

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

128760

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMAN TAYIN MERKEZİ

DOĞAL GAZ DAĞITIM HATLARINDA BASINÇ
DÜŞÜRME VE KONTROL SİSTEMLERİNİN
İNCELENMESİ

Endüstri Müh. Serhat ŞAHİN

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMAN TAYIN MERKEZİ

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı-Proses Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İsmail TEKE

Doc. Dr. Galip Temiz

[Signature]

Y. Doç. Dr. Nerken Vardar *[Signature]*

İSTANBUL, 2002

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMAN TAYIN MERKEZİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ÖNSÖZ.....	xii
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1 Tanımlar	2
2. DOĞALGAZ GENEL BİLGİLERİ.....	6
2.1 Yanabilen Gaz Gruplarına Giriş	6
2.1.1 Şehir gazı (hava gazı).....	6
2.1.2 Sıvılaştırılmış petrol gazları (LPG).....	6
2.1.3 Doğal gaz.....	6
2.2 Dünyada Doğal Gaz	7
2.3 Dünya Doğal Gaz Rezervleri, Tüketimi Ve Muhtemel Gelişmeler	8
2.4 Türkiye’de Doğal Gaz.....	14
2.5 Doğal Gazın Kimyasal Kompozisyonu.....	16
2.6 Doğal Gazın Depolanması.....	17
2.7 Yeraltı Depolama.....	17
2.8 Sıvılaştırılmış Doğalgaz (L.N.G).....	18
2.8.1 Sıvılaştırılmış doğal gazın taşınması	18
2.9 Türkiye’de Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG) Projesi	19
2.10 Doğal Gazın Üstünlükleri.....	19
2.11 Doğal Gaz Kullanımının Getirdiği Avantajlar	19
2.12 Rusya - Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı.....	20
2.13 Doğal Gaz Ölçüm ve Basınç Düşürme İstasyonları	20
2.13.1 Ana ölçüm istasyonu	20
2.13.2 Ölçüm ve basınç düşürme istasyonları (RMS).....	21
2.13.3 Batı İstanbul (Esenyurt) ölçüm ve basınç düşürme istasyonu.....	23
2.13.3.1 İstasyon giriş vanaları	23
2.13.3.2 Filtre ünitesi.....	24
2.13.3.3 Isıtıcılar	25
2.13.3.4 Basınç düşürme ünitesi	26
2.14 Yatırım Teknikleri	27
2.14.1 Boru hattı inşaatları.....	27

2.14.2	Test işlemleri	28
2.14.3	Şebeke kontrol ve işletim tesisleri	28
2.14.4	Vana odaları.....	28
2.14.5	Regülatör istasyonları	28
2.14.6	Scada sistemi	29
2.14.7	Gömülü vanalar	29
2.14.8	Katodik koruma test noktaları	29
2.14.9	İşaret plakaları	29
2.14.10	Harita bilgileri.....	30
2.14.11	Servis kutuları.....	30
2.14.12	Kokulandırma	30
3.	REGÜLATÖRLER (BASINÇ DÜŞÜRÜCÜLER)	32
3.1	Basınç Düşürme Prensibi	32
3.1.1	Orifiste basınç düşüşü	32
3.2	Gaz Genleşmesi: Genel.	33
3.3	Kritik Akış Hızı	33
3.4	Akış Katsayısı.....	33
3.5	Çıkış Basıncını Sabit Tutma Prensibi	34
3.6	Kısma Vanası.....	34
3.7	Basınç Düşürmenin Otomatik Hale Geçişi (Terazi Dengeli Basınç Düşürücü)....	35
3.8	Terazi Dengeli Mekanizmanın Basitleştirilmesi	36
3.9	Fr Kuvvetinin Değişik Şekillerde Elde Edilmesi.....	36
3.10	Giriş Basıncının Regülatör Üzerindeki Etkisinin Kaldırılması	38
3.11	Basınç Düşürücülerin Çalışması.....	39
3.11.1	Direkt etkili regülatörler.....	39
3.11.2	Pilot tahrikli regülatörler	43
4.	BÖLGE VE MÜŞTERİ REGÜLATÖR İSTASYONLARI	47
4.1	Amaç	47
4.2	Tasarım Kapasitesi.....	47
4.3	Bölge Regülatör İstasyonunun Yerleşimi	47
4.4	Malzeme Listesi.....	47
4.4.1	Borulama	47
4.4.2	Regülatör	48
4.4.3	Emniyet kapama vanası (shut-off).....	48
4.4.4	Vanalar	48
4.4.5	Filtre	48
4.4.6	Sayaç	48
4.4.7	Hacim düzelticiler.....	48
4.4.8	By-pass vanaları.....	48
4.4.9	Kabin ve boyama	49
4.4.10	Topraklama.....	49
4.4.11	Eğitim ve devreye alma.....	49
4.5	Regülasyon Ve Emniyet.....	49
4.5.1	Regülatör seçimi	49
4.5.2	Emniyet felsefeleri.....	50
4.5.2.1	Emniyet ekipmanları.....	50
4.5.2.2	Süreklilik ekipmanları.....	50
4.6	Regülatörde Akış	51
4.7	"Asoflex S" Kapamalı Ana Basınç Düşürme Düzeneği	54

4.8	“Asoflex” Kapamalı Yedek Basınç Düşürme Düzenegi.....	54
4.9	Basınç Düşürücü Tesisat	55
4.10	Bölge Regülatör İstasyonlarının Devreye Alınması	56
4.10.1	Teknik tanım.....	56
4.10.2	Bölge regülatör istasyonunun hazırlanması	56
4.10.3	Regülatörün çalıştırılmaya başlanması	57
4.10.4	Basınç düşürme ayarı, emniyet kapama vanasının açılması	58
4.11	Basınç Düşürücü İşletme İlkeleri.....	59
4.11.1	Regülatör sonrası basınç çok düşük.....	61
4.11.2	Basıncın çok yükselmesi durumunda.....	61
4.12	Emniyet Kapama Vanası İşletme İlkeleri.....	62
4.12.1	Basıncın üst limitin üstüne yükselmesi durumunda	62
4.12.2	Basıncın alt limitin altına düştüğü durumda.....	62
4.13	Basınç Düşürme İstasyonları Tesisat Ve Kullanımı	62
4.13.1	Hafif gaz, ağır gaz tanımı	62
4.13.2	Basınç düşürme istasyonu yerleşimi.....	62
4.13.3	Bölge regülatörü istasyonlarındaki yanmaz malzemeler	63
4.13.4	Yeraltı veya kabine dışındaki br yerleşimleriyle ilgili tavsiyeler.....	63
4.13.5	Bölge regülatörleri periyodik kontrollerinde dikkat edilmesi gereken konular	64
4.14	Asoflex Modeli Regülatörün Çalışma Prensibi.....	65
4.15	Rmg Model Regülatörün Çalışma Prensibi.....	68
4.16	Asonex Z Model Regülatörün Çalışma Prensibi	70
4.17	Müşteri İstasyonları	71
4.17.1	Yer seçim kriterleri	71
4.17.2	İşletmeye alma.....	72
4.17.3	İstasyon çevre koruma detayları	73
4.18	Bölge ve müşteri regülatörüne uygulanan testler	73
4.18.1	Fonksiyon testleri.....	74
4.18.2	İç sızdırmazlık testleri	75
4.18.3	Komple dış sızdırmazlık testi	76
5.	SERVİS REGÜLATÖRLERİ VE DOMESTİK REGÜLATÖRLER.....	77
5.1	Servis Regülatörleri	77
5.1.1	Kullanım alanları	77
5.1.2	Standart özellikler	77
5.1.3	Malzemeler	77
5.1.4	Opsiyonlar	78
5.1.5	İstanbul doğalgaz projesinde kullanılan servis kutusu ve servis regülatör tipleri .	78
5.1.6	Çalışma prensibi	78
5.1.6.1	Regülasyon	78
5.1.6.2	Kapama	79
5.1.6.3	Emniyet kapama	80
5.1.6.4	Tahliye vanası.....	81
5.1.7	Akış eğrileri.....	81
5.1.8	Uygulanan testler	84
5.1.8.1	Fonksiyon testleri (hava ile)	84
5.1.8.2	Relief (nefeslik) testi (hava ile)	85
5.1.8.3	Sızdırmazlık testi (hava ile).....	86
5.2	Domestik Regülatörler	88
5.2.1	Domestik regülatörlerin montajlarında dikkat edilmesi gereken hususlar.....	88
5.2.2	Çalışma prensibi	88

5.2.3	Emniyet mekanizmasının devreye girdiği durumlar.....	88
5.2.4	Regülatörün çalışması.....	89
5.2.4.1	Gaz tüketiminin olması durumunda.....	89
5.2.4.2	Tüketimin durması durumunda.....	90
6.	ŞEBEKE KONTROL SİSTEMLERİ.....	92
6.1	Aktüatörler.....	92
6.1.1	Aktüatörlerin kullanılmasındaki amaç.....	92
6.1.2	Aktüatör çeşitleri.....	92
6.1.2.1	Scotch-yoke mekanizması hakkında genel bilgiler.....	95
6.1.2.2	Scotch-yoke mekanizması.....	96
6.1.2.3	Yağ-gaz esaslı sistem tankları.....	99
6.1.2.4	Çalışma ilkesi.....	99
6.1.2.5	Aktüatör beslemesi.....	99
6.1.2.6	Valf konumunun gösterilmesi.....	100
6.1.2.7	Aktüatör kumanda sistemi.....	100
6.1.2.8	Hız denetimi.....	102
6.1.2.9	Acil durumlarda hidrolik elle çalıştırma mekanizması.....	102
6.1.2.10	Aktüatörün valfe monte edilmesi.....	103
6.1.2.11	Nihai test.....	103
6.1.3	Sistem şeması ve parça isimleri.....	105
6.1.4	Çalışma şekilleri ve şemaları.....	106
6.1.5	Teknik özellikleri.....	109
6.1.6	Aktüatörlü vanaların işletilmesi.....	109
6.1.6.1	İşletme halinde ve acil kapamada ekipmanların olması gereken pozisyonları ...	110
6.1.6.2	El (gaz basıncı ile) kumandalı kapama işleminde ekipman pozisyonları.....	110
6.1.6.3	El (gaz basıncı ile) kumandalı açma işleminde ekipman pozisyonları.....	110
6.1.6.4	El (hidr. piston) kumandalı açma ve kapama işleminde ekipman pozisyonları..	110
6.2	Scada Sistemi.....	112
6.2.1	Giriş.....	112
6.2.2	Scada sisteminin tanımı.....	112
6.2.3	Scada sisteminin faydaları.....	112
6.2.4	Scada sisteminin uygulama alanları.....	113
6.2.5	Scada sisteminin temel bölümleri.....	113
6.2.6	Scada merkezi.....	113
6.2.7	Rtu (remote terminal unit).....	114
6.2.7.1	Rtu bölümleri.....	114
6.2.7.2	Haberleşme sistemleri.....	116
6.2.8	Doğalgaz uygulaması.....	117
6.2.8.1	Emniyet.....	117
6.2.8.2	Sürekli gözlem.....	117
6.2.8.3	Şebekenin uygun koşullarda çalışmasını temin etmek.....	117
6.2.8.4	Ekiplerin yönlendirilmesi ve bakım politikalarının belirlenmesi.....	117
6.2.8.5	Kriz yönetimi.....	117
6.2.8.6	Eldeki gaz stokunun belirlenmesi.....	117
6.2.8.7	İstatistiki çalışma yapma imkanı.....	117
6.2.8.8	Sistemli çalışma.....	118
6.2.8.9	Kaynakların verimli kullanılması.....	118
6.2.8.10	Şebekeye bir bütün olarak tepeden bakabilme imkanı.....	118
6.2.9	İgdaş scada sistemi.....	118
6.2.9.1	İgdaş-rms istasyonları.....	119

6.2.9.2	Kokulandırma ünitesi.....	119
6.2.9.3	Bölge regülatörleri.....	119
6.2.9.4	Müşteri regülatörleri.....	120
6.2.9.5	Katodik koruma sistemi.....	120
6.2.9.6	Vana odaları.....	120
6.2.9.7	Toplam kontrol noktası sayısı.....	121
6.2.9.8	Sonuç.....	121
7.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	122
7.1	Genel.....	122
7.2	Regülatörlerde Karşılaşılan Problemler.....	123
7.2.1	Kirlilik problemi.....	123
7.2.2	Etkilerin ekonomik değerlendirmesi.....	127
7.2.3	Örnek olaylar.....	127
7.2.3.1	Ağır oto taburu olayı.....	127
7.2.3.2	G.O.P. Cebeci halk ekmek fabrikası olayı.....	128
7.2.3.3	Kağıthane 16'' hattaki hasar olayı.....	128
7.2.4	Regülasyon sisteminde karşılaşılan diğer muhtelif problemler.....	129
7.2.4.1	Dizayn / seçim hataları.....	130
7.2.4.2	İmalat problemleri.....	130
7.2.4.3	İşletme problemleri.....	131
7.3	Aktüatörlerde Karşılaşılan Problemler.....	131
7.4	Sismik Hareketi Algılayan Otomatik Gaz Kesme Cihazları.....	132
	KAYNAKLAR.....	135
	EKLER.....	136
	Ek1 Bölge regülatörü vaziyet planı ve görünümü.....	137
	Ek2 Çeşitli tip regülatörlerin akış şemaları.....	139
	ÖZGEÇMİŞ.....	146

SİMGE LİSTESİ

A	Akış alanı
c	Ses hızı
c	Sürtünme katsayısı
Fr	Referans kuvvet
F	Çıkış basıncının oluşturduğu kuvvet
g	Yerçekimi ivmesi
m	Oynar parçalar kütlesi
K	Yay katsayısı
Kg	Regülatör akış katsayısı
M	Kütle ağırlığı
P ₀	Pilotun çalışması için çıkıştan gelen basınç
P ₁	Giriş basıncı
P ₂	Çıkış basıncı
P _a	Ana membran üzerine uygulanan basınç
Pat	Atmosfer basıncı
P _C	Kontrol basıncı
P _ç	Çıkış basıncı
P _e	Bir aralıkta mutlak gaz giriş basıncı
P _g	Giriş basıncı
P _i	Giriş basıncı
P _k	Kritik basınç
P _ö	Ön regülatörden gelen basınç
Pr	Referans gaz basıncı
Q	Debi
Q _s	Orifis alanından geçen akış miktarı
Q ₂	Çıkış gaz akışı
Q _f	Giriş mutlak basıncındaki değişime tekabül eden akış oranı
R	Gaz sabiti
RG	Hassasiyet
S	Sabit aralık
S	(Bölüm 3.4.) Diyafram alanı
s	Efektif vana alanı
X	Uzunluk
ΔP	Basınç düşüş miktarı
γ	Spesifik ısı oranı (20 °C)
γ	Özgül ağırlık

KISALTIMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AMR	Automatic Meter Reading
ANSI	American National Standards Institute
ASCE	American Society of Civil Engineers
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
API	American Petroleum Institute
ATS	Araç takip sistemi
BD	Basınç düşürücü
BR	Bölge regülatörü
BOTAŞ	Boru Hatlarıyla Petrol Taşıma Anonim Şirketi
CE	Conformity European
CESI	Centro Electrotecnico Sperimantale Italiano
DBA	Desibel
DN	Diameter Nominal
EGO	Elektrik, Havagazı ve Otobüs İşletmesi Müessesesi Genel Müdürlüğü
EN	European Norm
GdF	Gaz de France
İGDAŞ	İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
İGSAŞ	İstanbul Gübre Sanayi Anonim Şirketi
ISO	International Standard Organization
LNG	Liquified Natural Gas
LPG	Liquified Petroleum Gas
NS	Nominal Sound
OPEC	Organization of Petroleum Exporting Countries
PE	Polietilen
RMG	Regel und Messtechnik Gesellschaft
RMS	Reducing and Metering Station
RTU	Remote Terminal Unit
SCADA	Supervisory Controlling And Data Acquisition
SOFREGAZ	Societe Française d'Etude et de Realisations d'Equipements Gaziers
TBM	Tersiyerbütülmerkaptan
THT	Tetrahidroteofen
TEK	Türkiye Elektrik Kurumu
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜGSAŞ	Türkiye Gübre Sanayi Anonim Şirketi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Doğalgaz kaynağının keşfi	7
Şekil 2.2 Ölçüm ve basınç düşürme istasyonu	22
Şekil 3.1 Orifiste basınç düşüşü.....	32
Şekil 3.2 Basit bir regülatör tipi.....	34
Şekil 3.3 Kısmi vanası	35
Şekil 3.4 Terazi dengeli basınç düşürücü	35
Şekil 3.5 Terazi dengeli mekanizmanın basitleştirilmiş	36
Şekil 3.6 Ağırlık yüklü tipi	37
Şekil 3.7 Yay yüklü tip	37
Şekil 3.8 Pnömatik basınçla çalışan tipi	37
Şekil 3.9 Giriş basıncının regülatör üzerindeki etkisinin kaldırılması	38
Şekil 3.10 Vananın yukarı ve sağa doğru açılan pozisyonda olması	38
Şekil 3.11 Ağırlıkla çalışan regülatörler	40
Şekil 3.12 Yay yardımıyla çalışan regülatörler	41
Şekil 3.13 Pnömatik basınçla çalışan regülatör tipi	42
Şekil 3.14 Pilotlu regülatör ve yardımcı elemanları	44
Şekil 3.15 Çıkış basıncı düştüğü zaman regülatörün devreye girmesi	45
Şekil 3.16 Çıkış basıncı istenen basıncın üzerine çıktığı durumda regülatörün çalışması	46
Şekil 4.1 Basınç düşürücü tesisat	55
Şekil 4.2 Regülatör genel şeması	57
Şekil 4.3 Emniyet kapama vanası	58
Şekil 4.4 Basınç düşürücü genel şeması	59
Şekil 4.5 Pilot regülatör şeması	65
Şekil 4.6 Pilot sistemi.....	66
Şekil 4.7 Pilot röle ve diyaframın çalışması.....	67
Şekil 4.8 Slam-shut mekanizması	68
Şekil 4.9 Rmg pilot sistemi	69
Şekil 4.10 Rmg regülatörü çalışması	69
Şekil 4.11 Asonex z regülatörü.....	70
Şekil 5.1 Servis regülatörü şeması	79
Şekil 5.2 Kapama sızdırmazlığı	79
Şekil 5.3 Emniyet kapama	80
Şekil 5.4 Tahliye vanası	81
Şekil 5.5 Çeşitli gaz giriş basınçlarına göre çıkış performans eğrileri	82
Şekil 5.6 Gömülü tip kutu	82
Şekil 5.7 S 200 tipi servis kutusu	83
Şekil 5.8 S 300 tipi kutu ile batarya uygulaması	83
Şekil 5.9 B tipi servis regülatörlerin girişten çıkışa şematik gösterimi	84
Şekil 5.10 Regülatör sızdırmazlık testlerinde belirlenen muhtemel kaçak noktaları	87
Şekil 5.11 Gaz tüketiminin olması durumunda regülatörün çalışması	89
Şekil 5.12 Tüketimin durması durumunda regülatörün çalışması	90
Şekil 5.13 Regülatörün emniyet konumundadır	91
Şekil 6.1 Çok yöne dönmeli elektrikli aktüatör	92
Şekil 6.2 Çeyrek tur dönmeli elektrikli aktüatör	93
Şekil 6.3 Hidrolik denizaltı aktüatörü	93
Şekil 6.4 Pnömatik aktüatör	94
Şekil 6.5 Hidrolik aktüatör	94
Şekil 6.6 gaz yağ tahrikli aktüatör	95
Şekil 6.7 Vananın açılması ve kapanması için gerekli tork değerleri	96
Şekil 6.8 Eğimli iskoç-boyunduruk mekanizması açık konumda	97

Şekil 6.9 Eğimli iskoç-boyunduruk mekanizması kapalı konumda	97
Şekil 6.10 İskoç-boyunduruk (scotch-yoke) mekanizması ana parçaları	98
Şekil 6.11 Özel bir “hat kesme” cihazı ve zamanlama sistemi ile donatılmış aktüatör	103
Şekil 6.12 Yatay kollu vanalarda takılabilen aktüatör	104
Şekil 6.13 Bir “hat kesme” cihazı ve “helikopter” gösterge ile donatılmış aktüatör	104
Şekil 6.14 Bir “tork sınırlandırma cihazı” ve gaz depolama tankı ile donatılmış aktüatör ...	105
Şekil 6.15 GPO sistem şeması	105
Şekil 6.16 Sistemin otomatik kapanması	107
Şekil 6.17 El kumandalı kapama	108
Şekil 6.18 El kumandalı açma	109
Şekil 6.19 Scada sistemi.....	114
Şekil 6.20 RTU	115
Şekil 6.21 Telli haberleşme	116
Şekil 6.22 Telsiz haberleşme	116
Şekil 7.1 Hasara uğrayan diyafram görüntüsü.....	124
Şekil 7.2 Hasara uğrayan kalın modül görüntüsü.....	124
Şekil 7.3 Hasara uğrayan kalın modül görüntüsü.....	125
Şekil 7.4 Hasara uğrayan ince modül görüntüsü	125
Şekil 7.5 Hasara uğrayan diyafram görüntüsü.....	126

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Ülkeler itibarıyla doğal gaz rezervleri	9
Çizelge 2.2 Belli başlı ülkeler itibarıyla doğal gaz üretimi, tüketimi, ihracatı ve ith.	13
Çizelge 2.3 Halen doğalgaz kullanan ve 2005 yılına kadar kullanacak iller.....	15
Çizelge 2.4 Doğalgazın bileşimi	17
Çizelge 5.1 Şema üzerindeki renklere göre kaçak testi uygulanan bölgeler	87



ÖNSÖZ

Basınç düşürme ve ölçüm istasyonları, gaz işletmeciliğin temel konularındandır. Gazın kullanıcıya en uygun basınç ve debide verilebilmesi için uygun basınç düşürme yöntemlerinin uygulanması gereklidir. Burada basınç düşürme olayından çok basıncın düzenlenmesi (regülasyon) söz konusudur. Amaç, gazın çıkış basıncının öngörülen değerde sabit tutulmasıdır. Regülatörlerin devre dışı kalmaması ve gaz yokluğunun yaşanmaması için şebeke basınçları mutlaka uygun değerlerde olmalıdır.

Bu tezde basınç düşürme yöntemleri, bölge, müşteri ve servis regülatörleri teknik boyutlarıyla incelenmiş, regülasyon sisteminde karşılaşılan problemler ve çözüm metotları araştırılmış; ayrıca çelik hatlarda gaz akışını kontrol etmeye yarayan aktüatör sistemi ve şebeke basınçlarının uzaktan kontrol edilebildiği scada sistemi de genel olarak ele alınmıştır. Ayrıca sismik hareketi algılayarak gaz otomatik olarak kesen deprem vanaları ile ilgili standartlar incelenerek bazı sonuçlar elde edilmiştir.

Tezin hazırlanmasında her türlü teşvik ve desteği veren hocam sayın Prof. Dr. İsmail TEKE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım boyunca bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen İGDAŞ personeline teşekkürlerimi sunarım.

Serhat ŞAHİN
2002

ÖZET

Doğalgaz şebekesinde basınç düşürme işlemi, gaz akışı sınırlandırılarak gerçekleştirilir. Basıncın düşürülmesi regülatör denilen cihazlar vasıtasıyla gerçekleştirilir.

Hassasiyetlerine göre regülatörler ikiye ayrılırlar: Direkt etkili regülatörler ve pilot etkili regülatörler. Direkt etkili regülatörlerde diyafram üzerine etkiyen kuvvet ağırlıkla, yayla veya pnömatik basınçla elde edilir. Pilot etkili regülatörlerde çıkış basıncı, pilot rölelerle sağlanan pilot basıncıyla düşürülür.

Çelik şebeke tarafından taşınan gaz 20 bar basınç altında regülatör istasyonlarına girer ve basıncı 4 bara düşürülerek polietilen dağıtım hatlarına gönderilir, servis regülatörleriyle ikinci kez basıncı düşürülüp (21 ve 300 mbar basınçta) tüketime sunulur.

Şebeke üzerinde kurulan kontrol sistemleriyle gaz akışı ve basınçları kontrol edilmektedir. Aktüatörler, yerinden veya uzaktan kumanda ile acil durumlarda çelik hatlarda vana odalarındaki vanaya kumanda ederek gaz akışını kesmeye yarayan sistemlerdir. Scada, uzaktan kontrol, gözlem ve veri işleme sistemidir. Deprem vanaları, sismik hareketi algılayarak bina girişinden önce gaz akışını keserler.

Bu tezde gaz işletmeciliğinin temel taşlarından biri olan basınç düşürme yöntemleri, bölge, müşteri, servis regülatörleri ve domestik regülatörleri detaylı olarak incelenmiş aktüatör sistemi, scada sistemi ve deprem vanaları ise genel olarak işlenmiştir.

Teze ağırlıklı olarak konu olan bölge, müşteri ve servis regülatörleri; bir bölge veya mekandaki evsel, ticari ve sanayi gaz kullanıcılarına temin edilen gazın debi ve basınç ayarını yapıp ölçüm imkanı veren cihazlardır.

Bu kapsamda; söz konusu cihazların çalışma prensipleri ve teknik özellikleri incelenmiş, basınç düşümü ve regülatörde akış konularında teknik ve teorik açıklamalarda bulunulmuş, regülasyon sistemlerinin işletilmesi esnasında karşılaşılan çeşitli problemler ve bu problemlerin çözümü ile ilgili hangi metotların uygulanabileceği araştırılmıştır. Ayrıca deprem vanaları ile ilgili yerli ve yabancı standartlar incelenmiş ve bazı sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Doğalgaz, basınç düşürme, regülatör, aktüatör, deprem vanası

ABSTRACT

We have been realizing the procedure of pressure reduction in natural gas networks by limiting the gas flow. Pressure reduction is realized via an apparatus called regulator.

The regulators are divided into two depending on their sensitivity. The regulators with a direct effect, and those with a pilot effect. In the regulators with a direct effect, the force acting on diaphragms is obtained by means of weight, bow or pneumatic pressure. In those with a pilot effect, coming out pressure is reduced by the pilot pressure, which is provided by the pilot convertor.

Under 20 bar pressure, gas carried by a steel network, enters into regulator stations and its pressure is reduced to 4 bars before being sent to the polyethylene distribution lines. The pressure of the gas is reduced (in 21 and 300mbar pressure) by service regulators for the second time.

Gas flow and pressure are controlled via control systems established on network. Actuators are the systems, which are useful to cut the gas flow in urgent cases from its place or by remote control by controlling the valve in control rooms being present in steel lines. Scada is the system of remote control, observation and data processing.

Earthquake valves cut the gas flow by perceiving the seismic action.

This research studies depressurizing methods -one of the basics of the gas distribution business-, regional, customer, service and domestic regulators in detail, and the actuator system, scada system and earthquake valves in general.

Regional, customer and service regulators -the focus of this thesis- are devices that allow calibrate the flow and pressure of and measure the gas supplied to the domestic, commercial and industrial users in a region or a locality.

In this regard; operation principles and technical features of said devices are examined, technical and theoretical explanations are made about subjects like depressurizing and flow in the regulator, and the some problems encountered during the operation of regulation systems and the methods to solve such problems are studied. Further, national and international standards relating to earthquake valves are compared and some conclusions are made.

Key words: Natural gas, pressure reduction, regulator, actuator, earthquake valve

1. GİRİŞ

Ondokuzuncu yüzyıl sonlarında başlayıp yirminci yüzyılın ilk yarısında hızlanan bilimsel ve teknolojik gelişmeler sayesinde hayat standardı yükselmiş bunun sonucunda büyük çapta enerji ihtiyacı doğmuştur. Önceleri kapsamlı düşünülmeden kolaycılık yapılarak çevre dostu olmayan yakıtlarla karşılanmaya çalışılan enerji ihtiyacı giderek riskli, problemli ve kirletici olmuştur. Hava ve suyun kirlenmesine, iklim değişimlerine neden olan ekolojik felaketlerden sonra ise temiz ve çevreyle barışık yakıtlara yönelinmiştir. Bu uzun süreç içerisinde enerjinin insan yaşamına olan maliyeti sorgulanmış ve sonunda İstanbul'un gündemine çağdaş ve temiz enerji olarak doğalgaz girmiştir. Ancak bundan sonra geçmişte tüm maddi yaşam koşullarını etkileyen hava kirlenmesi önlenmiş ve gelecekte ortaya çıkabilecek zararlar da önemli ölçüde azaltılabilmektedir.

Doğalgazın tüketileceği yere taşınması, projelendirilmesi ve uygulamasının yapılması aşamalarında çok yoğun olarak mühendislik çalışmalarına gereksinim duyulmuştur. Bu temiz enerji kaynağının ülkemizde uygulamasının yeni olması nedeniyle çeşitli mühendislik disiplinlerinden gelmiş sektör çalışanları arasında farklı çözümler üretilmiştir

Mevcut teknolojinin doğru ve verimli kullanılması, gerek şirket gerekse milli servet açısından önem arz etmektedir. Konunun ekonomik boyutunun yanı sıra, gaz işletmeciliği yönünden, daha da önemlisi, malzeme ve ekipmanın bilinçli kullanılmamasının istenmedik olayların vuku bulmasına da sebep olabileceğidir.

Bu açılarından bakıldığında, gazın aboneye kesintisiz ve emniyetli bir biçimde ulaştırılması için şebeke malzeme ve ekipman fonksiyonlarının, regülasyon sistemlerinin iyi bilinmesi, doğru olarak kullanılması ve bakımlarının uygun olarak yapılması gerekmektedir.

Bu düşüncelerle hazırlanan bu tezde gaz işletmeciliğinin temel taşlarından biri olan basınç düşürme yöntemleri, bölge, müşteri, servis regülatörleri ve domestik regülatörleri detaylı olarak incelenmiş aktüatör sistemi, scada sistemi ve deprem vanaları ise genel olarak işlenmiştir.

Teze ağırlıklı olarak konu olan bölge, müşteri ve servis regülatörleri; bir bölge veya mekandaki evsel, ticari ve sanayi gaz kullanıcılarına temin edilen gazın debi ve basınç ayarını yapıp ölçüm imkanı veren cihazlardır.

Bu kapsamda; söz konusu cihazların çalışma prensipleri ve teknik özellikleri incelenmiş, basınç düşümü ve regülatörde akış konularında teknik ve teorik açıklamalarda bulunulmuş,

regülasyon sistemlerinin işletilmesi esnasında karşılaşılan çeşitli problemler ve bu problemlerin çözümü ile ilgili hangi metotların uygulanabileceği araştırılmıştır. Ayrıca deprem vanaları ile ilgili yerli ve yabancı standartlar incelenmiş ve bazı sonuçlar elde edilmiştir.

1.1 Tanımlar

Tez içinde bahsi geçen bazı kavramlara ilişkin tanımlar aşağıda verilmiştir:

BOTAŞ: Boru Hatları ile Petrol Taşıma A. Ş. Sözcüğünün kısaltmasıdır. Ülkemizin ihtiyacı olan petrol ve gaz alımı, alımlarla ilgili sözleşmelerin yapılması, ürünlerin taşınması, depolaması ve müşterilere ulaşmasını sağlamak için gereken alt yapı ve projelendirme çalışmalarının gerçekleştirilmesi aktivitelerini yapar. Bir devlet kuruluşudur. İGDAŞ, BOTAŞ'ın en büyük müşterilerinden birisidir.

Bölge regülatör istasyonu: Çelik taşıyıcı hatlar ile istasyon girişine kadar getirilen 20 bar basınçlı doğalgazı 4 bar basınca düşürerek PE dağıtım hatlarına veren, uluslararası standartlara göre üretilmiş ünitelerdir. Basınç düşümünün sağlanması için ve istenen değerde tutulması için değişik marka ve kapasitede regülatör bulduran, güvenli ve sürekli akış sağlanması için emniyet mekanizmaları ile donatılmış ve kapalı kabin şeklinde uygun noktalara yerleştirilmiş enstrümanlardan oluşmuşlardır.

Branşman: Dal, bölüm, kol. Mevcut çelik ya da polietilen doğalgaz hattından yararlanarak gaz şebekesini geliştirmek amacı ile yeni bir ayırım noktasına bağlantı yapmak.

By-pass: Yan geçit, paralel devre. Doğalgaz dağıtım tekniği, müşteriye gazın kesintisiz ulaşması esası üzerine şekillenmiştir. Ancak, çalışan şebeke üzerinde acil arıza halleri dışında yapılacak bir takım işlemler sırasında gaz akışının sürekli olmasını sağlamak için By-pass devreleri oluşturulur. Bu devreleri PE ve çelik şebeke üzerinde yapmak mümkündür. Bazı by-pass devreleri özel ekipmanlar gerektirirken, bazı devreler daha basit olarak, PE boru ya da basınca dayanıklı hortumlar ile yapılabilir.

Çelik hat: 4"-30" çaplarında st 35-8 düşük karbonlu çeliklerden spiral ve düz dikişli imal edilmiştir. Borular PE izolasyon malzemesi ile kaplanmıştır. 12 ve 14 m uzunluğundaki borular kaynak ağzı açılmış olarak teslim alınır. Boru seçimi, imalatı, montajı ve testleri API 5L Gr B standardına göre gerçekleştirilir.

Çelik vana: Çelik şebeke üzerine ve işletim tesislerine yerleştirilerek sistemi güvenli kılmak

ve gaz akışını kontrol altında tutmak üzere dizayn edilmiş vanalardır. Ağırlıklı olarak kullanılan küresel vanaların yanı sıra kelebek ve sürgülü vana tipleri de çalışmaktadır.

Dağıtım hattı: Bölge regülatör istasyonlarından 4 bar basınçta çıkan gazı servis hatlarına kadar taşıyan, 63, 110 ve 125 mm. çaplarında dizayn edilmiş, ilgili boru çaplarında gömülü PE vanalarla kumanda edilen şebeke tesisleridir. Bölge regülatör çıkışlarındaki kısa metrajlı çelik borular da dağıtım hattı olarak değerlendirilir.

Diferansiyel manometre: Bölge ve müşteri regülatör istasyonlarının önemli ünitelerinden olan filtrelerde, her hangi bir nedenle oluşan (genellikle kirlilik) direnci gösteren manometrelerdir. Direnç sonunda oluşan basınç farkının pistonu hareket ettirmesi ve kırmızı ile siyah renkten oluşan iki ibrenin ulaşılan direnç değerini göstermesi prensibi ile çalışır. 0-600 mbar ve 0-1000 mbar aralıklı olabilir.

Diyafram: İki bölgeyi birbirinden ayıran ince zar. Birbirinden ayırdığı iki bölümün hareketlerini birbiriyle ilişkilendiren makine elemanıdır. Regülatör çıkış ve giriş basınçlarındaki değişimler sinyal boruları aracılığıyla diyaframın üzerine gelir. Diyafram üzerine gelen basınç kuvvetlerindeki değişimlerin etkisiyle yaptığı hareket sırasında çıkış kanalını daraltmak, açmak, kapamak suretiyle çıkış basıncını ayarlar.

Doğalgaz ayrıştırması: Propan ve Bütan gazlarının elde edilmesi için uygulanan yöntemlerden biridir. Doğalgaz içerisinde bulunan gazların elde edilmesini amaçlamaktadır. Petrolden bu gazların elde edilmesi daha kolay ve ucuz olduğu için doğalgaz ayrıştırması sık kullanılan bir yöntem değildir.

Domestik regülatör (Ara düşürücü): Dahili, domestik tesisat üzerine ve ana kesme vanasından hemen sonra yerleştirilen, servis regülatöründen 300 mbar basınçta gelen gazı 21 mbara düşürerek kolon hattını takiben daire içi tesisatlara gönderen regülatörlerdir. Direk geçişli ve emniyet mekanizmalı tipleri kullanılmaktadır. Özel durumlarda 21 mbardan daha yüksek basınçlara ayarlanması da mümkün olduğundan proje çalışma basıncı set edildikten sonra mühürlenmelidir.

İstasyon: Geçici ya da sürekli olarak kullanılmak üzere ayrılan ve yapılacak iş ya da eyleme göre donanımlı hale getirilen yer, nokta.

Kalorifik değer (ısı değeri): Bir yakıtın birim miktarının tam yanması sonucunda oluşan ısı miktarıdır. 1013 mbar basınç ve 15 °C sıcaklıkta 1 m³ doğalgaz uygun şartlarda yakıldığında 8250 Kcal enerji açığa çıkartır.

LNG: “Liquified Natural Gas” (Sıvılaştırılmış Doğalgaz) sözcüklerinin baş harfleridir. Doğalgaz atmosferik şartlarda -163°C 'nin altında soğutulduğu zaman sıvılaşmakta, hacmi 600 kat daha küçüldüğü için özel olarak imal edilmiş gemilerle kolaylıkla taşınmaktadır

Merkezi kontrol: Bir şebekenin tamamının veya bir bölümünün, bütün veya bazı fonksiyonlarının bir merkezden kontrol edilmesidir. Bazı kontrol ünitelerinde kontrolün yanı sıra kumanda işlemleri de yapılmaktadır.

Müşteri istasyonu: Smaı ya da ticari amaçlı abonelere tahsis edilen, genellikle yüksek gaz çekişinin gerçekleştiği regülatör istasyonları.

Pilot basınç: Pilotlu tip regülatörlerde çalışma basıncına 2 bar ilave edilerek ayarlanır.

Pilot manometre: Pilotlu tip regülatörlerde pilot sistem basıncının izlenebildiği manometre.

Pnömatik test: Basıncı hava kullanılarak yapılan test işlemlerinin tümü.

Regülatör: Gaz basıncının belirli bir değerde veya belirli sınırlar içinde tutulmasını sağlayan düzenleyici aygıt. Düzengeç, ayarlayıcı, basınç düşürücü valf.

Servis hattı: Dağıtım hatlarından 4 bar olarak geçen doğal gazın, abonelere kullanabilecekleri bir basınçta ve mesafeye taşınması gerekmektedir. Bu amaçla aboneye olabildiğince yakın yerlere servis kutusu denilen, içerisinde istenilen basıncı vermeyi sağlayan bir regülatörün bulunduğu sistemlerin montajı gerekmektedir. Bu amaçla dağıtım hattından servis kutusuna çekilen bağlantıya servis hattı denir.

SCADA: İngilizce, “Supervisory Cable And Data Acquisition” sözcüklerinin kısaltmasıdır. Uzaktan kontrol, gözlem ve veri işleme sistemi olarak ifade edilebilir.

Skid: Şasi, müşteri regülatör istasyonlarının yerleştirildiği konstrüksiyona verilen isim.

Slam-shut : Regülatör sistemlerine akuple edilen ve emniyet amaçlı mekanizmalar. Basınç dalgalanmalarının ayarlanan limitlere ulaşması durumunda emniyet kapama vanalarını harekete geçirerek sistemi korurlar.

Solenoid: Elektromanyetik subap, manyetik subap. Bir gazın yada sıvının akışını kontrol etmek için kullanılır. Hareketli bir piston taşıyan bir borunun etrafına yerleştirilen bir tel bobinden akım geçtiğinde oluşan manyetik alan pistonu borunun içine çekerek valfi açıp (veya kapatıp) akışı kontrol eder.

Şebeke: Birbiriyle alakalı, ağ gibi yayılmış hat veya yolların meydana getirdiği sistem.

Tork: Devir meydana getiren kuvvet, dönme momenti, burulma momenti.

Pig: Doğalgaz hattını işletmeye alma öncesi döküntü ve su gibi bileşenlerden temizlemek için kullanılan, boru hattı içinde ilerleyen ve çeperlerdeki parafinleri kazımakta da kullanılan ekipman.

Blow down vana: Vana odalarının içerisinde ana vana grubu ile birlikte bulunan ve basınç boşaltma, devreye alma ve devreden çıkarma işlemlerinde kullanılan ünitelere blow down denir. Bu üniteler sistemin kontrol altında tutulması amacı ile vana şeklinde düzenlenir.



2. DOĞALGAZ GENEL BİLGİLERİ

2.1 Yanabilen Gaz Gruplarına Giriş

Yanabilen gazların evsel ve sanayi tüketiminde ağırlıklı olarak kullanılanları üç grup altında incelenebilir:

2.1.1 Şehir gazı (hava gazı)

Kömürün destilasyonu (toz halde taş kömürün ısıtılarak koklaştırılması sırasında uçucu maddelerinin alınması işlemi) ve petrol ürünlerinin kromajından (kömürden elde edilen gazın kalorifik değerinin artırılması için sıcak ortamda pülverize mazot ile zenginleştirilmesi işlemidir) elde edilen bir gaz türüdür. Hava gazı, bünyesinde CO bulundurduğu için zehirlidir. Hızlı yanabilen bir gazdır. Kalorifik değeri $3900-5600\text{Kcal/Nm}^3$ mertebelerinde değişiklik gösterir.

2.1.2 Sıvılaştırılmış petrol gazları (LPG)

Ticari propan ve bütan gazlarıdır. Petrol rafinajı ya da doğalgaz ayrıştırması ile elde edilirler. Petrolün rafinasyonu sonucu sıvılaştırma yöntemi daha yaygın ve ekonomiktir. Sıcaklık etkisi olmaksızın basınç altında kolayca sıvılaştıkları için basınçlı tüp ve tanker ile taşıyıp depolanabilir. Propan, 25 Kwh/Nm^3 (21.500 Kcal/Nm^3), bütan ise 36 Kwh/Nm^3 (31.000 Kcal/Nm^3) kalorifik değerlere sahiptir. Yanmaları sırasında CO_2 ve az miktarda CO gazı çıkışı oluşur.

2.1.3 Doğal gaz

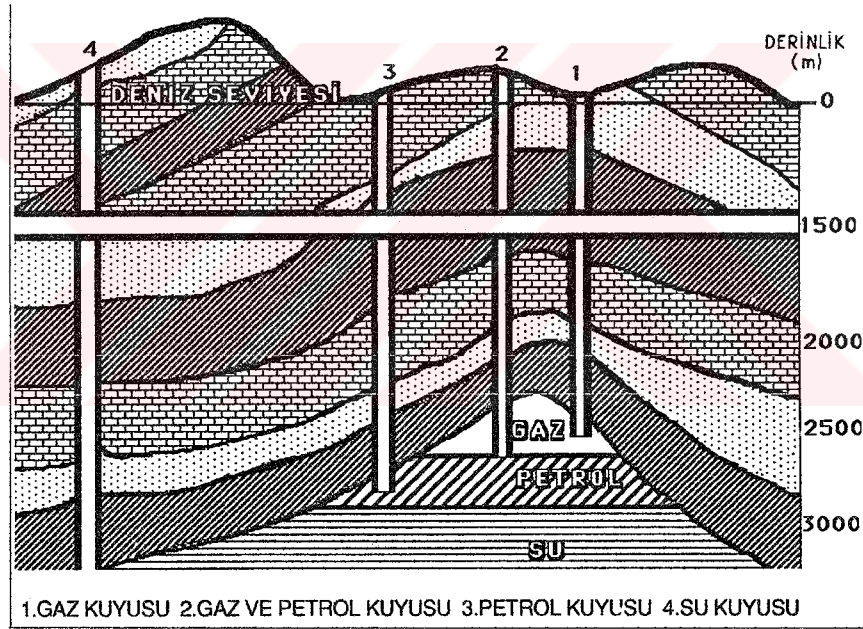
Yer altından çıkartılır, genellikle petrol yatakları ile birlikte bulunur. Ağır hidrokarbonlar, nem ve sülfür bileşiklerinden ayrıştırılarak kullanıma sunulur. Yavaş yanan bir gaz türüdür. Tür ve üretim noktalarına bağlı $8200-10300\text{ Kcal/Nm}^3$ değerlerinde kalorifik kapasiteye sahiptir.

Milyonlarca yıl önce denizde yaşayan mikroskobik canlılar ölmüş ve okyanusların altında kıta kenarlarında birikmiştir. Bu birikintiler, zamanla küçük taşlarla ve bitkilerle karışıp yeni bir katman oluşturmuştur. Bu şekilde doğal gaz ve petrol oluşumu başlamıştır. Oluşan doğal gaz bulunduğu yerdeki boşluklarda yukarı doğru yükselmiş, bu yükselme geçirgen olmayan tabakaya ulaşınca kadar devam etmiştir. Geçirgen olmayan tabakalar arasında sıkışmış olan doğal gaz bekleyişini, teknik olarak kullanımı başlayana kadar sürdürmüştür.

Doğal gaz petrolden hafif olduğu için petrolün üstündeki katmanda bulunan boşlukları doldurmaktadır. Alt tarafta petrol ve en altta da tuzlu su bulunur.(Bkz.Şekil 2.1).Doğal gaz, petrolün üstündeki katmanlarda bulunabileceği gibi petrolün sürüklenmesi sonucu yalnız olarak da bulunabilir.

Doğal gaz, insanlar tarafından yüzyıllardır bilinmektedir.Günümüzden 5000 yıl önce ateşe tapan insanların (Mecusilerin) taptıkları sönmeyen alev doğal gazdı. Ayrıca doğal gazın günümüzden 3000 yıl önce Çin’de bambu boruları ile taşınarak tuz üretiminde kullanıldığı bilinmektedir.

Doğal gazda modern üretim ve tüketim tekniklerine ilk olarak A.B.D.’ de rastlanmaktadır. Yeryüzüne yakın kaynaklardan elde edilen doğal gaz, borularla tüketim yerlerine taşınarak şehir aydınlatmasında kullanılmıştır. İnsanlar tarafından yüzyıllardır bilinen doğal gazın yaygın olarak kullanımı ise 1973 petrol krizinden sonra gerçekleşmiştir. (BOTAŞ, 1996)



Şekil 2.1 Doğalgaz kaynağının keşfi (kaynak:botaş)

2.2 Dünyada Doğal Gaz

OPEC ülkelerinin,1973 yılında petrol fiyatlarına yaklaşık olarak %370 zam yapması,insanları birincil enerji kaynaklarından biri olan doğal gaz kullanımına yöneltmiştir.

Doğal gazın tüketim alanının genişlemesine paralel olarak, yeni doğal gaz kaynağı arayışları hızlanmış, üretim teknikleri geliştirilmiş ve kayıplar azaltılmıştır. Alternatif enerji kaynakları

arayışları, var olan doğalgaz rezervlerine yenilerinin eklenmesine ve tüketimin giderek yaygınlaşmasına neden olmuştur. Günümüzde bilinen doğalgaz rezervleri yaklaşık 150 trilyon m³ düzeyindedir. Belirlenen doğalgaz kaynaklarına çeşitli sondaj teknikleri yardımı ile ulaşılır. Sondaj kuleleri kullanılarak yer yüzüne çıkartılan doğalgaz, temizleme ve kurutma işleminden geçirildikten sonra boru hatları ile basınç altında taşınarak uzak mesafelerdeki tüketim noktalarına ulaştırılır.

2.3 Dünya Doğal Gaz Rezervleri, Tüketimi Ve Muhtemel Gelişmeler

Tüketimi hızla artış göstermekte olan doğal gazın dünya enerji kaynakları tüketimi içerisindeki payı da yükselmektedir. 2020 yılına kadar doğal gaz tüketiminin 4.72 trilyon m³ e ulaşması beklenmektedir. 1980 yılında 1.5 trilyon m³ olan tüketim, 1997 yılı itibarıyla 2.3 trilyon m³ seviyesindedir.

Dünyada doğal gaz talebi Ortadoğu ve Afrika dışında hızla artma eğilimindedir. Asya'daki gelişmekte olan ülkeler ile Güney ve Orta Amerika'da yüksek oranlı doğal gaz talep artışı beklenmektedir. Ayrıca, önümüzdeki dönemde gelişmekte olan ülkelerde de hızlı bir talep artışı öngörülmektedir.

Doğal gaz elektrik üretiminde giderek artan oranda kullanılmaktadır. 2020 yılına kadar, elektrik enerjisi üretimi için kullanılan doğal gaz miktarının toplam doğal gaz tüketiminin %33'üne ulaşması beklenilmektedir. Doğal gaz, santrallerde ekonomik olarak türbinlerin etkinliğini sağlamasının yanı sıra çevre etkileri nedeniyle de tercih edilmektedir. Doğal gaz yakıldığında, kömür ve petrole göre daha az sülfür dioksit, karbon dioksit ve atık açığa çıkmaktadır.

Gelişmiş ülkelerde doğal gaz yıllık tüketim artışının diğer yakıtlara göre yüksek olduğu görülmektedir. 2020 yılına kadar yıllık artışın %2,1 oranında olması beklenmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde de benzeri gelişim izlenmektedir. 1997 yılı itibarıyla gelişmekte olan ülkelerde doğal gaz tüketiminin toplam enerji kullanımındaki payı dünya ortalaması olan %22 oranının altında %14 oranında bulunmaktadır. Ancak önümüzdeki dönemde bu ülkelerdeki yıllık gaz tüketiminin %5,6 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Bu ülkelerde doğal gaz enerji üretiminin yanı sıra ısıtma ve endüstri yakıtı olarak kullanılmaktadır.

Dünya'da bulunan doğal gaz rezervleri son yirmi yılda %100 oranında artış göstermiştir. 2000 yılı Ocak ayı itibarıyla dünya doğal gaz rezervlerinin 145.7 trilyon m³ olduğu tahmin edilmektedir. Son yirmi yılda rezerv artışları Eski Sovyet Cumhuriyetlerinde, Ortadoğu,

Güney ve Orta Amerika ile Asya Pasifik bölgelerindeki ülkelerde görülmüştür. En önemli artışlar 934 milyar m³ ile Afrika kıtasında Cezayir ve Mısır'da ve 113 milyar m³ ile Asya Pasifik bölgesinde görülmüştür.

Dünyada doğal gaz kaynaklarının bölgesel dağılımına bakıldığında rezervlerin petrole göre daha geniş bir alanda dağıldığı görülmektedir. Ortadoğu Bölgesi petrol rezervlerinin %65'ine sahip olduğu halde doğal gaz rezervlerinin %34'üne sahip bulunmaktadır. Sınırlı petrol rezervlerine sahip bazı bölgeler doğal gaz kaynaklarının daha büyük bir kısmına sahiptirler.

Bölgeler itibarıyla rezerv/üretim oranına ilişkin bilgiler ise aşağıda yer almaktadır. Söz konusu oran rezervlerin kullanım süresini göstermektedir. Bölgelere göre rezervlerin ömrü aşağıdaki gibidir:

Ortadoğu ve Afrika: 100.0 yıl

Eski Sovyet Cumhuriyetleri: 83.4 yıl

Güney ve Orta Amerika: 71.5 yıl

Kuzey Amerika: 11.4 yıl

Avrupa: 18.3 yıl

Dünya için söz konusu oran ortalama 63.4 yıldır. Bu oran petrol için ise 41 yıl seviyesindedir. Doğal gaz kaynaklarının ülkeler itibarıyla dağılımı aşağıda gösterilmektedir.

Çizelge 2.1 Ülkeler itibarıyla doğal gaz rezervleri (kaynak: ABD enerji bakanlığı)

Ülke	Trilyon m ³	Toplam Rezerv İçerik Payı %
Dünya	145.7	100.0
Üretici 20 Ülke	129.4	88.8
Rusya Federasyonu	48.1	33.0
İran	22.9	15.8
Katar	8.5	5.8

B.A.E	6.0	4.1
Suudi Arabistan	5.7	4.0
ABD	4.6	3.2
Cezayir	4.5	3.1
Venezüella	4.0	2.8
Nijerya	3.5	2.4
Irak	3.1	2.1
Türkmenistan	2.8	2.0
Malezya	2.3	1.6
Endonezya	2.0	1.4
Özbekistan	1.8	1.3
Kazakistan	1.8	1.3
Kanada	1.8	1.2
Hollanda	1.7	1.2
Kuveyt	1.4	1.0
Çin	1.3	0.9
Meksika	0.8	0.6
Diğer Ülkeler	16.2	11.0

Söz konusu tabloda da görüleceği üzere, tabloda yer alan 20 ülke dünya rezervlerinin %88,8'ine sahiptir. Rusya Federasyonu ise %33 ile ilk sırada yer almaktadır.

Bölgesel Gelişmeler:

Kuzey Amerika: ABD ve Kanada'da doğal gaz tüketiminin 1997-2020 yılları arasında yıllık

%1.6, Meksika'da ise %2.4 oranında artması beklenmektedir. Artışta, elektrik enerjisi üretimi etkili olmaktadır. Kanada doğal gaz üretiminin %55'i ABD'ye ihraç edilmektedir (84.9 milyar m³). Bu miktar ABD doğal gaz tüketiminin %14'üne tekabül etmektedir. 2005 yılına kadar Kanada'nın ABD pazarındaki payının %18.4'e yükselmesi beklenilmektedir. Kanada'da ve Kanada ile ABD arasında yeni boru hatları inşaatları devam etmekte olup 2000 yılı sonuna kadar iki ülke arasında 5 yeni hattın tamamlanması ile 1 hattın modernize edilmesi beklenmektedir. Söz konusu hatların inşası Batı Kanada'daki rezervlerin piyasaya arz edilmesine imkan sağlayacaktır.

Batı Avrupa: Avrupa gaz rezervleri toplam dünya rezervlerin %5'inden az olup genel olarak Hollanda, Norveç ve İngiltere'de yer almaktadır. Avrupa'nın gaz ihtiyacının 1/3'ü bölge dışından eski Sovyetler Birliği Ülkeleri ve Cezayir'den sağlanmaktadır. Talep artışı özellikle Almanya, Yunanistan, Portekiz, İtalya, İspanya, Finlandiya, Belçika ve Danimarka'da görülmektedir. Batı Avrupa gaz tüketiminin yılda %2,9 oranında artarak 2020 yılına kadar 733 milyar m³'e ulaşması beklenmektedir.

1997-2020 döneminde Eski Sovyet Cumhuriyetlerindeki tüketimin yıllık %2.1 diğer Doğu Avrupa Ülkelerinde ise yıllık %5.6 oranında artması beklenilmektedir.

Orta ve Güney Amerika: Bölgedeki gaz rezervleri toplam dünya rezervlerinin %5'inden daha az seviyededir. Doğal gaz üretim, tüketim ve ticareti sınırlı durumdadır. 1997 yılı itibarıyla bölgedeki toplam üretim 82.1 milyar m³ tür.

Asya: Doğal gaz tüketiminin 2020 yılına kadar yıllık %5,6 oranında artması beklenmektedir. 1997 yılı dikkate alındığında tüketimin bölgede 252 milyar m³ olduğu tahmin edilmektedir. 2020 yılında ise bu miktarın 891 milyar m³ olması beklenmektedir.

Japonya dünyada en önemli sıvı doğal gaz ithalatçısı konumundadır. 1998 yılı itibarıyla tüketim 67.9 milyar m³ tür. Japonya doğal gaz ithalatının önemli kısmını Güneydoğu Asya Ülkelerinden gerçekleştirmektedir. Endonezya ve Malezya ihracatçı ülkeler durumundadır. İthalattaki muhtemel artış Japonya'nın ekonomik durumu ile yakından bağlantılıdır. Uzun vadede talepte yavaş bir artış beklenmektedir. Malezya ve Endonezya ile doğal gaz temini konusunda anlaşmaları mevcuttur.

Avustralya ise bölgede büyük bir doğal gaz tüketicisi olmamakla birlikte sıvı doğal gaz ihracatçısı durumundadır. Rezervleri ülkenin kuzeybatısında yer almakta ve 608.8 milyar m³ olduğu tahmin edilmektedir. Papua Yeni Gine'den boru hatlarıyla gaz ithali konusunda çalışmalar bulunmaktadır.

Çin ve Hindistan bölgedeki tüketiminin %15'ini gerçekleştirmekle birlikte bu ülkelerin taleplerinde de artış beklenilmektedir.

Dünyanın en büyük sıvı doğal gaz ihracatçısı Endonezya ise Tayvan ve Güney Kore'ye doğal gaz ihraç etmektedir. Malezya ve Tayland arasında ise kaynakların ortak değerlendirilmesi konusunda çalışmalar mevcut olup Tayland'daki Songkhla'dan Malezya'daki Kedah bölgesine boru hattı yapılması projelendirilmiştir.

Ortadoğu: Bölge dünyanın ikinci büyük rezerv alanıdır. İran, Katar ve BAE önemli rezervlere sahiptir. Ancak, tüketim bölgede oldukça düşük düzeydedir.

Katar'ın kuzey bölgesinden Abu Dhabi, Dubai ve Oman'a gaz nakli için boru hattı yapılması planlanmakta olup inşaatın 2000 yılında başlaması, hattın ise 2003 yılında tamamlanması beklenmektedir.

Suudi Arabistan ise gaz altyapısını güçlendirmek için 4 milyar \$ tutarında bir program başlatmıştır. Gazın Riyad'daki enerji santrallerinde kullanılması planlanmaktadır. Gaz halen bilinen 80 alandan 10 tanesinden çıkarılmaktadır.

Afrika: Afrika'daki rezervler toplam rezervlerin yaklaşık %8'i civarındadır. Afrika'nın gaz tüketiminin %70'i ile üretimin %80'inden fazlası Cezayir ve Mısır tarafından gerçekleştirilmektedir. Cezayir üretimin %70'ini boru hattı ve sıvılaştırılmış doğal gaz tankerleri ile ihraç etmektedir. Afrika'da doğal gaz en az tüketilen yakıt durumundadır. Söz konusu durumun bölgedeki ekonomik gelişmeyle yakından ilgisi bulunmaktadır. Doğal gaz elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Toplam gaz kullanımı 1997 yılı itibarıyla 50.9 milyar m³.

Ülkemizde durum: Doğal gaz üretimi ülkemizde 566 milyon m³ tür. 14 doğal gaz havzasından temin edilmektedir. Üretim toplam doğal gaz ihtiyacının %5'ini karşılamaktadır. Doğal gaz tüketimi ise 10,5 milyar m³ tür. Önümüzdeki dönemde, doğal gaz talebinin hızlı biçimde artacağı ve 2010 yılında ülkemiz ihtiyacının 55 milyar m³ olacağı tahmin edilmektedir. Doğal gazın enerji santrallerinde ve endüstride kullanımının artması beklenmektedir.

Doğal gazın birincil enerji kaynakları tüketiminde 1995 yılında %10 olan payı 1999 yılında %15.2 olmuştur. 2005 yılında ise %27.5 olacağı tahmin edilmektedir.

Doğal gaz tüketiminin sektörel dağılımına bakıldığında elektrik sektörü % 59.9, sanayi %21, konut ve hizmetler ise %18.9 oranında pay almaktadır. 2005 yılı itibarıyla söz konusu dağılımın sırasıyla %50.4, %29.5 ve %19.9 olması beklenmektedir.

Ülkemiz doğal gaz ithalatının önemli kısmını Balkanlardan gelen boru hattı yoluyla Rusya Federasyonu'ndan gerçekleştirmektedir. Cezayir ve Nijerya'dan sıvılaştırılmış doğal gaz ithalatı da yapılmaktadır. Ülkemiz doğal gaz ithalatını gerçekleştirdiği kaynakları çeşitlendirmek amacıyla İran, Mısır Arap Cumhuriyeti, Türkmenistan ve Irak ile de anlaşmalar yapmış bulunmaktadır.

Sonuç olarak, dünyadaki doğal gaz tüketiminin önümüzdeki yirmi yılda 1990'lı yılların ikinci yarısındaki seviyenin iki katına çıkacağı tahmin edilmekte, tüketim artışının özellikle gelişmekte olan ülkelerde belirgin olacağı, doğal gazın elektrik santrallerinde kullanımının artacağı ve ülkelerin ithal kaynaklarını çeşitlendirme yönündeki çalışmalarının yoğunluk kazanacağı anlaşılmaktadır. (foreigntrade, 2001)

Çizelge 2.2 Belli başlı ülkeler itibarıyla doğal gaz üretimi, tüketimi, ihracatı ve ith. (1998)
(kaynak: ABD enerji bakanlığı)

ÜLKELER	ÜRETİM milyar m ³	TÜKETİM milyar m ³	İHRACAT milyar m ³	İTHALAT milyar m ³
Rusya Federasyonu	591.8	393.6	198.2	
ABD	529.5	605.9		96.2
İran	53.8	50.9	2.8	
Katar	19.5	14.7	4.7	
BAE	37.1	30.2	6.8	
Suudi Arabistan	46.7	46.7		
Cezayir	73.6	19.8	53.8	
Kanada	169.9	84.9	84.9	
İngiltere	90.6	87.5	1.9	
Almanya	22.6	93.4		70.7
Norveç	46.1	3.6	42.4	

Venezüella	28.3	28.3		
Malezya	40.7	19.8	20.9	
Endonezya	69.1	26.6	35.9	
İtalya	16.9	56.6		39.6
Fransa	2.2	38.8		36.5
Özbekistan	55.5	40.5	15.2	
Mısır	14.1	14.1		
Japonya	2.2	69.3		67.1
Avustralya	31.1	21.2	9.9	
Çin	22.1	22.0		
Türkiye	0.5	10.4		9.9

2.4 Türkiye’de Doğal Gaz

Türkiye’de ilk defa 1970 yılında Kumrular bölgesinde varlığı tespit edilen doğal gaz, 1976 yılında Pınarhisar Çimento Fabrikasında kullanılmaya başlanmıştır. 1975 yılında Çamurlu sahasında bulunan doğal gaz 1982 yılında Mardin Çimento Fabrikasına verilmiş fakat bu kaynaklardaki rezerv ve üretim miktarı düşük olduğu için yaygınlaştırılmamıştır.

Rusya ile Türkiye Cumhuriyeti Hükümetleri arasında 18 Eylül 1984 tarihinde doğal gaz alımına ilişkin bir anlaşma yapılmıştır. Bu anlaşma ile BOTAŞ ve SOYUZGAZ EXPORT kuruluşlarına ticari anlaşma yapma görevi verilmiştir. Bu iki kuruluş arasında yapılan görüşmeler 14 Şubat 1986 tarihinde sonuçlanmış ve anlaşma imzalanmıştır.

Türkiye’de doğal gazın yaygın olarak kullanımı 1 Ekim 1986 tarihinde yapımına başlanan 850 km’lik Rusya-Türkiye doğal gaz boru hattının Nisan 1988 tarihinde tamamlanması ile başlamıştır.

Bu hat Bulgaristan-Türkiye sınırında Malkoçlar mevkiinden yurdumuza girmekte, Hamitabat üzerinden Ambarlı’ya oradan Marmara Deniz geçişini takiben Pendik’e ve buradan Demirciler-Muallim-Hersek, İzmit Körfezi geçişini takiben Yumurtatepe mevkiine ve

buradan devamla Bursa-Bozüyük-Eskişehir güzergahını takip ederek Ankara'ya ulaşmıştır.

Botaş doğal gaz boru hattının ilk bölümü 1987 yılı Haziran ayı başında işletmeye alınmış olup, TEK Trakya Kombine Çevrim Santralında yerli doğal gazın yanı sıra ithal gaz da kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonraki aşamalarda İGSAŞ, TEK Ambarlı Çevrim Santrali, EGO ve bazı sanayi tesislerinden sonra 1990 sonunda TÜGSAŞ' da küçük miktarda gaz tüketimine başlanmıştır. Hat güzergahında bulunan bölgelerdeki sanayi tesislerine de gaz verilmektedir.

Rusya arz kaynağına ilave olarak ülkemizin doğal gaz arz kaynaklarının çeşitlendirilmesi amacı ile 14 Nisan 1988 tarihinde Cezayir'le yıllık 2 milyar m³ sıvılaştırılmış doğal gaz alınmasına ilişkin ticari anlaşma imzalanmıştır. Marmara Ereğli'sinde 1994 yılında inşaaı tamamlanmış olan sıvılaştırılmış doğal gaz (L.N.G) terminaline 286 milyon m³ gaz taşınarak ana iletim hattına transfer edilmiştir.

Şehir merkezindeki konut ve ticaret merkezlerinde doğal gaz kullanımı 1988 yılı sonunda Ankara'da, 1992 yılında Bursa'da ve İstanbul'da başlamış olup, 1994 yılında Ankara'da 406 milyon, Bursa'da 41 milyon, İstanbul'da ise 356 milyon m³ doğal gaz kullanılmıştır. Ayrıca İzmit' te doğal gaz şehir içi dağıtım hattı yapım çalışmaları, Adapazarı'nda doğal gaz yetki alma ve proje çalışmaları devam etmektedir.

Şehir içi doğal gaz dağıtımını, Ankara'da EGO, İstanbul'da İGDAŞ, Bursa ve Eskişehir'de BOTAŞ yürütmektedir.

Çizelge 2.3' de Botaş verilerine göre halen doğalgaz kullanan ve 2005 yılına kadar kullanacak iller (şubat 2001) itibariyle görülmektedir. (BOTAŞ, 2001)

Çizelge 2.3 Halen doğalgaz kullanan ve 2005 yılına kadar kullanacak iller (kaynak:botaş)

Adana	2003	İstanbul	Kullanıyor
Adıyaman	2004	İzmir	
Afyon	2004	K.Maraş	2003
Ağrı	2003	Karaman	2003
Aksaray	2003	Karabük	
Amasya	2003	Kars	2003
Ankara	Kullanıyor	Kastamonu	2005
Antalya	2004	Kayseri	2003
Ardahan		Kırıkkale	2003
Artvin		Kırklareli	2003
Aydın	2003	Kırşehir	2003

Balıkesir	2003	Kilis	
Bartın	2005	Kocaeli	Kullanıyor
Batman		Konya	2003
Bayburt		Kütahya	2004
Bilecik	2003	Malatya	2003
Bingöl		Manisa	2003
Bitlis		Mardin	
Bolu	2003	Muğla	2004
Burdur	2003	Muş	
Bursa	Kullanıyor	Nevşehir	2003
Çanakkale	2003	Niğde	2004
Çankırı	2003	Ordu	2005
Çorum	2003	Osmaniye	2003
Denizli	2003	Rize	2005
Diyarbakır	2005	Sakarya	2003
Düzce		Samsun	2003
Edirne	2005	Siirt	
Elazığ	2004	Sinop	2005
Erzincan	2003	Sivas	2003
Erzurum	2003	Ş.Urfa	2005
Eskişehir	Kullanıyor	Şırnak	
Gaziantep	2003	Tekirdağ	
Giresun	2005	Tokat	2003
Gümüşhane		Trabzon	2005
Hatay		Tunceli	
Hakkari		Uşak	2004
İğdır	2004	Van	2005
İskenderun	2003	Yalova	
İsparta	2003	Yozgat	2003
İçel	2003	Zonguldak	2003

2.5 Doğal Gazın Kimyasal Kompozisyonu

Doğal gazın kimyasal kompozisyonu doğal gaz yataklarına göre farklılıklar göstermekte ve buna bağlı olarak özellikleri değişmektedir. Türkiye'nin doğal gaz rezervi çok az olduğundan doğal gaz ihtiyacımız Rusya Federasyonu ve Cezayir'den karşılanmaktadır. Rusya Federasyonundan ithal edilen doğal gazın kimyasal kompozisyonu çizelge 2.4'de verilmiştir.

Çizelge 2.4 Doğalgazın bileşimi

MADDE	FORMÜL	RUSYA GAZI	CEZAYİR GAZI
METAN	CH ₄	%98.52	%91.4
ETAN	C ₂ H ₆	%0.41	%8.01
PROPAN	C ₃ H ₈	%0.14	%0.27
BÜTAN	C ₄ H ₁₀	%0.06	%0
AĞIR H.KARBON	C ₅ ve diğer	%0.03	%0.02
KARBONDİOKSİT	CO ₂	%0.03	%0
AZOT	N ₂	%0.81	%0.3

2.6 Doğal Gazın Depolanması

Doğal gazın gerektiğinde depolanması teknik ve ekonomik olarak mümkündür. Depolama gereksinimi başlıca aşağıdaki sebeplerden kaynaklanır:

- Tüketimdeki “pik” talepleri karşılamak,
- Stratejik miktarı bulundurmak.

2.7 Yeraltı Depolama

Pik tüketim dönemlerinde kullanmak, stratejik miktarları elde bulundurmak ve boru hatları ile ulaşılamayan noktalarda kullanımı sağlamak amacı ile doğal gaz yer altı depolama sistemleri geliştirilmiştir. Yer altında doğal yollarla oluşmuş geçirimsiz tabakalar arasında boşluklar, gözenekli kaya yapıları ve süngerimsi formasyonlar tercih edilen depolama alanlarıdır. Boşaltılmış gaz ve petrol yatakları ile tuz oluşumları içerisindeki boşluklar bu amaçla sıkça kullanılırlar. Killi tabakalara gaz basılarak basınçlı ortam oluşturulur, basınçlanan gaz suyu iter fakat killi tabakalardan sızamayacağı için yer altına hapsolür.

Diğer bir yöntem, yer altı tuz yataklarına su basılarak tuz tabakalarının bir bölümünün erimesinin sağlanmasıdır. Elde edilen tuzlu su dışarı alınırken oluşturulan boşluğa doğalgaz basılır. Bu tip yer altı yataklarında 80 – 220 bar basınçta çalışılabilir. Bu özellik sayesinde milyonlarca m³ doğalgaz basınç altında ve gaz halinde depolanabilir. Yer altı kuyularına gaz enjekte işlemleri yaz aylarında yapılır. Depolanan gazın ve su seviyesinin kontrolü açılmış olan sondaj kuyuları aracılığı ile sağlanır. Kışın gaz çekilirken suyla doymuş olan doğalgazın temizleme ve kurutma işlemleri yapılır. Gaz içerisinde oluşan kükürt bileşikleri ile hidrat (donmuş su parçacıklar halinde gaz içerisinde hareket eder) temizlenir. Şebekeye gönderilen

gaz içerisindeki kükürt ve su oranı şebeke ömrü açısından son derece önemlidir. Bu işlemlerin ardından kokulandırılan doğalgaz uygun basınç altında şebekeye gönderilir.

Doğal gazın en tercih edilen depolama şekli yeraltındaki tabii boşluklar ve süngerimsi tabakalarda basınç altında depolanmasıdır. Bu yöntem hem pik talebin en sağlıklı şekilde karşılanması ve hem de en az stratejik miktarın saklanması açısından sağlıklı bir yöntemdir.

2.8 Sıvılaştırılmış Doğalgaz (L.N.G)

Doğal gazın sıvılaştırılması ve depolanarak taşınması özel şartlar gerektirdiğinden, normalde boru hatları ile gaz halinde taşınır. Ancak boru hattı yapılmayan yerlerde (örneğin deniz aşırı ülkeler arasında) Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (Liquified Natural Gas) olarak taşınması da mümkündür. LNG, İngilizce “Liquified Natural Gas” (Sıvılaştırılmış Doğal gaz) sözcüklerinin baş harfleridir. Doğal gaz sıvılaştırılabilir ve bu haliyle taşınabilir, depolanabilir. Doğalgazın sıvılaştırılması için atmosfer basıncında -163°C mertebesine kadar soğutulması gerekmektedir. Sıvılaştırma işlemi basınç altında gerçekleşirse gereken soğutma değeri azalmaktadır. Örneğin; 47 bar basınç altında -82°C de sıvılaşmakta, sıvı faza geçtiği zaman ise hacmi 600 kat küçülmektedir. 1 m^3 sıvılaştırılmış doğalgaz 600 m^3 gaz fazına karşılık geldiğinden özel olarak imal edilmiş tanklarda depolanabilmektedir.

Bu amaçla kurulan ve BOTAŞ tarafından işletilen Marmara Ereğlisi LNG Depolama Tesislerine deniz taşımacılığı yoluyla sıvılaştırılmış doğalgaz getirilir ve şebekeye enjekte edilir. Getirilen doğalgazın büyük bölümü Cezayir kaynaklıdır. Farklı kalorifik değerlere sahip gazların birlikte kullanımı sırasında çıkabilecek sorunlar hesaplama yöntemi ile giderilebilmektedir.

2.8.1 Sıvılaştırılmış doğal gazın taşınması

Doğal gaz atmosferik şartlarda -164°C 'nin altında soğutulduğu zaman sıvılaşmakta, hacmi 600 kere daha küçüldüğü için özel olarak imal edilmiş gemilerle kolaylıkla taşınabilmektedir. Doğal gazın LNG haline dönüştürülmesiyle çeşitli avantajlar elde edilebilir. Sıvılaştırılmış Doğal Gazın Avantajları:

- Ara teslimatlara gerek kalmaksızın uzun mesafelere taşınabilir,
- Arz kaynaklarının çeşitlendirilmesine imkan sağlar,
- Denizyolu taşımacılığı sayesinde doğal gazın geçtiği ülke sayısı en aza indirilir,
- Depolamada bir alternatif olarak kullanılabilir,
- Sonuçta temiz bir yakıt elde edilir.

2.9 Türkiye’de Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG) Projesi

Doğal gaz arz kaynaklarının çeşitlendirilmesi, mevsimsel talep farklılıklarının giderilmesi ve doğal gaz arzındaki sürekliliğin sağlanması amacıyla LNG ithalatıyla ilgili Cezayir - Türkiye Hükümetleri arasındaki görüşmeler neticesinde Cezayir şirketi Sonatrach ile 14 Nisan 1988 tarihinde yıllık 2 milyar m³ gaz eşdeğeri LNG alımıyla ilgili anlaşma imzalanmıştır. 12 Eylül 1989 tarihinde Marmara Ereğlisi’nde kurulmakta olan LNG terminalinin yapımıyla ilgili sözleşme yürürlüğe girmiştir. LNG ithal terminali Cezayir’den ithal edilecek LNG’ nin tankerlerden alınması, depolanması, gazlaştırılması ve Rusya -Türkiye doğal gaz boru hattına sevk edilmesi amacıyla kurulmaktadır. (BOTAŞ, 1996)

2.10 Doğal Gazın Üstünlükleri

Doğal gaz birincil enerjidir, yani çıkarıldığı halde kullanılabilir. Bundan başka, doğal gazın en önemli özelliklerinden biri de temiz bir gaz olmasıdır. Yandığında kül, karbonmonoksit ve kükürt bileşikleri oluşturmaz ve çevrede asit yağmuruna sebep olmaz. Yalnızca karbondioksit ve su buharı oluşur. Bunun yanında azot oksit (NO_x) emisyonu diğer yakıtlara kıyasla daha azdır.

Doğal gazı üstün kılan diğer bir özelliği de depolanmaya gerek duyulmamasıdır. Borularla kullanılacak yere kadar taşınır. Ayrıca kullanım ünitelerinde çok az bakım gerektirir. Verimliliği ve emniyetli olarak kullanıma sokulması da önemli bir özelliğidir.

2.11 Doğal Gaz Kullanımının Getirdiği Avantajlar

- Yanmanın son derece hassas olarak kontrol edilebilmesi yakıt kaybını en aza indirir.
- Uzun zaman dilimi içinde aynı yakıt kalitesi elde edilebilir.
- Gaz oluşundan dolayı diğer bir avantajı hava ile çok iyi ve homojen olarak karışabilmesi.
- Yanma veriminin yüksek olması.
- Ön yakıt hazırlama masrafı yoktur.
- Ödemenin yakıt kullanıldıktan sonra yapılması da ayrı bir avantaj oluşturur.
- Alev boyu fuel-oil ve kömüre göre daha kısadır, yanmayı tamamlamak için gereken zaman da daha kısadır. Böylece daha küçük kazanlar kullanılarak maliyet azalır.
- Katı ve sıvı yakıtlarda baca gazları kükürt içerdiği için baca gazlarının suyun yoğunlaşma noktasına kadar soğutulması ve böylece suyun gizli ısısından faydalanılması imkanı yoktur. Ekonomizer ilave edilerek doğal gazın baca gazı sıcaklığını 56⁰C’a kadar indirebiliriz.
- Yanma için fazla hava gereksinimi doğal gazda en azdır. Bu oran kömür de % 20-30, fuel-oil’de %10-20, doğal gaz da %5-10 dur.
- Kurum, is gibi maddeler oluşturmadığı için ısı transfer yüzeyleri temiz kalır. Tesis çok az bakım ve denetleme gerektirir.
- Temiz olması ve içerisinde kükürt bulunmamasından dolayı, bir çok sanayi sektöründe

- direk kullanılabilmesi, hem sistem veriminin hem de ürünün kalitesinin artmasını sağlar.
- Ham petrole bir alternatif yakıt olarak dış kaynaklı enerji bağımlılığımızı azaltmakla birlikte çeşitlendirilmesi açısından stratejik bir avantaj sağlar.
 - Enerji tasarrufu açısından doğal gazın ülke ekonomisine dolaylı katkısı da, doğal gazın kullanıcıya kadar taşınmasıyla, taşıma için gerekli olan enerjinin tamamından tasarruf edilir ve karayoluna yaptıkları yükü en aza indirilmiş olur.
 - Doğal gazla birlikte yeni iş sahaları da açılmış olacaktır.

2.12 Rusya - Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı

Rusya-Türkiye doğal gaz boru hattı sistemi; Rusya' dan ithal edilen doğal gazı Bulgaristan-Türkiye sınırından Ankara'ya kadar taşıyacak ve taşınma sırasında tüketicilere doğal gaz verecek şekilde projelendirilmiş ve inşa edilmiş bir boru hattıdır.

Boru hattının toplam uzunluğu 843.3 km'dir. Bu uzunluğun 308.8 km'si 3" çapında, 428.5 km'si 24" çapındadır. İzmit körfezi ise 2 adet 24" çapındaki borularla geçilmiştir. Marmara denizi ise yine 2 adet 30" çapında toplam uzunluğu 106 km'lik borularla geçilmiştir. Doğal gaz boru hattı ile 75 bar işletme basıncında yılda 14 milyar Nm³ doğal gaz taşınabilmektedir. Boru hattının dizayn sıcaklığı 50 °C'dır. Boru hattının pig istasyonları dışındaki büyük bir kısmı toprak altındadır. Marmara Deniz Geçişi; 80-100 m derinlik, 50 km uzunluk, iki boru arasındaki uzaklık 10-15 m'dir.

2.13 Doğal Gaz Ölçüm ve Basınç Düşürme İstasyonları

Doğal gaz boru hattı boyunca, büyük tüketicilere gaz vermek için 10 adet ölçüm ve basınç düşürme istasyonu ve Rusya'dan ithal edilen doğal gazın miktar ve kalitesini ölçmek için 1 adet ana ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlardan, Malkoçlar'da kurulu Ana ölçüm istasyonu; boru hattı üzerinde kurulmuştur. Diğer istasyonlar ise boru hattından branşmanlarla gaz almaktadır. Kurulu basınç düşürme ve ölçüm istasyonları; Hamitabat, Batı İstanbul (Esenyurt), Ambarlı, Doğu İstanbul (Dolayoba), Igsaş, Gemlik, Bursa, Bozüyük, Eskişehir, Ankara'da bulunmaktadır.

2.13.1 Ana ölçüm istasyonu

Türkiye-Bulgaristan sınırının Türkiye tarafında kurulu olan ölçüm istasyonunun amacı ithal edilen doğal gazın miktar ve kalitesinin ölçümünü yapmak, doğal gazın koku verici madde katmaktır. Ölçüm istasyonunda doğal gazın miktarının yanı sıra, su ve hidrokarbon yoğunlaşma sıcaklıkları, kükürt miktarı, gaz kompozisyonu ve kalorifik değeri (yakma metoduyla) ölçülmektedir. İstasyonda sıvı toplayıcılar, filtreler, ölçüm ve kokulandırma ekipmanları

bulunmaktadır.

Bulgaristan sınırından gelen gaz 36" çaplı boru vasıtasıyla toprak altından kondensat toplayıcıya ulaşır. Kondensat toplayıcının üst koluna bir gaz/yağ hareketlendirici iletim hattı giriş vanası konmuştur. Bu vana alçak ve yüksek basınçlarda kapama yapar. Kondensat toplama içindeki sıvıyı basınçla yakma çukuruna boşaltır. Kondensat toplayıcı da çok yüksek sıvı seviyesi, istasyonu devre dışına alır ve istasyonu ana boru hattından ayırır. Sıvı genişlemesinden doğabilecek aşırı basınçta, sistemin zarar görmemesi için, 82 bar'a ayarlanmış tahliye vanası ile sistem korunur.

Gaz, kondensat toplayıcıda, istasyon giriş vanası yoluyla filtrelelere geçer. Paralel olarak çalışan 3 adet %50 kapasiteli siklon filtre bulunmaktadır. Filtrelerde tutulan sıvı, drenaj tankında depolanır, buradan da boşaltım tankine pompalanır.

Filtrelerden geçen gaz ölçüm hatlarına girer. Burada 1 'i yedek 4'ü çalışır durumda 5 adet paralel orifis metre bulunmaktadır. Gaz/yağ hareketlendirici vanalar, her bir orifis metre hattının aşağı akış hızına göre ölçüm hatlarını devreye alan ya da devre dışı bırakan ölçüm kontrol sistemi ile çalışmaktadır. Ölçüm hattı üzerindeki düşük akış anahtarı en düşük akış hızını gösterir. Operasyon sırasında düşük akış anahtarı vanayı kapatarak geri akışı önler. Ölçülen gaz, çıkış vanası yoluyla hatta akar, ana hatla akıştan önce gaz analiz edilir. Analiz cihazı olarak gaz kromatografi kullanılır. Hidrokarbon (C₁ 'den C_n), CO₂, N₂ ve ayrıca H₂S ve merkaptan analizörü bulunmaktadır.

Gaz,kokulandırma ünitesinde, tetrahidrotiofen adlı kokulandırıcı katılmasıyla kokulandırılır. Pig fırlatıcı, ölçüm ve kokulandırma ünitelerinin alt akış kısmındadır.

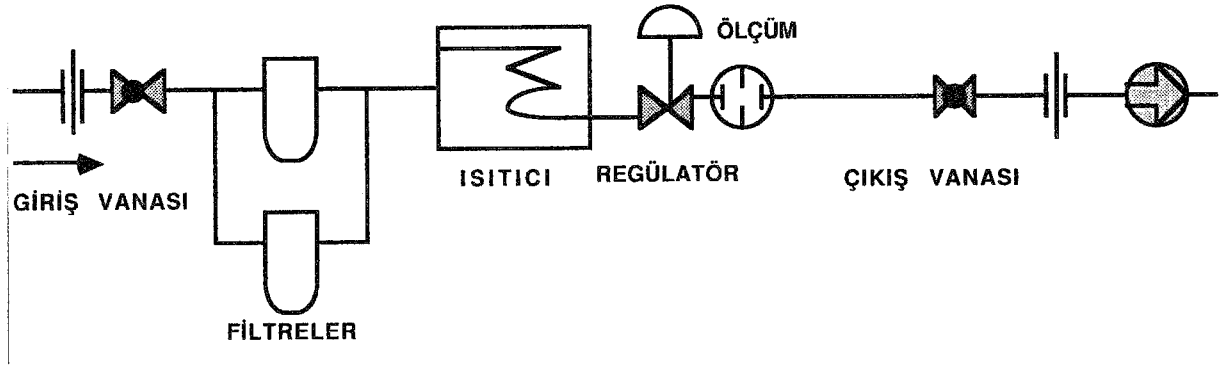
Bu ana istasyon dışındaki diğer tüm ölçüm ve basıncı düşürme istasyonları birbirinin benzeridir. (BOTAŞ, 1996)

2.13.2 Ölçüm ve basınç düşürme istasyonları (RMS)

Bu istasyonların amacı , her bir büyük tüketiciye istedikleri basınçta doğal gaz vermek ve faturalamaya esas olan doğal gaz miktarını (enerji ve birim m³ olarak) ölçmektir. Her bir istasyonda filtreler, ısıtıcılar,basınç düşürücüler ve ölçüm cihazları bulunmaktadır. (Şekil 2.2)

Doğal gaz, giriş vanası yoluyla istasyona girer ve filtrelelere akar, filtrelerin genellikle en az biri çalışır, diğeri yedek şeklindedir. Siklon filtreler, dizayn akışlarının %10'u ile %100'ü arasında ve 100.000 Nm³/h üzerindeki akışta kullanılırlar. Bazı istasyonlarda belirlenen filtrasyon verimini sağlamak ve filtre üzerindeki basınç düşümünü minimumda tutmak için iki

tip filtre paralel olarak yerleştirilmiştir.



Şekil 2.2 Ölçüm ve basınç düşürme istasyonu (kaynak:botaş)

İstasyondaki filtreler, gazla birlikte taşınan sıvı ve katı partiküllerin temizlenmesi amacıyla kurulmuşlardır. Filtreler, gazın akışına göre, siklon ya da kartuj tipindedirler. 5 mikron veya daha büyük partiküllerin %90'ını temizleyecek şekilde imal edilmiştir. Filtrelerde süzülen atık, seviye kontrolü altında drenaj tankında depolanır.

Filtrelerden geçen gaz eşanjörlere gelir. Gaz basıncının ani olarak düşmesi gaz sıcaklığını düşürür. Her 1 bar'lık basınç düşümü gazda yaklaşık olarak 0,4-0,6 °C arasında soğumaya neden olur. Gazın sıcaklığının yoğuşma sıcaklığının altına düşmesiyle su ve hidrokarbon sıvıları oluşur. Bunu önlemek için ısıtıcılar l'i yedek olmak üzere en az 2 adet su banyolu ısıtıcıdan oluşmuştur. Gazın sıcaklığı, kontrol vanalarının alt akış kısmına konan, kontrol elemanları ile kontrol edilir.

Gaz eşanjörlerden sonra, basınç düşürme bölümüne gelir. Bu bölümde gaz, istenen sabit çıkış basıncına ayarlanır. Çıkış basıncında bir düşme halinde kontrol vanası açılır, akış fazlaşır ve basınç sabit değerine tekrar gelir.

Bu istasyonda, biri yedek, biri çalışır şekilde en az iki basınç düşürme hattı mevcuttur.

Kontrol vanalarının alt akış kısmındaki basınç sabit tutulur ve akış değişir. Basınç kontrol vanalarının alt akış kısmı, kontrol vanalarının yanlış fonksiyonlarından kaynaklanacak aşırı basınçtan şu şekilde korunur:

Yüksek basınç alarmıyla kontrol odasına bir alarm yollanır, pilot kumandalı basınç güvenlik vanaları açılır ve tahliye vanasının (relief) ayarlanan basınç değerinin üzerindeki bir basınca set edilen istasyonu devre dışı bırakacak, yüksek basınç tertibatı ile sistem korunur.

Basınç düşürme bölümünün alt akış kısmında gazın, yoğunluk, net ısı değer ve kompozisyonu gibi özellikleri analiz edilir. Gazın yoğunluğu ve ısı değeri akış bilgisayarına veri olarak gider.

Gaz, basınç düşürme ünitesinden sonra gaz ölçüm ünitesine girer. Ölçüm ünitesi bir ya da daha fazla ölçüm ünitesine sahiptir.

Ölçüm hattının alt akış kısmına yerleştirilen gaz/yağ kumandalı vana, ölçülen gazın akış hızına göre ölçüm hatlarını devreye alan ya da devre dışı bırakan ölçüm kontrol sistemi ile çalışmaktadır. Ölçüm hattı üzerindeki düşük akış anahtarı en düşük akış hızını gösterir. Aktivasyon sırasında, düşük akış anahtarı vanayı kapatarak geri akışı önler. Ölçüm hattında bulunan elemanlar şunlardır:

- Orifis
- Akış kaydedici
- Basınç kaydedici
- Sıcaklık kaydedici

Ölçülen gaz, istasyon çıkış vanası yoluyla kullanıcıya verilir.

2.13.3 Batı İstanbul (Esenyurt) ölçüm ve basınç düşürme istasyonu

Basınç düşürme ve ölçüm istasyonları ile ilgili temel bir kısım teknik bilgiler verilmekle beraber, şu an için İstanbul'un batı yakasına doğal gazı, istenen spesifikasyonlarda temin eden ve şehir şebekesine veren Esenyurt ölçüm ve basınç düşürme istasyonu hakkında daha detay ve spesifik bilgilendirme yapılması uygun görülmüştür.

Basınç düşürme ve ölçüm istasyonları Proses Bölgesi, Kontrol Sistemi ve Yardımcı Üniteler olmak üzere üç bölümden ibarettir. Proses Bölgesi, gazın girişinden akışına kadar gaz üzerinde yapılan işlemleri kapsar, bunlar sırasıyla şöyledir:

- İstasyon giriş vanası
- Filtre ünitesi (Siklon ve kartuj tipi)
- Isıtıcı ünitesi
- Basınç düşürme ünitesi
- Ölçüm ünitesi
- İstasyon çıkış vanası

2.13.3.1 İstasyon giriş vanaları

İstasyon giriş vanası 18" küresel tip vana olup, açılıp kapanması kontrol odasından yapılabilmektedir. Vananın çalışması gaz/hidrolik şeklindedir. Burada vananın üstüne monte edilmiş iki adet basınçlı tüp vardır. Bu tüpler dik olarak durmakta, alt kısmında hidrolik yağ

bulunmaktadır. Yağın üstüne ise istasyon gaz kurutucusundan temin edilen 34 bar basınçta doğal gaz, selenoid bir valf ile kumanda edilerek, hidrolik yağın vananın küresel kısmına kumanda eden pistonu itmesini veya çekmesini sağlar. Böylece, vana içindeki küre döndürülerek açılma ve kapama işlemleri yapılır.

Küresel vana da, kürenin oturduğu yataklar, ani basınç değişikliklerinde bozulabilirler. Bu yüzden, vanayı açmadan önce vana by-pass'ını kullanarak her iki taraftaki basınç eşitlenir. Vana aniden otomatik olarak açılacak olursa, bir taraftaki yüksek basınç ani olarak diğer tarafa intikal ettiğinde, karşılaştığı sistemlerde hasara neden olabilecektir. Bu sebeple, bütün hat vanaları ile istasyon giriş-çıkış vanaları, otomatik olarak kapatılabiliyorsa da, açılabilmesi için mutlaka vanaya bir operatörün gitmesi gerekmektedir.

2.13.3.2 Filtre ünitesi

Doğal gaz filtre üniteleri sıvı ve katı parçacıkları ayırmak için konulmuşlardır. Esenyurt istasyonunda 4 adet siklon tipi ve 1 adet kartuj tipi filtre mevcuttur. Siklon filtreler genellikle 100.000 Nm³/h ve üzerindeki debilerde kullanılırlar. Çünkü bu tip filtrelerde gazın sistemdeki hızı çok önemlidir. Sıvı ve katı parçacıkları içinde bulunduran gaz filtreye girdikten sonra siklon tüp demetinde tüp sayısı kadar eşit gaz akımlarına ayrışır.

Her bir gaz akımı siklonda bir dönme hareketine tabi olur ve çok yüksek dönme hızlarına erişir. Gaz akışı, koninin alt ucunda yön değiştirmekte, gaz ve diğer içindeki parçacıklar ayrışmaktadır. Temiz gaz, konsantirik tüplerden geçerek filtrenin üstünden çıkar; parçacıklar ise filtrenin altına düşerler. Batı İstanbul yakasındaki siklon filtreler ise, 25.000 Nm³/h minimum ve 100.000 Nm³/h maximum gaz akışımı filtreleyebilecek şekilde tasarlanmışlardır. Her birinin içinde 41 adet 2" çapında borulardan oluşan bir siklon demeti mevcuttur. Bu boruların her birindeki gazın debisi ve basınç düşümü aynı değerlerdedir. Siklon filtreler 5 mikron büyüklüğündeki parçacıkların %90'ını filtreleyecek kapasitededir. Filtre giriş ve çıkışındaki maximum basınç kaybı 0,5 bar'ı geçmemelidir. Kartuj tipi filtre ise, yine siklon filtreler gibi dik olarak çalışan basınçlı bir kaptır. Esenyurt istasyonunda bir tane mevcut olup kullanım yüksekliği 3,5 m'dir. İki kısımdan oluşmuştur. Üst kısımda 117 mm çapında ve 1828 mm uzunluğunda 6 adet kartuj vardır. Alt kısımda ise bir tel kafes mevcuttur. Doğal gaz direk olarak kartujlara girer. Burada gazın hızından dolayı kartujlara zarar vermemek için bir deflektör konulmuştur. Bu tip filtre minimum 1000 Nm³/h, maksimum 2500 Nm³/h'lik gaz geçişleri için kullanılmaktadır. Filtre elemanları belli bir süre sonra filtrenin üst kapağı açılarak değiştirilir.

Gaz, giriş nozülünden girerek filtrelene kartujuna doğru akar. Daha önceden ifade edilen deflektöre gelen gaz yüksek hızının etkisini deflektöre bırakarak pamuk esaslı filtreleme kartujuna doğru akar. Burada, katı parçacıklar tutulur. Filtreleme ortamından geçen ince sıvı damlacıkları birbirleriyle birleşir. Kartujdan geçtikten sonra gaz, filtrenin alt kısmına doğru akar, burada sıvılar gözenekli elekte ayrılırlar.

Her filtrede şu elemanlar ve enstrümanlar bulunmaktadır:

- Filtre gövdesi ve içindekiler (siklon, kartuj, deflektör)
- Alt otomatik boşaltma vanası,
- Seviye göstergesi
- Yüksek sıvı seviyesi alarmı,
- Çok yüksek sıvı seviyesi alarmı, istasyonu devirden çıkarma (shut down)
- 82 bar'a set edilmiş emniyet vanası (yangınla ortaya çıkabilecek termal genleşme için tasarlanmıştır)
- Havalandırma sorusu (Atmosferik vent)
- El kumandalı giriş-çıkış vanaları,
- Basınç kaydedici bilgisayar,
- Manometre (istasyon giriş ve çıkış hatlarında)

Giriş ve çıkıştaki basınç farkını gösteren alarm (1,5 bar'a set edilmiştir) Sıvı ve katı parçacıklar belli bir seviyede filtrede biriktikten sonra atık tankına yer çekimi ile, eğimli bir boru ile boşaltılırlar. Buradan da pnömatik çalışan seviye kontrol vanası ile dışarı atılırlar.

2.13.3.3 Isıtıcılar

Doğal gaz ısıtıcıları, basınç düşürülmesinden dolayı gaz akışında yoğunlaşmaları ortaya çıkacak sıvı hidrokarbon ve suyun oluşmasını önlemek için konulmuşlardır. Isıtıcılar, bugün ısıtma sisteminde kullandığımız boylerler gibi çalışırlar. Gaz borulardan geçerken, sıcak suyun içinden geçirilir. Suyu ise yine ısıtıcı gaz çıkışından aldığımız ve gazla çalışan brülörlerle ısıtırız. Yanmış gaz bir baca yoluyla atmosfere atılır. Her ısıtıcıda şu elemanlar bulunur:

- Pilot alev brülörü
- Ana brülörler (2 adet)
- Su genleşme tankı, su seviye göstergeleri, seviye kontrol cihazları,
- Isı algılayıcıları
- Yakıt gazı sistemi

Isıtıcı yakıt gaz sistemi seri olarak bağlanmış basınç düşürme vanalarından ibarettir. Isıtıcı çıkışından aldığımız gaz önce 8 bar'a, sonra brülör için gerekli 2,64 bar'a düşürülür. Bu arada, basıncın düşük (1 bar) ve yüksek (5 bar) olduğunu göstererek, sinyal verecek kumandalar mevcuttur. Yakıt gazı sisteminde ayrıca 7 bar'a set edilmiş bir emniyet vanası vardır. Pilot, daima yanar durumda tutulmaktadır. Bu, ısıtıcının hemen devreye girmesini

sağlamak içindir. Suyun sıcaklığı otomatik olarak 70-80 °C arasında tutulmaktadır. Isıtıcılarda ,ısıtma ortamı olarak su yerine su+monoetilen glikol karışımı (antifriz) kullanılmaktadır. Bunun amacı, kışın fazla soğuklarda ısıtıcının donarak sisteme zarar vermesini önlemektir. Karışım %40 oranında yapılır. Gazın ısınması, ısının külhan (firebox) dan suya,sudan serpantin duvarlarına geçmesiyle olur. Yanma verimi %70'dir. Yanma gazları bacayı 540 °C'de terk eder. Brülörlerin yanması atmosferik basınç altında olur. Gaz ve hava iki etapta karıştırılırlar. Yaklaşık olarak yanma için gerekli havanın %40'ı yüksek basınç enjektörünün ventürisinden yakıt gazı ile birlikte gelir. Gerekli ikinci hava brülör memesinin etrafında mevcuttur. Kullanılan gaz brülörüyle, yanma için %20 fazla hava elde edilir.

2.13.3.4 Basınç düşürme ünitesi

İstenilen debiye göre ısıtılan gaz, basınç düşürme ünitesine gelir. Basınç düşürme sistemi, müşterilere giden gazın ikmal basıncını kontrol eder. Buradaki sistem üç basınç düşürücü sistemden oluşmaktadır. İkiisi çalışır, biri yedek durumundadır. Bu sistemlerden her biri mimimum 500 Nm³/h maksimum 145.000 Nm³/h'lik gazı minimum 19 bar, maksimum 24 bar' da verecek şekilde tasarlanmışlardır. Her bir hatta;

- Gaz/hidrolik yağla kumanda edilen 2 adet küresel vana,
- Basınç düşürme vanası bulunmaktadır.

Basınç düşürme vanasından sonra sabit bir basınç elde edilir. Fakat debi değişken durumda tutulur. Eğer, bu basınç değerinde düşme olursa, vana, istasyonun maksimum kapasitesini sağlayacak şekilde açılacaktır. Bu değer, debi kontrolöründe ayarlanmıştır. Buradan gelen bir sinyal basınç kontrolörüne ulaşır, vananın açılma aralığını ayarlayacaktır.

Her bir hatta, basınç kontrolörleri birbirinden değişik basınçlara ayarlanmışlardır. Bunda amaç, gaz talebinde bir artma olduğunda veya hatlardan biri arızalandığında diğerinin otomatik olarak devreye girmesidir.

Çok geniş bir bantla talep olabilecek batı İstanbul istasyonunda, basınç ayarlamalarına ilaveten tedbirler alınmıştır. Hatlardan birindeki basınç düşürücü vanaya ek olarak daha küçük ebatta by-pass ilave edilmiştir. Kontrol mekanizmasındaki temel felsefe, küçük vana %80 açıldığında, büyük vana daha fazla açılmakta, küçük vana ise bu durumda kapanmaktadır. Bu durumun tersi de geçerlidir. Bu şekilde, talepte olan küçük değişiklikler basıncı sabit tutarak karşılanmaktadır.

Basınç düşürme istasyonunun çıkışında gaz analiz edilmekte, gazın yoğunluğu, net ısı değeri ve kompozisyonu tespit edilip, istasyon bilgisayarına gerekli veriler gönderilmektedir.

Artık gazın basıncı düşmüş; belirli sabit bir basınca gelmiş, ısınmış ve ölçüme hazırlanmıştır. Ölçüm sisteminde orifis plakaları kullanılmakta olup, bu sistem, birbirine paralel 4 hattan oluşmaktadır. 2 adet 4", 2 adette 12" hat kullanılmıştır. Bunlardan ikisi çalışırken ikisi yedekte beklemektedir. Akış, minimum 1.000-10.000, maksimum 10.000-100.000 Nm³/h olduğu zaman ölçüm yapılacak şekilde dizayn edilmiştir.

Gaz ölçümden geçtikten sonra, istasyon çıkış vanasından müşterilerin hizmetine istenilen basınçta sunulur. (BOTAS, 1996)

2.14 Yatırım Teknikleri

Doğal gaz talebinde bulunan ya da gaz kullanım potansiyeline sahip bölgelerin doğalgaza kavuşması için gereken işlemlerin tümünü yatırım teknikleri başlığı altında değerlendirebiliriz.

Bu işlemlerden başlıcaları; çalışılması düşünülen bölgelerde ulaşılması gereken müşteri potansiyelini hesaplamak, bu potansiyele gaz sağlamanın mümkün olup olmadığını değerlendirmek, şebeke genelinde ve tüketim değerleri bazında kullanılması gereken boru, fitting vb. malzemelerin tip ve büyüklüklerini belirlemek, ihale dosyaları hazırlanarak yüklenici firmalara iş dağılımı yapmak ve saha çalışmalarını başlatarak standartlara ve teknik şartnamelere uygun imalatın yapılmasını kontrol altında tutmak ve yeni şebekeyi devreye alınacak hale getirerek işletim birimlerine teslim etmek. Birbirine bağlı ve eş zamanlı aktiviteleri, koordineli bir şekilde yürütülerek gerçekleştirilen bu çalışmalarda, aşağıda özetlenen temel adımlar ve faaliyetler sonuçlandırılır. (Erbil, 1998)

2.14.1 Boru hattı inşaatları

Çelik şebeke için, polietilen dış izolasyonlu, API standardına sahip, düşük karbonlu çelik borular, boru çapına bağlı olarak değişik genişlik ve derinliklerde düzenlenen (teknik şartnamelerle) tranşelere serilir ve teknik şartnamelere göre kaynaklar yapılır. X-Ray kontrolleri ve izolasyon kontrolleri (Spy dedektör ile) ardından dolgu işlemleri gerçekleştirilir. Altyapı özelliklerine ve boru çaplarına göre tranşe derinlik ve genişlikleri kontrol elemanlarının onayı ile farklılık gösterebilir. Polietilen malzemelerden imal edilen boru hatları ise, yine teknik şartnamelere bağlı kalınarak açılan tranşelere serilir, kaynakları yapılır, kaynak noktaları test edilir.

2.14.2 Test işlemleri

Çelik hattın tamamlanması ardından sistem uygun ise tek parçada, uygun değil ise bölümler halinde hidrostatik teste tabi tutulur. Bu test yönteminde, test yapılacak boru hattına çalışma basıncının 1.5 katına kadar basınçlı su doldurulur, dengeleme ve test sürelerinin sonuna kadar beklenerek değerlendirme yapılır, sonuçlar olumlu ise test tamamlanır. Boru hattına doldurulan su boşaltılır, boruların içi “pig” kullanılarak temizlenir ve kurutulur.

Poliyeten şebekede ise, boru hattı çalışma basıncının 1.5 katına kadar kuru hava ile basınçlandırılır, tüm bağlantı noktalarında köpük kullanılarak mukavemet testi yapılır. Ardından basınç 1 bar değerine kadar düşürülerek sızdırmazlık testi için gerekli bekleme süresi kadar basınç takip edilir. Sonuçlar olumlu ise devreye alma çalışmaları başlatılır.

2.14.3 Şebeke kontrol ve işletim tesisleri

Yatırım çalışmaları sonucu hazırlanan ve şebeke grupları tarafından devreye alınarak işletilmeye başlanan doğalgaz şebekesi bir dizi işletim tesisinin bir araya gelmesiyle oluşur. Bu tesisler;

2.14.4 Vana odaları

Çelik şebeke üzerinde ve yer altında, oda şeklinde dizayn edilmiş ve betonarme olarak inşa edilmiş işletim tesisleridir. Vana odaları, boru hattını gazla doldurmaya, boru hattından gaz boşaltmaya, gaz akışını kontrol altında tutmaya ve acil durumlarda gaz akışını kesmeye yarayan ünitelerdir. İstanbul genelinde, değişik çaplarda (6’’-30’’) ve tiplerde (tek veya çift blow-down’lı ya da blow-down’sız) 300’den fazla vana odası inşa edilmiştir. Bu odaların bir kısmı ızgaralı bir kısmı ise borulu havalandırma bacalarına sahiptir. Gerektiğinde hızlı bir şekilde kullanılabilmesi için, ızgara ve perde betondan dolan su ve çamur seviyesinin çizme ile çalışılabilir seviyeyi geçmemesi sağlanmalıdır.

2.14.5 Regülatör istasyonları

Çelik şebeke tarafından taşınan gaz 20 bar basınç altında regülatör istasyonlarına girer ve basıncı 4 bara düşürülerek PE dağıtım hatlarına gönderilir. İstanbul genelinde inşa edilmiş olan 5000 ve 10.000 Sm³/h kapasiteli değişik markalarda 300’ den fazla regülatör istasyonu çalışmaktadır. Bu istasyonların bir bölümü SCADA sistemi ile uzaktan izlenerek kontrol altında tutulmalıdır. 20 barlık çelik şebekeden, regülatör istasyonlarının yanı sıra bazı büyük kapasiteli müşteri istasyonları da gaz alabilmektedir.

2.14.6 Scada sistemi

Uzaktan kontrol, gözlem ve veri işleme sistemidir. Bu sistemin izlendiği ve yönlendirildiği yer ise scada merkezi olarak ifade edilebilir. Bir çok bölge ve müşteri istasyonuna bağlanan algılama problemleri ile veri alınmaktadır. Bu veriler, RTU uzaktan kontrol üniteleri ile merkezi kontrol birimine transfer olarak bilgi şekline dönüşmektedir. Alınan veriler yardımı ile bir regülatör istasyonunda, giriş ve çıkış basınçları, çıkış gaz sıcaklığı, emniyet vanalarının ve diferansiyel manometrelerin durumu, sayaç kapasitesi ile kabin içi gaz kaçağı değerlerini izlemek mümkündür.

2.14.7 Gömülü vanalar

4'' ve 6'' çaplarında, çelik ve PE şebeke üzerinde inşa edilmiş çok sayıda gömülü tip gaz vanası yardımıyla gaz akışı kontrol altında tutulabilir. Her bölge regülatörü ve müşteri istasyonu girişinde birer gömülü vana mevcuttur. Ayrıca, her bölge regülatörünün beslediği dağıtım hattı üzerine ve uygun noktalara yerleştirilmiş çok sayıda gömülü vana yardımıyla şebeke emniyeti sağlanmış olur.

Gömülü vanaların acil durumlarda problemsiz olarak kullanılabilmesini sağlamak için, yapılması gereken kontrol ve işlemler vardır. Bu kontrollerde, vana kapağının çalışırlığı ve kaplama seviyesi, vana içinde çamur varlığı, vana göbek milinin çalışırlığı, kılıf kapağı ve gaz kaçağı gibi konularda çalışma yapılır, problemler varsa giderilir. Amaç, her zaman için vanaların çalışır halde tutulmasıdır.

2.14.8 Katodik koruma test noktaları

Çelik şebekenin korozif etkiler karşısında yapısal bozulmalara uğramaması, güvenli ve uzun ömürlü olabilmesi amacı ile katodik koruma uygulanmaktadır. Özet olarak, sisteme verilen enerji sayesinde toprak ile metal arasında olabilecek iyon alış verişinin engellenmesi prensibi ile çalışan bu sistemde, değişik aralıklarla inşa edilmiş test noktalarından periyodik ölçümler yapılarak sistem kontrol altında tutulmaktadır. Çelik şebeke güzergahında uygun noktalara yerleştirilmiş test ve ölçüm kutularının sağlam ve çalışır halde olması izlenmeli, problemliler bildirilerek onarımı yapılmalıdır.

2.14.9 İşaret plakaları

Özellikle yer altında inşa edilmiş vana odaları ve gömülü vanaların konumlarını gösteren ve birkaç değişik noktadan röperlenerek (sabit noktalardan bir nokta hedef alarak ölçü almak)

gerektiği zaman bulunmalarını sağlayan kroki ve As-built çizimleri (1/200 lük ölçüde doğalgaz durumunu gösteren harita) mevcuttur. Ancak, pratik olarak saha çalışması yapan ekiplerin müdahale hızlarını arttırabilmek için her gömülü tesis için bir işaret plakası yapılmış ve kolay görünebilecek şekilde uygun olan bina-yapı duvarlarına monte edilmiştir. Dağıtım hatları devreye alma çalışmaları öncesinde yapılan hazırlıklarda, işaret plakaları kontrol edilmelidir. Çalışan şebekede ise ölçülerin doğruluğu ve işaret plakalarının varlığı ile okunabilirliği izlenmelidir.

2.14.10Harita bilgileri

Bir şebekeye hakim olabilmenin birinci koşulu güvenilir harita bilgilerine sahip olmaktır. Her çeşit kazı çalışmasında şebekeyi koruma ve kontrol etme özelliğinden, şebeke üzerinde yapılacak her türlü çalışma sırasında başvurulacak ilk doküman harita bilgileridir. Bu nedenle, kroki, iskelet, genel durum planı ve As-built dokümanları eksiksiz olarak hazır bulundurulmalı ve şebeke üzerinde yapılan çalışmalar “güncelleştirme” başlığı altında sürekli olarak işlenmelidir.

2.14.11Servis kutuları

4 bar basınçta bölge regülatör istasyonlarından çıkan ve PE dağıtım hatları ile taşınan gaz, uygun yerlere konulmuş “gömülü vanalar” ile kontrol edilerek servis kutuları ve bu kutulara monte edilmiş servis regülatörleri aracılığıyla ikinci kez basınç düşürülüp (21 ve 300 mbar basınçta) tüketime sunulur. Servis kutuları, duvar tipi olarak S-200 ve S-300, gömülü tipi olarak ise CES-200 olarak isimlendirilirler. Bu kutuların içine, 25 Sm³/h den 200 Sm³/h kapasiteye kadar değişik servis regülatörü montajı yapmak mümkündür. Servis regülatörlerinin seçimi, ilgili bina ve/veya iş yerlerinin proje değerlerine göre yapılır. Bireysel kullanım cihazlarının giriş basıncı 21 mbar dır. Ancak servis kutularından 300 mbar basınçta çıkarak bina içine giren gaz, domestik regülatörleri (ara düşürücüler) aracılığıyla bireysel kullanım cihazlarına girmeden önce 21 mbar’ a düşürülür.

2.14.12Kokulandırma

Gazlar, genel olarak karakteristik koku içerirler ve kolaylıkla ayırt edilebilirler. Ancak, H₂, CO ve CH₄ içeren yanıcı gazlar kokusuz ve renksizdir, fark edilmeleri hemen hemen imkansızdır, gelişmiş ölçme cihazları ile bulunabilirler. Doğal gaz da renksiz ve kokusuz bir gaz türüdür. Tüketime sunulmadan önce kokulandırıcı maddeler eklenmesi gerekir. Ortamda %1 konsantrasyonda algılanabilmesi için 25 mg/m³ kokulandırıcı eklenir. Kokulandırma

amaçlı kullanılan kimyasal maddenin kısa yazılımı THT' dir. THT ölçüm tüpleri kullanılıp seçilmiş değişik noktalardan ölçümler alınarak şebeke genelinde bu standardın yakalanması kontrol edilmelidir. Kokulandırma, Anadolu yakasında Kartal Şebeke Şefliği personeli tarafından Dolayoba' da, Avrupa yakasında ise Avcılar Şebeke Şefliği personeli tarafından Esenyurt BOTAŞ tesisleri sınırlarında bulunan İGDAŞ işletim tesisleri aracılığıyla yapılmaktadır.

Kokulandırma maddelerinde aranan özellikler:

- Başka bir koku ile karışmayacak türde olmalı
- Kötü bir koku olmalı ve insanları rahatsız etmeli
- Kuvvetli bir koku olmalı ve az miktarlarda bile hissedilmeli
- Kimyasal olarak stabil olmalı, gaz ve toprakla reaksiyona girmemeli, havada tam yanmalı, yanma ardından zehirli etkisi az olmalı
- Korozyif olmamalı
- Buharlaştırma özelliği olmalı, yanmanın ardından hızla buharlaşarak uçmalı, basınç düşmesi sırasında ve ısı alışverişlerinde yoğunlaşmamalı, donma noktası düşük olmalı,
- Kolay uygulanmalı ve ucuz olmalı

Merkaptanlar ve sülfür bileşenleri en yaygın kokulandırıcı tipleridir. İstanbul doğalgaz şebekesinde kullanılan THT (terahidroteofen) ve TBM (tersiyerbütüilmerkaptan) kimyasallardır. (Erbil, 1998)

3. REGÜLATÖRLER (BASINÇ DÜŞÜRÜCÜLER)

3.1 Basınç Düşürme Prensipleri

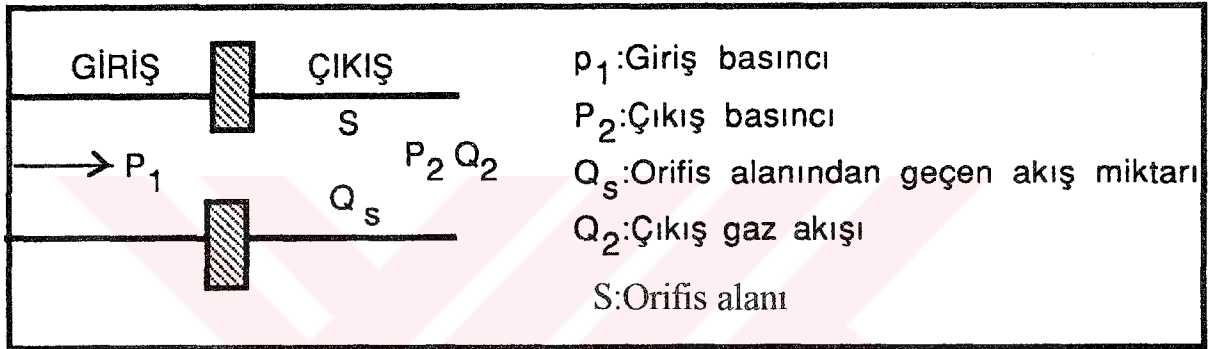
Akış kontrol cihazları üzerlerinden geçen gaz akışını sınırlayarak çıkışta basıncın düşmesine sebep olurlar. Aslında gaz akışı sınırlaması, gaz moleküllerinin sınırlamasıdır.

3.1.1 Orifiste basınç düşüşü

Cihaz üzerinde bulunan orifis sistemde bir akış olduğu zaman basınç düşmesine sebep olur.

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

ΔP : Basınç düşüş miktarı



Şekil 3.1 Orifiste basınç düşüşü (kaynak: botaş)

Eğer P_1 ve P_2 basınçları dengeli bir durumda ise (artıp, azalmıyorsa) ΔP sabit olur ve sonuçta Q_s ve Q_2 akışları birbirine eşit olur.

Sabit "S" aralığına karşılık Q_s , ΔP , P_2 değerlerinin değişimi de şöyledir:

- Eğer P_1 sabit Q_2 değişken ise;
 Q_2 arttığında ve $Q_2 > Q_s$ ise P_2 düşer,

Q_2 düştüğünde ve $Q_2 < Q_s$ ise P_2 artar,

- P_1 değişken ve Q_2 sabit ise;
 P_1 arttığında Q_s artar ve $Q_s > Q_2$ ise P_2 artar,

P_1 düştüğünde Q_s azalır ve $Q_s > Q_2$ ise P_2 azalır.

Sonuç olarak "S" sabit aralığından geçen gazın miktarı ve basıncı cihazın giriş basıncından etkilenir. Giriş basıncının değişmesi ile çıkış basıncı da değişir.

Bu durum, Bernoulli denkleminde elde edilen aşağıdaki formülle özetlenebilir:

$$Q = A \times c \times \sqrt{2g \times \frac{\Delta P}{\gamma}} \quad (3.1)$$

3.2 Gaz Genleşmesi: Genel.

Basınçları 25 bar' a kadar olan dağıtım şebekelerinde doğal gaz ideal gazla karşılaştırılabilir. Bir gazın mutlak basınç altında P_0 ($P_{gösterge} + P_{atm.}$) ve mutlak sıcaklık T_0 ($^{\circ}C + 273$) ve V_0 hacminde olduğunu varsayarsak şartlardaki değişim sonucu hacim V , basınç P ve sıcaklık T ortaya çıkarak aşağıdaki bağıntıyı doğrulayacaktır:

$$\frac{P_0 \times V_0}{T_0} = \frac{P \times V}{T} = \text{sabit} \quad (3.2)$$

3.3 Kritik Akış Hızı

Bir aralıkta mutlak gaz giriş basıncı P_e ise ve açık kısımdan çıkış basıncı P_a ise, akışkan doğal gaz bu aralıktan geçer. $P_e > 2P_a$ olduğunda alt kritik akış oluşur. Bu durumda aralıktaki gaz akışı yalnızca giriş basıncına ve aralığın özelliklerine bağlı olur. Açıklığın özelliklerine Q_f dersek bağıntı aşağıdaki gibi olacaktır:

$$Q = Q_f \times P_e \quad (3.3)$$

Burada Q , giriş mutlak basıncındaki değişime tekabül eden akış oranıdır. Çıkış basıncı düşse bile, akış bu maksimum değerde kalacaktır. Aralıktan geçen gaz hızı da maksimumdur ve doğal gaz için gaz hızı ses hızı olan 400 m/saniye' ye eşittir.

$P_e < 2P_a$ olduğunda üst kritik akış oluşur. Bu durumda açıklıktaki akış giriş basıncının ve açıklık özelliklerinin yanı sıra çıkış basıncına da bağlıdır. Bağıntı ise aşağıdaki gibidir:

$$Q = Q_f \times P_e \times f\left(\frac{P_a}{P_e}\right) \quad (3.4)$$

Buradaki $f(P_a / P_e)$ fonksiyonuna Z_f faktörü denir. (Sofregaz, 1996)

3.4 Akış Katsayısı

Akış katsayısı regülatör vanasının ayarlanan delik çapına bağlıdır. Aşağıda verilen akış

katsayıları francel satış programına aittir ve yalnızca bu tip ekipmanla kullanılabilir.

İlgili değerlerin $KG = 2Qf$ ve $Cg = 1.94 Qf$ olduğuna dikkat edilmelidir.

Bir Aralıktaki Gaz Hızı:

$$V = 534 \times \frac{Q}{P \times D^2} \quad (3.5)$$

Burada V =hız (m/sn), Q =debi (Nm^3 /saat), P =mutlak basınç (bar) D = açıklık çapı (mm) olarak verilmiştir.

3.5 Çıkış Basıncını Sabit Tutma Prensibi

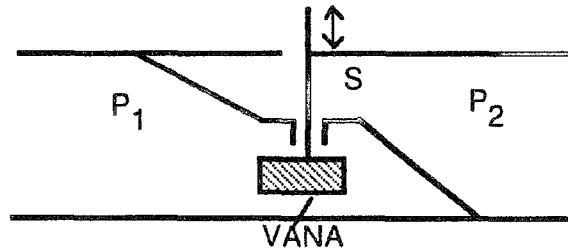
Giriş basıncı ve akış debileri değiştiğinde çıkış basıncı değişecektir.

- P_2 arttığında Q_2 azalır veya P_1 artar,
- P_2 azaldığında Q_2 artar veya P_1 azalır.

Başka bir deyişle;

- P_2 'nin sabit kalabilmesi için Q_s ile Q_2 birbirine eşit olmalıdır,
- P_2 'nin sürekli sabit kalabilmesi için Q_s artma oranıyla Q_2 artma oranı birbirine eşit olmalıdır.

Değişim gösteren Q_2 akışı veya P_1 basıncına karşılık, s aralığı ayarlanarak P_2 basıncının sabit kalması sağlanır. Bu ihtiyaca regülatör denen bir cihaz karşılık verecektir. Regülatör başta bir vana iken daha sonra otomatik olarak çalışan bir cihaz haline gelmiştir.



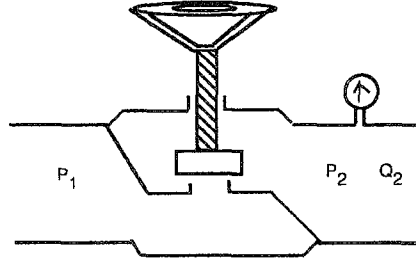
Şekil 3.2 Basit bir regülatör tipi (kaynak:botaş)

Dışarıdan kumanda edilen bir vana yardımıyla "S" vana aralığının ayarlanmasıyla P_2 basıncını sabit tutmak mümkün olacaktır. (Şekil 3.2)

3.6 Kısmi Vanası

Operatör manometredeki basınç değerini okuyarak P_2 basıncını sürekli sabit tutabilir. Q_2 ile

vana aralığındaki Q_s akışı birbirine eşit tutularak P_2 'nin sabit kalması sağlanır. Yani kısma vanası açılıp kapanarak P_2 basıncı sabit tutulabilir. (Şekil 3.3)



Şekil 3.3 Kısma vanası (kaynak: botaş)

3.7 Basınç Düşürmenin Otomatik Hale Geçişi (Terazi Dengeli Basınç Düşürücü)

- Prensibi;

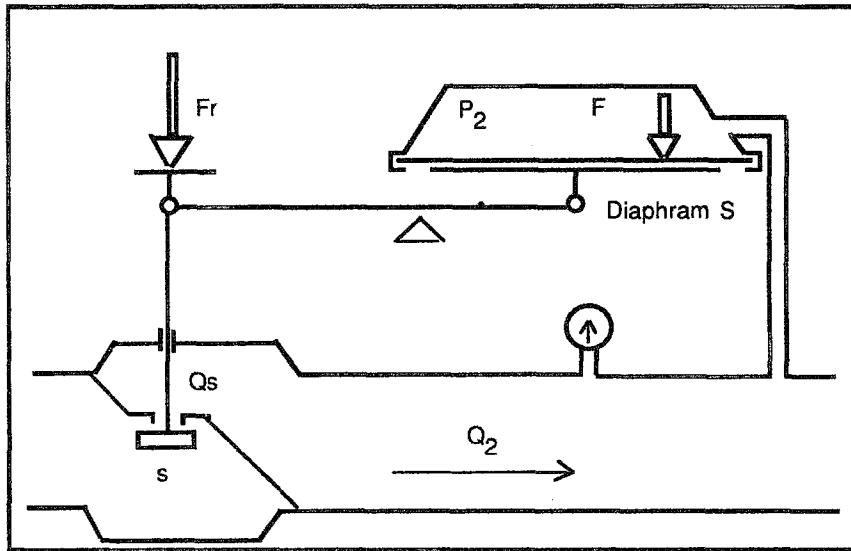
Aşağıdaki şekilde görülen terazi dengesinde terazinin bir tarafında P_2 basıncından dolayı alanı S olan diyaframın üzerine bir F kuvveti etkir;

$$F = P_2 \times S \quad S = \text{Diyafram alanı.}$$

$P_2 =$ Çıkış basıncı.

Terazinin diğer tarafında F_r (referans kuvvet) kuvveti etkir.

Eğer bu iki kuvvet dengeye gelirse; $F_r = F$ (Şekil 3.4)



Şekil 3.4 Terazi dengeli basınç düşürücü (kaynak: 1)

- Çalışması;

Q_2 akışı arttığı zaman P_2 basıncı düşecek ve $Q_s < Q_2$ olacaktır. Böylece diyafram üzerine etkiyen F kuvveti azalacaktır. Yani;

$F < Fr$ olacaktır.

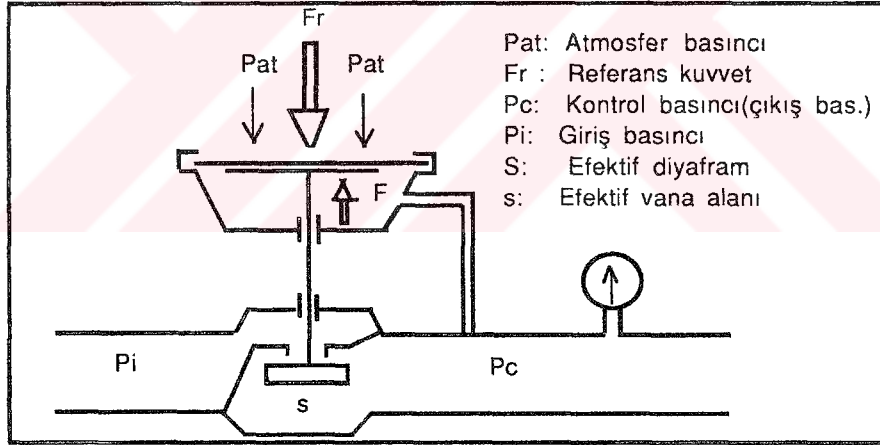
Bu durumda Fr kuvveti, F kuvvetinden büyük olacağı için bu mekanizmaya bağlı olan vana aşağı doğru itilecek ve akış yolu açılacak, dolayısıyla Q_s akışı artacak ve Q_2 akışına eşitlenecektir.

Böylece P_2 basıncı, F kuvveti artacaktır ve $F = Fr$ olarak denge durumuna gelecektir.

Sonuç olarak Fr referans kuvvetinin miktarına göre P_2 basıncını sürekli sabit tutmamız ve istediğimiz miktarda ayarlamamız mümkün olacaktır.

3.8 Terazi Dengeli Mekanizmanın Basitleştirilmiş

Bu mekanizma (Bkz. Şekil 3.5) bir önceki mekanizmanın basitleştirilmiş şeklidir. Bu mekanizmada P_c basıncından doğan F kuvveti



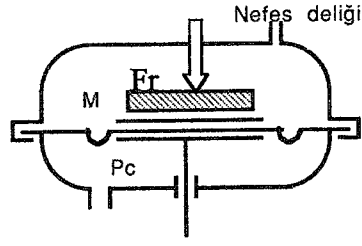
Şekil 3.5 Terazi dengeli mekanizmanın basitleştirilmiş (kaynak:botaş)

S diyaframına alttan, Fr kuvveti de direkt olarak diyafram üzerine etkiyerek dengeyi sağlamaya çalışırlar.

3.9 Fr Kuvvetinin Değişik Şekillerde Elde Edilmesi

İstenilen basıncı sağlamaya çalışan Fr kuvvetini değişik şekillerde elde edebiliriz. Bunlar aşağıda sıralanmaktadır.

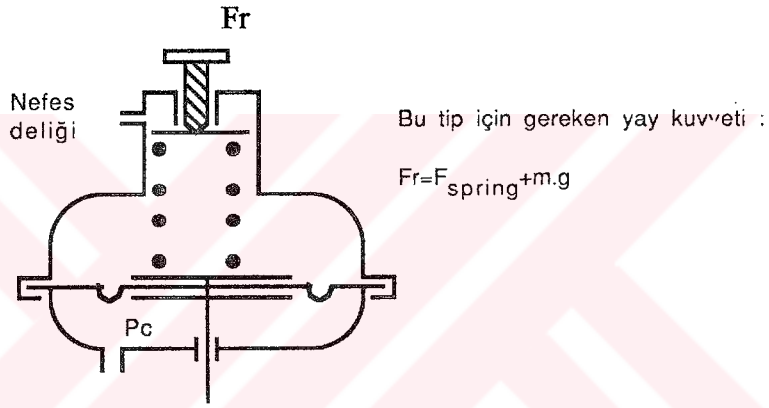
- Ağırlık yüklü tipi (Bkz. Şekil 3.6);



m = Oynar parçalar (vana, diyafram ve vana sapı) ağırlığı
 g = Yerçekimi ivmesi
 $Fr = (M+m) \times g$
 M = Kütle ağırlığı

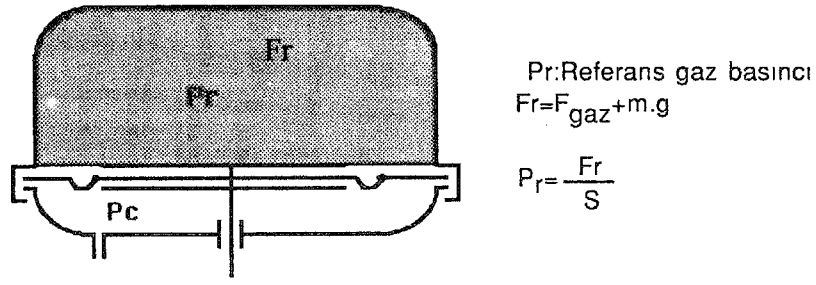
Şekil 3.6 Ağırlık yüklü tipi (kaynak: botas)

- Yay yüklü tipi



Şekil 3.7 Yay yüklü tip (kaynak: botas)

- Pnömatik basınçla çalışan tipi

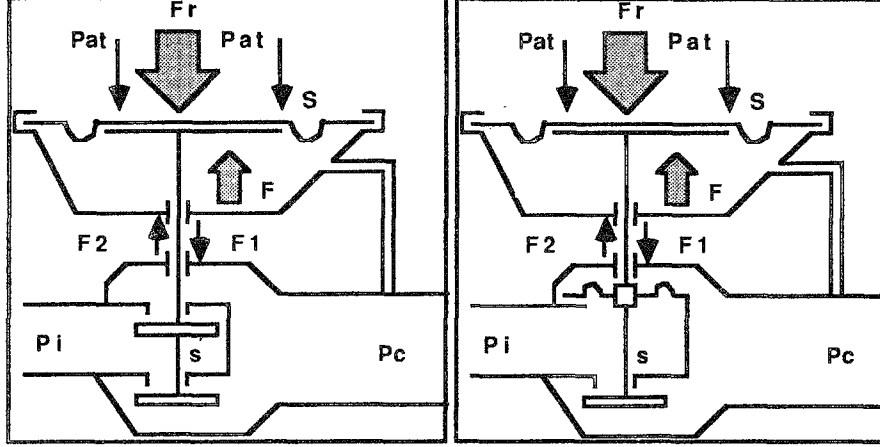


Şekil 3.8 Pnömatik basınçla çalışan tipi (kaynak: botas)

3.10 Giriş Basıncının Regülatör Üzerindeki Etkisinin Kaldırılması

Giriş basıncının etkisini aşağıda belirtildiği gibi kaldırmak mümkündür.

- Sistemin üzerine ikinci bir vana ekleyerek veya sisteme ikinci bir diyafram ekleyerek;

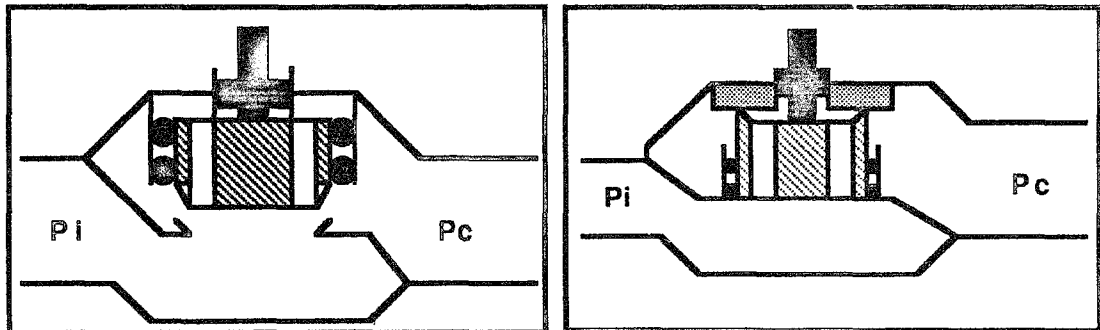


Şekil 3.9 Giriş basıncının regülatör üzerindeki etkisinin kaldırılması (kaynak:botaş)

Bu vanalara (bkz. Şekil 3.9) etkiyen ters yöndeki kuvvetlerle giriş basıncı etkisi ortadan kaldırılır. Burada giriş basıncının, alttaki vanaya uyguladığı kuvvet ile üstteki vanaya uyguladığı kuvvet eşit olduğu için toplam etki sıfır olacaktır. Çıkış basıncı da, alttaki vana üzerine aşağıdan, üstteki vana üzerine ise yukarıdan bir kuvvet uygulayarak toplam etkinin sıfır olmasını sağlar. Genellikle bu yöntem büyük regülatörlerde kullanılmaktadır.

Şekil 3.9 'da görülen ekstra diyafram yine ikinci bir vananın görevinin aynısını yapmaktadır. Burada vana yerine diyafram kullanılmasının nedeni daha kolay ve ucuz olduğu içindir. Bu sistem daha çok küçük regülatörlerde kullanılır.

- Özel vana simitleri yardımı ile kuvvet dengelenmesi sağlayarak
- Aşağıdaki şekil 3.10 da (P_i) giriş basıncı vana simidinin üstünden ve altından aynı alana etki yapmaktadır. Sonuçta P_i basıncından doğan kuvvet sıfır olacaktır.



Şekil 3.10 Vananın yukarı ve sağa doğru açılan pozisyonunda olması (kaynak:botaş)

3.11 Basınç Düşürücülerin Çalışması

Pozitif çalışan regülatörler; regülatörün basınç kontrol diyaframının herhangi bir kaza veya istenmeyen durumda yırtılması durumunda regülatör vanasının otomatik olarak tamamen açık pozisyona gelmesi durumunu içeren regülatörlerdir. Ağırlık mekanizması ile çalışırlar.

Negatif çalışan regülatörler; herhangi bir istenmeyen durumda, (regülatör diyaframı yırtıldığı zaman) regülatör vanasının kapalı konuma geldiği tiplerdir. Bu durumu karşılamak için regülatörün içinde bulunan bir yay hemen vananın kapanmasını sağlar. Bu tip regülatörlere örnek ise pnömatik basınçla çalışan regülatörlerdir.

Cevap verme zamanı ve hassasiyetine göre de regülatörleri iki ayrı gruba ayırabiliriz

- Direkt etkili regülatörler,
- Pilot tahrikli regülatörler.

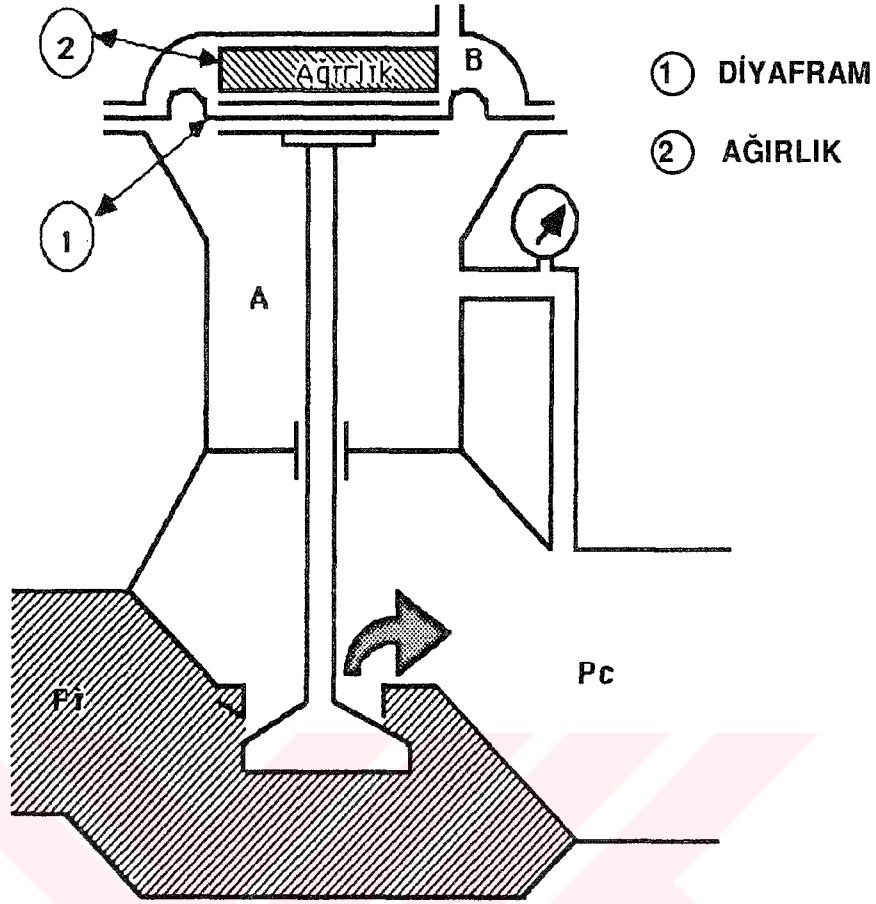
3.11.1 Direkt etkili regülatörler

Bu tip regülatörlerde çıkış tarafındaki basınç dalgalanmaları veya basınç değişikliği direkt olarak regülatör diyaframının hareketini sağlar. Bu diyafram direkt olarak regülatör vanasına bağlı olduğu için regülatör vanasını ani olarak hemen açar veya kapatır.

Direkt etkili regülatörlerde eğer regülatör üzerine gelen dış kuvvetler sıfırlanırsa çıkış tarafında istenilen sabit basınç sürekli sağlanır. Üç değişik tip direkt etkili regülatör vardır. Bunların birbirinden farkı diyafram üzerine etkiyen F_r kuvvetinin değişmesidir.

- Ağırlıkla çalışan regülatörler (bkz. Şekil 3.11)
Avantajları; basıncı ayarlamak için regülatörün üzerine ağırlık yerleştirmek oldukça kolay bir yöntemdir. Dezavantajları; çıkış tarafındaki basıncı çok az yükseltmek gerekse de aynı regülatör üzerine koyacağımız ağırlık çok fazla olacaktır.

Bu tip, regülatörler muhakkak yatay olarak yerleştirilmelidir.



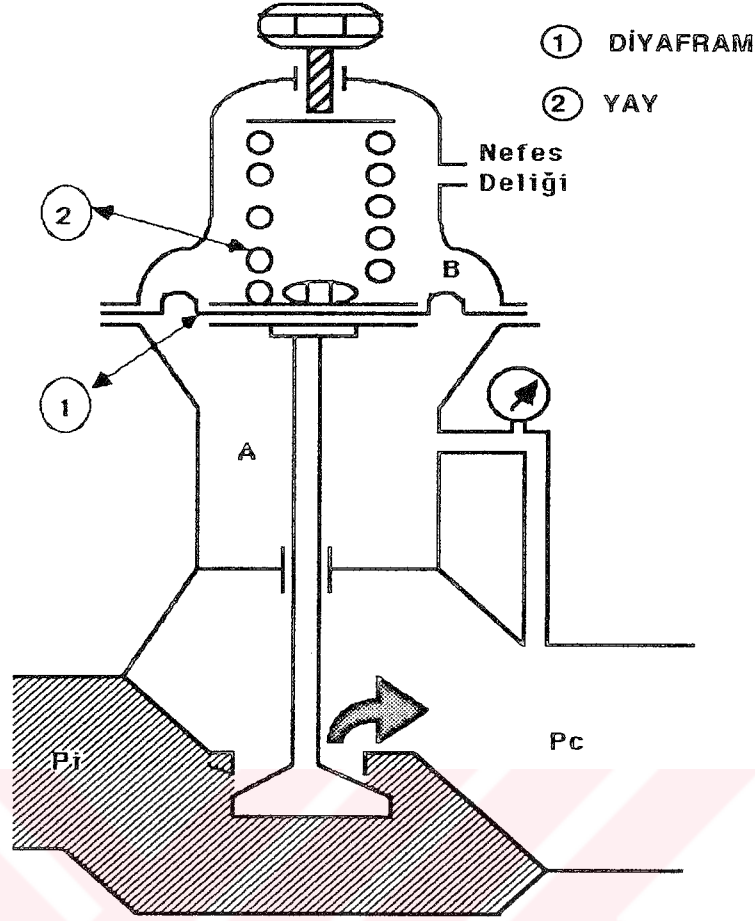
Şekil 3.11 Ağırlıkla çalışan regülatörler (kaynak:botaş)

- Yay yardımıyla çalışan regülatörler (bkz şekil 3.12)

1 No'lu diyafram, A haznesindeki P_c kontrol basıncı ve B haznesinde bulunan 2 no'lu yay yardımı ile hareketini sağlar. Yayın diyafram üzerine uyguladığı kuvvet yayın sıkıştırılan uzunluğu ile orantılıdır:

$$F = -K \cdot X$$

K: yay katsayısı



Şekil 3.12 Yay yardımıyla çalışan regülatörler (kaynak:botas)

Burada yayı sıkıştırmak suretiyle, diyafram üzerine uygulanan kuvvet artar. Yaylı regülatörlerde yayların zamanla fazlaca açılıp kapanması sonucunda, yayın uyguladığı kuvvet değişir. Bu durumda yaylı regülatörün hassasiyeti bozulur ve çıkış basıncı doğru bir şekilde elde edilemez.

Avantajları; bu tip regülatörlerin dizaynı oldukça kolaydır. Yaylı regülatörler basınç değişimlerinde kısa zamanda vananın açılıp kapanmasını sağlarlar. Basınç değişimlerine karşı çok duyarlıdırlar. Bu regülatörlerin hareketli parçalarının eylemsizliği oldukça azdır.

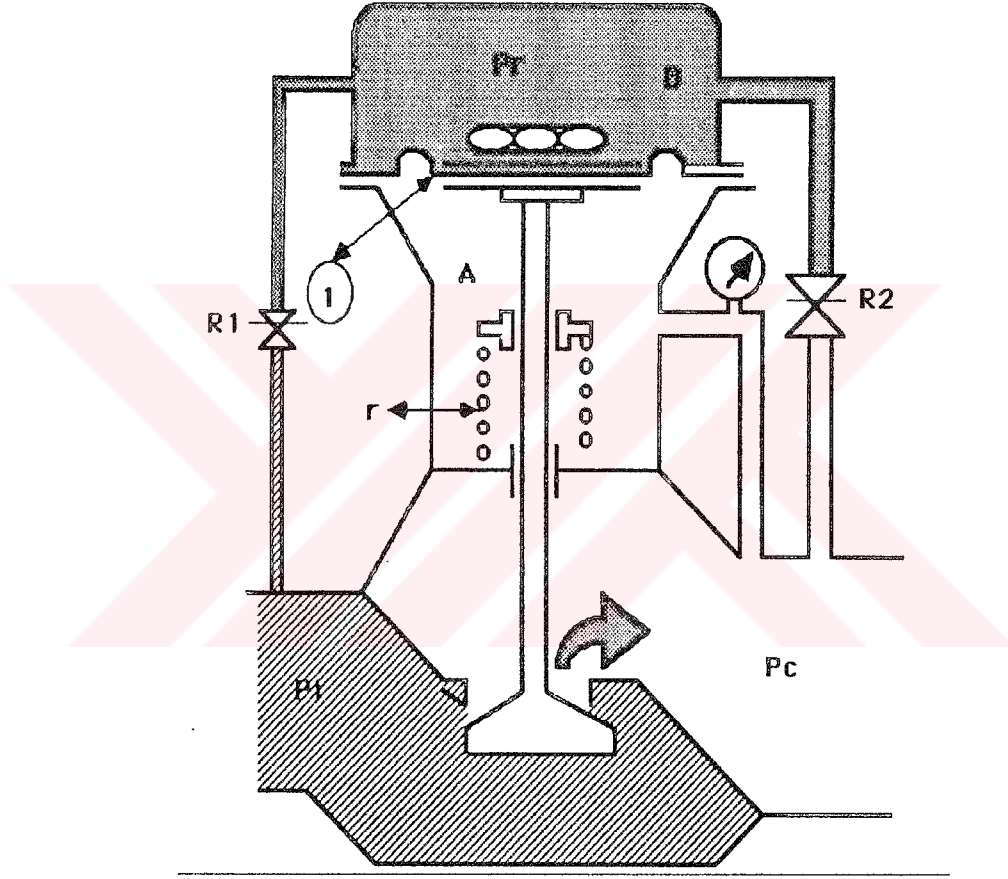
Dezavantajları; regülatörden çekilen gaz miktarı artınca, çıkış basıncı minimum çıkış basıncının altına düşebilir. Diyafram az bir miktar aşağı çekilir. Yayda hafif bir uzamadan dolayı yeterli miktar sıkıştırma yapılamaz. Böylece çıkış basıncında fark edilir bir düşme olur.

Yay çapı 8 mm' yi aşan yaylarda çıkış basıncını istenen bir değerde set etmek pek mümkün değildir.

Regülatörden çekilen maksimum bir gaz miktarı vardır. Eğer bu gaz miktarı aşırsa, çıkış

basıncında daha fazla düşme olacaktır. Bu da istenmeyen bir durumdur. Regülatörün iyi kapama yapabilmesi için, regülatör vanasının, vana simidinin ve vana yatağının tamamen contalı olması gerekir.

- Pnömatik basınçla çalışan regülatörler (bkz. Şekil 3.13);
Bu regülatördeki 1 no'lu diyafram A haznesindeki çıkış basıncı ile B haznesindeki sıkıştırılmış basınç tarafından kontrol edilir.(r) yayı, basınç istenilen seviyeye ulaştıktan sonra kapama işlemini yapar. Eğer B haznesindeki basınç düşerse R1 vanası yardımıyla gaz ikmali yapılır.



Şekil 3.13 Pnömatik basınçla çalışan regülatör tipi (kaynak:botaş)

Avantajları; bu tip regülatörlerin çıkış basıncını, çok küçük aralıklarda ayarlama şansı vardır. Bu regülatörde kullanılan referans gazın basıncı çok önemli değildir.

Dezavantajları; bu tip regülatörde regülatörün çıkış basıncı (P_r) regülatörde kullanılan referans gaz basıncına bağlıdır:

- Sıcaklık değişikliklerinden etkilenmemek için cihaz iyi bir şekilde izole edilmelidir. 10°C 'lik bir sıcaklık farkı, çıkış basıncında % 2 'lik bir değişikliğe sebep olmaktadır,

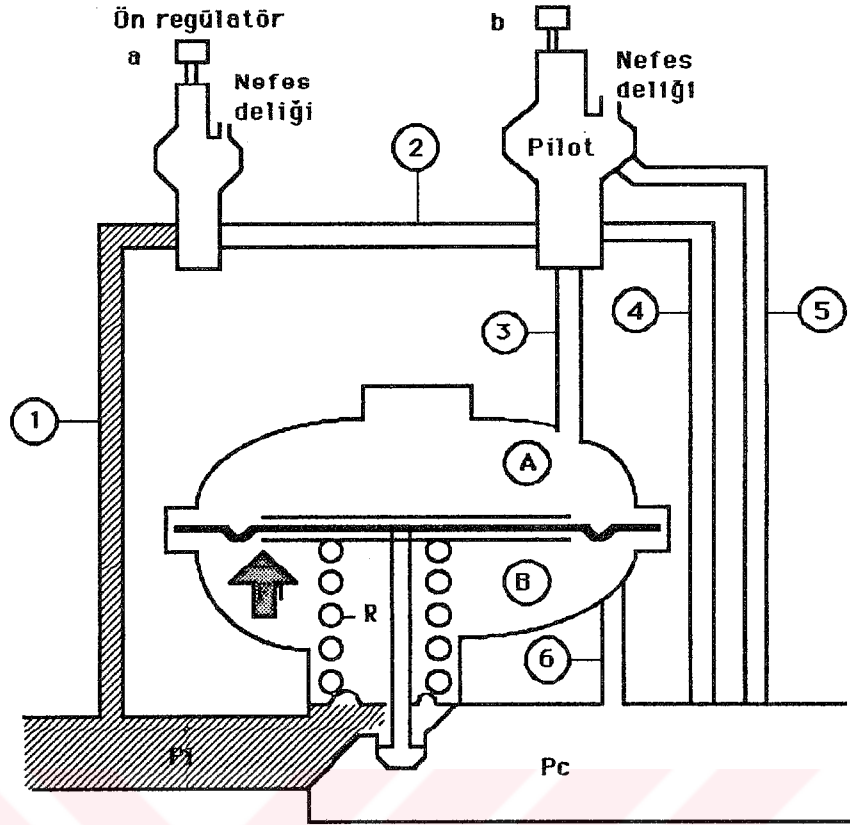
- R1 ve R2 vanalarındaki sızmalar problem yaratabilir,
- B haznesinde meydana gelebilecek gaz kaçakları da problem yaratabilir.

Direkt Hareketli Regülatör Arızaları:

- Nefes deliğinden atmosfere gaz çıkışı; bu genellikle diyaframın delindiğine işarettir. Ya da vana sapı gevşek olup, merkezden gaz çıkışı olabilir. Yalnız bu fazla karşılaşılan bir durum değildir,
- Vana yatağına oturamaz; buna sebep ise vana veya yatağının üzerinde biriken tozdur. Diğer bir neden de diyaframın arızalı olmasıdır. Diyaframın arızalı olması veya vananın eksenine gevşek tutunmuş olması vananın lastik kısmının zarar görmesine de sebep olabilir.
- Basıncın çok düşük olması; yay kırılmış ya da yay malzemesi yıpranmış olabilir. Pas ya da toz kalıntıları, girişte veya vananın bulunduğu yerde birikmiştir,
- Regülatörün cevap vermemesi; nefes deliği bloke olup, diyaframın aşağı veya yukarı hareketini engeller. Böylece regülatör basıncı giriş basıncına veya gaz akışına bağlı olarak artış veya azalma gösterebilir,
- Titreşmek (Chattering); vana ve diyaframın hızlı bir şekilde aşağı yukarı hareketinden dolayı gürültülü vibrasyonun oluşmasıdır. Bu hareket vananın yatağa çarpıp sekmesine sebep olur, böylece işlemi devam ettirecek olan bir diğer vuru basıncını oluşturur. Bunun sebebi de nefes deliğinin büyük olmasıdır. Yeterli titreşim sağlanana kadar nefes deliğini daraltarak bu sorun çözümlenir,
- Regülatör gazı geçirmiyor; bazen regülatör kısa bir süre için kilitlenir ve vana yatağına sıkışır. Ağırlık veya yayın kuvveti, serbest kalması için yetmez. Bu vana veya yatağı üzerinde yapışkan maddelerin bulunmasındandır. Uygun bir çözücüyle temizlenmesi çözüm olacaktır.

3.11.2 Pilot tahrikli regülatörler

Bu tip regülatörlerde (bkz. Şekil 3.14) basıncı ayarlamak için çıkış basıncı kullanılmaz. Bu basınç yerine pilot gazı basıncı kullanılır. Pilot gazını, pilotla giriş gazı arasına bağlanmış bir ön regülatörden alır, buradan çıkan gaz filtre edilerek pilota gelir. Ön regülatör pilota sürekli sabit basınçta gaz gönderir. Pilot çıkış basıncının düşmesine veya yükselmesine bağlı olarak, ana diyaframın üstündeki gazın artmasını veya azalmasını sağlar. Böylece regülatörün çalışması sağlanır.



Şekil 3.14 Pilotlu regülatör ve yardımcı elemanları (kaynak:botaş)

Şekil 3.14 'de bulunan semboller ve numaralar

- (1) Regülatör giriş basıncı
- (2) Ön regülatörden gelen basınç P_0
- (3) Ana membran üzerine uygulanan basınç P_a
- (4) Pilot drenaj borusu,
- (5) Pilotun çalışması için çıkıştan gelen basınç (P_0),
- (6) Regülatörün çalışması için gelen basınç (P_0).

Bu P_0 basıncı pilotu çalıştırarak ana regülatörün üzerine gelen P_a basıncını ayarlar. Böylece P_a basıncı da regülatör vanasının açılıp kapanmasını sağlayarak çıkış basıncını ayarlamaktadır.

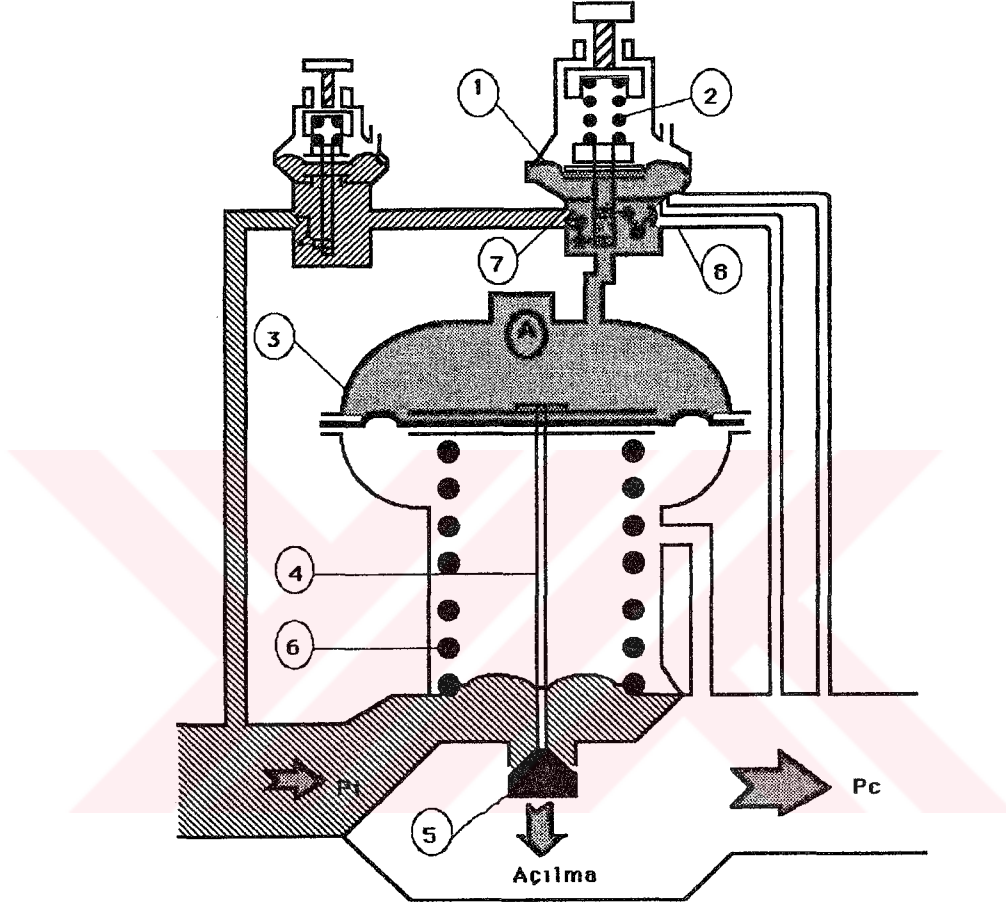
Birçok değişik pilot kontrollü regülatör vardır. Bazılarında P_a basıncı arttığı zaman regülatör vanası kapanır. Bazılarında ise tam tersi P_a basıncı azaldığı zaman regülatör vanası kapanır. Bunlar tamamen regülatörün dizayn özelliklerine bağlıdır.

Pilotlu regülatörlerin çalışma prensibi:

Çıkış basıncı düştüğü zaman pilot üzerinde bulunan 2 nolu yay 1 nolu diyaframı aşağı doğru iter, böylece 7 nolu giriş vanasını açar bu esnada 8 nolu çıkış vanasını kapatır. (bkz.Şekil

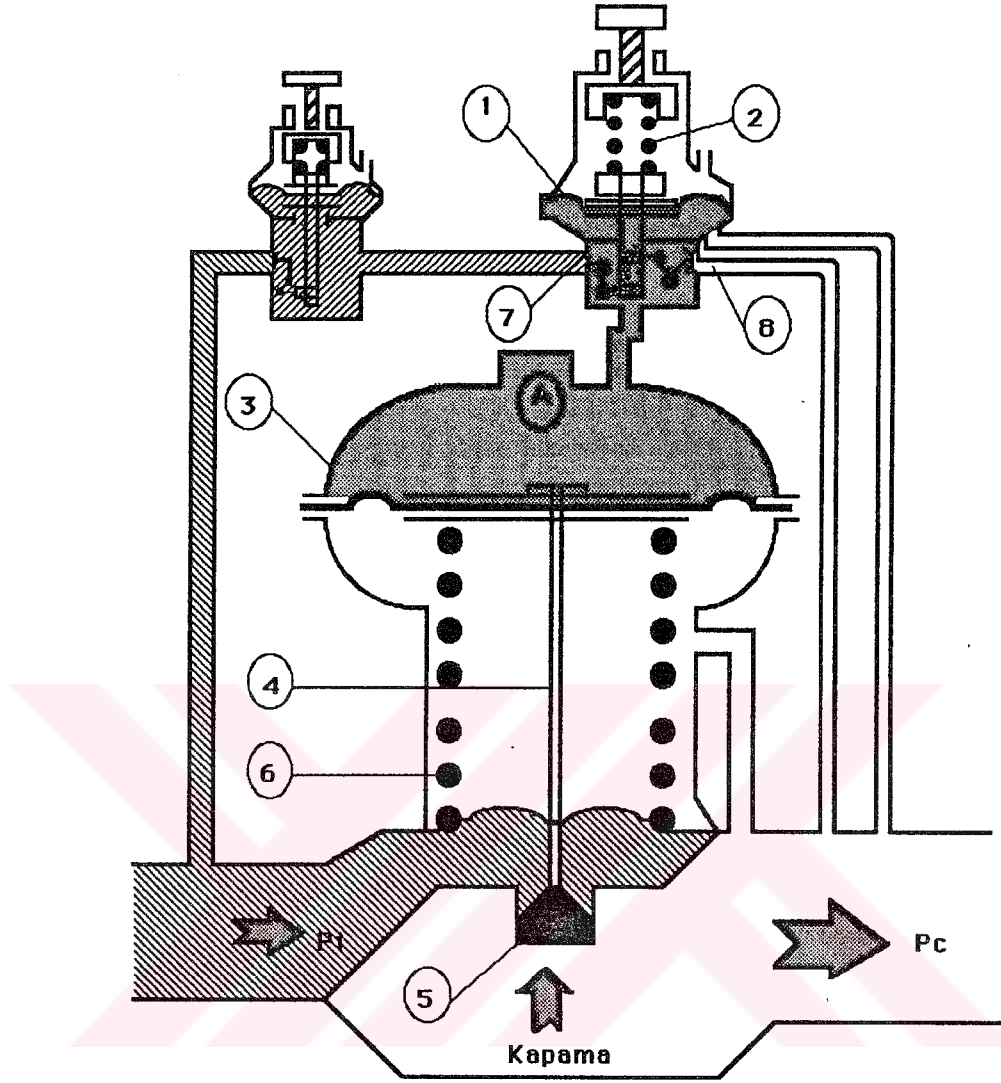
3.15)

Böylece A haznesinde bulunan P_a basıncını yükselterek 3 nolu diyaframı aşağı doğru iter. 4 nolu çubuk vasıtası ile 5 nolu vana açılır ve çıkış basıncı yükselir. Bu olay 6 nolu yay kuvveti ve çıkış basıncı 3 nolu diyaframın yapmış olduğu baskıyı karşılayana kadar devam eder. Bu kuvvetler dengelendiği anda zaten çıkış tarafındaki basınç istenilen değere ulaşmış olacaktır.



Şekil 3.15 Çıkış basıncı düştüğü zaman regülatörün devreye girmesi (kaynak:botaş)

Çıkış basıncı istenen basıncın üzerine çıktığı durumda regülatörün çalışması: (BOTAŞ, 1996)



Şekil 3.16 Çıkış basıncı istenen basıncın üzerine çıktığı durumda regülatörün çalışması
(kaynak:botaş)

4. BÖLGE VE MÜŞTERİ REGÜLATÖR İSTASYONLARI

4.1 Amaç

Bölge regülatör istasyonlarının amacı gaz basıncını ana şebekede iletildikleri basınçtan (maksimum 25 bar) orta basınç şebekesinde dağıtıldıkları basınca (maksimum 4 bar) düşürmektir. Bu istasyonların görevi orta basınç şebekesine, hizmet verdikleri bölgeden herhangi bir zamanda gelebilecek talebi karşılamak için gerekli gaz miktarını sağlamaktır.

4.2 Tasarım Kapasitesi

Doğal gaz verilecek çeşitli alanlardaki “saatteki azami tüketim” taleplerinin hacim ve dağıtım analizleri ile bu verilerin ana şebeke boyunca pik saatlerde oluşan çekiş oranında hesaplanmış basınçlarla karşılaştırılması sonucu tüm istasyonlar için bir kapasite standartlaştırılmıştır.

- Giriş basıncı: 6 bar gösterge
 - Çıkış basıncı: 4 bar gösterge
- olan bir istasyonun minimum kapasitesi olan 5000 Nm³/saat.

4.3 Bölge Regülatör İstasyonunun Yerleşimi

Her istasyonda, her biri tüm istasyon kapasitesinin % 100'üne eş kapasitede ve aşağıdaki ana elemanlarla donanmış iki eş düzenek bulunmaktadır:

- 1 filtre
- 1 regülatör
- 1 tam fonksiyonlu gaz ayar vanalı bir by-pass elemanı

İki eş düzenek ve bir by-pass hattı bulunmasının nedeni, servis devamlılığının önemidir. Her düzenekte bulunan kapama vanasının görevi ise basınç düşürücü vanada arıza olduğunda iki birbirini izleyen güvenlik korunumu sağlamaktır.

4.4 Malzeme Listesi

4.4.1 Borulama

- Boru Malzemesi - API 5L
- Fitting Malzemesi – ASTM A234,
- Flanşlar – ASTM A105, ASME B16.5
- Saplamlar - ASTM A193 B7, Galvaniz ya da Ni-Cd kaplamalı
- Somunlar – ASTM A194 2H, Galvaniz ya da Ni-Cd kaplamalı

- İzolasyon Contaları, Monoblok

4.4.2 Regülatör

- Pilot tahrikli düşük ses seviyeli regülatörler (<70 dBA)
- Hassasiyet - RG 5, SG 10
- İGDAŞ tarafından istenen set aralığında ayarlanabilme.
- Kapasite hesabı için şartlar:
 - $P_g = 6$ barg
 - $P_ç = 4$ barg

4.4.3 Emniyet kapma vanası (shut-off)

- UPCO (düşük basınç kapama) ve OPCO (yüksek basınç kapama) özellikleri
- UPCO, $0.1 \times$ Set basıncı - $0.8 \times$ Set basıncı arasında; OPCO ise $1.1 \times$ Set basıncı - $1.5 \times$ Set basıncı arasında ayarlanabilecektir
- On-off bilgisini gönderebilecek elektronik cihaz (microswitch) içerecektir

4.4.4 Vanalar

Küresel Vanalar:

- API 6D monogramlı
- ANSI 300, tam geçişli Kelebek Vanalar
- ISO 5752, ISO 5211, ISO 5208 standartlarına uygun
- Lug Tipi

4.4.5 Filtre

- Tasarım - ASME Bölüm VIII
- Detay çizimleri bildirilmeli
- Dram vanası bulunmalı (Bölge istasyonu için 2 "flanşlı,)
- Basınç düşümü-Temiz bir kartuşla 6 barg basınç altında 100 mbar

4.4.6 Sayaç

- $500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ kapasiteye kadar rotary metre
- $500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ kapasite üstü türbin metre
- Hassas ölçüm aralığı- Türbin metre için 20 (Q_{\max}/Q_{\min}), Rotary metre için 50(Q_{\max}/Q_{\min})
- Gövde - Çelik veya Alüminyum

4.4.7 Hacim düzelticiler

- Üç yıl pil ömrüne sahip
- Enterferanslara karşı korunmuş (EN 50081-1, EN 50082-1, CE logolu)
- Intrinsically Safe (EN 50014) (Hacim düzelticiden alınacak bilgiler de detayları ile şartnamede belirtilmiştir).

4.4.8 By-pass vanaları

(Bölge istasyonları için)

- Küresel vana -3 “API 6D monogramlı
- Globe vana - 3 “API 6D monogramlı

4.4.9 Kabin ve boyama

- Kabin
 - 2 mm kalınlıkta Alüminyum
 - Üst ve alt havalandırma delikleri bulunmalı
 - Ön ve arka kapılı, kapı sabitleyicileri mevcut
 - Şasiye bağlı taşıma kancaları mevcut
- Boyama
 - Borulara antipas boya üzerine iki kat akrilik boya.
 - Normalde kapalı vanaların kolları kırmızı, normalde açık vanaların kolları sarı renkli olacak.

4.4.10 Topraklama

- 20 mm² topraklama kablosu ile (tek bir kablo) giriş izolasyon contasından çıkış izolasyon contasına kadar rastgele flanşlara bağlantılı.

4.4.11 Eğitim ve devreye alma

- İstasyonların bakımı ve devreye alınması ile ilgili teknik eğitim sağlanmalı.
- Bakım, devreye alma manüelleri ve yedek parça listesi ve çizimleri istasyon ile birlikte verilmeli.

4.5 Regülasyon Ve Emniyet

4.5.1 Regülatör seçimi

Regülatör seçiminde etken olan faktörler:

- Fiyat
- Kapasite
- Hassasiyet
- İstikrar
- Kolaylık
- Emniyet
- Tepki hızı

Yay tahrikli regülatörler yüksek tepki hızına sahiptirler, ancak düşük basınç sınıflarında kullanılırlar. Bölge ve Müşteri İstasyonu şartnamelerinin tanımladığı basınç aralığında yay tahrikli regülatör kullanılamaz. Ayrıca bölge gaz dağıtımında birçok kullanıcıya gaz verildiğinden (tek bir cihaz veya brülörün kullanımı söz konusu olmadığından) gaz talebi düzenli ve yavaş olacaktır, yüksek tepki hızına ihtiyaç duyulmaz.

Pilot tahrikli regülatörlerin kullanım alanı kısaca şöyle özetlenebilir: Yüksek çıkış basıncında (1 bar mutlak ve üzeri), yüksek basınç sınıflarında ve yüksek tepki hızına ihtiyaç

duyulmadığında (bu tanım hemen hemen tüm Batı Avrupa ülkelerinde de geçerlidir. Regülatör seçimi, belirtilen kıstaslar aralığında ihtiyaçlara göre yapılır).

Giriş basıncı dalgalanmasının yüksek olması veya giriş-çıkış arasındaki basınç farkının yüksek olması (Almanya uygulamasında bu fark 16 bar mutlak ve üzeridir) durumlarında pilotun iki kademeli olması istenir. (İGDAŞ, 1998)

4.5.2 Emniyet felsefeleri

Emniyet ekipmanlarının ve süreklilik ekipmanlarının tanımları firmalara ülkelerin uygulamalarına ve standartlarına göre değişmektedir. Bizde ve Avrupa uygulamalarında emniyet ve süreklilik ekipmanları şu şekilde sınıflandırılabilir:

4.5.2.1 Emniyet ekipmanları

- Emniyet kapama vanası (shut-off)
- Monitor regülatör

4.5.2.2 Süreklilik ekipmanları

- Monitor regülatör
- Tahliye vanası (relief)

A.B.D.'de relief (tahliye) vana da emniyet ekipmanı olarak kullanılmaktadır (özellikle taşıma hatlarında). A.B.D.'de basınç düşürme istasyonuna sadece regülatör ve giriş-çıkış vanaları konulmaktadır; emniyet ekipmanı olarak da istasyondan belirli bir mesafe uzakta hat üzerine bir relief vana konulmaktadır. Relief vananın kapasitesi, regülatörün kapasitesinin % 100'üne eşit olarak seçildiğinden emniyet görevini yerine getirmektedir. Ancak bu durum atmosfere çok fazla gaz atılmasına sebep olmaktadır, dolayısı ile (maliyeti bir yana) Avrupa ve Türkiye'deki yerleşim merkezlerini göz önüne alırsak, kalabalık ve sıkışık şehir uygulamalarına uygun değildir, ayrıca doğalgazın sera etkisi nedeniyle de çeşitli ülkelerin çevre normlarına uygun bir durum değildir.

Avrupa basınç düşürme ve ölçüm istasyonlarındaki emniyet ekipmanlarını dikkate aldığımızda, emniyet kapama vanası (shut-off) ve monitor regülatörü emniyet ekipmanı olarak görmekteyiz. Relief vana, istasyon kapasitesinin ancak % 5'ini tahliye edebilecek şekilde seçilmekte ve sadece çıkış hattındaki anlık şişmeleri (basınç artışı) elimine ederek shut off devreye girmeden sürekliliği sağlamaktadır.

İtalya'da her regülasyon hattında iki emniyet ekipmanı bulunması zorunludur. Bunlardan

birinin shut-off olması zorunludur, ikincisi ise shut-off veya monitor regülatör olabilir. Hollanda uygulamasında da bu durum hemen hemen aynıdır, ancak ikinci emniyet ekipmanının birinci ile aynı marka ve model olmasına izin verilmemektedir. Fransız sisteminde tek bir emniyet ekipmanı (shut-off) zorunlu tutulmuştur. Türkiye’ de de çift hatlı istasyonlarda her regülasyon hattında bir emniyet ekipmanı (shut-off) zorunludur. Tek hatlı istasyonlarda monitor regülatör de vardır, ancak bu regülatör emniyet vazifesi görmeye beraber süreklilik ekipmanı olarak kullanılmaktadır.

Süreklilik ekipmanı olarak relief vanasının kullanımı genellikle tek kullanıcı sistemlerde (sanayi müşterileri gibi bir veya birkaç yakıcıda doğalgazın kullanımı durumlarında) söz konusudur. Çünkü yakıcılar öncesinde basınç artışı, yakıcıların ani kapamalarıyla söz konusu olur; bu durumda emniyet kapama vanası devreye girmeden basınçtaki küçük artışları relief vana tahliye eder. Bölge dağıtım istasyonlarında relief vana genelde kullanılmaz. Bu durum Türkiye’ de olduğu gibi Fransa ve Hollanda gibi Avrupa ülkelerinde de bu şekildedir.

Avrupa Birliği ülkelerinin uygulamak zorunda oldukları Avrupa Norm Komitesi (CEN) Basınç Düşürme İstasyonları ile ilgili draft normunu son kontrol amacı ile 12/1997’de üye ülkelere göndermiştir. Ancak norm (EN 12186: Taşıma ve Dağıtım Hatları için Basınç Düşürme İstasyonları; Fonksiyonel Gereklilikler) henüz zorunlu legal norm olarak onaylanmamıştır. Bu normda her hat için bir emniyet ekipmanının zorunlu olarak kullanılması ifade edilmektedir. Bu emniyet ekipmanının ya bir emniyet kapama vanası (shut-off) ya da bir monitor olacağı ifade edilmektedir. Ancak bu standartta, %100 kapasiteli bir relief vananın diğer emniyet ekipmanlarının yanında ikinci bir emniyet ekipmanı olarak kullanılabileceği de ifade edilmiştir. Fakat atmosfere atılacak gazın minimize edilmesi zorunluluğu da belirtilmiştir.

4.6 Regülatörde Akış

Klasik regülasyon mantığı (makro bazda düşünüldüğünde) bir diyafram üzerinde kuvvetler dengesinin sağlanmasıdır. Yay kuvveti aleyhine bozulan denge, regülatör yatağının açılmasına sebep olmakta, açılan orifisten geçen gaz miktarı ise regülatörün çıkış tarafındaki basıncı yükselterek diyafram üzerindeki kuvvetini yay kuvveti ile aynı yönde artırıp tekrar diyafram üzerinde dengeyi sağlamakta ve orifisin kapanmasına sebep olmaktadır. Bu durum değişik regülatör modellerinde yayın farklı kullanılmasına rağmen (bazılarında diyaframın üstünde, bazılarında ise altında) makro regülasyon mantığı temel olarak diyafram üzerindeki kuvvetler dengesinin sağlanmasıdır.

Regülasyona akışkanlar mekaniği ve gaz dinamiği gözüyle bakıldığında ise, arasında bir orifis bulunan basınçları farklı iki ortam görülür. Orifisin alanı, regülatörün valf yatağı çevresi x stroku olarak hesaplanır

Orifis öncesi ve sonrasındaki gaz debisi eşit olması sonucu orifisteki debi de bu değerlere eşittir ve debi düzenlidir. Orifis sonrası debinin artması (talebin artması) basıncını düşürme eğilimine sokacaktır, ancak bu durum orifis öncesi (arz) ve orifisteki debinin aynı miktarda artmasıyla önlenir ve sistemin düzenli oluşu korunur. Bu durum orifisteki debinin artabileceği maksimum debi değerine kadar geçerlidir. Debi, bu değerden fazla yükselemez. Bu değer, orifiste kritik basınç ve kritik hıza ulaşılarak elde edilir. (Kritik basınç minimum basınçtır ve orifiste basınç minimum basıncın altına düşmez). Daha fazla debi talebi sadece P2 basıncının düşmeye devam etmesi ile sonuçlanacaktır.

Doğalgazda kritik basınç aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır. Bu eşitlik, izentropik akışlar için geçerlidir. (İGDAŞ, 1998)

$$P_k = P_1 \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} \quad (4.1)$$

$$P_k = P_1 \left(\frac{2}{1.3 + 1} \right)^{\frac{1.3}{1.3 - 1}}$$

$$P_k = 0.547 P_1$$

Orifiste basıncın kritik basınca ulaşması, gaz hızının da limit değeri olan ses hızına ulaşması sonucunu doğurur. Doğalgaz için ses hızı:

$$\gamma = 1.3 \quad \text{Spesifik Isı Oranı (20 } ^\circ\text{C)}$$

$$R = 518.3 \text{ J/Kg.K} \quad \text{Gaz Sabiti}$$

c: Ses Hızı

$$c = \sqrt{\gamma \cdot R \cdot T} \quad (4.2)$$

$$c = \sqrt{(1.3)(518.3 \text{ J/kgK})(273.15 \text{ K})(1 \text{ kgm} / \text{Ns}^2)(1 \text{ Nm} / \text{J})}$$

$$c = 429 \text{ m/s}$$

Ancak bu değer teorik değerdir. Gerçekte bu değer çeşitli sürtünme etkileri sonucu basınç kayıplarından dolayı ortalama 200 m/s olarak gerçekleşir.

Regülatörde basıncın düşmesi sonucu sıcaklık da düşecektir. İzentropik akıslarda sıcaklığın düşüşü şu şekilde gerçekleşir:

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \quad (4.3)$$

$$P_2 = 20 \text{ bar mutlak}$$

$$P_1 = 5 \text{ bar mutlak}$$

$$T_1 = 15^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_2 = 10.9^{\circ}\text{C}$$

Gerçekte regülatördeki sıcaklık düşüşü de yukarıda hesapladığımız teorik sıcaklık düşüşüne çok yakın değerlerdir. Regülatör istasyonlarında sıcaklığın düşüş miktarına göre gazı ısıtmak gerekebilir. Bu konudaki tasarım hesaplarında da pratik değerler ele alınmaktadır: Italgas dokümanlarında basıncın her 3 bar düşüşü için sıcaklığın 1°C azalacağı ifade edilmektedir. Bu değer Gaz de France dokümanlarında her 2 bar için 0.9°C , British Gas 'da ise her 1 bar için 1°F olarak belirtilmektedir; Almanya 'da ise her 1 bar için 0.5°C sıcaklık düşüşü öngörülmektedir.

Görüldüğü üzere regülatörde gaz akış miktarı, gaz hızı ve sıcaklığı yukarıda açıklanan gaz dinamiği teorileriyle hesaplanmaktadır.

Regülatör istasyonlarının tasarımında bu veriler göz önüne alınmaktadır. Gaz akış miktarı istenen kapasitenin belirlenmesinde, gaz hızı istasyonun gürültü seviyesinde ve gaz sıcaklığı ise donma problemine karşı gazı ısıtma ihtiyacının tespitinde etkili olmaktadır. Bunun yanı sıra, regülatör istasyonu tasarımında emniyet ve kullanıcıya özel diğer ihtiyaçlar da söz konusu olmaktadır. Emniyet ile ilgili her ülkenin ayrı standartları mevcuttur; istasyon tasarımında kullanıcıya özel olarak değişkenlik gösteren faktörler ise istasyonun kullanılacağı yere bağlı olarak boyutları, ölçüm ihtiyacına bağlı olarak sayaç ve elektronik hacim düzelticinin kullanılması ve istasyona by-pass konulup konulmaması gibi konulardır. (İGDAŞ, 1998)

4.7 "Asoflex S" Kapamalı Ana Basınç Düşürme Düzenegi

- Tüketici : İGDAŞ
 - Akışkan : Doğalgaz
 - Maksimum giriş basıncı : 25 bar
 - Minimum giriş basıncı : 6 bar
 - Çıkış basıncı : 4 bar
 - Akış : 5000 Nm³
- Regülatör
 - Akışkan yönü : soldan sağa
 - Maksimum servis basıncı : 25 bar
 - Hidrolik test basıncı : 37.5 bar
 - Sertifika : Conformity
- Ön-pilot
 - Yay çapı : $\Phi 5.5$
 - B maksimum manom. kutusu : 16 bar
 - B maksimum yay : 10.5 bar
- Pilot
 - Yay çapı : $\Phi 6.5$
 - B maksimum manom. kutusu : 4.8 bar
 - B maksimum yay : 4.8 bar
- Gösterge aralık : 0 - 16 bar
 - Tahliye vanası : 0 - 16 bar, 7 bar ayar
 - Yay çapı : $\Phi 1.3$
- Emniyet kapama
 - Yay çapı : $\Phi 4.5$
 - Maxi ayar aralığı : 4.35 - 5 bar
 - Mini ayar aralığı : 3 - 3.65 bar
 - Maxi orijinal ayar : 4.6 bar
 - Mini orijinal ayar : 3 bar
 - B maksimum manom. kutusu : 16 bar

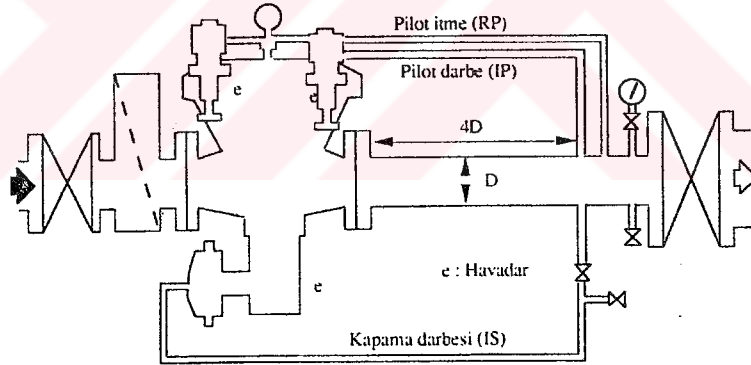
4.8 "Asoflex" Kapamalı Yedek Basınç Düşürme Düzenegi

- Tüketici : İGDAŞ
 - Akışkan : Doğalgaz
 - Maksimum giriş basıncı : 25 bar
 - Minimum giriş basıncı : 6 bar
 - Çıkış basıncı : 3.8 bar
 - Akış : 5000 Nm³
- Regülatör
 - Akışkan yönü : soldan sağa
 - Maksimum servis basıncı : 25 bar
 - Hidrolik test basıncı : 37.5 bar
 - Sertifika : Conformity
- Ön-Pilot
 - Yay çapı : $\Phi 5.5$
 - B maksimum manom. kutusu : 16 bar

- B maksimum yay : 10.5 bar
- Pilot
 - Yay çapı : $\Phi 6.5$
 - B maksimum manom. kutusu : 4.8 bar
 - B maksimum yay : 4.8 bar
- Basınç göstergesi aralık : 0 - 16 bar
 - Tahliye vanası : 0 - 16 bar, 7 bar ayar
 - Yay çapı : $\Phi 1.3$
- Emniyet kapama
 - Yay çapı : $\Phi 4.5$
 - Maxi ayar aralığı : 4.15 - 4.8 bar
 - Mini ayar aralığı : 2.8 - 3.45 bar
 - Maxi orjinal ayar : 4.8 bar
 - Mini orjinal ayar : 2.8 bar
 - B maksimum manom. kutusu : 16 bar

4.9 Basınç Düşürücü Tesisat

Yatay borular üzerine monte edilmiştir. Regülatörden önce etkili bir filtrasyon tavsiye edilmektedir. Filtrasyon delik aralığı en az 5 mikron katı parçacık boyutunda olmalıdır. Montajdan önce, filtre ile regülatör arasındaki boruların iyice temizlenmesine dikkat edilmelidir. Eğer vana varsa, bunun “yağsız” tipte olması gerekmektedir.



Şekil 4.1 Basınç düşürücü tesisat (kaynak:sofregaz)

Regülatör çıkış flanşından en az 4x çıkış borusu çapı mesafesinde bir türbülanslı akış olacaktır. Pilot itme (RP) bağlantısı, pilot darbe (İP) ve kapama darbesinden (IP) ayrı olarak yerleştirilir. Emniyet kapama basıncı ayar noktasını kolay bir şekilde ayarlayabilmek için, İS emniyet kapama vanası çıkışı üzerine iki musluk yerleştirilmesi tavsiye edilir.

4.10 Bölge Regülatör İstasyonlarının Devreye Alınması

4.10.1 Teknik tanım

Çift hat basınç ayar istasyonu, elle kumandalı by-pass ile maximum veya minimum çıkış basıncı oluşumu için her iki hatta emniyet kapaması ile çalışır. Bir filtreyle maksimum giriş basıncına göre yerleştirilmiş engel diferansiyel basınç manometre ile her kat teçhiz edilmiştir. Sıcaklık göstergesi çıkıstadır. BR istasyonu ikinci hattaki yedek BD ile çalışmak üzere tasarlanmıştır. Örneğin ana regülatör arızalandığında yedek regülatör devreye girecek ve akışın sürmesini sağlayacaktır. Basınç ayarları aşağıdaki gibidir:

- Birinci hat regülatör : 4.0 bar
- İkinci hat regülatörü : 3.8 bar
- Birinci hat ani kapama maximum : 4.6 bar
- Birinci hat ani kapama minimum : 3.0 bar
- İkinci hat ani kapama maximum : 4.8 bar
- İkinci hat ani kapama minimum : 2.8 bar

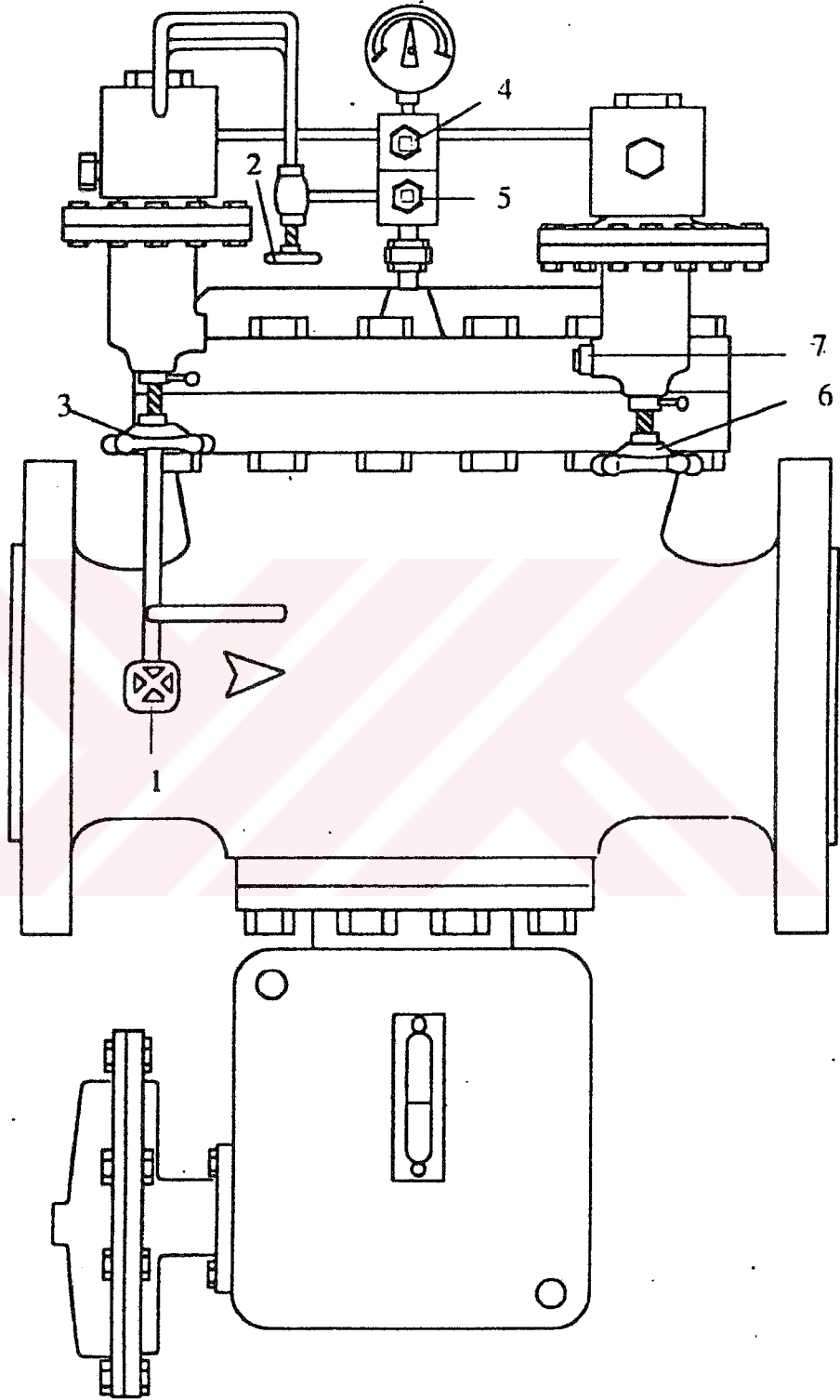
İşletme ayarları çalıştırmaya başlama sırasında yapılmalıdır. Ani kapama ayarları fabrikada yapılmıştır. Normal çalışma sırasında vanalar renklerine göre açık ya da kapalı olacaktır:

- Normal çalışma sırasında, sarı boyalı vanalar açık.
- Normal çalışma sırasında, kırmızı boyalı vanalar kapalı.

4.10.2 Bölge regülatör istasyonunun hazırlanması

İstasyonun çerçevesi 4 x 14 mm sabitleştirici cıvatarla beton zemine yerleştirilecektir. Topraklama 6 mm çapta bakır kablo veya eşit parçada başka malzemedan kablo kullanılarak gerçekleştirilmelidir. Giriş ve çıkış flanşları şebekeye yüzeyleri tamamen temizlenip kurulandıktan sonra uygun cıvata ve contalarla bağlanacaktır. Emniyet şalterlerinin elektriksel bağlantıları yapılmalıdır. Basınç ayar işlemi hem elektriksel olarak, hem de havayla bağlantılı olarak yapılmalıdır.

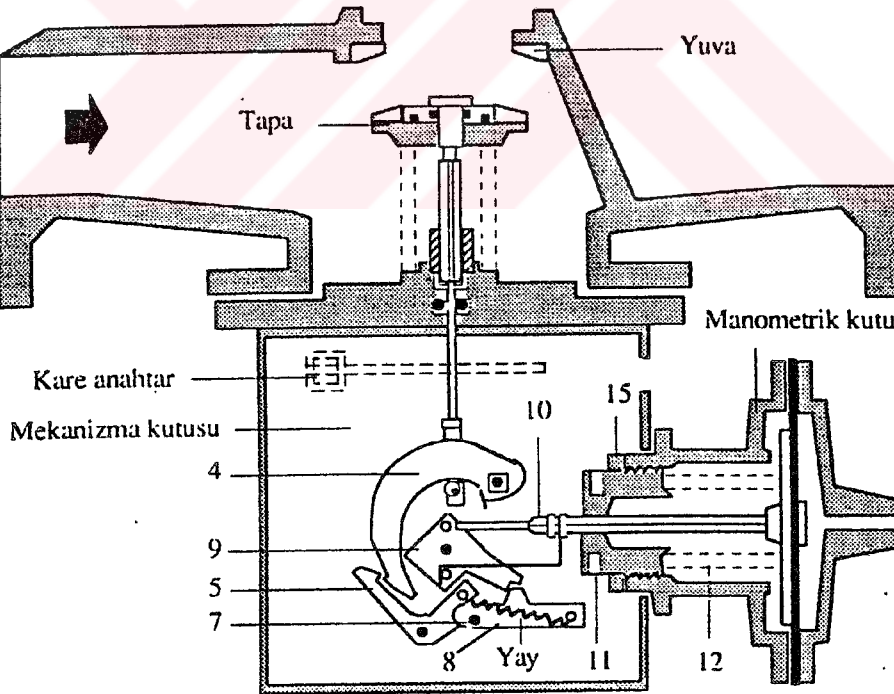
4.10.3 Regülatörün çalıştırılmaya başlanması



Şekil 4.2 Regülatör genel şeması (kaynak:sofregaz)

- Çalıştırmaya başlamadan önce:
 - Emniyet kapama vanasının dengeleme musluğu (1): Kapalı
 - Pilot sisteminin izolasyon musluğu (2): Kapalı.
 - Yayı yükleyen basınç düşürme öncesi ayar noktası (3): Yüksüz.
 - Basınç düşürmeden önceki manometresinin izolasyon musluğu (4): Açık.
 - Basınç emme musluğu (5): Açık 1/5 dönüş.
 - Yayı yükleyen pilot röle ayar noktası (6): Yüksüz.
 - Pilot venti üzerindeki musluk (7): Açık 1/2 dönüş ($P_a < 0.2$ bar)
 - Regülatör sisteminin giriş ve çıkış vanaları: Kapalı
 - Emniyet kapama vanası: Kapalı
- Çalıştırma:
 - Regülatör sistemine giriş vanasını yavaşça açın.
 - Emniyet kapama vanası üzerindeki basıncı dengelemek için musluk (1)'i yavaşça açın.
 - Emniyet kapama vanasını açın.
 - Musluk (1)'i kapatın.
 - Pilot sistemi beslemek için musluk (2) yi yavaşça açın
 - Basınç düşürme öncesi yayı (3)'ü yavaşça yükleyin ve basıncı P_a+2 bar'a ayarlayın.
 - Pilot röle yayı (6) yı yavaşça yükleyin ve basıncı istenen değere ayarlayın.
 - Regülatör sisteminin çıkış vanasını yavaşça açın.

4.10.4 Basınç düşürme ayarı, emniyet kapama vanasının açılması



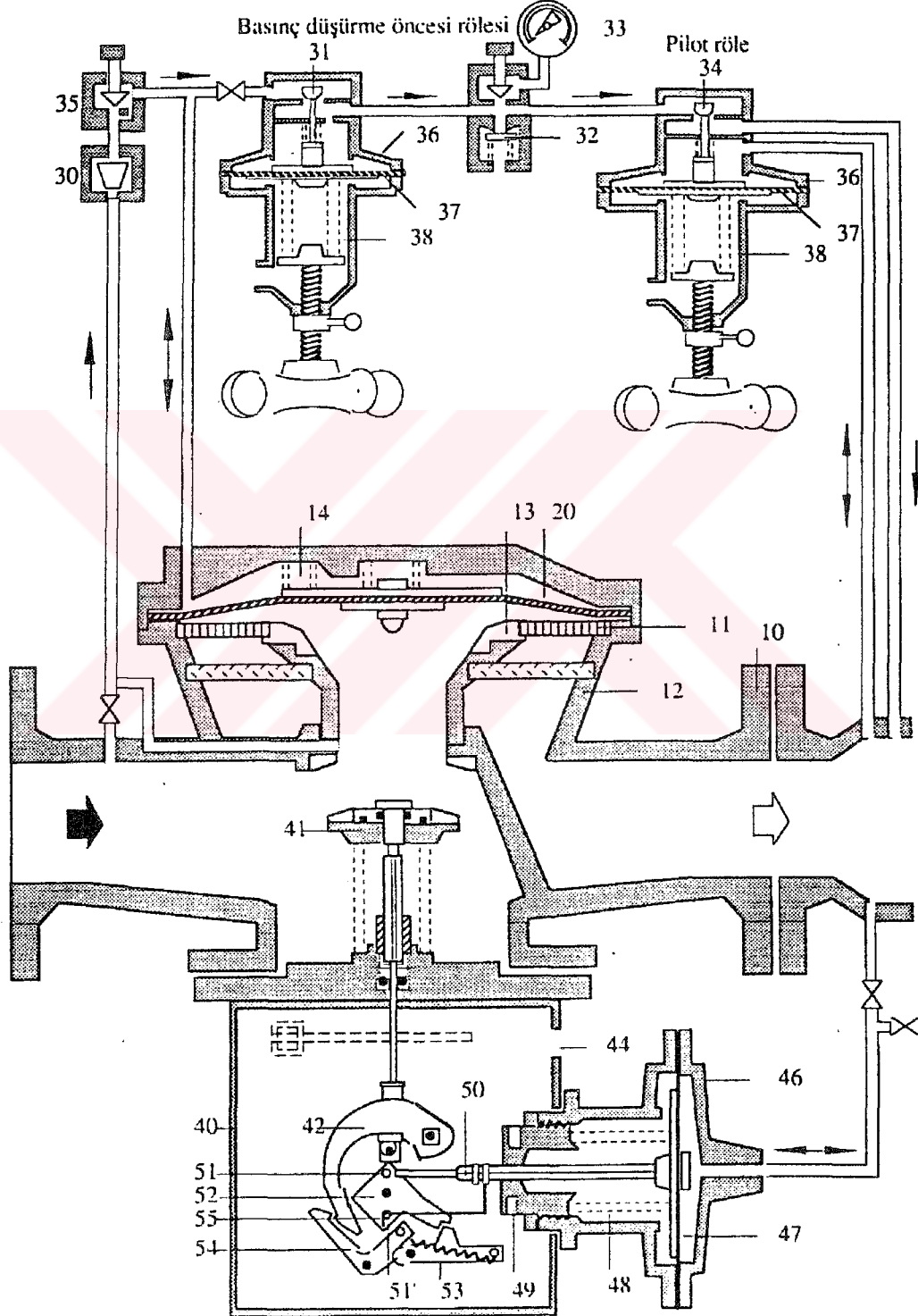
Şekil 4.3 Emniyet kapama vanası (kaynak:sofregaz)

- İki sökülemez vida elle gevşetilerek mekanizma kutusu açılır.
- 8,9 ve yaydan oluşan birinci küme mekanizma, kırmızı iğne kol 7 ile 8 saat yönünün

tersine döndürülerek ayarlanır.

- Mekanizma kutusundaki kare anahtar 10° la kilit 4, kol 5'e kilitlenene dek döndürülür.
- Kapama vanası açılacaktır.
- Mekanizma kutusundaki yerine yerleştirilir ve iki gevşetilemeyen vida yerine vidalanarak kapatılır.

4.11 Basınç Düşürücü İşletme İlkeleri



Şekil 4.4 Basınç düşürücü genel şeması (kaynak:sofregaz)

- Rôle Pilot sistem (3):
 - 30 filtre
 - 31 Genleşme öncesi rölesi
 - 32 Genleşme öncesi tahliye vanası
 - 33 Genleşme öncesi manometresi
 - 34 Pilot röle
 - 35 Pilot emme musluğu
 - 36 Manometre kutusu
 - 37 Darbe sistemi
 - 38 Yayı ayarlayan ayar noktası
- Diyafram aktüatörü (2):
 - 20 Kontrol diyaframı
- Regülatör gövdesi (1):
 - 10 Regülatör gövdesi
 - 11 Delikli modül
 - 12 Çıkış delikli gövde
 - 13 Oturma yüzeyi
 - 14 Kapama yayı
- Emniyet kapama vanası (4):
 - 40 Emniyet mekanizma kutusu
 - 41 Emniyet kapama tapası
 - 42 Çift kademe mekanizma
 - 44 Uç şalter (opsiyon)
 - 46 Manometrik kutu
 - 47 Darbe sistemi
 - 48 Yayı ayarlayan ayar noktası

Bölge regülatör istasyonlarında bulunan relief (tahliye) valfleri, pilot sistemlerin koruyucu görevini üstlenir. Ön genleşme rölesinin çıkış ve pilot rölenin giriş basıncını kontrol ederek 7 bar ve üzerindeki basınçlarda devreye girerek sistemin emniyetini sağlar. Pilot emme musluğu, pilot sistemden geçen akışı ayarlar. Pilotta tam akış sağlandığında, diyafram üzerindeki basıncı azaltarak gaz akışının oluşmasını ve regülatörün ihtiyaca cevap vermesini sağlar. Gaz çekişi azaldığında ise diyafram üstündeki basınç artarak gaz geçişini azaltır ya da durdurur. Dengeleme musluğu açıldığında, diyafram altına giriş basıncında gaz alınarak, emniyet tapasının kapalı olması durumunda, tapanın üst ve alt yüzeylerinde eşit basınç oluşur. Bu durum slam-shut mekanizmasının kolayca kurulmasını sağlar.

Delikli modül sayesinde sessiz genleşme sağlanır. Dış delikli gövde akustik performansı düzenler. Kapama yayıyla oturma yüzeyine bastırılan kontrol diyaframı sayesinde geçirmezlik sağlanır. Bir tarafına giriş basıncı, diğer tarafına ise pilot modüle basınç uygulanan kontrol zarı ile kontrol gerçekleştirilir. Modüle basınç tipli pilot sistemi kontrol hassasiyetini sağlar.

Değişken çıkış basıncına adaptasyon, genişleme öncesi ve pilot röle manometrik kutularının çabucak değiştirilmesiyle sağlanır. Emniyet kapama hassasiyeti iki kademeli mekanizma ile sağlanır. (Sofregaz, 1996)

4.11.1 Regülatör sonrası basınç çok düşük

Regülatör sonrası basınç pilot rölede belirlenen değerin altına düştüğünde pilot röledeki diyafram(37) yüklem yayının (38) hareketine bağlı olarak yukarı hareket eder; bunun uyguladığı güç odadaki (36) basıncı bastırır, diyaframa sıkıca bağlanmış olan vana disk (34) oturma yüzeyinden çıkar ve gaz akışını sağlar.

Bu akış genişleme öncesi rölesi odasındaki (36) basıncın düşmesini sağlar ve yüklem yayının (38) hareketine bağlı olarak diyaframı yukarı çeker. Vana disk (31) oturma yüzeyinden çıkar, pilot röle vanası üzerinden gaz akışının boşalmasını sağlar.

Bu gaz akışı, basınç emme musluğu (35) üzerinden olur. Bu akış kısmen bir iğne vanasıyla kapatılır, diğer kısmı ise regülatör ana kontrol diyaframı (20) üzerindeki odadan (14) boşaltılır.

Odadaki bu basınç düşüşü kontrol diyafram disk (20) üzerinde bir güç dengesizliğine yol açar. Diskin oturma yüzeyinden (13) çıkar ve delikli susturucu (11) üzerinden akışa izin verir.

Regülatörden geçen akış, basınç pilot yüklem yayı üzerindeki basınca eşitlenene dek artar.

4.11.2 Basıncın çok yükselmesi durumunda

Basınç pilot rölede belirlenen basıncın üstüne çıktığında, basıncın gücü yükleyici yay (38) gücünden fazla olur ve bu yüzden pilot röledeki diyafram (37) aşağı doğru hareket eder. Diyaframa bağlı vana disk (34) oturma yüzeyi üstüne kapanır.

Böylece basınç düşürme öncesi rölesinden gelen akış pilot rölede durdurulur ve genişleme öncesi rölesi odasındaki (36) basınç yükselir. Diyafram aşağı doğru hareket ederek vanayı (31) kapatır.

İğneli vananın (35) açılmasıyla alınan akış genişleme öncesi rölesinin girişinde kesilir ve regülatör ana kontrol diyafram diskinin (20) üzerindeki odaya (14) yönlendirilir.

Bu basınç, regülatörde eşit hale gelir. Yayla (14) itilen diyafram disk (20) oturma yüzeyi (13)'e doğru hareket eder ve oturma yüzeyinin üstüne kilitlenir. Regülatörden geçen gazın basıncı pilot yüklem yayında belirlenen basınca eşit hale gelene kadar düşer.

4.12 Emniyet Kapama Vanası İşletme İlkeleri

Emniyet cihazı, bağlı olduğu regülatörün aktardığı basınç, belirlenmiş basınçtan büyük oranda saptığında, regülatörden geçen gaz akışını kesmeye yarayan mekanik bir cihazdır. Regülatördeki bir aksaklık sonucu basınçta oluşan sapma yüksek ya da alçak basınca eğilimli olabilir. Bu iki durum birbirinden ayırt edilebilmelidir. Emniyet vana ayarı değerleri regülatör sonrası yönünde gözlenen basınca bağlıdır. Orta basınç B sistemi için öne sürülebilecek yaklaşık değerler üst basınç sınırı için basıncın +% 10'u, alt basınç sınırı için de bu sınırın -% 10'udur.

4.12.1 Basıncın üst limitin üstüne yükselmesi durumunda

Basınç yükseldiğinde diyafram (47) sola doğru hareket edip yayı (48) sıkıştırır. Basınç, ayarlama somunu (49) üzerinden yay üstünde ayarlanmış üst seviyenin üstüne çıktığında, diyaframa sıkıca bağlanmış rot (50) levha grubunun (52) pimine değer. Levha döner ve tetiği serbest bırakır, boşaltma kolu da bunun üzerine eksenini üstünde döner ve akış miline çarparak mandalı serbest bırakır. Kapama vanası diski böylece yay tarafından oturma yüzeyine itilir.

4.12.2 Basıncın alt limitin altına düştüğü durumda

Basınç düştüğünde diyafram (47) sola doğru hareket edip yayı (48) gevşetir. Basınç, rot (50) üzerindeki kol (55) mesafesiyle ayarlanmış alt sınırın altına düştüğünde kol levha grubu (52) üzerindeki pime (51) değer. Levha bir önceki durumda olduğu yönde döner ve emniyet kapama vanasının kapanmasını engeller.

4.13 Basınç Düşürme İstasyonları Tesisat Ve Kullanımı

4.13.1 Hafif gaz, ağır gaz tanımı

Propan-hava, bütan-hava, bütan ve ticari propana karşı olarak doğal gazlar veya havagazları "Hafif gazlar" olarak tanımlanır. Burada havadan ağır tüm yanıcı gazlar "Ağır gaz" olarak tanımlanmaktadır.

4.13.2 Basınç düşürme istasyonu yerleşimi

- Toprak üstünde:
 - Toprak üstü yerleşim: Zemin seviyesinde ya da zemin seviyesinin üstündedir. BD istasyonu yeri genellikle çitlidir.
 - Basit koronak altında yerleşim: Zemin seviyesinde ya da zemin seviyesinin üstündedir ve bir yanıl duvara dayanan bir çatıyla korunmaktadır. BD istasyonu yeri genellikle

çitlidir.

- “Çukur” yerleşim: BD istasyonu açık havada, ancak toprak altı seviyede bulunduğu “çukur” konumda olarak tanımlanır.
- Kapalı yerde:
 - Etkin bir şekilde havalandırılan kapalı alanda yerleşim.
 - Tümü, iç kısımdan ölçüldüğünde toplam yanıl alanın % 80’ini oluşturan duvarlarla korunmuş ve bir çatıyla kapatılmış yerleşim.
- Yeraltı
 - Yeraltında bodrumlarda veya geçitlerde yerleşim. Toprak seviyesinin altında, duvarlı bir kapalı alanda bulunan ve girişi kapısı veya kapağı olan bir çatıyla korunan yerleşim.
 - Odada yerleşim. Çevresindeki toprak seviyesinin üstüne çıkan duvarlı bir odadan oluşan ve çıkartılabilir bir giriş levhasıyla korunan yerleşim.
 - Yükseltilmiş odada yerleşim. Toprak seviyesinin üstüne uzanan bir duvarlı odadan oluşan ve çıkartılabilir bir giriş levhasıyla korunan yerleşim.
 - Gömülü yerleşim. BR düzeneği ile bazı yardımcı ekipmanların yeraltına gömüldüğü yerleşim. Tüm bu elemanlar korozyona karşı korunmalıdır.
- Kabinde
 - BR düzeneğinin ve yardımcı ekipmanların yanmaz ya da alev almaz malzemeden yapılmış bir kabineye yerleştirildiği yerleşim.

4.13.3 Bölge regülatörü istasyonlarındaki yanmaz malzemeler

Alev almaz kategorilerinde sınıflandırılan malzemeler ateşe karşı davranışlarına göre yönetmeliklerde inşaat malzemeleri ve elemanları ve test prosedürleri sınıflandırmalarıyla tanımlanırlar. Betonarme, beton, taş, ocak taşı, taş tahta, ateş geçirmez tahta vb. gibi geleneksel inşaat malzemeleri yanmaz ve alev almaz malzemeler olarak tanımlanır. Bunların dışındaki malzemelerin kullanımında, malzemeler Bakanlık veya TSE tarafından kabul edilmiş laboratuvarlarda test edilmelidir.

4.13.4 Yeraltı veya kabine dışındaki br yerleşimleriyle ilgili tavsiyeler

Yerleşim planı: Yerleşim planı BD düzeneğinin duvar ya da çitlerle engellenmeden birleştirilmesine, sökülmesine, servisine ve bakımına izin verecek şekilde olmalıdır. Aynı şekilde, personelin gerekli durumlarda hızla dışarı çıkabilmesine izin vermelidir. Bu nedenle, iki aygıt ya da aygıtlarla duvar ve çit arasındaki mesafe en az 0.50m olmalıdır. Ancak, konumlarının servise ve sökmeye uygun olması halinde, BD düzeneğini oluşturan aygıtlar duvarlardan birinin yakınında olabilir. Tavan ya da çatının minimum yüksekliği, BD düzeneğinin dolaşım seviyesinin 2.10m üstünde olmalıdır. Çit yüksekliği çevreye bağlı olarak belirlenir.

Dolaşım seviyesi: BD istasyonunun dolaşım seviyesi yangına yol açmayacak ya da ateş tutmayacak malzemedan oluşmalıdır. Boruların girdiği kanallar dolaşım seviyesinin altında olabilir, ancak bunlar havalandırılmalı ya da tozlu atıl malzemeye doldurulmalıdır. Özellikle deniz kumu, kül ve klinken kesinlikle kullanılmayacaktır. Bu tür dolgu ağır gazlar için zorunludur.

Malzemeler: Kapılar, duvarlar, tavan ve çatılar yanmaz veya alev almaz malzemedan yapılacaktır. Asbest kullanılmayacaktır.

Kapılar: Kapılar dışarıya açılacak ve üzerlerinde anti-panik sistemi bulunacaktır. (Bu kural kapalı alan ya da yeraltındaki yerleşimler için zorunludur). Kapılar açık pozisyonda kilitlemelerini sağlayan sistemlerle donatılmalıdır.

Kapalı avlu: Ventlerin (direkt vent ya da kanal) kapalı bir avluya açılması yasaktır. Kapalı avlu duvar ya da cepheyle çevrilmiş, iç alanı 200 m²'den az, ya da yüzeyi ne olursa olsun. genişliği 8 metreden az açık bir alandır.

Ağır gazlarla ilgili önlemler: Dağıtılan gazın yoğunluğunun 0.9'un üstünde olması halinde (ağır gaz), mekanik çıkarma gibi özel önlemler alınmadıkça regülatör istasyonunun alt seviyesi çevresindeki toprak seviyesinden aşağıda olmayacaktır. (Sofregaz, 1996)

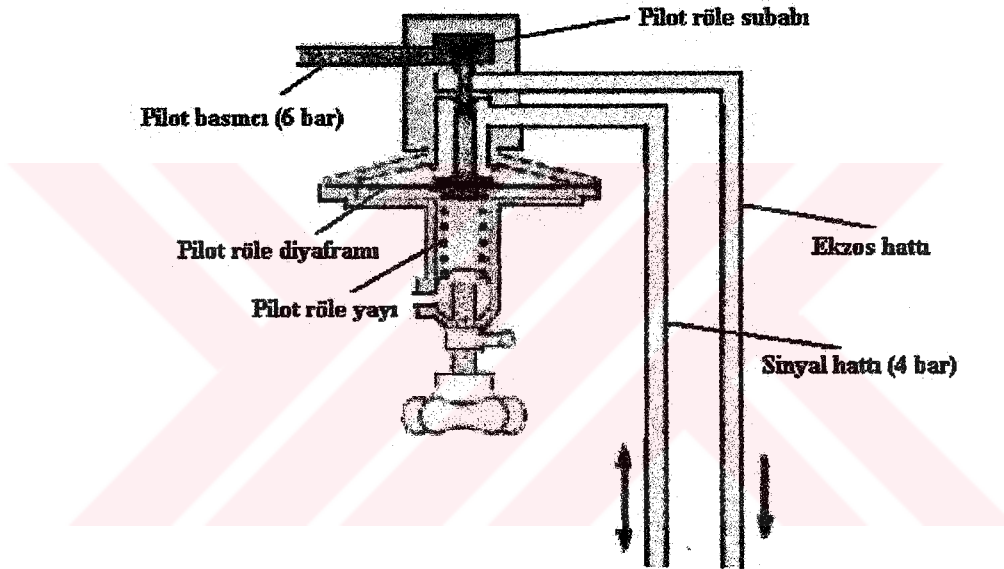
4.13.5 Bölge regülatörleri periyodik kontrollerinde dikkat edilmesi gereken konular

- Kabin fiziksel kontrolü
- Kapak kapalı iken gaz kaçağı kontrolü
- Giriş basıncı kontrolü
- Çıkış basıncı kontrolü
- Diferansiyel manometreler kontrolü
- Pilot manometreler kontrolü
- Vana pozisyonları kontrolü
- Hangi hattın çalışır olduğu ve slam-shut mekanizmaları kontrolleri
- Sayaç kontrolleri
- By-pass vanaları kontrolleri
- RTU kutusunun devrede olup olmadığının kontrolü
- Bağlantı noktalarında kaçak kontrolü

4.14 Asoflex Modeli Regülatörün Çalışma Prensibi

Asoflex, orta ve yüksek basınç sınıfında çalışan, pilot tahrikli, shut-off vanası donanımlı regülatörlerdir. 5000 m³/h kapasiteye sahip olup oldukça geniş aralıkta çıkış basıncı verebilirler.

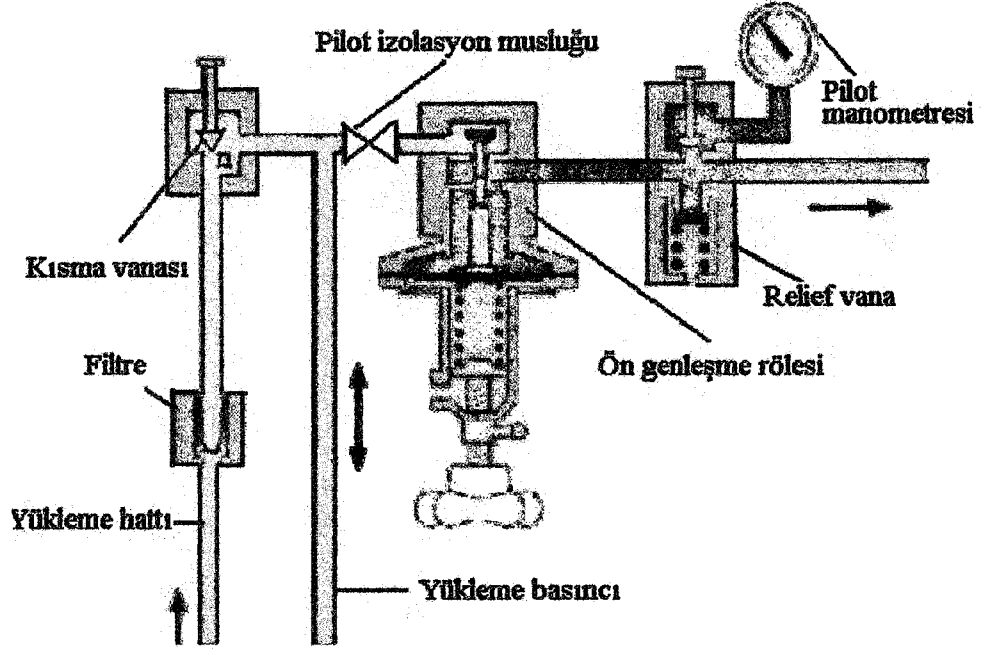
- Giriş basıncı : Pe 0,7 – 25 bar
- Çıkış Basıncı : Pa = 0,010 – 16 bar
- Çalışma sıcaklığı : -20 - ± 60
- Regülatör giriş çapları : DN = 50- 80- 100- 150
- Maksimum ses düzeyi : NS = 70-85 dBA
- Hassasiyet : RG =2,5
-



Şekil 4.5 Pilot regülatör şeması

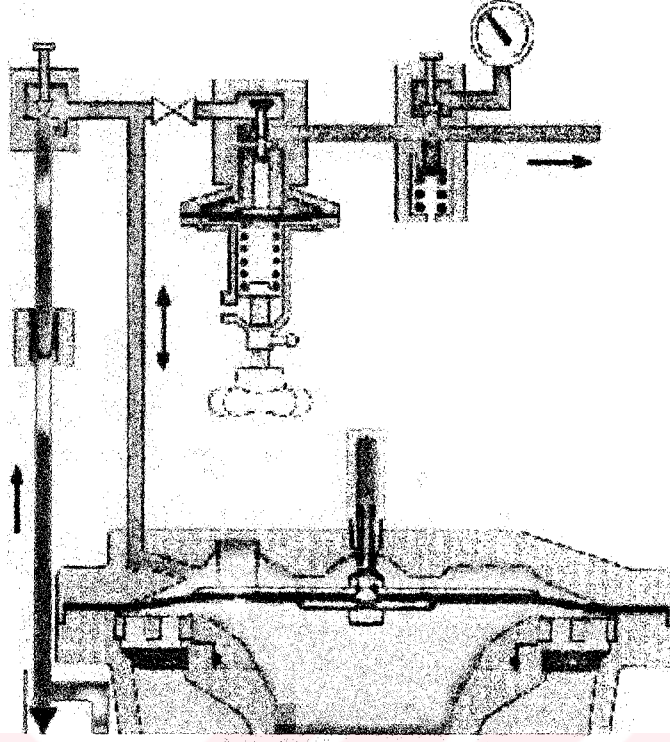
Dağıtım hattında gaz tüketimi başladığı zaman basınç 4 barın altına düşer ve sinyal hattından uyarı alan pilot rölenin diyaframı üzerindeki basınç da azalır. Pilot röle yayı, basıncın düşmesiyle diyaframı itmeye başlar. Diyaframa bağlı subap kalkarak egzost hattına geçişini başlatır.

Egzost hattından gazın geçmesiyle ön genişleme rölesi diyaframı üzerindeki basınç düşer. Ön genişleme rölesi yayı düşen basınç kuvvetini yenerek diyaframı ve buna bağlı subabı yukarı iter. Böylece yükleme hattından ön genişleme rölesine ve pilot röleye doğru gaz akışı olur.



Şekil 4.6 Pilot sistemi

Giriş hattından gelen gaz kısma vanasından geçerken ön genişleme vanasındaki akıştan dolayı basınç kaybına uğrar. Bu basınç kaybı regülatör diyaframı üzerinde etkili olur. Bu basınç kaybı diyafram üzerindeki baskı kuvvetini azaltır. Diyafram altındaki giriş basıncı diyaframı yukarı kaldırırken genişleme modülünden geçen gaz çıkış hattına, dağıtım hattındaki tüketim miktarı kadar akmaya başlar.



Şekil 4.7 Pilot röle ve diyaframın çalışması

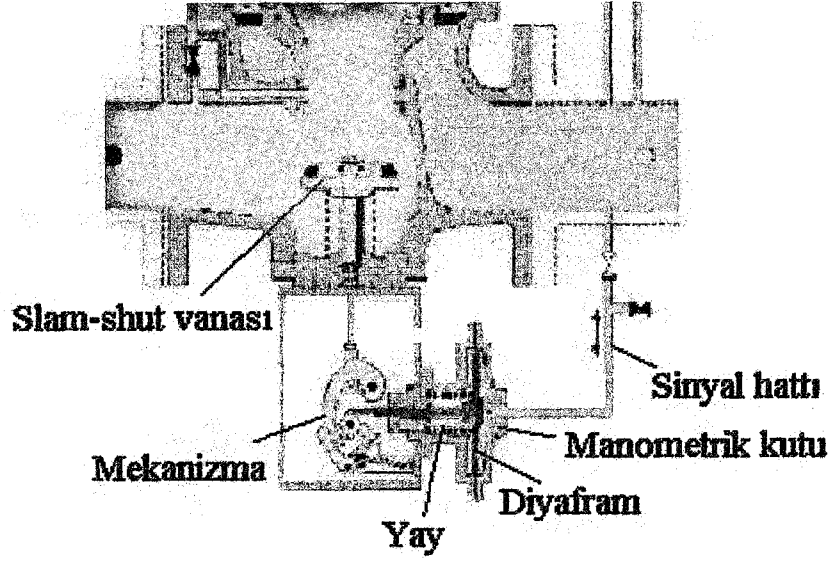
Dağıtım hattındaki tüketim azaldığında veya sona erdiğinde çıkış hattındaki basınç yükselme eğilimi gösterir. Pilot röle diyaframı sinyal hattı vasıtasıyla bunu algılar, yükselen basınç pilot röle diyaframı iter, buna bağlı pilot supabı da kapanır. Pilot röle ve ön genişleme rölesinde ki gaz akışı durur. Kısmi (iğne) vanasından geçen gaz regülatör diyaframı üzerindeki basıncı yükseltir ve oluşan kuvvet sayesinde diyafram genişleme modülü üzerine oturarak gaz akışını durdurur.

Maksimum basınç emniyeti:

Çıkış basıncında herhangi bir sebeple meydana gelen aşırı yükselme sinyal hattıyla manometrik kutuya iletilir. Yükselen gaz basıncı slam-shut diyaframını, yayını ve buna bağlı kolu iterek mekanizmanın serbest kalmasını sağlar. Mekanizmaya bağlı slam-shut vanası serbest kalarak altındaki yayın itmesiyle giriş kanalını kapatır gaz akışını durdurur.

Minimum basınç emniyeti:

Çıkış basıncında herhangi bir sebeple meydana gelen aşırı düşüş slam-shut diyaframı üzerinde ki kuvvetin azalmasına sebep olur. Slam-shut yayı diyaframı iter. Kol üzerindeki kancanın mekanizmayı çekerek boşaltması sonucu slam-shut vanası giriş kanalını kapatır. (Kaya, 2001)



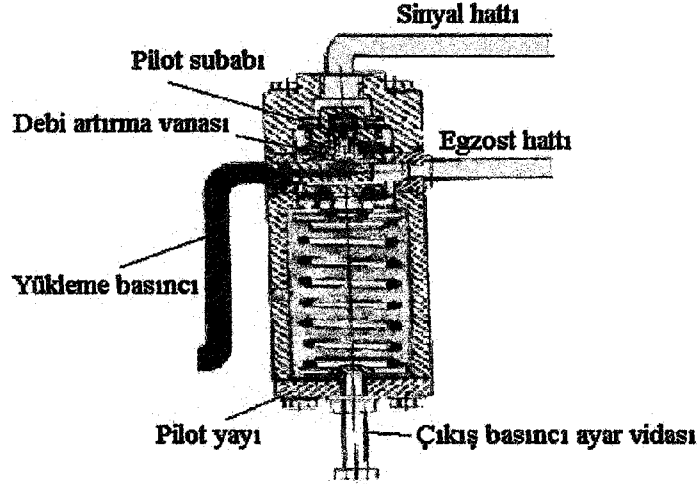
Şekil 4.8 Slam-shut mekanizması

4.15 Rmg Model Regülatörün Çalışma Prensibi

Tüketimin başlamasıyla çıkış hattında basınç düşmesi meydana gelir. Bu basınç düşüşü pilot diyaframı üzerindeki basınç yükünü azaltır ve pilot yayı supap bloğunu iter. Bu sayede bloğun yukarı kalkmasıyla debi artırma vanası açılır. Ana diyafram üzerindeki gaz debi artırma vanasından geçerek egzost hattına akmaya başlar. Bu anda ana diyafram üzerindeki basınç düşer.

Yükleme basıncının düşmesiyle birlikte, diyafram altındaki giriş basıncı diyaframı kaldırır. Diyaframın kalkmasıyla gaz delikli plakadan geçerek çıkış hattına dolar. Geçen gaz miktarı dağıtım hattındaki tüketim ile eşdeğerdir.

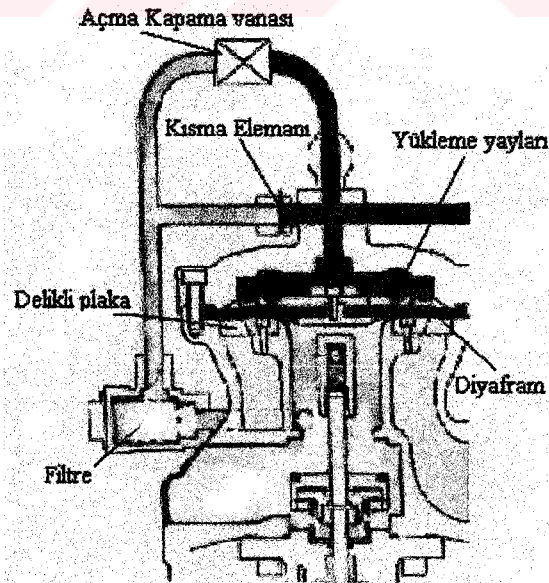
Regülatörün çalışması esnasında giriş basıncı, kısma elemanından geçerken düşer. Böylece diyafram üzerinde sürekli basınç düşüşü sağlanır.



Şekil 4.9 Rmg pilot sistemi

Regülatörün çalışmaya başlaması için açma-kapama vanası kapalı konuma getirilir. Böylece diyafram üzerine gelen giriş basıncı kısma elemanından geçirilerek basınç düşüşü meydana getirilmiş olur.

Regülatörün çalışmasını durdurmak için açma kapama vanası açılarak egzost hattından geçen gaz debisinin fazlasıyla karşılanması sağlanır ve diyafram üzerindeki basınç düşüşü engellenerek diyaframın kapanması sağlanır.



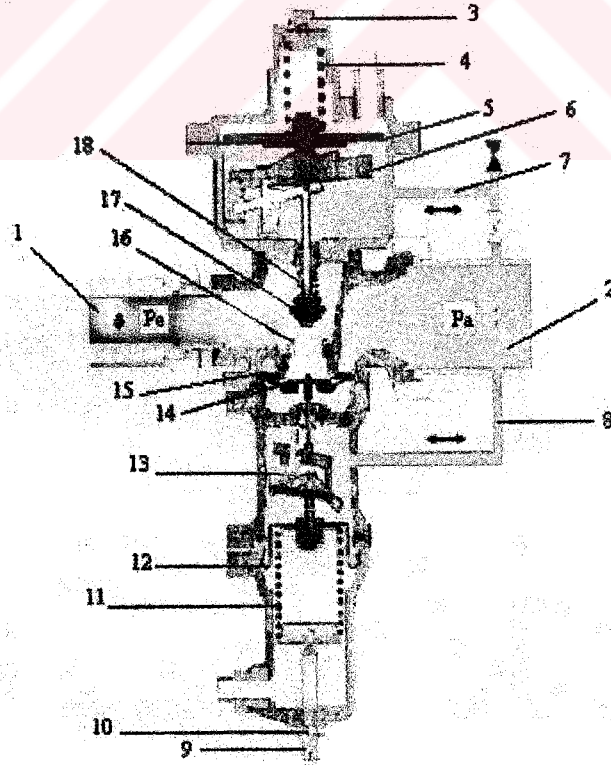
Şekil 4.10 Rmg regülatörü çalışması

4.16 Asonex Z Model Regülatörün Çalışma Prensibi

- Giriş basıncı : $P_e = 0,7 - 4 \text{ bar}$
- Çıkış basıncı : $P_a = 0,250 - 0,440 \text{ bar}$
- Sıcaklık : $-20 / +60^{\circ}\text{C}$
- Giriş çapı : $\text{DN E} = 25$
- Çıkış çapı : $\text{DN S} = 50$
- Debi :
 - $P_e: 0,7 \text{ bar}$ ise $Q=160 \text{ m}^3/\text{h}$
 - $P_e: 1-4\text{bar}$ ise $Q=210 \text{ m}^3/\text{h}$
- Çıkış basıncı $0,3 \text{ bar}$ ise
 - Maximum emniyet basıncı : $0,4 \text{ bar}$
 - Minimum emniyet basıncı : $0,2 \text{ bar}$

Çalışma prensibi:

Tüketim cihazlarının çalışmasıyla çıkış hattında ki (2) akış P_a basıncında düşme meydana getirir. P_a basıncındaki düşüş sinyal hattı (8) vasıtasıyla çalışma mekanizması (13) odasında hissedilir. Bu basınç düşüşüyle diyafram (12) Üzerindeki kuvvet azalır ve çalışma yayı (11) bu kuvveti yenerek diyaframı ve buna bağlı mekanizmayı iter. Mekanizmanın (13) hareket etmesiyle regülatör diyaframı (14) açılarak gaz geçişine izin verir. Giriş hattında ki (1) P_e basıncındaki gaz genişleme modülünden (15) çıkış hattına (2) akmaya başlar.



Şekil 4.11 Asonex z regülatörü

Emniyet cihazının çalışması:

Herhangi bir sebeple çıkış hattında meydana gelen basınç yükselmesini slam-shut sinyal hattı (7), diyafram altında ki hazneye iletir. Haznede oluşan yüksek basınç slam-shut diyaframına (6) baskı yapan yayın (4) kuvvetini yenerek diyaframı ve yayı iter. Slam-shut mekanizması (16) hareket ederek slam-shut vanasını (17) serbest bırakır. Vana itme yayının (18) etkisi ile oturma yüzeyine yerleşir ve gaz girişini durdurur.

Sistemde veya regülatörde ki bir problem sebebiyle meydana gelen basınç düşüşü durumunda; mekanizma haznesinde oluşan basınç düşüşü yay (4) kuvvetine karşı koyamayan slam-shut diyaframı (5) ve mekanizması (6) hareket. Mekanizma bu hareketle vanayı serbest bırakır ve gaz geçişini durdurur. (Kaya, 2001)

4.17 Müşteri İstasyonları

Servis regülatörü kapasitesi ile beslenmesi mümkün olmayan proje değerlerinin gaz kullanımının sağlanması amacı ile oluşturulmuş istasyonlar "müşteri istasyonu" olarak anılmaktadır. Bu tür istasyonlar belirli bir müşterinin, belirli bir alan içerisinde gaz kullanımı için tahsis edilirler. Müşteri istasyonları gerek 20 bar basınç altında çalışan taşıyıcı çelik şebekeden gerekse 4 bar basınçlı polietilen dağıtım şebekesinden gaz alabilirler.

4.17.1 Yer seçim kriterleri

20 bar basınçlı taşıyıcı şebekeden gaz alma durumunda olan istasyonların özel arazi içerisine konmaması, bu durum için koşullar elverişli değilse mümkün olan en kısa mesafenin oluşturulmasına dikkat edilmelidir.

İstasyon yerleştirilmesi uygun gibi görünen alana ait alt yapı bilgileri müşteri temsilcisinden alınarak karar verilir (kaide ve giriş-çıkış borulaması açısından). Gerek duyulduğu takdirde deneme çukurları istenebilir.

Olası bir sarsıntı durumunda istasyonun ve giriş vanasının yıkıntı ve döküntü altında kalmaması konusuna dikkat edilmelidir.

Olası bir yanma-patlama durumunda istasyonun etkilenmemesi, yangın sirayeti ihtimalinin düşük olması konusu dikkate alınmalıdır.

Müşteri istasyonuna bakım, kontrol ve montaj-demontaj amaçlı yaklaşımın ve ulaşımın kolay

olması konusu dikkate alınmalıdır.

Yanıcı ve parlayıcı madde imalat sahaları ve depolarına olan uzaklığa dikkat edilmelidir.

Acil müdahale düşünülerek giriş vanasının tesis dışında yapılması, istasyonun ana gaz hattından uzakta yapılması zorunluluğunda biri tesis dışında iki vana yapılması durumu tartışılmalıdır.

Gaz şirketi personelinin yapabileceği gece çalışmaları ve tesis güvenlik görevlerinin istasyon çevresinde yapmaları gereken gece kontrolleri düşünülerek aydınlatma istenmelidir. Aydınlatmanın exproof olup olmaması konusu, ortam koşulları, purge işlemleri ve açık alan özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

Tesise ait trafo binası, şalter sahası, enerji nakil hattı gibi noktalara olan mesafe konusu göz önünde bulundurulmalıdır.

İstasyon bakım-onarım ve kontrol çalışmaları sırasında yararlanabilmek amacıyla, istasyon yakınına kullanım suyu hattı istenebilir. Ancak bu talepte bulunabilmek için istasyon montajı düşünülen nokta yakınlığında tesise ait bir su ve gider şebekesi olması, talebin kolay bir işlem ardından sağlanabilmesi konusu dikkate alınmalıdır.

İstasyonun kaideye oturtulması ya da bulunduğu yerden kaldırılması işlemlerinin bir yükletli kamyon tarafından yapılabilecek biçimde kaide yanına kadar yanaşabilmesi konusu irdelenmelidir. Ulaşım probleminden ötürü istasyon indirmek için uzun boom'lu bir vince gerek duyulmamalıdır.

Tesis içi ve/veya dışı trafik akışından (otomobil, kamyon, forklift, iş makineleri, seyyar üretim bantları vb.) istasyonun darbe görmemesi konusu dikkate alınmalıdır.

4.17.2 İşletmeye alma

Giriş vanasına kadar gaz alınmış ve havadan arındırılmıştır. Müşteri istasyonuna ait teknik verilerin doğruluğu incelenir (kapasite, giriş-çıkış basınçları gibi). Teknik verilere göre istasyona gereken ayarlar yapılır. İstasyon elemanlarının çalışırılığı kontrol edilir (ana regülatör, tahliye regülatörü, vanalar, manometreler, yaylar gibi). İç tesisata gaz kaçırmama koşuluyla çıkışa kadar gaz alınır. Bu işlem için çıkış flanşına kör plate uygulaması yapılabilir. İşlemler sırasında rastlanan problemler giderilir. Gaz tamamen boşaltılır. İç tesisat kontrol

edilir, uygun bulunması durumunda istasyon tekrar devreye alınarak sisteme gaz verilir. Regülatör ve By-pass vanası mühürlenir. Proje verilerine göre set edilen çıkış basıncı değeri değiştirilemez.

Uygun noktalardan tahliye yapılarak kuru ve havadan arındırılmış gaz elde edilir.

İşletmeye alma çalışmaları sırasında istasyon üzerinde hacim doğrultucu (volume corrector) varsa, gerekli set ayarları yapılır.

Tesisatın gaz ile doldurulması sırasında, imalat aşamasında kirlenen ve yeterince temizlenmemiş boru iç yüzeylerinden taşınan kirlilik ve çapaklar sayaç öncesi filtreleri etkileyebilir. Gerekiyorsa filtre değiştirilmelidir.

İşletmeye alma işlemlerinin ardından gaz yakıcı cihazların çalıştırılması ve istasyonun gaz tüketimi sırasında gözlenmesi idealdir.

4.17.3 İstasyon çevre koruma detayları

Gerek görüldüğü takdirde, istasyonun çevresine bariyer, tel örgü gibi koruma yapılabilir. Ancak bunun için uygun çevre koşulları bulunmalıdır. En önemli faktör, çevresi kapatılan bir istasyonda çalışma sırasında acil olarak geri çekilmeyi gerektirecek bir problem yaşandığında personele yeterli manevra alanı bırakılması konusudur. İstasyon kapağı ile tel örgü ya da yüksek bariyer arasında en az 3 metrelik bir firar mesafesi bulunmalıdır. İstasyon çevresinde bakım, kontrol ve sayaç okuma faaliyetlerinin kolaylıkla yapılabilmesini sağlamak için 1 metre genişliğinde betonlanmış ya da sıkıştırılmış çakıl serilerek düzenlenmiş çalışma alanı oluşturulmalıdır. Yer seviyesinden yüksek yapılması gereken istasyonların çalışılan kenarlarına platform ya da basamak istenebilir. (İGDAŞ, 2001)

4.18 Bölge ve müşteri regülatörüne uygulanan testler

(Bu testler EN 334 standardına göre yapılmaktadır.)

Test öncesi yapılması gereken işlemler:

- İstasyon giriş ve çıkış flanşlarının körülenmesi
- İstasyon üzerindeki tüm vanaların kapatılması(istasyon regülasyon hatları giriş vanaları ve by-pass vanaları regülasyon hatları çıkış vanaları, istasyon çıkış vanası, filtre boşaltma(drain) vanaları, vent vanaları, istasyon by-pass hattı vanaları, regülatör emniyet kapama vanası(shut-off) ve pilot sinyal hatları vanaları)
- Pilot ayar vanasının gevşetilmesi ve emniyet kapama vanasının kapatılması.

- İstasyon giriş tarafından 8 bar 'lık hava basılarak istasyon regülasyon hatları giriş vanasına kadar olan kısmın basınçlandırılması.

4.18.1 Fonksiyon testleri

Regülatör fonksiyon testi: Bu test, regülatörün set değerinde çalışıp çalışmadığını kontrol etmek maksadı ile yapılır. Bu amaçla, istasyon regülasyon hattı giriş vanası açılarak regülatör girişine kadar olan kısmın 8 bar hava ile dolması sağlanır. Daha sonra regülatör giriş tarafına besleme yapılarak (pilot vanaları veya shut-off kurma kolu yarım pozisyon aşağıya doğru çekilerek) shut-off minimum set değerinin üzerine kadar basınçlandırılır. Emniyet vanası(shut-off), kurma kolu yardımıyla kurulur. Bu sırada basıncın regülatör set basıncına ayarlanması pilot ayar vanası yardımıyla yapılır. Bu şekilde Regülatör kurulduktan sonra, çıkış tarafı boşaltma vanası yada regülasyon tarafı çıkış vanası yavaş yavaş açılarak, dışarıya hava çıkışı sağlanır. Bu esnada regülasyon hattı çıkış manometresinden basıncın regülatör set değerinden farklılık göstermediği yani belirli bir akış debisinde regülatörün yeterli beslemeyi yapıp yapmadığı kontrol edilir.

Shut off vanası fonksiyon testi: Bu test, regülatör sonrası hattın emniyeti açısından konulmuş olan emniyet(shut-off) vanasının belirli bir minimum ve maksimum basınç değerinde hattı kapatarak, gaz geçişini kesip-kesmediğini kontrol etmek amacıyla yapılır. Bu maksatla regülatör çıkış tarafı boşaltma (drain) vanası veya regülasyon hattı çıkış vanası yavaş yavaş açılarak ve pilot ayar vanası da gevşetilerek çıkış tarafı basıncının shut-off minimum set değerinin altına düşmesi, çıkış manometresi gözlenerek sağlanır. Regülatör çıkış tarafı basıncı, shut-off minimum basıncının altına düşer-düşmez shut off atmalı ve devreyi kapatarak gaz geçişine izin vermemelidir.

Aynı şekilde, regülatör çıkış tarafı basıncının artırılması için pilot ayar vanası sıkılarak çıkış tarafı basınç değerinin, shut-off maksimum set değerinin üzerine kadar yükselmesi sağlanır. Bu işlem hat çıkış manometresinden de takip edilir. Basınç değeri. shut-off maksimum değerinin üzerine çıkar-çıkılmaz shut-off atmalı ve devreyi kapatarak gaz geçişine kesinlikle izin vermemelidir.

Relief (tahliye) vanası fonksiyon testi: Bu test, ani basınç dalgalanmalarında shut-off vanasının kapanarak hattın gazını kesmesini önlemek amacıyla konulmuş olan relief (nefeslik) vanasının belirli bir maksimum set değerinde istasyon çıkış gazın tahliye edip-etmediğini kontrol etmek amacıyla yapılır.

Bu amaçla, regülatör çıkış basıncına ayarlandıktan sonra hat çıkışı vanası veya uzun sinyal hattı vanası yavaş yavaş açılarak istasyon çıkış vanasına kadar olan kısmın hava ile dolması sağlanır. Shut-off sinyal hattı vanası kapatılarak pilot yardımıyla çıkış basıncının artması sağlanır. Çıkış basıncı relief (tahliye) set değerine yükseldiğinde relief vanasının fazla havayı tahliye etmesi sağlanır.

4.18.2 İç sızdırmazlık testleri

Hat giriş vanası iç sızdırmazlık testi: İstasyon içindeki bütün basınçlı hava boşaltılarak sadece istasyon giriş flanşı ile hat giriş vanaları arasının 6 bar havayla dolması sağlanır. Bu durumda hat giriş vanaları tam kapalı pozisyonda olmalıdır. Bu şekilde 5 dakika süre ile beklenir. Giriş manometresi üzerinden bakılarak düşme olup-olmadığı kontrol edilir. Düşme varsa iç kaçak var demektir.

Shut – off vanası iç sızdırmazlık testi: Bu test, shut-off vanası maksimum veya minimum değerde attıktan sonra regülatör giriş tarafından çıkış tarafına herhangi bir gaz girişi olup olmadığı kontrol etmek amacıyla yapılır.

Hat çıkış basıncı regülatör set değerine pilot yardımıyla ayarlandıktan sonra shut-off vanası kurulur. Daha sonra shut off vanası maksimum veya minimum değerde attırılarak regülatör çıkış taraflı vanası açılarak çıkış tarafındaki hava tamamen boşaltılır. Regülasyon hattı çıkış vanası kapatılır. Çıkış tarafı boşaltma (dram) vanası ağzına köpük sürülerek 5 dakika beklenir. Vana ağzında balon oluşup oluşmadığı kontrol edilir. Balon oluşuyorsa shut -off vanasında iç kaçak var demektir.

Hat çıkış vanaları iç sızdırmazlık testi: Regülatör set değerine ayarlandıktan sonra shut-off vanası kurulur ve hat çıkış vanasına kadar olan kısım hava ile doldurulur. Bu sırada hat kapalı pozisyonda olmalıdır. Hat vanası çıkışındaki hava tamamen boşaltılmış durumda olmalıdır. İstasyon çıkış ana hattı üzerindeki boşaltma (drain) vanası kör tapası sökülerek, vana açık pozisyona getirilir. Boşaltma vanası ağzına köpük sürülerek 5 dakika beklenir. Vana ağzında balon oluşup oluşmadığı kontrol edilir. Balon oluşuyorsa hat çıkış vanasında iç kaçak var demektir.

Regülatör ve pilot hatları iç sızdırmazlık testi: Regülatör girişine hava verilerek regülatör set değerine ayarlandıktan sonra shut-off vanası kurulur. Hat çıkış vanasına kadar olan kısım hava ile doldurulur ve hat çıkış vanası ile pilot uzun sens hattı vanasının tam kapalı pozisyonda olduğu kontrol edilir. Bu durumda 10 dakika süre ile beklenir.

Hat çıkış manometresi kontrol edilir ve manometrede yükselme gözlenirse ya regülatörde yada pilotta iç kaçak var demektir. Pilot giriş vanası kapatılarak tekrar 10 dakika beklendiğinde hala manometrede yükselme gözleniyorsa regülatörde iç kaçak var demektir. Aksi hale pilotta iç kaçak olduğu anlaşılır.

İstasyon vanası iç sızdırmazlık testi: Regülatör set değerine ayarlandıktan sonra istasyon çıkış vanasına kadar olan kısım basınçlı hava ile doldurulur. Bu sırada istasyon çıkış vanası tam kapalı pozisyonda olmalıdır. İstasyon çıkış vanası sonrasında bulunan boşaltma (drain) vanası kör tapası sökülerek vana açık pozisyona getirilir. Vana ağzına köpük sürülerek .5 dakika süre ile beklenir. Vana ağzında balon oluşumu varsa, istasyon çıkış vanasında iç kaçak var demektir.

4.18.3 Komple dış sızdırmazlık testi

İstasyon girişine 6 bar veya maksimum giriş basıncı değerinde hava basılarak regülatör kurulur. İstasyon çıkış flanşına kadar hava ile doldurulur. İstasyonun tüm bağlantı noktaları (dişli, flanşlı ve kaynaklı bağlantılar) köpüklenerek 30 dakika süre ile beklenir. Herhangi bir kaçak durumu gözlenmez ise tüm vanalar kapalı pozisyona getirilir ve giriş ve çıkış manometrelerinin üzerine bant yapıştırılarak gösterdiği değer işaretlenir. 2 saat süre ile beklendikten sonra istasyon giriş tarafından başlayarak sırası ile vanalar açılır. Öncelikle giriş ve çıkış manometrelerinde bir basınç düşüşü olup-olmadığı gözlenir. Giriş manometresinde bir basınç düşmesi varsa hat giriş vanalarına kadar olan kısımda iç kaçak var demektir.

Çıkış manometrelerinde bir düşme varsa regülatör ile hat çıkış vanası arasında kaçak var demektir. Giriş manometresinde herhangi bir düşme gözlenmiyorsa hat giriş vanası açılır. Giriş manometresine bakılır manometrede düşme gözlenirse hat giriş vanası sonrasında kaçak var demektir.

Çıkış manometresinde kaçak gözlenmiyorsa hat çıkış vanası açılır ve çıkış manometresine bakılır. Eğer bir düşme gözlenirse, hat çıkış vanaları sonrasında kaçak var demektir.

Çıkış manometresinde düşme yoksa, istasyon çıkış vanası açılır. Eğer bir düşme gözlenirse istasyon çıkış vanası sonrasında kaçak var demektir. Herhangi bir kaçak tespit edilmesi durumunda, kaçağın giderilmesi sağlandıktan sonra istasyon tekrar test edilerek kaçak gözlenmiyorsa istasyonun testi tamamlanmış olur. İstasyon kontrol raporu düzenlenir. (İGDAŞ, 2001)

5. SERVİS REGÜLATÖRLERİ VE DOMESTİK REGÜLATÖRLER

5.1 Servis Regülatörleri

5.1.1 Kullanım alanları

- Müstakil evler, villalar: B6, B10
- Apartmanlar, binalar: B10, B25, B40, B50, BCH30 ve B25 ve BCH30 'un batarya tipleri
- İş merkezleri, kamu binaları
- Küçük ticari kuruluşlar
- Endüstriyel Uygulamalar

5.1.2 Standart özellikler

- Regülasyon
 - Giriş Basıncı Pg 0.1-5 barg
 - Çıkış Basıncı Pç 9-400 mbarg
 - Giriş Çapı Dg 3/4"
 - Çıkış Çapı Dç 1 1/4"
 - Çalışma Sıcaklığı T -30 ile +60°C
 - Kapasite Q 0-60 m³/h
- Emniyet
 - Emniyet kapama vanası
 - Aşırı akım
 - Çok düşük çıkış basıncı
 - Çok düşük giriş basıncı
 - II. Kademe diyaframında ciddi hasar
 - Atmosfere tahliye
 - Çok yüksek çıkış basıncı
 - II. Kademe tapasında küçük sızıntı

5.1.3 Malzemeler

- Gövde Çinko Alüminyum alaşımı
- Kapaklar Çinko Alüminyum alaşımı
- Giriş Bağlantısı Pirinç
- Giriş Filtresi (100 mikron) Bronz
- Çıkış bağlantısı Pirinç
- Çıkış contası kompozit
- I. kademe sübap Pirinç
- I. kademe disk yatağı Nitril
- II.kademe sübap Pirinç
- II.kademe disk yatağı Nitril
- I. kademe diyafram Güçlendirilmiş nitril
- II.kademe diyafram Güçlendirilmiş nitril
- Vent Plastik

5.1.4 Opsiyonlar

- Talebe göre ayarlanabilir giriş ve çıkış bağlantıları.
- Düşük giriş basıncı imkanı (0.1 - 0.5 bar).
- Muhtelif çıkış basıncı değerlerine ayarlanabilme olasılığı (standart ve özel).
- Manuel olarak basınç ayarlayabilme olasılığı.
- Fabrikada ayarlanmış tahliye vanası.
- Dışarıya bağlanabilir vent (tahliye).
- Talebe göre ayarlanabilir vent bağlantıları.
- Gömülü tip modüller için korozyona karşı korunum.
- Regülatörlerin paralel bağlanması ile, kapasiteyi tek regülatörün 2, 3 veya 4 katına çıkaran ve aynı yüksek regülasyon performansını koruyan “batarya” tipi opsiyonları.

5.1.5 İstanbul doğalgaz projesinde kullanılan servis kutusu ve servis regülatör tipleri

Servis kutuları:

- Duvar tipi S-200 ve S-300
- Gömülü tip CES-200 olmak üzere üç tiptir.

Ancak, özel durumlarda asma tip kutular da az miktarda kullanılmıştır.

Servis regülatörleri:

- 21 mbar’ da B25, B50, B75 ve B100
- 300 mbar’ da BCH30, BCH60, BCH90, BCH120 ve B12 regülatörleridir.

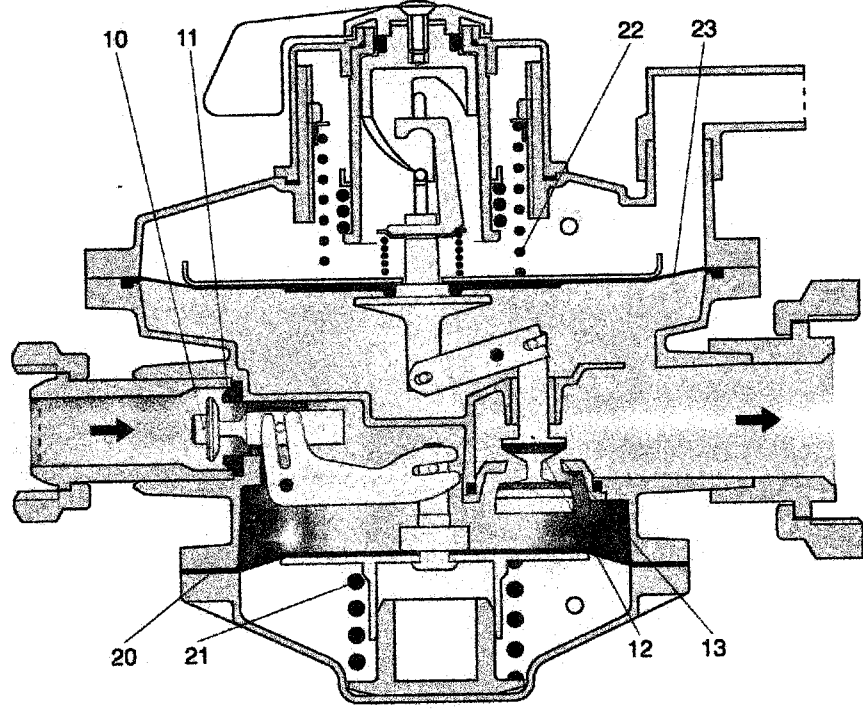
5.1.6 Çalışma prensibi

5.1.6.1 Regülasyon

Basınç düşürme işlemi iki kademede yapılır:

Birinci kademe düşüm, dahili sübap (10) ile yatak çemberi (11) arasında olur. Sızdırmazlık sübap diskinin (10) yatak çemberine (11) yaslanması ile sağlanır. Basınç regülasyonu, bir tarafında orta basıncı, diğer tarafında ise yay (21) basıncını algılayan birinci kademe diyafram (20) ile kontrol edilir. (Francel, 1998)

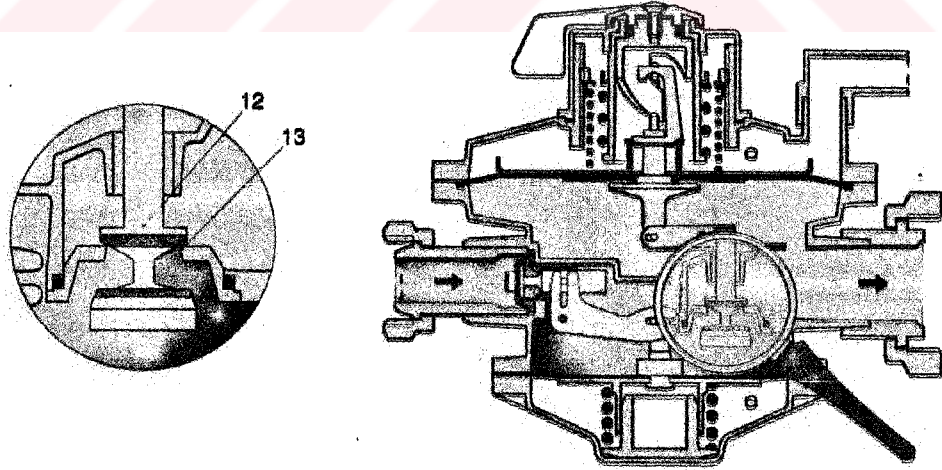
İkinci kademe düşüm, regülasyon sübabı (12) ile yatak çemberi (13) arasında olur. Basınç düşümü bir tarafında çıkış basıncını diğer tarafında ise diğer yay (22) basıncını algılayan ikinci kademe diyafram (23) ile kontrol edilir. Yay ayarı fabrikada yapılmıştır. Ayrıca BCH modeli hariç, ikinci kademe regülasyon sübabını (12) kapatan kurma kolu kapama kolu (vana) fonksiyonunu da görür. (Şekil 5.1)



Şekil 5.1 Servis regülatörü şeması (kaynak:francel)

5.1.6.2 Kapama

Kapama sızdırmazlığı, sübap disk yatağının (12) yatak çemberine (13) tam oturmasıyla sağlanır.



Şekil 5.2 Kapama sızdırmazlığı (kaynak:francel)

5.1.6.3 Emniyet kapama

Emniyet kapama vanası (14) kapandığında, II. kademe sübapı (12) tamamen açıktır. Regülatör, hata sebebi giderilinceye kadar tekrar çalıştırılmaz. Tekrar kurma, emniyet kapama vanasını açan ve dolayısıyla gazı çıkış tarafına doğru geçiren ve II. kademeyi tekrar regülasyon konumuna getiren kurma kolu (16) ile yapılır.

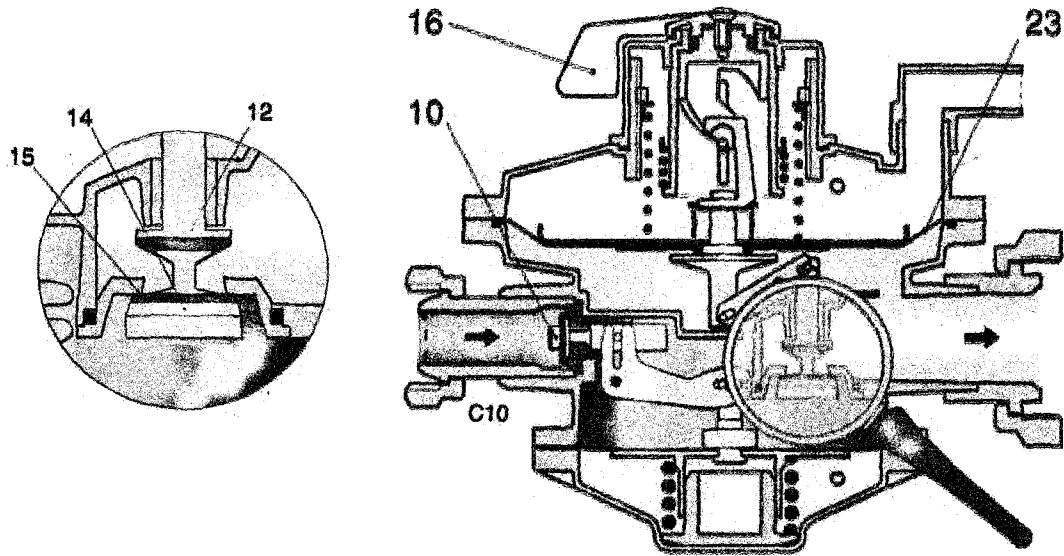
II. kademe regülasyon sübapına (12) bağlı emniyet kapama sübapı (14), aşağıdaki durumlarda gaz akışını keser:

Aşırı akış veya çıkış basıncının ayar değerinin altına düşmesi:

Diyafram (23) düşer ve emniyet kapama sübapını (14) kapamak üzere regülasyon sübapını (12) açar.

Giriş basıncının çok düşük olması:

Eğer şebeke basıncı ayarlanmış değer altına düşerse regülatör akışı zayıflar ve birinci kademe sübapı (10) tamamen açılır, orta basıncı tutamaz hale gelir. II. kademe sübapı (12) düşük orta basıncı sebebiyle tamamen açılır ve dolayısıyla emniyet kapama sübapı (14) kapanır.

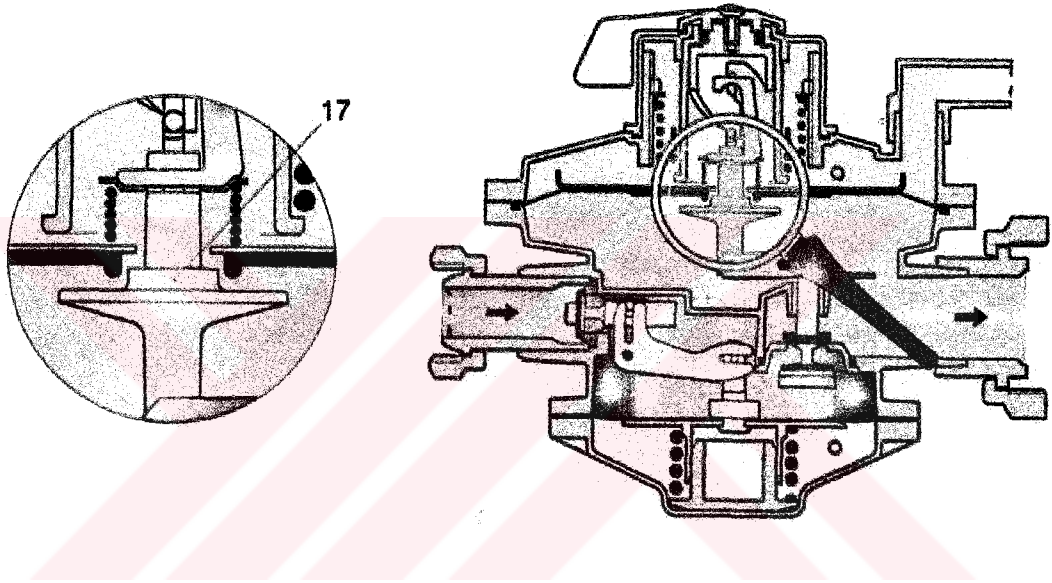


Şekil 5.3 Emniyet kapama (kaynak:francel)

5.1.6.4 Tahliye vanası

Tahliye vanası (17), çıkış basıncı ayarlanmış değeri geçer ise açılır. Tahliye vanası aşağıdaki durumlarda çalışır:

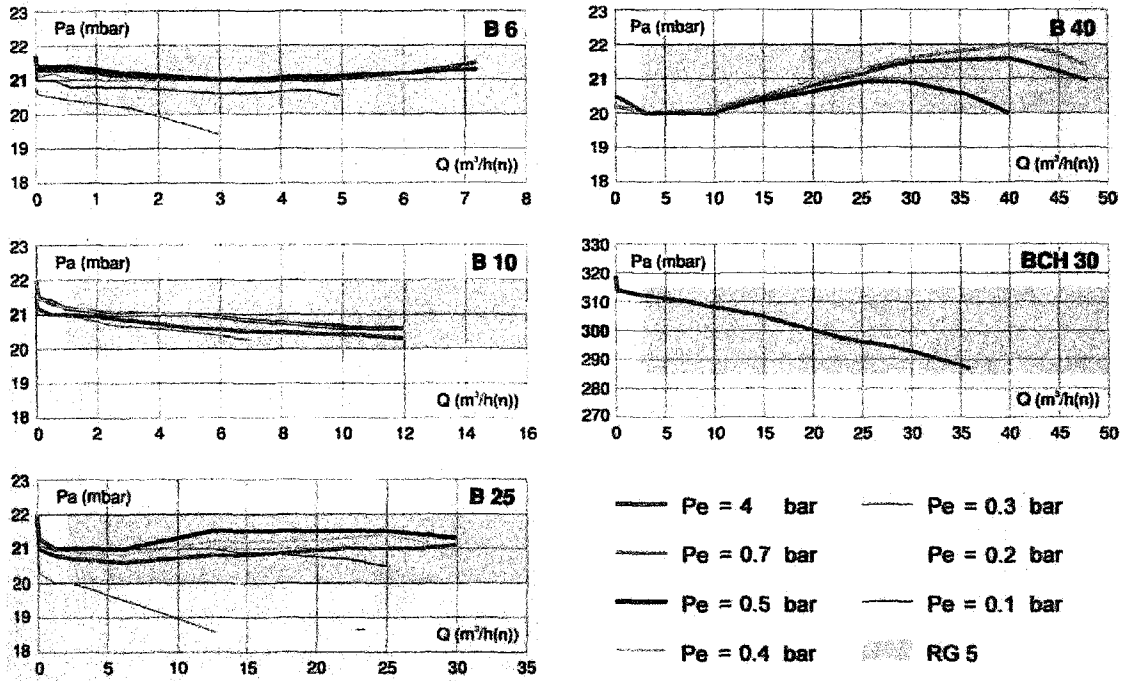
- Sıfır akış durumunda, çıkış borusundaki sıcaklık yükselmesi ile çıkış basıncı yükselir. Tahliye vanası, emniyet kapama vanasının hareketini ve akış kesilmesini önlemek için çıkış basıncını kontrol eder.
- İkinci kademe sübaptan sızmalar. İki kademeli regülasyon prensibi iç kaçak kapasitesini sınırlar ve iç kaçak giriş basıncı ile değil sadece orta basınçla desteklenir.
- Akış kesilmesi veya hızlı çalıştırma durumunda emniyet kapama vanasını hareketlendirmeden şok absorbesi.



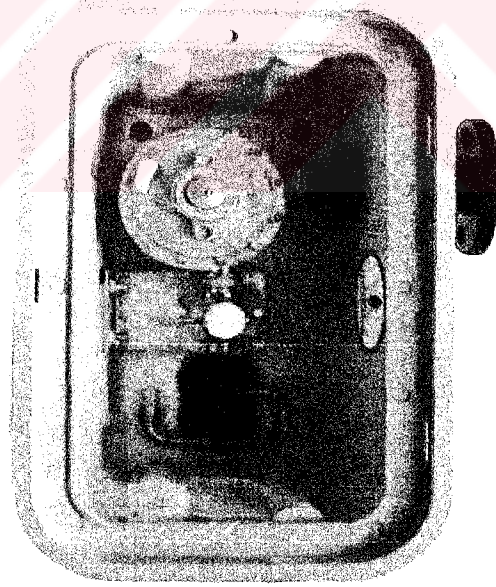
Şekil 5.4 Tahliye vanası (kaynak:francel)

5.1.7 Akış eğrileri

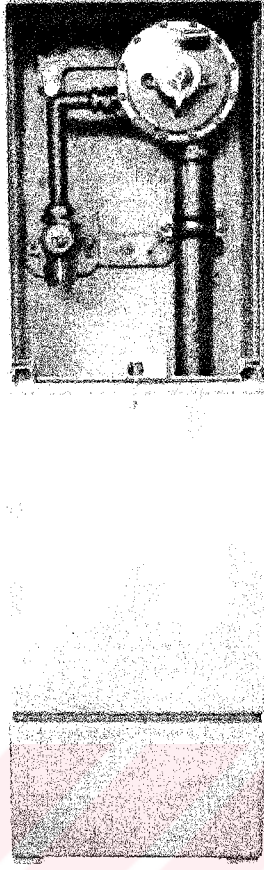
Şekil 5.5 te B tipi regülatörün çeşitli gaz giriş basınçlarına göre çıkış performans eğrileri görülmektedir.



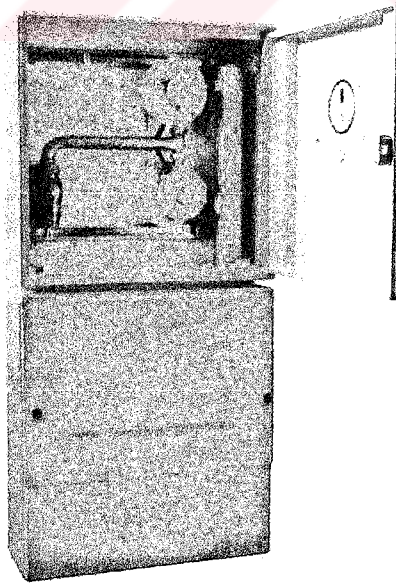
Şekil 5.5 Çeşitli gaz giriş basınçlarına göre çıkış performans eğrileri (kaynak:francel)



Şekil 5.6 Gömülü tip kutu (kaynak:akfel)



Şekil 5.7 S 200 tipi servis kutusu (kaynak:akfel)



Şekil 5.8 S 300 tipi kutu ile batarya uygulaması (kaynak:akfel)

5.1.8 Uygulanan testler

B serisi servis regülatörlerinin güvenilirliği ve sağlamlığı aşağıda açıklanan testlerle kontrol edilir:

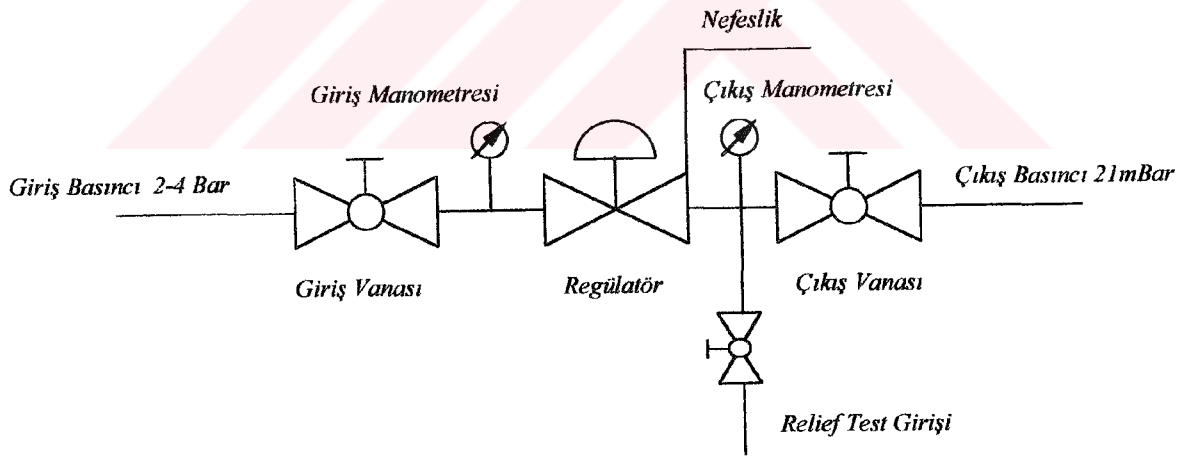
5.1.8.1 Fonksiyon testleri (hava ile)

Test no 1: Tam kapasite akış kontrolü: Bu test, regülatör nominal debi (akış) ile çalıştığında, çıkış basıncı değerinin de nominal değer olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılır.

Test düzeneğinde giriş tarafından regülatöre 4 bar basınçlı hava verilir. Çıkış tarafındaki vana, debimetre $Q_n=25 \text{ m}^3/\text{h}$ gösterecek şekilde ayarlanarak akış verilir. Bu esnada çıkış manometresi $P_n=21 \text{ mbar}$ göstermelidir.

Test no 2: Fazla akış kontrolü: Bu test, regülatör nominal debisinin %20 fazlasında, yani $Q_{\max}=30 \text{ m}^3/\text{h}$ debi ile çalıştığında, çıkış basıncı değerindeki maksimum düşmeyi tespit etmek için yapılır.

Test düzeneğinde giriş tarafından regülatöre 4 bar basınçlı hava verilir. Çıkış tarafındaki vana, debimetre $Q_{\max}=30 \text{ m}^3/\text{h}$ verecek şekilde ayarlanarak çıkış verilir.



Şekil 5.9 B tipi servis regülatörlerin girişten çıkışa şematik gösterimi (kaynak:igdaş)

Bu maksimum debide regülatör çalışırken çıkış manometresindeki değer $P_{\text{çıkış}}=0.96 \times P_n=0.96 \times 21=20.16 \text{ mbar}$ dan fazla düşme olmamalıdır.

Test no 3: Kapatma akış kontrolü: Bu test regülatörün debisi nominal debinin % 50 fazlasına ($Q_k=Q_n * 1.5$) ulaştığında akışı kesip kesmediğinin tespit edilmesi amacıyla yapılır.

Regülatörün çıkış tarafındaki vana, debimetre $Q_k=25*1.5=37.5 \text{ m}^3/\text{h}$ verecek şekilde ayarlanarak akış yükseltilir. Bu akış değerine ulaştığı anda regülatör atarak akışı kesmesi gerekir.

Test no 4: İç kaçak kontrolü: Bu test, regülatörde akış olmaması durumunda, çıkış tarafında basıncın yükselmediğinin yani regülatörde iç kaçak olmadığını tespit edilmesi amacıyla yapılır.

Giriş tarafından regülatöre 2-4 bar basınçlı hava verilir. Regülatör kurulur. Çıkış vanası tam kapalı pozisyona getirilerek çıkış akışı kesilir. Çıkış manometresinin gösterdiği değer (21-22 mbar) 10 dakika bekleme süresi sonunda yükselmemelidir. Eğer yükselme olursa regülatörde iç kaçak problemi vardır.

Test no 5: En az akış kontrolü: Bu test regülatörün standardın ön gördüğü minimum akış değerinde ($Q_{min}=Q_n*0.005=0.125 \text{ m}^3/\text{h}$) çalıştırıldığında çıkış basıncı değerindeki maksimum yükselmeyi tespit etmek amacıyla yapılır.

Giriş tarafından regülatöre 2-4 bar basınçlı hava verilir. Regülatör kurulur. Çıkış vanası, debimetre ($Q_{min}=Q_n *0.005=25*0.005=0.125 \text{ m}^3/\text{h}$) değerini verecek şekilde ayarlandığı anda,

çıkış basıncı $P_{çıkış}=P_n*1.1=21*1.1=23.1 \text{ mbar}$ 'ı geçmemelidir.

Test no 6: Tam kapalı kontrolü: Bu test, regülatörde akış olmaması durumunda, çıkış tarafının basıncının yükselmediğinin yani regülatörde iç kaçak olmadığını tespit edilmesi amacıyla yapılır.

Giriş tarafından regülatöre 2-4 bar basınçlı hava verilir. Regülatör kurulur. Çıkış vanası tam kapalı pozisyona getirilerek çıkış akışı kesilir. Çıkış manometresinin gösterdiği değer (21-22 kesildiğinde) çıkış tarafının basıncındaki maksimum yükselmeyi tespit etmek için yapılır.

Regülatör çalışır durumdayken, çıkış vanası tam kapalı pozisyona getirildiğinde, çıkış tarafının basıncı, $P_{çıkış}=P_n*1.5=21*1.5=24.15 \text{ mbar}$ 'ı geçmemelidir.

5.1.8.2 Relief (nefeslik) testi (hava ile)

Test no 1: Relief maksimum sınır kontrolü: Bu test regülatörün maksimum relief (tahliye) basıncına kadar tahliye yapmadığının tespit edilmesi için yapılır.

Regülatör çalışır durumdayken, Şekil 5.6 da görülen relief test girişinden regülatörün çıkış

tarafına basınçlı hava verilir. T vanası ayarlanarak çıkış tarafının basıncı 35 mbar 'a kadar yükseltilir. Aynı zamanda nefesliğe takılan bir hortumun ucu suya batırılır. Bu durumda 35 mbar 'a kadar nefeslikten hava tahliyesi olmamalıdır.

Test no 2: Relief tahliye kontrolü: Bu test, regülatörün max. relief sınır basıncından sonra aşırı basınç tahliye edip etmediğinin tespit edilmesi için yapılır.

Birinci testteki aynı düzenekte, çıkış basıncı 35 mbar. 'in üstüne çıkarıldığı andan itibaren regülatör nefeslikten aşırı basıncı tahliye etmesi gerekir.

5.1.8.3 Sızdırmazlık testi (hava ile)

T1 Giriş tarafı kaçak testi: Bu test T1 resmindeki gövde çatlakları, giriş tapası- giriş orifisi, giriş bağlantısı, yüksek basınç diyafram yırtığı, muhtemel kaçak noktalarından kaçak olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yapılır.

Regülatör giriş tarafından 2 bar basınçlı hava verilir. Regülatör kurulur. Çıkış tarafının basıncı $P_{n*1.1}=23.1$ mbar a getirilir. Bu durumda giriş ve çıkış vanaları kap atılır. 5 dakika bekleme süresi sonucunda, giriş manometresinde (2 bar) herhangi bir düşme olursa, giriş tarafında yukarıda bahsi geçen noktalardan birinden veya bir kaçında kaçak söz konusu demektir.

T2 Çıkış tarafı kaçak testi: Bu test, T2 resmindeki, gövde çatlakları, relief contası, düşük basınç diyaframı yırtığı , ikinci kademe tapası, çıkış bağlantısı, ikinci kademe orifisi muhtemel kaçak noktalarından kaçak olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yapılır.

Bu test de T1 test düzeneği ile ve aynı anda yapılır. Şöyle ki T1 test düzeneğinde aynı 5 dakikalık bekleme süresi sonunda çıkış tarafının basıncında (23.1 mbar) herhangi bir düşme olursa yukarıda bahsi geçen muhtemel kaçak noktalarından birinden veya bir kaçından kaçak söz konusu demektir.

T3 İç kaçak testi: Testin amacı: Bu test, T3 resmindeki, gövde çatlakları, ikinci kademe tapası, ikinci kademe orifisi muhtemel kaçak noktalarından, ikinci kademeye (23.1 mbar. 'tık kısım) kaçak olup olmadığının belirlenmesi için yapılır.

Testin yapılışı: Yukarıdaki aynı düzenekte, 5 dakika bekleme süresi sonunda ikinci kademenin basıncında (23.1 mbar yükselme olursa belirtilen muhtemel noktalarda ikinci kademedeki iç kaçak var demektir.

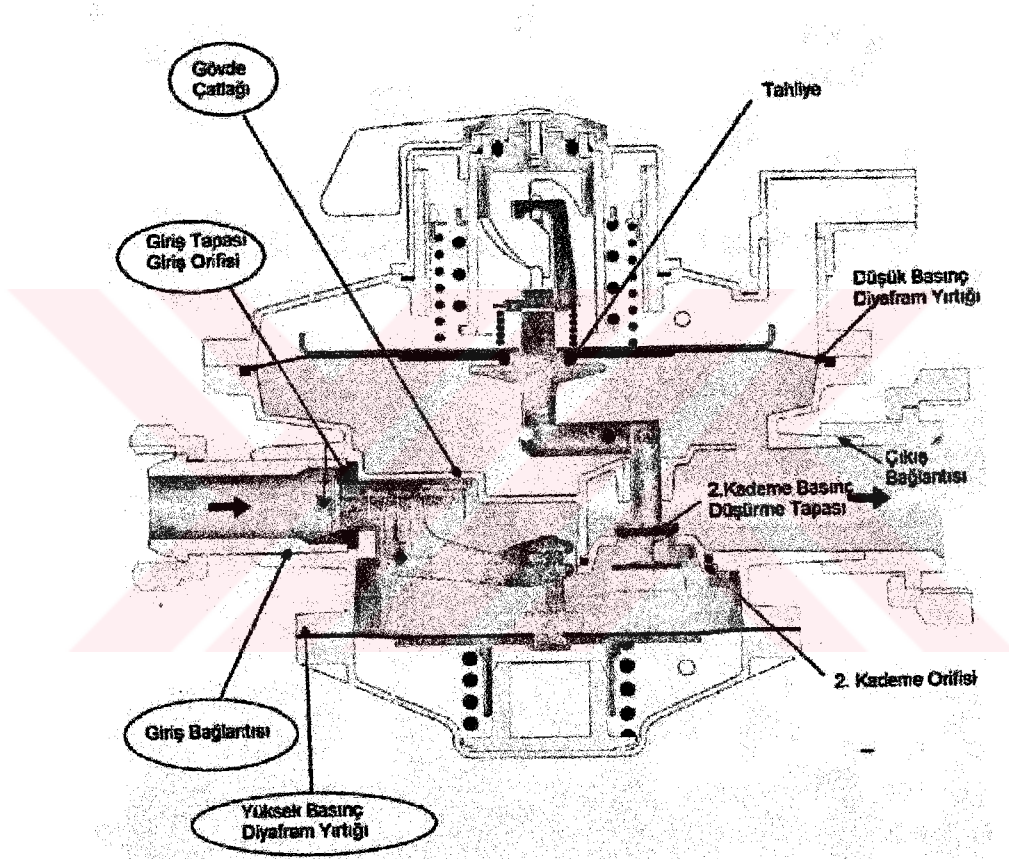
Bu üç tane sızdırmazlık testini şöyle özetleyebiliriz;

Regülatöre giriş tarafından 2 bar, çıkış tarafından da 23.1 mbar basınçta hava verildiğinde 5 dakika bekleme süresi sonunda;

Giriş tarafının basıncı 2 barın altına düştüğünde giriş tarafında kaçak var demektir.

Çıkış tarafının basıncı 23.1 mbar ın altına düşerse çıkış tarafında kaçak var demektir. Çıkış tarafının basıncı 23.1 mbar ın üstüne çıkarsa regülatörde iç kaçak var demektir.

Not: Testlerin tamamında debi ve basınç değerleri B 25 tip regülatör için verilmiştir. Diğer tip regülatörlerde bu değerler değişecektir. (İGDAŞ, 1998)



Şekil 5.10 Regülatör sızdırmazlık testlerinde belirlenen muhtemel kaçak noktaları (kaynak:francel)

Çizelge 5.1 Şema üzerindeki renklere göre kaçak testi uygulanan bölgeler (kaynak:igdaş)

		Test Bölgeleri	
T1	Giriş tarafı kaçak testi		
T2	Çıkış tarafı kaçak testi		
T3	İç kaçak testi		

5.2 Domestik Regülatörler

Tesisattan gelen (300 mbar basınçtaki) gaz basıncını gaz armatürlerine girmesi planlanan basınç değerine (21 mbar) düşürmek, düşük basınçlı sistemlerde de gaz akışında oluşabilecek dalgalanmaları stabilize etmek amacıyla kullanılırlar. Shut-off tipleri sayesinde gaz çıkış basıncında limit değerlerin aşılmaması için kullanılırlar.

Bu tip regülatörler sistem emniyeti açısından limit değerler aşıldığında gaz geçişini engellerler. Gaz akışındaki dalgalanmalardan etkilenecek gereksiz kapatma yapmamaları için solenoid valflere çok yakın yerle yerleştirilmezler. (Kapasitelere göre değişen uzaklıklar) Emniyet mekanizmalarının sinyal aldığı (impuls) noktalar ise çıkış gazının dengeli akışa dönüştüğü uzaklıklara konmalıdır.

5.2.1 Domestik regülatörlerin montajlarında dikkat edilmesi gereken hususlar

Regülatör, proje açısından uygun çalışma basınç aralığında ve debide olmalıdır, çalışma basıncına uygun özellikte yay kullanılmalıdır. Regülatörden sızabilecek ve/veya tahliye edilecek gazın birikme yapmamasının sağlamak gerekir. Emniyet kapama valfli regülatörler kullanılmalıdır. Gaz açıldıktan sonra her hangi bir test nipelinden basınç kontrol edilmelidir. Emniyet kapama mekanizmasının çalışırılığı kontrol edilmelidir, çalıştırma ve limit basınçları uygunsa ayak kapakları mühürlenmelidir. Filtre kovanları ve ayar kapaklarına istendiğinde kolayca ulaşılacak biçimde regülatör montajı yapılmalıdır, koruma kabinleri içine yerleştirilen regülatörlerde ise kabin ölçüleri müdahaleler düşünülerek seçilmelidir. Emniyet vanası sinyal hattı ya da algılama çubuğu olmayan düşürücü regülatörlere gaz verilmemelidir.

5.2.2 Çalışma prensibi

5.2.3 Emniyet mekanizmasının devreye girdiği durumlar

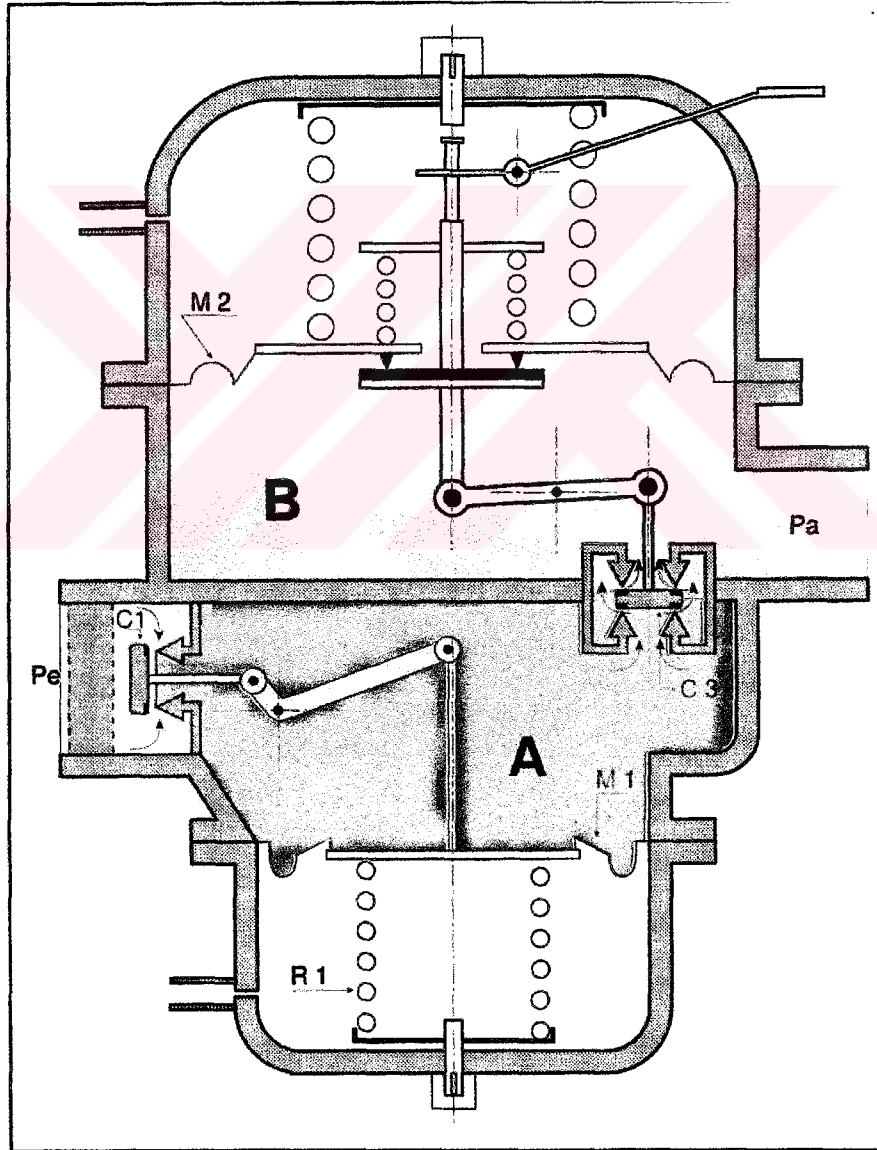
Aşağıdaki durumlarda emniyet mekanizması otomatik olarak devreye girer:

- Pe giriş basıncı düştüğünde,
- Pa çıkış basıncı düştüğünde,
- Q debisi yükseldiğinde,
- Pa çıkış basıncı yükseldiğinde,
- M2 diyaframı patladığında/delindiğinde.(şekil 5.8)

5.2.4 Regülatörün çalışması

5.2.4.1 Gaz tüketiminin olması durumunda

İç tesisatlarda gaz talebi olur olmaz, B haznesindeki basınç azalır, M2 basınç düşürme diyaframı alçalır, C3 klapesi merkezini terke zorlanır ve böylece A haznesinden B haznesine doğru gaz geçişi açılır. Talep edilen debi temin edilene kadar açıklık devam eder. Bundan şu sonuç çıkar: A haznesinde, R1 yayının etkisi M1 diyaframı üzerinde tesirini gösterinceye kadar basınç düşer (M1 yukarıya doğru kalkar), bu C1 klapesinin açılmasına neden olur. Gaz A haznesine yeniden girer, sonra B haznesine geçer, vs.. O zaman regülatörün pozisyonu aşağıdaki gibidir (şekil 5.8).



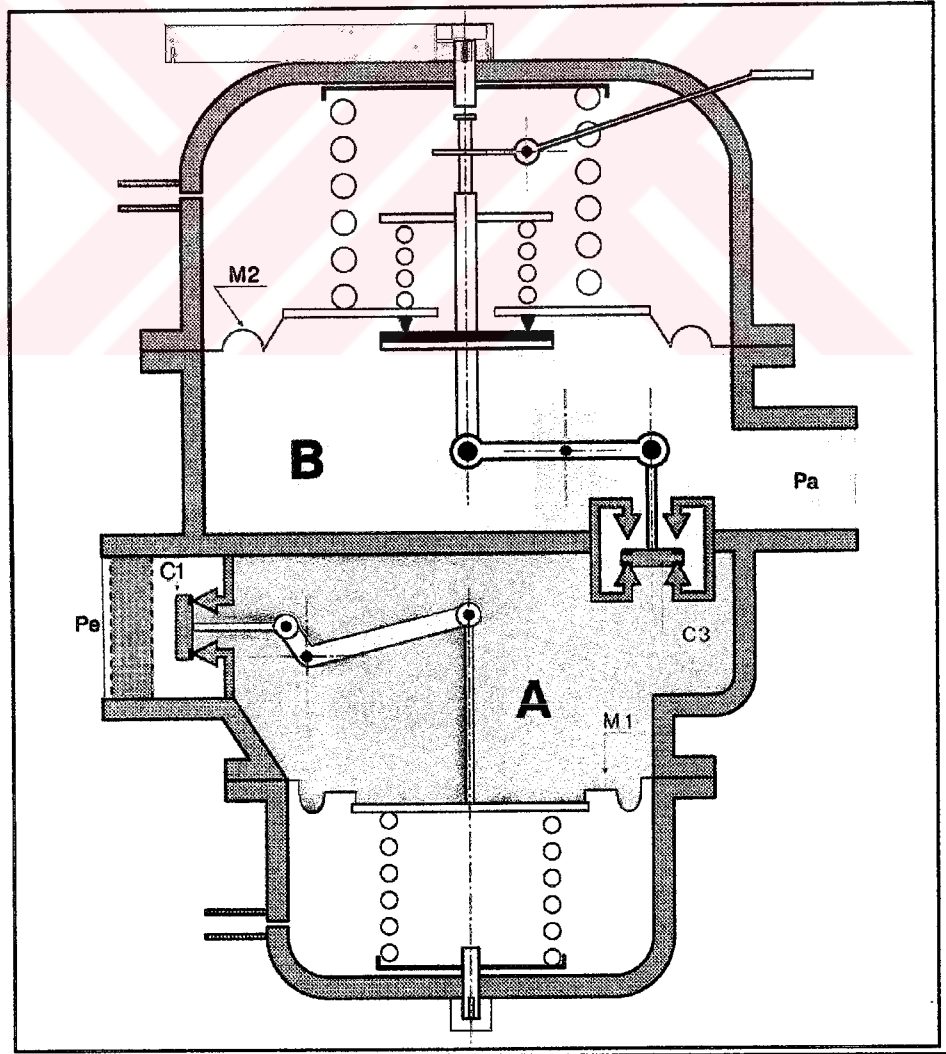
Şekil 5.11 Gaz tüketiminin olması durumunda regülatörün çalışması (kaynak:gdf)

5.2.4.2 Tüketimin durması durumunda

Tüketimin durması durumunda: bu kesin durma anında, regülatör henüz kapanmamıştır. Öyleyse tesisat çıkışındaki basınç, yükselme eğilimine girer ve M2 diyaframı, çıkış basıncı tarafından yukarıya doğru tekrar itilmiş olur, C3 klapesi de kendi merkezi üzerine çekilir. A haznesinden B haznesine gaz geçişi o zaman durmuş olur.

A haznesine gelince, burada da aynı mantık geçerlidir: gaz dışarıya atılmaz, bu hazne içindeki basınç, M1 diyaframını aşağı doğru iterek yükselme eğilimi gösterdiği gibi oynak kola bağlı C1 klapesini de çeker ve klape kapanır.

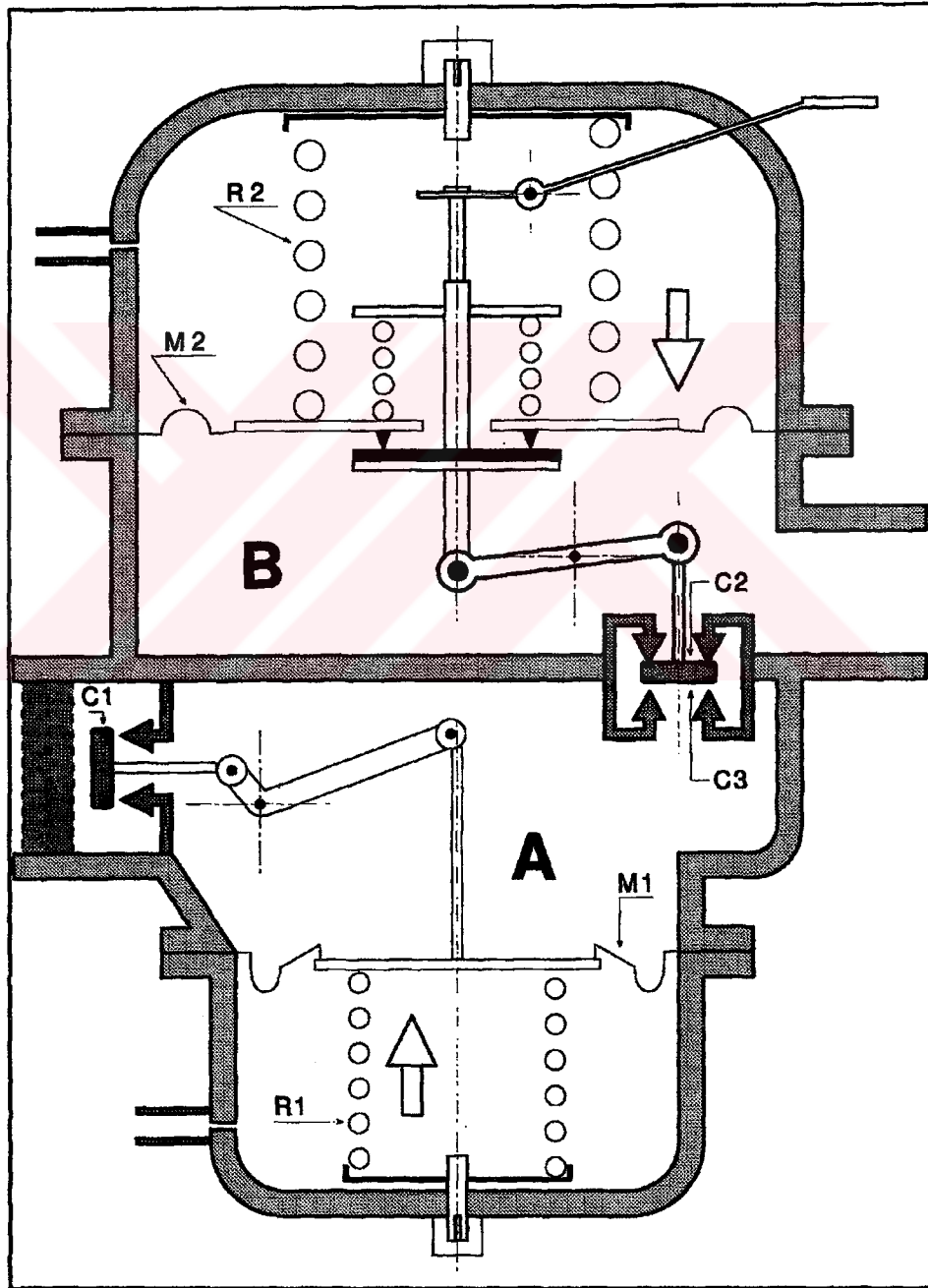
Girişteki gaz gelişinin durdurulmasından itibaren, çıkış tesisatı üzerinde hiçbir tüketim görünmüyorsa, C1 ve C3 kapalı kalacak ve regülatör debisiz olarak serviste kalacaktır. İç tesisatın tümü üzerinde gaz tüketiminde, önce şebeke veya giriş borusunda P_e basınç azalması oluşur, öyleyse regülatörü tekrar kurmak zorunlu olmayacaktır. Burada bir işlev anormalliği söz konusu değildir, tam tersine cihazın normal işlevi söz konusudur (şekil5.9).



Şekil 5.12 Tüketimin durması durumunda regülatörün çalışması (kaynak:gdf)

Oysa, çıkış beslemesinin kesilmesi safhasında gaz isteği vardır, M2 diyaframı, bu diyaframın altındaki basıncın azalmasıyla aşağı çekilir, C3 açılışını sürdürür. O zaman A haznesi, B haznesine doğru boşalır (çünkü B haznesi giriş basıncıyla beslenmemektedir). M1 diyaframı üzerinde R1 yayının büyük etkisi altında olan C1 klapesi açıldığı sırada, R2 yayı, C2 klapesini kendi merkezi üzerine çekektir. (GdF, 1998)

Böylece, C2 klapesi hemen kendi merkezi üzerine kapanır: Regülatör emniyet konumundadır (şekil 5.10).



Şekil 5.13 Regülatörün emniyet konumundadır (kaynak:gdf)

6. ŞEBEKE KONTROL SİSTEMLERİ

6.1 Aktüatörler

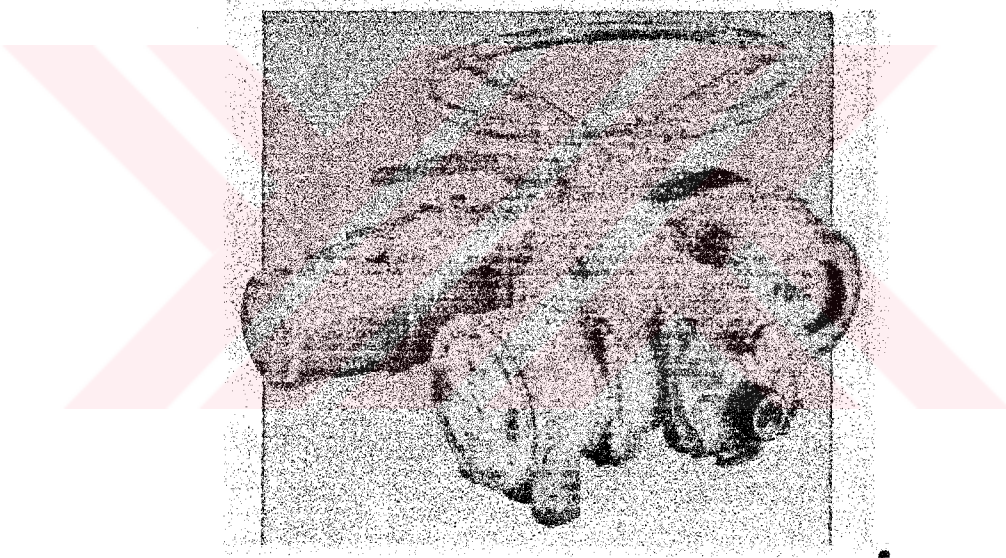
Aktüatörler, çelik hat vanalarının üzerine monte edilen ve acil durumlarda vananın bir kumanda vasıtasıyla kapanmasını sağlayan emniyet ve kontrol sistemleridir.

6.1.1 Aktüatörlerin kullanılmasındaki amaç

Herhangi bir tehlike anında vanaların otomatik olarak kendi kendine kapanmasını veya elektrik hattı bağlantısı ile uzaktan kumandalı olarak kapanmasını sağlamaktır.

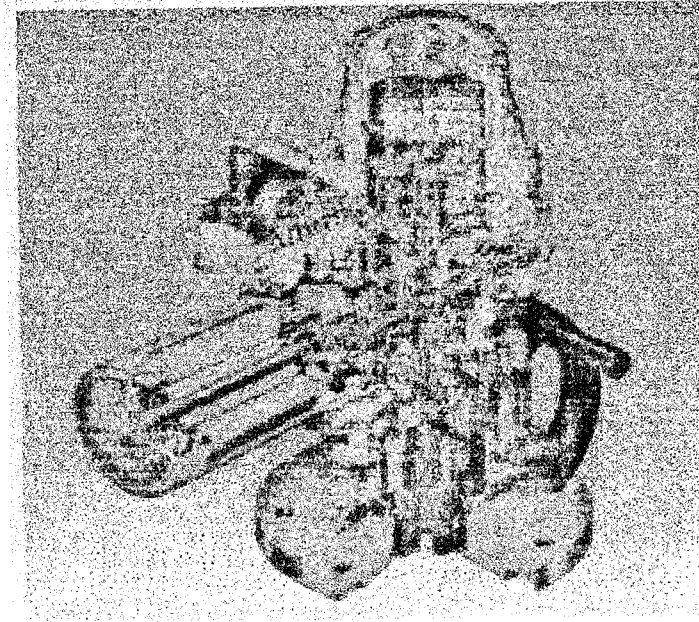
6.1.2 Aktüatör çeşitleri

- Çok yöne dönmeli elektrikli aktüatör



Şekil 6.1 Çok yöne dönmeli elektrikli aktüatör (kaynak:igdaş)

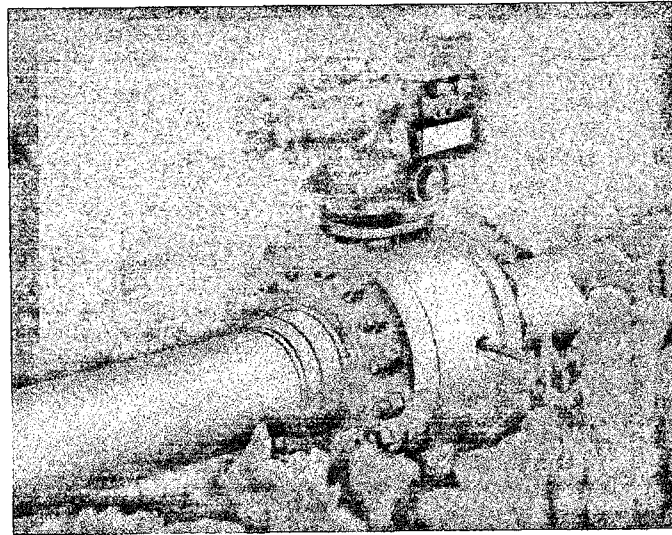
- Çeyrek tur dönmeli elektrikli aktüatör



Şekil 6.2 Çeyrek tur dönmeli elektrikli aktüatör (kaynak:igdaş)

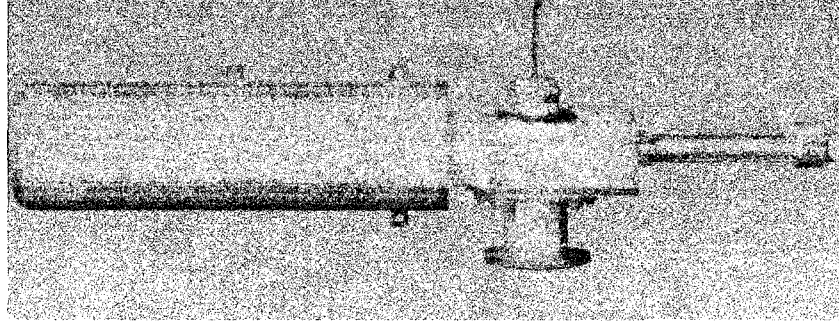
Bu tip aktüatörler, hareketini elektrikli motordan alır, aynı zamanda elle kumanda kolu da mevcuttur. Çok yöne turlu veya çeyrek turlu hareket ettirilebilir. Küresel vanalarda, kelebek vanalarda ve sürgülü vanalarda kullanılmaya elverişlidir. Yağ, gaz, petrokimya, kimya ve su endüstrisinde kullanılır. -30°C ile $+65^{\circ}\text{C}$ sıcaklıklarda çalışabilir. 2 ila 240 kg kuvvete kadar tork kuvveti uygulayabiliyorlar. 30-140 kg ağırlıkları mevcuttur. Su geçirmez ve exproof özelliktedirler.

- Hidrolik denizaltı aktüatörü



Şekil 6.3 Hidrolik denizaltı aktüatörü (kaynak:igdaş)

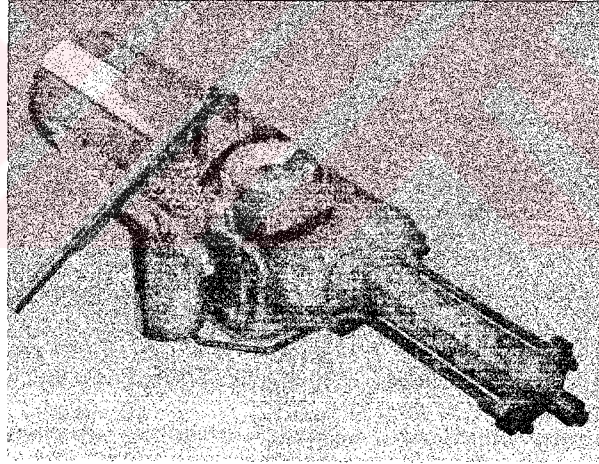
- Pnomatik aktüatör



Şekil 6.4 Pnomatik aktüatör (kaynak:igdaş)

Hava, azot, gaz basıncı ve yay yardımı ile çalışan sistemlerdir. Çeyrek turlu küresel vanalar, kelebek vanalar veya söndürücülerde kullanılır. Açık- kapalı pozisyonunda çalışır. Açısal ayarı 80° - 100° arası yapılabilir. Besleme basıncı 10.5 bar'dır. 350 kg ile 15 tona kadar tork değeri vardır.

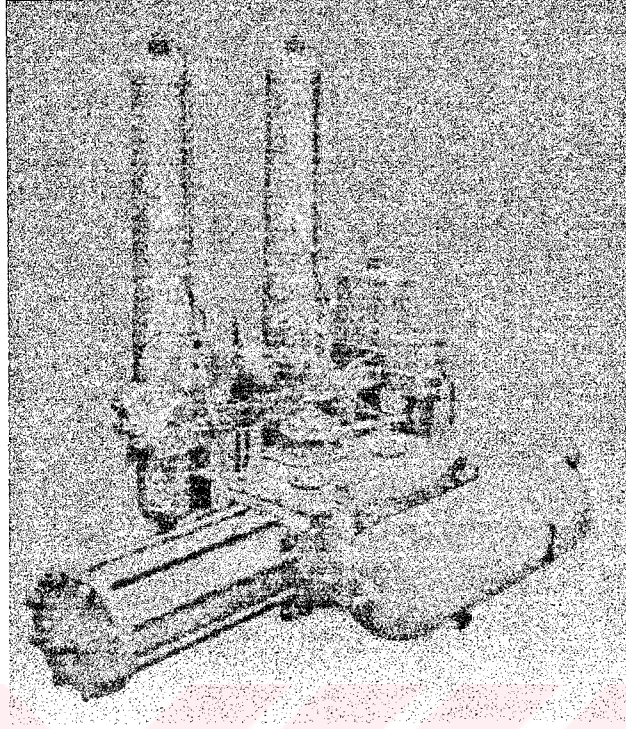
- Hidrolik aktüatör



Şekil 6.5 Hidrolik aktüatör (kaynak:igdaş)

Çeyrek turlu ve açık-kapalı olarak çalışır. Tek silindirli-çift silindirli yüksek basınçlarda çalışan aktüatörlerdir. El pompası ile veya elektrik pompası ile hareket verilebilir. Maximum besleme basıncı 105 bardır. -30°C ile $+100^{\circ}\text{C}$ sıcaklıklarda çalışabilir. Maximum operasyon torku 300 kg ile 4 ton arası olabilir. Sistemde alev karşı dirençli yağ kullanılmaktadır. 82° ile 98° arası ayar yapılabilir. Herhangi bir çeyrek turlu küresel vana ve kelebek vanada kullanılabilir. (İGDAŞ, 2001)

- GPO gaz yağ tahrikli aktüatör

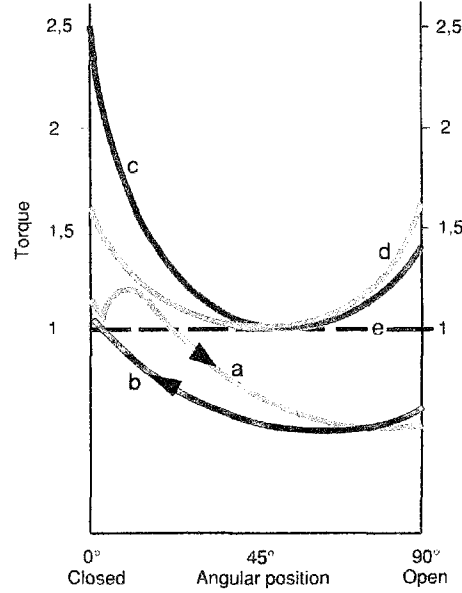


Şekil 6.6 gaz yağ tahrikli aktüatör (kaynak:igdaş)

6.1.2.1 Scotch-yoke mekanizması hakkında genel bilgiler

Normal sıcaklıklar (-20°C ile $+80^{\circ}\text{C}$) ve düşük sıcaklıklar (-60°C - $+80^{\circ}\text{C}$) için üretilen yağ-gaz (gaz hidrolik) esaslı aktüatörlerinde, eğimli bir scotch-yoke (iskoç boyunduruğu) adı verilen bir mekanizma bulunmaktadır. Bu tip bir aktüatörün ortaya koyduğu tork eğrisi, çeyrek dönüşlü vanaların (özellikle de küresel vanalar) çalıştırılması için son derece uygundur.

Şekil 6.1, açısal konumun bir fonksiyonu olarak, bir küresel vananın açılması ve kapatılması için gereken tipik tork değerleri ile eğimli bir scotch-yoke mekanizmasının ürettiği tork değerlerini göstermektedir.



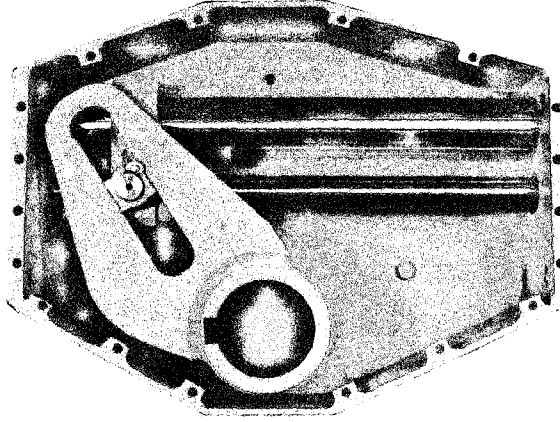
Şekil 6.7 Vananın açılması ve kapanması için gerekli tork değerleri (kaynak:biffi)

Bu grafikte ayrıca, eğimli bir iskoç-boyunduruk mekanizması, simetrik bir scotch yoke mekanizması ve “sabit torklu” bir aktüatöre ait tork eğrileri karşılaştırmalı olarak verilmektedir. Bu grafik karşılaştırma, kol uzunlukları ve silindir çapları aynı olmak kaydıyla, gerek teknik gerekse ekonomik açıdan, çeyrek dönüştü vanaların çalıştırılmasında kullanılabilecek en uygun mekanizma, eğimli scotch yokeli aktüatörlerdir. Bununla birlikte belli alanlarda kullanılmak üzere simetrik scotch yokeli aktüatörler de üretilmektedir.

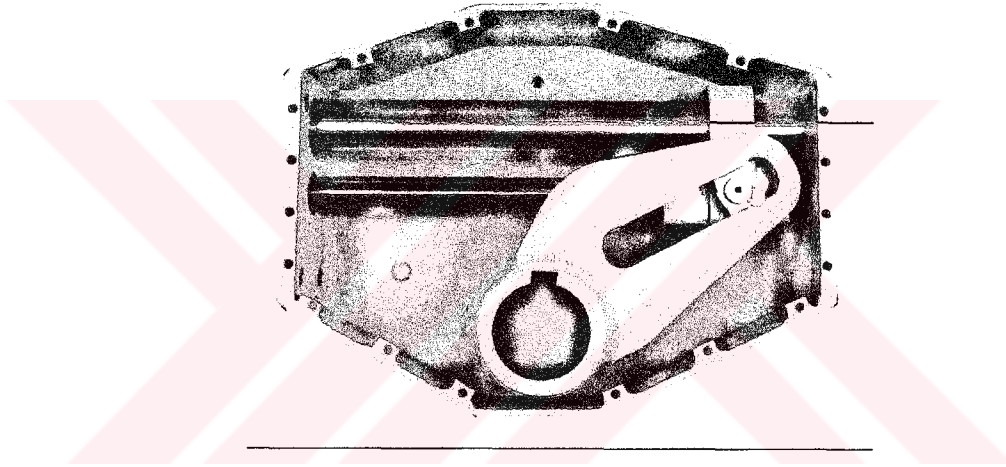
6.1.2.2 Scotch-yoke mekanizması

Şekil 6.4 de gösterilen scotch yoke mekanizması, hidrolik bir silindirin yaptığı doğrusal hareketi 90° 'lik bir dönüş hareketine çevirir. Muhafazanın (1), aktüatörün vana flanşına bağlanmasını sağlamak, hidrolik silindire destek vermek ve, kapakla birlikte, İskoç-boyunduruk mekanizmasına mekanik koruma sağlamak gibi üç farklı işlevi vardır. Aktüatörün vanaya bağlanmasında muhafaza flanşından yararlanır; flanşın boyutları ve üzerindeki dişli delikler biffi standart tablolarına uygun olarak tasarlanmıştır. Müşterinin daha farklı bir vana bağlantısına ihtiyaç duyması ve vana kaplin boyutlarını bildirmesi halinde bu boyutlara uygun bir adaptör flanşı üretilir.

Boyunduruğun (2) dönüş hareketi, biri muhafaza flanşına diğeri kapağa (4) monte edilmiş bronz burçlarla (3) sınırlandırılır. Boyundurukta, vana kolunun oturduğu, üzerinde kama olukları bulunan, biffi standart tablolarına göre açılmış bir delik vardır.



Şekil 6.8 Eğimli scotch yoke mekanizması açık konumda (kaynak:biffi)



Şekil 6.9 Eğimli scotch yoke mekanizması kapalı konumda (kaynak:biffi)

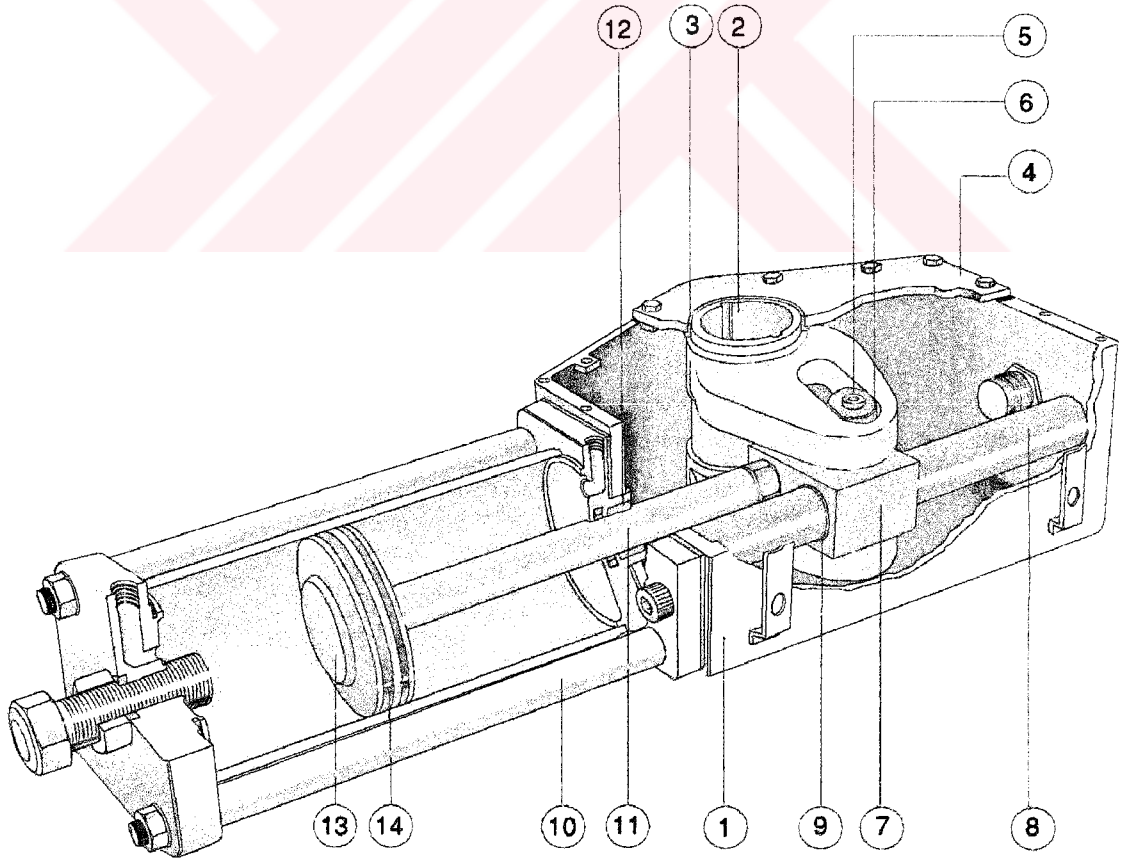
Silindirin itme kuvveti, boyunduruk kollarındaki uzun deliklerde hareket eden bronz kayıcı bloklar (6) ve blok pimi (5) üzerinden boyunduruğa aktarılır. Blok pimi, silindir piston kolunun dişli ucunun takılı olduğu kılavuz bloğa (7) monte edilmiştir. Kayıcı blok, teflon kaplı (charged with) sinterlenmiş bronz bir burç (9) yardımıyla kılavuz çubuk (8) üzerinde kayar. Sinterlenmiş bronz burç, sürtünme katsayısının son derece düşük olmasını sağlar.

Kılavuz çubuk, boyunduruk üzerindeki uzun deliklerin yüzeyinden geçen düzlem ile piston kolu eksenine inilen dikme arasındaki açıdan kaynaklanan yanıl kuvvetleri karşılayabilecek (ve bunlara dayanabilecek) şekilde tasarlanmıştır. Bu şekilde piston kolu herhangi bir yanıl kuvvete maruz kalmaz; bu ise, gerek piston kolu kılavuz burcunun gerekse (hidrolik silindirin baş flanşına monte edilmiş bulunan) yuvarlak sızdırmazlık elemanlarının çabuk yıpranmasını önler. Kayıcı elemanlarda kullanılan bronz malzeme, mekanizmanın yüksek verimle

çalışmasını sağlar.

Boyunduruğun açısal hareketi (strok), hidrolik silindirin uç flanşına (vana kapalı) ve muhafazanın sol tarafına (vana açık) vidalanmış mekanik takozlar yardımıyla, $82^{\circ} - 90^{\circ}$ arasında ayarlanabilir. İki silindirli aktüatörlerde her iki mekanik takoz da, silindirlerin uç flanşına vidalanır.

Yağ-gaz esaslı aktüatörlerde silindirler, hidrolik olarak çalışabilecek şekilde tasarlanmış ve üretilmiştir. Silindirin (10) iç cidarları özenle taşlanarak son derece düzgün bir yüzey elde edilmiştir. Piston kolu (11), ortasında bir kılavuz burç (12) bulunan baş flanşı deliğinden geçerek silindire girer. Kılavuz burç ile piston kolu arasındaki temas yüzeyi, sürtünme katsayısı son derece düşük, teflon kaplı bronz bir yüzeydir. Piston (13), mekanizmanın yüksek bir verimle çalışmasını sağlayan teflon bir segman (14) yardımıyla silindir içinde hareket eder. Piston ve piston kolu sızdırmazlık elemanları, son derece ağır çalışma koşullarına bile dayanacak bir bileşime sahip lastik halkaların geliştirilmesiyle üretilmiş teflon halkalardan oluşur. (Biffi, 2001)



Şekil 6.10 Scotch-yoke mekanizması ana parçaları (kaynak:biffi)

- Ana Parçalar:
 - (1) Burç
 - (2) Boyunduruk
 - (3) Burç
 - (4) Kapak
 - (5) Blok pimi
 - (6) Kayıcı blok
 - (7) Kılavuz blok
 - (8) Kılavuz çubuk
 - (9) Burç
 - (10) Silindir
 - (11) Piston kolu
 - (12) Burç
 - (13) Piston
 - (14) Kılavuz segman

6.1.2.3 Yağ-gaz esaslı sistem tankları

Yağ-gaz esaslı sistem tankları, besleme gazının hidrolik silindirden ayrılmasında kullanılır.

Tankın üst memesine tutturulmuş daldırma çubuk ölçek, tanktaki yağ seviyesinin kontrol edilmesinde kullanılır. Tankın dip kısmında, bir hidrolik filtre ile donatılmış akış kontrol vanası vardır: Tankların tasarım, imalat ve testleri tümüyle ASME VIII-DIV.1'e göre yapılmıştır (ancak ASME damgası yoktur).

6.1.2.4 Çalışma ilkesi

Yağ-gaz esaslı aktüatörleri, basınçlı gazla çalışır; besleme gazı, filtre edildikten sonra, kontrol vanalarından geçerek, açma ya da kapama işlemine tahsis edilmiş (duruma göre) tanklardan birine dolar.

Tank içerisindeki hidrolik yağ, basınçlı gazın etkisiyle hareket ederek silindir haznelerinden birine (duruma göre, açma ya da kapama görevi yapan hazne) dolarken, diğer haznedeki yağ ikinci tanka geçer. Silindir pistonunun yaptığı strok, aktüatörün çalışmasını sağlar. Silindirden tanklara yağ akışı, iki kontrol vanası yardımıyla ayarlanır. Bu şekilde, aktüatörün strok süresini ayarlamak mümkündür. Acil durumlarda vanaya elle kumanda edilebilir: bunun için, elle çalıştırılan bir akış yönlendirme vanası yardımıyla hangi işlemin (açma ya da kapama) yapılacağı belirlendikten sonra, el pompası çalıştırılarak vana açılır ya da kapatılır.

6.1.2.5 Aktüatör beslemesi

Yağ-gaz esaslı aktüatörler, 7-105 barlık (100 – 1500 psi) besleme basınçlarında çalışacak şekilde tasarlanmış ve imal edilmiştir. Bu basınç aralığının dışında kalan besleme

basınçlarıyla çalışan aktüatörler de üretilebilmektedir.

Yağ-gaz esaslı aktüatörlerin en önemli üstünlüğü, aktüatörün çalışabilmesi için, boru hattında akmakta olan gazdan başka bir güç kaynağına ihtiyaç duyulmamasıdır. Her aktüatörün üzerinde, bir gaz depolama biriminden ya da gaz tüpünden gelen ayrı bir hat üzerinden beslenen bir bağlantı noktası vardır. Yağ-gaz esaslı aktüatörlerde, pnömatik parçalara zarar verebilecek parçacıkların sisteme girmesini engelleyen bir filtre bulunmaktadır. Bileşiminde su bulunan gaz taşıyan sistemlere monte edilecek aktüatörler için, filtreli bir sıvı ayırma/kurutma ünitesi üretilebilmektedir.

6.1.2.6 Valf konumunun gösterilmesi

Talep halinde aktüatörlere, vananın tam açılma hareketine göre ayarlanabilen elektriksel sınır anahtarları konabilmektedir. Müşterinin ihtiyacına göre tercih edebileceği, farklı sınır anahtarları bulunmaktadır: inert gazlı ortamlarda altın ya da daha farklı kontaklarla donatılmış, manyetik tip, temassız tip (proximity type), vb., yalıtılmış anahtarlar. Boyutları, sayısı ve özellikleri imkan verdiği ölçüde sınır anahtarları, CESI laboratuvarından alınmış uygunluk belgesi bulunan, su geçirmez ve patlamaya dayanıklı bir muhafaza içine alınır.

Standart biffi sınır anahtarı muhafazalarının üst kısmında, vananın açılma strok üzerinde hangi konumda olduğunu gösteren lokal bir konum göstergesi vardır. Vananın konumunun bir uzaktan işaretleme sistemi ile sürekli izlenmesinin gerekli olduğu durumlarda, aktüatöre, müşterinin istediği teknik özelliklerde bir konum vericisi takılır. Sınır anahtarlarının gerekli olmadığı durumlarda, boyunduruğun üst kısmına, vananın konumunu sürekli olarak izleme imkanı sağlayan mekanik bir konum göstergesi monte edilir.

6.1.2.7 Aktüatör kumanda sistemi

Müşterilerin çok değişik ihtiyaçlarına (denetim modu, acil durumlarda çalışma, işletme sıcaklık aralığı, gaz basınç aralığı, vb.) cevap verebilecek özellikte, oldukça geniş bir yelpaze oluşturan pnömatik ve hidrolik parçalar üretilmektedir. Bunlar yekpare tasarım, yüksek güvenilirlikli parçalardır.

Tüm pnömatik vanalar, yüksek basınçlı gazlarla kullanılacak şekilde tasarlanmıştır. O nedenle kontrol grubunun bir basınç düşürme cihazı (reducer) üzerinden beslenmesi gerekmez. Böylece sistemin güvenilirlik derecesi daha da artırılmıştır. Pnömatik vanalar, tam bir sızdırmazlık elde etme düşüncesiyle, oturmalı tipte (poppet type) tasarlanmıştır. Sızdırmazlık yüzeyleri teflondan yapılmıştır; teflon, büyük bir kimyasal direnç sağlayan,

yatakların sıkışmasını/yapışmasını ve zamanından önce yaşlanmasını engelleyen, tüm çevre koruma kriterleri bakımından birinci sınıf bir maddedir.

Biffi yağ-gaz esaslı aktüatörleri temel kumanda sistemi esas olarak 3 yol ve 2 konumu kontrol eden ikili bir kontrol vanasından oluşur; normal şartlarda bu vana biri açma diğeri kapama işlevine tahsis edilmiş, uzaktan kumandalı olarak çalışan 2 solenoid vana ile çalıştırılır. Ayrıca, bu vananın, biri açma diğeri kapama işlevi yapan iki kol yardımıyla da yerinden çalıştırılması mümkündür.

Aktüatörün elektrikli parçaları ile uzaktan kumanda panelinden gelen tüm kablo hatlarının toplandığı bağlantı kutusuna, talep halinde, bir lokal/uzaktan kumandalı seçici (selector) takılabilmektedir. Solenoid muhafazaları ve bağlantı kutusu, CESI laboratuvarından alınmış uygunluk belgesi bulunan, cenelec standartlarına göre üretilmiş, su geçirmez ve patlamaya dayanıklı yapıda ürünlerdir.

Pnömatik kontrol vanaları, su geçirmez özellikte ve asma kilit takılabilen bir muhafaza içine alınmıştır. Aktüatöre, bir veya birkaç elektrikselsel işaret ya da pnömatik alçak/yüksek basınç işaretleri yardımıyla da kumanda edilebilir. Biffi, aktüatörün çalışmasını (açma ya da kapama hareketini) otomatik olarak kontrol eden kumanda grupları da üretmektedir. Bu ürünlerin en tipik örnekleri “esd” ve “hat kesme” cihazlarıdır.

“Esd” cihazı, basınç ya da basınç farkı değeri “normal” değer aralığının dışına taşıdığında, otomatik olarak vanayı açar ya da kapatır. Basınç anahtarı elektrikselsel ya da pnömatik esaslı olabilir. “Hat kesme” cihazı, hattaki basınç düşmesi daha önceden bağlanmış bir değerin altına indiğinde, otomatik olarak aktüatörü kapatır. “Elektrikselsel arızalara karşı koruma” sistemi (electrical fail safe system) ve “esd” cihazında olduğu gibi, aktüatör hareketinin bitiş noktasına da bir kumanda işaretinin tahsis edildiği durumlarda, aktüatöre belirli pnömatik sınırlama anahtarları takılabilmektedir; bu anahtarların işlevi, aktüatörün hareketini tamamlamasıyla birlikte, hareketin gerçekleştirilmesinde kullanılan gazın dışarı atılmasıdır. Bu, yağ-gaz esaslı sistem tankları ve tüm hidrolik elemanların sadece aktüatörün çalıştığı sürelerde basınca maruz kalması demektir.

Gaz besleme basıncının büyük bir aralıkta değiştiği ve aktüatör çıkış torkunun önceden belirlenmiş sabit bir değerden fazla olmasının istenmediği (vanaya zarar vermemek için) durumlarda, aktüatöre bir basınç düşürme cihazı ya da “tork sınırlandırma cihazı” (biffi patentli) monte edilebilmektedir. Gaz besleme basıncının büyük bir aralıkta değiştiği ve aktüatör çıkış torkunun önceden belirlenmiş sabit bir değerden fazla olmasının istenmediği

(vanaya zarar vermemek için) durumlarda, aktüatöre bir basınç düşürme cihazı ya da “tork sınırlandırma cihazı” (biffi patentli) monte edilebilmektedir.

Basınç düşürme cihazı, gaz besleme basıncını önceden belirlenmiş sabit bir değerin altına çekerek, aktüatör çıkış torkunu sınırlandırır. “tork sınırlandırma cihazı” her bir yağ-gaz esaslı sistem tankı için birer tane olmak üzere toplam iki vanadan oluşur; bu vanaların işlevi, aktüatör pnömatik denetim vanalarından gelen gaz akışını durdurmak ve, çıkış torku önceden belirlenmiş değeri aştığında, yağ-gaz esaslı sistem tanklarındaki gazın bir kısmını dışarı atmaktır. Aktüatörün her zaman boru hattındaki gazdan beslemesinin mümkün olmayabileceği göz önüne alarak, ilgili kod, standart ve çalışma koşullarına uygun bir depolama tankı imal edilebilmektedir. Bu depolama tankı, görevini yerine getirebilmesi için gerekli ilave donanımlara sahiptir: emniyet vanası, basınç ölçüm cihazı, stop vana, tahliye vanası, vb.

Ağır çalışma koşullarında ya da müşterinin talebi halinde kontrol vanaları, özel bir tasarıma (standart olmayan yapı ve malzemelerle) göre imal edilebilmektedir: asitli gaz hizmetlerinde kullanılmak üzere pnömatik vanalar gibi.

6.1.2.8 Hız denetimi

Aktüatörün çalışma hızı, iki akış kontrol vanası yardımıyla, silindirden yağ-gaz esaslı sistem tanklarına dolan gazın debisinin kontrol edilmesi suretiyle ayarlanır. Söz konusu akış kontrol vanaları, tankların dip memelerine monte edilmiş, tek yönlü vanalardır ve strok süresinin birbirinden bağımsız olarak (açma ve kapama) ayarlanmasına imkan verirler. Gaz debisi yerine yağ debisini kontrol ederek, daha hassas bir hız ayarına ulaşmak ve böylece daha düzgün ve yumuşak bir aktüatör stroku elde etmek mümkündür.

6.1.2.9 Acil durumlarda hidrolik elle çalıştırma mekanizması

Biffi yağ-gaz esaslı aktüatörlerinde, gaz beslemesinin kesilmesi gibi acil durumlarda vananın açılıp kapatılabilmesi için bir el pompası ve dört konumlu bir akış yönlendirme vanasından oluşan bir elle çalıştırma sistemi ilave edilebilmektedir. Akış yönlendirme vanalarının dört konumu vardır: otomatik, kapalı, açık ve baypas.

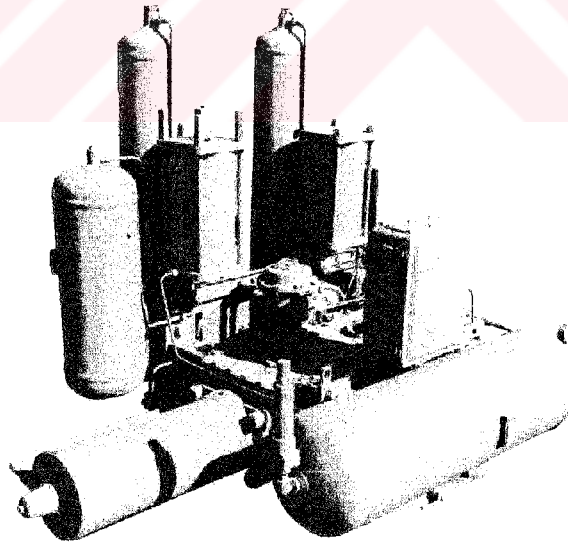
“Otomatik” konumda el pompası, gaz beslemesi ile mekanik olarak çalıştırılır. “Kapalı” ve “açık” konumda aktüatör, el pompası ile çalıştırılır. “Baypas” konumu, 2 yağ-gaz esaslı sistem tankındaki yağ seviyesinin dengelenmesine imkan verir.

6.1.2.10 Aktüatörün valfe monte edilmesi

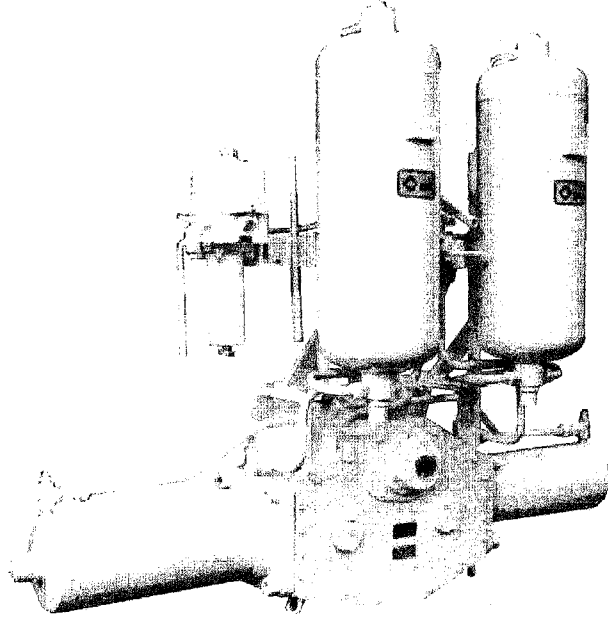
Aktüatörün vanaya bağlanmasında muhafaza flanşından yararlanır; flanşın boyutları ve üzerindeki dişli deliklerin boyutları, sayısı ve çapı, ISO 5211'e göre düzenlenmiştir; fakat 03 – 6 model aktüatörlerde delikler, ihtiyaç halinde bir ara flanşın kolayca takılabilmesi için, orta çizgisi üzerinde açılmıştır. En büyük aktüatör modellerinde, aktüatör flanşı, vana flanşının boyutlarına göre makinede işlenebilir. Boyundurukta, vana kolunun oturduğu, üzerinde kama olukları bulunan bir delik vardır. Talep halinde bu delik, müşteriye ait vana kolunun boyutlarına göre işlenebilmektedir. En büyük aktüatör modellerinde boyunduruk deliği, vana kolunun boyutlarına göre makinede işlenebilir.

6.1.2.11 Nihai test

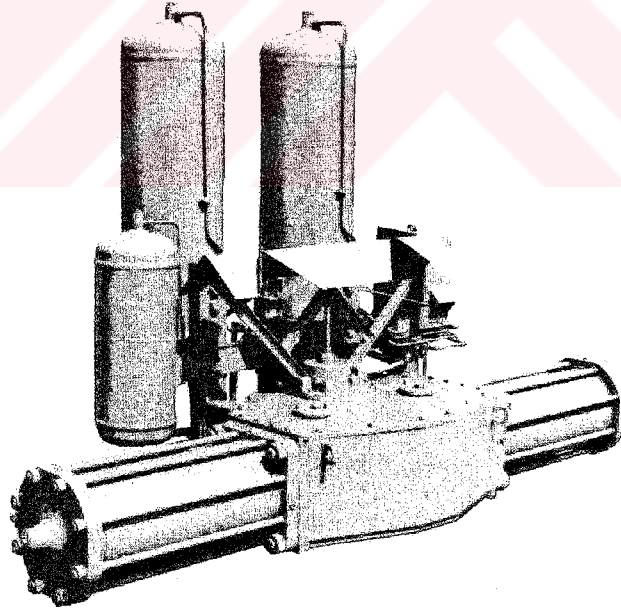
Bunun için test bölümü, öngörülen tüm kumanda modellerinde aktüatörlerin düzgün bir şekilde çalışıp çalışmadığını ortaya çıkarabilecek özellikte karmaşık test tezgahları ile donatılmış olması gerekir. Test bölümünde ayrıca, çıkış torkları gibi çeşitli aktüatör parametrelerinin ölçülmesine olanak sağlayan çeşitli elektronik cihazlar da bulunmalıdır. Bu testler, yapılan sözleşmeye göre, tarafsız bir kuruluş ya da müşterinin hazır bulunduğu bir ortamda da yapılabilir.



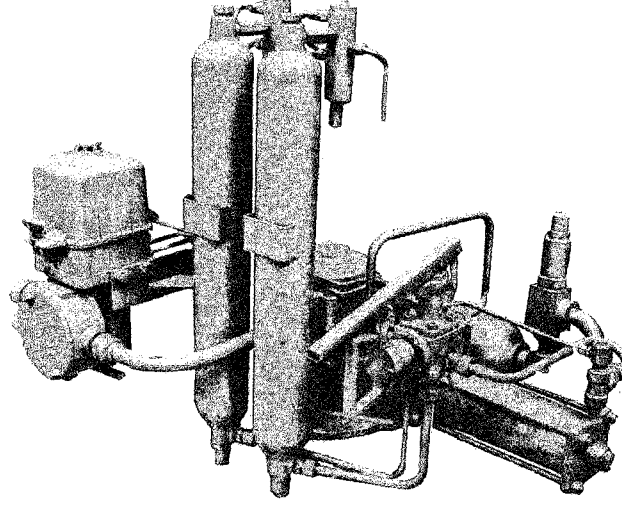
Şekil 6.11 Özel bir “hat kesme” cihazı ve zamanlama sistemi ile donatılmış aktüatör
(kaynak:biffi)



Şekil 6.12 Yatay kollu vanalarda takılabilen aktüatör (kaynak:biffi)

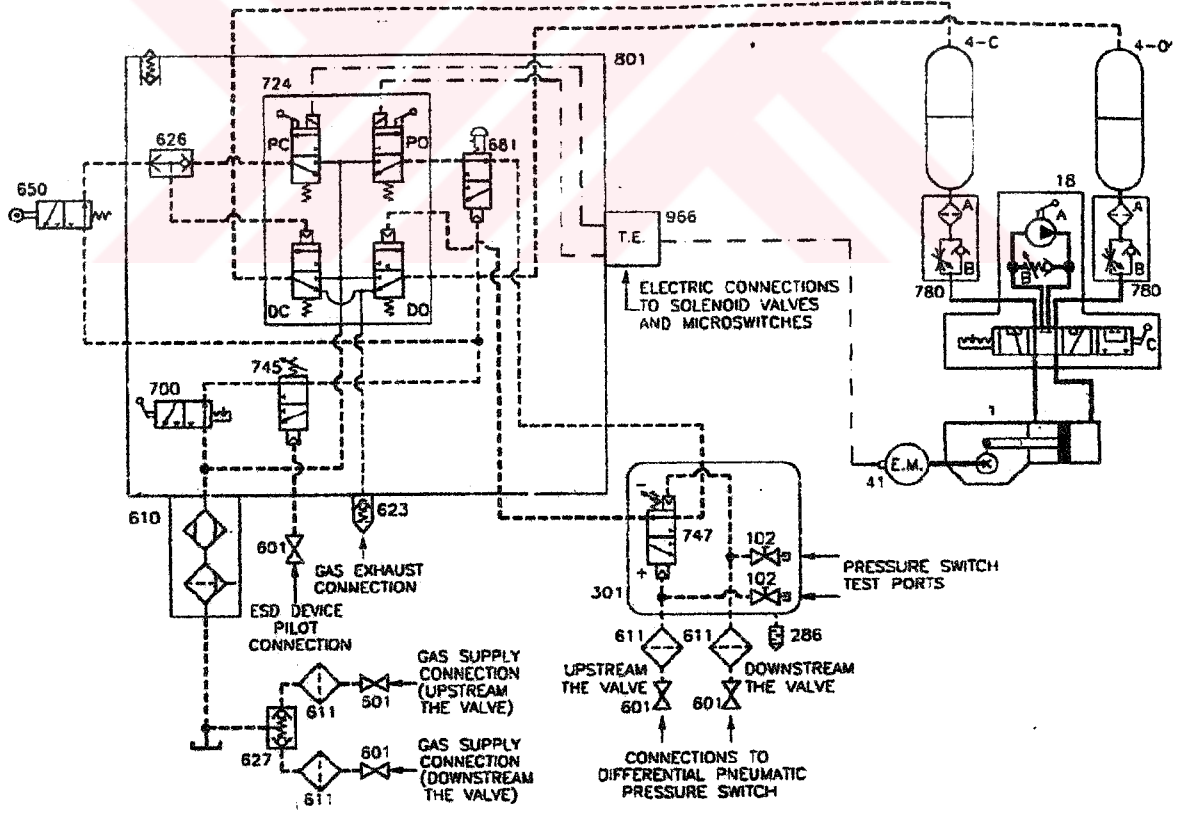


Şekil 6.13 Bir "hat kesme" cihazı ve "helikopter" gösterge ile donatılmış aktüatör (kaynak:biffi)



Şekil 6.14 Bir “tork sınırlandırma cihazı” ve gaz depolama tankı ile donatılmış aktüatör (kaynak:biffi)

6.1.3 Sistem şeması ve parça isimleri

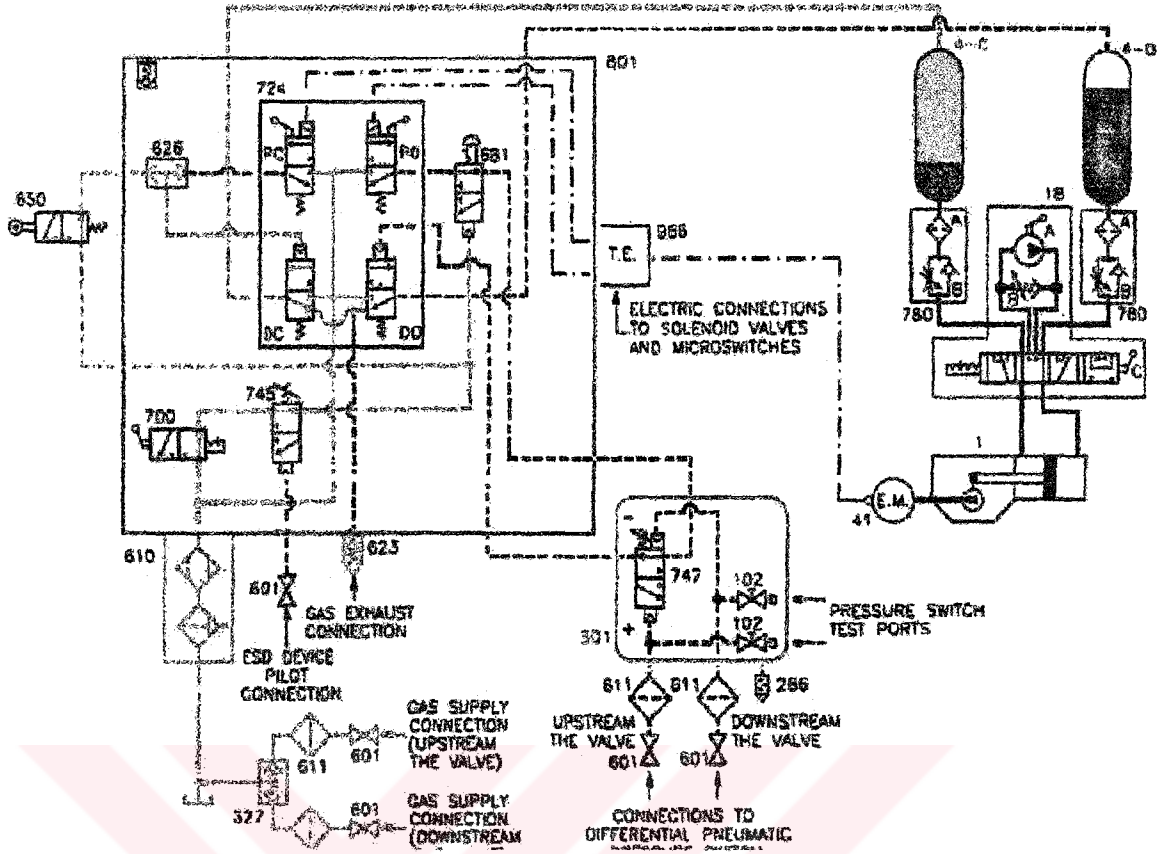


Şekil 6.15 GPO sistem şeması (kaynak:igdaş)

- 1. Çift hareketli GPO aktuatörü
- 4. Gaz hidrolik tankı
- 18. Hidrolik kontrol sistemi
- A. El pompası
- B. Ayarlanabilir boşaltma vanası
- C. El kontrollü yön kontrol vanası
- 41 Elektrik mikrosviçleri
- 102 Test vanaları
- 286 Toz temizleyici
- 301 Basınç fark sistemi kabini
- 601 Gaz besleme veya durdurma v.
- 610 Gaz temizleme filtresi
- 611 Mekanik filtreler
- 623 Eksoz hattı toz temizleme ve geri dönüş kesme vanası
- 626 Çift taraflı akış yönlendirme vanası
- 627 Çift yönlü gen dönüş kesme vanası
- 650 3/2 N.O. kam hareketli/yay vanası
- 681 3/2 N.O. pnömatik pilot/el vanası
- 700 3/2 El kumandalı vana
- 724 El kontrollü 3/2 N.C. selenoid vana
- PC 3/2 N.C. pilot selenoid vana (kapama)
- P03/2 N.C. pilot selenoid vana (açma)
- DC 3/2 N.C. pnömatik pilot (kapama)
- D0 3/2 N.C. pnömatik pilot (açma)
- 745 N.O. pnömatik basınç svici
- 747 N.O. basınç farkı pnömatik svici
- 780 Filtreli akış kontrol vanası
- A Filtre
- B Ayarlanabilir hidrolik akış kontrol v.
- 801 Tahliye ve kontrol sistem muhafazası
- 966 Terminal muhafazası

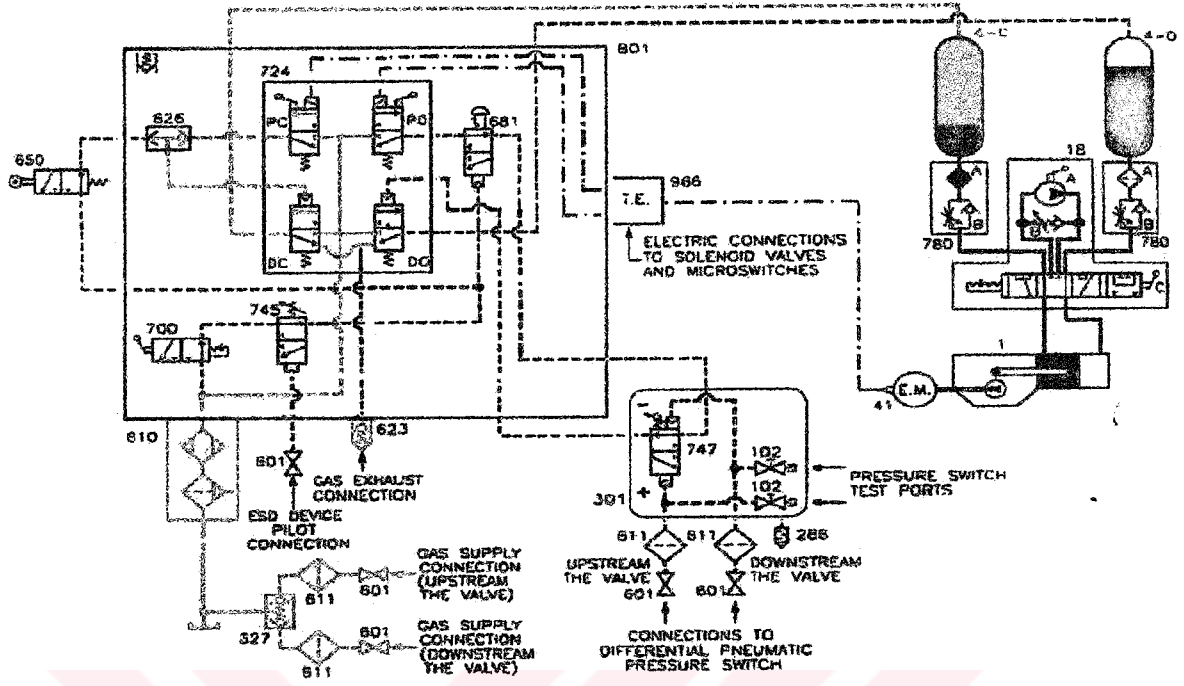
6.1.4 Çalışma şekilleri ve şemaları

- Boru hattında herhangi bir hasardan dolayı basınç düşümünde (6 bar) sistem otomatik olarak vanayı kapatır.



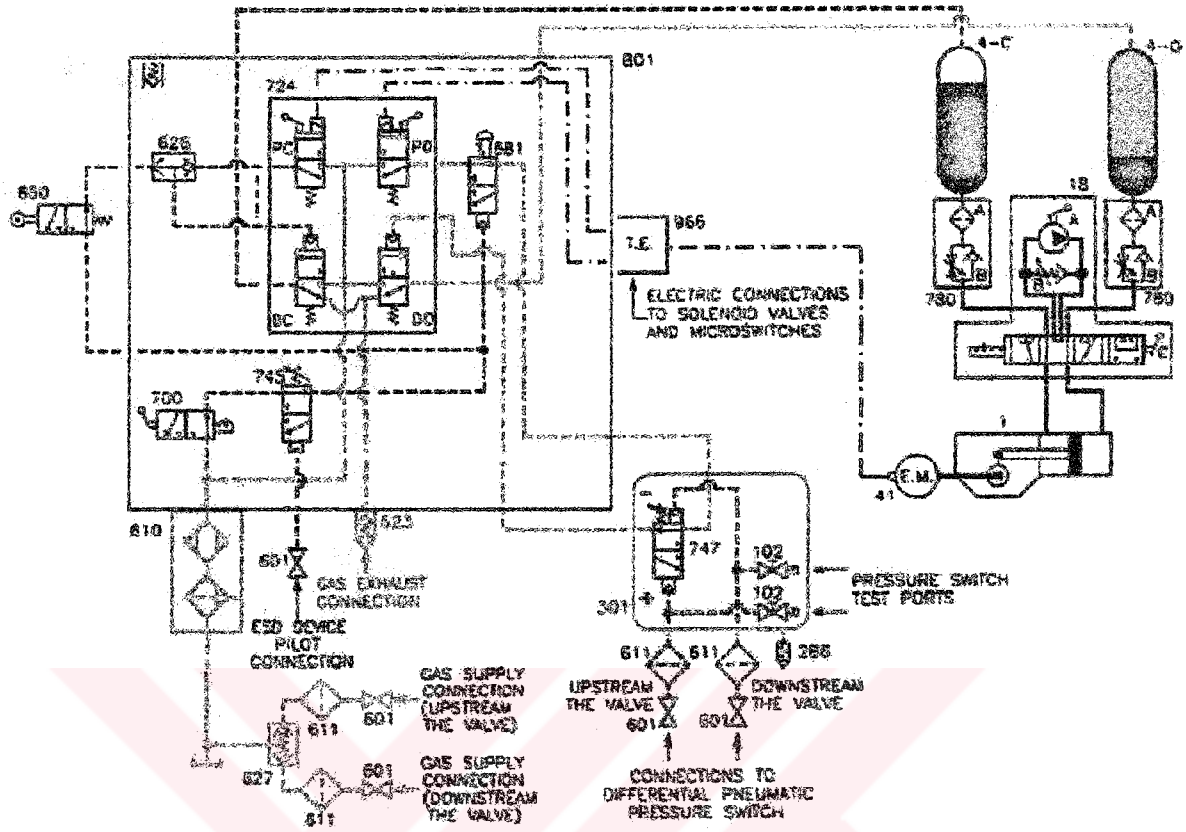
Şekil 6.16 Sistemin otomatik kapanması (kaynak:igdaş)

- Gaz basıncı ile el kumandalı kapama yapılabilir.



Şekil 6.17 El kumandalı kapama (kaynak:igdaş)

- Gaz basıncı ile el kumandalı açma (basınç farkı uygun ise) yapılabilir.



Şekil 6.18 El kumandalı açma (kaynak: igdaş)

- Hidrolik pompa ile el kumandalı açma ve kapama yapılabilir.
- Uzaktan kumandalı elektrik sistemi ile açma ve kapama yapılabilir.

6.1.5 Teknik özellikleri

- Marka : BİFFİ
- Tip : GPO (gaz over oil aktüatör)/line break
- Model : 14C2-235
- Max ve min çalışma aralığı: 7-105 Bar
- Dönme ayar aralığı : 82⁰-98⁰
- Max tork kuvveti : 100.000 Nm
- Çalışma sıcaklığı : -60⁰C - +100⁰C
- Ağırlık : 1400 kg

6.1.6 Aktüatörlü vanaların işletilmesi

Aşağıdaki belirtilen hususlar işletme halinde veya bir işlemten önce olması gereken vana pozisyonlarını belirtmektedir. İşlemlerden önce bu şartlar sağlanmalıdır.

6.1.6.1 İşletme halinde ve acil kapamada ekipmanların olması gereken pozisyonları

- Hidrolik yağ tanklarının altındaki 18C nolu hidrolik yön kontrol vanası otomatik konumda olmalı.
- Ana vana açık-kapalı gösterge çubuğu açık (open) pozisyonda (boruya paralel) olmalı.
- 601 nolu vanaların hepsi açık pozisyonda olmalı.
- 700 nolu vana on (açık) pozisyonda olmalı.
- 681 nolu vana resetli (kurulmuş) olmalı.
- Basınç, 745 nolu acil kapama sistemini (ESD) çalıştıracak değere düştüğünde(6 bar) ana vana otomatik olarak kapanacaktır.

6.1.6.2 El (gaz basıncı ile) kumandalı kapama işleminde ekipman pozisyonları

- Hidrolik yağ tanklarının altındaki 18C nolu hidrolik yön kontrol vanası otomatik konumda olmalı.
- Ana vana açık-kapalı gösterge çubuğu açık (open) pozisyonda (boru hattına paralel) olmalı.
- 601 nolu vanaların hepsi açık pozisyonda olmalı.
- 700 nolu vana on (açık) pozisyonda olmalı.
- 681 nolu vana resetli (kurulmuş) olmalı.

Bu şartlar sağlandığında 724 nolu ekipmanın PC tarafındaki (close-kapama) mandala bastırılarak kapama işlemi gerçekleştirilir. Vana tam kapanana kadar mandala basılı tutulur.

6.1.6.3 El (gaz basıncı ile) kumandalı açma işleminde ekipman pozisyonları

- Hidrolik yağ tanklarının altındaki 18C nolu hidrolik yön kontrol vanası otomatik konumda olmalı.
- Ana vana açık-kapalı gösterge çubuğu kapalı (close) pozisyonda (boru hattına dik) olmalı.
- 601 nolu vanaların hepsi açık pozisyonda olmalı.
- 700 nolu vana on (açık) pozisyonda olmalı.
- 681 nolu vana resetli (kurulmuş) olmalı.
- Ana vananın her iki yanında basınç eşit olmalıdır. 747 nolu vana bu basınçları ölçer. Eğer basınç farkı varsa (yaklaşık 1.5-2 bar ve üzeri) açma işlemi yapılamaz. Basınç farkı, 102 nolu vanalara manometre bağlayarak görülebilir. Basınç farkı yok ise açma işlemi yapılabilir.

Bu şartlarda 724 nolu ekipmanın PO tarafındaki (open-açma) mandala bastırılarak açma işlemi yapılır. Vana tam açılana kadar basılı tutulur.

6.1.6.4 El (hidr. piston) kumandalı açma ve kapama işleminde ekipman pozisyonları

Bu işlemde gaz basıncı gerekmemektedir. Bu nedenle basınç sağlayan sinyal vanalarının ve selenoid vanaların açık-kapalı olması işleme etki etmez. Yağ tanklarının altındaki 18C nolu yön kontrol vanası, istenen işaretli (open(açma)-close (kapama)-automatic (otomatik))

konuma çevrilir ve pimi iyice oturtulur.

Kapama: Yön kontrol vanasını 18C close (kapama) pozisyonuna getirin. Ana vana kapanana kadar pompa piston kolunu 18A pompalayın. Pompa sayısı yaklaşık 706'dır.

Açma:Yön kontrol vanasını 18C open (açma) pozisyonuna getirin. Ana vana açılana kadar pompa piston kolunu 18A pompalayın. Pompa sayısı yaklaşık 706'dır.

Vananın iki tarafında basınç farkı olduğunda açma işlemi yapılmamalı. Bu işlem vanaya zarar verebilir.



6.2 Scada Sistemi

6.2.1 Giriş

İnsanların büyük kentlere göç etmesiyle birlikte, şehirlerin nüfusu hızla artmaya başlamıştır. Artan nüfusa paralel olarak, insanların rahat ve konforlu bir yaşam sürmeleri için gerekli olan ısı, ışık ve enerji gibi ihtiyaçları da hızla artmıştır. İhtiyaca cevap vermesi için insanların hizmetine sunulan dağıtım şebekeleri hantallaşmış, işletimi, kontrol ve denetimi zorlaşmıştır. İşte bu noktada, zorlukların çözümünde SCADA sistemi ortaya çıkmıştır. Bir dağıtım şebekesinin işletim ve yönetiminde esas alınan temel, eldeki veri ve bilgilerin doğru ve hızlı olarak gerekli merkezlere ulaşmasıdır. Gerçek zamanlı kontrol ve izleme sistemlerin uygulanmaması durumunda konvansiyonel kontrol sistemleri ile bilginin hızla bir merkeze ulaşması mümkün değildir. Bundan başka şebekenin tek bir merkezden bütün olarak kesintisiz ve sürekli izlenmesi ve kontrolü ancak gerçek zamanlı Uzaktan Kontrol Gözlem ve Veri İşleme Sistemleriyle (SCADA) gerçekleştirilebilir. Dağıtım şebekelerine ait elemanlar genellikle büyük coğrafi alanlara dağılmış durumdadırlar, bunun sonucunda otomasyon ve kontrol elemanlarıyla, işletim personelinin farklı konumlarda olmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Böylece insan ve makine arasında bir bilgi taşıma ortamının da kullanılması zorunlu hale gelmektedir. İşte bu gereksinmeyi, bir çok değişik fonksiyona sahip şebekelerde, uzun yıllardan beri kullanılan, güvenilirliğini ve fonksiyonelliğini ispatlamış, günümüzde çok daha yaygın hale gelen ve teknolojik açıdan büyük mesafeler kat eden SCADA sistemi rahatlıkla sağlayabilmektedir. (Coşkun, 2001)

6.2.2 Scada sisteminin tanımı

SCADA; İngilizce “Supervisory Control And Data Acquisition” , “Denetlemeli Kontrol ve Veri Edinme” kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir sözcük olup; yerel terminal ünitelerinin procesten topladığı saha verilerinin merkezi bilgisayarlara, işlenmesi için gönderildiği, burada şebeke operatörleri tarafından anlaşılabilir şekilde görüntü ve mesajlara dönüştürülerek işlem gördüğü ve saklandığı sistemlerdir. Kısaca: Uzaktan gözlem, kontrol ve veri işleme merkezi olarak adlandırılabilir.

6.2.3 Scada sisteminin faydaları

Scada sistemi;

- İşletmeyi gerçek zamanlı olarak izlemek ve kontrol etme,

- Can ve mal emniyetini sağlama,
- İşletme ve yatırım maliyetlerini düşürme,
- İşletmedeki insan bağımlılığını azaltma,
- İşletmeye global olarak bakabilme,
- Kaynakların verimli kullanılmasını sağlama,
- Verimli ve kolay istatistiki çalışma yapma imkanı sağlamaktadır.

6.2.4 Scada sisteminin uygulama alanları

Şebekelerin otomasyon ve kontrolü özellikle şu endüstri sektörlerinde öneme sahip olmaktadır:

- Elektrik dağıtım ağları
- Gaz Şebekeleri
- Petrol ürünleri dağıtım şebekeleri
- Su, atık su, kanalizasyon şebekeleri
- Bölgesel ısıtma sistemleri
- Trafik yönetim sistemleri
- Veri iletişim şebekeleri

6.2.5 Scada sisteminin temel bölümleri

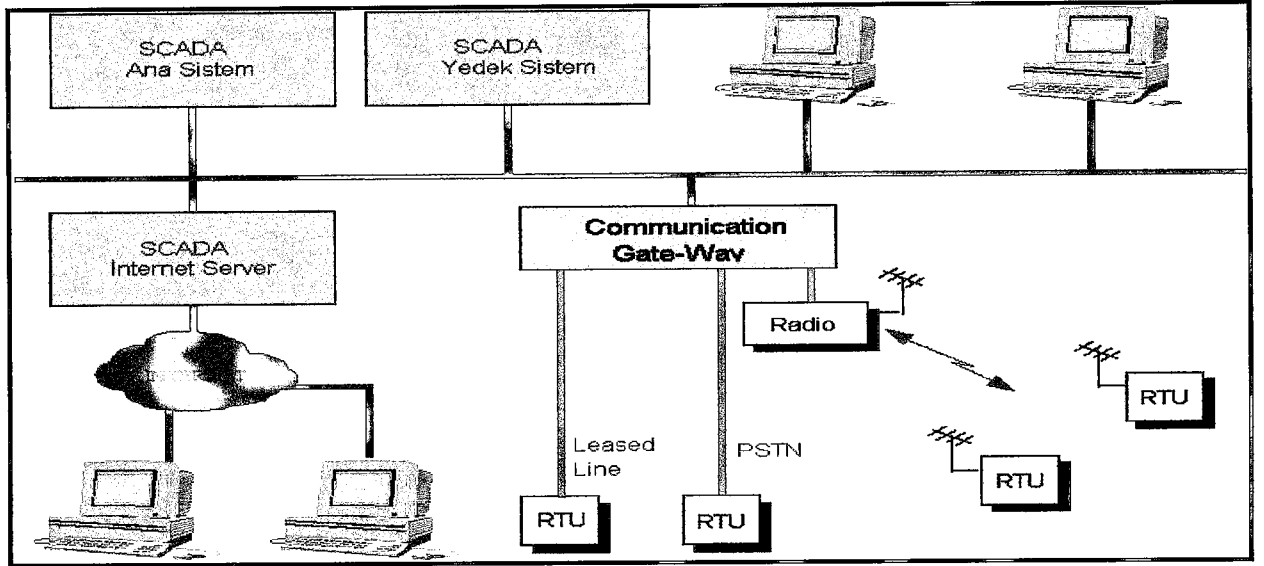
Scada sistemi üç temel bölümden oluşur:

- Scada merkezi: Scada merkezindeki donanım ve yazılım birimleri
- RTU(Remote Terminal Unit):Saha donanım ve yazılım birimleri
- Haberleşme şebekesi ve ara birimleri: Merkezdeki donanım ve yazılım ile sahadaki donanım ve yazılım haberleşme birimleri.

6.2.6 Scada merkezi

Donanım ve Yazılım Birimleri:

- Ana server bilgisayarları
- Operatör bilgisayarları
- Mühendis bilgisayarları
- Web server bilgisayarları
- Ana scada yazılımıHaberleşme ara birimleri



Şekil 6.19 Scada sistemi

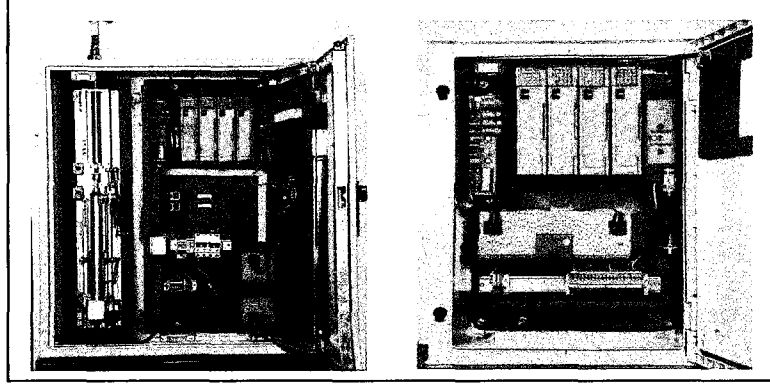
6.2.7 Rtu (remote terminal unit)

RTU, SCADA terminolojisinde sıkça kullanılan bir kısaltmadır. İngilizce de "Remote Terminal Unit" olarak geçen terime karşılık gelmektedir. Türkçe'ye ise Uzaktan Algılama Ünitesi", "Uzaktan İzleme ve Denetleme Ünitesi" ya da "Bilgi Toplama ve Denetleme Birimi" gibi terimlerle çevrilebilir. Bir SCADA sisteminde, gerek teknisyen ve mühendis gerekse işletmeci için aynı derecede önem taşıyan temel özellik, bilgilerin doğru biçimde toplanması ve gerekli kontrollerin doğru ve zamanında gerçekleşmesidir. O halde RTU için şöyle bir resmi tanım verebiliriz: Bir şebekede bulunan sistem değişkenlerini toplayan, gerektiğinde depolayan, ayrıca bu bilgileri kontrol merkezine, belirli bir iletişim ortamı yolu ile gönderen, gerekli kumandaları gerçekleştiren bir SCADA birimidir.

6.2.7.1 Rtu bölümleri

Sahadaki Kontrol organları

- Donanım
 - Sensörler,
 - Modemler,
- RTU için gerekli Yazılım
 - Haberleşme protokolleri ve ara birimleri

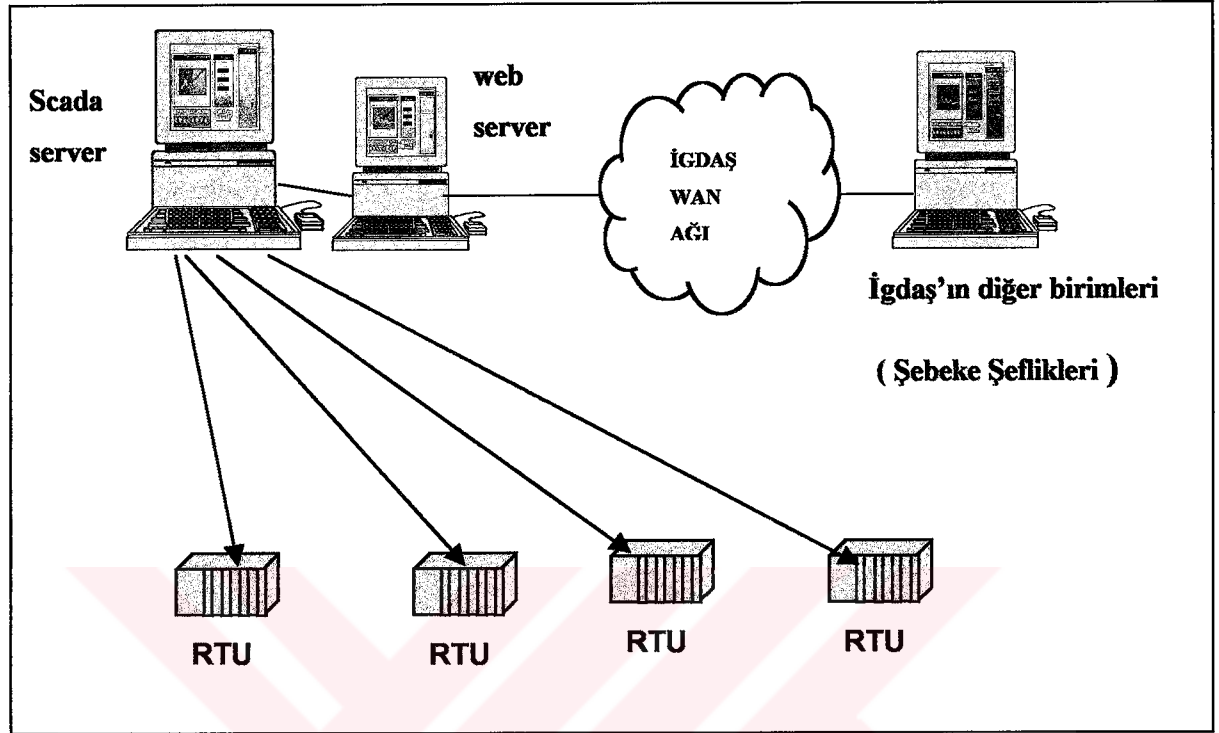


Şekil 6.20 RTU

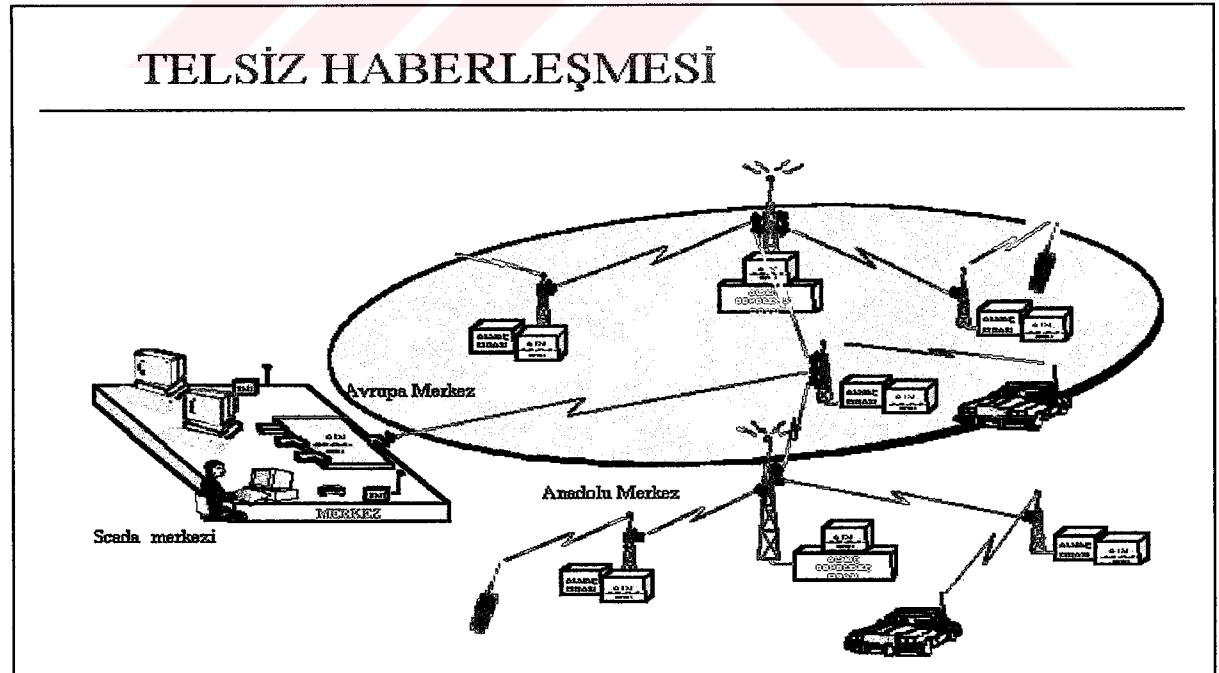


6.2.7.2 Haberleşme sistemleri

- Telli haberleşme (leased line)
- Telsiz haberleşme(mobitex, dijital telsiz)



Şekil 6.21 Telli haberleşme



Şekil 6.22 Telsiz haberleşme

6.2.8 Doğalgaz uygulaması

Doğalgaz dağıtımında scada sisteminin uygulanmasıyla aşağıdaki faydalar sağlanmaktadır:

6.2.8.1 Emniyet

Şebekede oluşan küçük, büyük tüm sorunlar anında haber alınarak ilgili birime iletiildiğinden ihbarlara müdahale süresi minimuma indirilmektedir. Bu da maksimum can ve mal emniyeti sağlamaktadır.

6.2.8.2 Sürekli gözlem

- Şebekenin 24 saat aralıksız olarak gözlemlenmesi.
- Oluşan alarm durumları hakkında anında verilere ulaşmak.

6.2.8.3 Şebekenin uygun koşullarda çalışmasını temin etmek

- Giriş ve çıkış basınçlarının istenen değerde olup olmadığını gözlemek.
- Doğal gaz istasyonlarında gaz kaçağını izlemek.
- İstasyon üzerindeki 1. ve 2. hatların durumunu gözlemlemek.

6.2.8.4 Ekiplerin yönlendirilmesi ve bakım politikalarının belirlenmesi

- Şebeke elemanlarının periyodik bakım çalışmalarının kontrol edilmesi ve yönlendirilmesi.
- Şebekelerdeki terminallerden ilgili şebekeye ait regülatörlerin eşzamanlı olarak uzaktan izlenmesinin sağlanması.

6.2.8.5 Kriz yönetimi

- Olağanüstü durumlarda şebekenin bir bütün olarak izlenmesi ve kontrolünün yapılması.
- Hızlı ve doğru karar alınmasında etkinliğin sağlanması.
- Komutanın bir merkezden yapılabilmesi.

6.2.8.6 Eldeki gaz stokunun belirlenmesi

- SCADA yardımıyla şebekeye giren, o anda şebekede bulunan ve müşterilere dağıtılan gaz anlık olarak izlenebilir ve bunların maddi karşılıkları anlık olarak bulunabilir.
- Dağıtım yapan şirketin her an bu maddi ve teknik verilere ulaşabilecek olması, anlık olarak dahi maddi ve teknik stratejiler geliştirilebilmesi açısından önem arz etmektedir.

6.2.8.7 İstatistiki çalışma yapma imkanı

- Kontrol noktalarından alınan veriler yardımı ile istatistik sonuçlar oluşturulabilir.
- Alt ve üst yönetimin karar vermesine ve strateji belirlemesine yardımcı olacak verimli raporlar hazırlanabilir .
- Şebekeden alınan veriler istikametinde yeni yatırımlar yönlendirilebilir.

6.2.8.8 Sistemli çalışma

Her bir regülatörle ilgili detaylı raporlar tutulabilme ve bu raporlar ışığında daha verimli ve detaylı bakım/işletme programları oluşturulabilme imkanı.

6.2.8.9 Kaynakların verimli kullanılması

- Araç, gereç ve personel giderlerini en aza indirmek.
- Şebekenin en verimli şekilde kullanılmasını temin etmek.

6.2.8.10 Şebekeye bir bütün olarak tepeden bakabilme imkanı

SCADA merkezinin sakin ve konforlu ortamında tüm şebekeyi kuş bakışı seyredebilme, olayların nasıl geliştiğini ve noktaların birbirinden nasıl etkilendiğini görebilme, olayı geniş bir çerçeveden görme ve sakin bir ortamda rahat karar verebilme imkanı vardır.

6.2.9 İgdaş scada sistemi

Çelik şebekenin kontrolü SCADA Sistemi tarafından yapılır. SCADA Merkezi 24 saat boyunca çalışır. Şebeke sürekli kontrol altında olduğu için, sahada bir alarm durumunun oluşması halinde , bu alarm en geç 30 saniye içinde haberleşme sistemi kullanılarak SCADA Merkezine iletilir. RTU üzerinden SCADA Merkezine ulaşan ihbarlardan, istenilen ihbarlar Şebeke Şefliklerindeki araçlara veya SCADA operatörü tarafından ilgili birime iletilecektir. RTU'ların hafızalarında depolanan bilgiler ise belli periyotlarla, haberleşme ortamının yapısına göre SCADA Merkezinden başlatılan bir poll işlemi ile veya direk RTU tarafından başlatılan bir veri gönderme işlemi ile SCADA Merkezine toplanır. Merkez Server'a gelen bilgiler (ihbar, olay, veri) kontrol odasındaki operatör ekranlarına yansıtılır. SCADA operatörleri, bu ekranlar üzerinde SCADA programının izin vereceği fonksiyonları yerine getirir.

SCADA operatörlerinin önünde 3 adet monitör bulunur:

- Müşteriden, 187 kanalıyla gelen ihbarı girmek için AS 400 Terminali
- ATS ye yönlendirilen ihbarları izlemek için ATS Terminali
- Sahadan gelen olay ve verileri izlemek için SCADA Terminali.

Başlangıçta, SCADA Merkezinde 3 monitör grubu bulunur. Bu sayı ihtiyaca göre artırılabilir. SCADA Kontrol odasında bunlardan hariç olarak 2 adet monitör grubu bulunur. Bunlar 2 adet SCADA monitörü, 1 adet AS 400 terminalinden oluşur. İzin verilen İdari birimler intranet /İnternet üzerinden merkez sisteme bağlanarak, erişim hakkı verilen verilere

okuma modunda erişilebilir, bu veriler uzaktan görülebilir ve daha önceden belirlenmiş formatlarda rapor alınabilir. Aynı şekilde şeffikler de şeffik terminalleri üzerinden kendi kontrol alanına giren kontrol noktaları ile ilgili daha önceden izin verilen verilere ve ekranlara ulaşabilir, izleyebilir ve belli formatlarda rapor alabilir. Büyük Müşteri Regülatörlerinden alınan veriler, ayrı bir veri tabanına transfer edilir ve isteyen müşteriler internet üzerinden sistemin oluşturduğu bu verilere ulaşarak, kendilerine izin verilen formatta görebilir. Eysel müşterilerin faturalandırma işleminin de bir AMR (Automatic Meter Reading) Sistemi yardımı ile remote olarak yapılması planlanmaktadır. Bu sistem SCADA Sistemi ile de veri alışverişinde bulunabilecektir.

İzlenecek şebeke enstrümanları:

- İGDAŞ-RMS İstasyonları
- Kokulandırma Ünitesi
- Bölge Regülatörleri
- Müşteri Regülatörleri
- Katodik Koruma Sistemi
- Vana Odaları

6.2.9.1 İgdaş-rms istasyonları

Anadolu ve Avrupa yakasında toplam 6 RMS İstasyonu mevcut olup şu değerler alınabilecektir:

- Fark basıncı
- Gaz sıcaklığı
- Gazın debisi ve hacmi
- Gazın kalorifik değeri

6.2.9.2 Kokulandırma ünitesi

Anadolu ve Avrupa yakasında olmak üzere toplam 2 kokulandırma ünitesi mevcut olup şu değerler alınabilecektir;

- Cihazda ihbar var
- Kokulandırma ünitesi devrede

6.2.9.3 Bölge regülatörleri

Toplam 483 adet bölge regülatöründen aşağıdaki değerler alınabilecektir:

- Giriş basıncı
- Çıkış basıncı
- Gazın sıcaklığı veya ortam sıcaklığı
- Gazın debisi ve hacmi

- Gaz kaçağı bilgisi
- Filtre kirliliği bilgisi
- 1. ve 2. hattın pozisyonu
- İstasyon ve RTU kabin kapaklarının pozisyonu
- Katodik koruma ölçüm bilgisi

6.2.9.4 Müşteri regülatörleri

Toplam 265 adet müşteri regülatöründen aşağıdaki değerler alınabilir:

- Giriş basıncı
- Çıkış basıncı
- Gazın sıcaklığı
- Gazın debisi ve hacmi
- Gaz kaçağı bilgisi
- Ve 2. Hattın pozisyonu
- By-Pass hattının durumu
- RTU kabin kapağının pozisyonu

6.2.9.5 Katodik koruma sistemi

Toplam 10 noktadan aşağıdaki değerler alınabilir:

- Boru-zemin potansiyeli
- Devre potansiyeli
- Devre akımı
- TR ünitesi devrede
- TR ünitesi arızalı
- Enerji kesintisi bilgisi
- Aşırı akım arızası
- Referans elektrot arızası
- Anot-katot bağlantısı kopuk

6.2.9.6 Vana odaları

Anadolu ve Avrupa yakasında uzaktan kontrolü mümkün olan toplam 6 Actuatörlü vana mevcut olup, aşağıdaki değerler alınabilir, vana kapa komutu verilebilir:

- Vana açık-kapalı bilgisi
- Vana kontrol bilgisi (kapa komutu)
- Gaz kaçağı bilgisi
- RTU kabin kapağının pozisyonu

6.2.9.7 Toplam kontrol noktası sayısı

	Genel	Kritik
Bölge regülatörü:	483	170
Müşteri regülatörü:	265	49
RMS istasyonu:	6	6
Vana odası:	6	6
T-R ünitesi:	10	10
Kokulandırma ünitesi:	2	2
Genel toplam:	772	243

6.2.9.8 Sonuç

İstanbul gibi büyük bir yerleşim merkezindeki doğal gaz şebekesinin SCADA sistemi ile denetlenmesi, halkın can ve mal güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu güvenliğin artırılması, hava kirliliğine alternatif olarak görülen doğal gazın daha çok kullanılmasına yardımcı olacaktır. Bununla beraber, Ülkemizin doğalgaz alt yapısı, dağıtım ve pazarı önümüzdeki yıllarda bu günküden kat-kat daha fazla imkan ve boyutlara erişecek olması, doğal gazın dağıtım ve taşınmasında en önemli unsur olan emniyet ve kesintisizlik ilkesi de göz önünde bulundurulduğunda, Scada sistemi, Ülkemizde çok daha yaygın bilinir ve uygulanır olacak, her geçen gün önemi artacaktır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

7.1 Genel

Gaz sektörü altyapı ve enstrüman tekniğinin en yoğun uygulandığı alanlardan birisidir. Doğalgazın kaynağından itibaren nihai tüketiciye ulaştırılması bir dizi işlem gerektirir. Bunu bir zincire benzetirsek bu zincirin en önemli halkası olan regülatörler ve regülatör istasyonları başlı başına bir ihtisas alanıdır. Regülatörler ve regülatörlerle entegre çalışan cihazlar, mekanizmalar mühendislik nosyonu gerektiren unsurlardır.

Ülkemizde doğalgazın henüz yeterince yaygınlaşmaması regülatör üretim sektöründe gelişmeyi ve ilerlemeyi engellemiştir. Zira, doğalgazın ülkemizdeki mazisinin çok eski olmayışı bu konudaki tecrübe ve bilginin de sınırlı olduğunu göstermektedir. Şu anda doğalgaz sektörünün yabancı menşeli olduğu açıktır. Doğalgaz altyapı ve üstyapısının yarısı özellikle regülatörler dış ülkelerden ithal edilmektedir. Dileğimiz önümüzdeki süreçte bu bağımlılığın ortadan kalkıp yerli üretimin başlaması ve yaygınlaşmasıdır. Bunu da tamamen devletin desteği ve içinde bulunduğumuz ekonomik şartlar belirleyecektir.

Halen, sektörde ivedi ihtiyaç eğitim ve eğitimle desteklenen lojistik yapılanmadır. Her ne kadar işletme unsurları olan regülatörler dışarıdan ithal ediliyorsa da bunların seçilmesi, tespit edilmesi, tesis edilmesi ve tesis sonrası en verimli şekilde işletilmesi, kesintisiz arzın sağlanması mevcut durum içinde büyük önem taşımaktadır. Servis hizmetleri, yedek parça temini, bakım, onarım faaliyetleri de sistemin kurulması kadar önemlidir. Çünkü tesis esnasında da sistemde uygulanacak bir revizyon çok büyük bir kayıp oluşturmaz fakat; tesis işlemi tamamlandıktan sonraki bir değişiklik çok büyük maliyet, işgücü ve iş kaybına hatta hizmet kaybına yol açacaktır. Böyle bir durumda ortaya çıkan maliyet, başlangıç maliyetinin %200 oranında artı masraf meydana getirmektedir.

Doğalgaz dağıtımı, yüksek emniyetin de beraber uygulanması zaruri olan bir sektördür. Regülatörler gerek altyapıyı, özellikle de müşteriyi koruyucu bir yapıda olmalıdır. Bu durumda regülatörlerle birlikte tesis edilen cihazlar ve sistemler söz konusu olmaktadır. Bunlar emniyet sistemleri ve ölçüm sistemleridir. Bu sistemler can ve mal emniyetini sağlamaktadırlar. Bu nedenle söz konusu cihazların en uygun şekilde seçilmesi ve işletilmesi de başlı başına bir eğitim gerektirmektedir.

Sonuç olarak devlet ve özel sektör kuruluşlarının bu konuda yapılacak eğitim atılımlarında birlikte hareket etmeleri, özellikle regülatör konusunun eğitim kurumlarında (meslek lisesi,

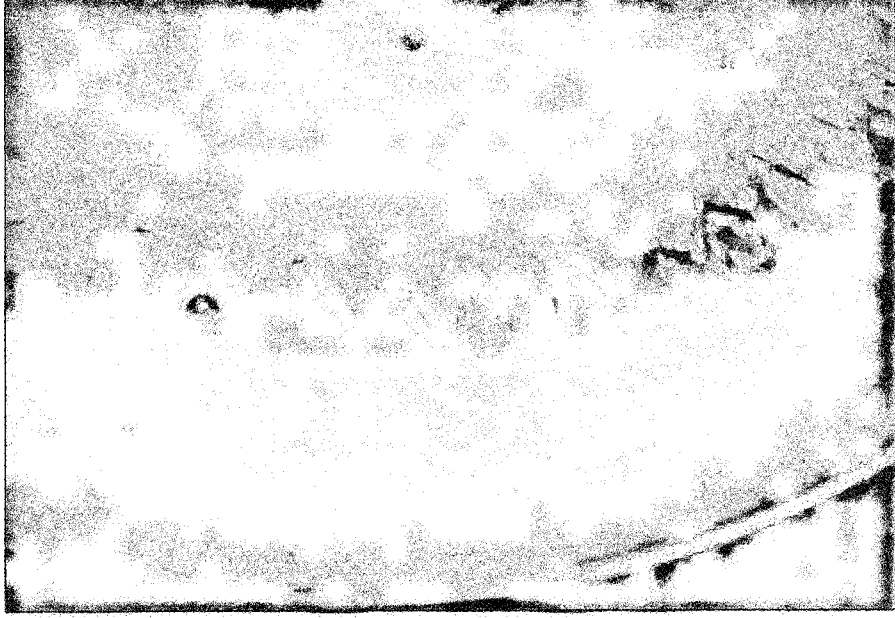
meslek yüksek okulu v.b.) müfredatlarda yer verilmesi, çeşitli eğitim merkezlerinin oluşturularak eğitim faaliyetlerini yoğunlaştırması faydalı olacaktır.

7.2 Regülatörlerde Karşılaşılan Problemler

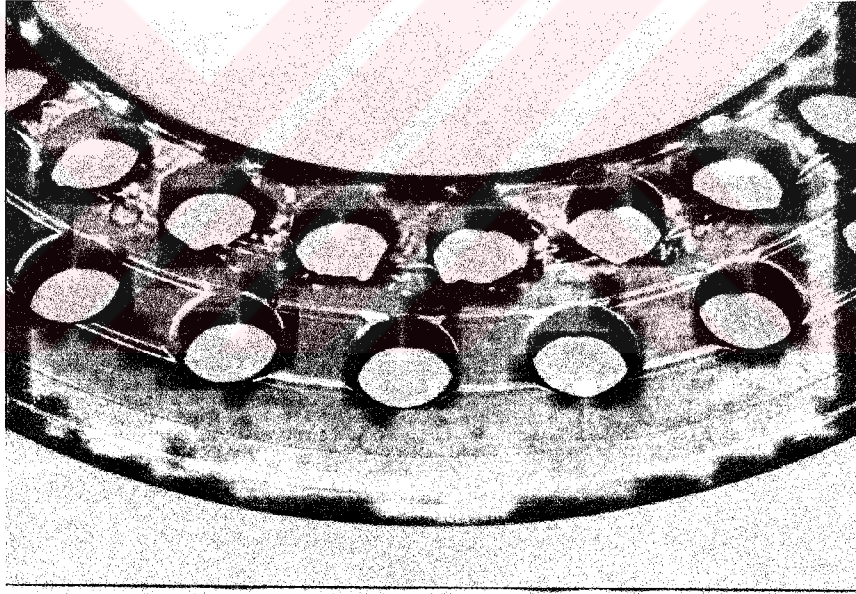
7.2.1 Kirilik problemi

Doğal gaz nakil hatlarında kirlenme olayının varlığının ilk önce tespit edildiği noktalar olan regülatör istasyonları, bu olaydan en çok etkilenen sistem elemanlarıdır. Kışın, hava sıcaklığının düşerek doğal gaza olan talebin, tüketim dolayısıyla çekişin artması ve doğal gaz hattı içinde basınç düşüklüğüne neden olması, hat içindeki akış hızının artmasına ve kirlenme bileşenlerinin sürüklenerek regülatör istasyonlarına yönelmelerine neden olmaktadır. Bu ise, en alışlagelmiş filtre elemanlarında yoğunlaşmalara ve hat filtresinin dolmasına neden olmakta ve zamanla tamamen tıkanarak doğal gaz akışının engellenmesine neden olmaktadır. Bilindiği gibi, regülatör istasyonları çift hatlı olup, her iki hattında da filtre elemanı bulunmaktadır. Birinci hat filtresi tıkanıp hat devreden çıkarsa, ikinci hat devreye girmekte, ikinci hat filtresi de tıkanırsa regülatör istasyonu devre dışı kalmaktadır. Bu işletmecilik açısından istenmeyen bir durumdur. Ayrıca, basınç regülatör istasyonlarında ortalama 20 barlık bir basınç, 4 barlık bir değere düşürülmektedir. Burada verilmek istenen nokta şudur; her 1 barlık bir basınç düşümünde doğal gazın sıcaklığı $0,56^{\circ}\text{C}$ düşmekte, yani regülatör istasyonlarında doğal gazın sıcaklığı: $(20-4) \times 0,56^{\circ}\text{C} = 8,96^{\circ}\text{C}$ 'lik bir düşüşe uğramaktadır. Doğal gaz hattının içinde kirlenme bileşeni olarak su mevcutsa, doğal gaz ile sürüklenerek gelen su buharı tanecikleri, hava sıcaklığı 9°C 'm altında iken, basınç düşürme ünitelerinde donma ve tıkanmalara neden olduğu ve regülatör istasyonlarının devre dışı kalmasına neden olduğu gözlenmiştir. Bu durum ile, özellikle yeni devreye alınan doğal gaz nakil hatlarından beslenen regülatör istasyonlarında karşılaşılmakta, bu olay ise yeni devreye alınan hatlarda ilgili kurutma işlemlerinin sıhhatli bir şekilde yapılmadığını göstermektedir.

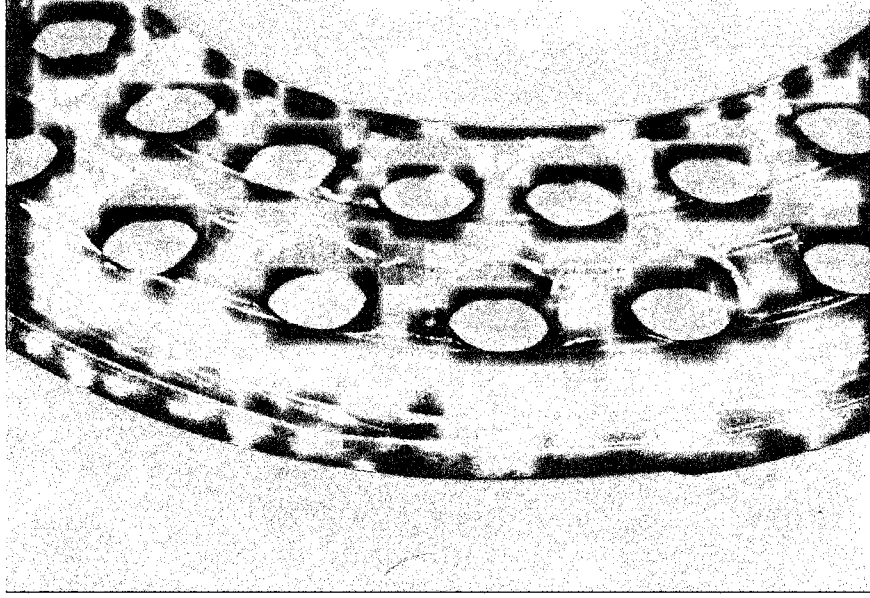
Kirlenme olayı, işletmesel olarak regülatör istasyonlarının devre dışı kalması ve abonelere gaz ulaştırılamamasına yol açtığı gibi regülatör istasyonlarında da bazı fonksiyonel ve mekanik arızalara neden olabilmektedir. Öyle ki yoğun kullanım zamanlarında filtre elemanından geçerek regülatör gövdesine ulaşan partiküller, regülatörün basınç dengeleme elemanları olan diyafram ve modüllerde hasarlara yol açmıştır. (Şekil 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5)



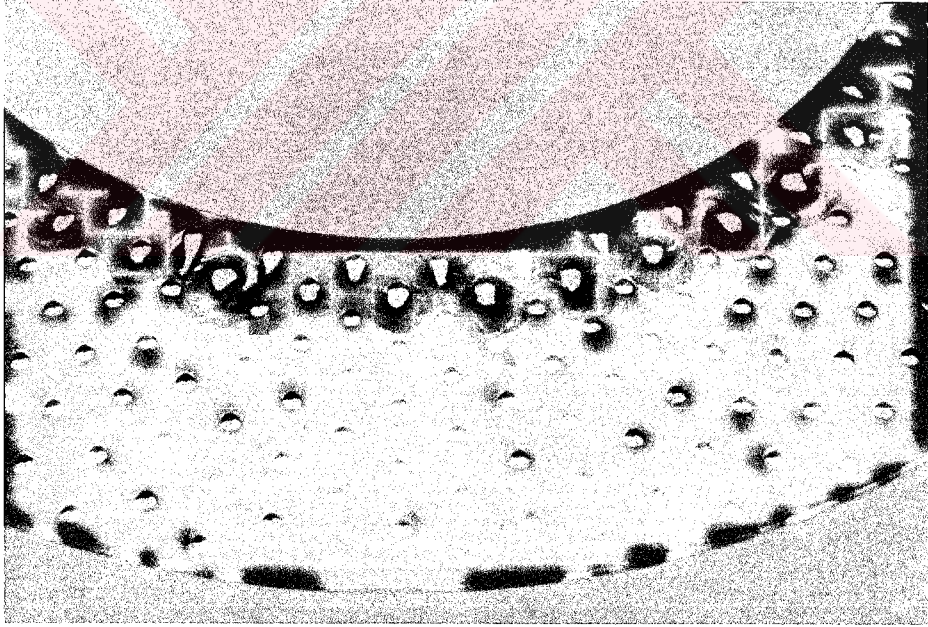
Şekil 7.1 Hasara uğrayan diyafram görüntüsü



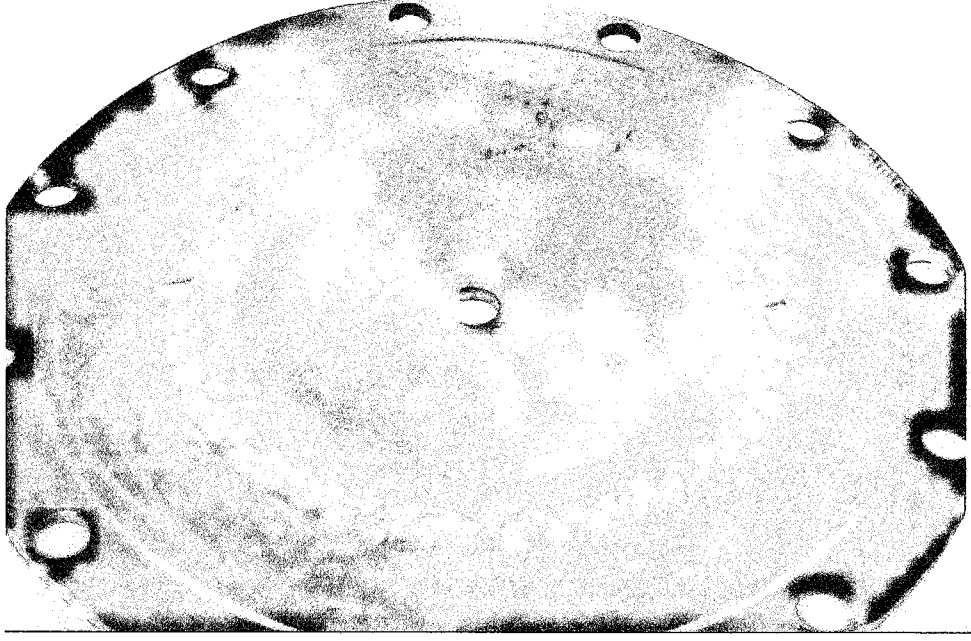
Şekil 7.2 Hasara uğrayan kalın modül görüntüsü



Şekil 7.3 Hasara uğrayan kalın modül görüntüsü



Şekil 7.4 Hasara uğrayan ince modül görüntüsü



Şekil 7.5 Hasara uğrayan diyafram görüntüsü

Kauçuk hammaddeden mamul diyaframın zarar görmesi bir yana, çelikten yapılan kalın ve ince modüllerin zarar görmesi, üzerinde dikkatle durulması gereken bir konudur. Hatta partiküllerin B-9 Etiler bölge regülatörünün gövdesinde dahi hasara neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, kirlenme bileşenlerinin tutulduğu filtre kovanlarının hemen altındaki 2" küresel vanalar ve 3/4" PN40 vanaların, yoğun zaman kullanımı neticesinde filtre kovanında biriken gazın tahliyesi için geçen kısa sürelerde 3-4 sn, tahliye sırasında aç-kapa işlemleri esnasında sızdırmazlıklarını kısmen yitirdikleri tespit edilmiştir.

Bölge regülatör istasyonlarından 4 bar basınçta çıkan doğal gazın, yoğun çekiş olduğu zamanlarda, belirli miktarlarda, filtreden ve regülasyon ünitelerinden geçen kirlenme parçacıkları içermesinden dolayı son kullanıcı regülatörlerinde de akümüle olan parçacıklardan dolayı bir tıkanma meydana gelmekte ve regülatörün devre dışı kalmasına neden olabilmektedir.

Görüldüğü gibi, regülasyon sistemi elemanlarında, aşınma, yıpranma, delinme gibi mekanik-fonksiyonel arızalarla karşılaşıldığı gibi, regülatör ve istasyonların devre dışı kalması gibi işletmesel arızalarla da karşılaşılabilmektedir. Dolayısıyla, kirlenme olayı, sisteme etkileri göz önünde bulundurulursa göz ardı edilemeyecek kadar büyük öneme sahiptir.

7.2.2 Etkilerin ekonomik değerlendirmesi

Regülasyon sistemindeki etkilenmenin ekonomik büyüklüğü tespit edilebilir niteliktedir. Teknik açıdan değerlendirecek olursak, regülasyon sisteminde aşağıda parça-malzeme maliyetleri oluşacaktır:

- Devamlı değiştirilen kartuj filtre elemanlarının maliyeti
- Regülasyon sisteminin yıpranma maliyeti
- Değiştirilen kalın-ince modül, diyafram, diferansiyel manometre maliyetleri
- 2" küresel ve 3/4" PN4O vanaların maliyeti
- Personel malzemelerinin ve ekipmanın yıpranma maliyeti

Kirlenme olayının işletmesel yönden ekonomik etkilerinden kasıt ise, gerekli parça-malzeme değişimleri ve gerekli bakım-onarım işlemlerinin yapılması sırasında şirket üzerinde oluşan personel ve idari ekonomik yüküdür.

Regülasyon sistemindeki etkilenmenin işletmesel açıdan değerlendirilmelerinde, en önemli başlığı personel gideri oluşturmaktadır. Abonelere kesintisiz gaz temini için yüklenilen maliyet, yoğun çekiş dönemlerinde, bir adet bölge regülatörünün ihtiyacı karşılayamayacağı endişesi ile yakın bölgeye konulan ilave regülatörün maliyetleri (yatırım, malzeme, işçilik) oluşturmaktadır.

Kirlenme olayının, doğal gaz nakil sistemine teknik ve işletmesel yönde etkisi yukarıda bahsedildiği şekilde basit olarak algılanabilecek boyutta olmakla beraber, şirket üzerindeki mali yükünün ne boyutlarda olduğunun tespiti başlı başına bir araştırma konusudur.

7.2.3 Örnek olaylar

Kirlenme olayının sistem içinde ne boyutlarda olduğunu ve sistem üzerinde etkilerinin araştırılması amacıyla örnek olaylar ele alınacak ve fazla detaylara inilmeden değerlendirilecektir.

7.2.3.1 Ağır oto taburu olayı

İstanbul Gaziosmanpaşa ilçesi 500 Evler Kışla Caddesi üzerinde bulunan Ağır oto taburu, yeni devreye alınan 24" çaptaki hattımızdan 6"lik bir bağlantı ayırımı (take-off) ile doğal gaz almaktadır. Regülatör istasyonunda gaz 20 bar basınçtan 1 barlık bir çıkışa indirgenmektedir. 1998 yılı sonlarında devreye alınan bu istasyonda yaşanılan problem pilot devrelerinde meydana gelen buzlanma ve donma idi.

Hattın içinde bulunduğu kesin olan su nedeniyle Ağır oto taburu regülatörü uzun süre donma

problemi yaşamış ve gaz kesintisi dolayısıyla gece-gündüz müdahale gerekmiştir.

7.2.3.2 G.O.P. Cebeci halk ekmek fabrikası olayı

Bu fabrika için konulan regülatör istasyonu da yeni devreye alınan 24" hattın 12" çaplı uzantısının uç noktasından doğal gaz almaktadır. Bu istasyondaki temel sorun da Ağır Oto taburundaki gibi donma ve buzlanma idi. Ancak bu regülatör istasyonunun özelliği, ekmek kapasitesi yüksek bir fırında olması ve gereken doğal gazın ekmeğin fırına girmesinden çıkışına kadar kesintisiz olarak temin edilmesi gereğidir. Yani donma dolayısıyla istasyonun devre dışı kalmasından ekiplerimizin istasyonu devreye almasına kadar geçecek süreye tahammül yoktu. Bu sebeple istasyonun donma olan kısımlarına rezistans sarılması gibi palyatif çözüme gidilmiş, sorun giderilmiştir.

Buradaki sorunun kaynağı da 1998 sonunda devreye alınan hattın içinde bulunan ve tahliye edilmemiş olan sudur. Halk Ekmek Fabrikası regülatör istasyonu devreye alınmadan önce bölge onarım ekipleri yaklaşık 1,5 saat süre ile 2" tahliye borusu ile tahliye yapmışlardır ve bu işlemler sırasında suyun kesilmediği gözlenmiştir. Belirtilen süre sonunda %100 gaza ulaşılmış ancak neden sonra su tekrardan sorun oluşturmuştur.

7.2.3.3 Kağıthane 16" hattaki hasar olayı

1999 yılı mart ayı başında yaşanan, Kağıthane Silahtarağa Caddesi'nden geçen 16" çelik hattına verilen hasar sonrası gelişmeler, doğal gaz nakil hatlarındaki kirlenme olayı açısından bir kilometre taşı oluşturmuştur. Bu hatta verilen hasar sonrasında, yapılan bakım-onarım çalışmaları sırasında hattın içinden alınan görüntüler, hat içindeki kirlenme olayını çok iyi göstermektedir.

Bu nokta, her ne kadar üzerinde bulunduğu hattın bir ayırım noktasının son noktasını oluşturursa oluşturursa, ayırım noktasında bu denli birikimin, hele hele eski hat üzerinde oluşması akıllardaki kirlenme probleminin ne derece kayda değer olduğunu göstermektedir.

1999 yılı başlarında Kağıthane Loop'unun (bağlantı) oluşturulması yani yeni çekilen 24" hat ile mevcut 6" hattın birleştirilmesi ve hattın devreye alınması ile birlikte hat güzergahı üzerindeki Tarabya Şebeke Şefliği'ne bağlı bölge regülatörlerinden bir kaç kirlenme olayı nedeniyle devre dışı kalmış, daha sonra yeni devreye alınan hattın sisteme su ve diğer bileşenlerin şarj olduğu tespit edilerek bağlantı vanaları daha sonra açılmak üzere kapatılmıştır.

İşte 1999 yılı mart ayında yaşanan ana hatta zarar verilmesi ve akışın kesilmesi sırasında Kağıthane Loop vanalarının açılması sayesinde bölge gazsız kalmaktan kurtulmuş ancak belirli miktarlarda su ve kirlenme bileşenleri de hat içine yeniden şarj edilmiştir. Vurgulanmak istenen temel olay eğer yeni hat daha önce devreye alınıp belirli miktarlarda su ve kirlenme bileşenleri mevcut hatta şarj olmasaydı ve hasar olayı sırasında ihtiyaç gereği devreye alınsa ve boyutu tahmin edilmeyen su ve kirlenme bileşenleri hatta şarj olup bölgede büyük sorunlara yol açsa idi ne olurdu sorusunun cevabıdır.

7.2.4 Regülasyon sisteminde karşılaşılan diğer muhtelif problemler

Yoğun gaz çekişinin ilk gerçekleştiği zamanlarda, 1994-95 yıllarında B-08 Levent bölge regülatöründe meydana gelen donma olayının önüne geçilmesi ve aracın egzoz gazı ısıyla, egzoz gazının hortumla devrelere tutularak gevşemenin sağlanması,

B-20, B-09, B-10 ve B-50 bölge regülatörlerinde bir günlük süre zarfında yaklaşık 30 adet filtre değiştirilmesi, bölge genelinde donma yaşanan regülatörlere rezistans bağlanması.

Francel marka regülatörlerde 4" giriş vanası alt flanşı ve 6" çıkış flanşı şase ve regülatörün oturduğu beton temele çok yakın olduğundan bu flanşlardaki kaçakların giderilmesinde problemler yaşanmıştır. Hatlarda oluşan kirlilik nedeniyle Bölge Regülatörleri Müşteri İstasyonlarının bakım ve yedek parça gibi ihtiyaçları çok daha fazla önem arz etmektedir. Bu sebeple ana çelik hatların yapımı esnasında boru iç temizliği ve sistemdeki suyun tam boşaltılamamasından dolayı, gaz kirliliği ve filtre değişimi önem kazanmaktadır. Özellikle gaz çekişlerinin maksimuma ulaştığı zamanlarda kirlilikten dolayı regülatörlerdeki diyafram, obturotör, susturucu gibi parçaların aşınması ve bozulması çok daha fazla ve hızlı olmaktadır. Bu gibi durumlarda acil müdahale gerektiği için Bakım Onarım Şefliklerinin ve Şebeke Şefliklerinin iş yükü çok fazla artmaktadır.

Bölge Regülatörü için bir diğer önemli konu da kabin kapaklarının açılıp kapanmasında yaşanan menteşe problemleridir. Bunun için Bakım Onarım Şeflikleri yeni gelen istasyonlara dahi kendi imkanları ile menteşe yaptırmışlardır. Kabinlerin, daha iyi bir şekilde açılıp kapanması ve sağlamlık açısından üç menteşeli olmasında fayda vardır.

RMG marka istasyonlardaki manometreler diğerlerine oranla daha çabuk bozulmaktadırlar. RMG'lerin tüm filtreleri de değiştirilmiştir. İşletmeler açısından ürün çeşitliliğine gitmek genelde işleri zorlaştırmaktadır. Çünkü İşletmelerin, bildiği regülatörün kontrol ve bakım işlerini yapmaları çok daha rahat ve sıhhatli olmaktadır.

Regülatörün çalışması esnasında donma olayını önlemek için, pilot regülatörün ısıtılması yoluna gidilebilir. Amaç, regülatörün basınç düşümü esnasında kaybedeceği enerjiyi başlangıçta vermektir. Isıtma, şebeke suyu veya bir kombi ile sağlanır. Bundan başka havayla ısıtma, radyant ısıtma sistemleriyle veya elektrikle de ısıtma sağlanabilir. Pilotun 10⁰C'ye ısıtılması donma olayının önlenmesi için yeterlidir. En uygun yöntemlerden birisi, elektrikle ısıtmadır. Düşük voltajlı exproof kablolar ısıtılacak parçanın etrafına sarılır. Voltaj çok düşük olduğundan bir riski yoktur.

7.2.4.1 Dizayn / seçim hataları

- Kurumun işletmesine uygun sistemler seçilmelidir.
- Regülatörün hatalı seçimi sonucu problemler meydana gelebilir.

$P\phi < 0,53 P_g \Rightarrow$ gaz ses hızındadır (maximum debi)

Aşağıdaki formüle göre debi hesaplanır:

$$Q = K_g \times \frac{P_g}{2} \quad (7.1)$$

$P\phi > 0,5 P_g \Rightarrow$ Aşağıdaki formüle göre debi hesabı yapılır:

$$Q = K_g \times \sqrt{P\phi(P_g - P\phi)} \quad (7.2)$$

Regülatörlerde ideal çalışma maximum kapasitenin %10 ile %100 değerleri arasında sağlanır.

- En uygun ve sınırlı sayıda regülatör seçilmelidir.
- Regülatör seçiminde, uygulamanın yapılacağı yerin bölgesel özellikleri ve fiziksel koşullar dikkate alınmalıdır.
- Üst yapının uygun olmadığı durumlarda yer altı istasyonlarının kurulması için çalışmalar yapılmalıdır.
- Hattın hatalı projelendirilmesi regülatörü olumsuz yönde etkiler. Örneğin boru hattı çapının olması gerekenden küçük seçilmesi, gaz hızının aşırı yükselmesine sebep olacaktır. Bunun sonucunda da filtrelerin çabuk tıkanması gibi işletmesel sorunlar meydana gelebilir.
- Duvar tipi regülatörlerin gömülü tip olarak kullanılması da ayrı bir problemdir. Gömülü tip kutunun içine dolabilecek su ve çamur gibi maddelerden regülatör ve diğer elemanlar zarar görür, korozyona uğrar. Regülatörün nefesliğine çamur dolması, diyaframın üzerine su dolması gibi arıza nedenleri oluşabilir.
- Sistemlerin kurulması ve işletilmesi sürecince bilgi desteği sağlanmalıdır.

7.2.4.2 İmalat problemleri

- Boru hattının imalatı esnasında boru içinde kalan yabancı maddelerin oluşturduğu kirliliği primer kirlilik olarak adlandırabiliriz.
- Gaz hızına bağlı olarak gaz geçişi esnasında etkili olan kirlilik, sekonder kirlilik olarak

adlandırılabilir. Gaz hızının artmasıyla büyük çaplı partiküllerin sürüklenmesi sonucu sistem zarar görebilir.

- Gaz hızı, giriş flanşı ile çıkış flanşı arasında 25 m/sn' yi geçmemelidir.
- Üreticinin yaptığı imalat hataları sonucu problemlerle karşılaşılabilir. (Süresi geçmiş ürünlerin gönderilmesi.)
- Regülatörlerde kullanılan yayların doğru seçilmesi önemlidir.
- Regülatör nefesliğinden gaz çıkışı olması da bir problemdir.
- Vana tapasının sızdırmazlığı çok önemlidir.
- Basıncın aşırı derecede yükselmesi ve düşmesi, istenmeyen durumlardır.
- Regülatörün, gelecek sinyale belli bir aralıkla cevap vermesi gerekir. Aksi takdirde aşırı vibrasyon meydana gelebilir.

7.2.4.3 İşletme problemleri

- Bakım onarım işlemleri, sadece bakım onarım personeli tarafından yapılmalıdır.
- Regülatörde oluşan bir problem nedeniyle regülatörün kapanması sonucu bir taraftaki basıncın kontrolsüz bir şekilde yükselmesi, diğer tarafın ise gazsız kalması söz konusudur.
- Boşalan hattın tekrar gazla doldurulması, gazlı ortamda çalışma yapıldığından dolayı bir risktir.
- İstasyonlar ve servis kutuları, fiziksel darbelere maruz kalmaktadır.
- İstasyonlarda topraklama problemi yaşanabilmektedir. (Topraklama hattının kopması vb.)
- Hacim düzelticilerin bir kısmı arızalıdır. Soğuk havalarda hacim düzelticiler donmakta ve pilleri çabuk tükenmektedir. Lityum batarya seçilmelidir.

7.3 Aktüatörlerde Karşılaşılan Problemler

Şirketimizde gas over oil (gaz yağ tahrikli) aktüatörlerden Anadolu Bölge Müdürlüğü'nde beş adet, İstanbul bölge Müdürlüğü'nde iki adet bulunmaktadır. Bununla birlikte, bu tip aktüatörler, Avrupa'da artık kullanılmamaktadır.

Aktüatörde, açma ve kapama yaparken hareketi sağlayan gaz, yağla temas etmektedir. Daha sonra sistemden dışarı atılan bu gaz çevre kirliliğine sebep olmaktadır.

Deprem veya olası başka bir sebeple gaz çıkışı olup hat basıncı düştüğünde bu sistemler kendi kendine kapama yapabiliyor. Ayrıca radyo dalgalarıyla uzaktan kumanda edilerek açma kapama yaptırılabilir. Fakat sistemlerin scada bağlantısı henüz yapılmamıştır.

Aktüatörler, sistemimizde yer altında, vana odalarında kullanılmaktadır. Oysa bu sistemlerin mutlaka açık havada montajı yapılmalıdır. Yer altında olması, hem elektrik bağlantılarından, hem de müdahale zorluğundan dolayı risk teşkil etmektedir.

Ayrıca vana odalarında oluşan problemler (vana odasının içine su, çamur dolması v.b.) aktüatörleri de olumsuz yönde etkilemektedir.

7.4 Sismik Hareketi Algılayan Otomatik Gaz Kesme Cihazları

Ülkemiz bilindiği gibi deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır. Depremi doğalgaz dağıtım sistemi ve gaz tesisatlarına etkisi ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Bunlardan biri, Japonlar tarafından, 1995 yılında meydana gelen Kobe depreminin gaz dağıtım sistemine olan etkilerinin incelenmesi ile ilgili yapılmış olan çalışmadır. Buna göre yüksek basınç altında çalışan çelik boru hatları, orta basınç altında çalışan polietilen boru hatlarında herhangi bir hasar ve gaz kaçağı meydana gelmemiş, düşük basınçta çalışan çelik borular yani iç tesisat borularının dişli bağlantılarında bazı küçük çaplı gaz kaçaqları meydana gelmiştir.

Ülkemizde de benzer durum söz konusudur. 20 bar basınçta çalışan çelik borular şiddetli (7-9 arası) depremlere dayanıklıdır. 4 bar basınçta çalışan polietilen borular da yer hareketlerine oldukça dayanıklıdır. Altıncı bölümde bahsedilen, çelik hatlarda gaz tahrikli uzaktan kontrollü (aktüatörlü) vanalar kullanılmalıdır. Sistemin belli noktalarına sismik hareketi algılayıcı tertibat yerleştirilerek ve scada sistemi ile bağlantısını kurarak deprem esnasında sismik algılayıcı cihazın scada sistemine sinyal göndermesi sağlanabilir. Scada'dan aktüatör sistemine kumanda edilerek vananın otomatik kapanması temin edilebilir. Fakat burada bir ani kapanma söz konusu değildir. Orta ve yüksek basınçta çalışan hatlara ani kapama yaptırılması halinde sistem elemanları zarar görebilir. Ayrıca herhangi bir gaz çıkışı sonucu hat basıncının aşırı düşmesi veya yükselmesi durumunda; önceki bölümlerde bahsi geçen regülatörler, emniyet kapama mekanizmaları vasıtasıyla otomatik kapanırlar. Bu nedenlerden dolayı depremler, taşıma ve dağıtım hatları üzerinde fazla bir risk oluşturmadıkları görülmüştür. Asıl risk, nispeten zayıf olan ve binalarla birlikte hasar görebilen iç tesisat çelik borularındadır.

Bu konuyla ilgili olarak TSE tarafından ASCE ve ANSI standartları referans gösterilerek; kısaca deprem vanaları da diyebileceğimiz cihazların yapılışı, tesis edilmesi, performansı, deney metotları, sınıflandırılması ve işaretlenmesi ile ilgili özelliklerinin belirtildiği türk standardı hazırlanmıştır.

Hazırlanan bu standarda göre deprem vanaları, tesisatın yatay kısmına, düşey olarak monte edilen cihazlara veya herhangi bir konumda monte edilen cihazlara uygulanabilir. Ancak, en doğrusu bu cihazların mümkün olduğunca binanın dışına ve servis kutusuna en yakın nokta üzerinde uygulanmasıdır. Eğer bina dışına uygulamak mümkün olmuyorsa bina içinde ana kesme vanasından önce dışarıya en yakın noktaya uygulanmalıdır.

Deprem vanalarının kullanılmasındaki amaç, deprem sonucu tesisatta oluşabilecek hasarlar

nedeniyle meydana gelebilecek gaz kaçaklarının, dolayısıyla doğalgaz kaynaklı yangınların çıkmasını önlemektir. Cihaz, standartta belirtilen ivme ve periyotlardaki sinüzoidal salımlı hareketlerine belirli sürelerde maruz kaldığında kapama tertibatını harekete geçirmektedir. Cihaz, tesisata bağlandığı bina ile aynı sismik etkiye maruz kalmalı, deprem ve benzeri sebeplerle oluşan zemin hareketlerine duyarlı olmalı, ancak yapının veya donanımın dinamik tepkilerinden kaynaklanabilecek hareketlere duyarlı olmamalıdır. Konuyla ilgili tüm detaylar standartta açıkça belirtilmiştir.

Bu cihazların kurulması ve işletilmesi beraberinde maliyetler getirmektedir. Gaz tesisatının servis kutusundan sonraki bölümüyle ilgili sorumluluk müşteriye aittir. Bu nedenle cihazların kullanımı zorunlu tutulmamıştır. Kullanılması tavsiye edilmektedir.

TSE standardı, ASCE 25-97, ANSI Z21.70 ve Alman DWG firması iç tesisat teknik şartnamesinin incelenmesi, GdF yetkilileri ile daha önce yapılmış olan görüşmeler ve İGDAŞ yetkilileri ile yapılan görüşmeler sonucu, TSE standardı ile ilgili aşağıdaki sonuçlar elde edilmiş ve öneriler sunulmuştur:

Yabancı standartlarda, cihazın özellikleri anlatılırken geçmişte meydana gelmiş bazı depremlere atıfta bulunulmuştur. Fakat türk standardında herhangi bir atıf yoktur

TSE ve yabancı standartlarda, deprem vanasının tesisata vidalı bağlantılarına izin verilmiştir. Fakat gerek Cobe depremi, gerekse 17 Ağustos 1999 depreminde de görüldüğü gibi en çok gaz kaçağı iç tesisat borularının dişli bağlantılarında meydana gelmiştir. Böyle bir durumda deprem vanası sismik hareketi algılayıp kapama yapsa bile dişli bağlantıdan gaz kaçağı meydana gelecektir. Bu nedenle dişli bağlantılara izin verilmemelidir.

Standartlarda flanşlı bağlantı tavsiye edilmiştir. Tavsiyeden daha öte, flanşlı bağlantı, kaynaklı bağlantı ile opsiyonel olmak üzere zorunlu hale getirilmelidir. Türkiye'ye ithal edilecek vanaların flanşlı olarak üretilmesi gereklidir. Ayrıca kaynak yapılabilecek şekilde uygun üretim yöntemleri kullanılmalıdır. Döküm yapılmamalıdır.

Kaynaklı bağlantılar, TS 6868'e göre kaynakçı sertifikası almış kaynakçılar tarafından yapılmalıdır. Bu sertifikalar İGDAŞ tarafından yapılan kurs ve yenileme sınavları sonucu başarılı olan kaynakçılara verilmektedir.

Yabancı standartlarda cihazın binada nereye konulacağı ile ilgili bilgi net olarak verilmemiştir. Cihazın işlevini yerine getirilmesi açısından, mutlaka bina dışında servis kutusuna en yakın noktaya konulmalıdır. Cihaz, dış etkilere maruz kalmama açısından

havalandırılmış kutu (muhafaza) içine alınmalıdır. Eğer bir nedenden dolayı dışarıya koymak mümkün olmuyorsa, en azından bina içinde dışarıya en yakın noktaya ve ana kesme vanasından önce konulmalıdır. Böyle bir durumda, binanın çökmesi halinde vananın monte edildiği tesisatın kırılmaması için gerekli tedbirler alınmalıdır.

İç tesisat boru hatlarının basınç kayıpları hesaplanırken, deprem vanasının yol açtığı basınç düşümü de dikkate alınmalıdır. Aksi takdirde basınç yetersiz kalabilir.

Deprem vanalarının bazılarının elektronik yapıda olması nedeniyle cep telefonlarının manyetik etkilerinden korunmalıdır.

Avrupa'daki gaz kuruluşlarının yetkilileri, ülkelerinin bulunduğu coğrafyada deprem tehlikesinin olmaması nedeniyle şartnamelerinde deprem vanasına yer vermeye gerek görmediklerini belirtmektedirler. Alman DWG firmasının iç tesisat teknik şartnamesinde tesisatla ilgili bütün detaylar yer almakta; fakat deprem vanasından söz edilmemektedir.

Deprem vanasının doğru bir şekilde uygulanması, deprem sonucu oluşabilecek doğalgaz kaynaklı yangınlardan ve boğulma, zehirlenme vb. tehlikelerden korunma açısından önemlidir.

Dünya genelinde uygulamalarda çoğunlukla ASCE 25-97 standardı ve diğer Amerikan şartnameleri referans alınmaktadır. Kullanımı, zorunlu tutulmamıştır. Ülkemizde zemin durumlarına göre veya binaların durumuna göre, uyarı yapılarak riskli binalara deprem vanasının takılması sağlanabilir. Riskin fazla olduğu durumlarda zorunlu tutulabilir. Yeni gaz kullanacak olan ve deprem riskinin fazla olduğu vilayetlerde kullanılmalıdır.

Mevcut Türk standardı, daha çok ASCE 25-97 ve ANSI Z 21.70 standardı tercüme edilerek hazırlanmıştır. Bununla birlikte Amerika'daki binaların yapısal özellikleri, Türkiye'deki binaların yapısal özelliklerinden farklıdır. Genellikle binalar depreme dayanıklı olduğundan deprem sonrası binalar çökmemekte, orta ve ağır hasar meydana gelmemektedir. Amerikan standartları da buna göre hazırlanmıştır. Ancak Türkiye'de binaların depreme dayanıksız olduğu ve deprem sonrası çökebileceği dikkate alınarak deprem vanaları ile ilgili standart bu duruma göre belirlenmelidir.

KAYNAKLAR

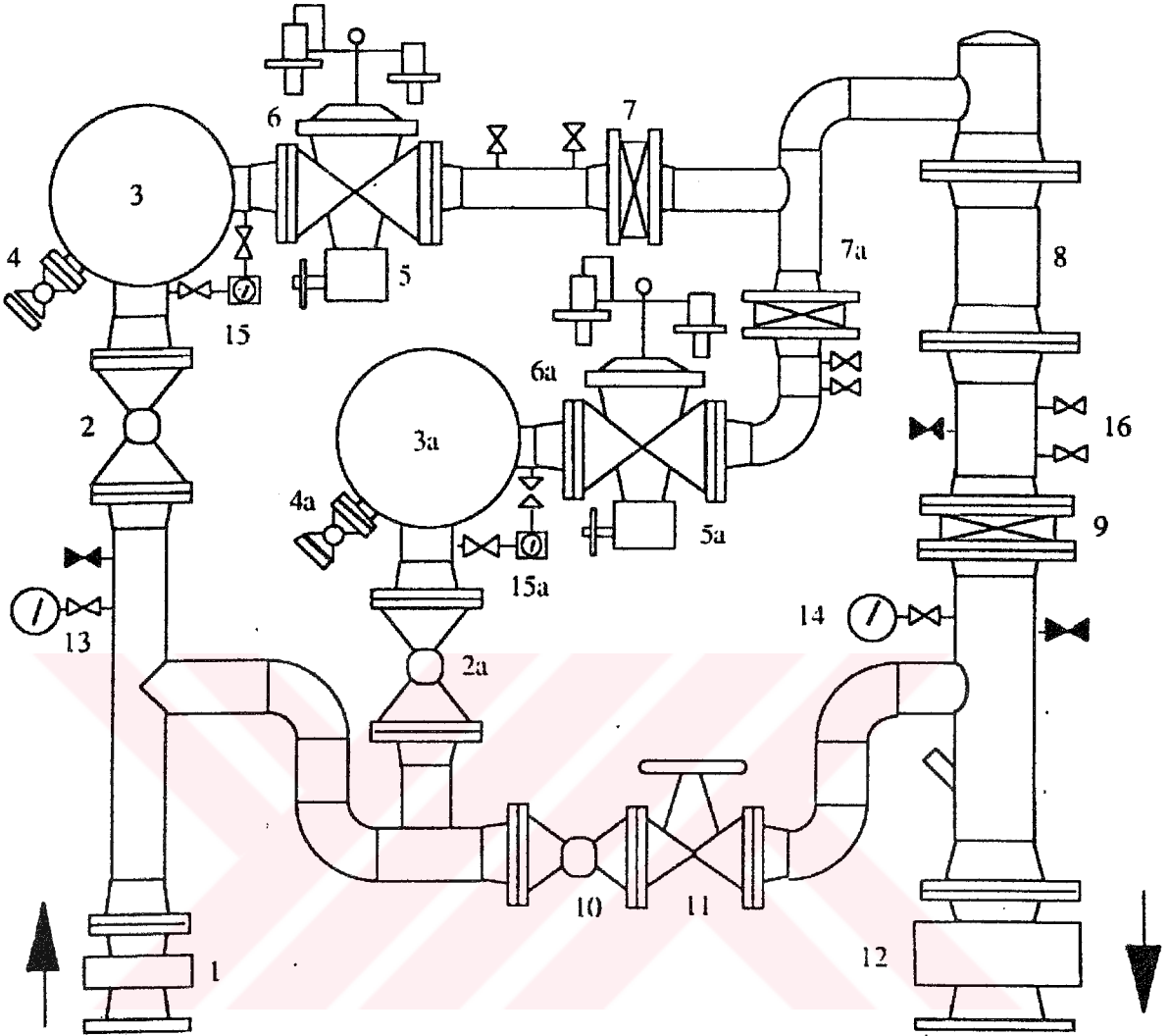
- Akfel, (2002), "Doğalgaz Çözümleri", Akfel Mühendislik
- ANSI, (1981), "Earthquake Actuated Automatic Gas Shutoff Systems (ANSI Z 21-70)"
- ASCE, (1981), "Earthquake-Actuated Automatic Gas Shutoff Devices (ASCE 25-97)"
- Başarır, E., Öztürk, B., (2002), "Gaz Kesme Cihazları -Otomatik- Sismik Hareketi Algılayan", Türk Standartları Enstitüsü Teknik Kurulu
- Biffi, (2001), "Gas – Over Oil Actuators", Attuatori E Sistemi Di Controllo Valve Actuators And Control Systems
- BOTAŞ, (1996), "Doğalgaz", BOTAŞ Personel ve Eğitim Daire Başkanlığı Doğalgaz Teknik Eğitim ve Danışmanlık Hizmetleri Şube Müdürlüğü
- Coşkun, C., Yetik, A., Keleşer, S., (2001) "Scada Sistemi"
- Döneray, H., (2002), "Aktüatörlü Vanalar Eğitim Notları", İGDAŞ
- Erbil, U., Yılmaz, Ö., İnan, İ., Tamer, S., Sezer, A., (1998), "Şebeke Aktiviteleri", İGDAŞ Yayınları No:1
- Erbil, U., Kurşun, Y., Kalkan, İ., (1998), "Doğalgazlı Isı Merkezleri ve Karşılaşılan Problemler", İGDAŞ Yayınları No:2
- Erbil, U., Kurşun, Y., Kalkan, İ., (1998), "Sorularla Şebeke Teknisyenliği", İGDAŞ Yayınları No:3
- Erbil, U., Kurşun, Y., Sezer, A., Tamer, S., İnan, İ., Yılmaz, Ö., Özkesen, M.R., Sargın, H., Kaya, E., (1999), "Şebeke Malzemeleri Kataloğu", İGDAŞ Yayınları No:4
- Erdem, A.N., Baykara, M., Beyatlı, K., (1998), "İGDAŞ Teknik Bülten 2", İGDAŞ Araştırma Geliştirme Müdürlüğü
- Erdem, A.N., Kipoğlu, O., Özdoğan, H., (1998), "İGDAŞ Teknik Bülten 3", İGDAŞ Araştırma Geliştirme Müdürlüğü
- Francel, (1998), "B Tipi Regülatörler"
- Francel, (1998), Francel Firması Ürün Kataloqları
- GdF, (1998), "Domestik Regülatörler", Gaz de France
- <http://www.foreigntrade.com.tr> , (2002), internet sitesi
- İGDAŞ, (2001), "Müşteri İstasyonları Devreye Alma ve İşletme Prosedürü"
- Kaya, E., (2001), "Basınç Kavramı ve Regülatörler", İGDAŞ Eğitim Notları
- Küçükyalı, R., (1998), "Doğalgaz ve LPG Tesisatı", Isısan Çalışmaları No:172
- RMG, (1998), RMG Ürün Kataloqları
- SOFREGAZ, (1996), "Bölge Regülatör İstasyonları", İşletme ve Bakım Onarım El Kitabı Cilt IV

EKLER

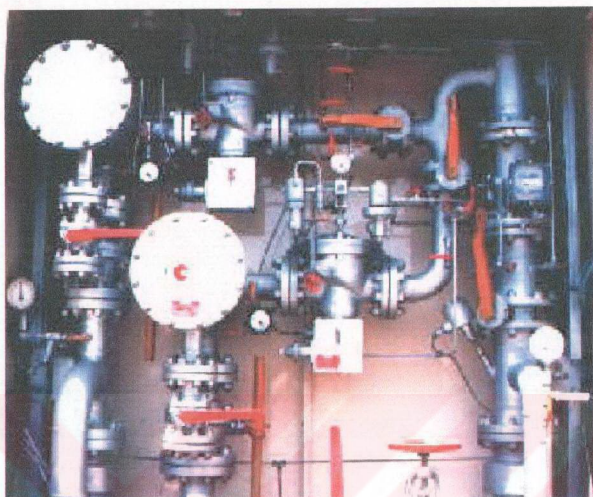
- Ek1 Bölge regülatörü vaziyet planı ve görünümü
Ek2 Çeşitli tip regülatörlerin akış şemaları



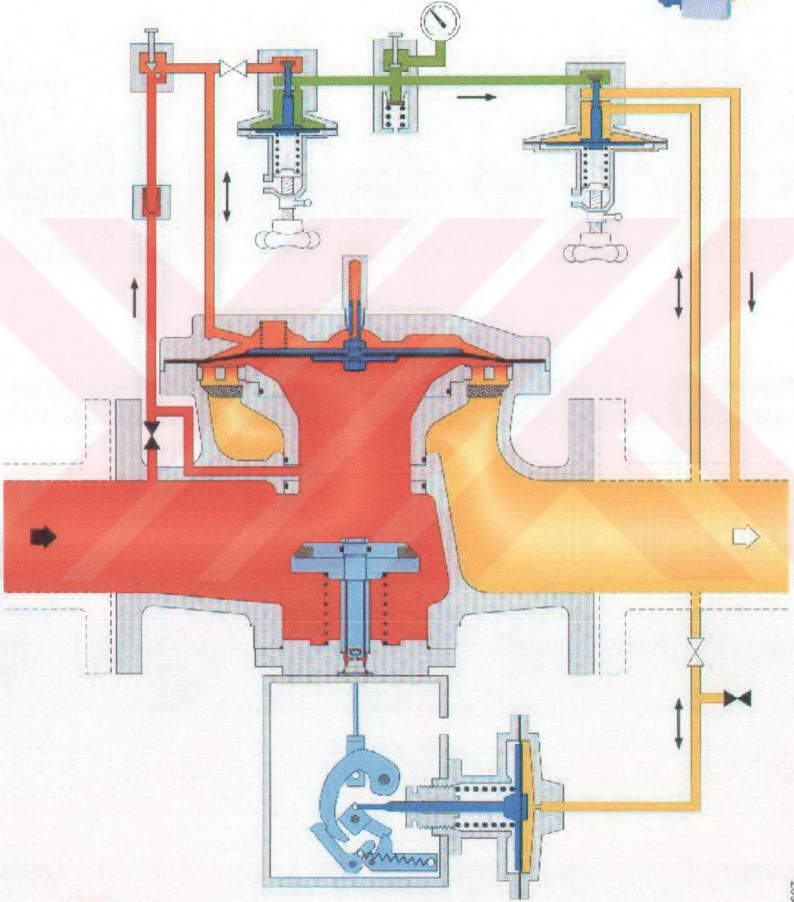
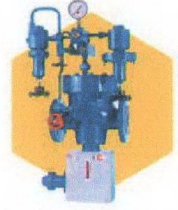
Ek1 Bölge regülatörü vaziyet planı ve görünümü



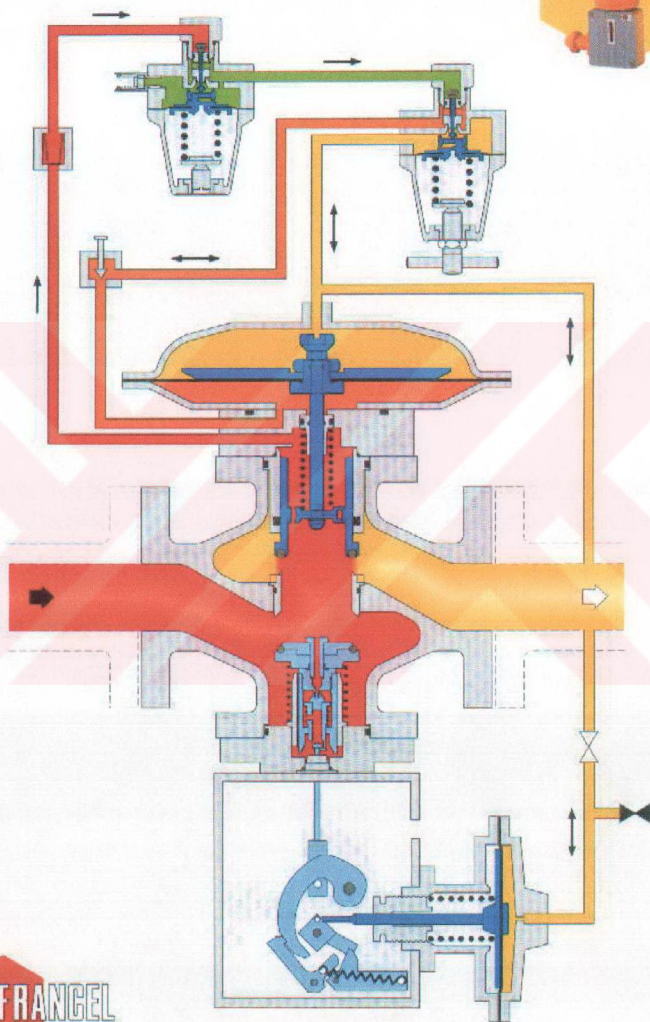
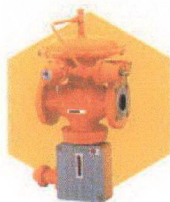
REFERANS SAYI	VAZİYET PLANININ TANIMI	ÇAP	FLANŞLAR
1	1 Giriş izolasyon contası	4"	ANSI 300 RF
2 / 2a	2 Küresel vana tam geçişli	4"	ANSI 300 RF
3 / 3a	2 Filtre	4"/3"	ANSI 300 RF
4 / 4a	2 Hattaki boşaltma için küresel vanası tam geçişli	2"	ANSI 300 RF
5 / 5a	2 Emniyet kapama vanası	3"	ANSI 300 RF
6	1 ASOFLEX "S" regülatör	3"	ANSI 300 RF
6a	1 ASOFLEX regülatör	3"	ANSI 300 RF
7/7a	2 Flanşlar monte edilen kelebek vanalar	3"	ANSI 150 RF
8	1 Sayaç manşonu	6"	ANSI 150 RF
9	1 Flanşla monte edilen kelebek vanalar	6"	ANSI 150 RF
10	1 Küresel vana tam geçişli	3"	ANSI 300 RF
11	1 Gaz ayar vanası	3"	ANSI 300 RF
12	1 Çıkış izolasyon contası	6"	ANSI 150 RF
13	1 Basınç göstergesi giriş 0-40 bar		
14	1 Basınç göstergesi çıkış 0-6 bar		
15 / 15a	2 Diferansiyel basınç göstergesi maxi DP indeks		
16	2 Küresel vana 1/4" BSP F silindirik		



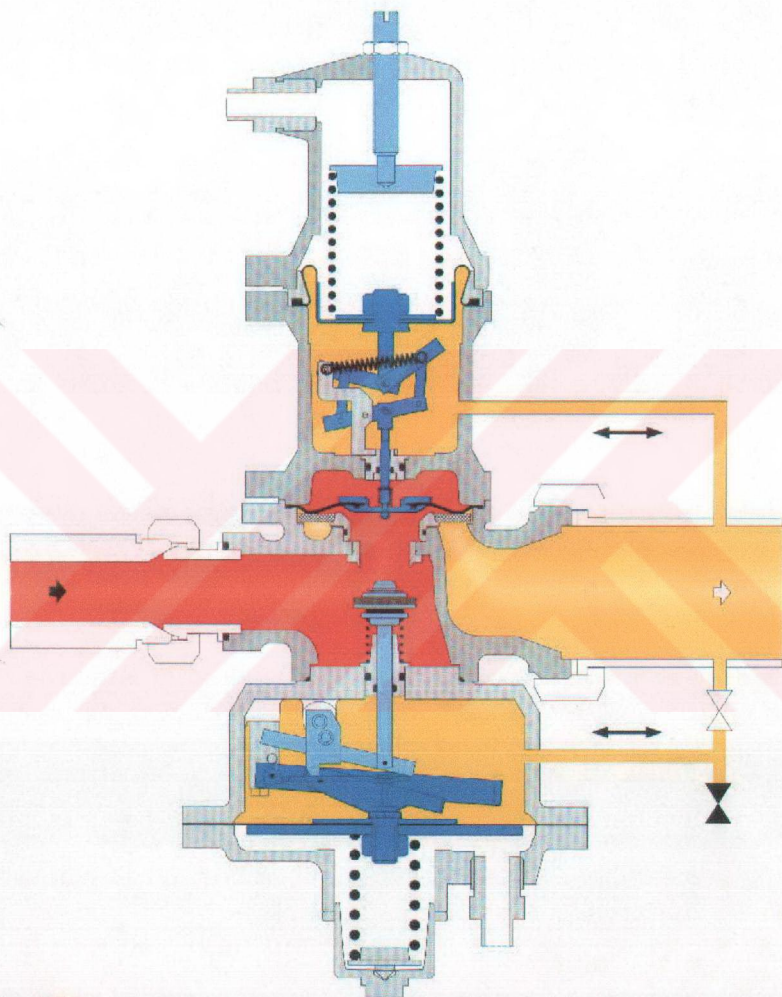
ASOFLEX



C MAX

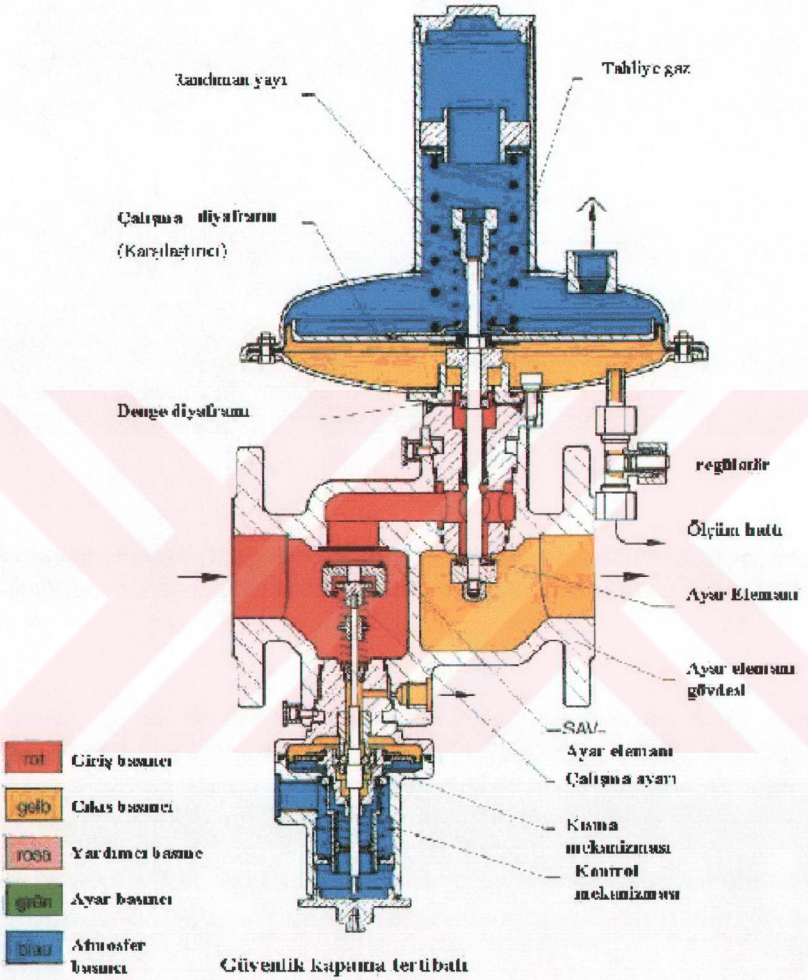


ASONEX Z



Z.A. La Croix Saint Mathieu -28320 GALLARDON
Tél : 02 37 33 47 00 - Fax : 02 37 31 46 56

Basınç Ayar Tertibatı



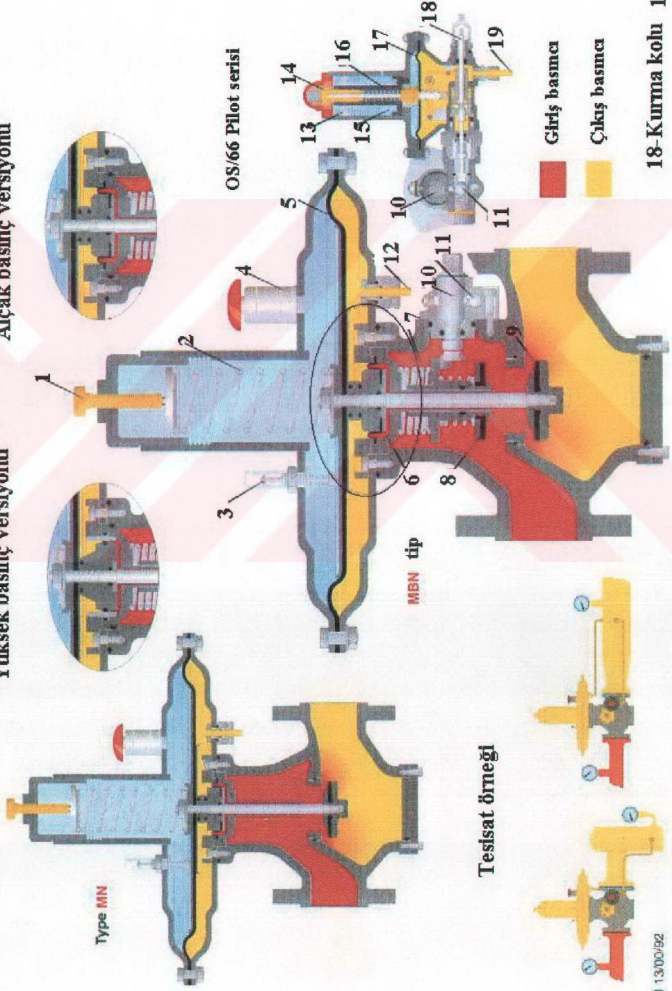
MN SERİSİ DİREK İŞLEVLİ YAYLI REGÜLATÖR

143

- 1-Ayar vidası
- 2-Ayar yayı
- 3-Vana konum göstergesi
- 4-Amortisör
- 5-Diyafram
- 6-Denge haznesi
- 7-Yaylı durdurma klapesi
- 8-Diskli durdurma klapesi
- 9-Basınç düşürme riski
- 10-Durdurma klapesi slam şati
- 11-Durdurma bilyası
- 12-Regülâtör itiş bağlantısı
- 13-Maksimum basınç ayar başlığı
- 14-Minimum basınç ayar vidası
- 15-Maksimum basınç yayı
- 16-Minimum basınç yayı
- 17-Membran
- 18-Kırma kolu
- 19-Pilot kontrol bağlantısı

Yüksek basınç versiyonu

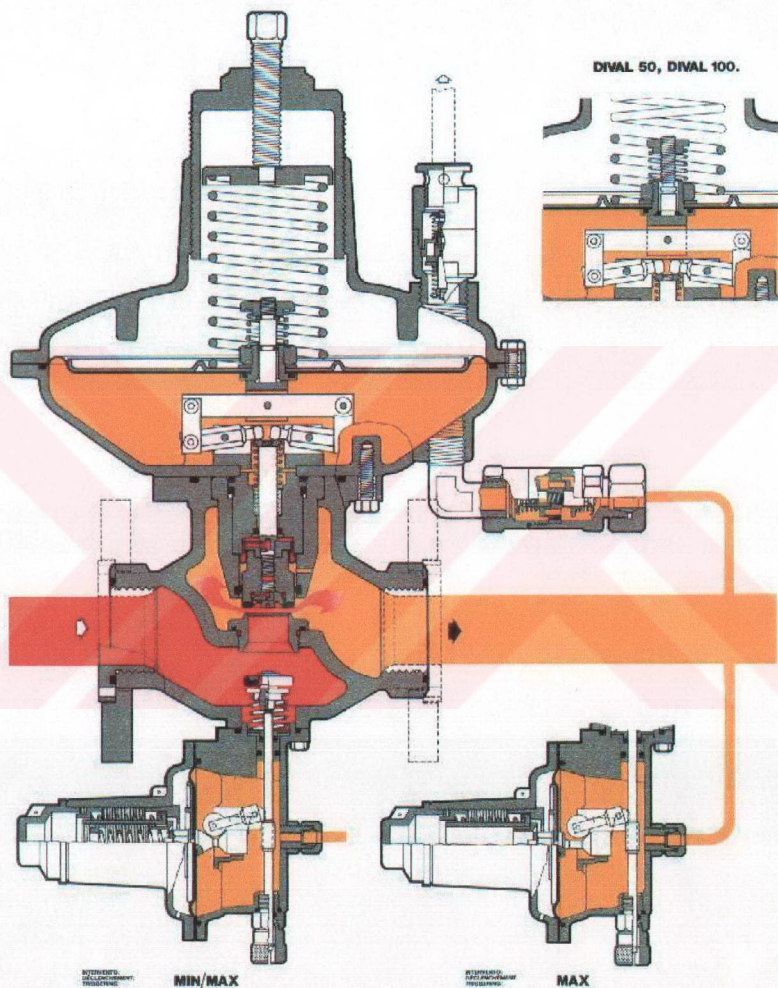
Alçak basınç versiyonu



Tesisat örneği

REGOLATORE DI PRESSIONE
 REGULATEUR DE PRESSION
 PRESSURE REGULATOR
 DRUCKREGLER

DIVAL + L



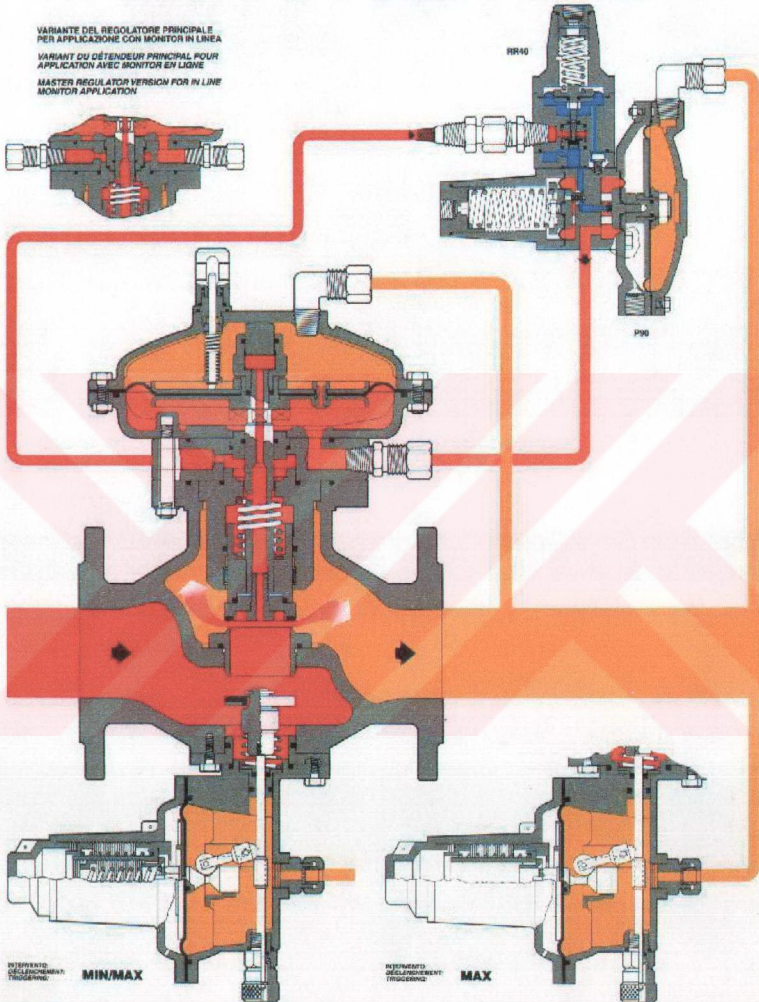
 **Pietro Fiorentini**

 **PRESSIONE DI ENTRATA**
 PRESSION AMONT
 INLET PRESSURE
 EINGANGSDRUCK

 **PRESSIONE DI USCITA**
 PRESSION AVANT
 OUTLET PRESSURE
 AUSGANGSDRUCK

DIXI + L + P90 + RR40

VARIANTE DEL REGOLATORE PRINCIPALE
PER APPLICAZIONE CON MONITOR IN LINEA
VARIANT DU DETENDEUR PRINCIPAL POUR
APPLICATION AVEC MONITOR EN LIGNE
MASTER REGULATOR VERSION FOR IN LINE
MONITOR APPLICATION



MIN/MAX

MIN/MAX

MAX

MAX

 **Pietro Fiorentini**

■ PRESSIONE DI ENTRATA
PRESSION AMONT
INLET PRESSURE
EINGANGSDRUCK

■ PRESSIONE DI USCITA
PRESSION AVAL
OUTLET PRESSURE
AUSGANGSDRUCK

■ ALIMENTAZIONE PILOTA
PREDETENTE
PILOT FEED
STEUERHILFSDRUCK

■ MOTORIZZAZIONE PILOTA
MOTORIZZATION
STEUERDRUCK

TE. YUKSEKURK. IN ALKURU
DOKUMANTASYON MERKEZI

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	08.11.1974	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1989-1992	Fatih Fen Lisesi
Lisans	1992-1996	İ.T.Ü. Sakarya Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü
Yüksek lisans	1999-devam ediyor	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı

Çalıştığı kurumlar

1998-1998	Macro Ayakkabı Sanayi A.Ş.
1998-devam ediyor	İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret A.Ş.