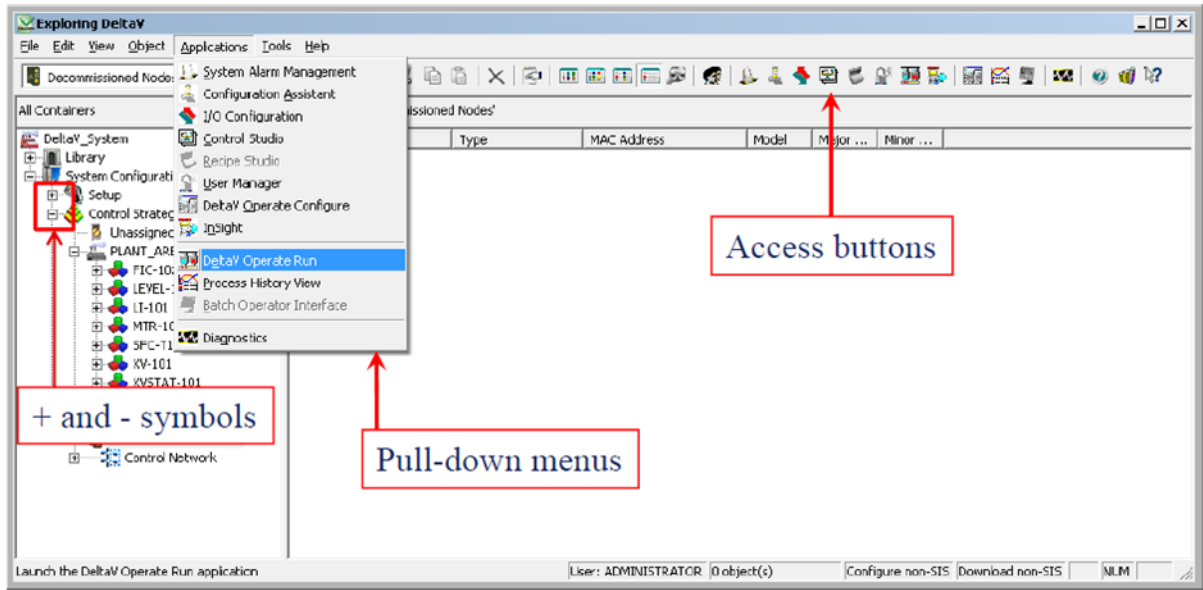
DeltaV Explorer'a sistem içerisinde şu şekilde erişilebilmektedir:

- Start → All Programs → DeltaV → Engineering → DeltaV Explorer



Şekil 5.2. DeltaV Explorer'e giriş

DeltaV Explorer, sistemin yapılandırmasını görüntülemek ve düzenlemek için kullanılır. DeltaV ile ilgili çeşitli işlevleri gerçekleştirmek için Explorer'ın açılır menüleri veya diğer DeltaV programlarına erişmek için DeltaV Explorer penceresinin üstündeki düğmeler kullanılmalıdır. Ayrıca, seçilen öğeyi genişletmek ve daraltmak için artı (+) ve eksi (-) sembolleri kullanılabilir (Emerson Process Management).

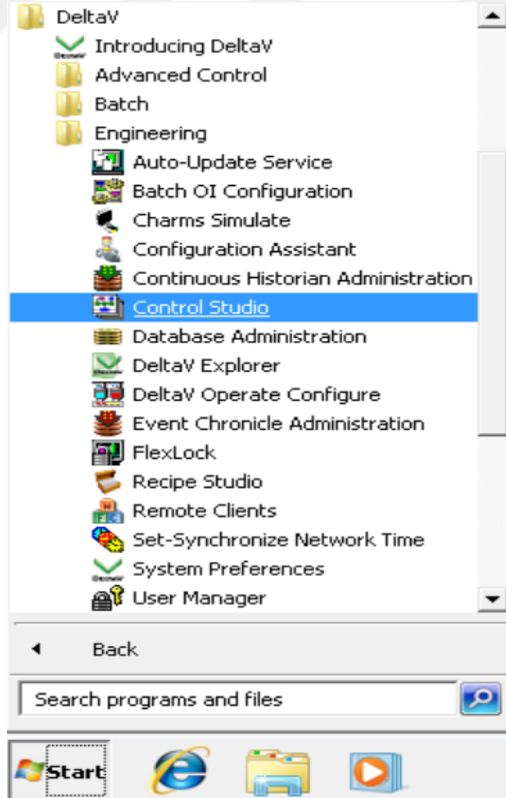


Şekil 5.3. DeltaV Explorer'in görünümü

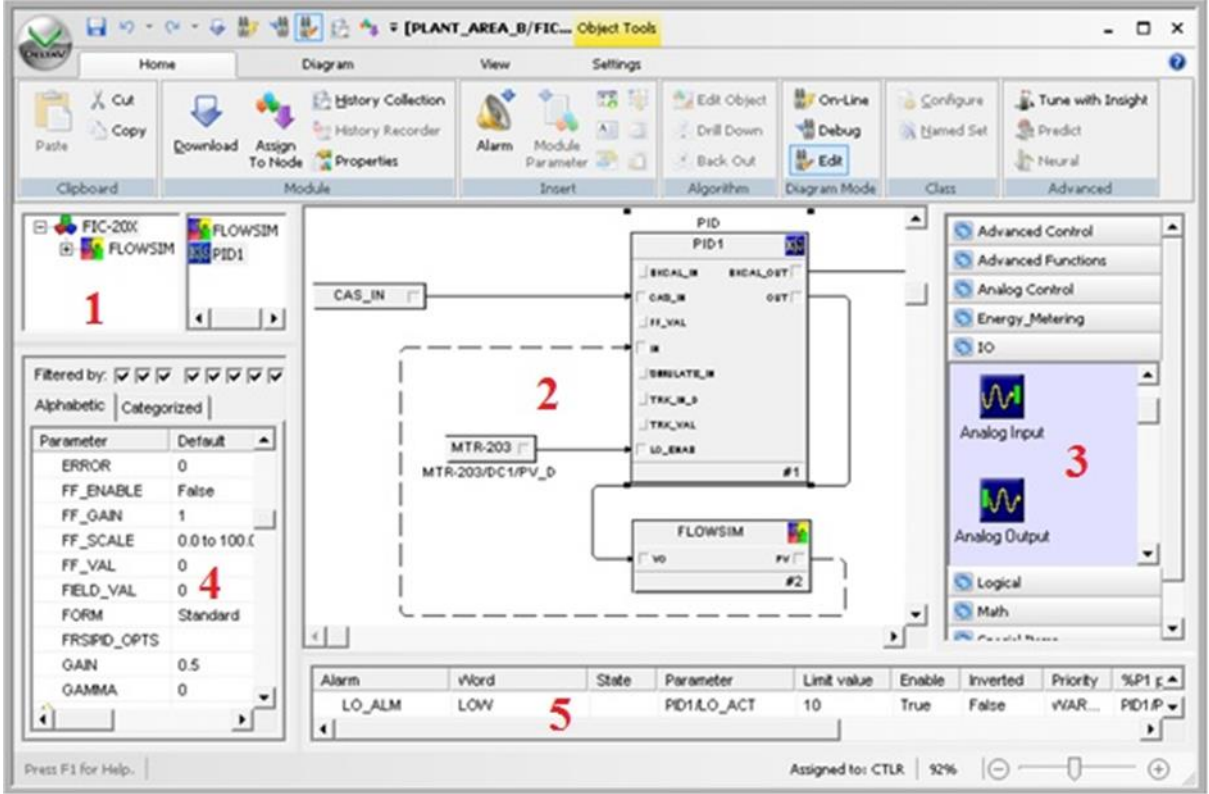
5.1.2. DeltaV Control Studio

DeltaV Control Studio'ya sistem içerisinde şu şekilde erişilebilmektedir:

- Start → All Programs → DeltaV → Engineering → Control Studio



Şekil 5.4. Control Studio'ya giriş



Şekil 5.5. DeltaV Control Studio ekranı

Şekil5.5'teDeltaV Control Studio'nun genel yapısı görülmektedir. Yukarıdaki şekilde numaralandırılmış olan alanların fonksiyonları aşağıda açıklanmıştır:

1. Hiyerarşi Penceresi: Fonksiyon blok diyagramların veya sıralı fonksiyon şartlarının içeriğini ve sıralamasını göstermektedir.
2. Diyagram Penceresi: Çalışma alanı ve kontrol modülleri için kontrol stratejileri oluşturmaya yarar.
3. Palet: Kontrol stratejileri oluşturmak için farklı fonksiyon blokları, parametreler ve davranış blokları içermektedir.
4. Parametre Penceresi: Modüllerin veya fonksiyon blokların içerdiği parametrelerin izlendiği penceredir.
5. Alarm Penceresi: Önceden tanımlanmış veya kullanıcı tarafından oluşturulmuş alarmların izlendiği alandır (Emerson Process Management).

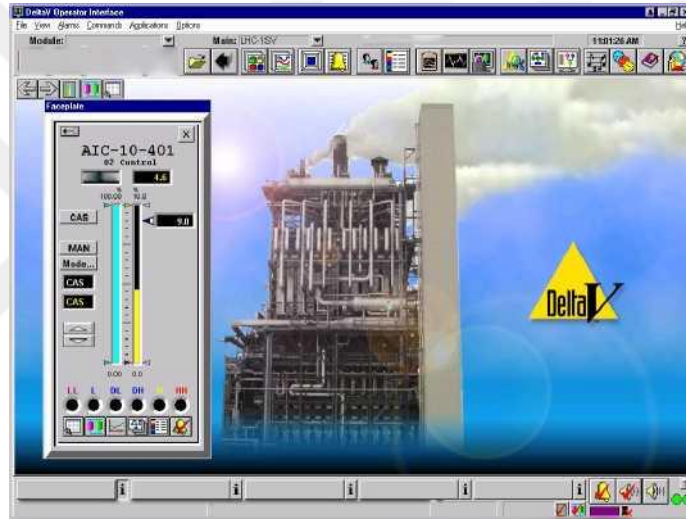
5.1.3. DeltaV Operate

DeltaV Operate, operatörler ile saha arasında köprü görevi gören bir programdır. Kullanıcılar, DeltaV Operate ile sahadaki bir pompayı çalıştırıp durdurabilir, bir basınç transmitterinin değerini okuyabilir ve başka birçok işlevi gerçekleştirebilmektedirler.

Ayarlanan değerlere göre sahada meydana gelen alarmlar DeltaV Operate tarafından oluştukları zamana ve alarm derecelerine göre ekranda gösterilir. Ekranın altında alarm yönetimi için tasarlanan “alarm banner (alarm çubuğu)” bu görev için tasarlanmıştır. DeltaV Operate'de diğer DeltaV programlarını çalıştırılabilmekte, herhangi bir cihazın çalışma durumunun trendi görülebilmektedir. DeltaV Operate'in bütün işlevleri aşağıda ilgili bölümlerde detaylı olarak açıklanmıştır (Emerson Process Management).

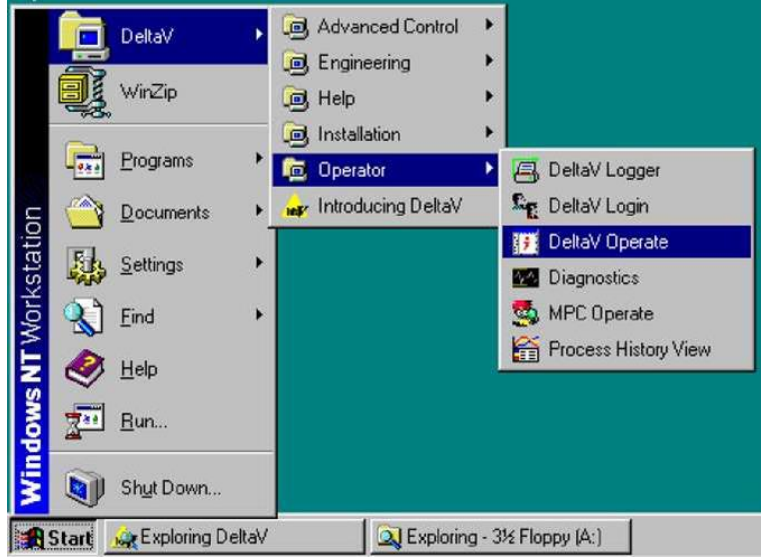
5.1.3.1. DeltaV Operate'yi başlatmak

DeltaV programları Start menüsünde DeltaV bölümünden çalıştırılabilir. “Start | Deltav | Operatör | DeltaV Operate” komutu verilerek DeltaV Operate başlatılabilir.



şekil 5.6. Deltav Operate (Emerson Process Management)

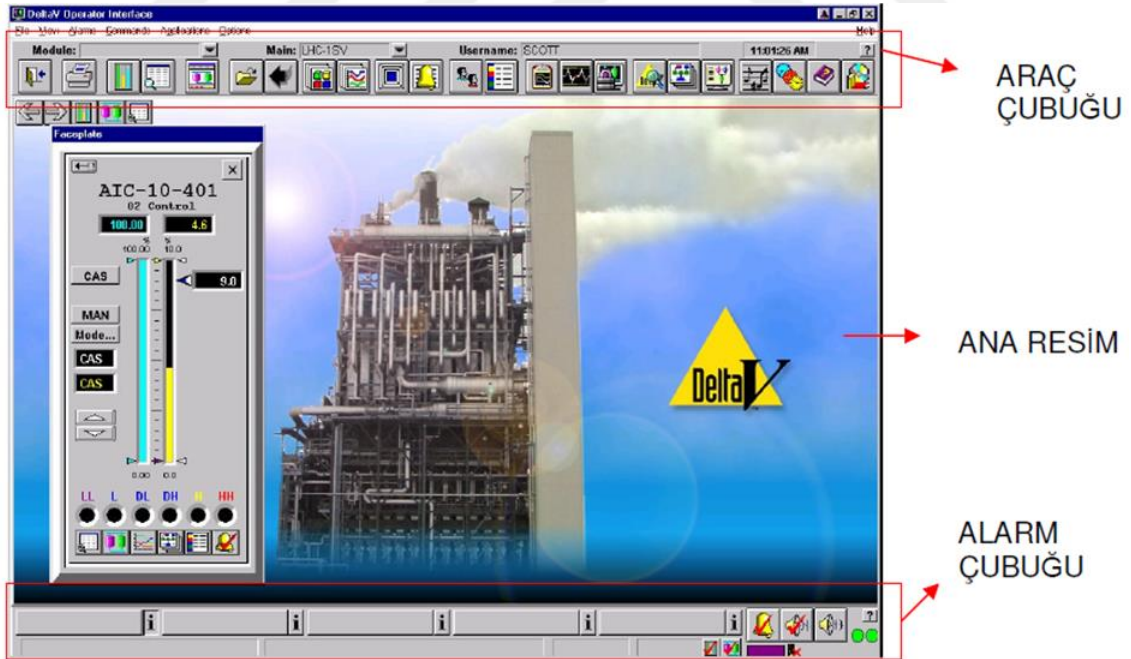
Programı başlatmanın başka yolları da mevcuttur. Eğer program masaüstüne kısayol olarak konulmuşsa, kullanıcı simgeye çift-tıklayarak DeltaV Operate'yi çalıştırılabilir. Diğer DeltaV yazılımlarından da DeltaV Operate'yi çalıştırmak mümkündür (Emerson Process Management).



Şekil 5.7. Deltav Operate'i Start menüsünden başlatmak

5.1.3.2. DeltaV Operate ortamı

DeltaV Operate ekranı başlıca üç bölgeye ayrılabilir. Bunlar; Şekil 5.8'de görüldüğü gibi ekranın üst kısmındaki “toolbar-araç çubuğu”, orta bölümde “ana resim” ve alt bölümde “alarm banner-alarm çubuğudur.” (Emerson Process Management)



Şekil 5.8. DeltaV Operate Arayüzü

Ana resim

DeltaV Operate ekranında sahayı temsil eden resimler, ekranın ortasında bulunur.

Araç çubuğu

Bu bölümde Operatöre yaptığı işlemlerde yardımcı olacak çok sayıda buton bulunur. Butonları ve işlevleri daha iyi öğrendikçe birçok işlem daha kısa sürede yapılabilir.

Alarm çubuğu

Sisteme gelen alarmlar bu bölgede görünürler. DeltaV'de alarm yönetimi bu çubuk sayesinde son derece kolaydır. En son beş alarm bu çubukta görüntülenir.

5.1.3.3. DeltaV'de bulunan diğer resimler

DeltaV ortamında ana resimlerden başka resimler de bulunur. Bunlardan en önemlisi "Faceplate" resimlerdir. Şekil 5.8'de DeltaV Operate ekranında bir faceplate resmi görülmektedir. Faceplate resimleri ilgili olduğu cihaza göre farklıdır. Şekil 1.4'te bir pompaya ait faceplate görülmektedir. Şekil 5.9'da görülen faceplate ise bir kontrol vanasına aittir (Emerson Process Management).



Şekil 5.9. Pompa Faceplate Resmi

Faceplate'ler istenildiği gibi tasarlanabileceği gibi genellikle 3 tip faceplate resmi ile çalışılır. Bu 3 tip faceplate ilgili bölümde açıklanmıştır.

Faceplate resimleri cihaza ait belli başlı işlevleri görmek için yeterlidir. Daha detaylı bilgiler için o cihaza ait “Detay resmi - Detail picture” açılmalıdır. Bu resimler de faceplate'ler gibi cihaza bağlı olarak değişir.

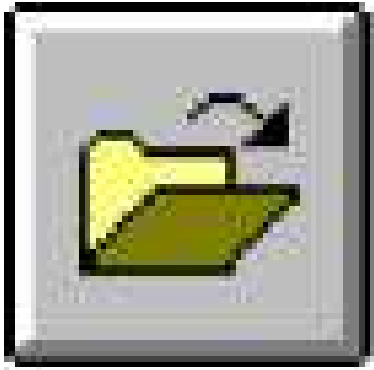
Bir diğer resim türü de “trend resimleri” dir. Cihaza bağlı olarak, ilgili proses değişkeninin son iki dakikadaki trendi görüntülenebilir.

5.1.3.4. Araç çubuğu butonları

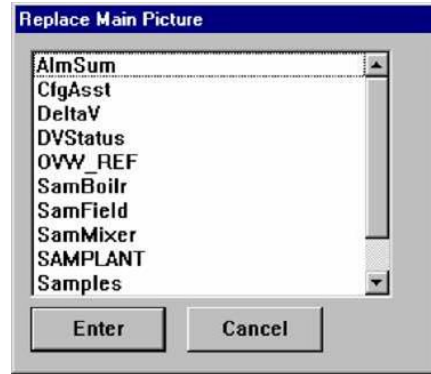
Bu bölümde DeltaV Operate programı içerisinde Operatör tarafından bilinmesi gereken işlevler ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Resim açmak

DeltaV'de aynı anda 10 resmin “açık olabileceği” yukarıda belirtilmişti. DeltaV Operate ekranında ise bir anda tek bir ana resim görüntülenir. Açık olan diğer resimler araç çubuğundan kolayca çağrılabilir. Bir resim ilk defa açılıyorsa bunun için Şekil 5.10'da görülen butona tıklayıp açılan ekrandan istenilen resim seçilmeli ve “Enter” butonuna tıklanmalıdır (Şekil 5.11).



Şekil 5.10. Resim Aç butonu

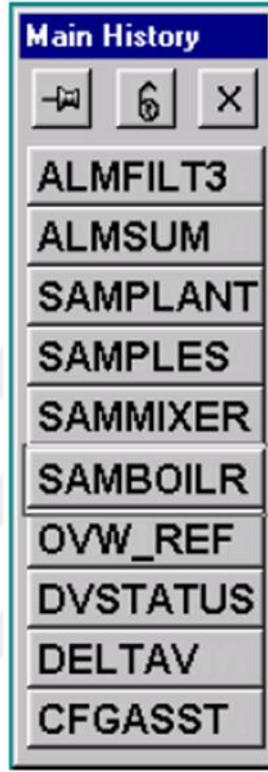


Şekil 5.11. Resim Aç diyalog kutusu

Eğer bir resmin açık olduğu biliniyorsa, bu resmin tekrar ekrana getirilmesi için araç çubuğunda Şekil 5.12'de görülen “aşağı ok” simgesine tıklanmalıdır. Açılan ekrandan açık olan resimler listelenmiştir. İstenilen resim seçilerek ekrana getirilebilir (Şekil 5.13).



Şekil 5.12. Açık resimleri ekrana getirmek için daire içindeki tıklanması gereken simge



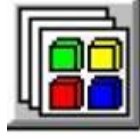
Şekil 5.13. DeltaV Operate’te daha önce açılmış son 10 resim

DeltaV Operate ekranındaki resmi değiştirmenin başka yolları da vardır. Bunlardan birisi; resimlerin sol üst tarafında bulunan “sol ok” ve “sağ ok” tuşlarını kullanmaktır. Resimler belli bir mantık içinde “dizilmişlerse” bu butonlar işlev kazanır. Sol ok, açık resimden önceki resmi, sağ ok sonraki resmi açar (Şekil 5.14) (Emerson Process Management).



Şekil 5.14. Ekrandaki resimden “önceki” ve “sonraki” resmi açan butonlar

Resim açmak için bir başka yol; araç çubuğundaki “display directory” butonunu tıklamaktır (Şekil 5.15). Bu buton, ana resmin üzerine açtığı bir resimle sistemde bulunan resimlere kolayca ulaşım sağlar.



Şekil 5.15. Display directory resmini açan buton

Faceplate ve detay resmi açmak

Faceplate ve detay resimlerinden yukarıda bahsedilmişti. Ana resimlerde sahadaki cihazı temsilen çizilen şeklin kendisine veya yanında bulunan butona tıklayarak faceplate resimleri açılabilir. Bu resimleri açmanın başka bir yolu da Şekil 5.16'da görülen butonları kullanmaktır. Ancak resmi açmak için ilgili “modülün” ismini bilmek gerekir. Şekil 5.17'de görülen diyalog kutusunda modülün ismi yazılır ve enter'a tıklanırsa faceplate veya detay resmi açılır (Emerson Process Management).



Şekil 5.16. Faceplate ve detay resmi açma butonları

Prompt

Enter name of module:

PP04

Enter Cancel

Şekil 5.17. Faceplate ve detay resmi açmak için diyalog kutusu

Alarm özet resmini açmak

DeltaV'de alarm yönetimi başlı başına bir konudur ve ilerideki bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Araç çubuğunda bulunan Şekil 5.18'deki buton sisteme gelen alarmları bütün detayları ile gösteren bir ana resim açar. Bu resim yardımı ile sisteme genel olarak bakabilir ve bütün alarmları kabul edebilirsiniz (Emerson Process Management).



Şekil 5.18. Alarm Özeti resmini açan buton

Ekran görüntüsünü yazıcıdan çıkartmak

Ekran görüntüsünü olarak yazıcıdan çıkartmak için Şekil 5.19'da görülen butonu tıklayabilirsiniz. DeltaV, ekran görüntüsünü o andaki saha değerleri ile yazıcıda bastıracaktır.



Şekil 5.19. Yazıcı butonu

Process History View programını başlatmak

Event (olay) DeltaV sistemi içerisinde ortaya çıkan bir değişimdir. Örneğin bir pompanın çalışması veya durması, controller'a programın yüklenmesi veya bir sıcaklık derecesinin alarm değerini aşması olaydır. DeltaV sistemde ortaya çıkan bütün olayların kaydeder. Sistemde oluşan olayları görmek için Process History View uygulamasının başlatılması gerekir. Bu programla zaman içinde çok gerilere gitmek (Bu bilgisayarın harddiski ile sınırlıdır, DeltaV olayları eldeki hafıza ölçüsünde kaydeder ve hafıza dolduğunda eski olaylardan başlayarak otomatik olarak siler), olayları istenilen ölçülere göre filtrelemek (Örneğin; sadece belli bir pompanın çalışma ve durma olaylarını görmek veya belli bir zaman aralığında gerçekleşen olayları görmek) mümkündür.

Process History View programını DeltaV Operate'de araç çubuğunda Şekil 5.20'da görülen butona tıklayarak çalıştırılabilir (Emerson Process Management).



Şekil 5.20. Process History View programını başlatan buton

Bir önceki resmi tekrar görüntülemek

Ekranında o anda görülen ana resimden daha önce bulunan resmin tekrar görüntülenmesi için Şekil 5.21'de bulunan buton kullanılmalıdır.

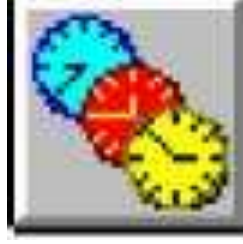


Şekil 5.21. Önceki resim görüntüleme butonu

Sistem zamanını değiştirmek

Şekil 5.22'de bulunan butona tıklandığında sistem saati ayarlaması için bir diyalog kutusu açılır. Sistem zamanı, DeltaV Operate ekranında bu butonun hemen üstünde okunabilir. Bu saatin önemi büyüktür. Process History View programı bu saate göre olayları kaydeder. Eğer sistem saati yanlışsa, olaylar da yanlış zamanlarda kaydedilecektir. Özellikle, proseste belli bir zamanda meydana gelen bir olay çözmek isteniyorsa ve sistem saati aslında yanlışsa Process History View'da yanlış bir zaman dilimine bakılabilir (Emerson Process Management).

DeltaV sistem saatini Windows NT'den alır. Sistemde birden fazla bilgisayar varsa, bu sistem saati ağdaki bilgisayarlardan biri tarafından okunur ve diğerlerinin sistem saatlerinin de bu saate ayarlanması sağlanır. Bu şekilde, sistemde meydana gelen bir olay ağdaki bütün bilgisayarlarda aynı saatte kaydedilir. Eğer sistem saatinin ayarı için Windows NT kullanılırsa bu senkronizasyonda hatalar oluşabilir (Emerson Process Management).



Şekil 5.22. Sistem zamanını değiştirmek kullanılan buton

DeltaV kullanıcıını değiştirmek

Sistemi kontrol eden kişiler değiştikçe (operatörler, mühendisler...) DeltaV bundan haberdar olmalıdır. Çeşitli yetkilerle farklı kullanıcı grupları tanımlamak sistemin güvenliği açısından gereklidir. Bu şekilde sistemde yapılan bazı önemli işleri ancak bu işleri yapma hakkı tanınan kişiler yapabilir. Örneğin prosesin gidişinde önem taşıyan bir üretim tablosunu sadece baş operatörün değiştirebilmesini veya sistem konfigürasyonunda yapılması gereken bir değişikliği sadece mühendisin yapabilmesi sağlanabilmektedir. Her kullanıcının bir şifresi olur ve bu şifre sayesinde DeltaV kullanıcıyı tanır. Sistemde meydana gelen bir olayla beraber olayın olduğu anda kimin DeltaV'yi kullandığı da kaydedilir.

Kullanıcı ismi Şekil 5.23'de görülen butona tıkladığında değiştirilebilir (Emerson Process Management).



Şekil 5.23. DeltaV kullanıcıını değiştirmek için kullanılan buton

DeltaV Explorer'ı başlatmak

DeltaV Explorer, DeltaV sisteminin ana programıdır. Bütün sistem hakkındaki her türlü bilgi bir veri tabanında toplanır. DeltaV Explorer, bu veri tabanındaki verilerin bir kısmını okuyabilir ve değiştirebilir. Örneğin, sistemde bulunan bir controller'da çalışan program modülleri öğrenilebilir ve değiştirilebilir. Sistemin çalışması üzerinde çok etkili olabilir, bu yüzden burada yapılacak her değişikliğin bilinçli yapılması gerekir (Emerson Process Management).

DeltaV Explorer'ı DeltaV Operate'ten başlatmak için araç çubuğunda Şekil 5.24'de görülen buton tıklanmalıdır.



Şekil 5.24. DeltaV Explorer'i başlatan buton

Flexlock ve Control Studio programlarını başlatmak

DeltaV Operate programında Flexlock ve Control Studio programlarını Şekil 5.25 ve Şekil 5.26'da görülen butonlara tıklayarak başlatabilirsiniz.



Şekil 5.25. Flexlock programını başlatan buton



Şekil 5.26. Control Studio Programını başlatan buton

Deltav Operate yardımı

DeltaV Operate programı hakkında yardım almak için Şekil 5.27'de görülen butona tıklamak yeterlidir. Bu butona tıklandığında, DeltaV Operate konusunda İngilizce olarak yardım alınabilir.



Şekil 5.27. DeltaV operate yardım butonu

Books Online programını başlatmak

Books Online, DeltaV sistemini oluşturan bütün yazılım ve donanım hakkında İngilizce olarak bilgi veren bir yazılımdır. Program başlatıldığında kütüphane görünümünde bir pencere açılır. Kütüphaneyi oluşturan her kitap bir konu hakkında ayrıntılı bilgi verir (Şekil 5.28).



Şekil 5.28. Books Online programını başlatan buton

DeltaV Operate'ten çıkış

DeltaV Operate'yi kapatmak istediğinizde Şekil 5.29'da görülen butona tıklanmalıdır. Açılan diyalog kutusunda “yes“ butonu tıklanıldığında DeltaV Operate programı kapatılacaktır.



Şekil 5.29. DeltaV Operate programını kapatan buton

Çizelge 5.1. Deltav Operate araç çubuğu butonları ve işlevleri

	“Resim Aç” diyalog kutusunu ekrana getirir.
	“Overview” resmini görüntüler.
	Trend klasörünü açar.
	DeltaV varsayılan tasarı açılır.
	Alarm Özet resmini görüntüler.
	Process History View uygulaması başlatılır.
	DeltaV Explorer’ı başlatır.
	DeltaV sistem saatini ayarlamak için bir diyalog kutusu açılır.
	FlexiLock uygulamasını başlatır.
	Control Studio uygulamasını başlatır.
	Faceplate açmak için bir diyalog kutusu görüntüler.
	Detay sayfası açmak için bir diyalog kutusu görüntüler.
	DeltaV kullanıcıını değiştirmek için bir diyalog kutusu görüntüler.
	DeltaV Operate yardımını başlatır.
	Books Online uygulamasını başlatır.
	Ana pencerede daha önce gösterilen resmi görüntüler.
	Ana pencerede bulunan resmin yazıcıdan çıktısını alır.

5.1.3.5. Deltav Operate'te diğer resimler

DeltaV Operate'te ekranın orta bölümünü kaplayan “ana resimlerde” başka, kullanıcıya yardımcı olmak üzere “faceplate, detay ve trend” resimleri de olduğu daha önce belirtilmişti. Bu bölümde, bu resimler hakkında detaylı bilgi bulunmaktadır.

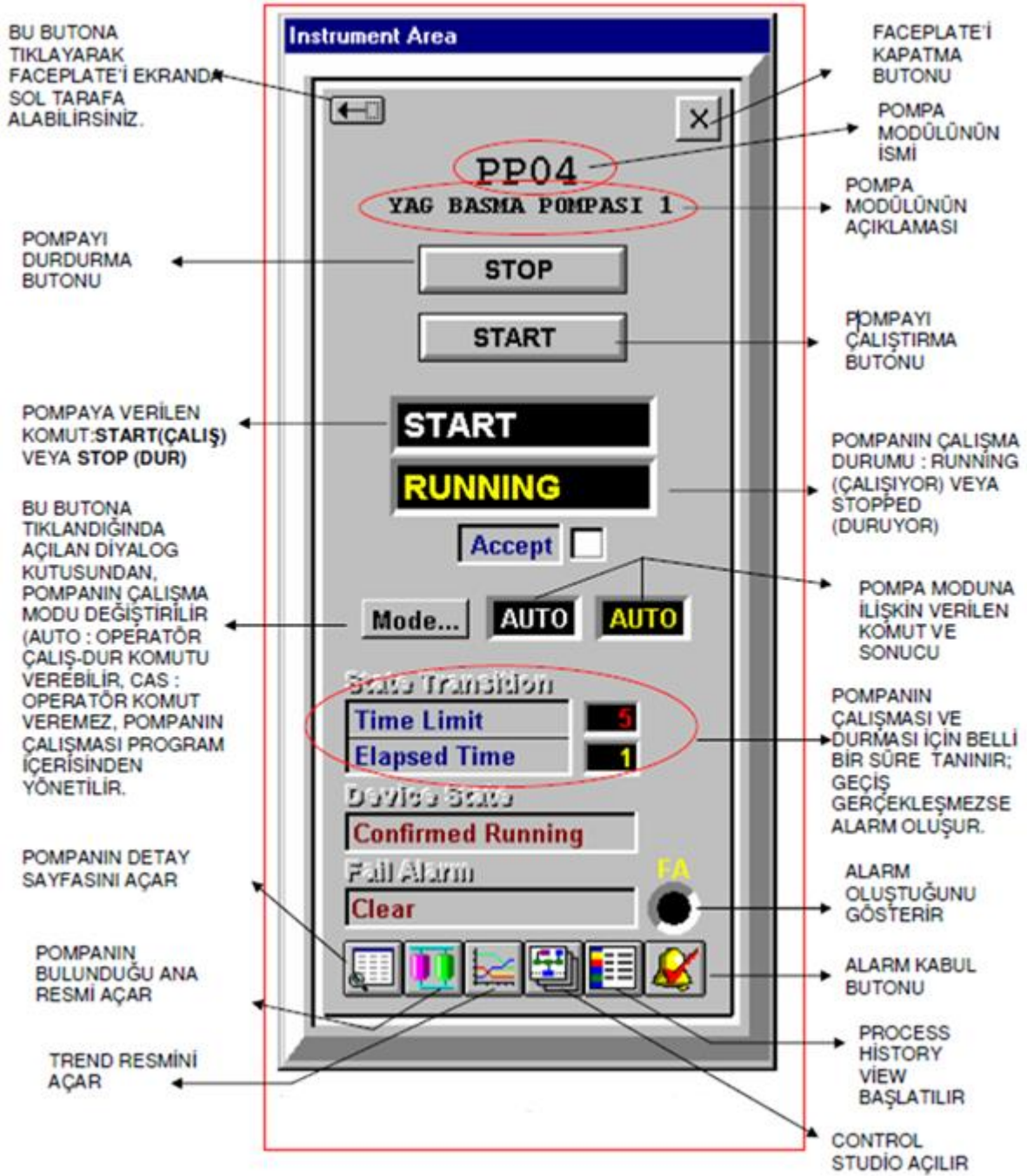
Faceplate resimler

Faceplate resimleri ilgili olduğu cihaza göre değişir. DeltaV Operate'te çalışırken genellikle üç tip faceplate görülmektedir. Bunlar; bir pompa veya on-off vanaya ait faceplate'ler, bir transmittere ait faceplate'ler ve bir kontrol vanasına ait faceplate'ler.

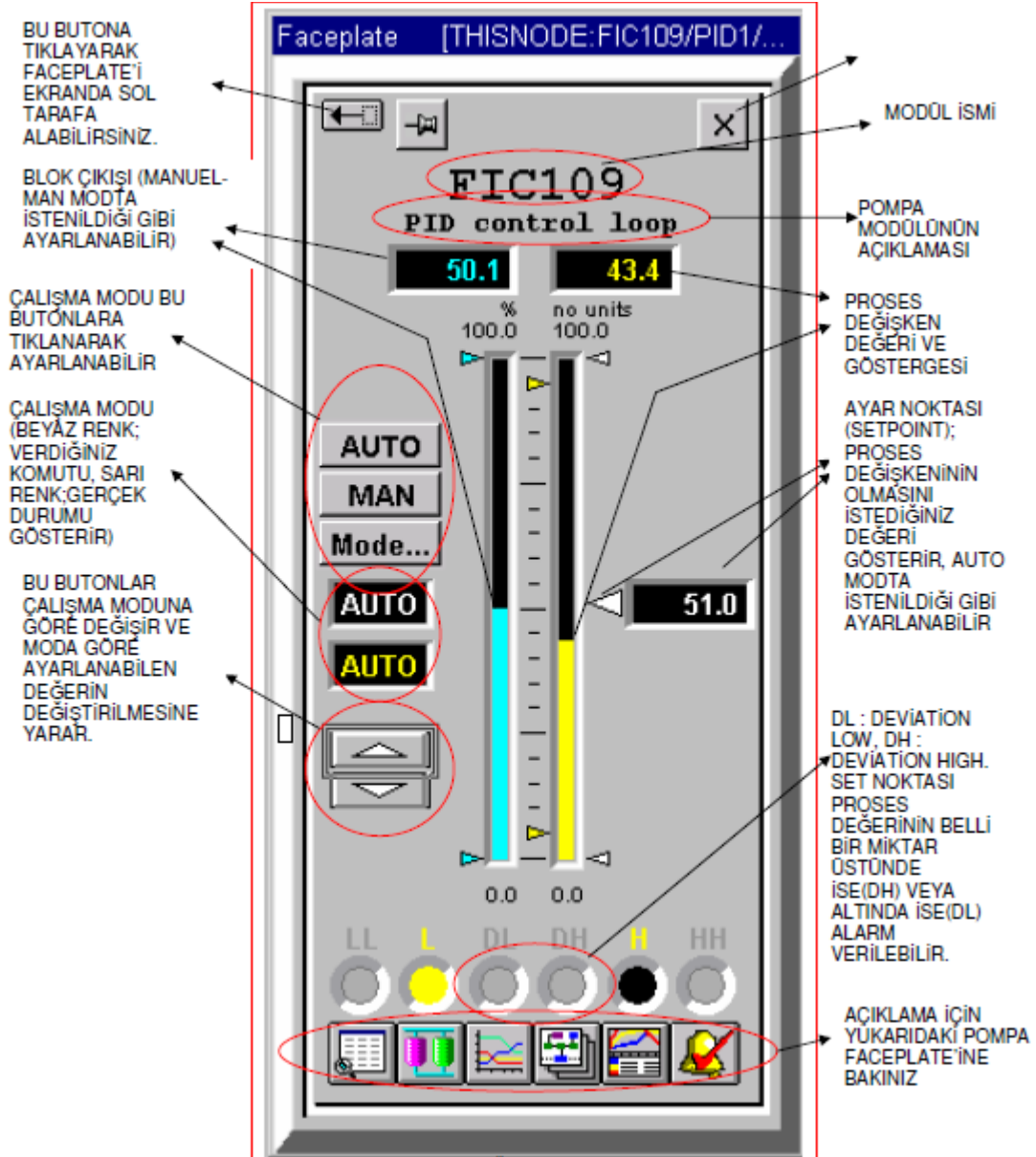
Şekil 5.30'da bir pompaya ait faceplate resmi görülmektedir. Bu resimde, pompayı çalıştırıp durdurmak, çalışma modunu değiştirmek, pompaya ait sisteme bir alarm geldiğinde anında haberdar olmak ve pompa ile ilgili diğer resimleri açmak mümkündür. Bütün bu işlevler Şekil 5.30'da açıklanmıştır.

Şekil 5.31'de bir transmittere ait faceplate görünmektedir. Resimde, analog ölçümün maksimum ve minimum ölçüm değerleri, anlık ölçüm değeri ve ölçüm alarmları hakkında bilgi edinilebilir.

Bir PID bloğuna ait faceplate Şekil 5.32'de görülmektedir. Bu faceplate kullanılarak bloğun modu istenildiği gibi değiştirilebilir, proses değeri, ayar değeri ve blok çıkışı görülebilir. Bu blokta 6 tip alarm konfigüre edilebilir (Emerson Process Management).



Şekil 5.30. Bir pompaya ait faceplate



Şekil 5.31. Bir PID bloğuna ait faceplate

durumda, resmin başlık çubuğu (resmin en üstünde isminin yazılı olduğu mavi veya gri renkteki çubuk) fare ile tutup-sürüklenerek, ana resimde istenilen noktaya getirilebilir.

Detay resimler

Detay resimlere ulaşmanın en kolay yolu, ilgili cihazın faceplate resminde en altta solda bulunan butona tıklamaktır. Detay resimleri de cihaza bağlı olarak farklılık gösterir. Bu resimlerde ilgili cihazla alakalı ayrıntılı bilgi edinmek ve ayarlamalar yapmak mümkündür.

Şekil 5.33'te bir pompa bloğuna ait detay resmi görülmektedir. Detay resminde sol üst tarafta bulunan "Confirm Time" bölümünde "Passive, Active1, Active2" değerleri, operatörlerin verdikleri komutlara karşılık her bir durum için zaman limitleri ayarlanmıştır. Örneğin, motor duruyorken çalış komutu verildiğinde, motorun çalıştığını gösteren giriş "Active1" değeri sonunda gerekli değeri almalıdır. Eğer teyit gelmemişse ve "Fail Alarm - enable" onay kutusu işaretliyse, pompa için sisteme alarm gelecektir.

Bazı durumlarda motor üç farklı çalışma durumuna sahip olabilir: duruyor, çalışıyor ve diğer yöne doğru çalışıyor gibi. "Passive" durumu her zaman duruyor anlamına gelir. "Active1" ve "Active2" iki farklı çalışma konumunu gösterir.

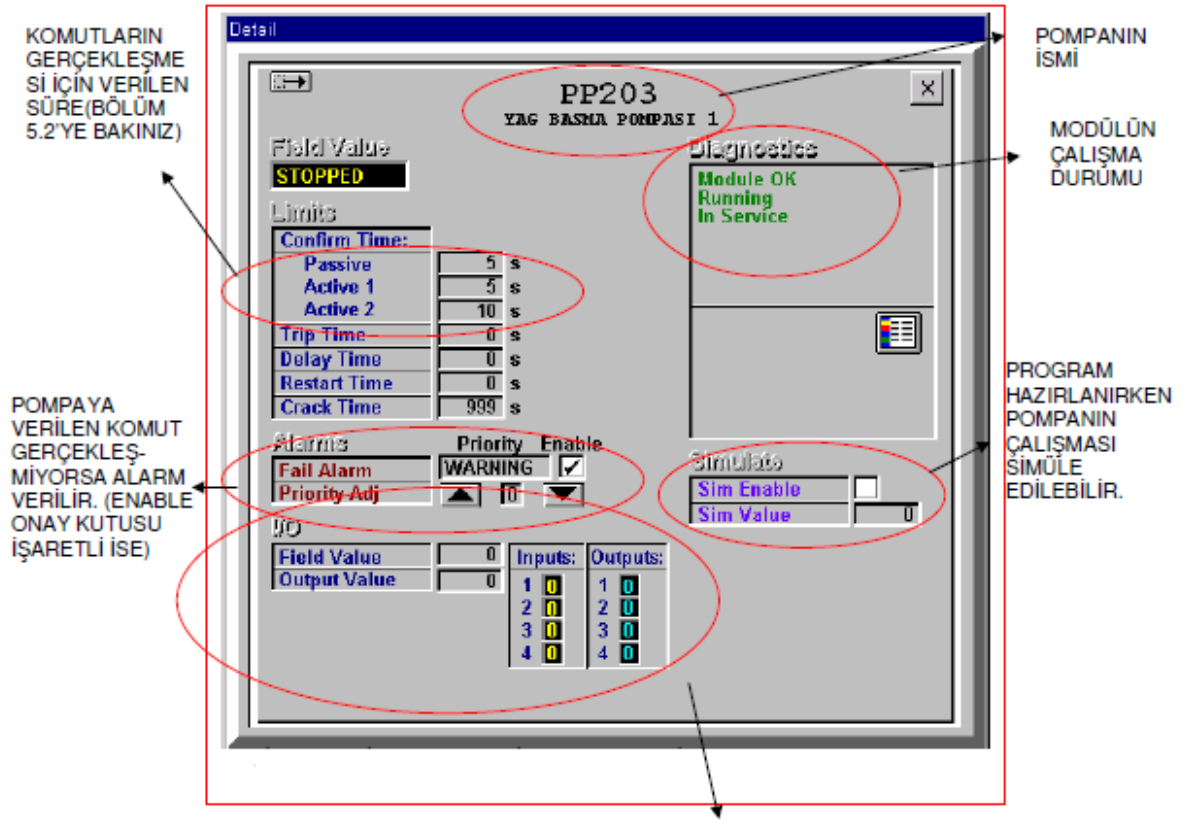
Şekil 5.34'te bir transmiere ait detay sayfası görülmektedir. Transmitterin alarmları ile ilgili her türlü ayar bu resimde yapılabilir. Analog bir ölçüm için 5 adet alarm tanımlanabilir: iki yüksek değer alarmı (HI_HI LIM ve HI LIM), iki alçak değer alarmı (LO_LO LIM ve LO LIM) ve gelen sinyalin normal ölçüm aralığının üstünde veya altında olması durumunda verilen alarm (PV BAD).

Şekil 5.35'de bir PID bloğuna ait detay resmi görülmektedir. PID bloğu detay resmi Şekil 5.34'deki transmiere detay resmine çok benzemektedir. Bu resimde ek olarak sol alt bölümde; PID parametre ayarları (Gain, Reset, ve Rate), proses ve ayar değerlerinin filtre değerleri (PV Filtre TC ve SP Filtre TC), ayar değerinin PID bloğuna etkisini yavaşlatmak için yukarı ve aşağı rampa değerleri (SP Rate Dn ve SP Rate Up) ve diğer ayarlar bulunur (Emerson Process Management).

Trend resimleri

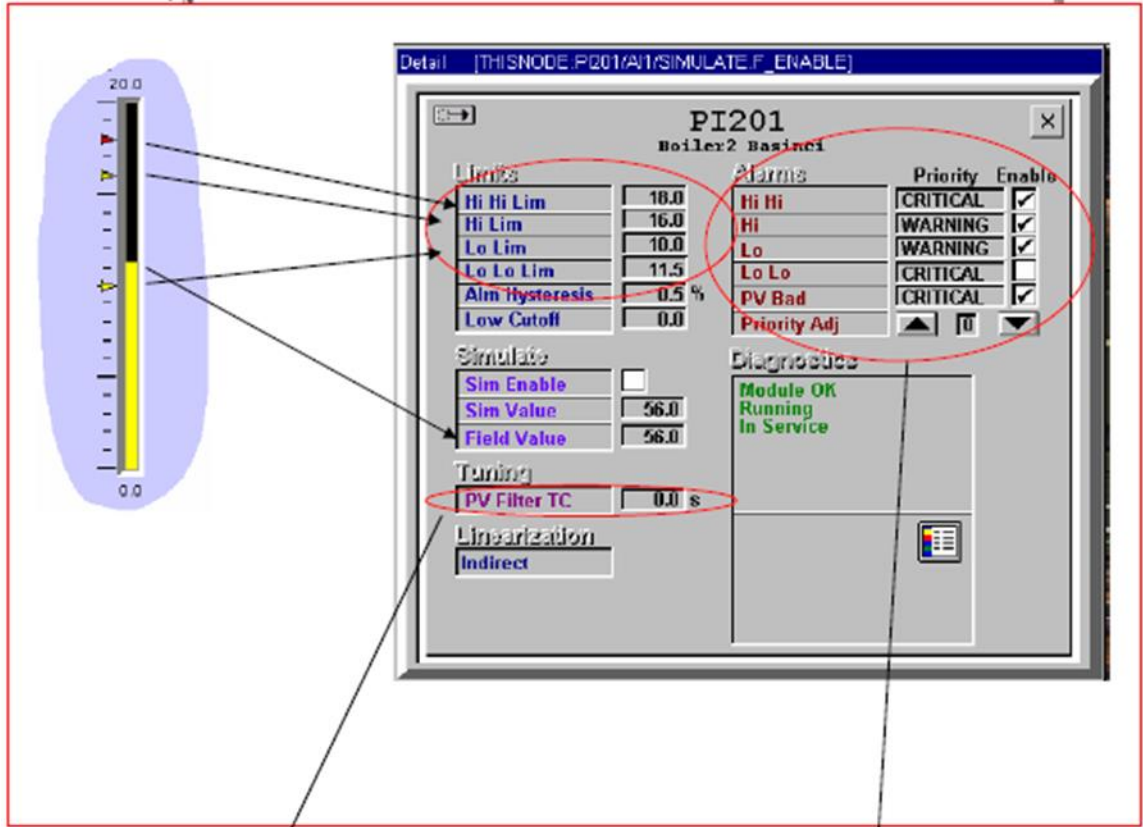
Trend resimleri ilgili bloğun son iki dakikadaki trendini verir. DeltaV'de veri trendlerini izlemek için Process History View yazılımını kullanabilirsiniz. Ancak kısa

sürekli basit gözlemlerde trend resimleri oldukça işe yarayacaktır (Şekil 5.36, Şekil 5.37 ve Şekil 5.38).



BİR POMPA (VEYA ON-OFF VANA) İÇİN 4 TEYİT GİRİŞİ VE 4 ÇIKIŞ TASARLANABİLİR.DETAY SAYFASININ BU BÖLÜMÜNDE, OPERATÖRÜN VERDİĞİ BİR KOMUTA KARŞILIK GİRİŞ VE ÇIKIŞLARIN DEĞİŞİMİ GÖZLENEBİLİR.GENELDE 1 NUMARALI ÇIKIŞ(OUTPUT) MOTOR KONTROL DEVRESİNİN RÖLESİNİ ÇEKTİRMEK İÇİN, 1 NUMARALI GİRİŞ DE MOTOR KONTAKTÖRÜNDEN ALINAN TEYİDE BAĞLANIR.

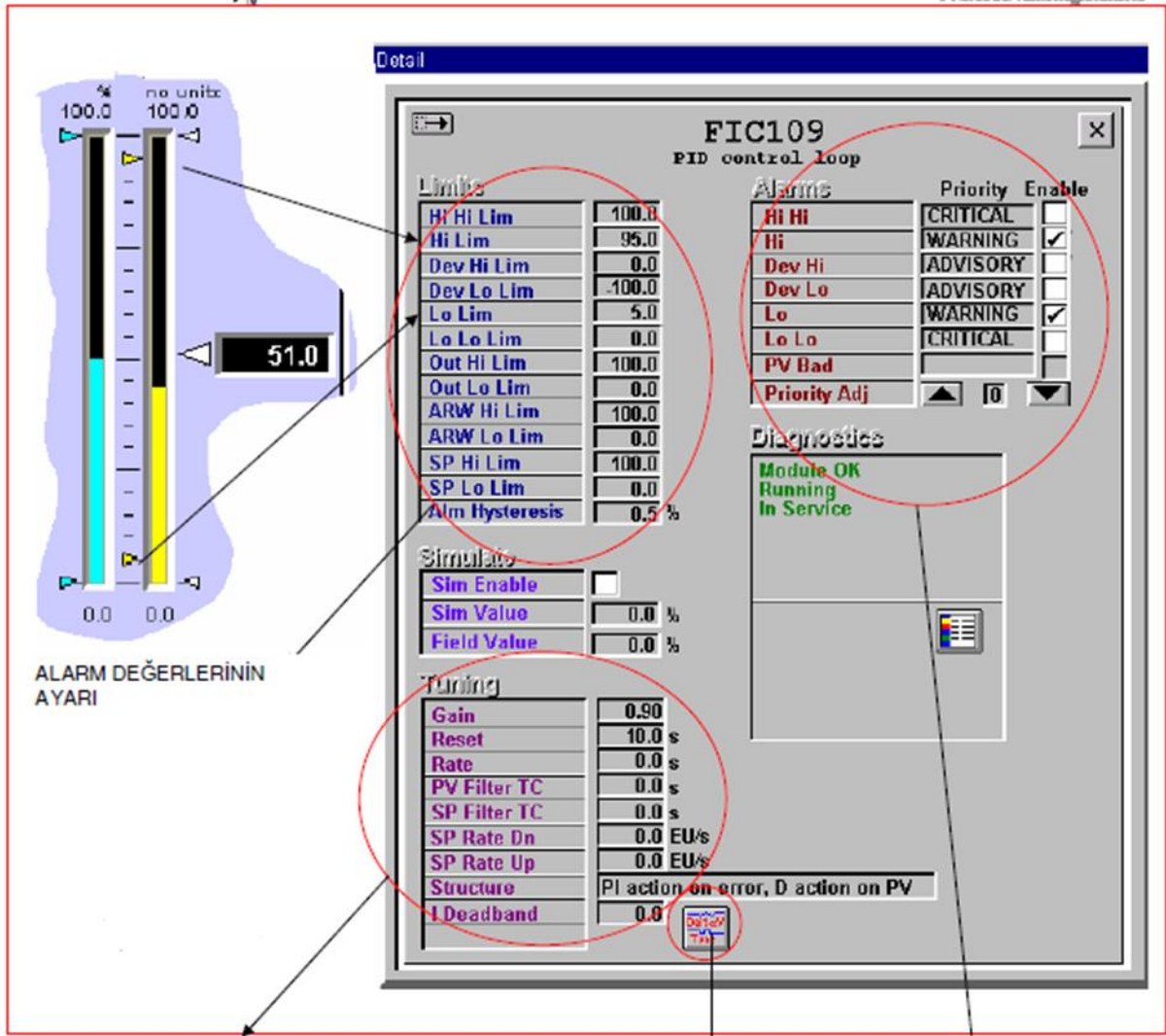
Şekil 5.33. Bir pompaya ait detay resmi



FİLTRE DEĞERİ;
ÖRNEĞİN BURAYA 2
SN GIRİLİRSE;
GEÇERLİ DEĞER SON 2
SN. İÇİNDE ALDIĞI
DEĞERLERİN
ORTALAMASIDIR.

ANALOG ÖLÇÜM İÇİN SİSTEME GELEBİLECEK
BÜTÜN ALARMLAR BURADA
LİSTELENMİŞTİR. CİHAZINIZ İÇİN UYGUN OLACAK
ALARM TIPLERİNİ BURADA
İŞARETLEYEBİLİRSİNİZ. YUKARIDA LO, LO
ALARMININ SEÇİLMEDİĞİNE VE YAN TARAFTAKİ
FACEPLATE GÖSTERGE ÇUBUĞUNDA DA
BULUNMADIĞINA DİKKAT EDİN.

Şekil 5.34. Bir Transmittere ait Faceplate



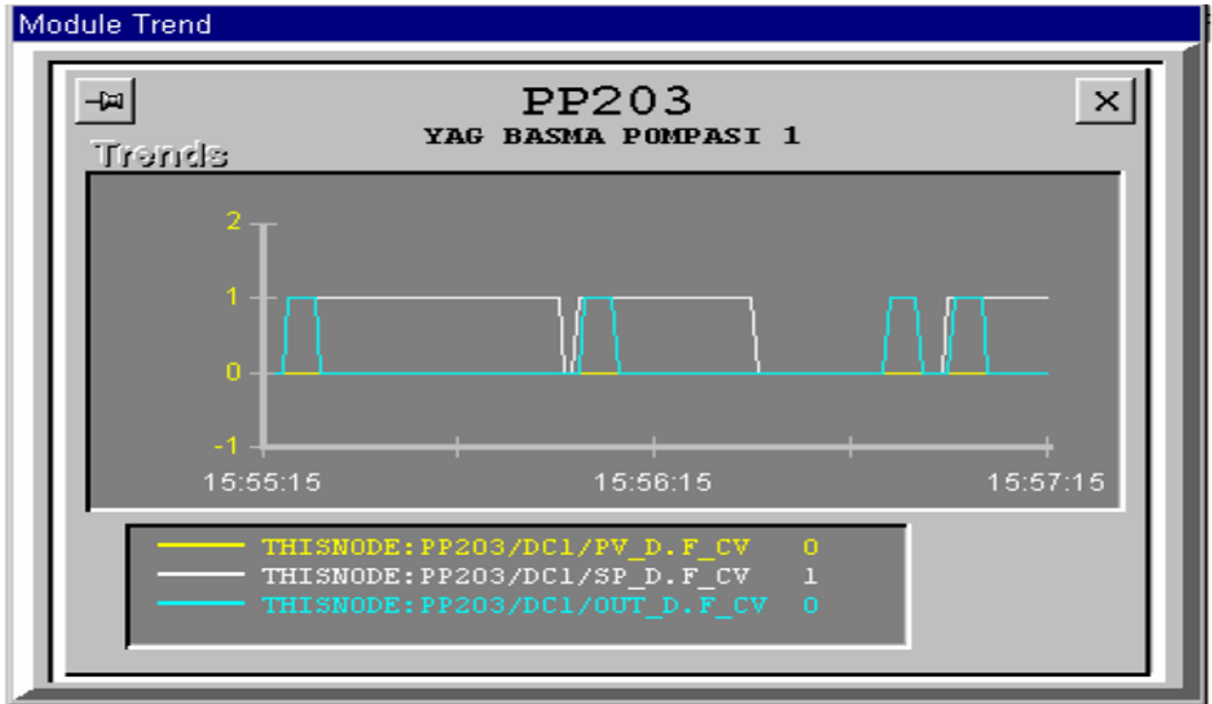
ALARM DEĞERLERİNİN AYARI

PID PARAMETRELERİNİN AYARI

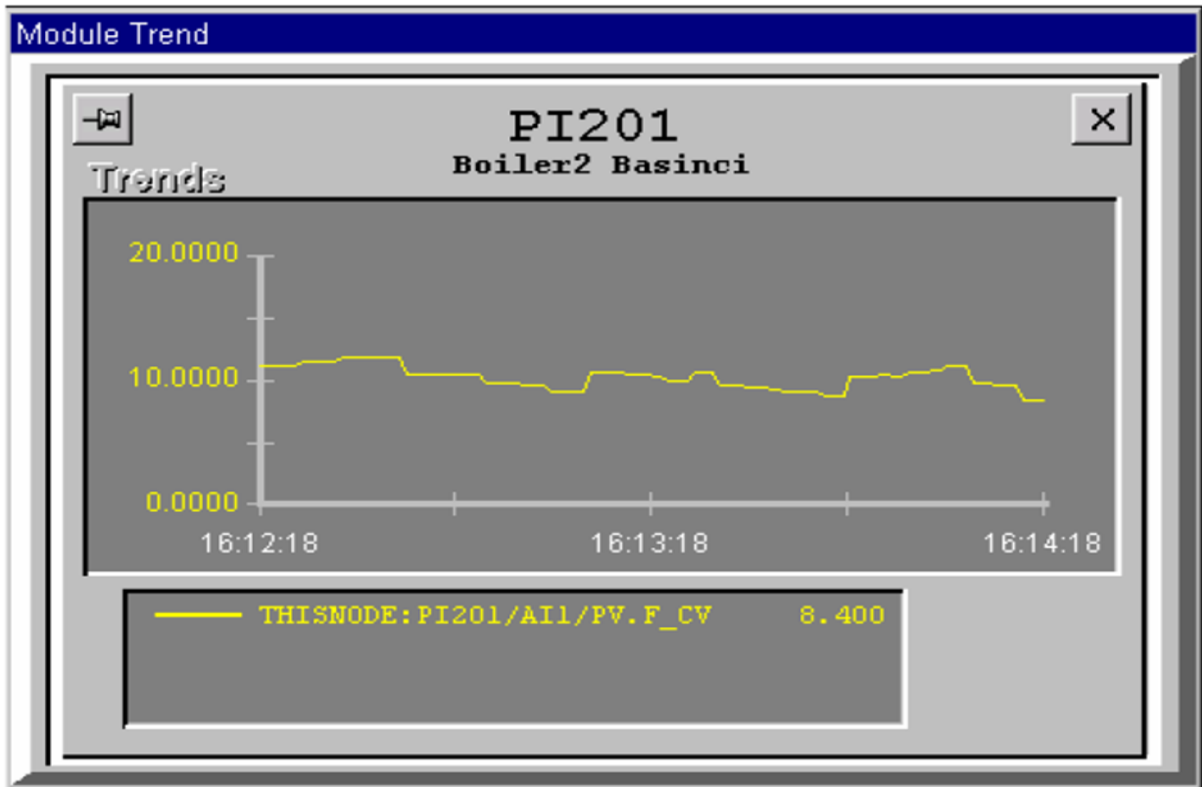
PID PARAMETRELERİNİN EN İYİ ŞEKİLDE AYARLANMASI İÇİN DELTAV TUNE YAZILIMINI KULLANABİLİRSİNİZ.

ALARM TIPLERİNİN SEÇİMİ

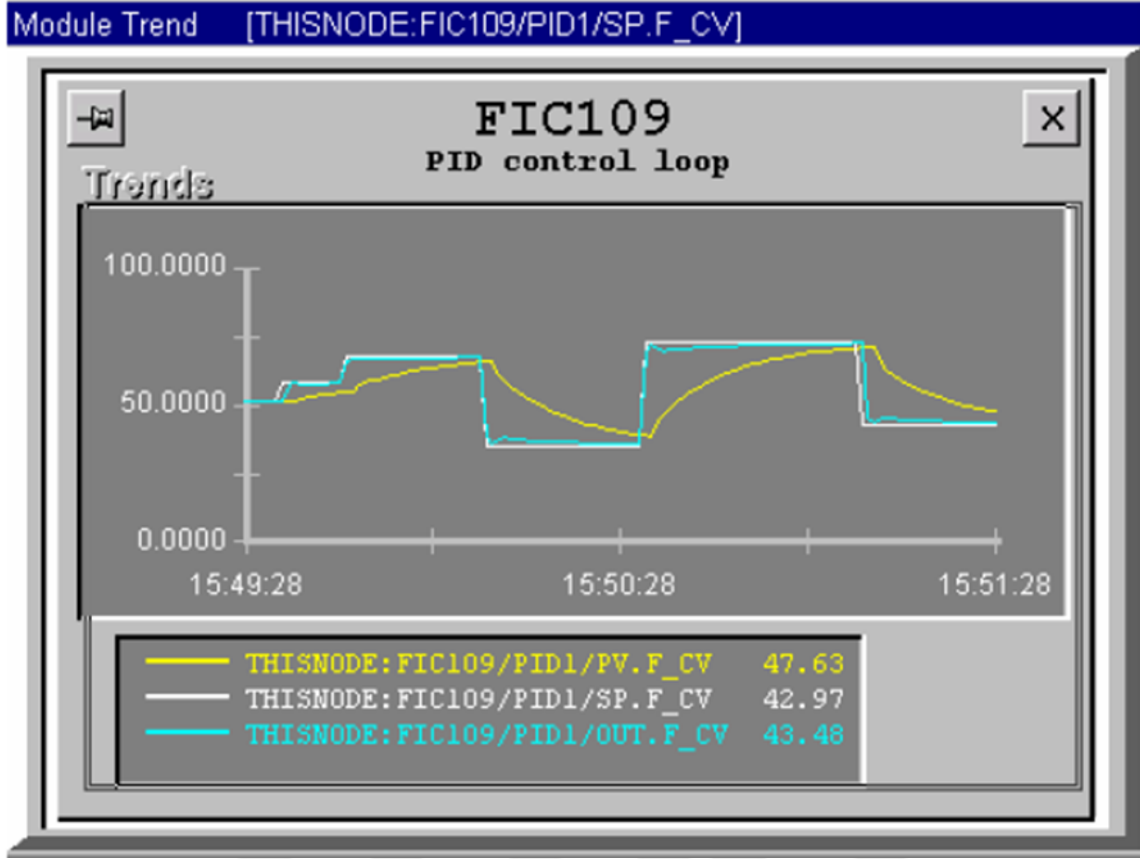
Şekil 5.35. Bir PID bloğunun detay resmi



Şekil 5.36. Bir pompaya ait trend resmi



Şekil 5.37. Bir Transmittere ait trend resmi



Şekil 5.38. Bir PID bloğunun trend resmi

5.1.3.6. DeltaV'de alarmlar

DeltaV DCS sisteminde oluşan alarmlar DeltaV Operate ekranının altında bulunan Alarm çubuğunda görüntülenirler (Şekil 5.39). Alarm çubuğunda en son oluşan beş alarm görünür (Emerson Process Management).



Şekil 5.39. Alarm çubuğu

Alarm dereceleri

DeltaV DCS sisteminde 3 farklı alarm derecesi tanımlanmıştır: Critical-Ciddi, Warning-Uyarı, ve Advisory. Critical alarm en yüksek dereceli alarm, Advisory ise en düşük dereceli alarmdır. Bunlardan başka bir alarm "Log" olarak da tanımlanabilir. Bu durumda sisteme gelen alarm bilgisi alarm çubuğunda görülmez ama bilgi olarak kaydedilir. Bu durum genellikle Advisory alarmlar içinde geçerlidir. Bu yüzden operatör genellikle ekranda sadece Critical ve Warning alarmları görür. Bu alarmların operatör tarafından ilk bakışta ayırd edilebilmesi için iki farklı renk ve korna sesi tanımlanır.

Critical alarmlar için genellikle kırmızı, Warning alarmlar içinse sarı renk seçilir (Emerson Process Management).

Alarmkabuletme (Acknowledge)

“Kabul etme - Acknowledge”; operatörün sisteme, alarmı gördüğüne ve dikkate aldığına dair gönderdiği bir bilgidir. Sistemde daha önce ayarlanan limitler aşıлып bir alarm ortaya çıktığında, alarm bir bilgisayarda görülür. Bu alarm ortaya çıktığı zamana ve derecesine göre alarm çubuğunda yerini alır. Bu alarm henüz kabul edilmemiş-unacknowledged bir alarmdır ve alarm çubuğunda yanıp sönerek kendini belli eder(kabul edilen alarmlar alarm durumu devam ediyorsa sürekli yanarlar). Kabul edilmeyen alarmlar, alarm durumu devam etmese bile bilgisayarda görünmeye ve yanıp sönmeye devam ederler. DeltaV Operate ekranında açık olan ana resimde oluşan bütün alarmları kabul etmek için Şekil 5.40'ta görülen butona tıklamak yeterlidir (Emerson Process Management).



Şekil 5.40. Alarm kabul butonu

Korna

Sistemde alarm oluştuğunda operatör korna ile uyarılabilir. Bunun için kornanın kullanımda olması gereklidir. Operatör Şekil 5.41'de görülen butona tıklayarak kornayı açar ve kapatır.



Şekil 5.41. Kornayı kullanıma açıp-kapatan buton

Şekil 5.41'de butonun şeklinden kornanın, ekran görüntüsü alındığında kullanıma kapalı olduğu kolayca anlaşılır. Bu butona bir kez tıklandığında, korna kullanıma açılır ve butonun görüntüsü değişir.

Korna kullanımında ise, oluşan her yeni alarm için korna öter. Alarmin derecesine göre kornanın seside farklıdır. Şekil 5.40'ta bulunan “kabul et” butonuna tıklandığında korna kapatılmaz. Kornanın kapatılması için Şekil 5.42'de görülen “Korna Kapat” butonuna tıklanmalıdır. Oluşan her yeni alarında korna tekrar öter.

Alarm çubuğunda sıralama

Alarmlar, alarm çubuğunda oluştuğu zamana, kabul edilip edilmediklerine (acknowledge) ve derecelerine göre sıralanırlar: en yeni alarm en solda yer alır. Eğer iki alarm aynı anda oluşmuşsa daha yüksek derecede olanı sol tarafta kalır. Kabul edilmemiş alarmlar kabul edilenlerin solunda yer alır. Alarmlar kabul edildikçe yerlerini henüz kabul edilmeyen alarmlara bırakırlar.



Şekil 5.42. Korna Kapat butonu

Alarm çubuğunun işlevleri

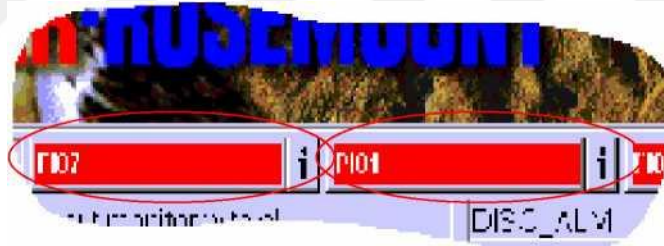
Şekil 1.43'te Şekil 5.39'da görülen alarm çubuğunun bir kısmı detaylı olarak görülmektedir. Operatör sistemde oluşan alarmlara müdahale etmek istediğinde her bir

alarm için şekilde görülen bölgeye tıklar. Sonuç olarak alarmın olduğu bölgeyi temsil eden ana resim ve alarmla ilgili saha cihazının faceplate resmi açılır. Bu şekilde, operatör oluşan her yeni alarm için resimler arasında dolaşmak veya faceplate aramak zorunda kalmaz.



Şekil 5.43. Alarmın olduğu ana resmi ve Faceplate resmini açma butonu

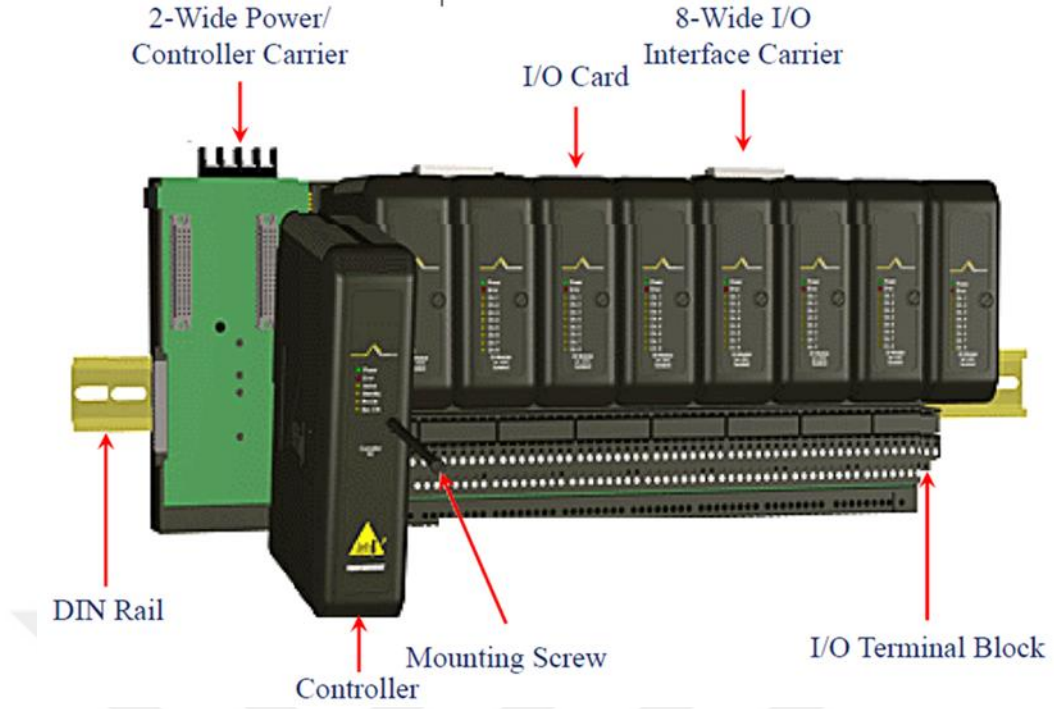
Alarm çubuğunun alt bölümü “seçili” alarmla ilgili detaylı bilgiler verir. Alarm çubuğunda görülen beş alarmdan birisi ile ilgili bilgi almak için, alarmın yanında bulunan Şekil 5.44'te görülen butona tıklanmalıdır. DeltaV Operate alarmın çubuğunun bu bölgesini yeni alarm hakkındaki bilgilere göre yeniden düzenleyecektir.



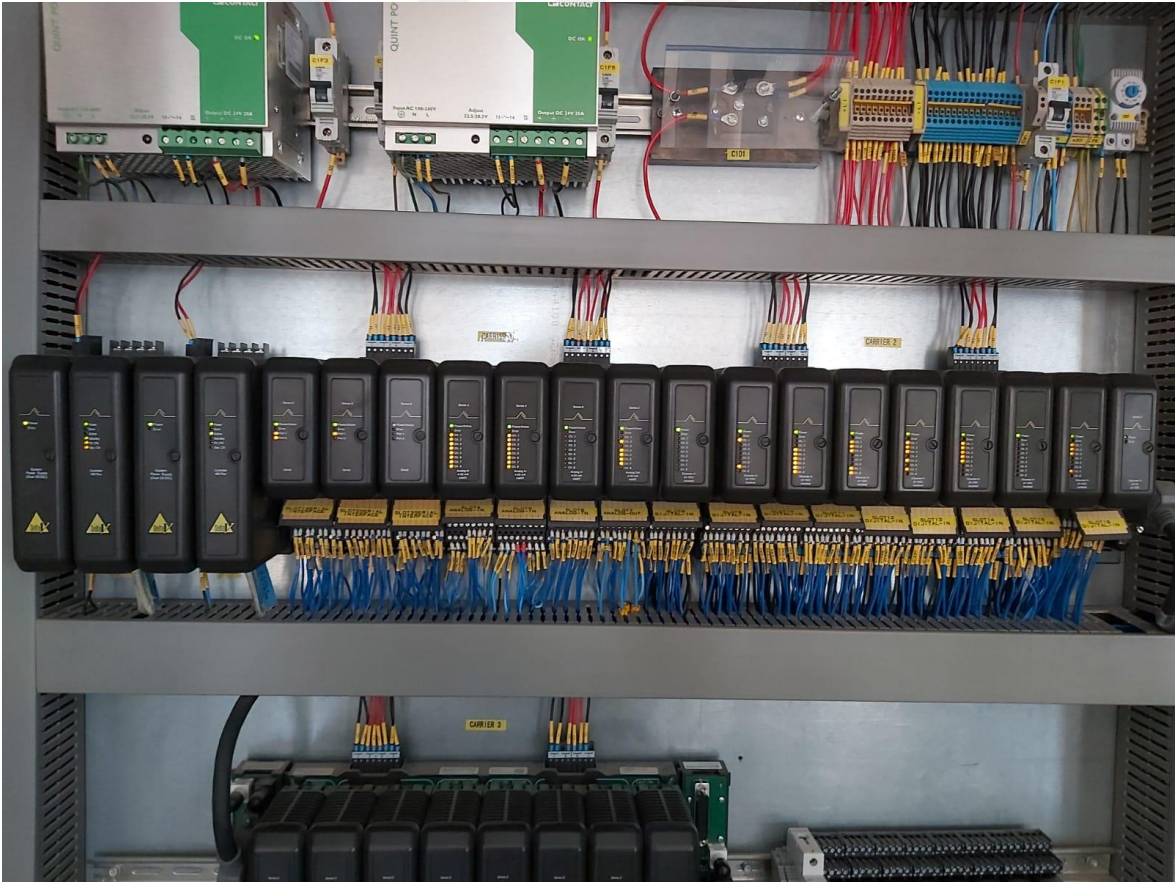
Şekil 5.44. İ (Information-Bilgi) butonu

5.1.4. DeltaV M serisi kontrolör ve I/O arabirimleri

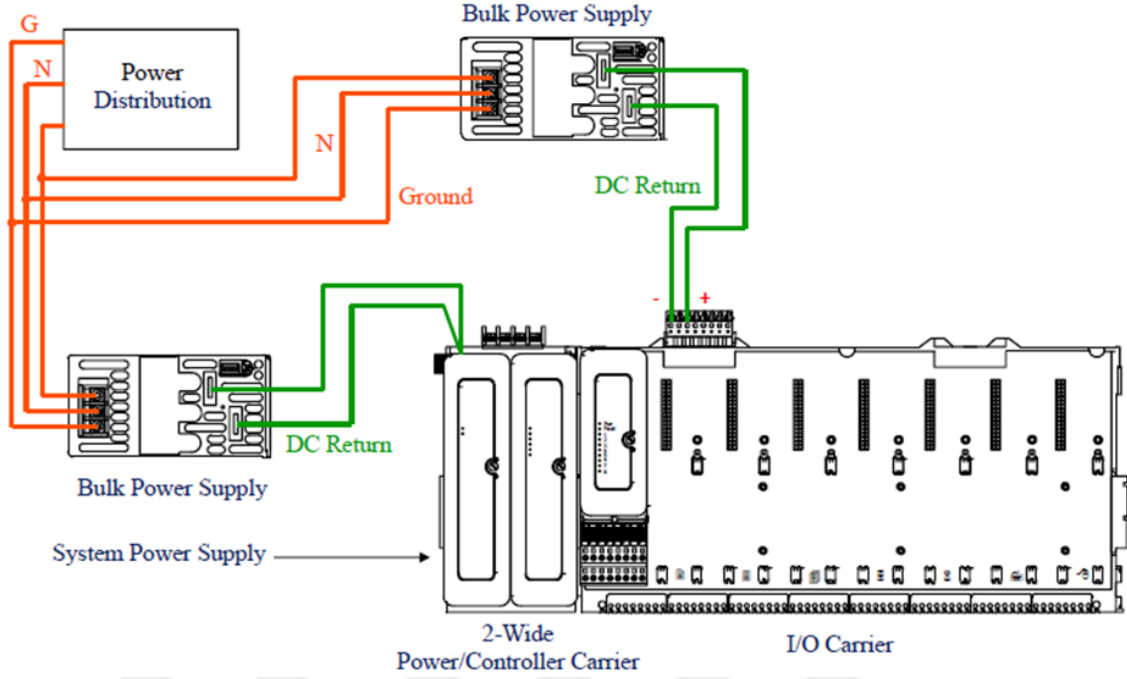
DeltaV M serisi arayüz üzerinde I\O terminal blokları, I\O kartları, kontrolör ve güç kaynağı bulunmaktadır.



Şekil 5.45.DeltaVM Serisi Kontrolör



Şekil 5.46.DeltaV M Serisi kontrolör pano içi görünümü



Şekil 5.47. DeltaV M serisi güç dağıtımı

5.1.4.1. DeltaV M serisi I/O kart tipleri

DeltaV M seri I/O kart tipleri Çizelge 5.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2. DeltaV M serisi I / O Kart Tipleri

Analog Inputs	Discrete Inputs
AI 4-20 mA HART 8 channels	DI 24 VDC Isolated 8 channels
AI 4-20 mA HART 16 channels	DI 24 VDC Dry Contact 8 channels
AI Isolated (TC/RTD/MV/Ohms/Voltage) 4 channels	DI 120 VAC Isolated 8 channels
I.S. AI 4-20 mA HART 8 channels	DI 120 VAC Dry Contact 8 channels
Millivolt 8 channels	DI HD 24 VDC Dry Contact 32 channels
RTD 8 channels	I.S. DI 12 VDC I.S. Power 16 channels
Thermocouple 8 channels	DI Multi-function (High Frequency) 4 channels
	SOE, (DI 24 VDC) 16 channels
Analog Outputs	Discrete Outputs
AO 4-20 mA HART 8 channels	DO 24 VDC Isolated 8 channels
I.S. AO 4-20 mA HART 8 channels	DO 24 VDC High Side 8 channels
	DO 120/230 VAC Isolated 8 channels
	DO 120/230 VAC High Side 8 channels
	DO HD 24 VDC High Side 32 channels
	I.S. DO 12 VDC I.S. Power 4 Channel

DeltaV M serisi iletişim arabirimleri

FOUNDATION™ fieldbus Arabirimi

- 2 Bağlantı Noktası, en fazla 16 Aygıt / Bağlantı Noktası, 1900 metre

DeviceNet

- 1 Bağlantı Noktası, en fazla 61 Aygıt, 500 metre @ 125K baud

ProfibusDP

- 1 Bağlantı Noktası, en fazla 64 Cihaz, 2000 metre @ 1.5M baud

Actuator Sensor Interface (AS-i)

- 2 Bağlantı Noktası, en fazla 31 Aygıt/Bağlantı Noktası, 300 metre

Serial İnterface

- 2 Modbus Protokolü Bağlantı Noktası, RS232 / RS485 veya 2 Programlanabilir Bağlantı noktası

5.2. Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu İçin Geliştirilen SCADA Sistemi

5.2.1. Endüstriyel bir doğal gaz kompresör istasyonunda SCADA sistemi ile haberleşen 3. parti ekipmanlar

Ünite Kontrol Panelleri: Sadece Türbin/Kompresör prosesini kontrol eden panellerdir. İçerisinde SIEMENS marka S-7 400 PLC'ler kullanılmaktadır. Ünite Kontrol Panelleri Türbin/Kompresör prosesi sahasından gelen verileri MODBUS RS-485 haberleşme ile SCADA'ya aktarmaktadırlar.

Flow computer (Akış Bilgisayarı): Akış Bilgisayarı, gaz ölçümünde kullanılacak cihazlar olup, gaz hatlarına bağlı sayaç, transmitter ve gaz kromatograf gibi ekipmanlardan alınan verilerin işlenmesi ve gazın enerji değerlerine çevrilmesinde ve bu değerlerin saklanmasında kullanılır. SCADA sistemi ile Modbus RS-485 ile haberleşmektedir.

Gaz kromatografı: Gaz kromatograf cihazı doğal gaz içindeki bileşenleri ayırarak analiz etmek üzere konfigüre edilmiş cihazdır. Gaz analizi C₁' den C₆₊' ya kadar karbon bileşenleri ile N₂ ve CO₂' yi kapsar. SCADA sistemi ile Modbus RS-485 ile haberleşmektedir.

Gaz Algılama Paneli: Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu'nda kapalı alanlarda doğal gaz boru hattında gaz kaçağı kontrolü gaz dedektörleri ile yapılmaktadır.

Gaz dedektörleri tipik olarak besleme voltajı 24 VDC olup çıkış akımı 4-20 mA'dır. Gaz algılama paneli gaz dedektörlerinden (sahadan) almış olduğu bilgiyi MODBUS RS-485 ile SCADA'ya aktarmaktadır.

5.2.2. Endüstriyel bir doğal gaz kompresör istasyonunda tipik olarak bulunan enstrümanlar

-Basınç, Sıcaklık, Seviye, Fark basınç vb. Transmitterları (Analog girişler) tipik olarak 24 VDC besleme voltajı ile çalışmakta olup çıkış olarak 4-20 mA üretmektedirler.

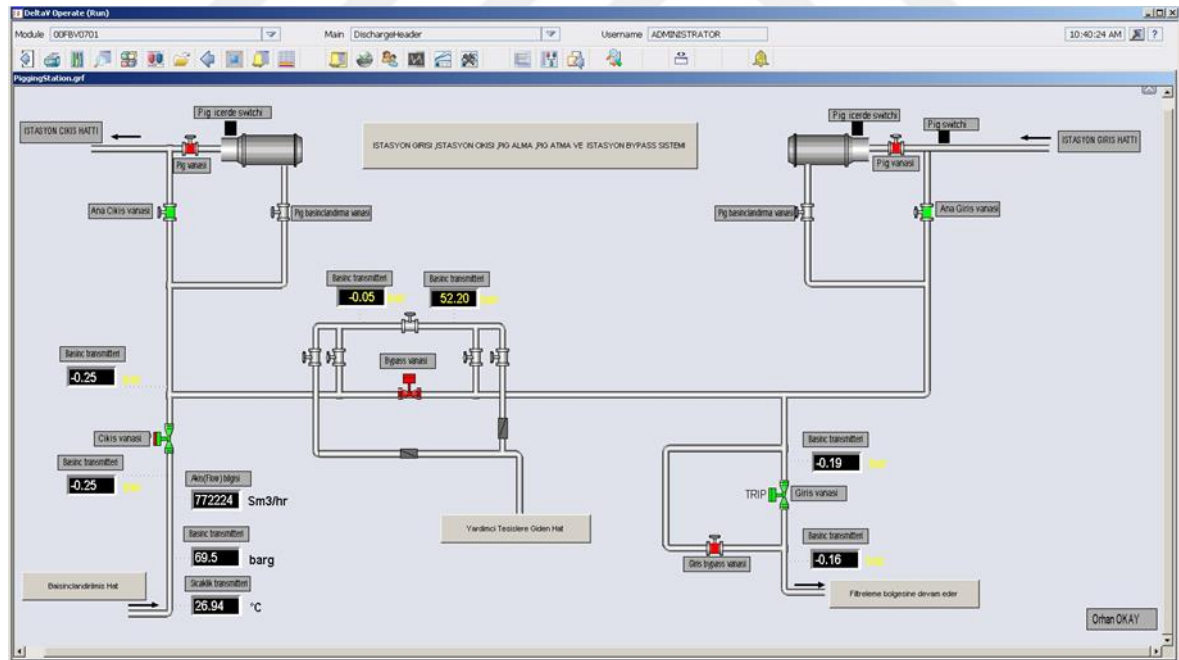
-Seviye, Basınç, Sıcaklık, Pozisyon vb. Swichtleri (Dijital girişler) tipik olarak kuru kontak (Dry contact) veya 24 VDC enerjili kontak olarak çalışmaktadırlar.

-Vanalar ; Küresel, Plug , Akış oransal vb. vanalar.

-Hız problemleri (speed problemleri), Vibrasyon problemleri da kompresör istasyonunda kullanılan enstrümanlar arasında yer almaktadır.

5.2.3. SCADA ekran resimleri

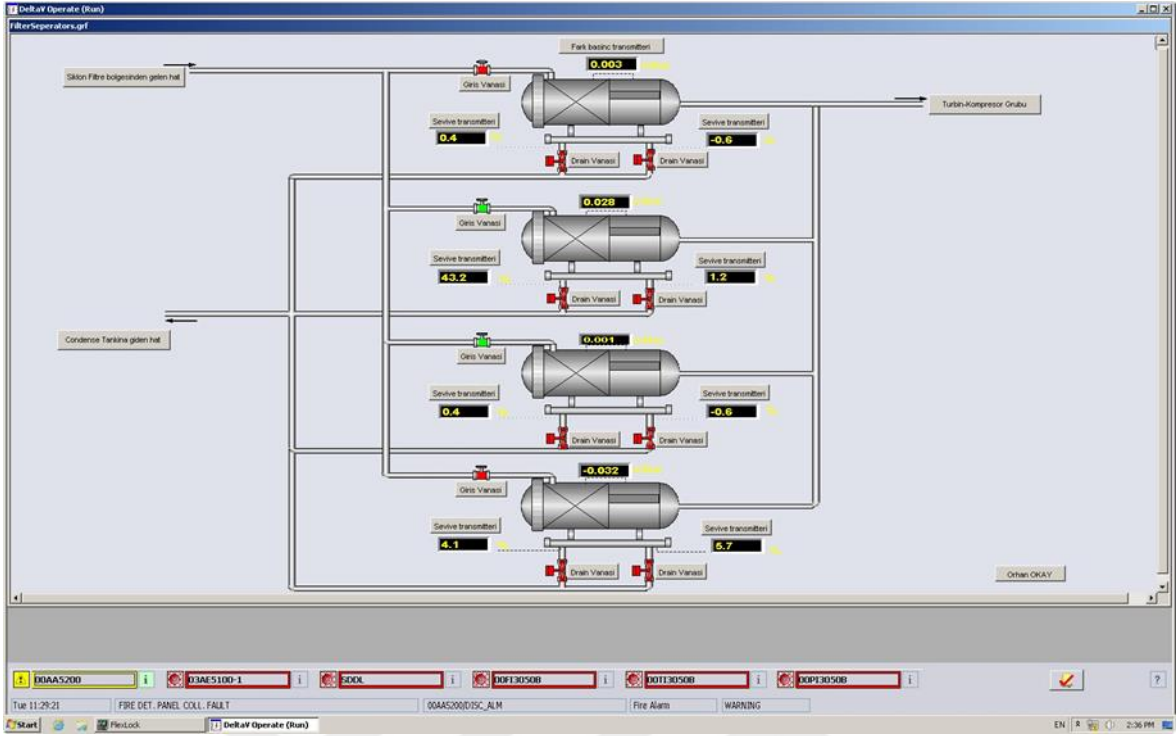
5.2.3.1. İstasyon giriş/çıkış, pig alma/atma ve bypass sistemi



Şekil 5.48. İstasyon giriş/çıkış, pig alma/atma ve bypass sistemi SCADA ekranı

Şekilde "İstasyon Giriş/Çıkış, Pig Alma/Atma ve Bypass Sistemi" için geliştirilen SCADA ekranı görülmektedir. Yeşil renk vananın açık olduğu pozisyonu, kırmızı renk vananın kapalı olduğu pozisyonu göstermektedir. Vana pozisyonları, transmitter (basınç, sıcaklık, akış) değerleri görülmektedir.

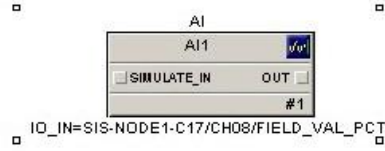
5.2.3.2. Filtreleme sistemi



Şekil 5.51. Seperatör filtreleme sistemi SCADA ekranı

Seperatör filtreleme sistemi

Şekilde “Seperatör FiltrelemeSistemi” için geliştirilen SCADA ekranı görülmektedir. Yeşil renk vananın açık olduğu pozisyonu, kırmızı renk vananın kapalı olduğu pozisyonu göstermektedir. Vana pozisyonları, transmittör (basınç, sıcaklık, fark basınç, seviye) değerleri görülmektedir. Seperatör filtreleme sisteminde seviye transmittörlerinden okunan değer arttığından drain vanaları otomatik olarak açarak biriken toz, parçacıklar vb. kondens tankına giderek oradan da istenmeyen maddeler operatör tarafından manuel olarak dışarı atılır.



AI1: Block Alarms

Alarm Detection Parameters:

- HI
- HI_HI
- INSPECT
- LO
- LO_LO

Conditional alarming for all alarms

Alarm Properties For HI

Enabled

Alarm name: HI_ALM Alarm type: High Alarm

Alarm priority: WARNING Limit value: 95

Alarm message: High Alarm Value 0 Limit 95

OK Cancel

Şekil 5.52. Seperator filtre sistemi seviye transmitterleri alarm oluşturma

Permit [X]

OOLBV0106B
1. STAGE-AUTOMATIC DRAIN

CLOSE

OPEN

CLOSE

CLOSED

Accept

CAS Mode... AUTO

AUTO AUTO

State Transition

Time Limit: 15

Elapsed Time: 0

Device State

Confirmed Closed

Fail Alarm

Clear

Ack Param Help

Unit:

[Icons: Home, Back, Forward, Refresh, Print, Help]

Şekil 5.53. Drain vanası Faceplate ekranı

Exploring DeltaV

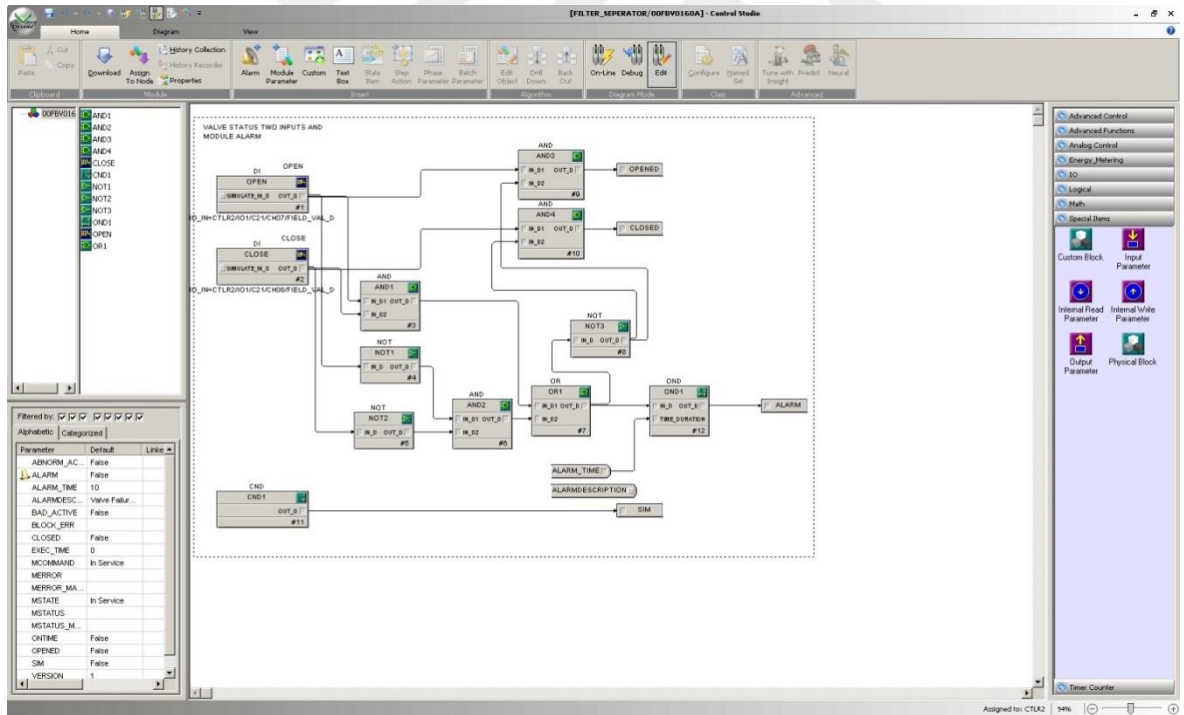
Filter_SEPARATOR

Contents of FILTER_SEPARATOR

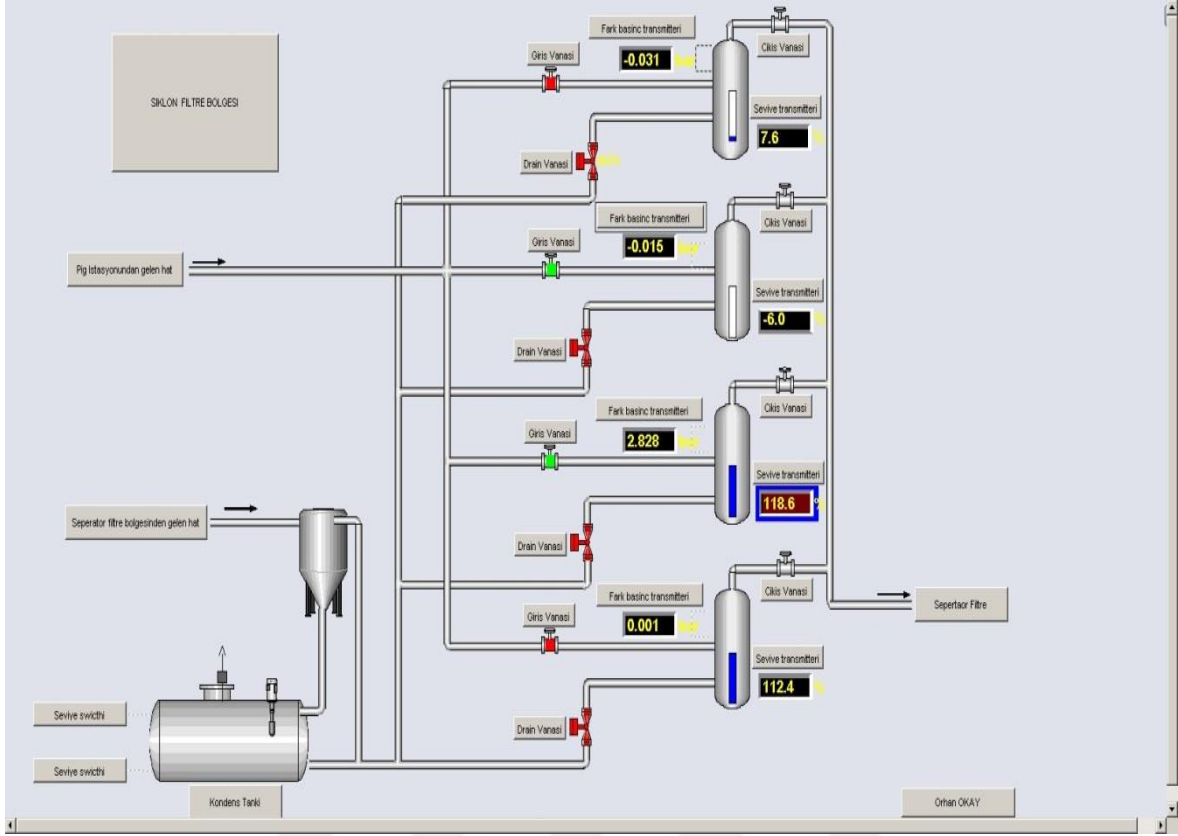
Name	Type	Description	Work In Progress	Node Assignment	Scan Rate	Primary Control	Detail	Facplate	Equipment Needed	Equipment 8
00CP0101A	Control Module	FILTER SEPARATOR 42MSY01A DIFF. PRESSURE	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00CP0101B	Control Module	FILTER SEPARATOR 42MSY01B DIFF. PRESSURE	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00CP0101C	Control Module	FILTER SEPARATOR 42MSY01C DIFF. PRESSURE	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00CP0101D	Control Module	FILTER SEPARATOR 42MSY01D DIFF. PRESSURE	No	SIS-NOOEE1	1 sec	FilterSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00CP0110A	Control Module	CYCLONE SEPARATOR 42MSY02A DIFF. PRESSURE	No	CTLR2	1 sec	CycloneSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00CP0110B	Control Module	CYCLONE SEPARATOR 42MSY02B DIFF. PRESSURE	No	CTLR2	1 sec	CycloneSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00CP0110C	Control Module	CYCLONE SEPARATOR 42MSY02C DIFF. PRESSURE	No	SIS-NOOEE1	1 sec	CycloneSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00CP0110D	Control Module	CYCLONE SEPARATOR 42MSY02D DIFF. PRESSURE	No	SIS-NOOEE1	1 sec	CycloneSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00FV0160A	Control Module	SEPARATOR INLET VALVE	No	CTLR2	1 sec	CycloneSeparators	ManualValve_Fp	0	0	0
00FV0160B	Control Module	CYCLONE SEPARATOR INLET VALVE	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	ManualValve_Fp	0	0	0
00FV0160C	Control Module	CYCLONE SEPARATOR INLET VALVE	No	CTLR2	1 sec	CycloneSeparators	ManualValve_Fp	0	0	0
00H0146A	Control Module	SEPARATOR INLET VALVE	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	ManualValve_Fp	0	0	0
00H0146B	Control Module	SEPARATOR INLET VALVE	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	ManualValve_Fp	0	0	0
00H0146C	Control Module	SEPARATOR INLET VALVE	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	ManualValve_Fp	0	0	0
00LAH0140	Control Module	CONDENSE TANK-HIGH LEVEL	No	CTLR2	1 sec	CycloneSeparators	DI_FP	0	0	0
00LAH0104A	Control Module	1. STAGE SEPARATOR 42MSY01A-BLOW FLASK LEVEL T...	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	DI_FP	0	0	0
00LAH0104B	Control Module	1. STAGE SEPARATOR 42MSY01B-BLOW FLASK LEVEL T...	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	DI_FP	0	0	0
00LAH0104C	Control Module	1. STAGE SEPARATOR 42MSY01C-BLOW FLASK LEVEL T...	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	DI_FP	0	0	0
00LAH0107A	Control Module	2. STAGE SEPARATOR 42MSY01A-BLOW FLASK LEVEL T...	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	DI_FP	0	0	0
00LAH0107B	Control Module	2. STAGE SEPARATOR 42MSY01B-BLOW FLASK LEVEL T...	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	DI_FP	0	0	0
00LAH0107C	Control Module	2. STAGE SEPARATOR 42MSY01C-BLOW FLASK LEVEL T...	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	DI_FP	0	0	0
00LAH0130A	Control Module	CYCLONE SEPARATOR 42MSY02A LIQUID LEVEL TOO HE...	No	CTLR2	1 sec	CycloneSeparators	DI_FP	0	0	0
00LAH0130B	Control Module	CYCLONE SEPARATOR 42MSY02B LIQUID LEVEL TOO HE...	No	CTLR2	1 sec	CycloneSeparators	DI_FP	0	0	0
00LAH0130C	Control Module	CYCLONE SEPARATOR 42MSY02C LIQUID LEVEL TOO HE...	No	CTLR2	1 sec	CycloneSeparators	DI_FP	0	0	0
00LAH0140	Control Module	CONDENSE TANK-LOW LEVEL	No	CTLR2	1 sec	CycloneSeparators	DI_FP	0	0	0
00LBO106A	Control Module	1. STAGE AUTOMATIC DRAINAGE VALVE	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	DI_DT8	DI_FP	0	0
00LBO106B	Control Module	1. STAGE AUTOMATIC DRAINAGE VALVE	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	DI_DT8	DI_FP	0	0
00LBO106C	Control Module	1. STAGE AUTOMATIC DRAINAGE VALVE	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	DI_DT8	DI_FP	0	0
00LBO107A	Control Module	2. STAGE AUTOMATIC DRAINAGE VALVE	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	DI_DT8	DI_FP	0	0
00LBO107B	Control Module	2. STAGE AUTOMATIC DRAINAGE VALVE	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	DI_DT8	DI_FP	0	0
00LBO107C	Control Module	2. STAGE AUTOMATIC DRAINAGE VALVE	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	DI_DT8	DI_FP	0	0
00LBO109C	Control Module	2. STAGE AUTOMATIC DRAINAGE VALVE	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	DI_DT8	DI_FP	0	0
00LBO130B	Control Module	AUTOMATIC DRAINAGE VALVE	No	CTLR2	1 sec	CycloneSeparators	DI_DT8	DI_FP	0	0
00LBO130C	Control Module	AUTOMATIC DRAINAGE VALVE	No	CTLR2	1 sec	CycloneSeparators	DI_DT8	DI_FP	0	0
00LBO104A	Control Module	1. STAGE SEPARATOR 42MSY01A-BLOW FLASK LEVEL	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00LBO104B	Control Module	1. STAGE SEPARATOR 42MSY01B-BLOW FLASK LEVEL	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00LBO104C	Control Module	1. STAGE SEPARATOR 42MSY01C-BLOW FLASK LEVEL	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00LBO104D	Control Module	1. STAGE SEPARATOR 42MSY01D-BLOW FLASK LEVEL	No	SIS-NOOEE1	1 sec	FilterSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00LBO105A	Control Module	2. STAGE SEPARATOR 42MSY01A-BLOW FLASK LEVEL	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00LBO105B	Control Module	2. STAGE SEPARATOR 42MSY01B-BLOW FLASK LEVEL	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00LBO105C	Control Module	2. STAGE SEPARATOR 42MSY01C-BLOW FLASK LEVEL	No	CTLR2	1 sec	FilterSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00LBO105D	Control Module	2. STAGE SEPARATOR 42MSY01D-BLOW FLASK LEVEL	No	SIS-NOOEE1	1 sec	FilterSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00LBO110A	Control Module	CYCLONE SEPARATOR 42MSY02A LIQUID LEVEL	No	CTLR2	1 sec	CycloneSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00LBO110B	Control Module	CYCLONE SEPARATOR 42MSY02B LIQUID LEVEL	No	CTLR2	1 sec	CycloneSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00LBO110C	Control Module	CYCLONE SEPARATOR 42MSY02C LIQUID LEVEL	No	CTLR2	1 sec	CycloneSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0
00LBO130D	Control Module	CYCLONE SEPARATOR 42MSY02D LIQUID LEVEL	No	SIS-NOOEE1	1 sec	CycloneSeparators	AL_DT	AL_FP	0	0

User: ADMINISTRATOR (47 objects) Configure All Download All CAP NUM

Şekil 5.54. Separatör filtreleme sistemi için oluşturulan DeltaV Explorer sayfası



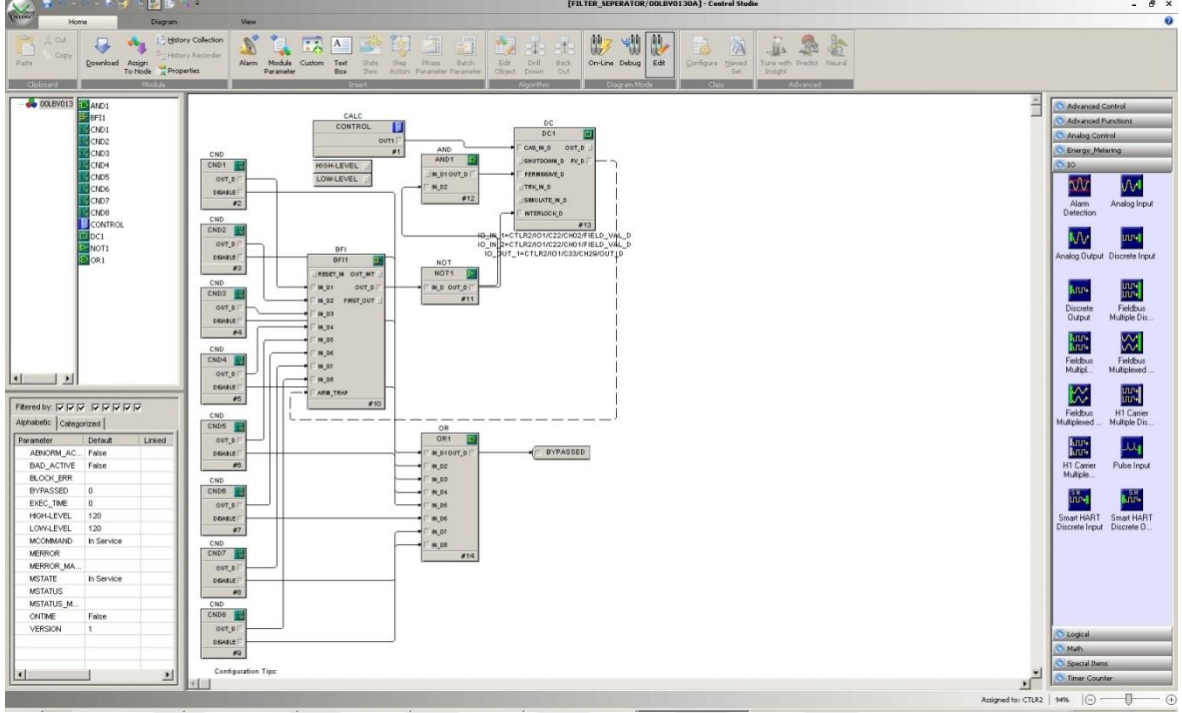
Şekil 5.55. Separatör filtreleme sistemi için oluşturulan Control Studio sayfası



Şekil 5.56. Siklon Filtreleme Sistemi SCADA Ekranı

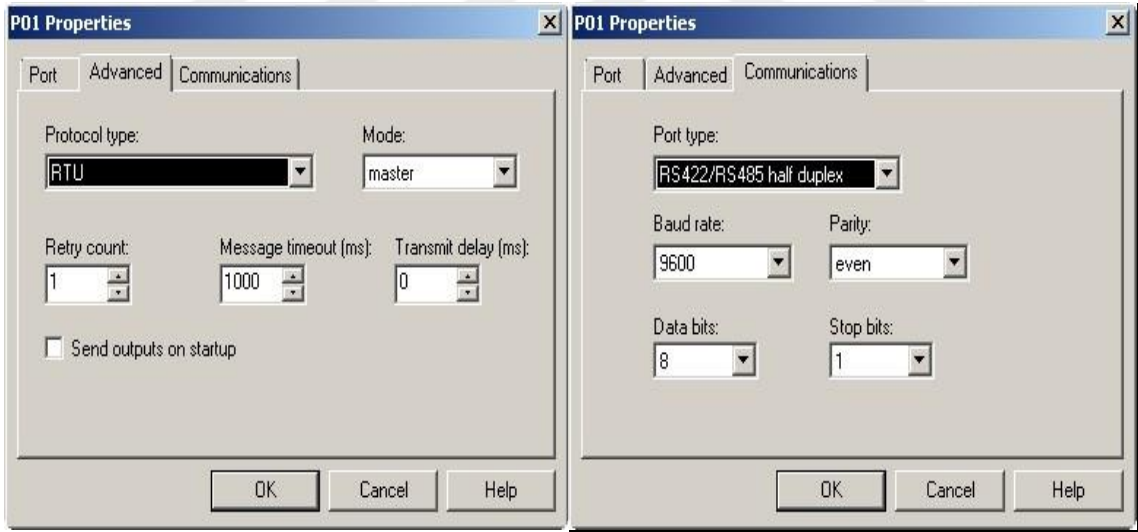
Siklon filtreleme sistemi

Şekilde “Siklon Filtreleme Sistemi” için geliştirilen SCADA ekranı görülmektedir. Yeşil renk vananın açık olduğu pozisyonu, kırmızı renk vananın kapalı olduğu pozisyonu göstermektedir. Vana pozisyonları, transmitter (basınç, sıcaklık, fark basınç, seviye) değerleri görülmektedir. Siklon filtreleme sisteminde seviye transmitterlerinden okunan değer arttığında ve seviye switchlerinden sinyal alındığında drain vanaları otomatik olarak açarak biriken toz, parçacıklar vb. kondens tankına giderek oradan da istenmeyen maddeler operatör tarafından manuel olarak dışarı atılır.



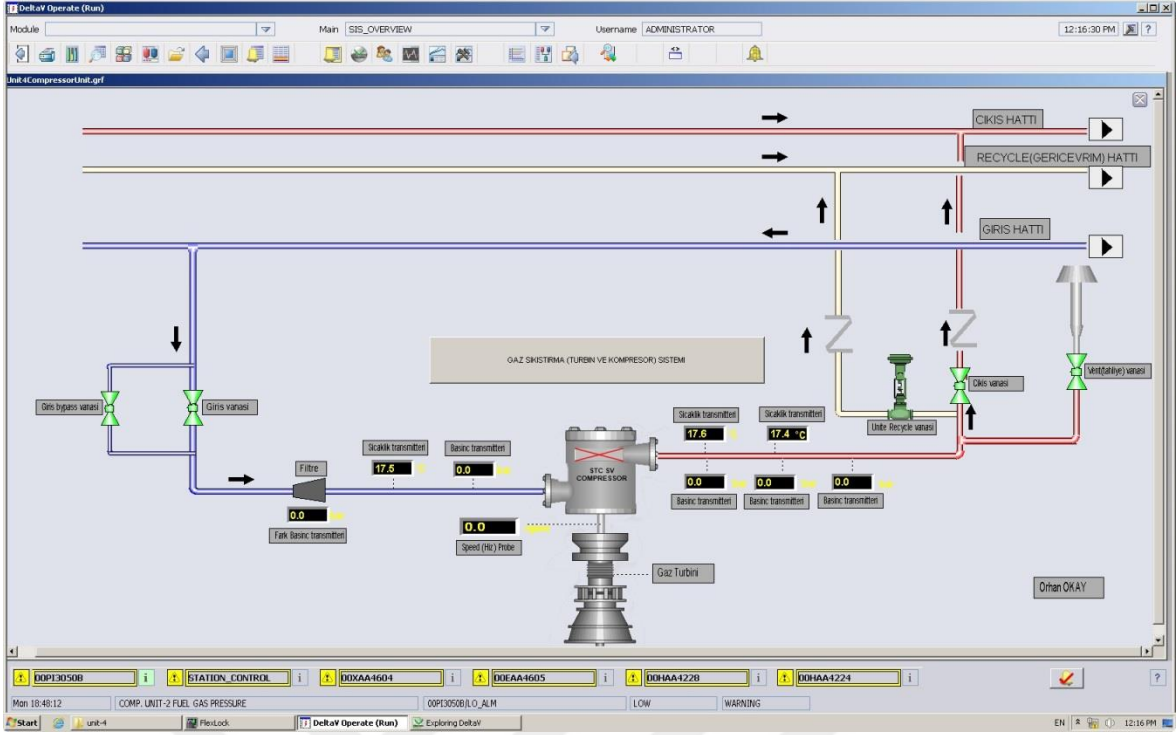
Şekil 5.59. Siklon filtreleme sistemi için oluşturulan Control Studio sayfası

5.2.3.3. Gaz sıkıştırma (türbin ve kompresör grubu) sistemi



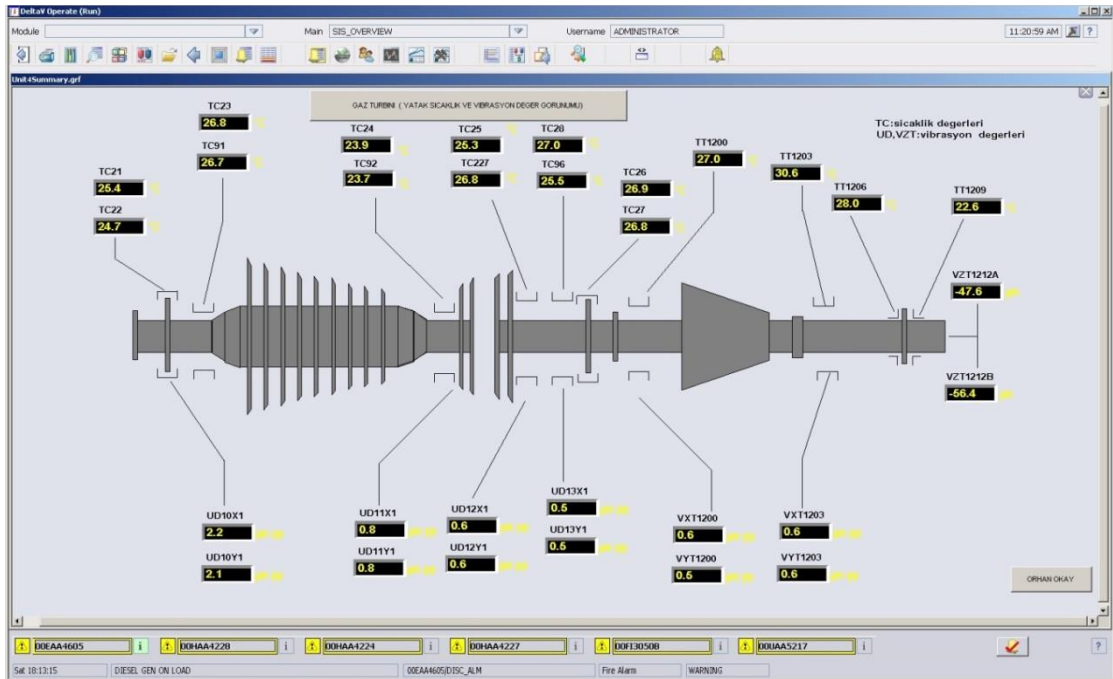
Şekil 5.60. Ünite kontrol panellerinin SCADA ile haberleşme arayüzü

Şekil 5.60'ta da görüldüğü üzere ünite kontrol panelleri SCADA sistemi ile Modbus RS-485 ile haberleşmektedir.

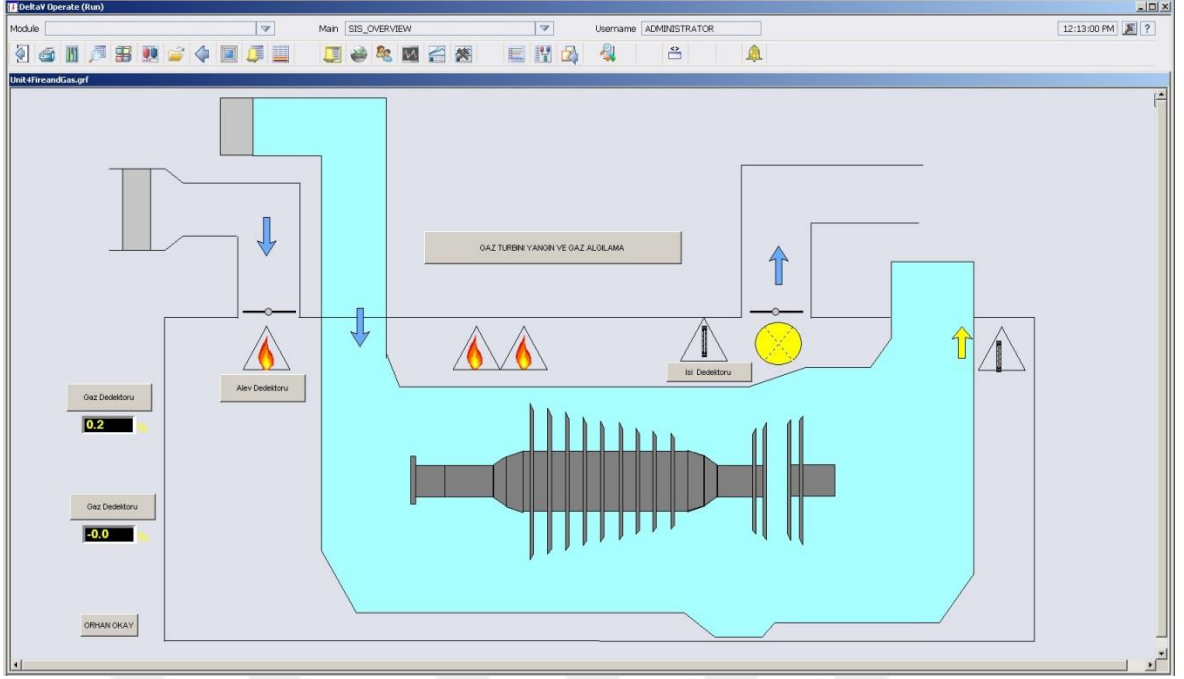


Şekil 5.61. Türbin ve Kompresör grubu SCADA ekranı

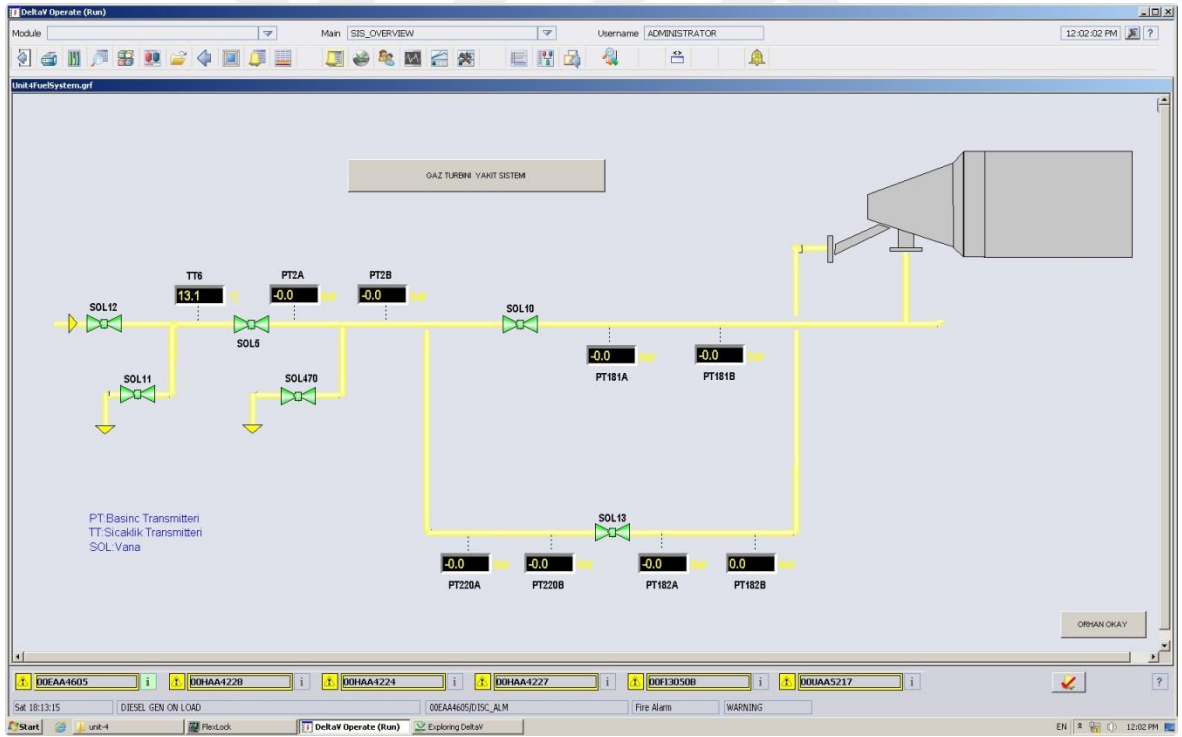
Türbin ve kompresör grubu istasyonun ana ekipmanıdır. Şekil 5.61’de türbin ve kompresör grubu için geliştirilen SCADA ekranı görülmektedir. Yeşil renk vananın açık olduğu pozisyonu, kırmızı renk vananın kapalı olduğu pozisyonu göstermektedir. Vana pozisyonları, transmitter (basınç, sıcaklık, fark basınç, hız) değerleri görülmektedir.



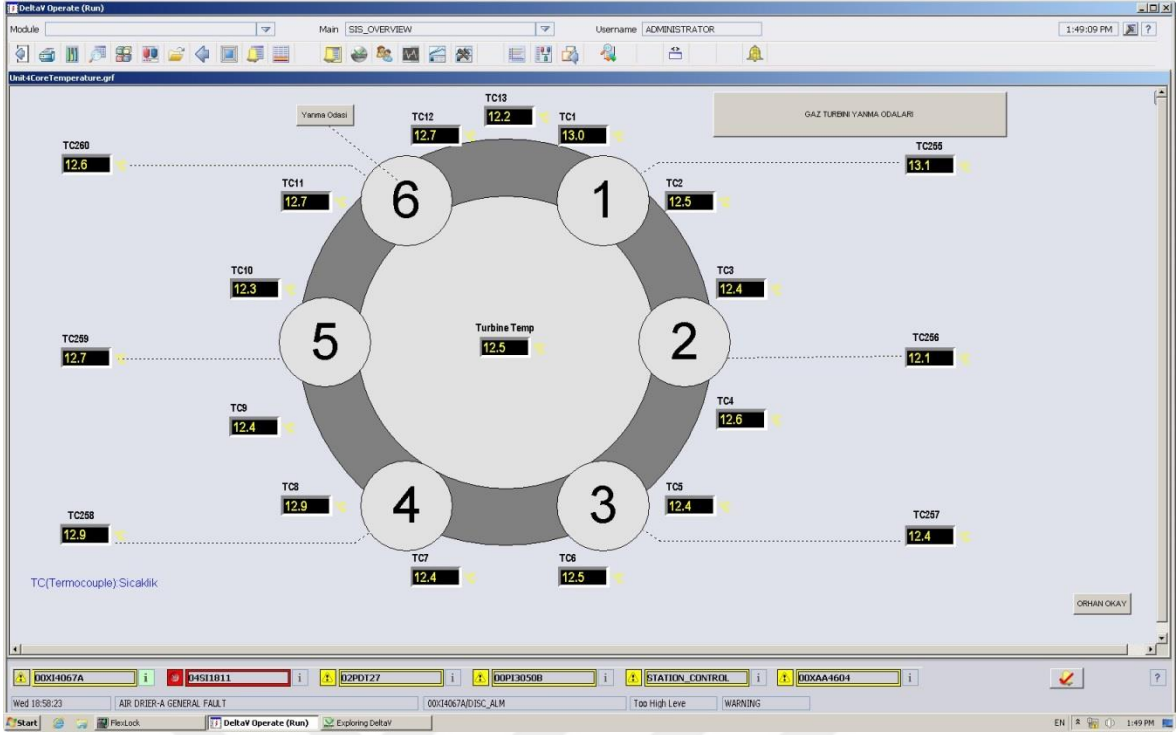
Şekil 5.62. Gaz türbini yatak sıcaklık ve vibrasyon değerleri SCADA ekranı



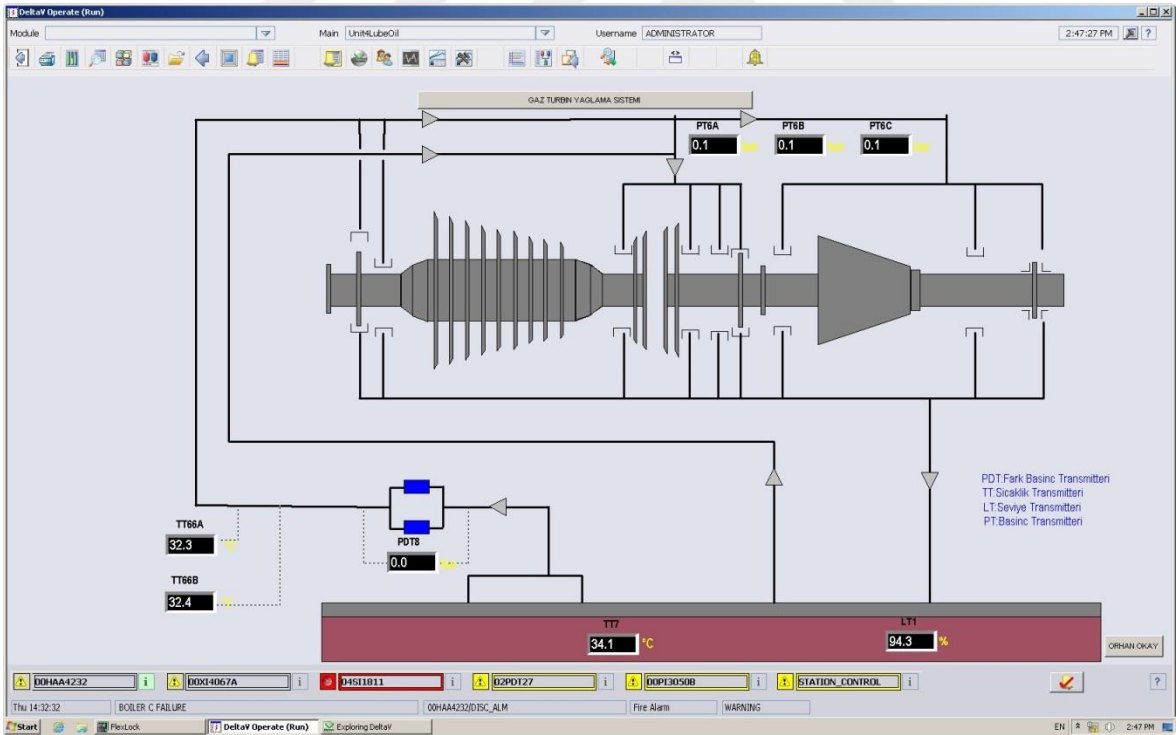
Şekil 5.63. Gaz türbini yangın ve gaz algılama sistemi SCADA ekranı



Şekil 5.64. Gaz türbini yakıt sistemi SCADA ekranı



Şekil 5.65. Gaz Türbini yanma odaları SCADA ekranı

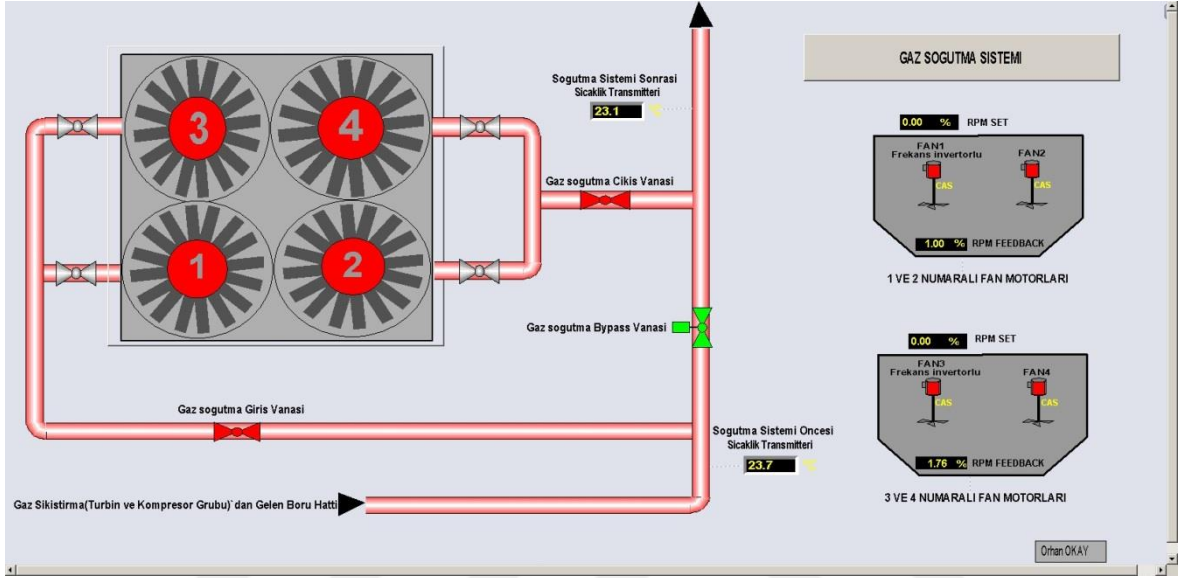


Şekil 5.66. Gaz türbini yağlama sistemi SCADA ekranı

Yukarıdaki şekillerde görülen gaz türbini yatak sıcaklık ve vibrasyon değerleri, yangın ve gaz algılama sistemi, yakıt sistemi, yanma odaları ve yağlama sistemi parametreleri SCADA sayesinde izlenebilmektedir. Endüstriyel bir doğal gaz kompresör

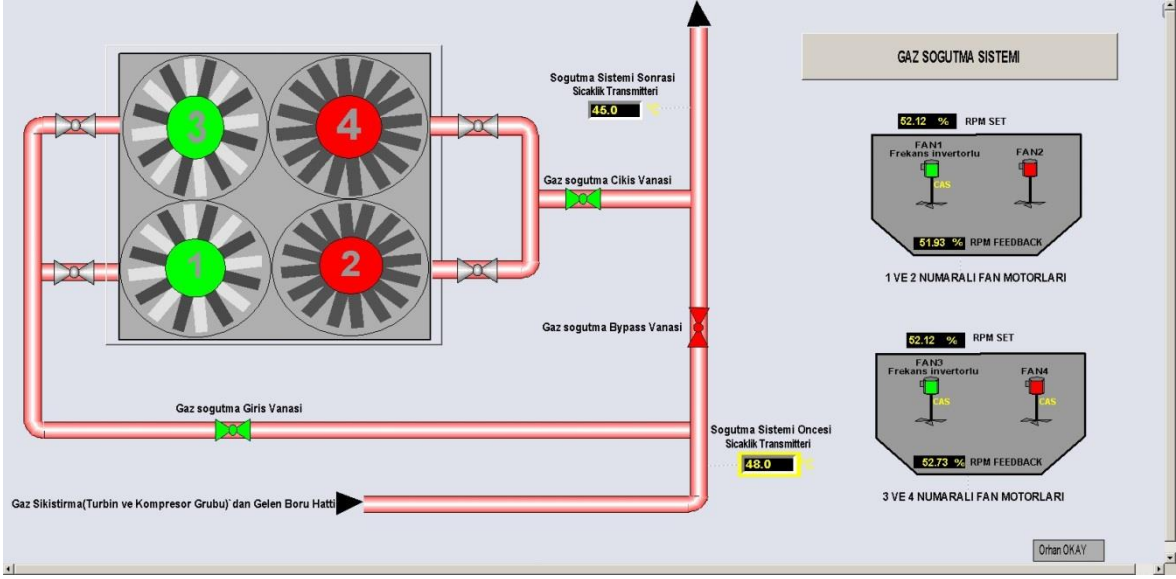
istasyonu için kritik öneme sahip olan türbin ve kompresör grubunun parametreleri (basınç, sıcaklık, seviye, hız, vibrasyon vs. değerleri) sürekli izlenebildiğinden bu parametre değerleri kontrol altında tutularak meydana gelebilecek olası arızalara zaman kaybetmeden müdahale edilmeye imkan sağlanmıştır.

5.2.3.4. Gaz soğutma sistemi



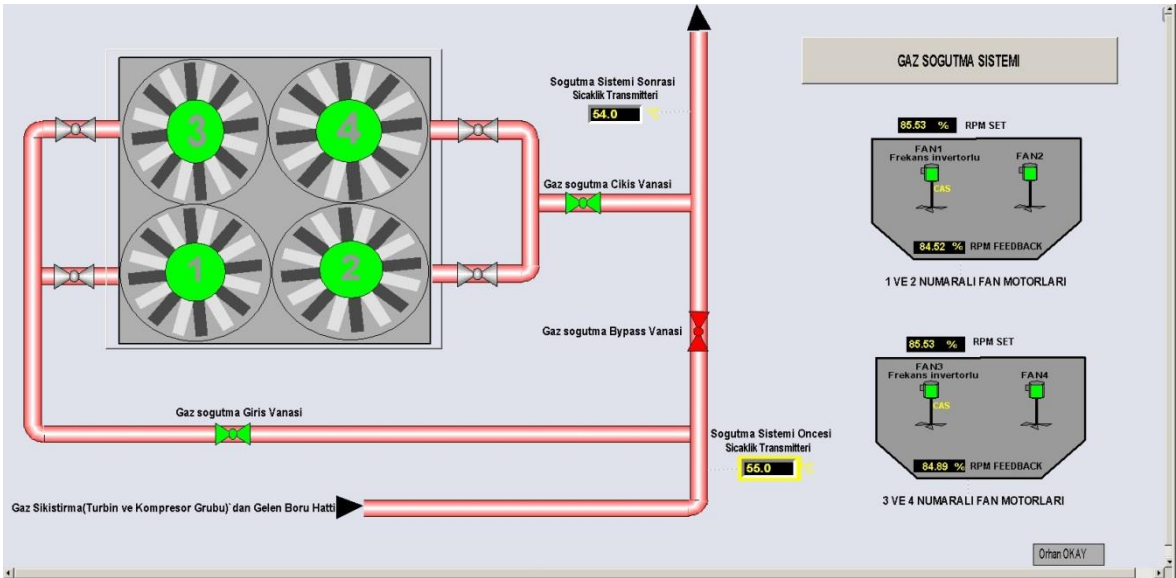
Şekil 5.67. Gaz soğutma sistemi (motorlar kapalı) SCADA ekranı

Şekil 5.67’de de görüldüğü gibi gaz soğutma sistemi öncesi sıcaklık transmitterinden okunan değer önceden ayarlanan set değerinin (bu çalışmada set değeri 45 ve 50 °C olarak ayarlanmıştır) altında olduğundan gaz soğutma sistemi giriş ve çıkış vanası kapalı, bypass vanası açık ve motorlar kapalı durumdadır. SCADA sistemi tarafından vanaların açılıp/kapanması ve motorların çalışıp/çalışmayacağı otomatik olarak kontrol edilmektedir. Yeşil renk motorlar için “çalışma” durumunu, kırmızı renk ise “çalışmama” durumunu ifade etmektedir.



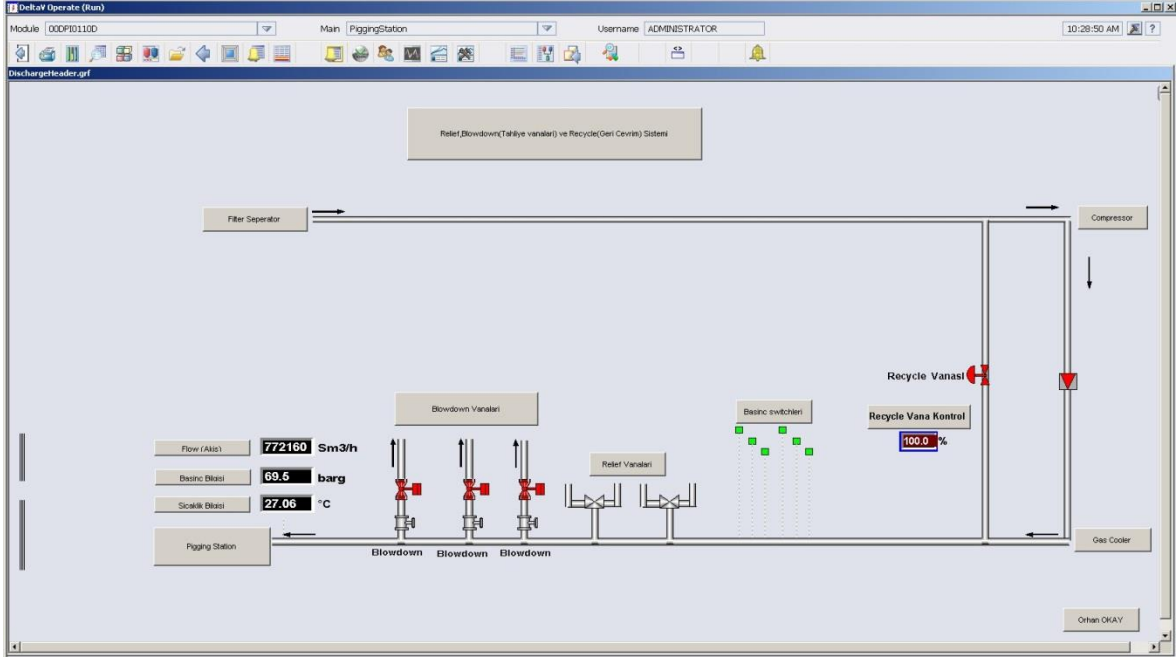
Şekil 5.68. Gaz soğutma sistemi (2 Motor çalışır durumdayken) SCADA ekranı

Şekil 5.68’de de görüldüğü üzere gaz soğutma sistemi öncesi sıcaklık transmitterinden okunan değer (48 °C) önceden ayarlanan set değerlerinin (bu çalışmada set değeri 45 ve 50 °C olarak ayarlanmıştır) arasında olduğundan gaz soğutma sistemi giriş ve çıkış vanası açık, bypass vanası kapalı ve motorlardan frekans invertörlü olanlardan ikisi yarım devirle çalışmaktadır. Bu sayede gaz soğutma sistemi çıkış sıcaklığı ayarlanan set değerinin altında tutulmaktadır. Tüm bu işlemler SCADA sistemi tarafından otomatik olarak yapılmaktadır.



Şekil 5.69. Gaz soğutma sistemi (tüm motorlar çalışır durumdayken) SCADA ekranı

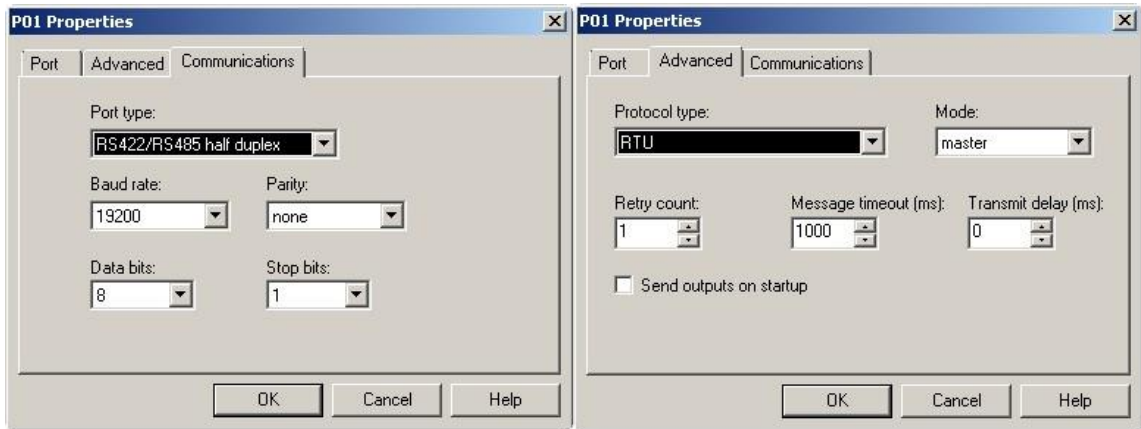
5.2.3.5. Tahliye (relief, blowdown) ve recycle (geri çevrim) sistemi



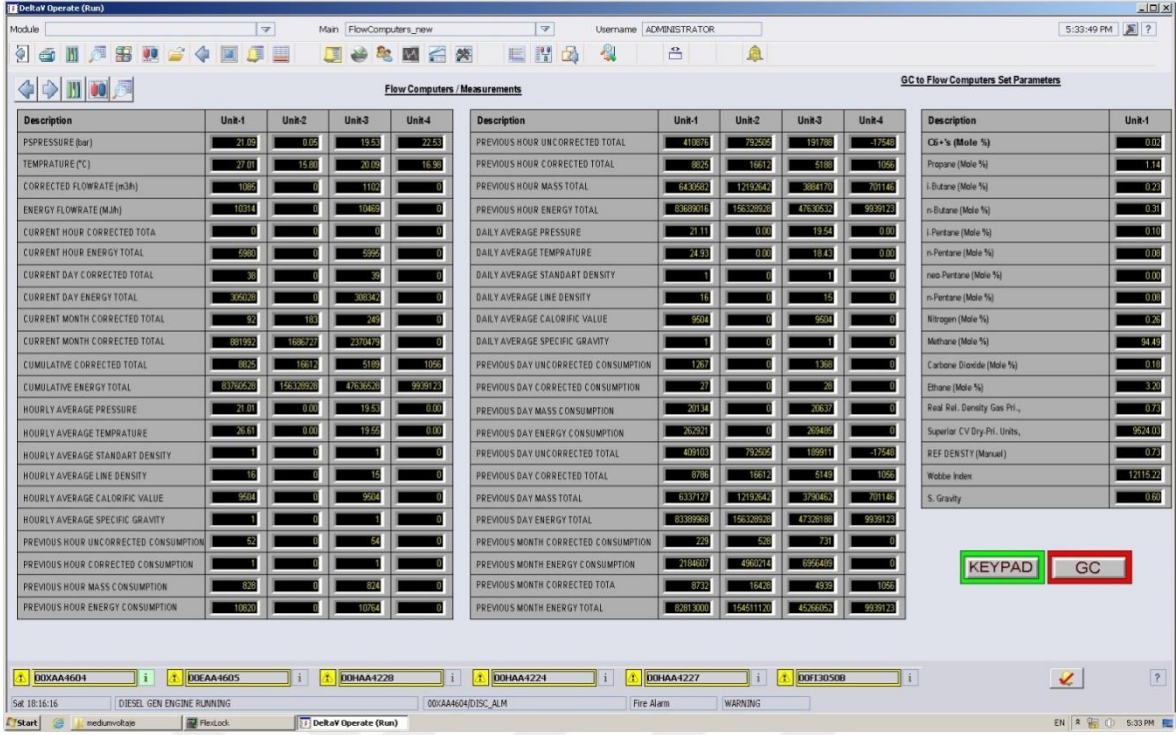
Şekil 5.72. Tahliye (Relief, Blowdown) ve Recycle (geri çevrim) sistemi SCADA ekranı

Tahliye (Relief, Blowdown) ve Recycle (Geri Çevrim) Sistemi istasyonun güvenliği için kurulan sistemdir. Şekil 5.72’de tahliye (Relief, Blowdown) ve Recycle (Geri Çevrim) sistemi için geliştirilen SCADA ekranı görülmektedir. Yeşil renk vananın açık olduğu pozisyonu, kırmızı renk vananın kapalı olduğu pozisyonu göstermektedir. Vana pozisyonları, transmitter (basınç, sıcaklık, fark basınç, akış) değerleri görülmektedir.

5.2.3.6. Ölçüm sistemi

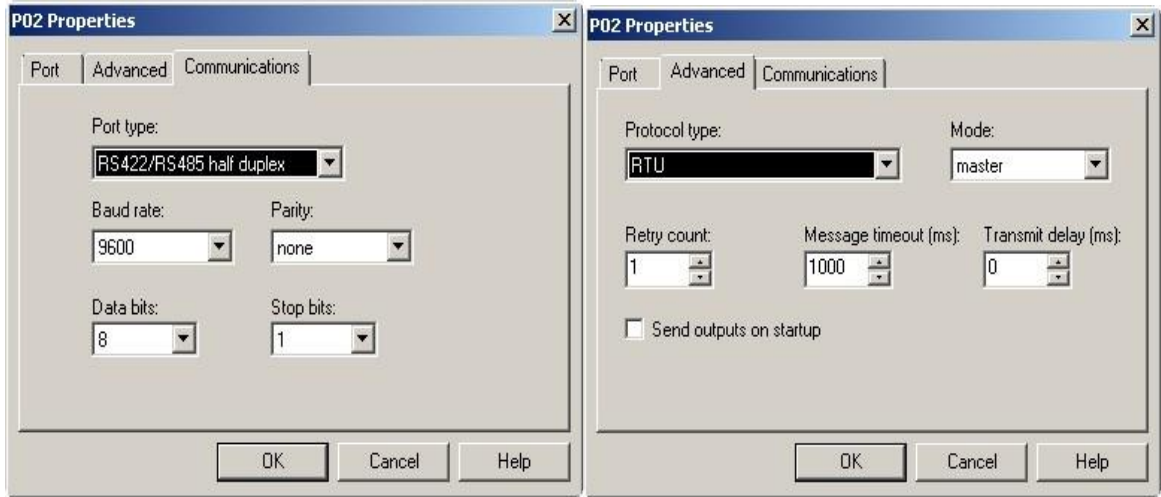


Şekil 5.73. Akış bilgisayarlarının (flow computer) SCADA ile haberleşme arayüzü

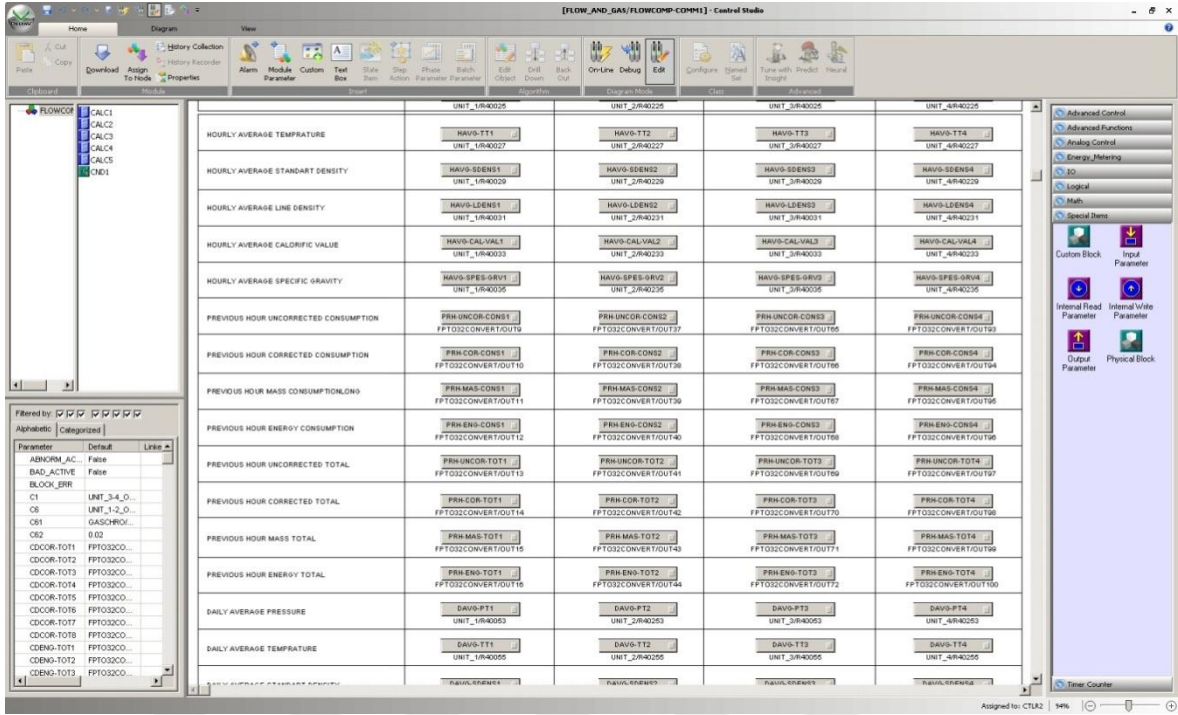


Şekil 5.74. Ölçüm sistemi SCADA ekranı

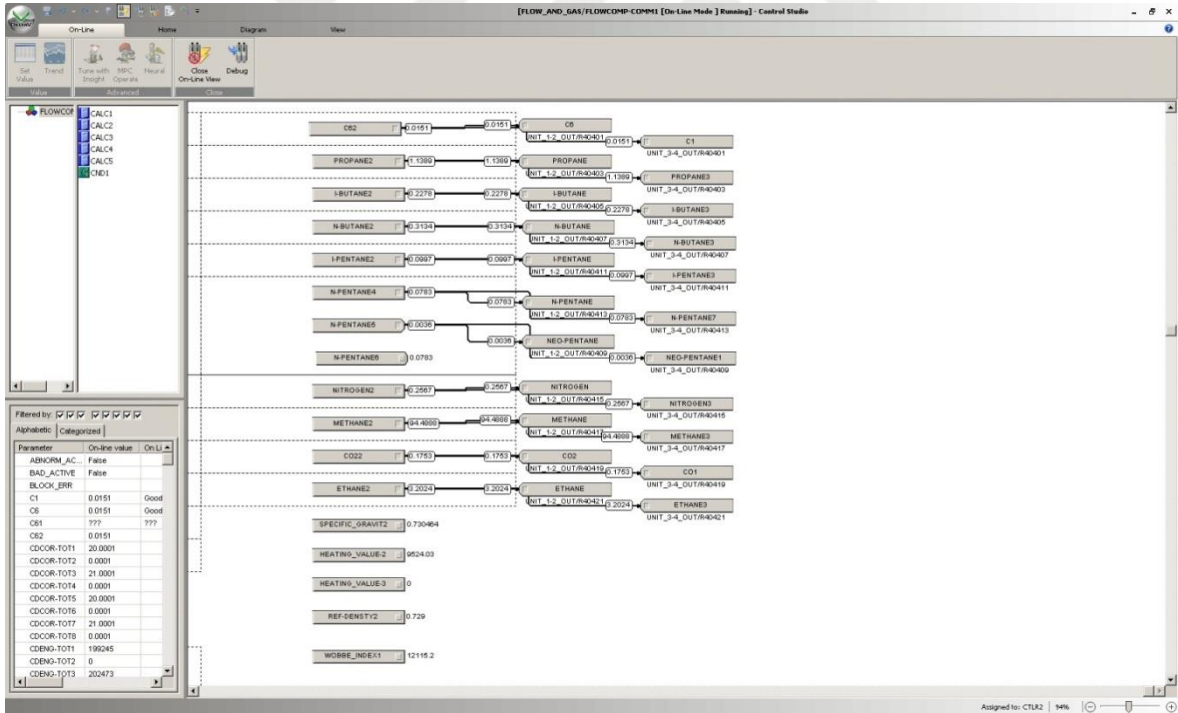
Şekil 5.74'te "ÖlçümSistemi" için geliştirilen SCADA ekranı görülmektedir. Ünitelerde yakılan yakıt değerleri ve istasyondan geçen gaz miktarı saatlik, günlük, haftalık veya aylık olarak gösterilmektedir. Ayrıca gaz komponent değerleri ve gaz kromatografin manuel/otomatik çalışma durumu da görülmektedir.



Şekil 5.75. Gaz kromatografin SCADA ile haberleşme arayüzü

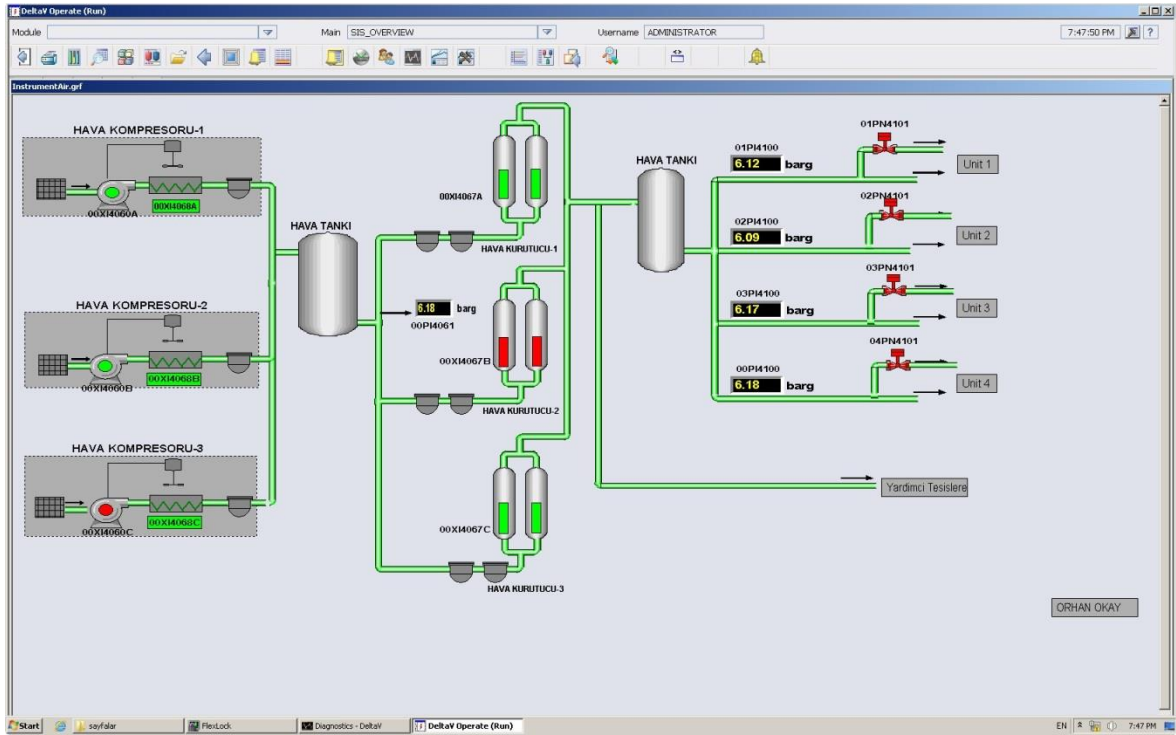


Şekil 5.76. Akış bilgisayarları için oluşturulan Control Studio sayfası



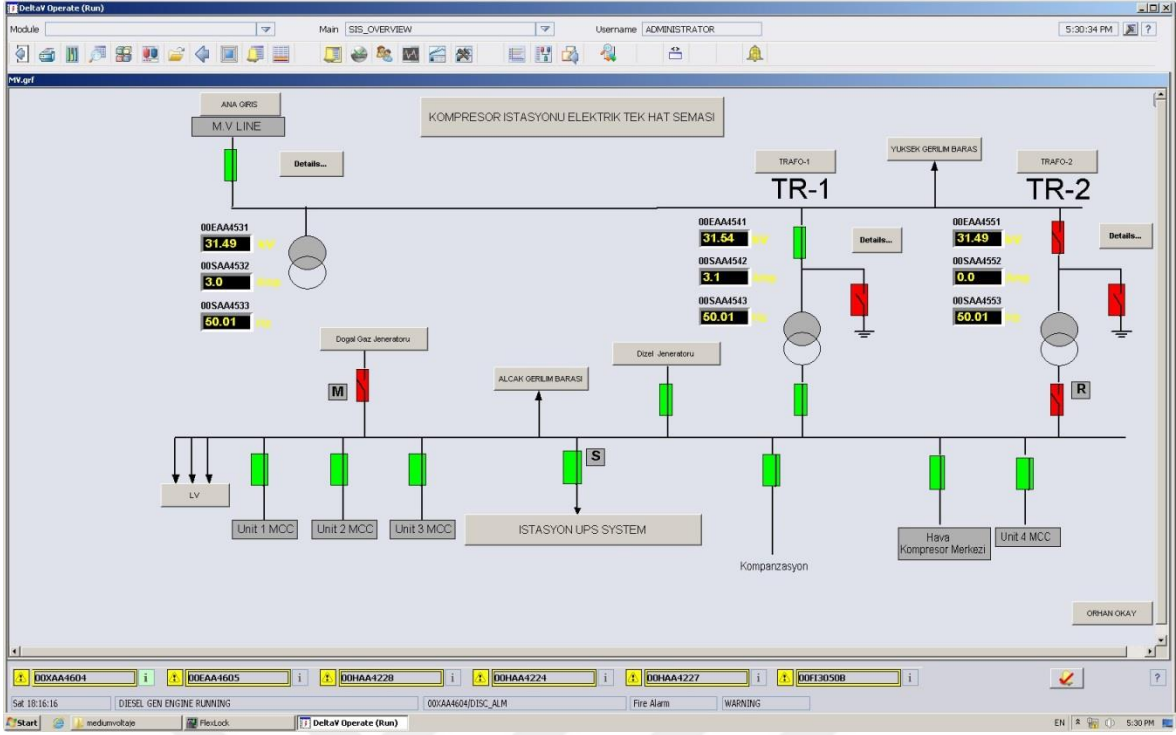
Şekil 5.77. Gaz kromatografi için oluşturulan Control Studio sayfası

5.2.3.7. Yardımcı tesisler/ekipmanlar (yakıt gazı, yardımcı ekipmanlar, hava kompresörleri, ısı merkezi, jeneratörler vs.) sistemi



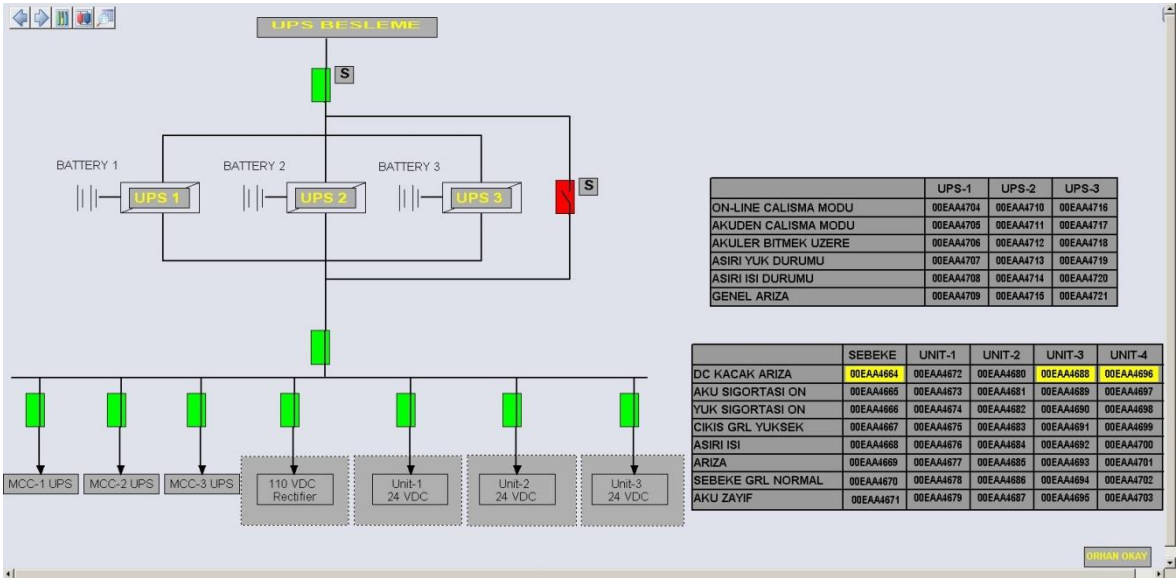
Şekil 5.78. Hava kompresörleri, hava kurutucuları ve hava tankı SCADA ekranı

Şekil 5.78'de hava kompresörleri, hava kurutucuları ve hava tankı için geliştirilen SCADA ekranı görülmektedir. Yeşil renk vananın açık olduğu pozisyonu ve motorun çalışma durumunu, kırmızı renk ise vananın kapalı olduğu pozisyonu ve motorun çalışmama durumunu göstermektedir. Vana pozisyonları, transmitter (basınç, seviye) değerleri görülmektedir.



Şekil 5.79. Elektrik tek hat şeması SCADA ekranı

Şekil 5.79’da elektrik tek hat şeması için geliştirilen SCADA ekranı görülmektedir. Yeşil renk kesicinin/şalterin açık olduğu pozisyonu, kırmızı renk ise kesicinin/şalterin kapalı olduğu pozisyonu göstermektedir. Kesicinin/şalterin pozisyon bilgileri, sistemin çekmiş olduğu akım değeri ve voltaj bilgisi SCADA sistemi sayesinde operatör tarafından sürekli olarak takip edilebilmektedir.



Şekil 5.80. Kesintisiz güç kaynağı (UPS) ve Redresör sistemi SCADA ekranı

Şekil 5.80’de kesintisiz güç kaynağı ve redresör için geliştirilen SCADA ekranı görülmektedir. Yeşil renk kesicinin/şalterin açık olduğu pozisyonu, kırmızı renk ise kesicinin/şalterin kapalı olduğu pozisyonu göstermektedir. Kesicinin/şalterin pozisyon bilgileri, UPS ve redresörlerin arıza durumları SCADA sistemi sayesinde operatör tarafından sürekli olarak takip edilebilmekte ve çıkabilecek arıza durumlarına en kısa zamanda müdahale edebilme imkanı sağlamaktadır.

5.3. Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu İçin SCADA Sisteminin Fonksiyonu

İstasyon kontrol sistemi, istasyon vanaları, ekipman havası, UPS Jeneratör senkronizasyon, yangın ve gaz algılama panoları filtre, ultrasonik metre, saha butonları gibi tesisin genel kontrolü görevini yerine getirir. İstasyon Kontrol sisteminin entegral parçalarından biri de sürücü ve harekete geçirilen üniteler için bireysel kontrol sistemidir. İstasyon kontrol sistemi içinde birden fazla ünitenin çalışması durumlarında istasyonun en verimli ve emniyetli noktada çalışmasını sağlayacak yük paylaşımı gibi kalemlerde vardır. İstasyon kontrol sisteminin en önemli özelliklerinden biriside Acil Durum Kapama (ESD) durumunda ünite ve istasyonun vanalarını açılıp kapatarak istasyonun gaz boşaltılmasını sağlamaktır. Ünite kontrol sistemi ile istasyon kontrol sistemi de birbirleri ile haberleşme protokolü (Modbus RS485) ile haberleşmektedir. İstasyon kontrol sistemine bağlı HMI (operatör ara yüzey)'lerden ünitelere akış veya hız set değerleri verilebilmektedir. Ayrıca istasyon kontrol sistemi sahadan aldığı veya bir üniteden aldığı bilgiler (basınç, sıcaklık, yangın, gaz v.b. bilgileri) neticesinde diğer üniteleri de durdurabilmektedir. İstasyon kontrol sistemi kontrollerine, I/O modüller üzerinden üniteler, sahadaki vanalar, gaz ve yangın algılama panoları, flow computerler, gaz kromotograf, jeneratör senkronlama panosu, AG ve OG elektrik panoları, UPS'ler, hava kompresörü gibi sahadaki tüm ekipmanlar bağlıdır. Dolayısıyla sahayla ilgili tüm bilgiler, HMI ekranlarında görüntülenebilmekte, trendler oluşturulabilmekte, bazı cihazların kontrolü yapılabilmektedir.

İstasyon kontrol sisteminin fonksiyonu şöyledir:

- Genel gaz kompresör prosesinin kontrolü
- Ünitelerin emniyetli bir şekilde çalıştırılması ve durdurulmasının sağlanması
- Yardımcı ve izleme sistemlerinin yönetimi ve kontrolü

İstasyon proses kontrolü

İstasyon proses kontrol sisteminin asıl fonksiyonu:

1. İstasyon giriş basıncını izlemek ve kontrol etmek
2. İstasyon çıkış basıncını izlemek ve kontrol etmek
3. İstasyon çıkış sıcaklığını izlemek ve kontrol etmek
4. İstasyon gaz akışını saptamak ve kontrol etmektir

İstasyon giriş basıncı dışında yukarıda verilen diğer parametrelerin hepsi türbin/kompresör grubu hızının fonksiyonlarıdır.

İstasyon kontrol sisteminin en önemli özelliklerinden biriside Acil Durum Kapama (ESD) durumunda ünite ve istasyonun vanalarını açıp/kapatarak istasyonun gaz boşaltılmasını sağlamaktır. Böylece istasyon gazdan izole edilmiş olur.

1. Derece acil durum kapama (ESD)

Acil durum kapama sebepleri şunlardır:

1. Çok yüksek çıkış gaz basıncı
2. Üniteler içinde yangın
3. Sahadaki ESD butonuna basılması
4. Kontrol odasındaki ESD butonlarına basılması
5. Çok yüksek gaz kaçağı alarmı tespit edilmesi

SCADA sistemi tarafından acil durum kapamaya verilen tepkiler şunlardır:

1. Çalışan tüm kompresör üniteleri acil durdurulur
2. İstasyon giriş ve çıkış vanaları kapanır
3. Eğer istasyon giriş ve çıkış basıncı arasındaki fark 1 bar'ın altındaysa istasyon bypass vanası açılır
4. Giriş ve çıkış vanalarının kapanma zaman sürelerinden sonra istasyon boşaltma (blowdown) vanaları açılır.
5. İstasyon recycle vanası kapanır.
6. Yakıt gazı besleme (skidi) izolasyon vanası kapanır.
7. Yakıt gazı beslemesindeki (skidi) vent vanaları açılır.

2. Derece istasyon durdurma/kapama (Shutdown - Station shutdown locked (SSDL))

2. Derece İstasyon Durdurma/Kapama sebepleri şunlardır:

1. İstasyon düşük çıkış gaz basıncı
2. İstasyon düşük giriş gaz basıncı
3. 24 VDC voltaj arızası
4. 1-2 Saat içinde birkaç kez 3. Derece shutdown (SSDR) olması-1 saat içinde

2 defa kez 3. Derece shutdown (SSDR) olması

5. 380 VAC arızası ve 2 dakikadan fazla elektriklerin olmaması
6. UPS arızası
7. PLC arızası
8. Sahadaki SSDL butonuna basılması
9. Kontrol odasındaki SSDL butonlarına basılması

SCADA sistemi tarafından 2. Derece İstasyon Durdurma/Kapamaya verilen tepkiler şunlardır:

1. Tüm çalışan türbin/kompresör üniteleri acil olarak durdurulur.
2. İstasyon suction (giriş) ve discharge (çıkış) vanaları kapanır.
3. Eğer istasyon giriş ve çıkış basıncı arasındaki fark 1 bar'ın altındaysa istasyon bypass vanası açılır

3. Derece istasyon durdurma/kapatma-yeniden başlatma (Shutdown - Station shutdown Restartable (SSDR))

3. Derece İstasyon Durdurma/Kapatma-Yeniden Başlatma sebepleri şunlardır:

1. İstasyon yüksek çıkış gaz sıcaklığı
2. Türbin/kompresör grubu düşük yakıt gazı basıncı

SCADA sistemi tarafından 3. Derece İstasyon Durdurma/Kapatma-Yeniden Başlatma'ya verilen tepkiler şunlardır:

1. Çalışan tüm üniteler normal stopla durdurulur.

6. SONUÇLAR

Boru hattı içerisinde doğal gazın taşınmasında endüstriyel kompresör istasyonları insan vücudundaki kalp görevini görmektedir. Bu yüzden doğal gazın taşınmasında kompresör istasyonları kritik öneme sahiptir. Boru hattı kapasitesinin korunması ve kullanılabilir olmasını sağlamak için endüstriyel bir gaz kompresör istasyonunun emniyetli ve verimli bir şekilde çalışması şarttır. Çoğu yeni kompresör istasyonu tam otomatiktir ve merkezi bir kontrol ofisinden uzaktan kumanda ile çalıştırılmakta ve saha personelinin müdahalesi hemen hemen hiç gerekmemektedir.

Endüstriyel bir gaz kompresör istasyon çalışmasının önemli unsurların biri sıra dışı davranış ve olayların tahmin edilebilmesi ve tesisi işlemez hale getirebilecek herhangi ciddi bir olay olmadan önce sorunların çözümlenmesi amacıyla kurulu tesisin ve tesis ekipmanının performansının izlenmesidir.

Bu çalışmada Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu'nu için kritik öneme sahip parametreler (basınç, sıcaklık, seviye, hız, vibrasyon vs. değerleri) sürekli izlenebildiğinden kontrol altında tutularak, meydana gelebilecek olası arızalara zaman kaybetmeden müdahale edilmeye imkân sağlanmıştır. Böylelikle Tehlikesi yüksek tesis sınıfında yer alan Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu için geliştirilen SCADA sistemi ile insan hataları en aza indirgenmekte ve oluşabilecek iş kazaları da minimuma indirilerek az sayıda teknik personel ile kontrol edilip yönetilmiştir. Geliştirilen SCADA sistemi tesisin verimli ve güvenli işletilmesine olanak sağlamıştır.

Ayrıca Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu'na ait 1472 tane sahadan gelen bilgi SCADA ekranından operatör tarafından takip edilerek oluşabilecek istenmeyen durum meydana gelmeden operatör tarafından gerekli müdahalenin yapıldığı gözlemlenmiştir.

Birden fazla endüstriyel kompresör istasyonunun tek bir SCADA merkezinden yönetimi için her bir endüstriyel kompresör istasyonu için geliştirilen lokal SCADA sistemlerinin GPRS modem veya Fiber optik kablo altyapısıyla ana SCADA sistemiyle haberleşmesi sağlanabilir. Böylelikle ana SCADA sisteminden birden fazla kompresör istasyonu izlenip/yönetilip kontrolü sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Anonim-a: Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş Doğal Gaz İşletmeleri Bölge Müdürlüğü Yer Üstü Tesisleri Müdürlüğü Kompresör İstasyonları Tanıtım Kitabı.
- Anonim-b: Botaş Çorum CS-13 Kompresör İstasyonu Teknik El Kitabı
- Anonim-c: Siemens SGT-100-2S Driven Unit Manuel, Compresor Technial Description, 2006.
- Anonim-d: Çalıştırma ve Rutin Bakım Kursu Titan 130 Gaz Türbin – Kompresör Seti Kurs No. 1350, 2004.
- Anonim-e: BOTAŞ Doğal Gaz Ölçüm Eğitim Notları SCADA ve Ölçüm Müdürlüğü
- Axelson, J. 2000 “Her Yönüyle Seri Port”, ERA Bilgi Sistemleri ve Yayıncılık, İstanbul.
- Bayındır, R., Kaplan, O., Bayyığıt, C., Sarıkaya, Y., Hallaçlıoğlu, M., 2011. PLC ve SCADA kullanılarak bir endüstriyel sistemin otomasyonu Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Eğitimi Bölümü, Ankara Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 27(1): 107-115 (2011)
- Bayır, R. Soylu, E., 2014. Endüstriyel İletişim Sistemleri Ders Notları, Karabük Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Karabük, Türkiye.
- Bodur, A., 2006. Pratik DCS Dağıtılmış Kontrol Sistemleri, Bileşim Yayınevi, İstanbul.
- Botaş Sektör Raporu, 2016.
- BP, British Petrol, 2018. BP Statistical review of world energy.
- Cai N., Wang J., Yu X., 2008. SCADA System Security: Complexity, History and New Developments .
- Çiftçiabaşı, T., 2000. Otomasyon, Otomatik Kontrol, Akıllı Kontrol, Bilimsel Tanımları ve Uygulama Sınırları, EMO Dergisi, Ankara, s:1-4.
- Bailey, D., Wright,E. 2003. “Practical SCADA for Industry”, Newnes, Avustralya.
- Emerson Process Management Educational Services, DeltaV Overview.
- Eminoğlu, Y., 2013. Plc Programlama ve S7-300/400 2, Birsen Yayınevi, İstanbul, Türkiye.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, 2017. Doğalgaz Piyasası sektör raporu (Ankara,2018). Ankara: EPDK Kurumsal Raporu.
- EPDK, Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu, 2017

- Havutçu, N., 2019. Afad Bölgesel Afet Lojistik Depoları Uzaktan Kontrolünde Scada Sistemi Kullanımı. Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilişim Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Muğla.
- İbrahim, M.H., 2010. SCADA Sistemleri Kullanarak Petrol Depolama ve Dağıtım Hatlarının Kontrolü ve Otomasyonu. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Karataş, M. Y., 2018. 388 Adet 110 Kva Dizel Jeneratör Grubunda SCADA Uygulamaları ve Analizi. İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kaya, S., 2010. Endüstriyel Otomasyon Sistemlerinde Saha Veri Yolu Teknolojisi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- MEGEP, Elektrik Elektronik Teknolojisi SCADA Sistemleri, 2007.
- Mercanlı, Ö., 2018. Örnek Hastane Projesi ile Alçak Gerilimde Enerji Otomasyonunun Uygulaması. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Edirne.
- Millî Eğitim Bakanlığı, Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri, Scada Sistemlerine Giriş. Ankara 2014.
- Özer, A., 2016. Endüstriyel Sistemlerde PLC ve SCADA Uygulaması. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Peng D., Zhang H., Weng J., Li H., Xia F., 2009. Design and Development of Modbus/RTU Master Monitoring System Based on Embedded PowerPC Platform.
- Queiroz, C., Mahmood, A., Hu, J., Tari, Z., Yu, X., 2009. Building a SCADA Security Testbed. Third International Conference on Network and System Security . IEEE.
- Salğar, G., 2010. Doğal Gaz Scada Otomasyon Uygulamalarında Ana Kontrol Merkezi İle Haberleşmeyi Sağlayan Scada – Otomasyon Sistemlerinin; Cicode Scada ve Plc Programlarındaki Mevcut Parametreler Yardımı İle Bilgisayar Destekli Yeni Arayüzler Oluşturulması. Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Toprak, H., 1992. “Bilgisayarlı Veri Toplama ve Kontrol” Mersin Üniversitesi Uzaktan Eğitim Bölümü Endüstriyel Otomasyon Dersi Ders Notları <http://uzak.mersin.edu.tr/UserFiles/EndOto/elo-206/elo-206.htm>
- Tosuner M., 2007. Scada Projelerinde Mimik Panonun Uygulanabilirliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye.

Tutucu, M., 2007. Endüstriyel Otomasyon Sistemleri ve Bir Pompa İstasyonuna Uygulanması. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.

Vadi, S., Güler, N., Bayındır, R., 2004. Endüstriyel Alanlarda Kullanılan Veri İletim Tekniklerinin Karşılaştırılması, Gaz **Seperatör filtreleme sistemi**

i Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2, 181-182s.

Wu, J., Cheng, Y., Noel, N., 2006. Overview of Real-Time Database Management System Design for Power System SCADA System .

Web-1:www.habas.com.tr/Doğalgaz, Erişim tarihi 04.04.2019

Web-2:www.avd.comErişim Tarihi 16.05.2019

Web-3:<https://www.electricaltechnology.org/2016/08/distributed-control-system-dcs.html>
Erişim Tarihi: 30.06.2019

Web-4:[https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/dcs-\(dagitik-kontrol-sistemi\)-nedir/21167#ad-image-0](https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/dcs-(dagitik-kontrol-sistemi)-nedir/21167#ad-image-0) 30.06.2019

Web-5:<https://emaconsultancy.com/> Erişim Tarihi 2.07.2019

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Orhan OKAY
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 25.08.1989 / ADIYAMAN
Medeni hali : Evli
Telefon : 0533 086 72 63
Faks :
e-posta : okayorhan02@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	KSÜ/ Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü	2012
Lise	Adiyaman Lisesi	2006

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013-2013	Bölükbaşı Elektrik Taah. ve Tic. San. Ltd. Şti	Şantiye Şefi
2014-2019	BOTAŞ Hanak CS 15 Kompresör İstasyonu	Başmühendis
2019-...	BOTAŞ Diyarbakır Şube Müdürlüğü	Müdür V.

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

1. Okay, O., Keçeçioğlu Ö.F., Gani, A. 2019. Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu İçin SCADA Sisteminin Geliştirilmesi. 4th International Energy&Engineering Congress , UEMK 24-25 Ekim 2019, Gaziantep

Hobiler

Doğa bilimleri, Futbol, Yüzme, Kitap okuma.