

**Endüstri Tesislerde
Basınç Düşürme İstasyonu
Doğal Gaz Tesisatı Yakıt Hatları
Montaj Karşılaştırması**

**Rabia KINALI
Yüksek Lisans Tezi
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı
1992**

**Anadolu Üniversitesi
Merkez Kütüphane**

**Endüstri Tesislerde
Basınç Düşürme İstasyonu
Doğal Gaz Tesisatı Yakıt Hatları
Montaj Karşılaştırması**

Rabia KINALI

**Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisanüstü Yönetmeliği Uyarınca
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı
Enerji Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak hazırlanmıştır.**

Danışman : Prof. Dr. Kemal TANER

ŞUBAT - 1992

Rabia Kınalı'nın "YÜKSEK LİSANS" tezi olarak hazırladığı
"ENDÜSTRİEL TESİSLERDE BASINÇ DÜŞÜRME İSTASYONU DOĞAL GAZ TESİSAT
YAKIT HATLARI MONTAJ KARŞILAŞTIRMASI" başlıklı bu çalışma jürimizce
lisanüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek
kabul edilmiştir.

0.3 / 10 / 1992

Üye : Prof.Dr.Kemal TANER (DANIŞMAN)

Üye : Doç.Dr.Yaşar PANCAR

Üye : Y.Doç.Dr.İlker GÜRKAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 28 EKİM 1992
ve 330-5..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof.Dr.Rüstem KAYA

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Çevre kirliliği konusundaki sorunların giderek artmaya başladığı dünyamızda, mevcut enerji kaynaklarının büyük çoğunluğu kullanım sonrası kirli atıklar vermektedir. Bu noktada yeni ve temiz bir alternatif enerji kaynağı arayışına gidilmiş ve doğalgaz bunun bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Doğal gaz; Üretimde ürün kalitesini bozmaması, diğer yakıtlara oranla kalori değerinin yüksek olması ısı ayarının sürekli kontrol altında tutulabilmesi ve belkide en önemlisi olan hava kirliliği yaratmaması gibi avantajları göz önüne alındığında ülkemizde özellikle sanayi kuruluşlarında ve şehirlerin ısıtılmasında kullanım alanı bulunmuştur.

Bu çalışmamda doğalgazın sanayide kullanımını açısından basınç düşürme istasyonları, yakıt hatları montajı, doğal gazlı buhar kazanı ve maliyet hesapları konularında bilgiler vererek, daha temiz ve sağlıklı bir çevrenin oluşmasında katkı sağlaması amacıyla sunuyorum.

SUMMARY

Environmental pollution has been increasing all over the world. A major cause of this pollution is the usage of carbon fuels. At this time, we need an alternative energy source and natural gas is a prime candidate.

Through use of natural gas, there is no change in product quality also natural gas has a higher heating value. Additionally, the burning temperature can be easily controlled at a steady valve. However, the most important quality of the natural gas is its low pollution level. When we look at the several advantages of natural gas we see that its usage is by far preferable to other heating sources.

In this study, I'll give information on the following: Pressure lowering stations for the usage of natural gas in industrial areas, natural gas steam boiler modification calculations, distribution system installations I wish you a clean and healthier environment through the use of this study.

Bu alışmanın hazırlanmasında yaptıkları yardım ve gösterdikleri ilgiden dolayı başta danışmanım ve değerli Hocam Prof.Dr.Kemal TANER olmak üzere resimleri izilmesinde yaptıkları yardımdan dolayı alışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

ÖNSÖZ	IV
SUMMARY.....	V
TABLolar DİZİNİ - I	X
TABLolar DİZİNİ - II.....	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ - I.....	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ - II.....	XIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIV
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 1 Endüstriyel Tesislerde Doğal Gaza Geçiş ve Tesisat	2
I. Basınç Düşürme ve Ölçüm İstasyonu	2
1. Yer Tesbiti	2
2 Botaş Basınç Düşürme ve Ölçüm İstasyonu	2
Ekipmanları	
2.1 Filtreler.....	2
2.2 Regülatör.....	2
2.3 Sayaç.....	2
2.4 Emniyet Vanaları	2
2.5 İstasyona Müdahale.....	3
2.6 Müşteri Tesisatı giriş vanası	3
3. Endüstriyel Bir Tesiste Doğalgaz Tesisatı.....	4
3.1 Tesisatın Mülkiyeti ve Sorumluluğu.....	4
3.2 Azami Gaz Çekiş Miktarı.....	4
3.3 Gaz basıncı.....	4
3.4 Boru Hattının Dizaynı	4
3.4.1 Güzargah sistemi.....	4
3.4.2 Basınç Kayıpları	4
3.4.3 Gazın Hızı	4
3.4.4 Çap Tayini	5
3.4.5 Malzeme Sistemi.....	5
3.4.5.1 Genel Özellikler.....	5
3.4.5.2 Boru için Malzeme.....	5
3.4.5.3 Boru Özellikleri	7
3.4.5.4 Boru hattındaki diğer ekipmanlar	9
3.4.5.5 Vanalar	9
3.4.5.6 Flanşlar ve Aksesuarlar.....	9
3.4.5.7 Fittingler.....	10
3.4.5.8 Çelik Boru Kaynağı	10
3.4.5.9 Binaya Girişte Borular	10
II İstasyon Ekipmanlar.....	12
1. Regülatörler.....	12
2. Filtreler.....	14
3. Vanalar.....	14
4. Sayaçlar.....	14
5. Kesici Vanalar.....	17
6. Tahliye Vanaları.....	17
7. Susturucular.....	17
8. Borulama.....	17

	VIII
III İstasyon Yerleşimleri.....	20
IV İstasyon tasarım ilkeleri.....	21
V. Tipik İstasyon Şemaları.....	22
1. Hata-Kapamalı Reglajlar.....	22
2. Çoğul Hata-Açmalı Reglajlar.....	22
3. Çift Diyaframlı Regülatörler.....	22
4. Monitor-Aktif regülatörler-Tek	22
Kademe Reglaj	
5. Monitor-Aktif Regülatör-Çift Kademe Reglaj.....	22
6. Kesici Vanalı Regülatörler.....	22
7. Kesici Vanalı Regülatörler-Çift Kademe Reglaj.....	23
VI.Basınç Aralıklarına Göre İstasyonlar.....	
BÖLÜM II Skoç Tipi Buhar Kazanı Dizaynı.....	42
I. Kazan Dönüşümde Mimarı Yönden Alınması gereken.....	45
tedbirler	
II.Kazan Dönüşümünde Elektrik Donanımı yönünden.....	45
alınması gereken tedbirler	
III.Kazan Dönüşümünde Gaz Donanımı Yönünden Alınması...	46
gereken Tedbirler	
1. Termodinamik Hesaplar.....	49
1.1 Kazan Isıtma Yüzeyi	49
1.2 Suyun Almış olduğu ısı	49
1.3 Kazan verimi.....	49
1.3.1 Baca Gazı Kaybı.....	51
1.3.1.1 Teorik Hava Miktarı.....	51
1.3.1.2 Teorik Özgül Duman Miktarı	52
1.3.1.3 Baca gazı ve Hava Sıcaklığı.....	52
Entalpisi	
1.3.2 Radyasyon Kaybı.....	54
1.4 Yakıt Miktarını Hesabı	54
1.5 Gaz Miktarının Hesabı	56
1.6 Alev Boyu	56
1.7 Külhan Boyu	56
1.8 Alev Boyundaki Maximum Teorik.....	56
Gaz Sıcaklığı	
1.9 Külhan Sonu Gaz Sıcaklığı	58
1.10 II.Çekim Sonu Gaz Sıcaklığı	59
1.10.1 Isı AlanlarınınTayini.....	59
1.10.2 Boru İçindeki Duvar Gazının Hızı.....	63
1.10.3 ortalama Duvar Gazı Sıcaklığı.....	65
1.11. III. Çekim Sonu Gaz Sıcaklığı.....	65
1.11.1 III.Çekim Sonu Gaz Hızı.....	65
1.11.2. Baca Gazının Sıcaklığı	66
2. Mukavemet Hesapları.....	68
2.1 Manto Kalınlığı.....	68
2.2 Düz külhan Et kalınlığı	69
2.3 Cehennemlik Et kalınlığı.....	69
2.4 Ön ve Arka Ayna Et kalınlığı	70
2.5 Takviye Bayrak Boyutları.....	70
2.6 Bulan Hesabı.....	71
2.7 Buhar Alma Vanası Çapı	72
2.8 Besleme Suyu Vanası Çapı.....	72

2.9 Besleme Suyu Pompa Gücü.....	73
2.10 Aspiratör Gücü Hesabı	73
SONUÇLAR	77
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	81

İÇİNDEKİLER (Devam)

EKLER :

1. Doğalgaz Tesisat Maliyet Hesap Çetveli.....	82
2. Skoç Tipi Doğalgazlı Buhar Kazanı İmalat Resmi.....	88
3. Doğalgazlı ilgili Hazırlanmış Türk Standartları.....	94

TABLÖLAR DİZİNİ I

TABLO 1. KG KATSAYI TABLOSU.....	13
TABLO 2. GİRİŞ GAZ HIZI.....	18

TABLULAR DİZİNİ II

Tablo 1 : Basınçlara göre su buharı cetveli.....	50
Tablo 2 : Gaz Entalpileri.....	53
Tablo 3 : Radyasyon ve Konveksiyon kayıpları.....	55
Tablo 4 : Teorik ocak gaz sıcaklığı-Ocak Gücü.....	57
Tablo 5 : Ortalama gaz sıcaklığı.....	60
Tablo 6 : Gazların ortalama ısınma ısısı.....	62
Tablo 7 : Boru içindeki duman gazı.....	64

ŞEKİLLER DİZİNİ I

Şekil 1. Hata-Kapamalı Reglaj (Tip 1).....	25
Şekil 2. Çoğul-Hata Açmalı Reglaj (Tip 2).....	26
Şekil 3. Çift Diyagram Reglaj (Tip 3).....	27
Şekil 4. Monitör-Aktif Regülatörler (Tip 4)..... Tek kademe Reglaj	28
Şekil 5. Monitör-Aktif Regülatör-çift kademe Regaj..... (Tip 5)	29
Şekil 6. Kesici Vanalı Regülatörler (Tip 6).....	30
Şekil 7. Kesici Vanalı Regülatörler-Çift kademe..... Reglaj (Tip 7)	31
Şekil 8. Bölge Regülatör Sistemi (25 Bar/4 Bar).....	34
Şekil 9. Doğal Gaz Yakıt Hattı Örneği (Tip 1).....	37
Şekil 10 Doğal Gaz Yakıt Hattı Örneği (Tip 2).....	39
Şekil 11 Doğal Gaz yakıt hattı Örneği (Tip 3).....	41

ŞEKİLLER DİZİNİ II

Şekil 1 : Takviye bayrak boyutları

.....Sayfa 70

SİMGELER DİZİNİ

- F : Kazan ısıtma yüzeyi (m^2)
- D : Buhar miktarı (Kg/h)
- Q : Suyun almış olduğu ısı (kJ/kg)
- İd : İstenilen basınca tabi buharın entalpisi (kJ/kg)
- İb : Besleme suyu sıcaklığına karşılık gelen entalpi (kJ/kg)
- vu : Yanma kaybı
- vl : Radyasyon kaybı
- η : Kazan verimi
- vb : Baca gazı kaybı
- Hu : Yakıt alt ısı değeri (kJ/kg)
- ϕ, λ : Hava artı sayısı
- Vg : Özgül gaz duman miktarı (Nm^3/kg)
- ib : Baca gazına karşılık gelen entalpi (kJ/Nm^3)
- ih : Hava sıcaklığına ait entalpi (kJ/Nm^3)
- Vgo : Teorik özgül duman miktarı
- Vho : Teorik özgül hava miktarı
- tb : Baca gazı sıcaklığı ($^{\circ}C$)
- tg : Kazanda üretilen buhar sıcaklığı ($^{\circ}C$)
- B : Yakıt miktarı (kg/h)
- Qg : Gaz tarafından üretilen ısı miktarı
- la : Alev boyu (mm)
- dk : Külhan çapı (mm)
- L : Külhan boyu (mm)
- tth : Alev boyundaki maksimum gaz sıcaklığı ($^{\circ}C$)
- q : Özgül ocak yükü ($MJ/m^2 h$)
- F $\bar{B}$: Külhan alev boyuna karşılık gelen toplam ısı alanı (m^2)

A : Külhan kesit alanında olabilecek ısı alanı (m^2)
Fr : Külhan alev boyuna karşılık gelen ısı alanı (m^2)
 δ : Vg/Fb oranı
tg1 : Külhan sonu gaz sıcaklığı ($^{\circ}C$)
Fl : Külhan toplam uzunlamasına ısı alanı (m^2)
FB1 : Alev ucundan külhan sonuna kadar külhan ısı alanı (m^2)
FB2 : Alev ucundan külhan sonuna kadar toplam ısı alanı (m^2)
q2 : Alev ucundan külhan sonuna kadar ki ocak gücü (kj/m^2h)
tg2 : II. Çekim sonu gaz sıcaklığı ($^{\circ}C$)
FII : II. Çekim ısı alanı (m^2)
FIII: III. Çekim ısı alanı (m^2)
Fd : Cehennemlik ısı alanı (m^2)
LII : II. Çekim boru uzunluğu (mm)
ZII : II: Çekim boru sayısı
WII : Boru içinde duman gazı hızı (m/san)
tgm : Ortalama duman gazı sıcaklığı ($^{\circ}C$)
 α_{II} : Isı iletkenlik sayısı ($kj/Nm^3/h^{\circ}C$)
Cp : Sıvı veya gaza ait ısınma ısısı ($Kj/NM^3h^{\circ}C$)
tw : Duvar sıcaklığı ($^{\circ}C$)
tg3 : Baca gazının sıcaklığı ($^{\circ}C$)
dc : Cehennemlik çapı (mm)
da : Kızgın buhar borusu dış çapı (mm)
Pt : Tecrübe basıncı (atü)
K : Mukavemet katsayısı

S : Emniyet katsayısı
V : Kaynak faktörü
e : Manto kalınlığı (mm)
e1 : Düz külhan et kalınlığı (mm)
L : Ocak dayanma noktaları arasındaki uzaklık (mm)
e2 : Cehennemlik et kalınlığı (mm)
U : Ovallık sayısı (%)
l : Cehennemlik genişliği (mm)
e3 : Ön ve arka ayna et kalınlığı (mm)
Sb : Bayrak kesit alanı (cm²)
n : Bayrak adedi
d : Buhar alma vanası çapı (mm)
dbs : Besleme suyu vanası çapı (mm)
N : Besleme suyu pompa gücü (kw)
Na : Aspiratör gücü (kw)

GİRİŞ :

Türkiye ile Sovyetler Birliği arasında 1984 yılında doğal gaz alımına ilişkin olarak başlatılan görüşmeler 18 Eylül 1984 tarihinde imzalanan çerçeve anlaşma ile doğal gaz alımını karara bağlanmıştır.

Gerek hava kirliliği, gerek ekonomik oluşu diğer enerji kaynaklarına nazaran doğal gazı daha üstün kılmaktadır.

Bu sebeple Doğalgaz kullanımını ülkemiz açısından büyük bir kazanç olarak nitelendirebiliriz. Bu çalışmamda; 1. bölümde endüstriyel tesislerde doğal gaza geçiş ve tesisat üzerinde durulmuş ve tesisat ekipmanları tanıtılmıştır. Ayrıca istasyon tipleri karşılaştırılmıştır. 2. Bölümde ise konu bütünlüğü açısından doğal gazlı Skoç tipi bir buhar kazanının projelendirilmesi yapılmıştır.

Bölüm I :

Endüstriyel Tesislerde Doğal Gaza Geçiş ve Tesisat :

BOTAŞ'ın fabrika için kurduğu basınç düşürme ve ölçüm istasyonundan sonra, tesis içi doğal gaz tesisatını oluşturmaya çalışalım :

I. BASINÇ DÜŞÜRME VE ÖLÇÜM İSTASYONU :

Basınç düşürme ve ölçüm istasyonu; bölgesel istasyonlardan orta basınçta (19 bar'ın altında) gelen gazı fabrikanın ihtiyaç duyduğu basınca düşürmek ve faturalamaya baz olacak ölçümü yapmak üzere kurulmaktadır. Bu istasyonlar iki adet basınç düşürme hattı ve bir adet by-pass hattından müteşekkildir. Basınç düşürme hatlarından birinde arıza olması durumunda otomatik olarak diğer hat devreye girecektir. Her iki basınç düşürme hattı da arızalandığı takdirde manuel elle tahrikli hat kesintisiz gaz arzını sağlar.

1. YER TESBİTİ :

Basınç düşürme ve ölçüm istasyonu yeri tesis arazisi içinde, sistemin emniyeti açısından uygunluk gözönüne alınarak ve BOTAŞ bakım onarım ekiplerinin kolay ulaşabileceği şekilde seçilmelidir.

2. BOTAŞ BASINÇ DÜŞÜRME VE ÖLÇÜM İSTASYONU EKİPMANLARI :

İstasyon aşağıda belirtilen ekipmanlardan oluşmakta ve bütünüyle botaş tarafından sağlanmaktadır. Daha sonra ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

2.1. Filtre :

Filtrenin fonksiyonu, gaz içinde bulunabilecek muhtemel her türlü toz ve taneciği tutarak, regülatör ve sayacı korumaktır.

2.2. Regülatör :

İki adet regülatör hattı olup, biri esas diğeri yedektir. Regülatörün fonksiyonu, gaz basıncını BOTAŞ ve müşteri arasındaki kontratta belirtilen değere düşürmektedir.

2.3. Sayaç :

Sayaç faturalama için gerekli okumayı yapmaktadır. Sayaçlar üzerinde birde, basınç, sıcaklık ve sıkıştırılabilirlik faktörüne göre düzeltme yapabilir bir hacim düzeltici mevcuttur. Faturalamada standart şartlar esas alınmaktadır. (1013, 25 mbar basınç ve 15 C)

2.4. Emniyet Vanaları :

Bu vanalar, sistemi aşırı basınca karşı koruyan ve fazla gazı sistemden tahliye eden vanalardır.

2.5. İstasyona Müdahale (Acil Durumlarda) :

İstasyonun tamamen devreden çıkması durumunda mevcut by-pass hattı müşteri tarafından açılabilir. By-pass hattını açan teknisyen BOTAŞ eğitim merkezinden sertifikalı olacaktır.

2.6. Müşteri tesisatı (Fabrika) giriş vanası :

Fabrika (Müşteri), BOTAŞ basınç düşürme ve ölçüm istasyonundan sonra kendi sistemini izole etmek üzere 1 Adet küresel vana koyacaktır.

3. ENDÜSTRİYEL BİR TESİSTE DOĞAL GAZ TESİSATI :

3.1. Tesisatın Mülkiyeti ve Sorumluluğu :

Basınç düşürme ve ölçüm istasyonundan sonraki tesisat tamamıyla fabrikatın mülkiyetinde ve sorumluluğunda olacaktır.

3.2. Azami gaz çekiş miktarı : (Qgaz Max)

Tesisin ihtiyacına göre BOTAŞ'la müşteri arasında saatlik, günlük, aylık ve yıllık olarak saptanıp, bu değerler Gaz Satış Sözleşmesi Özel şartları ilgili maddesinde belirtilecektir. Müşteri hiçbir saat, gün, ay yada sözleşme yılında BOTAŞ'ın daha önce yazılı olarak verilmiş onay olmaksızın söz konusu çekiş miktarları üzerinde gaz çekiş yapamaz.

3.3. Gaz Basıncı :

Basınç düşürme ve ölçüm istasyonundan sonra, tesis içindeki tüm cihazların optimum şartlardan çalışması için gerekli olan gaz basıncıdır.

3.4. Boru hattının dizaynı :

Boru hattı aşağıdaki hususlar gözönüne alınarak dizayn edilmelidir.

3.4.1. Güzergah Seçimi :

Güzergahı seçerken boru hattının mekanik hasar ve aşırı strese maruz kalmayacağı emniyetli yerlerden geçmesine dikkat etmemiz gerekir. Boru hattını hiçbir zaman yakıt depoları, dienaj kanalları, kanalizasyon, galeri, bodrum katı, havalandırma bacası, asansör boşluğu vs. gibi yerlerden geçirmemeliyiz.

Ayrıca borunun diğer borulara ve binalara yeterli emniyet mesafesinden geçmesine dikkat edilmelidir. Yol geçişleri olması halinde yeterli emniyet tedbirlerini almalıyız.

3.4.2. Basınç Kayıpları :

Doğal Gaz Boru Tesisatındaki basınç kayıpları hesaplanarak, yakma cihazlarının ihtiyacı olan gaz arzı sağlanır.

Ref : TS 6565 Şubat 1989

3.4.3. Gazın Hızı :

Sistemde gereksiz gürültü ve titreşimi önlemek amacıyla gaz hızı 25 m/sn olarak tavsiye edilebilir.

3.4.4. ap tayini :

Boru iç çapı, azami çekiş, hız ve müsade edilebilir basınç kayıplara göre hesaplanır.

3.4.5. Malzeme Seçimi :

3.4.5.1. Genel zellikler

Boru ve diğerk ekipmanların malzemeleri

- Birbirine uygun olmalı
- Gaz için kimyasal açıdan kullanılabilir olmalıdır.

Ayrıca standartlarda belirtilen malzeme olması gerekir.
Borular dikişli veya dikişsiz olabilir.

3.4.5.2. Boru için malzeme :

Boru malzemesi kimyasal ve mekanik olarak aşağıdaki standartlarla uygunluk içinde olmalıdır.

Ref :	TS 416	Fe 37.2	Dikişli Boru
	TS 346	Fe 35	Dikişsiz Boru
	DIN 17172	St E 240.7	Malzeme No: 1.0457
	API 5LGr.B		Dikişli ve dikişsiz boru

(Tablo - elik boruların kimyasal bileřimleri)

İmalat Metodu	Standart	Sınıflandırılması	C Max	Mn Max	P Max	s Max
Dikişli ve Dikişsiz Borular	API 5L	Sınıf B	Dikişsiz 0.27 Dikişli 0.26	1.15	0.04	0.05

Dikişli ve Dikişsiz Borular	DIN17172	St E 240.7 Malzeme No : 1.0457	0.17	0.40	0.04	0.035
Dikişsiz Borular	Ts 346	Fe 35	0.18	0.40	0.05	0.05
Dikişli Borular	TS 416	Fe 37,2	0.20	-	0.06	0.05

Mekanik Özellikleri :

İmalat Metodu	Standart	Sınıflandırılması	Akma Mukavemeti Min.MPa	Çekme Mukavemeti Mpa
Dikişli ve Dikişsiz Borular	API 5L	Sınıf B	241	413
Dikişli ve Dikişsiz Borular	DIN 17172	ST E 240.7 Malzeme No:1.0457	240	370 den 490'a
Dikişsiz Borular	TS 346	Fe 35	240	350 den 450'ye
Dikişli Borular	TS 416	Fe 37.2	240	350 den 450'ye

3.4.5.3. Boru Özellikleri

- Boru Boyutları :

Boyut ve ağırlık için Ref: TS 346, TS 416, DIN 2448, API5L Boru ve fitting standartlarını inceleyerek çap ve et kalınlıkları için aşağıdaki tablo bize fikir verecektir.
Boru ve bağlantı parçaları boyutları :

Nominal çap		Dış Çap		Et Kalınlığı	
mm	İnch	mm	İnch	mm	İnch
10	3/8	17.2 17.1	0.675	1.8 2.3	0.071 0.091
15	1/2	21.3	0.840	2.0 2.8	0.079 0.109
20	3/4	26.9 26.7	1.050	2.3 2.9	0.090 0.113
25	1	33.7 33.4	1.315	2.6 3.4	0.102 0.133
32	1 1/4	42.4 42.2	1.660	2.6 3.6	0.102 0.140
40	1 1/2	48.3	1.900	2.6 3.7	0.102 0.145
50	2	60.3	2 3/8	2.9 3.9	0.114 0.154
80	3	88.9	3 1/2	3.2 4.0	0.126 0.156
100	4	114.3	4 1/2	3.6 4.0	0.140 0.156
125	5	139.7 141.3	5 1/2 5 9/16	4.0	0.156
150	6	168.3	6 5/8	4.5 4.0	0.177 0.156
200	8	219.1	8 5/8	5.9 4.8	0.232 0.188

250	10	273 273.1	10 3/4	6.3 5.2	0.248 0.203
300	12	323.9	12 3/4	7.1 5.6	0.280 0.219
350	14	355.6	14	8. 6.4	0.315 0.250
400	16	406.4	16	8.8 6.4	0.346 0.250

- Boru uçları düzeltilmiş olacaktır.

Nominal Çapı 2" e eşit veya büyük borular (et kalınlığı 0.8 mm -1.6 mm) sivri uçlu olabilir.

- Boruların fabrika testi :

Borular fabrikada ilgili boru standartına göre hidrostatik teste tabi tutulacaktır. (Test kayıtları üretici tarafından müşteriye teslim edilecektir.)

- İşaretleme

Borular üreticinin işaret ve kodunu taşımalıdır.

- Kaplama

Yer altına dönecek borular fabrikadan polietin kaplı olarak alınacak. Ref : TS 5139
TS 4359
TS 4357

3.4.5.4. Boru hattındaki diğer ekipmanlar :

Boru hattındaki diğer tüm ekipmanların tespit edilen çalışma basıncına mukavemet edebilmesi ve gaza uygun olması gerekir.

Ref : TS 2649

Tüm ekipmanlar kaynaklanabilir karbon çeliği olmalıdır.

3.4.5.5. Vanalar :

Vanalar ilgili standartlara uygun olmalıdır.

Ref : API 6D
ANSI B16.34

Vanaların basınç sınıfları maksimum çalışma basıncına göre seçilmelidir.

ANSI 150
veya 150 PN 20 veya PN 25

3.4.5.6. Flanşlar ve Aksesuarlar :

Flanşları ilgili standartlara uygun seçmeliyiz.

Ref : ANSI B 16.5
DIN 2633

- Çelik Civata ve somunlar :

Ref : TS 80 (Genel)

Malzeme :

Karbon çeliği ASTM A 307 Gr B

Cr Mo Çeliği ASTM A 193 Gr B7 veya eşdeğeri

- Çonta :

Ref : DIN 2690

DIN 3754 (Malzemesi)

- Sızdırmazlık Contası :

- Perbunan

- Viton olabilir.

3.4.5.7. Fittingler TS 2649

Dirsek Ref : DIN 2606

T Ref : DIN 2615

Redüksiyon Ref : DIN 2616

3.4.5.8. Çelik Boru Kaynağı :

Çelik boru kaynağı manuel olarak elektrik ark kaynağı yapılmalı ve örtülü ark elektrodu kullanılmalıdır.

Kaynak : Kalifiye bir ekip tarafından ve standartlara uygun yöntem ve elektrodlarla yapılmalıdır.

Ref : DIN 8563, API 1104

TS 563 , TS 3349, Ts 5437

- Korozyondan Koruma

Yeraltı boru hatları korozyondan polietilen kaplama yapılarak korunabilir.

Kaynaklı birleştirme yerleri uygun bir yapışkan şeritle kaplanmalıdır.

Ref : TS 2169

3.4.5.9. Binaya Girişte borular :

Doğal gaz borusunun binaya duvardan girmesi durumunda gerekli koruma ve sızdırmazlık önlemini almalıyız.

- Polietinin bazı fiziksel özellikleri :

- Yoğunluğu çeliğe göre sekiz kat düşüktür (930-950 kg/m³)
- Isıl uzama katsayısı çeliğe göre on kat fazladır. (130 - 200 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$)
- Isıl iletkenliği düşüktür. (0.4 kcal/mh $^\circ\text{C}$)
- Özgül ısı : 0.45 kcal/kg $^\circ\text{C}$)
- Çok iyi bir yalıtıcıdır. (20 $^\circ\text{C}$ de direnci 10¹⁰ Ωm)
- Geçirgenliği düşüktür. (DOĞAL GAZ İÇİN 0.6 m³/km-yıl/bar)
- Ateşle yanar mum şeklinde erir ve benzer bir koku yayar.
- Korozyon direnci çok yüksektir. Yalnız, aromatikleri gibi bazı organik maddeler yaşlanmasını hızlandırır.

II. İSTASYON ELEMANLARI :

Daha önceden kısaca değindiğimiz elemanları şimdi daha detaylı inceleyelim.

1. Regülatörler :

Regülatör seçerken temelde KG değerini bulmamız gerekir.

KG; yani akış katsayısı kısaca şöyle tanımlanabilir: Bir regülatörün mutlak giriş basıncı ($P_{gabs} = 2.013$ bar) ve mutlak çıkış basıncı ($P_{cabs} = 1.013$) şartları altında tam açık pozisyonda iken geçirdiği debi miktarına akış katsayısı (KG) denir. Bu katsayı standart şartlar altında havayla yapılan bir test sonucu belirlenir. KG değeri bir gaz regülatörünün kapasitesini belirlemede en önemli faktördür.

Aşağıda verilen şekilde KG katsayısını grafik yoldan hesaplayalım. Bu grafik doğal gaz için geçerli olan aşağıdaki denklemler temel alınarak hazırlanmıştır.

1) Debi (Q_n) kritik altı basınç düşümündeyse,

$$\frac{P_c}{P_g} > 0.53$$

$$Q_n = KG \sqrt{P_c(P_g - P_c)} \quad (\text{m}^3/\text{Saat})$$

2) Debi (Q_n) kritik üstü (süperkritik) basınç düşümündeyse

$$\frac{P_c}{P_g} < 0.53$$

$$Q_n = KG \frac{P_g}{2} \quad (\text{m}^3/\text{Saat})$$

NOT : Bu denklemle kullanılması gereken basınç değeri mutlak basınçtır. (bar abs)

Grafikte ise manometre basıncıdır. (bar pange) (Tablo 1)

Şimdi Grafik yardımıyla KG'yi hesaplıyalım :

Veriler : Min giriş basıncı $P_{gmin} = 4.5$ bar
Max çıkış basıncı $P_{cmax} = 0.5$ bar
İstenilen max debi $Q_n \text{ max} = 6 \text{ ton/h} = 6000 \text{ m}^3/\text{h}$

K_G KATSAYI

TABLOSU

DİKKAT

Bu diyagram doğal gaz için hazırlanmıştır. Diğer gazlar için akış oranını doğal gaza eşdeğer akış oranına dönüştürmeden önce boru ve orifis boyutları belirlenmelidir.

Eşdeğer doğal gaz akış oranı

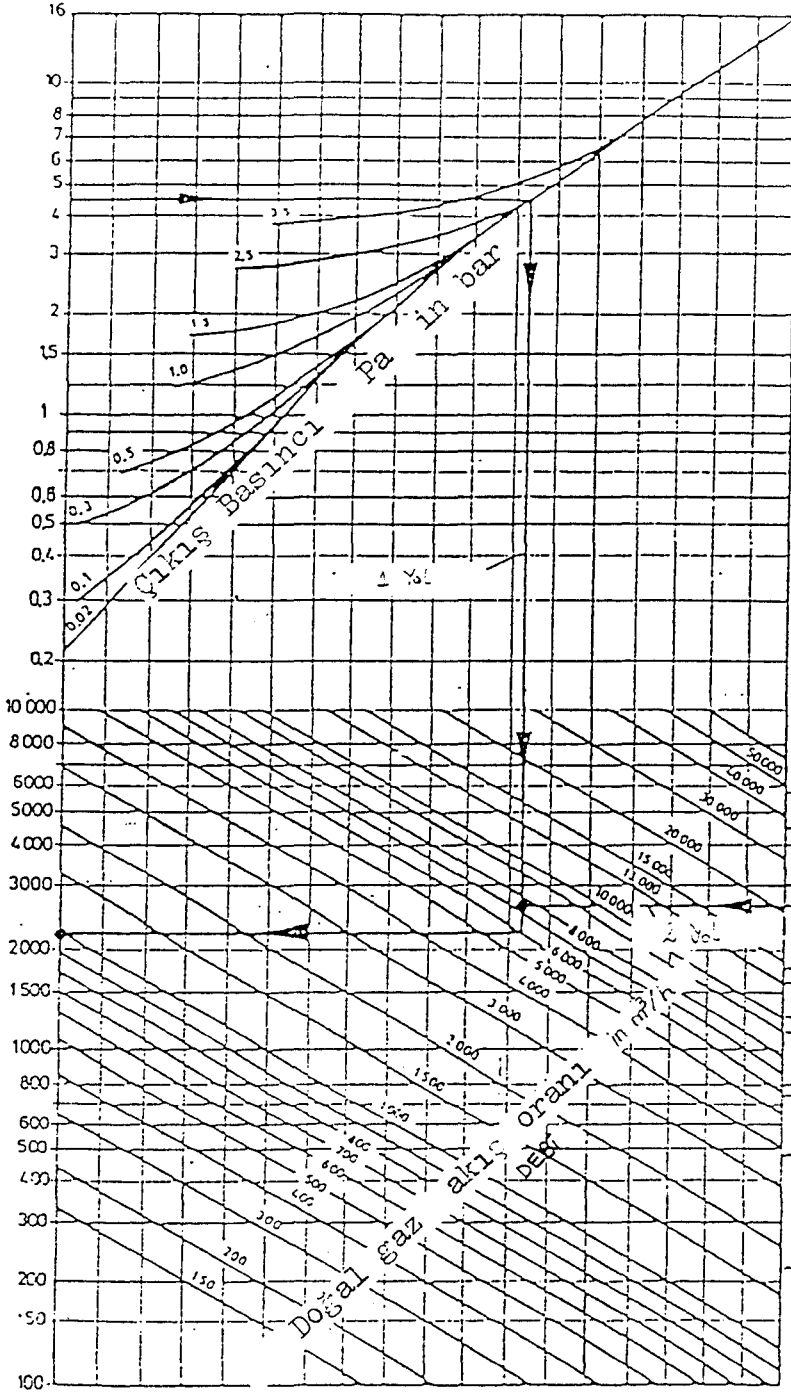
$$\text{doğal gaz} = \frac{q_{\text{in gaz}}}{f} \text{ in m}^3/\text{h}$$

Dönüşüm faktörü : f

town gaz 1,23	Nitrojen 0,81
long distance gaz 1,20	Sir 0,80

Akış oran katsayı si in m ³ /h	Boru boyutu in mm	Valf - boyut in mm	Bayut 1 in mm	Bayut 2 in mm	Bayut 3 in mm
5 800	100	100	3		
4 500	100	80	5		
4 000	80	80	5		
3 000	100	60	8		
2 700	80	50	9		
1 600	50	50	16		
1 350	40	50	16		
1 300	50	41	16		
1 150	40	41	16		
800	50	31	16		
750	40	31	16		
480	25	33	16		
220	25	20	16		

Doğal gazın
yoğunluğu ≈ 0,8 kg/m³



Grafikten $KG = 2200 \text{ m}^3/\text{h}$ olarak okuduk.

Seçilen KG her zaman gereken KG'den daha büyük olmalıdır.

Tavsiye edilen büyüklük :

$KG \text{ seçilen} = 1.2 \times KG \text{ gereken}$
şeklindedir.

2 - Filitreler :

Filtreler regülatör öncesi izolasyon vanasıyla kesici vana arasına yerleştirilmelidir. Filtrelerde dikkate alınması gereken nokta, kolay temizleme/ bakım olanaklarının varlığıdır. Filtrenin yanında filtre elemanının durumunu gösteren yan kontrol elemanı (diferansiyel basınç göstergesi) monte edilir.

Hassas bir filtreleme gerektiğinde filtre elemanı olarak cam elyaf veya hassas kağıt filtreler kullanılabilir. Filtre tipi tamamen gazın durumuna, temizlik derecesine bağlıdır.

İstasyona gazla birlikte sıvı fazla akışkan gelmesi durumunda filtre elemanı ile birlikte bir SEPERATÖR (ayıştırıcı) kullanılmalıdır. Gaz reglaj sistemlerinin en önemli düşmanı sıvılardır.

3 - Vanalar :

Vana Seçiminde gözönüne alacağımız faktörler şunlardır :

- Tüm işletme basınçlarında etkin sızdırmazlık
- Vana geçişi sırasında minimum basınç kaybı
- Mekanik dayanıklılık
- Vana tork karakteristikleri
- Vananın açma kapama (işlem) hızı
- Vana kumanda yönlerinin aynılığı

4 - Ölçüm Elemanları (SAYAÇLAR) :

Ölçüm elemanları tipine göre şöyle sıralanabilir.

- Türbinmetre
- Orifis Plaka
- Yerdeğiştirmeli dönel ölçü sayaçları
- Vorteks metre

a) Türbin metreler

Prensip olarak; üzerinde kanatçıkları bulunan bir çark, gaz akışı tarafından döndürülür.

Dönüş sayısı, akan gaz hacmi ile orantılıdır ve bir sayıcıda kaydedilir.

$$\frac{V}{n} = K$$

$$V = n.k$$

Burada ; K = Sabit
n = Dönüş Sayısı

Sistemin Avantajları

- Doğruluk %41'den iyidir.
- Sayaç boyu kısadır.
- Arıza halinde gaz akışı engellenmez
- Doğrudan okuma göstergesi vardır.
- Geniş ölçüm aralığı
- Düşük ve yüksek debili gaz ölçümüne uygundur.
- Düzeltici kaydedici, yazıcı vb. gibi çeşitli aksesuarlarla kullanılabilir.

b) Orifis Plaka

Ölçülecek gazın hızı, boru daraltılarak artırılabilir. Gaz hızının artması bir basınç ΔP düşümü meydana getirir. Bu basınç düşümü hacim ile orantılıdır.

$$V = k.\sqrt{P}$$

K = Sabit

Sistemin Avantajları

- Hareketli parçalar yoktur.
- Basit ve kolay yapı.
- Çok yüksek gaz akışlarına uygulanabilir.
- Ölçü sistemi arızası orifisten gaz dağıtımını aksatmaz

Dezavantajları

- Karakteristik lineer değildir.
- Ölçüm aralığı dardır. 4:1
- Basınç düşümü fazladır.
- Sistem boyu uzundur
- Doğruluk %2-10 dolayındadır
- Doğrudan okuma göstergesi yoktur
- Ölçüm; basınç, sıcaklık ve yoğunluk değerlerine bağlıdır.

c) Dönel Ölçü Sayaçları :

Ölçülecek gazın miktarı sayaçtan sabit olarak geçilir ve bir sayıcıda toplam alınır.

$$V = 4 \cdot \bar{V} \cdot n$$

n = Dönü sayısı

Sistemin Avantajları

- Doğrudan okuma göstergesi vardır.
- Basınç düşüşü azdır.
- Geniş bir doğruluk %'sine sahiptir
- Geniş ölçüm aralığına sahiptir

Dezavantajları

- Aygıtın arızası durumunda gaz geçişi durur.
- Pahalıdır.
- Düşük ve orta miktarlardaki gaz ölçümüne uygundur.
- Kirlenmeye karşı hassastır.
- Dönen parçaları vardır.

d) Vorteks Metre :

Düzgün bir akış içerisinde yerleştirilen köşeli bir cisim akış yönünde vorteksler oluşturulur. Vorteksin frekansı, akış hızı ve debisiyle orantılıdır.

$$V = k \cdot F$$

K = Sabit sayı

f = Vorteks frekansı

Frekans ; ortamın basınçına, sıcaklığına ve yoğunluğuna bağlı değildir. Ölçüm yolu üzerinde düzgün bir akım sağlamak için, giriş hattı, bir akım koşullandırıcı ile donatılabilir.

Aygıtın Avantajları

- Dönen Parçaları yoktur.
- Geniş ölçüm aralığına sahiptir.
- Düşük basınç kaybı
- Gaz filtrasyonuna ihtiyaç göstermez
- Doğru ölçüm
- Yüksek gaz hızları için uygun
- Arıza halinde gaz akışı engellenmez

Dezavantajları

- Direk okuma göstergesi yoktur.
- Sayaç boyu uzundur.
- Darbeli akış ölçüm doğruluğunu etkiler.

5 - Kesici Vanalar :

Kesici vanalar tam otomatik olmalıdır. Hata kapamalı olarak tasarlanmalı ve elle tazyikli olarak maksimum çıkış basıncına ayarlanmalıdır.

Kesici vanayı seçerken kullanılacak regülatöre uyum ve dayanıklılık testlerine pozitif sonuç, ayarlanabilme kolaylığı, çalışma basınç aralığı gibi özelliklere dikkat etmeliyiz.

6 - Tahliye vanaları :

Tahliye Vanaları, kesici vanalar gibi tam otomatik işletimli olmalı ve tercihen hata-açmalı tasarlanmalıdır. Kullanılan regülatöre uyum önemlidir.

7 - Susturucular :

Basıç düşürme işlemi sırasında ses üretilir. Sesin ortaya çıkmasına neden olan istasyon borulaması olabileceği gibi istasyon elemanlarında olabilir.

Bu nedenle eleman seçiminde ve boru tasarımı sırasında standartlara belirlenmiş ses sınırlarının aşılmasına çalışılmalıdır.

Eğer bu sınırların aşılması söz konusu ise aşağıdaki özelliklere göre seçimi yapılabilecek özel hat içi susturucular kullanılabilir :

- a) Debi
- b) Maksimum çalışma basıncı
- c) Susturucu boyunca maksimum kabul edilebilir basınç kaybı
- d) Takılacak konum
- e) Bağlantı elemanları

Susturucu çıkış ağzı, belirlenen çıkış hızları için çıkışta türbülans sonucu ses üretimine engel olacak şekilde imal edilmelidir.

8 - Borulama :

İstasyon elemanlarını birbirine bağlayan borulama parçaları tasarlanırken gözönüne alınması gerekli noktalar şunlardır :

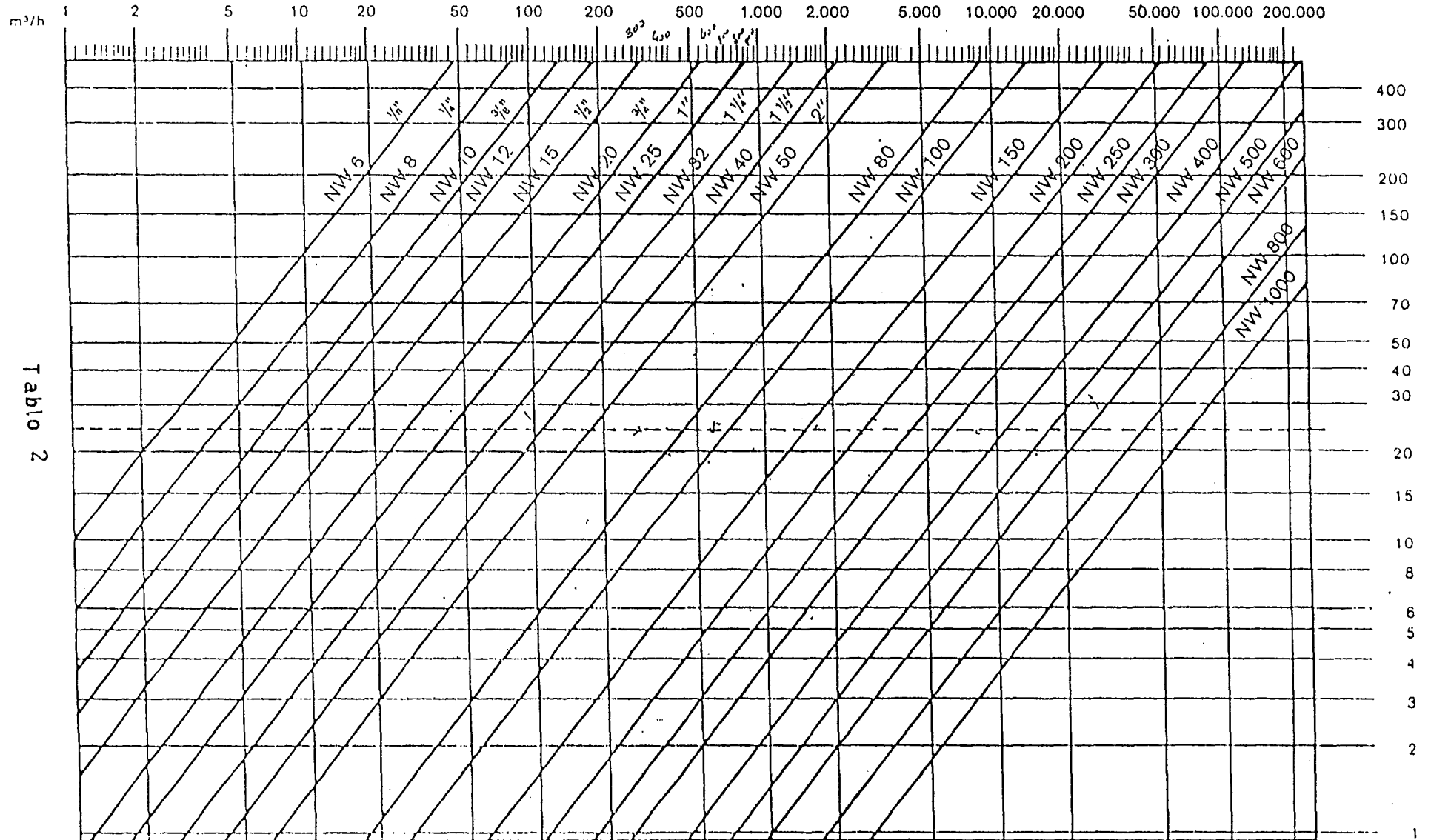
- Boru çapları / gaz hızının filtre edilmemiş gaz için 20 m/s ve filtrelenmiş gaz için 45m/sn olacak şekilde seçilmelidir. (Tablo 2 : Gaz hızı m/s)
- Boru ile istasyon elemanlarının çap uyumsuzluğu halinde ek parçalar kullanılabilir. Böyle hallerde ek parça açışı maksimum 15 olması türbülans oluşumunun engellenmesi açısından gereklidir.

GİRİŞ
GAZ HIZI (m/s)

Gasgeschwindigkeit in m/s (bezogen auf m³/h)

Velocité de gaz en m/s (rélié à m³/h)

Velocity of gas in m/s (referred to m³/h)



Tablo 2

- Boru eleman bağlantıların sökölüp takılır halde olması bakım açısından gereklidir.
- Boru askıları ve destekleri için termal boru genişlemesine izin verir durumda olması gerilme yüklerine dayanıklı olması ve izolasyon çok önemlidir.

III. İstasyon Yerleşimleri :

Bir basınç düşürme ve ölçüm istasyonunun en uygun yerleşimi için aşağıdaki noktalar gözönüne alınmalıdır.

- İstasyona kolay ulaşım olanağı sağlanmalıdır.
- Su basması, kayma vb. doğal etkilerden uzak olmalıdır.
- Giriş basıncı 75 mbar'ı aşmayan durumlarda sinai binalarda bina dışında tahliye yapılabilecek şekilde borulanmış tahliye vanaları konulmak şartıyla 2 bar giriş basınçlı regülatörler konulabilir.
- Tahliye borusu tahliye kapasitesini ve tam giriş basıncını taşıyacak durumda olmalıdır.
- Regülatör öncesinde veya kendi gövdesinde, hata halinde tüm hattı kapatacak kesici vanalar mutlaka olmalıdır.
- İstasyon uygun bir koruma altına alınmalıdır. Tel örgüsü ile yetkisiz kişilerin istasyona ulaşmaları engellenmelidir. Ayrıca hava şartlarından dolayı oluşabilecek olumsuz etkileri azaltmak için istasyonların bir kabin içine yerleştirilmesi veya en azından bir sundurma altına alınmaları gereklidir.

IV. İstasyon Tasarım İlkeleri :

Tasarım sırasında ele alınması gerekli temel kriterler şunlardır :

- a) İstenilen gaz debisi ve debideki değişim oranları (min-max)
- b) Debiye bağlı olarak giriş ve çıkış basınçları,
- c) Kullanıcı istekleri,
- d) Gaz akışının devamlılığı zorunlu olduğu veya kesintilerin istenmediği durumlarda bakım yada arıza halinde gaz akışını sağlayacak % 100 yedek hat talebi,
- e) Gazın durumuna bağlı olarak regülatör, ölçüm ve diğer kontrol donanımını kir, toz veya gaz yoğunlarından koruyacak filitre gerekliliği,
- f) Çıkış hatlarını istenmeyen yüksek basınçlardan korumak için emniyet cihazlarının temini,
- g) İstasyon donanımı ve sıcaklık,
- h) Ses sınırı şartlarına uygunluk,
- j) Tahliye halinde, atılan gazın ölçülebilmesini sağlayan sayaçları tahliye olanağı,
- k) İstasyon otomatik yada uzaktan kumandası.

V. Tipik İstasyon Şemaları :

Bu şemalar kullanıcı istekleri gözönüne alınmak kaydıyla çeşitli alternatifler içermektedirler.

Şimdi bu şema örneklerini inceleyelim :

1) Hata - Kapamalı Reglajlar

Kontrol devresinde yada regülatörün kendisinde oluşabilecek bir hata halinde regülatör devre dışı kalarak hatayı kapatmaktadır. Akış devamlılığının zorunlu olduğu uygulamalarda %100 yedek hattı mevcut olmalıdır. (TİP 1)

2) Çoğul Hata - Açmalı Reglajlar

Bu tip reglajlarda regülatörler arası bağlantı söz konusudur. Farklı basınç aralıklarına set edilen regülatörler devreyi sürekli açık tutarlar.

Bu tip debi değişimlerine karşı ani uyum istenen durumlar için çok uygundur. (TİP 2)

3) Çift Diyaframalı Regülatörler

Bu tipte çıkış hattının fazla basınçtan korunmasını sağlayan tasarım göz önüne alınmıştır. Bu regülatörler genellikle tek başlarına kullanılırlar ve akış yüklerindeki değişimlere tepki süreleri daha yavaştır. (TİP 3)

4) Monitör - Aktif Regülatörler - Tek Kademe Reglaj

Bu tipte ikinci veya aktif regülatör hata açmalı tiptedir. Monitör (gözlemci) regülatör ise aktif regülatörden çok az yukarıda bir basınç değerine ayarlanır ve bir hata halinde devreye girer. Bazı hallerde monitör ve aktif regülatörlerin konumları değiştirilebilir. (TİP 4)

5) Monitör - Aktif Regülatör - Çift Kademe Reglaj

Bu tip 4 deki gibi tasarlanmıştır. Ancak monitör durumda regülatör aynı zamanda birinci kademe reglajı gerçekleştirmelidir.

İkinci kademe regülatör ise giriş basıncının tamamını karşılayabilir kapasitede olmalıdır. Bu uygulama çoğunlukla yüksek giriş basınçları için kullanılır. Ancak akış yükündeki değişimlere çabuk tepki istendiği hallerde tercih edilir. (TİP 5)

6) Kesici Vanalı Regülatörler

Çıkış hattının fazla basınçtan korunmasının istendiği hallerde en uygun tasarımıdır.

Ancak akış sürekliliğinin istendiği hallerde, ikinci bir hat gerekir. (TİP 6)

7) Kesici Vanalı Regülatörler Çift Kademe Reglaj

2 Kademe reglaj söz konusudur. Kesici vana uygulaması Tip 6 daki gibidir.

Çift kademe düşünüldüğünde göz önüne alınması gereken önemli nokta kademeler arası basınç ayar noktaları ve iki regülatör arasında dengesizliğe yol açmayacak bir borulama tasarımı yapılmasıdır. (TİP 7)

STANDART SEMBOLLER

VANALAR

EL KUMANDALI :



MEKANİK KUMANDALI :



REGÜRATÖRLER :



BASINÇ TAHLİYESİ :



GENEL

FİLTRELER :



50 mikro'nun
üzerinde

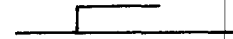
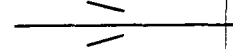


50 mikro'nun
altında

AKIŞ YÖNÜ :

FİTTİNGLER

REDÜKSİYON :



İMPULS HATTI :

BASINÇ GÖSTERGESİ :

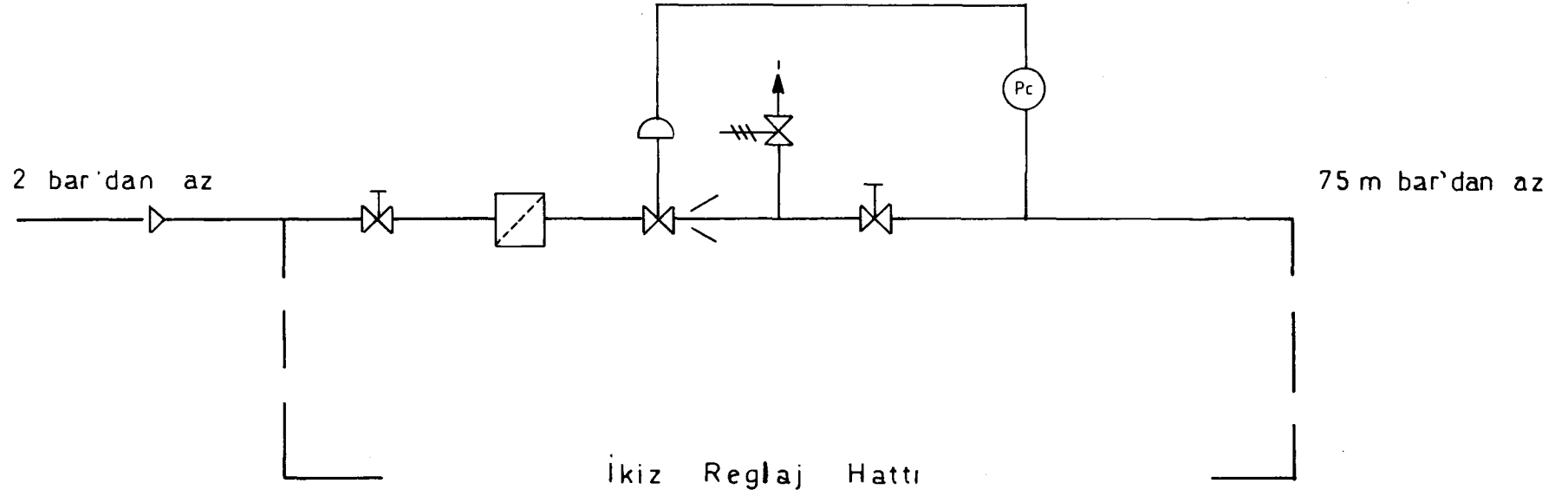


EMNİYET VEYA KESİCİ CİHAZ :

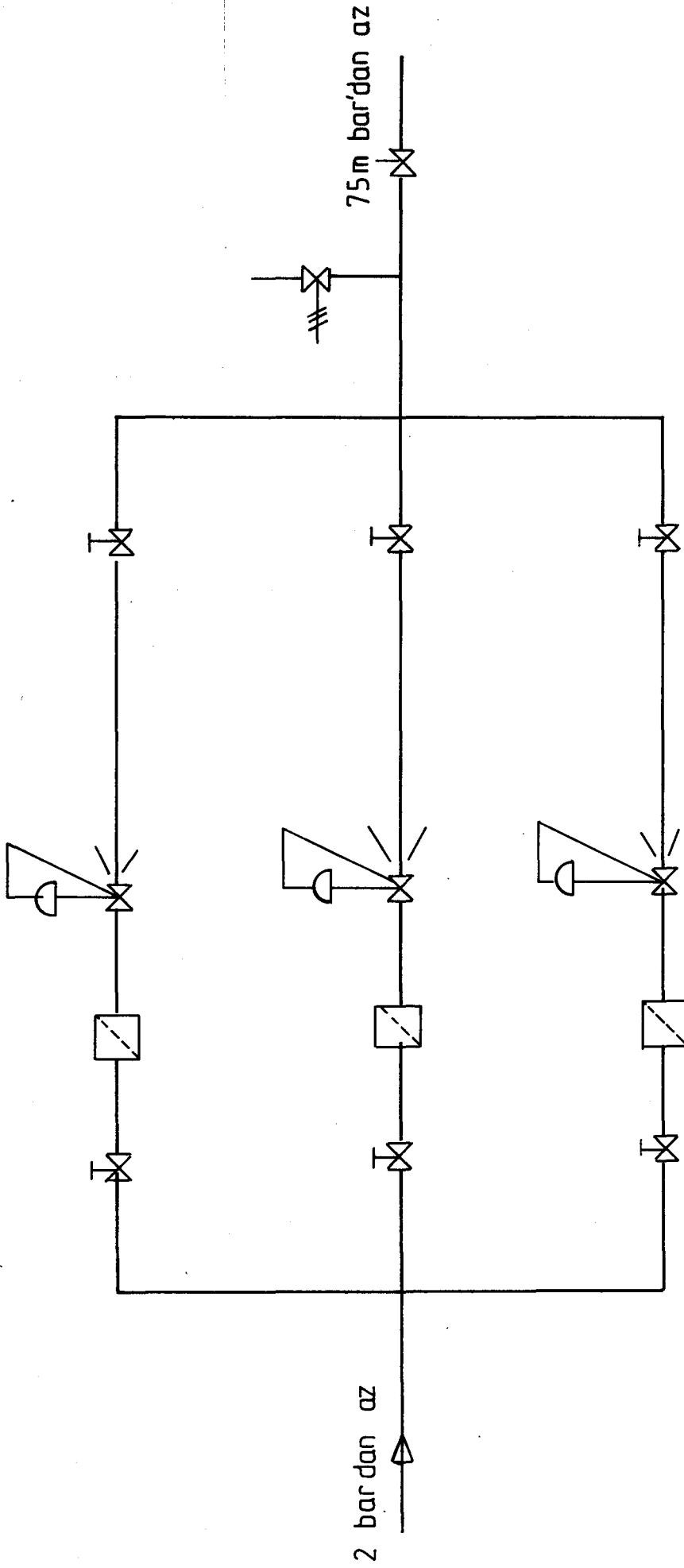


SUSTURUCU :

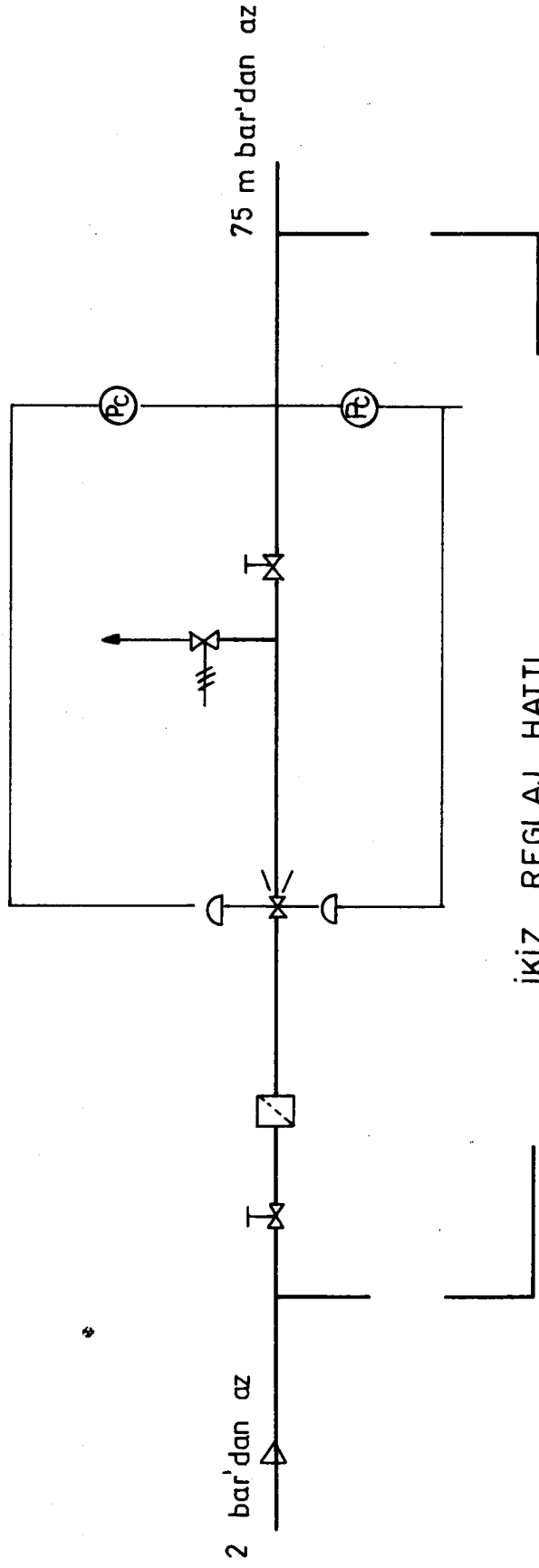




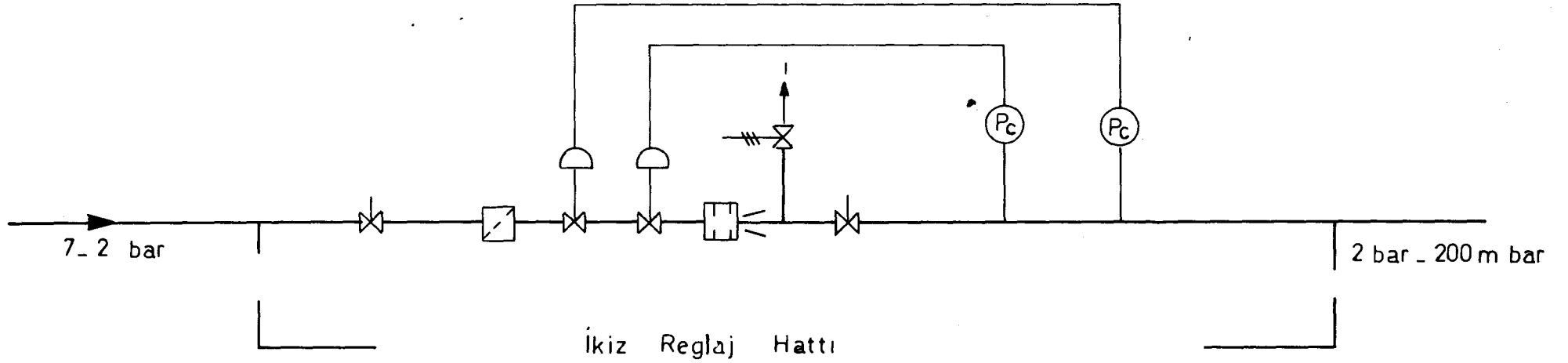
Şekil 1. Hata Kapamalı Reglaj



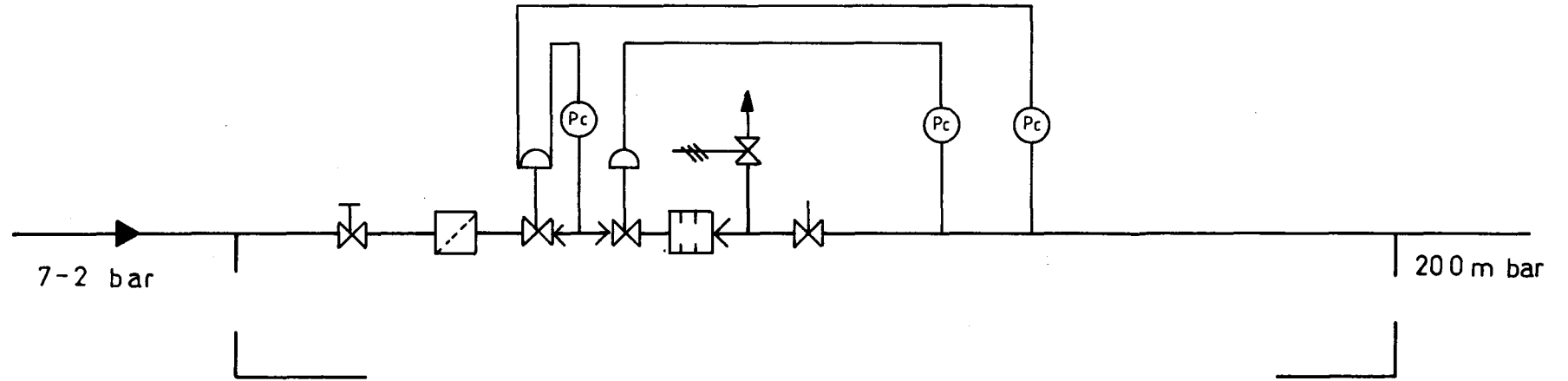
Sekil 2. Coğul Hata-Açmalı Reglaj



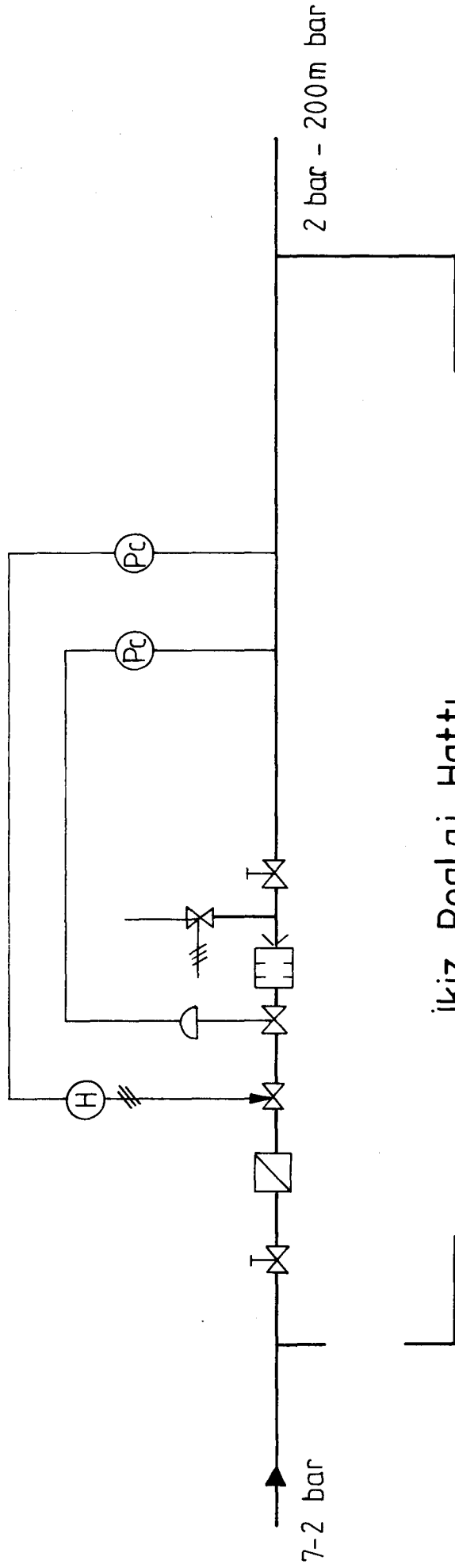
Şekil 3. Çift Diyaframlı Reglaj



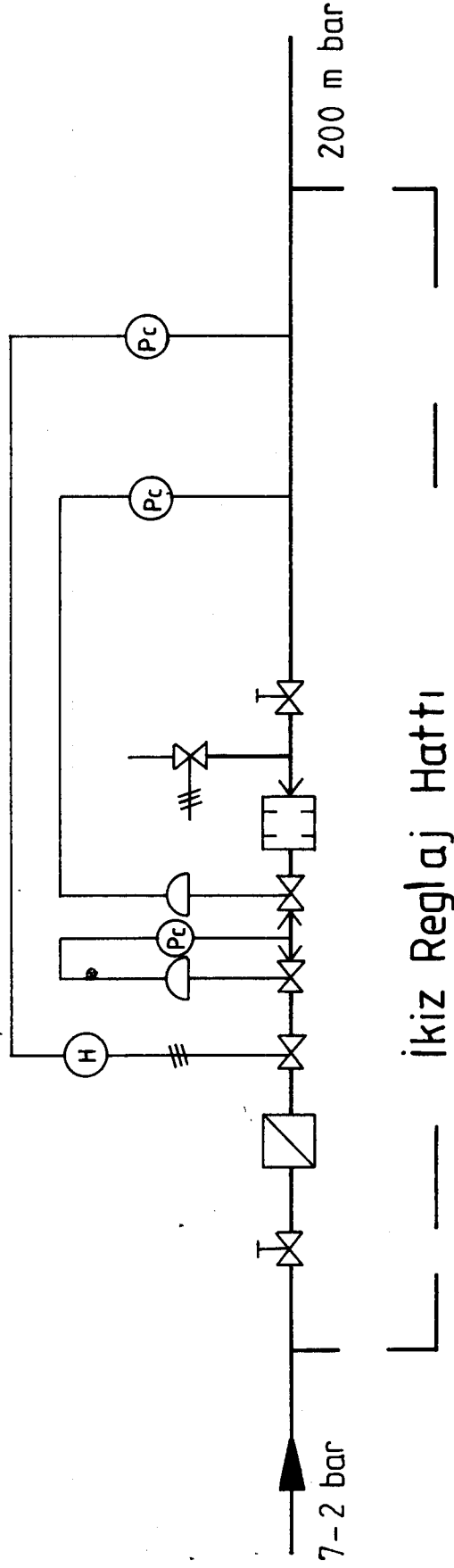
Şekil 4 - Monitör - Aktif Regülatörler Tek Kademe Reglaj



Şekil 5. Monitör - Aktif Regülatörler Çift Kademe Reglaj



Şekil 6. Kesici Vanalı Regülatörler



Sekil 7. Kesici Vanalı Regülatörler Çift Kademe Reglaj

VI. BASINÇ ARALIKLARINA GÖRE İSTASYONLAR :

A. İstasyon Giriş Basıncı 75 mbar ile 2 bar arasında ise :

- 1- Reglaj devresinde bir giriş filtresi ve eğer regülatörün ayrıca bir kumanda devresi (pilot) söz konusu ise pilot hattı filtresi gereklidir.
- 2- Önceki bölümde ele aldığımız reglaj tasarımlarından 1,2,3,4 ve 6 nolu uygulamalar gerçekleştirilmelidir.
- 3- Akışın sürekli olması zorunlu ise her reglaj hattını % 100 yedekleyecek şekilde donatılmış ikiz hat olmalıdır.
- 4- Tek hat durumunda, regülatör yada cihaz bakımı sırasında hattı açık tutabilecek manuel kumandalı bir by-pass hattı ve vanası kullanılabilir.

Bu uygulamayı maksimum giriş basıncı 1 bar'ı aşmayan hallerde kullanabiliriz.

- 5- Çıkışta fazla basıncı tahliye edebilecek kapasitede bir tahliye vanası ve hattı bulunmalıdır. Sıfır kullanım yükü ve maksimum basınç girişi halinde devreyi kesici özelliği olmalıdır.

B. İstasyon Giriş Basıncı 2 - 7 bar arasında ise :

- 1- Reglaj devresinde bir giriş filtresi ve eğer regülatörün ayrıca bir kumanda devresi (pilot) söz konusu ise pilot hattı filtresi gereklidir.
- 2- Reglaj tiplerinde ele aldığımız monitör aktif regülatörler ve kesici vanalı aktif regülatörler kullanılmalıdır.
- 3- Akış sürekliliği zorunlu ve her reglaj hattın % 100 yedekleyecek şekilde donatılmış ikiz hat konulmalıdır.
- 4- Çıkış tarafındaki fazla basıncı tahliye edebilecek kapasitede bir tahliye vanası ve hattı bulunmalıdır. Sıfır kullanım yükü ve maksimum basınç girişi halinde devreyi kesici özelliği olmalıdır.

NOT : Doğal gaz dağıtım sistemlerinde kullanılan bölge basınç regülatörlerine ilişkin tasarım işletme ve uygulama kuralları TS 5826 (Nisan 1988) ile verilmiştir. A Tip regülatör 25 bar giriş basıncını 4 barlık sabit çıkış basıncına ve B tipi regülatörler 4 bar giriş basıncını 0.1 barlık sabit çıkış basıncına otomatik olarak ayarlar.

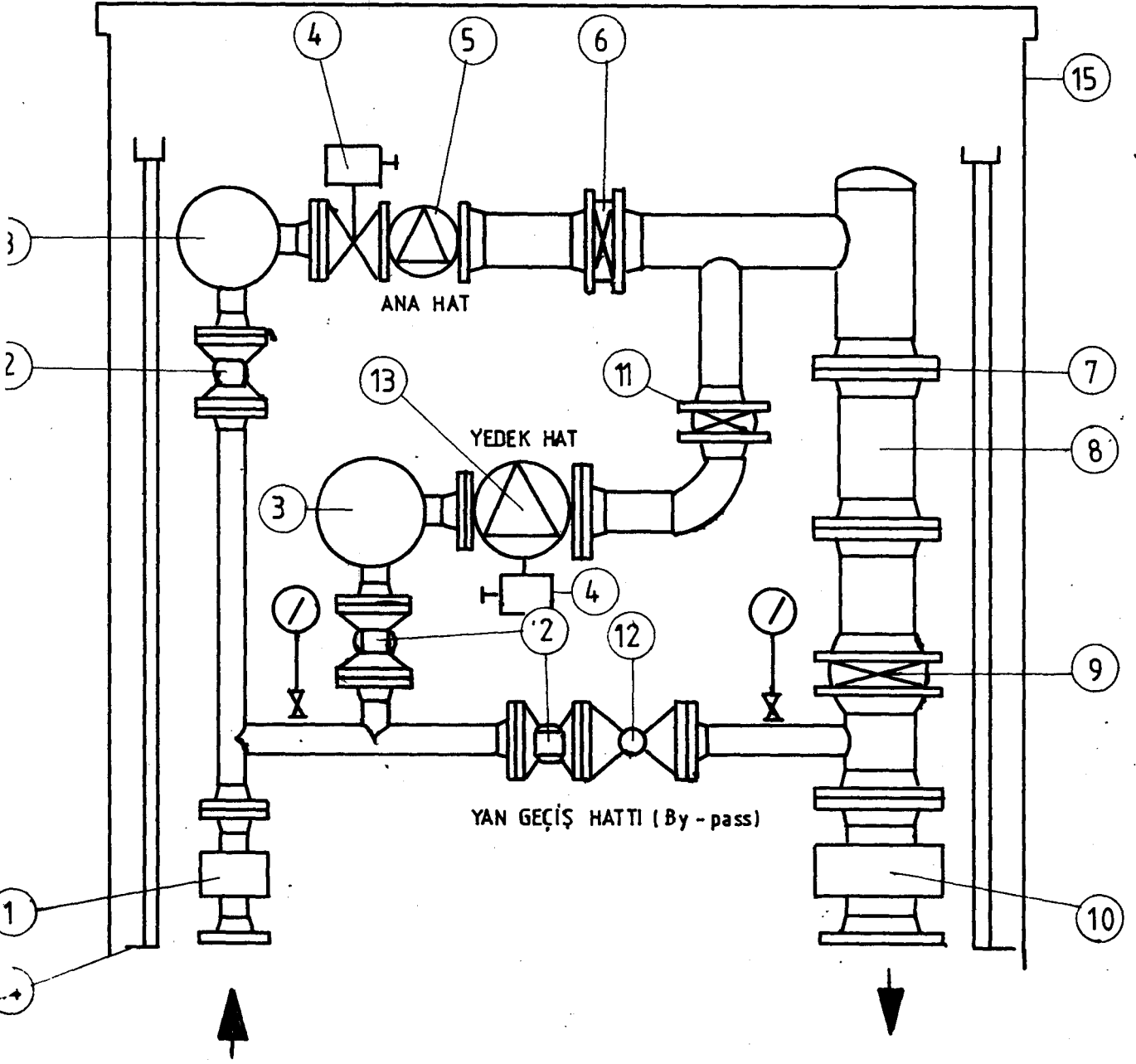
Konuyu özetlersek ;

Regülatörler için güvenlik açısından önemli olan konuları genel olarak şöylece sıralayabiliriz.

- a) Regülatör girişlerinde uygun filitre bulunmalıdır.
- b) Çıkış basıncının güvenlik sınırları dışına çıkması durumunda devreye girecek "emniyet kapatma vanaları" bulunmalıdır.
- c) Bağlantılar basınç kademeleri ve boru çaplarına göre uygun civata (TS 61) veya flanşlarla (TS 810; TS 818) yapılmalıdır.
- d) Regülatörün dış cıdar, bölme araları ve bağlantı yerleri tam sızdırmaz olmalıdır.
- e) Arıza durumunda güvenlik için bir boşaltma borusu yardımıyla gaz dışarı atılabilmelidir.
- f) Regülatörler belirli periyotlarla ve en çok 6 ayda bir bakıma alınmalıdır. Bakım sırasında gözle muayeneden sonra gerekli deneyler yapılmalı ayarlar gözden geçirilmeli, vanalar denetlenmeli, basınç göstergeleri kontrol edilmeli, gerekli onarım ve parça değişimleri yapılmalıdır.
- g) Denetlemede hidrostatik deneyi (Basınca dayanıklılık) sızdırmazlık deneyi, fonksiyonel deneyi ve kaynak sağlamlığı deneyi yapılmalıdır.
- h) Güvenlik kuralları : Boşaltma borusunun çıkış ağzı herhangi bir alev veya kıvılcım olması muhtemel yerlerden uzağa, zeminden en az 2 m yüksekliğe ve herhangi bir hava girişinden 1 m uzağa götürülmelidir.

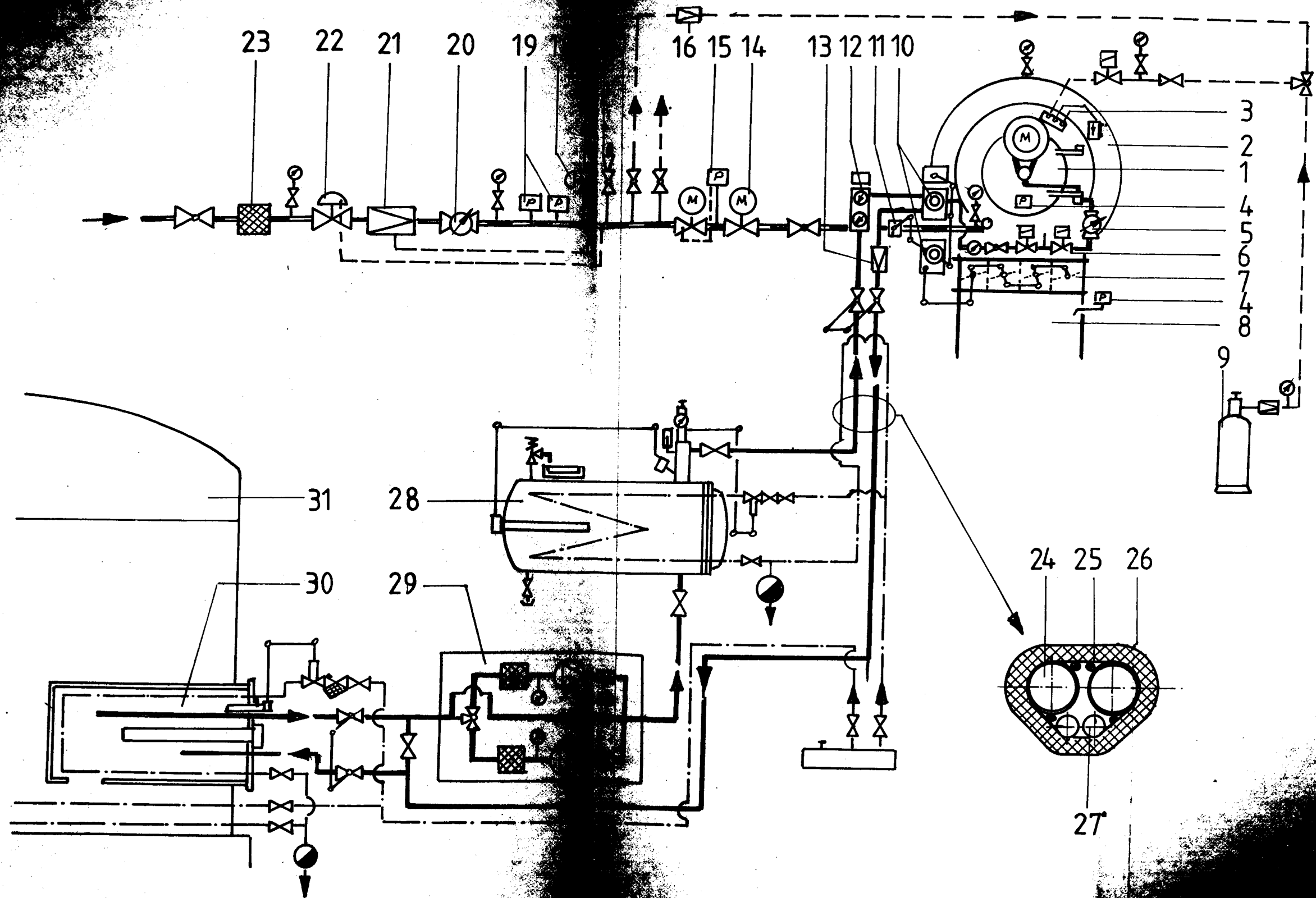
Elektrik kaçaklarına ve statik elektriklenmelere karşı korunma amacıyla alete ve içine konulduğu çerçeveye toprağa geçiş direnci 20 ohm'dan küçük olacak biçimde topraklama yapılmalıdır.

Boru ve cihazların herbiri, işletmeden gelebilecek hatalardan ve özellikle paslanmadan korunmak amacıyla önce bir anti-pas boya ile daha sonra da fonksiyonlarını ayıracak biçimde farklı renkte boya ile boyanmalıdır.



25/4 BAR'LIK BÖLGE REGÜLATÖR SİSTEMİ

1. Giriş yalıtım bağlantısı (1 Adet)
2. Küresel Vana (3 Adet)
3. Filitre (2 Adet)
4. Kapatma Vanası (1 Adet)
5. Regülatör (1 Adet)
6. Vana (1 Adet)
7. Flanş (1 Adet)
8. Ara boru (1 Adet)
9. Vana (1 Adet)
12. Vana (1 Adet)
13. Kapatma vanalı
Regülatör (1 Adet)
14. Destek
- 15 Kabin



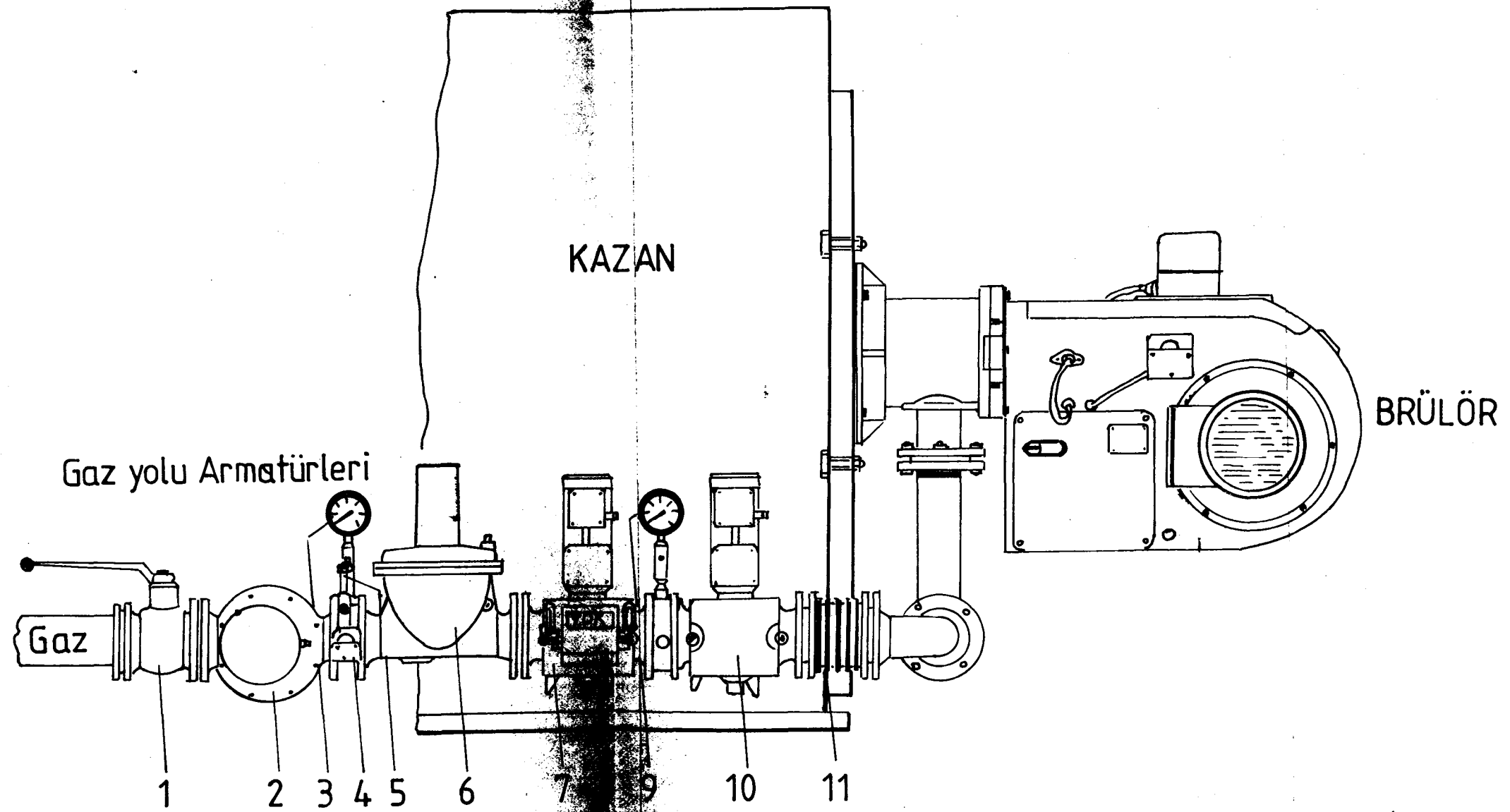
ŞEKİL 9
Tip 1 : Doğal Gaz Yakıt Hattı

DOĞAL GAZ YAKIT HATTI VE BULUNAN ELEMANLAR (TİP 1)

1. Gaz Brülörü
2. Hava Sandığı
3. Pilot (Ön ateşleme) - Fotosel
4. Hava Basınç Kontrolü (Presostat)
5. Yağ Sayacı
6. Yağ Manyetik Ventili
7. Hava Klapesi
8. Sekonder Hava Kanalı
9. Ön ateşleme (LPG) Gaz tüpü
10. Yakıt/Hava karışımı Kontrol Mekanizması
11. Gaz akışı kontrol klapesi
12. Minimum/Maksimum İkiz termostat
13. Yağ basınç regülatörü
14. Gaz manyetik ventili
15. Gaz kaçağı kontrol ünitesi
16. Ön ateşleme gazı basınç regülatörü
17. Test alevi tutuşturucusu
18. Emniyet çıkış vanası
19. Minimum/Maksimum Gaz basınç kontrolü (Presostat)
20. Gaz Sayacı
21. Ana giriş gaz basınç regülatörü
22. Emniyet kapama vanası
23. Gaz filitresi
24. Yağ besleme hattı
25. Elektrikli ısıtıcı
26. İzolasyon
27. Kızgın su/Buhar ısıtıcısı - 37 -

ÖRNEK 1**GAZ YOLU ARMATÜRLERİ BİRİM FİATİ ANALİZİ**

SIRA NO	ADI	BİRİM FİATİ	FİATİ
1	Hava Basıncı Kontrolu (Presostat)	215-107	1.935.000 TL
2	Yağ Sayacı	725-701	258.000 TL
3	Yağ Manyetik Ventili	229-104	87.000 TL
4	Gaz Atışı Kontrolu (Debi Kontrol)	226-104	426.000 TL
5	Gaz Manyetik Ventili	229-301	582.000 TL
6	Manometre	164-500	54.000 TL
7	Emniyet Çıkış Vanası	210-615	87.000 TL
8	Presostat (Ana Giriş Hava Basınç Kontrolu)	215-107	1.935.000 TL
9	Emniyet Kapama Vanası	214-201	140.000 TL
10	Gaz Sayacı	725-703	231.000 TL
11	Gaz Filtresi	221-104	54.000 TL
12	İşaret Lambaları	725-904	13.000 TL
13	Gaz Sıcaklığı (Ayar Vanası)	211-301	1.417.000 TL
14	Kompansatör	219-402	345.000 TL
15	Gözetleme Camı	223-107	94.000 TL
16	Titreşim Yutucu	220-105	322.000 TL
17	Gaz Kaçak Dedektörü	229-301	402.000 TL
			8.364.300 TL



ŞEKİL 10

Tip 2 : Yakıt Hattı Örneği

DOĞAL GAZ YAKIT HATTI VE BULUNAN ELEMANLAR (ÖRNEK 2)

1. Küresel Vana
2. Gaz Filitresi
3. Manometre
4. Presostat
5. Pilot brülörü
6. Gaz basınç regülatörü
7. Valf 1
8. Gaz kaçak dedektörü
9. Manometre
10. Valf 2
11. Kompansatör

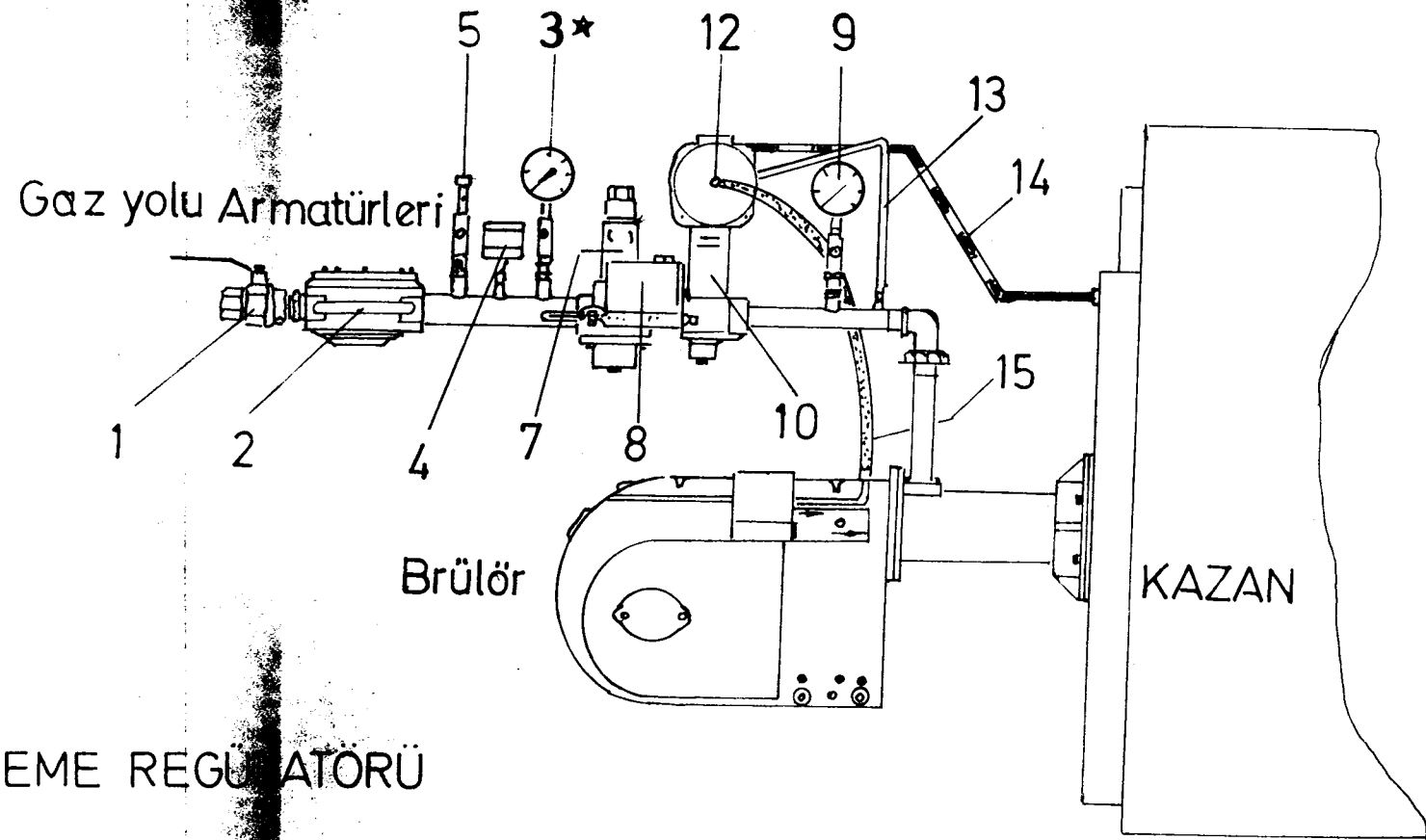
ÖRNEK 2**GAZ YOLU ARMATÜRLERİ BİRİM FİATİ ANALİZİ**

SIRA NO	ADI	BİRİM FİATİ	FİATİ
1	Küresel Vana	210-615	87.000 Tl
2	Filtre	221-104	54.000 Tl
3	Manometre	164-900	54.000 Tl
4	Presostat (Hava Basınç Kontrolu)	215-107	1.935.000 Tl
5	Gaz Basıncı (Ayarlayıcı)	215-102	1.130.000 Tl
6	Valf (Vidalı)	213-102	320.000 Tl
7	Gaz Kaçak Dedektörü	229-301	402.000 Tl
8	Manometre	164-900	54.000 Tl
9	Valf Kompansatör	213-106	710.000 Tl
10	Kompresör (Körüklü Eksenel Tip)	219-402	345.000 Tl
			5.092.200 Tl

GAZ YOLU ARMATÜRLERİ

- 1 KÜRESEL VANA
- 2 GAZ FİLTRESİ
- *3 MANOMETRE
- 4 PRESOSTAT
- *5 PİLOT BRÜLÖRÜ
- 6 GAZ BASINCI REGÜLATÖRÜ
- 7 SOLENOİD VALF 1.
- *8 GAZ KACAK DEDEKTÖRÜ
- 9 MANOMETRE
- 10 SELENOLD VALF 2.
- *11 KOMPANSATÖR
- 12 GAZ HAVA BASINCI DENGELEME REGÜLATÖRÜ
- 13 GAZ BASINCI İMPULS HATTI
- 14 FIRIN BASINCI İMPULS HATTI
- 15 HAVA BASINCI İMPULS HATTI

* EXTRA AKSESUARLAR



ŞEKİL 11

Tip 3 : Yakıt Hattı Örneği

DOĞAL GAZ YAKIT HATTI VE BULUNAN ELEMANLAR (ÖRNEK 3)

1. Küresel Vana
2. Gaz Filitresi
3. Manometre
4. Presostat
5. Pilot brülörü
6. Gazbasınç regülatörü
7. Valf I
8. Gaz kaçak dedektörü
9. Gaz hava basıncı dengeleme regülatörü
10. Gaz basınç hattı
11. Fırın basınç hattı
12. Hava basınç hattı

ÖRNEK 3**GAZ YOLU ARMATÜRLERİ BİRİM FİATİ ANALİZİ**

SIRA NO	ADI	BİRİM FİATİ	FİATİ
1	Küresel Vana	210-615	87.000 TL
2	Gaz Filitresi	221-104	54.000 TL
3	Manometre	164-900	54.000 TL
4	Hava Basınç Kontrolu (Presostat)	215-107	1.935.000 TL
5	Gaz Basınç Ayarlayıcısı (Regulatör)	215-102	1.130.000 TL
6	Solenoid Valf 1	213-106	710.000 TL
7	Gaz Kaçak Dedektörü	229-301	402.000 TL
8	Hava Basınç Dengeleme Regulatörü	215-101	990.000 TL
9	Manometre	164-900	54.000 TL
10	Solenoid Valf 2	213-106	710.000 TL
11	Kompansatör	219-402	345.000 TL
12	Gaz Hava Basıncı Dengeleme Regulatörü	215-101	990.000 TL
13	İmpuls Hat Borusu	201-318	28.920 TL
14	Fırın Basıncı İmpuls Hattı	201-320	34.700 TL
			7.425.820 TL

Exrtra Aksesuarlar bu fiattan düşürüldüğünde gaz yolu armatür fiatları toplamı dahada düşecektir. Şimdi bu düşüşü hesaplayalım.

Extra Aksesuarlar

Manometre	54.400 TL
Gaz Kaçak Dedektörü	402.000 TL
Kompansatör	345.000 TL
Pilot Brülörü	425.000 TL

Aksesuar Toplamı

1.226.400 TL

$$\text{Fark} = 7.425.820 - 1.226.400$$

$$\text{Fark} = 6.199.420 \text{ TL}$$

BÖLÜM II

BÖLÜM II

Doğal Gazın Özellikleri :

Enerji kaynakları içinde önemli bir yer tutan doğal gaz gözenekli kayaların boşluklarında sıkışmış olarak bulunan hidrokarbonların bir karışımıdır. Doğal gaz renksiz, kokusuz, havadar hafif ve başlıca metan ve etan ihtiva eden temiz ve kolay yanabilen bir gazdır.

Bileşimi :

Metan	: % 85
Etan	: % 5
Propan	: % 3.2
Azot	: % 3.2
CO ₂	: % 2
Diğer	: % 1.6

Özellikleri :

Kinematik Vizkozite	: $14.10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}$
Gaz Sıcaklığı	: 285 K
Gaz Basıncı	: 22.4 mbar
Gaz Yoğunluğu	: 0.7 / 0.8 kg/m ³
Ortalama Isıl değeri	: 8500 kcal/Nm ³
Alt Isıl değeri	: 46,93 MJ/kg

Kazanlar ve Doğal Gaza dönüşümü :

Doğal gazın yakıt olarak ülkemizde kullanılmaya başlamasıyla birlikte fuel-oil ve kömür yakan mevcut kalorifer kazanlarının dönüştürülme işlemide gündeme gelmiştir. Dikkat edilmesi gereken en önemli husus ekonomik ömrünü tamamlanmış veya bu sınıra yaklaşmış kazanların doğal gaza dönüşümünde ısrar edilmemelidir. Ekonomik ömrünü tamamlamış kazanlar düşük verimlerinden kaynaklanan yüksek gaz faturalarına sebep olurlar. British Gas 1985 yılı, ilgili yayında kapasitesi 200 kw'ın altındakiveya 10 yaşını aşmış kazanların yenileri ile değiştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Doğal gaz yakan kazanlarda yanmada ; gazın bünyesinde ağır hidrokarbonlu bileşikler yerine hidrojen kökenli su (H₂O) bulunduğu için mat bir mavi alev aluşur. Emisivite zayıftır. Bundan dolayı yanma odasında ısı geçişi azalır ve baca gazı sıcaklığı çok yükselir.*

- Kazan aynaları mümkün oldukça ince yapılmalıdır.
- Kazan boruları aynalara kaynaklanarak boru uçlarının aynalardan fazla taşmaları önlemeli, yanma haznesi küçültülmelidir.
- * Kazanların doğal gaza dönüşümlerinde bu nokta temel alınarak bazı önlemler alınmalıdır.

Sonradan monte edilecek gaz brülörlerinin seçiminde alev boyu ve şekli kazana uygun belirlenmeli, içerde dolaşan suya olan ısı transverini artırmak için gerekirse yönlendiriciler ve kanatçıklar monte edilmeli ve tam tersi olarak ısı geçişi istenmeyen yüzeylere uygun reflektör malzemeler takılarak sistemin ısı dengesi ayarlanmalıdır.

Doğalgazlı kazan daireleri : (İlk dizayn ve dönüşüm)

Doğalgaz yanıcı ve patlayıcı bir gaz olduğundan ve hacimsel olarak yoğunluğu % 5 ile % 15 arası bir değerde patlama tehlikesi ortaya çıktığından mevcut kazanlar doğalgaza dönüştürülürken bazı tedbirler almak zorunluluğu ortaya çıkar. Bu tedbirleri 3 ana grupta toplıyarak inceleyelim.

Kazan Dönüşümünde alınması gerekli tedbirler :

I. Mimari yönden alınması gereken tedbirler :

1- **Havalandırma** : Kazan dairesini havalandırmanın amacı, doğal gazın tam randımanlı yanması için gerekli olan havayı temin edebilecek, kazan dairesinin ısınısını dengeleyebilmek ve doğal çekişli sistemlerde baca gazlarının atılmasını kontrol edebilmektir. Yurdumuzda kazan daireleri genelde bodrumdadır. Havalandırma ihtiyacını karşılayabilmek için yeni projelendirilecek kazan dairelerini zemin kata koymak mümkünse daha akılcı olacaktır.

2- **Bacalar** : İster fuel-oil yakan ister kömür yakan sistemlerin bacaları, sisteme uygun olarak çalışıyor ise, bu bacalar doğal gaz içinde uygundur. Fakat bu bacalar doğal gaza geçişte iyice temizlenmeli ve sızdırmazlıkları sağlanmalıdır. Yeni baca yapılacaksa standartlara uygun olarak yapılmalıdır.

3- **Diğer** : Doğal gazlı kazan daireleri mutlaka inşaat yangın şartnamesine uygun olark yapılmalıdır. 1200 Kw'dan büyük kapasiteli durumlarda, bir acil çıkış kapısı bırakılmalıdır.

II. Kazan dönüşümünde elektrik donanımı yönünden alınması gereken tedbirler :

Doğal gazlı kazan dairelerindeki elektrik şalteri ve kumanda panosu mümkün olduğu kadar gazın yakıldığı kazan ile aynı odada bulunmamalıdır.

Kazan ile aynı hacimde bulunan ve brülörü kontrol etmek için çekilen, lambaları kumanda eden, alarm sistemlerini ve havalandırma fanlarını yöneten elektrik tesisatı ise mutlaka (ex-proof) patlama güvenli olmalıdır.

Mevcut kazanların doğal gaza dönüşümünde elektrik sistemleri mutlaka elden geçirilmeli mümkünse yenilenmelidir.

III. Kazan dönüşümünde gaz donanımı yönünden alınması gereken tedbirler :

Gaz tesisatında alınabilecek en önemli tedbirlerden bir tanesi, standartlara uygun fittings ve armatür kullanmaktır. Bu konuda şu anda maalesef çıkmış geniş bir Türk Standartı (TS) yoktur.

Şu anda Ankara'da özel piyasa tarafından yapılan tüm dönüşümlerde su için üretilmiş malzemeler kullanılmaktadır. Standartların çerçevesi çok dardır.

Bu yüzden biran önce doğal gaz tesisatlarında kullanılacak malzemeler için hazırlanan standartlara uyulmalı ve standartlar özelleştirilerek arttırılmalıdır.

SKOÇ TİPİ (Üç Çekimli) BUHAR KAZANI :

Kazana ait bilgiler :

İşletme basıncı : 6 Atü = 6 + 1 = 7 ata

Buhar miktarı : 6 Ton / h = 6000 $\frac{\text{kg}}{\text{h}}$

Besleme suyu sıcaklığı : 20 C

Yakıt alt ısııl değeri : Hu = 46,93 MJ/kg

Külhan çapı : 1 m = 1000 mm

PROJEDE TAKİP EDİLECEK HESAPLAMA SIRASI :

I. TERMODİNAMİK HESAPLAR

1.1. Kazan ısıtma yüzeyi (F)

1.2. Suyun almış olduğu ısı (Q)

1.3. Kazan veriminin hesabı (η)

1.3.1.: Baca gazı kaybı (Vb)

1.3.1.1. Teorik özgül hava miktarı (Vho)

1.3.1.2. Teorik özgül duman miktarı (Vgo)

1.3.1.3. Baca gazı ve hava sıcaklığı entalpisi

1.3.2 : Radyasyon kaybı (V1)

1.4 : Yakıt Miktarı hesaba (B)

1.5 : Gaz miktarının hesabı (Vg)

1.6 : Alev boyu (la)

1.7 : Külhan boyu

1.8 : Alev boyundaki maksimum teorik gaz sıcaklığı (tth)

1.9 : Külhan sonu gaz sıcaklığı (tg1)

1.10.II. Çekim sonu gaz sıcaklığı (tg2)

1.10.1. Isı alanları tayini (FII-FIII)

1.10.2. Boru içindeki duman gazının hızı (WII)

1.10.3. Ortalama duman gazı sıcaklığı (tgm)

1.11.III. Çekim sonu gaz sıcaklığı (tgm)

1.II.1 : III. Çekim sonu gaz hızı (WIII)

1.II.2 : Baca gazının sıcaklığı (tg3)

II. MUKAVEMET HESAPLARI

- 2.1. Monto kalınlığı (e)
- 2.2. Düz külhan et kalınlığı (e1)
- 2.3. Cehennemlik et kalınlığı (e2)
- 2.4. Ön ve arka ayna et kalınlığı (e3)
- 2.5. Takviye bayrak boyutları
- 2.6. Bulan hesabı (db)
- 2.7. Buhar alma vanası çabı (d)
- 2.8. Besleme suyu vanası çapı (dbs)
- 2.9. Besleme suyu pompa gücü (N)
- 2.10 : Aspiratör gücü hesabı (Na)

1. TERMODİNAMİK HESAPLAR

1.1 Kazan Isıtma yüzeyi (F)

Kazan ısıtma yüzeyi yükü : 50 kg /m²h

$$F = \frac{D}{50}$$

$$F = \frac{6000}{50} = 120 \text{ m}^2$$

1.2 Suyun almış olduğu ısı (Q)

$$Q = D (id - ib) \dots\dots\dots \text{kcal/h}$$

id : İstenen basınçta doymuş buhar entalpisi kcal/kg

ib : Besleme suyu sıcaklığına karşılık gelen entalpi kcal/kg

Tablo 1 den: Basınçlara göre su buharı tablosu

P = 7 ata için tablodan ;

id : 2750 kJ/kg

ib : 20 kcal/kg (100 C ye kadar entalpi kendi sıcaklığına eşittir.)

ib = 8360 kJ/kg

O halde suyun almış olduğu ısı ;

$$Q = D (id - ib) \dots\dots\dots \text{kcal/h}$$

$$D = 6000 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 6 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$Q = 6000 (2750 - 83,6)$$

$$Q = 15998,4 \text{ Mğ/h Suyun almış olduğu ısı}$$

1.3 KAZAN VERİMİ (η)

Doğal gazda yanma kaybı yaklaşık 0 olduğundan, baca gazı hesaplamasıyla verim hesabına başlayabiliriz.

$$\eta = 100 - (V_b - V_L)$$

V_b : Baca gazı kaybı

V_L : Radyasyon kaybı

Başınçlara göre su buharı cetvelleri (Koch-VDI)

Basın p [ata]	Sıcaklık t, [°C]	�zg�l hacim		�zg�r Ağırlık (buhar) γ'' [kg/m³]	Isı tulumu		Buhar- laşma ısısı r [kcal/kg]	Entropi	
		(su) v' [m³/kg]	(buhar) v'' [m³/kg]		(su) i' [kcal/kg]	(buhar) i'' [kcal/kg]		(su) [kcal/ kg·°K]	(bu har) [kcal/ kg·°K]
0,01	6,70	0,001000	131,70	0,0076	6,73	600,1	593,4	0,0243	2,1447
0,02	17,29	0,001001	68,27	0,0147	17,24	604,8	587,6	0,0612	2,0817
0,03	23,77	0,001003	45,53	0,0215	23,79	607,7	583,9	0,0836	2,0499
0,04	28,64	0,001004	35,46	0,0282	28,63	609,8	581,1	0,0998	2,0253
0,05	32,55	0,001005	28,73	0,0348	32,55	611,5	578,9	0,1126	2,0064
0,06	35,82	0,001006	24,19	0,0413	35,81	612,9	577,1	0,1232	1,9908
0,07	38,60	0,001007	20,92	0,0478	38,64	614,1	575,5	0,1324	1,9779
0,08	41,16	0,001008	18,45	0,0542	41,14	615,2	574,1	0,1402	1,9664
0,09	43,41	0,001009	16,51	0,0606	43,38	616,2	472,8	0,1474	1,9564
0,10	45,45	0,001010	14,95	0,0664	45,41	617,0	571,6	0,1538	1,9478
0,12	49,06	0,001012	12,60	0,0794	49,01	618,5	569,5	0,1650	1,9326
0,14	52,18	0,001013	10,89	0,0918	52,13	619,9	567,8	0,1747	1,9197
0,16	54,94	0,001014	9,612	0,1040	54,88	621,1	566,2	0,1831	1,9037
0,18	57,41	0,001016	8,605	0,1162	57,36	622,1	564,7	0,1906	1,8990
0,20	59,67	0,001017	7,795	0,1283	59,61	623,1	563,5	0,1974	1,8903
0,25	64,56	0,001020	6,322	0,1582	64,49	625,1	560,6	0,2120	1,8718
0,30	68,63	0,001022	5,328	0,1877	68,61	626,8	558,2	0,2241	1,8567
0,35	72,23	0,001024	4,615	0,2169	71,68	628,2	560,0	0,2346	1,8448
0,40	75,42	0,001026	4,069	0,2458	75,36	629,5	554,1	0,2437	1,8331
0,45	78,27	0,001028	3,643	0,2745	78,22	630,6	522,4	0,2518	1,8237
0,50	80,86	0,001030	3,301	0,3029	80,81	631,6	550,8	0,2592	1,8150
0,60	85,45	0,001033	2,783	0,3594	85,41	633,4	548,0	0,2721	1,8001
0,70	89,45	0,001036	2,409	0,4152	89,43	634,9	545,5	0,2832	1,7874
0,80	92,99	0,001038	2,125	0,4705	92,99	636,2	543,2	0,2930	1,7767
0,90	96,13	0,001040	1,904	0,5253	96,19	637,4	541,2	0,3018	1,7673
1,00	99,09	0,001043	1,725	0,5797	99,12	638,5	539,4	0,3096	1,7587
1,20	104,25	0,001047	1,455	0,6875	104,32	640,3	536,0	0,3235	1,7440
1,40	108,74	0,001050	1,259	0,7942	108,85	642,0	533,1	0,3354	1,7315
1,60	112,73	0,001054	1,111	0,8999	112,89	643,5	530,6	0,3459	1,7209
1,80	116,33	0,001057	0,9952	1,005	116,54	644,7	528,2	0,3554	1,7115
2,00	119,62	0,001060	0,9016	1,109	119,87	645,8	525,9	0,3633	1,7029
2,5	126,79	0,001067	0,7316	1,367	127,2	648,3	521,1	0,3820	1,6851
3,0	132,88	0,001072	0,6166	1,622	133,4	650,3	516,9	0,3973	1,6703
3,5	138,17	0,001078	0,5335	1,874	138,8	651,9	513,1	0,4106	1,6579
4,0	142,92	0,001083	0,4706	2,125	143,6	653,4	509,8	0,4221	1,6474
4,5	147,20	0,001087	0,4213	2,374	148,0	654,7	506,7	0,4326	1,6380
5,0	151,11	0,001092	0,3816	2,621	152,1	655,8	503,7	0,4422	1,6297
5,5	154,72	0,001096	0,3489	2,867	155,8	656,9	500,1	0,4510	1,6229
6,0	158,08	0,001101	0,3213	3,112	159,3	657,8	598,5	0,4591	1,6151
6,5	161,22	0,001104	0,2930	3,356	162,6	658,7	496,1	0,4667	1,6083
7,0	164,17	0,001107	0,2778	3,600	165,6	659,4	493,8	0,4737	1,6023
7,5	166,97	0,001111	0,2603	3,842	168,5	660,2	491,7	0,4803	1,5974
8,0	172,12	0,001114	0,2443	4,085	171,3	660,8	489,5	0,4865	1,5922
8,5	169,61	0,001113	0,2312	4,326	173,9	661,4	487,5	0,4928	1,5879
9,0	174,53	0,001120	0,2189	4,568	176,4	662,0	485,6	0,4980	1,5827
9,5	176,83	0,001123	0,2080	4,819	178,9	662,5	483,7	0,5038	1,5783

Tablo-1

SU BUHARI CETVELİ

1.3.1. Baca gazı kaybı (Vb)

$$Vb = (Vg/Hu) - (ib - ih)$$

Vg = Özgöl gaz (Gerçek gaz miktarı : kuru gaz + su)

Hu : Yakıt alt ısııl değeri = 46,93 MJ/kg)

ib = Baca gazına karşılık gelen entalpi

ih = Hava sıcaklığına ait entalpi

$$Vg = Vgo + (\zeta - 1) Vho$$

Vgo = Teorik özgöl duman miktarı

Vho = Teorik özgöl hava miktarı

ζ : Hava artı sayısı

Gazlar için = 1,1 - 1,25

$\zeta = 1,1$ alırsak;

1.3.1.1. Teorik hava miktarı : Vho

$$Vho = \frac{100}{21} \left[\left(x + \frac{y}{4} \right) CxHy - O2 \right]$$

$$Vho = \frac{100}{21} \left[\left(1 + \frac{4}{4} \right) CH4 - O2 \right]$$

$$Vho = \frac{100}{21} \left[\left(1 + \frac{4}{4} \right) CH4 + \left(2 + \frac{6}{4} \right) C2H6 + \left(3 + \frac{8}{4} \right) C3H8 \right. \\ \left. + \left(4 + \frac{10}{4} \right) C4H10 + \left(5 + \frac{12}{4} \right) C5H12 - O2 \right]$$

$$Vho = 10,98 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$$

$$Vho = 10,98 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$$

1.3.1.2. Teorik özgül duman miktarı (Vgo)

$$V_{go} = \left(x + \frac{y}{2}\right) C_xH_y + 0,7 V_{ho} + N_2$$

$$V_{go} = \left(1 + \frac{4}{2}\right) CH_4 + \left(2 + \frac{6}{2}\right) C_2H_6 + \left(3 + \frac{8}{2}\right) C_3H_8 \\ + \left(4 + \frac{10}{2}\right) C_4H_{10} + \left(5 + \frac{12}{2}\right) C_5H_{12} + 0,79V_{ho} + N_2$$

$$V_{go} = 12,123 \frac{Nm^3}{Nm^3}$$

Hava artış (Hava fazlalık katsayısı): ϕ

= 1,1 alırsak

$$V_g = V_{go} + (\phi - 1) V_{ho}$$

$$V_g = 12,123 + (1,1 - 1) \cdot 10,98$$

$$V_g = 13,218 \frac{Nm^3}{Nm^3}$$

1.3.1.3. Baca gazı ve hava sıcaklığı entalpisi

ib : Besleme suyu sıcaklığına karşılık gelen entalpi

ib'yi diyagramdan bulmak için ; aşağıdaki değerler gereklidir.

$$H_u = 46,93 \text{ MJ/kg}$$

$$\phi = 1,1$$

$$t_b = \text{Baca gazı sıcaklığı (} ^\circ\text{C)}$$

$$t_b = t_d + 50$$

$$t_d = \text{Kazanda üretilen buharın sıcaklığı (} ^\circ\text{C)}$$

Tablo 1 den (Tablo 1 : Basınlara göre su buharı cetveli)

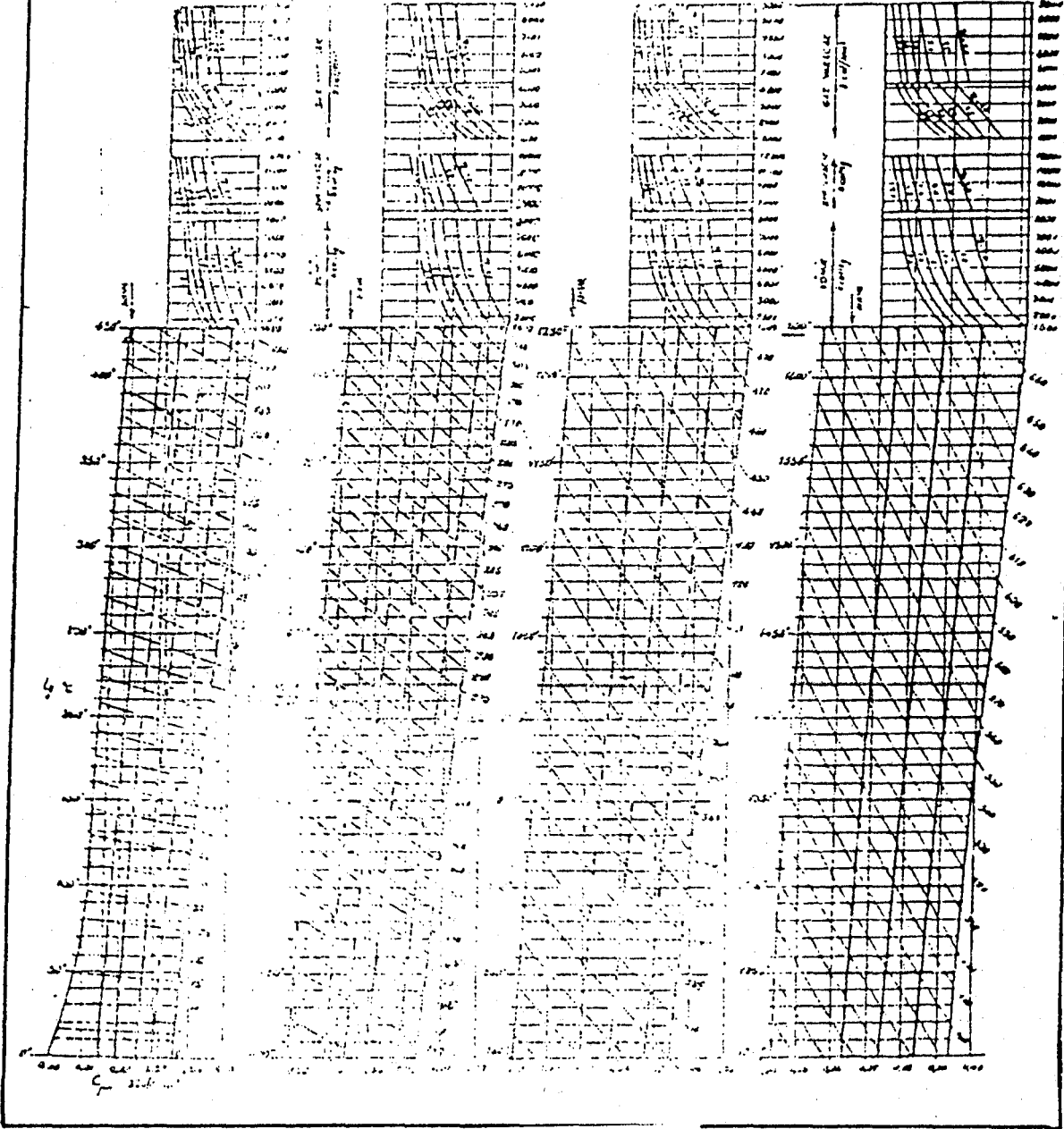
p = 7 ata için

$$t_d = 164,17 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$p = 6 + 1 = 7 \text{ ata}$$

$$t_b = t_d + 50$$

Duman gazları ve hava için C_{pm} 1-t diyagramı



Tablo 2

Duman Gazları ve Hava için C_{pm} 1-t Diyagramı

$$t_b = 164,17 + 50 \quad t_b \approx 215 \text{ C}$$

Tablo 2 den (Gaz entalpileri)

$$i_b = 309,8 \text{ kJ/Nm}^3$$

$$i_h = 83,7 \text{ kJ/Nm}^3$$

$$v_b = \frac{V_g}{H_u} (i_b - i_h) \quad v_b = \frac{13,218}{46930} (309,8 - 83,7)$$

$$v_b = 0,061 \quad v_b = \%06,1$$

1.3.2 Radyasyon Kaybı (Vl)

Vl'yi diyagram 3 den bulabilir (Tablo 3 Radyasyon kayıpları ve konveksyon kayıpları Zr)

$$\text{Buhar miktarı} = 6000 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$Vl = 7 (\%)$$

$$\eta = 100 - (v_b + Vl)$$

$$\eta = 100 - (6,1 + 7)$$

$$\eta = 86,9$$

$$\eta = \% 86,9$$

1.4: Yakıt Mitarının Hesabı (B)

$$B = \frac{Q_g}{H_u \cdot \eta}$$

Q_g = Gaz tarafından üretilen ısı miktarı

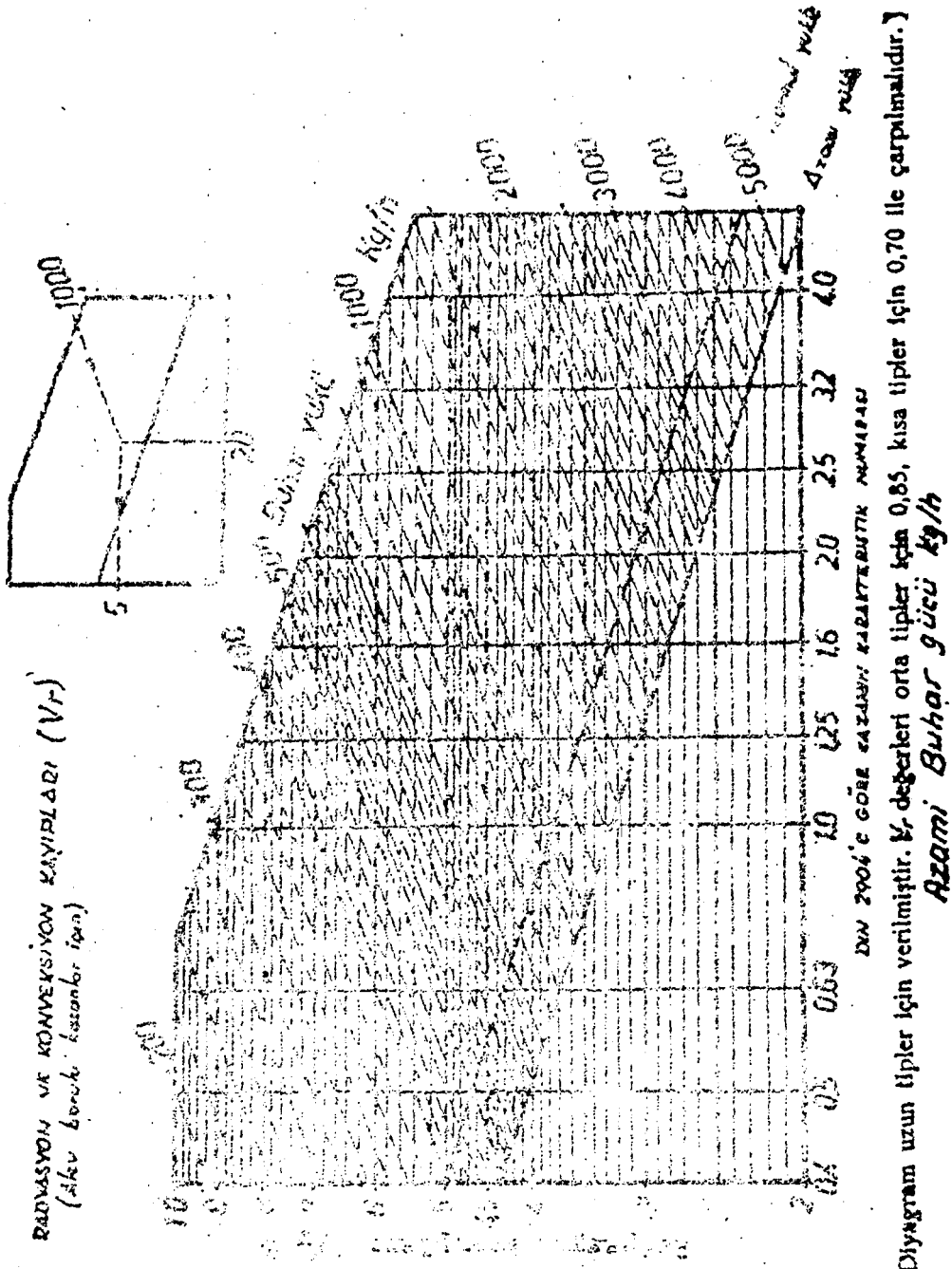
$$Q_g = 1,2 Q (\text{Suyun almış olduğu ısı önceden bulundu})$$

$$Q_g = 1,2 \cdot 15998,400$$

$$= 19198080 \text{ kJ/h}$$

$$B = \frac{19198,08}{46,93 \cdot 0,869}$$

$$B = 470,74 \text{ kg/h}$$



Tablo 3
RADYASYON VE KONVEKSİYON KAYIPLARI

1.5: Gaz miktarının hesabı (Vg)

$$Vg = B. g = 470,74 \cdot 13,218$$

$$Vg = 6222,33 \frac{\text{Nm}^3}{\text{kg}}$$

1.6: Alev Boyu (la)

$$la = (0,5 Vg/3600) / \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right)$$

$$dk = 1000 \text{ mm}$$

$$la = (0,5 \cdot 6222,33/3600) / \left(\pi \cdot \frac{1^2}{4} \right) = \frac{0,751}{0,785} = 1,1009 \text{ m}$$

$$la = 1100,9 \text{ mm}$$

1.7: Külhan Boyu (L)

L = La + 500 mm formülünden

$$L = 1100 + 500 = 1600 \text{ mm}$$

$$L = 1600 \text{ mm}$$

1.8: Alev boyundaki Maksimum teorik gaz sıcaklığı (tth)

Tth'yi Tablo 4 ten (Teorik ocak gaz sıcaklığı - Gaz sıcaklığı - ocak gücü)

Bulabilmemiz için Ocak yükünü bulmalıyız.

q : Ocak yükü

$$q = B. Hu/FB$$

Fb : Külhan alev boyuna karşılık gelen toplam ısı alanı

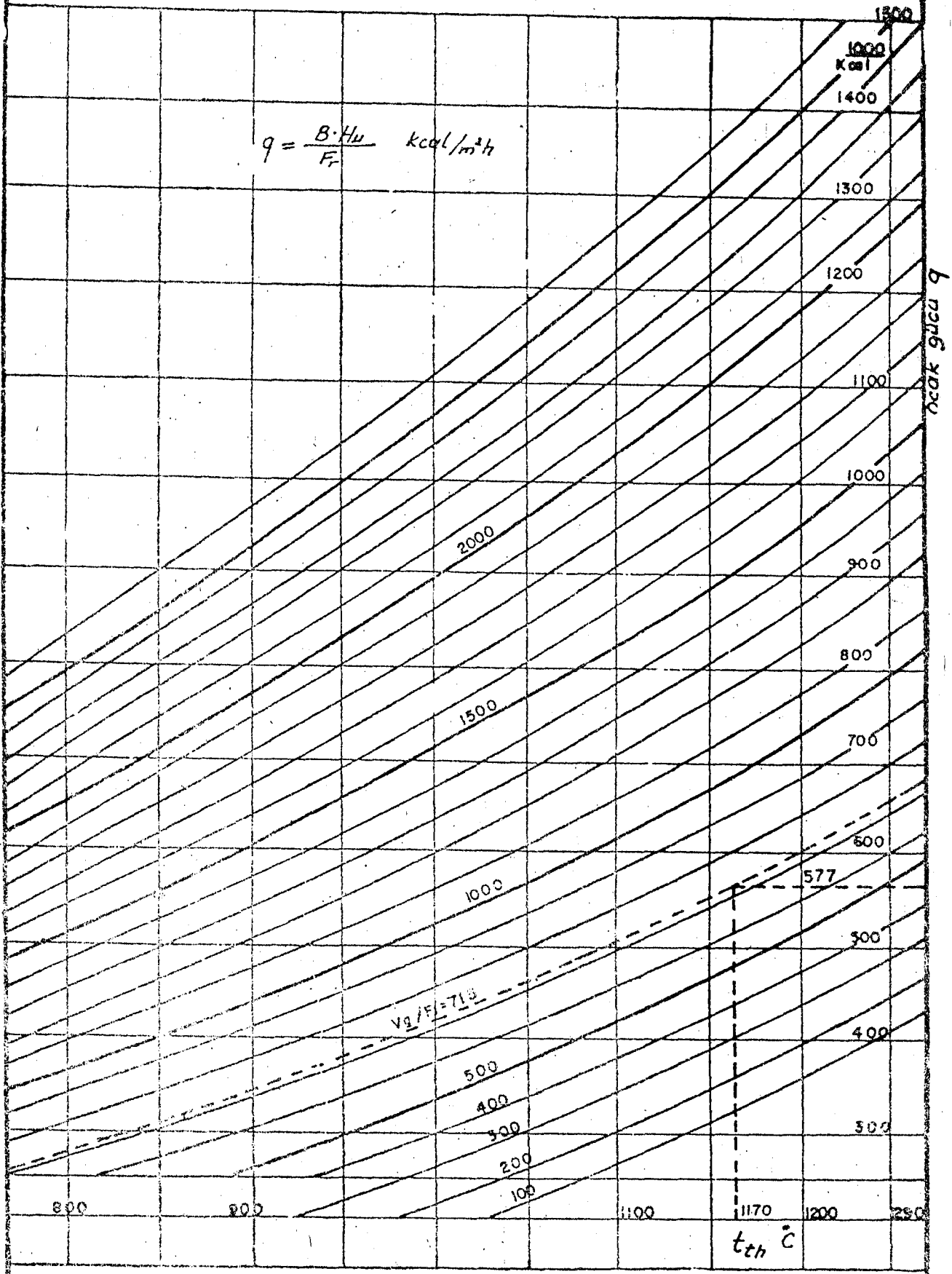
$$Fb = A + Fr$$

A : Külhan kesit alanında olabilecek ısı alanı

Fr : Külhan alev boyuna karşılık gelen ısı alanı

$$A = \frac{\pi dk^2}{4} = \pi \cdot \frac{1^2}{4} = 0,785 \text{ m}^2$$

TEORİK OCAK GAZ SICAKLIĞI



TABLO 4 : TEORİK OCAK GAZ SICAKLIĞI

$$Fr = \pi \cdot dk \cdot la \cdot 1,14$$

$$Fr = \pi \cdot 1.1,1009.1,14$$

$$Fr = 3,942 \text{ m}^2$$

$$Fb = A + Fr = 0,785 + 3,942 = 4,72778 \text{ m}^2$$

$$q = B \cdot H4 / Fb = 470,74 \cdot 46930 / 4,7278$$

$$= 4672750,159 \text{ kJ/mh}$$

Diğer taraftan ;

$$\frac{Vg}{FB} = \frac{6222,33}{4,72778} = 1316,12 \text{ oranı bulunur.}$$

Tablo 4 ten (Teorik ocak gaz sıcaklığı)

tth = 1530 C okundu.

1.9. KÜLHAN SONU GAZ SICAKLIĞI (tg1)

$$Fl = \pi \cdot dk \cdot l \cdot C$$

Fl : (Külhan toplam uzunlamasına ısı alanı)

$$Fl = \pi \cdot 1.1,60.1,14 = 5,730 \text{ m}$$

$$FB1 = Fl - Fr$$

FB1 = Alev ucundan külhan sonuna kadetini külhan ısı alanı

$$Fb1 = 5,730 - 3,942$$

$$Fb1 = 1,788 \text{ m}$$

$$FB2 = A + FB1$$

FB2 = Alev ucundan külhan sonuna kadarki toplam ısı alanı

$$FB2 = 0,785 + 1,788 = 2,573 \text{ m}^2$$

$$q2 = BHu / (FB2 + FB)$$

q2 = Alev ucundan külhan sonuna kadarki toplam ocak günü

$$q2 = 470,74 \cdot 46930 / (2,973 + 4,72778)$$

$$= 22091828,2 / 7,30078$$

$$= 3025954,487 \text{ kJ/mh}$$

$q_2 \approx 3025955 \text{ kJ/m}^2\text{h}$ olarak bulunur.

$$\frac{V_g}{(FB_2+FB)} = \frac{6222,33}{(2,573 + 4,72778)} = \frac{6222,33}{7,30078} = 852,28$$

Tablo 4' ten $t_{g1} = 1350 \text{ C}$

1.10. II. Çekim Sonu Gaz Sıcaklığı (t_{g2})

1.10.1 Isı alanlarının tayini (FII - FIII)

FII : 2. Çekim ısı alanı

FIII: 3. Çekim ısı alanı

Külhan toplam ısı alanı ;

$$\Sigma F_1 = FB + FB_1 + F_d$$

FB : Külhan alev boyuna karşılık gelen toplam ısı alanı FB_1 :

Alev ucunda külhan sonuna kadar ki külhan ısı alanı

F_d : Cehennemlik ısı alanı

$$\text{Cehennemlik genişliği} = 500 \text{ mm} \rightarrow 1800 \text{ mm} = \emptyset$$

$$F_d = 2 R = 2 \cdot \pi \cdot 1,8 = 11,309 \text{ m}^2$$

$$\Sigma F_1 = 4,72778 + 1,788 + 11,309$$

$$\Sigma F_1 = 17,825 \text{ m}^2$$

$$F_{II} + F_{III} = F - F_1 = 120 - 17,825 = 102,175 \text{ m}^2$$

$$F_{II} = (F_{II} + F_{III}) \cdot 0,58 \dots \text{m}^2$$

NOT :

% 58 ikinci çekim için hesap edilen ısı alanı tecrübe faktörüdür.

Bu faktör genellikle % 55 / % 60 arasındadır.

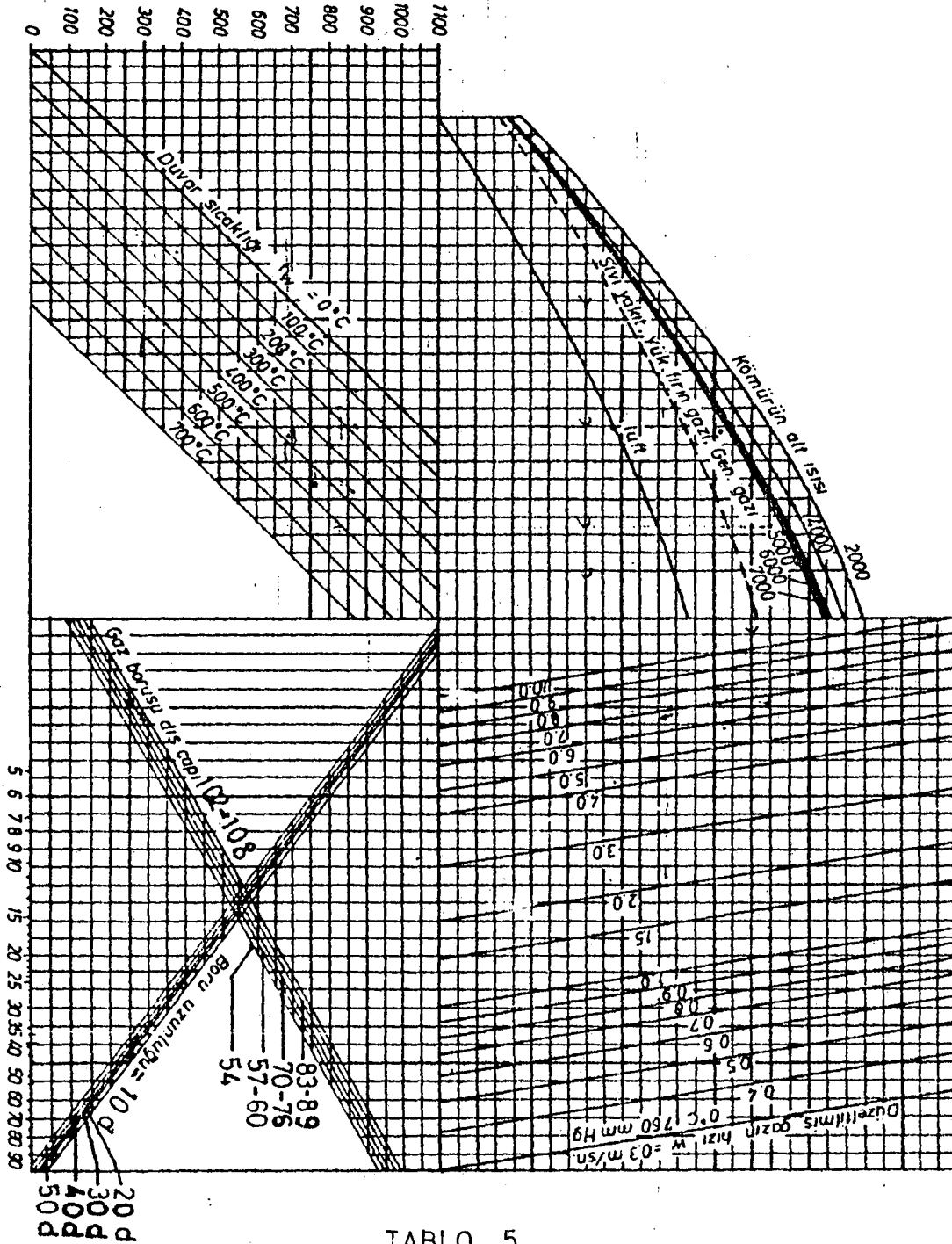
$$F_{II} = 102,175 \cdot 0,58 = 59,2615 \text{ m}^2$$

$$F_{II} = 59,26 \text{ m}^2$$

$$F_{II} + F_{III} = 102,175$$

$$F_{III} = 102,175 - 59,26 = 42,915 \text{ m}^2$$

Ortalama gaz sıcaklığı °C



TABLO 5

ORTALAMA GAZ SICAKLIĞI

$$F_{III} \approx 43 \text{ m}^2$$

Kullanılacak boru dış çapı : 76 mm

Kullanılacak boru iç çapı : 70 mm

Boru uzunluğu : $L_{II} = 2800 \text{ mm}$

$$F_{II} = \pi \cdot d_{ort} \cdot L_{II} \cdot Z_{II}$$

$$d_{ort} : (76+70) / 2 = 73 \text{ mm}$$

$$Z_{II} = \frac{F_{II}}{\pi \cdot d_{ort} \cdot L_{II}} \dots\dots \text{adet}$$

Z_{II} : 2. Çekim boru sayısı

$$Z_{II} = 59,26 / (\pi \cdot 0,073 \cdot 2,8) = 59,26 / 0,64214 = 92,28$$

Z_{II} 92 adet boru hesaplanmasına rağmen biz boru adetini toleranslı olarak alırız.

Z_{II} : 95 seçelim

Tablo 5 : (Ortalama gaz sıcaklığı) e bakalım.
 α_k : Isıl iletkenlik katsayısı

t_w : Duvar sıcaklığı

$$t_w = t_d + 25$$

t_d : Doymuş buhar sıcaklığı : 164,17 C

$$t_w = 164,17 + 25$$

$$t_w = 189,17 \text{ C}$$

$$t_w \approx 189^\circ \text{C}$$

Not : 25 ilave bir sıcaklık katsayısıdır.
 Tablo 5' ten ;

α_{II} : Isıl iletkenlik katsayısı

$$\alpha_{II} : 209 \text{ kJ/m}^2 \text{ h C}$$

$$X_R : \frac{\alpha_{II} \cdot F_{II}}{V_g \cdot C_p} \quad C_p : \text{Sıvı veya gaza ait ısınma ısısı} \text{ kcal/m}^3 \text{ C}$$

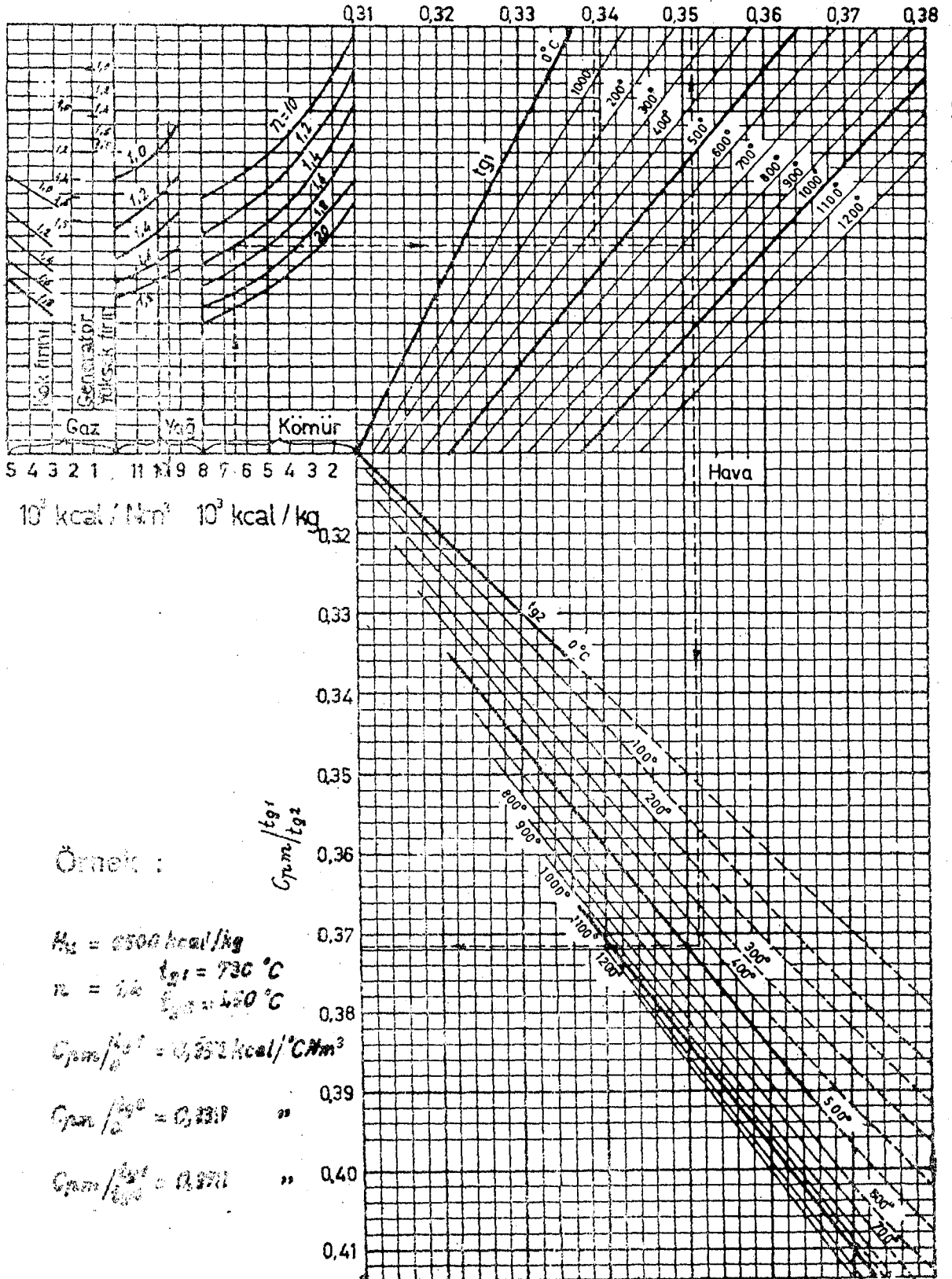
Tablo 6' ten (Duman gazlarının ortalama ısınma ısısı)

$$C_p = 0,397 \text{ kcal/m}^3 \text{ C okunur.}$$

GAZLARIN ORTALAMA ISISI

Ortalama spez. isi

$C_{pm}/\%$ in kcal/°C Nm³



Örnek :

$$H_u = 8500 \text{ kcal/kg}$$

$$n = 1.2 \quad t_{g1} = 730^\circ\text{C}$$

$$t_{g2} = 450^\circ\text{C}$$

$$C_{pm}/\% = 0.351 \text{ kcal/°C Nm}^3$$

$$C_{pm}/\% = 0.331 \text{ "}$$

$$C_{pm}/\% = 0.371 \text{ "}$$

C_{pm}/t_{g1}
 C_{pm}/t_{g2}

TABLO 6

GAZLARIN ORTALAMA - ISINMA ISISI

Tablo 6 'dan

$$C_p : 0,397 \text{ kcal/m}^3 \text{ C}$$

$$t = t_{d1} - t_d = 1350 - 164,17^\circ \text{C}$$

$$= 1185,83^\circ \text{C}$$

$$= 1186^\circ \text{C koabul edersek ;}$$

Tablo 7' den : t'' bulunur.

$$XR = (30 \cdot 59,2615) / (6222,33 \cdot 0,397)$$

$$XR = 1777,345 / 2470,265$$

$$XR = 0,72$$

$$t'' = 435^\circ \text{C}$$

$$t_{g2} = t'' + t_d$$

$$t_{g2} = 435 + 164,17$$

$$= 599,17$$

$$t_{g2} \approx 599 \text{ C kabul edelim}$$

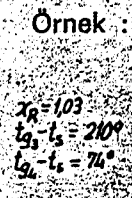
1.10.2. Boru içindeki duman gazının hızı (WII)

$$WII = \frac{V_g / 3600}{\left(\pi \cdot \frac{d^2}{4} \right) \cdot ZII} \dots\dots\dots \frac{\text{m}}{\text{sn}}$$

$$WII = \frac{6222,33 / 3600}{\left(\frac{\pi \cdot 0,07^2}{4} \right) \cdot 0,95} = \frac{\dots\dots}{0,3656} = 4,7276 \text{ m/sn}$$

$$WII = 4,73 \text{ m/sn}$$

As a result, the β value is not a good measure of the relative importance of the different components of the model.



T A B L O 7

- 64 -

1.10.3. Ortalama duman gazı sıcaklığı (tgm)

$$t_{gm} = \frac{tg1 + tg2}{2}$$

$$tg2 = 450 \text{ C (tahmini)}$$

$$t_{gm} = (1350 + 450) / 2$$

$$t_{gm} = 900 \text{ C}$$

1.11. III. Çekim sonu Gaz Sıcaklığı : tgm
= tg3

$$F_{III} = 43 \text{ m bulunmuştur.}$$

$$F_{III} = \text{dort. } \pi \cdot L_{III} \cdot Z_{III}$$

$$Z_{III} = \frac{F_{III}}{(\text{.dort.} L_{III})}$$

Kazan konstrüksiyonuna göre ;
İç çap : 70 mm
Dış çap: 76 mm
L_{III} = 3220 mm

$$Z_{III} : \frac{43}{(\pi \cdot 73 \cdot 10^{-3} \cdot 3,22)} = 58,22$$

$$Z_{III} = 59 \text{ Adet boru veya 58 adet boru}$$

$$Z_{III} = 58 \text{ adet}$$

1.11.1. III.Çekim sonu gaz hızı (W_{III})

$$W_{III} = \frac{(V_g / 3600)}{\pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot Z_{III}}$$

$$W_{III} = \frac{(6222,33 / 3600)}{(\pi \cdot \frac{0,07^2}{4}) \cdot 58} = \frac{\dots\dots\dots}{0,22321}$$

$$W_{III} = 7,743 \text{ m/sn}$$

$$t_{gm1} = (t_{g2} + t_{gb}) / 2$$

t_{gb} = bacadan çıkan gazın sıcaklığı

$$t_{gb} = t_d + 50$$

$$t_{gb} = 164,17 + 50$$

$$= 214,17^{\circ}\text{C}$$

$$t_{gm1} = (599,17 + 214,17) / 2$$

$$t_{gm1} = 406,67$$

$$\frac{LIII}{d} = \frac{3220}{70} = 46$$

$$LIII = 46 \text{ d}$$

$$t_w = 189 \text{ C (önceden)}$$

Tablo 5' ten ; (Daha önceden verildi)

$$\alpha_{II} = 40 \text{ kcal/hm}^2 \text{ C}$$

$$XR = \frac{(\alpha_{II} \cdot F_{II})}{(V_g \cdot C_p)}$$

$$C_p = 1,65 \text{ kJ/Nm}^3 \text{ H C}$$

$$XR = \frac{167,2 \cdot 59,2615}{6222,33 \cdot 1,65}$$

$$XR = 0,98$$

Tablo 7' dan t_{II} okuyalım $t_1 = t'$

$$t_1 = t_{g2} - t_d = 599,17 - 164,17 = 435 \text{ C}$$

$$t_{II} = 155 \text{ C}$$

$$t_{II} = t''$$

1.11.2. Baca gazının sıcaklığı (t_{g3})

$$t_{g3} = t_{II} + t_d$$

$$t_{g3} = 155 + 164,17$$

$$t_{g3} = 319,17 \text{ C (Kazanı terk ediş sıcaklığı)}$$

$$t_{g3} = t_d + 50$$

$$tg3 = 164,17 + 50$$

$$tg3 = 214,17 \text{ C idi}$$

$$tgm = \frac{(319,17 + 214,17)}{2} = 266,67^{\circ}\text{C} \text{ (Ortalama Baca gazı sıcaklığı)}$$

Burada tg3 gazın kazanı terkedişindeki sıcaklıktır. Bu sıcaklık baca kayıpları nedeniyle daha da düşecektir ve 250°C kadar inecektir. Bu sıcaklıkta normlara uygundur.

2. MUKAVEMET HESAPLARI :

2.1. Manto Kalınlığı (e)

$$e = \frac{(Pt \cdot da)}{200 \cdot \left(\frac{K}{S}\right) \cdot V + Pt} + C$$

Pt : Tecrübe basıncı

Pt : P.1.4

da = Kazan çapı

$$da = (0,22 \quad 0,26) \sqrt{FK} \quad \text{Kazan toplam ısı alanı} = F_K$$

$$da = 0,22 \cdot \sqrt{120}$$

$$da = 2400 \text{ mm}$$

K = Mukavemet katsayısı

Aşağıdaki Tablodan

$$K = 18 \text{ kg/mm}^2 \text{ (HI çeliği ve St37 = 200 C için)}$$

K Değerlerini gösterir tablo

Çelik Malzeme DIN 17006	Çekme Gerilmesi kg/mm ²	Ortalama duvar sıcaklığı		
		200	250	300
HI	35 - 45	18	17	14

S : Emniyet katsayısı = 1,5

V : Kayma faktörü = 0,8 (Kara tipi kazan)

C : Sabit (1 ÷ 3)

C : 1

$$Pt = p.1,4$$

$$Pt = 6.1,4 = 8,4 \text{ Atü}$$

$$Pt = 8,4 \text{ Atü}$$

$$e = \frac{(8,4.2,4)}{18} + 1$$

$$200 \left(\frac{18}{1,5} \right) . 0,8 + 8,4$$

$$e = \frac{20,16}{1928,4} + 1$$

$$e = 11,454 \text{ mm}$$

$$e = 12 \text{ mm}$$

TS 497' ye göre $e > 5 \text{ mm}$ uygundur.

2.2. Düz külhan Et kalınlığı : (e1)

$$e1 = \frac{Pt.dk}{C4} + \frac{L}{320} + 1$$

L : Ocak dayanma ayakları arasındaki uzaklık

C4: Ocak levhalarında çekme dayanımına bağlı minimum sabit değer

$$L = 2230 \text{ mm}$$

$$C4 = 1210 \text{ (TS 497 5 St 37 için)}$$

$$e1 = \frac{8,4.1000}{1210} + \frac{2230}{320} + 1$$

$$= 6,72 + 6,96875 + 1$$

$$= 14,688 \text{ mm}$$

$$e1 = 15 \text{ mm}$$

2.3. Cehennemlik Et Kalınlığı (e2)

$$e2 = \frac{Pt + \sqrt{Pt^2 + \frac{24.U.Pt.K}{S} \cdot \frac{1+0,1 dc/Lc}{1+5 dc/Lc}}}{400 \cdot \frac{K}{S} \cdot \frac{1 + 0,1 dc / Lc}{Dc}} + 1$$

$$e2 = \frac{8,4 + \sqrt{8,4 + \frac{24 \cdot 1,5 \cdot 8 \cdot 4 \cdot 18}{1,5} \frac{1 + 0,1 \cdot 1600/300}{1 + 5 \cdot 1600/300}}}{400 \cdot \frac{18}{1,5} \cdot \frac{1 + 0,1 \cdot 1600/300}{1600}} + 1$$

$$e2 = 8,213 \text{ mm}$$

$$e2 = 9 \text{ mm}$$

U : Ovallık Katsayısı % = 1,5
 Lc: Cehennemlik genişliği 300 mm
 dc: Cehennemlik ayna çapı = 1600 mm
 S: 2,5

2.4. Ön ve Arka Ayna Et Kalınlığı (e3)

TS 497

$$e3 = 0,125 \cdot da + 5 \text{ mm}$$

da : kızgın buhar borusu dış çapı = 76 mm

$$e3 = 0,125 \cdot 76 + 5$$

$$e3 = 14,5 \text{ mm}$$

$$e3 = 15 \text{ mm}$$

2.5. Takviye bayrak boyutları

$$F = \frac{h}{6 \cdot S} (3h^2 + 4S^2)$$

$$A = \sqrt{8Rh - 4h^2} / 2$$

$$R = 1200 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$A = \sqrt{8 \cdot 1200 \cdot 400 - 4 \cdot 400^2} / 2$$

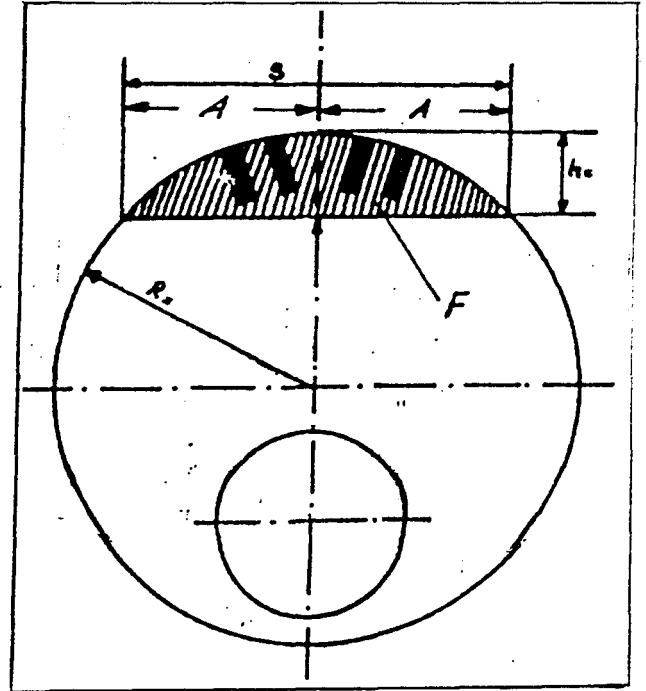
$$A = 894,4 \text{ mm}$$

$$S = 2A$$

$$S = 1788,8 \text{ mm}$$

$$F = \frac{400}{6 \cdot 1788,8} [3 \cdot 400^2 + 4 \cdot (1788,8)^2]$$

$$F = 494928 \text{ mm}^2$$



$$P = F.Pt$$

$$P = 494928.8,4$$

$$P = 41573,95 \text{ kg}$$

$$P = 41574 \text{ kg}$$

Bayrak et kalınlığı : 20, eni b = 200 mm

Sb : Bayrak kesit alanı

$$Sb = 200 \cdot 20 = 4000 \text{ mm}^2 \\ = 40 \text{ cm}^2$$

n : Bayrak adeti

$$n = \frac{P}{Sb \cdot V}$$

V : Malzeme emniyet gerilmesi
Kazan saçları için V = 400 Kg/cm²

$$n = \frac{41574}{40 \cdot 400} = 2,59$$

$$n = 3 \text{ adet}$$

Bayrak ebadı

$$F = a.b.n$$

a : bayrak uzunluğu
b : bayrak genişliği
n : bayrak adeti

$$F = 494928 = 3.a.200$$

$$a = 824,88 \text{ mm}$$

$$\text{BAYRAK BOYUTLARI} = (20 \cdot 200 \cdot 825) \text{ mm}$$

2.6. Bulon Hesabı (db)

$$V = P/l \left(\frac{\pi d_n^2}{4} \right)$$

$$dc : \text{Cehennemlik çapı} = 1600 \text{ mm}^2$$

$$\text{Cehennemlik Alanı} = 2010619 \text{ mm}^2$$

Patlama delik çapı : 400 mm : d

$$A = \left(\frac{.400}{4} \right) = 125600 \text{ mm}^2$$

F = Cehennemlik Alanı - patlama delik alanı

$$F = 2010619 - 125600 = 1855019 \text{ mm}^2$$

$$P = F.Pt$$

$$P = 18550,19.8,4 = 158340 \text{ kg}$$

TS : 497' ye göre ;

$$V = 900 \text{ kg/cm}^2$$

V formülünden

$$db = \sqrt{158340 / (\pi \cdot 900 \cdot 30) / 4} = 27,3 \text{ mm}$$

$$db = 30 \text{ mm (DIN II Standart boru aęları)}$$

2.7. Buhar Alma Vanası apı (d)

$$F = \frac{D.V}{W} \quad D = 6000 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 6 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$F = \pi \frac{d^2}{4}$$

$$W = 30 \text{ m/sn (Kazanlar A.Eker)}$$

$$V = 0,3262 \text{ m}^3/\text{kg (6 Atü)}$$

$$F = \frac{6000 \cdot 0,3262}{30 \cdot 3600} = 0,01812 \text{ m}^2$$

$$d = \sqrt{0,01812 \cdot \frac{4}{\pi}} \quad d = 151 \text{ mm}$$

$$d = 160 \text{ mm}$$

2.8. Besleme Suyu Vanası apı (dbs)

$$dbs : \frac{\text{Buhar Alma Vanası apı}}{2,2 \div 2,4}$$

$$dbs = \frac{160}{2,2} = 72,72 \text{ mm}$$

$$dbs = 73 \text{ mm}$$

2.9. Besleme Suyu Pompa Gücü : (N)

$$N = C.D. (P+Z)$$

$$C = 0,055 (Sbt)$$

$$Z : 0,25 \text{ Basınç balansı}$$

$$N : 0,055 \cdot 6000 \cdot (6 + 0,25)$$

$$N = 2.06 \text{ kw}$$

Bulduğumuz bu sonucu emniyet yönünden 1,15 ile çarpalım.

$$N = 2,06 \cdot 1,15$$

$$N = 2,369$$

$$N = 2,37 \text{ kw}$$

2.10. Aspiratör Gücü Hesabı (Na)

$$Na = \frac{Vg.H}{3600.75.\eta}$$

$$H : \text{mmSS}$$

$$H : \text{Kazandaki toplam basınç kaybı}$$

$$H : Hk+Hv+Hd$$

$$Hk : \text{Kazandaki yük kaybı}$$

$$Hv : \text{Vantilatör emme ve basma kanallarındaki kayıplar}$$

$$Hd : \text{Vantilatör dinamik basınç kaybı}$$

$$\eta : 0,4 \text{ Aspiratör Verimi}$$

$$Hv : 5 - 15 \text{ mmSS}$$

$$Hd = 5 - 10 \text{ mmSS}$$

$$H = \sum_{\text{Baca}}^{\text{Ocak}} . P$$

P : Basınç kaybı

Basınç kaybı için genel formül

$$P = \left(\lambda \cdot \frac{L}{d} \right) \cdot \frac{W_g^2}{2g} \cdot \gamma_g$$

I. Çekimde ;

$$\Delta P_1 = \left(\lambda \cdot \frac{L}{dk} \right) \cdot \left(\frac{W^2}{2g} \right) \cdot \gamma_g$$

$$\frac{T_h}{T_{g1}} = \frac{\gamma_{g1}}{\gamma_h}$$

$$\frac{273}{1350 + 273} = \frac{\gamma_{g1}}{1,29}$$

gazözümlü
ağırlık

$$\gamma_{g1} = 0,2169 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \lambda &= \text{Dirsek kaybı} = 0,3 \\ L &= \text{Külhan boyu} = 1600 \text{ mm} \\ d &= \text{Külhan çapı} = 1600 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{g1} &= 1350 \text{ C} \\ \gamma_h &= 1,29 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Genel formülden ;

$$\Delta P_1 = 0,3 \cdot \frac{1,6}{1}$$

$$W_1 = \left(\frac{V_g}{3600} \right) / \left(\frac{\pi \cdot dk^2}{4} \right)$$

$$V_g : \text{Gaz Miktarı} = 6222,33 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$W_1 = \left(\frac{6222,33}{3600} \right) / \left(\frac{\pi \cdot 1^2}{4} \right)$$

$$W_1 = \frac{1,728425}{\frac{\pi}{4}}$$

$$W_1 = 2,2 \text{ m/sn}$$

$$\Delta P_1 = \lambda \cdot \frac{L}{dk} \cdot \frac{W^2}{2g} \cdot \gamma_g$$

$$P1 = 0,3 \cdot \frac{1,6}{1} \cdot \frac{(2,2)^2}{2.9,81} \cdot 0,2169$$

$$P1 = 0,0256 \text{ kg/m}^2$$

II. Çekimde ; L = 2800 mm

$$\frac{T_h}{T_{gII}} = \frac{\gamma_{gII}}{\gamma_h}$$

$$T_{gII} = 273 + 599 = 872 \text{ K}$$

$$\frac{273}{872} = \frac{\gamma_{g2}}{1,29}$$

$$\gamma_{g2} = 0,40386 \text{ kg/m}$$

$$P2 = 0,3 \cdot \frac{2,8}{1} \cdot \frac{(4,73 \text{ m/sn})^2}{2.9,81} \cdot 0,40386$$

$$P2 = 0,386 \text{ Kg/m}^2$$

III. Çekimde ;

$$\frac{T_h}{T_{gIII}} = \frac{\gamma_{gIII}}{\gamma_h}$$

$$T_{gIII} = 266,67 + 273 = 539,67 \text{ K}$$

$$W_{III} = 7,743 \text{ m/sn}$$

$$L_{III} = 3220 \text{ mm}$$

$$\Delta P3 = \lambda \cdot \frac{L}{dk} \cdot \frac{W^2}{2g} \cdot \gamma_g$$

$$\Delta P3 = 0,3 \cdot \frac{3,22}{1} \cdot \frac{(7,743)^2}{2.9,81} \cdot \gamma_g$$

γ_g 'yi bulalım ;

$$\frac{T_h}{T_{gIII}} = \frac{\gamma_{gIII}}{\gamma_h} \longrightarrow \frac{273}{539,67} = \frac{\gamma_{gIII}}{1,29}$$

$$\gamma_{gIII} = 0,6525 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta P_3 = 1,926 \text{ Kg/m}$$

$$H_k = 0,0256 + 0,386 + 1,926$$

$$H_k = 2,3376 \text{ kg/m}$$

$$H_v = 15$$

$$H_d = 10$$

$$H_k = 2,3376 \text{ kg/m}^2 (1 \text{ kg/m}^2 = 1 \text{ mmSS})$$

$$H = 15 + 10 + 2,3376 = 27,3376 \text{ mmSS}$$

$$H = 27,3376 \text{ mmSS}$$

Şimdi vantilatör gücünü bulalım.

$$N_a = \frac{V_g \cdot H}{3600 \cdot 75 \cdot \eta}$$

$$N_a = \frac{6222,33 \cdot 27,3376}{3600 \cdot 75 \cdot 0,4}$$

$$N_a = 1,575 \text{ kw}$$

Bulunan bu değer emniyet için daima emniyet katsayısı $E = 1,25$ ile çarpılır.

$$N_a = 1,575 \cdot E$$

$$N_a = 1,575 \cdot 1,25$$

$$N_a = 1,968 \text{ kw}$$

SONUÇ :

Manometre, Gaz kaçak dedektörü, kompensitör ve pilot bürölörü gibi extra aksesuarlar varlığında olumlu sonuçlar yaratan extra aksesuarlardır. Extra aksesuarların yoklukları sistemi etkilemez. Yakıt hattında bulunan elemanları fiatları yönünden tekrar gözden geçirirsek.

Doğal gaz için filitre 1/2"	140.000
3/4"	140.000
2" +	330.000
Toplam	610.000 Tl.

Kompansatör 1/2" - 3/4" - 2" (500.000 - 230.000) Tl.

Sayaçlar	6 m /h	690.000 Tl.
	16 m /h	1 330.000 Tl.
	40 m /h	4 900.000 Tl.

Şimdi emniyet ve kontrol ekipmanlarının fiat analizini yapalım.

Gaz Alarm Cihazı (Tip 1)	330.000 Tl.
Gaz Alarm Cihazı (Tip 2)	380.000 Tl.
Zaman Saati (Pano tipi)	540.000 Tl.
Zaman Saati (Fişli)	150.000 Tl.

EMNİYET VENTİLLERİ

Kazan Emniyet Ventili 1/2"	47.000 Tl.
Kazan Emniyet Ventili 3/4"	57.000 Tl.
Ototmatik Kazan Musluğu	180.000 Tl.
Dijital Termostat	770.000 Tl.
5 Yollu Fittings	75.000 Tl.
Küresel Vana 1/2"	33.000 Tl.
" " 3/4"	44.000 Tl.
" " 1"	62.000 Tl.
" " 2"	640.000 Tl.

Emniyet Kapama Vanası	140.000 Tl.
Yağ Sayacı	295.000 Tl.
Gaz Sayacı	350.000 Tl.
Debi Kontrol Ünitesi	726.000 Tl.
Manometre	85.000 Tl.
Gaz Sıcaklığı Ayar Vanası	1.625.000 Tl.
Gözetleme Camı	100.000 Tl.
Gaz Kaçak Dedektörü	512.000 Tl.
Selenoid Valf	785.000 Tl.

Bu bölümde doğal gaz tesisatı yakıt hattında bulunan gaz armatürlerinin çeşitli kaynaklardan fiyat araştırması yapılmış ve fiyat, aksesuar hassasiyet baz alınarak incelenmiştir.

1. Tip'te 8.364.300 Tl., 2. Tip'te 5.092.000 Tl. ve 3. Tip'te 7.425.820 Tl. olarak fiyat analizi yapılmış ve maliyet tutarı belirlenmiştir.

Tipler tek tek incelendiğinde bazı armatürlerin yakıt hattında olmadığı görülmüştür. Bunun sebebi yoklukları sistemi etkilemeyen ama varlığında olumlu sonuçlar yaratan extra aksesuar niteliği taşımalarıdır. Fiyatları değerlerine göre daha pahalı ama hassasiyet derecesi oldukça yüksektir.

Örneğin manometreleri ele alalım. Yakıt hattında bulunan bir manometre fonksiyonunu yerine getirdiği müddetçe yeterlidir ama 2. manometre çeşitli noktalarda bize gerçekten hassas değerler verebilecek kapasiteye sahiptirler. Sadece yakıt hattına ek bir maliyet getireceklerdir.

Tip 3'ü ele alalım:

Extra aksesuarları toplam maliyetten düşelim. Doğal gaz yakıt hattında bulunan gaz armatürlerinin toplam fiyatı daha da düşecektir. Şimdi bunu görmeye çalışalım.

FARK = TOPLAM MALİYET - EXTRA AKSESUARLAR

TOPLAM MALİYET = 7.425.000 tL.

EXTRA AKSESUARLAR :

Manometre 54.400 Tl.

Gaz kaçak dedektörü 402.000 Tl.

Kompansatör 345.000 Tl.

Pilot bürölörü 425.000 Tl.

Toplam extra aksesuarlar 1.226.000 Tl.

FARK = 7.425.820 - 1.226.400

FARK = 6.199.420.Tl

SONSÖZ:

Son günlerde adından çok sık söz ettiren doğal gazın ülkemize getirilmesindeki en önemli gerekçe büyük şehirlerimizdeki mevcut hava kirliliği ve sanayii kuruluşlarının bu duruma yaptığı olumsuz etkilere kısa vadede bir çözüm sağlayabilecek nitelikte olmasıdır.

Uygun dağıtım şebekeleri sayesinde, depolama veya stok kontrolü gibi işlem gerektirmeyen bir yakıt türüdür.

Doğal gaz uzun vadede çok ekonomik bir enerji kaynağıdır. Dönüşüm maliyetine kısa zamanda geri kazandırabilecek nitelikte bir yakıttır.

Sonuç olarak; Doğal gazın bize sağladığı avantajlar diğer enerji kaynaklarından üstünlüğünü bir kez daha kanıtlamıştır.

KAYNAKLAR DİZİSİ

1. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1991 Yapı İşleri Müşterek Tesisat Birim Fiyat ve Tarifleri Sayı : 3, 66 Syf
2. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 1991 Yapı İşleri Kalorifer Tesisatı Birim Fiyat ve Tarifleri Başkanlığı Basımevi 34 Syf, Sayı : 2
3. BOTAŞ : Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. "Endüstriyel Tesislerde Doğal Gaz Geçiş El Kitabı" ANKARA
4. Makina Mühendisleri Odası, 1989 Gaz Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Hazırlama Teknik Esasları
5. Doğal Gaz Uluslararası Enerji Teknoloji ve Tesisat Dergisi Seminer Notları.
6. Pratik Uygulamalı Sanayi Tipi Kazanların Proje Hazırlama Tekniği Mak.Yük.Müh. Abdullah EKER 41.111
7. Doğal Gaz Tesisatlarında Teknik Güvenlik Prof. Dr. Emre DÖLEN Marmara Üniversitesi, Syf. 2-5
8. Doğal Gaz Paneli Dünya Enerji Konferansı Türk Milli Komitesi Ankara Syf 50-65
9. Gaz Manuals Steering Committee 1984 Tecnicak Books (400)
10. Doğal Gazlı Kazan Daireleri için Genel Kurallar Mühendis ve Makina Dergisi Doğal Gaz Özel Sayısı 30-37
11. Buhar Kazanları Ders Notları : Prof. Dr. Kemal TANER Eskişehir
12. Reglaj ve Ölçüm İstasyonları : Cüneyt VARDAR (Doğal Gaz Tesisatı Dergisi)

EK 1

DOĞAL GAZ TESİSATI MALİYET HESAP

CETVELİ

Aşağıdaki cetveller T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı
Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı Sayı 3' e göre Yapı işleri
Müşterek tesisatı ile Sayı 2'ye göre kalorifer tesisatı birim
fiat ve tarifleri baz alınarak oluşturulmuştur.

BİRİM FİYAT NO	YAPILAN İŞİN CİNSİ	MONTAJLI BİRİM FİYATI [LİRA]	MONTAJ BEDELİ [LİRA]	ANMA ÖLCÜSÜ		DİS CAP / ETKİNLİĞİ ORTALAMA MM	AĞIRLIK KG/M	MİKTAR M	TUTARI
				İNCH	MM				
201-104	Celik Boru	5370	1900	1/2"	6	21,3/2,65	1,22	55	297250
201-105	Celik Boru	6550	2060	3/4"	20	26,9/2,65	1,58	12	80660
201-109	Boru	15720	3300	2"	50	60,3/3,65	5,10	10	160500
201-311	Gaz Borusu Dikissiz Boru (Fe 33) TS 346/1 (Çelik çekme)	14280	1890	1"	25,4	33,7/2,6	-	6	87570
201-313	Gaz Borusu	18090	2100	1 1/4"	32	42,4/2,6	-	14,5	264405
201-315	Gaz Borusu	20790	2550	1 1/2"	40	48,3/2,6	-	10	210450
201-317	Gaz Borusu	27210	2720	2"	50	60,3/2,9	-	8	220400
201-400	Bina içi boru montajı	-	-	-	-	-	-	% 30	987520
231-101	Boru boyanması (2 kat boya)	1220	550	1/2"-2"	-	-	-	115,5	141460
231-202	Boru boyanması (Yağlı boya) (Sıcak dayanıklı 2 kat)	1890	640	2"-4"	-	-	-	115,5	218935

BİRİM FİYAT NO	YAPILAN İŞİN CİNSİ	MONTAJLI BİRİM FİYATI [LİRA]	MONTAJ BEDELİ [LİRA]	ANMA ÖLCÜSÜ		DİS ÇAP / ETKİNLİĞİ ORTALAMA MM	AĞIRLIK KG/M	MİKTAR M	TUTARI
				İNCH	MM				
211-800	Gaz sıcaklığı ayar vanası	1075000	3700	1"		Üç yollu ayar vanası	-	3	3228700
215-000	Diferansiyel Bas- sinc ayarlayıcı	990000	7500		15 mm	Flansli	-	2	1980000
219-101	Kompansator Genleşme Parçala- rı çelik paslanmaz	32700	15000		40 mm	Eksenel Tip Koruklu 20 mm uzama olabilir	-	-	32700
220-101	Titresim Yutucu (Absorber)	225000	7500		15 mm	Flansli ve Kaynak boyunlu	-	-	225000
221-501	Pislik Tutucu	164000	5300		15 mm	Vidalı, flansli		4	656000
223-101	Gözetleme Camı	49000	5400		15 mm	Flansli ve borularda akisi kontrol için, ba- sınca tabi çelikten a- kışkan sıcaklığına da- yanıklı cam komple	-	1	49000
224-101	Otomatik hava at- ma cihazı	36000	3700		15 mm	Borularda biriken hava- yı atması	-	1	39700
226-100	Debi Kontrol Ci- hazı	320000	6500		15 mm		-	1	326500

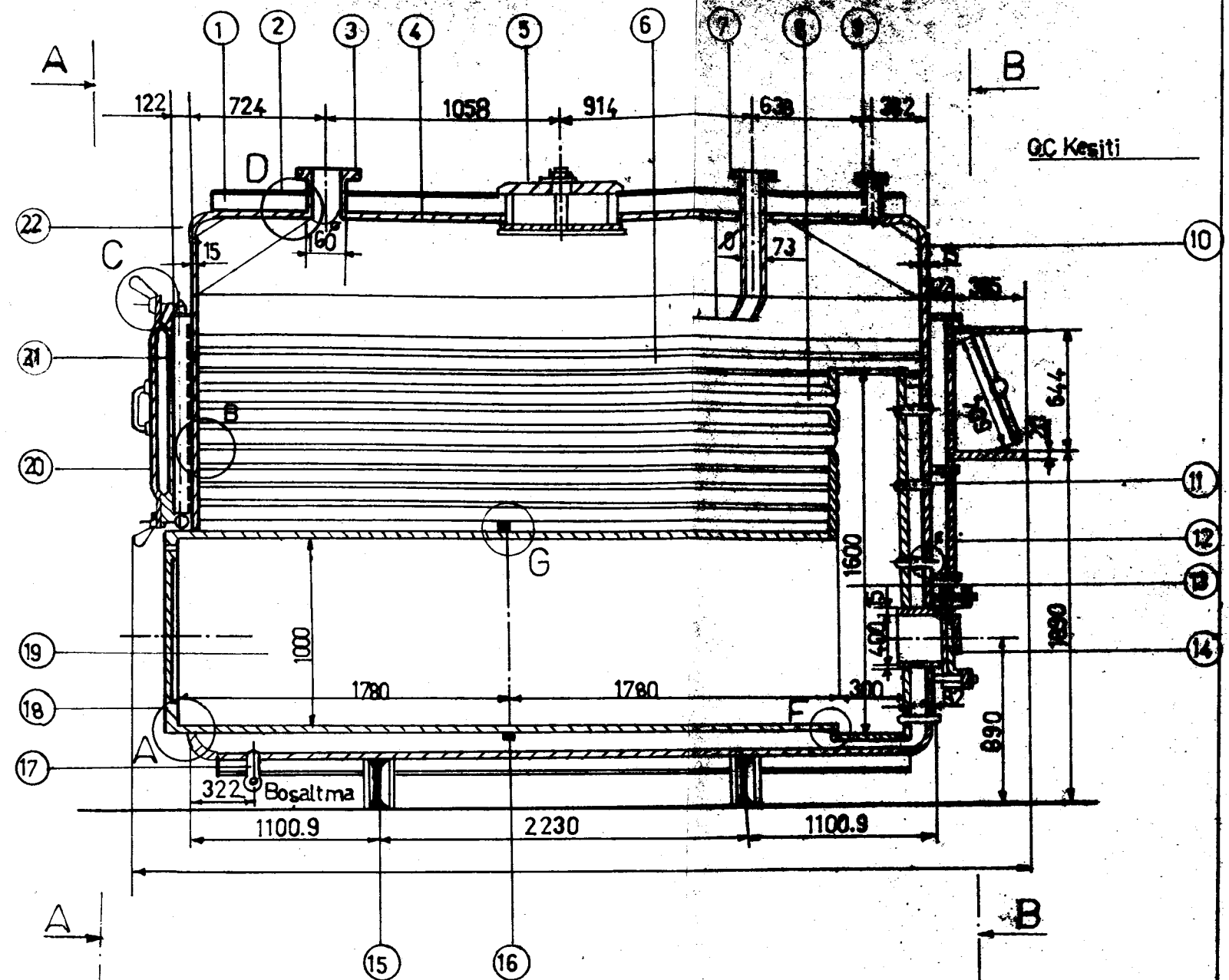
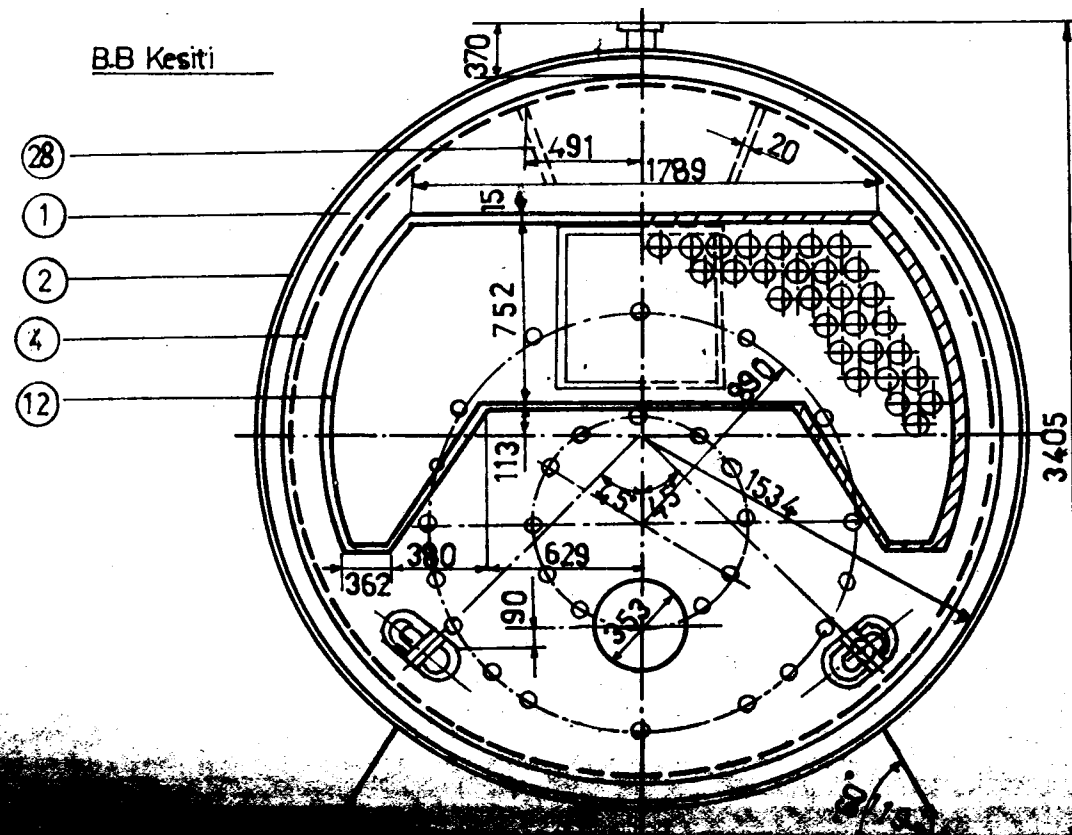
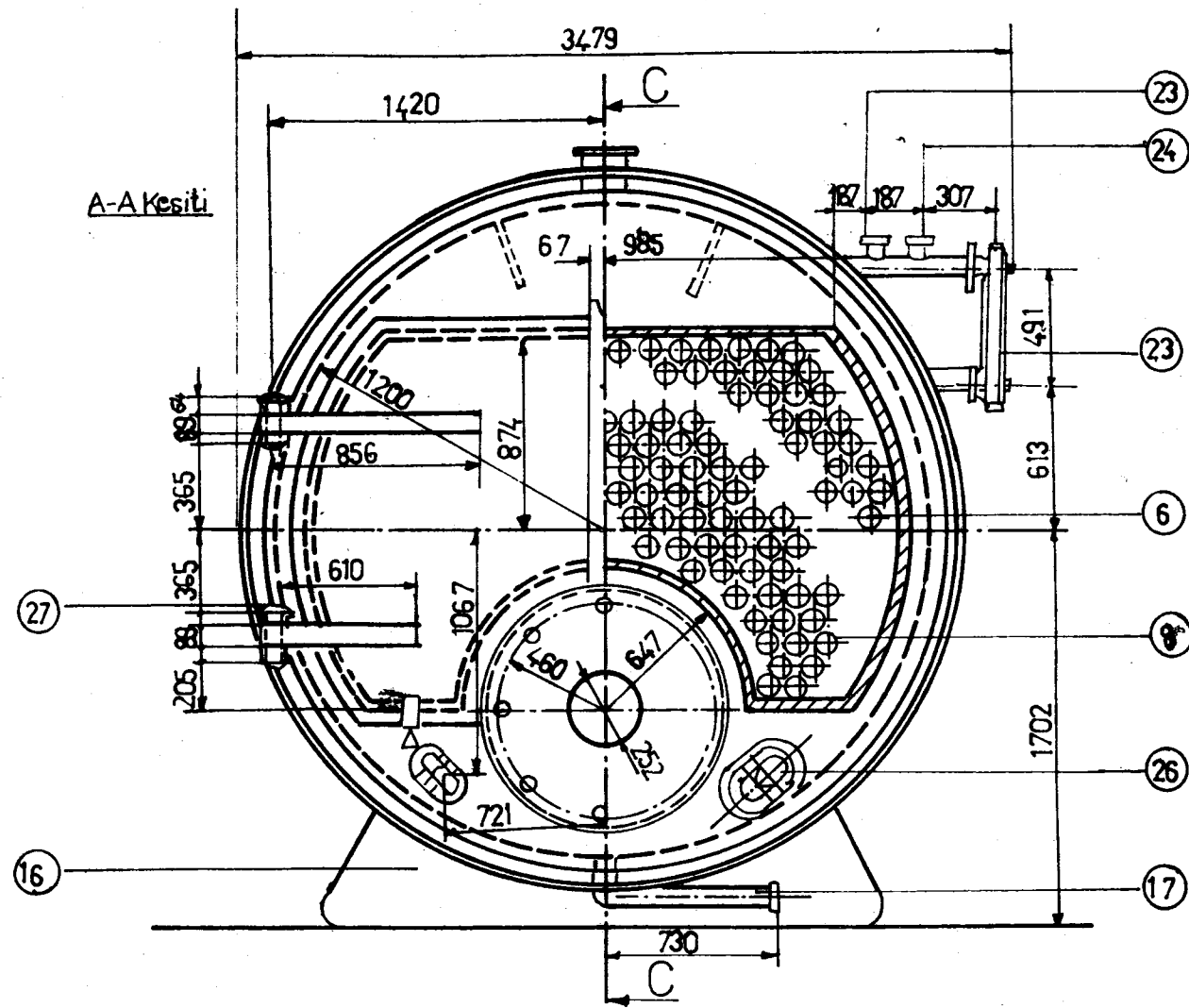
BİRİM FİYAT NO	YAPILAN İŞİN CİNSİ	MONTAJLI BİRİM FİYATI [LİRA]	MONTAJ BEDELİ [LİRA]	ANMA ÖLÇÜSÜ		DİS ÇAP / ETKALİNLİĞİ ORTALAMA MM	AĞIRLIK KG/M	MİKTAR M	TUTARI
				İNCH	MM				
230-302	T5901 Boru ızalasyonu	6200	2700	1/2"		Ölçüklü mukavvalı cam yunu 230-100' e uygun alci kaplama	80 kg/m luk mu- kavvalı cam yu- nu et kalınlı ğı 30mm	45	281700
230-307	Boru ızalasyonu	10600	2850	1 1/4"	-	-	30 mm	35	373850
230-309	ızalasyon	8400	2850	1 1/2"	-	-	30 mm	9	78450
230-311	ızalasyon	12400	2850	2"	-	-	40 mm	15	188850
212-101	Basıncı düşürücü Vana	1100000	2900	1/2"	-	Ø15 mm Vidalı	-	4	4402900
212-103	Vana	1418000	4900	1"	-	25 mm Vidalı	-	2	2840900
212-104	Vana	1652000	5600	1 1/4"	-	32 mm	-	5	8260000
212-105	Vana	1897000	6400	1 1/2"	-	40 mm	-	3	5691000
216-103	Sirkulasyon Pompa	410000	31000	-	50 mm	Debisi 2-6 m/h	-	2	31820
211-600	Gas Sıcaklığı Ayar Vanası	1125000	3500	1/2"	-	2 Yollu	-	2	2250000

BİRİM FİYAT NO	YAPILAN İŞİN CİNSİ	MONTAJLI BİRİM FİYATI [LİRA]	MONTAJ BEDELİ [LİRA]	ANMA ÖLCÜSÜ		A C İ K L A M A	AĞIRLIK KG/M	MİKTAR M	TUTARI
				İNCH.	MM				
157-115	Kazan (Mevcut)	15000000	21700	-	-	5000-7000 kg/saat Buhar	-	1	15000000
162-201	Termometre	35180	2300	-	-	Madeni 100 mm 120 C boluntulu	-	1	37480
162-102	Termometre	22320	2300	-	-	Renkli sivili 20 cm boyunda	-	1	24620
164-300	Manometre	34200	2300	-	-	100 mm 5 Atm kadar boluntulu	-	1	36500
174-203	Genleşme Deposu	166000	27000		-	75 Litre	-	1	193000
180-200	Kazan emniyet Alarm Düzeni	240000	-	-	-	-	-	1	240000

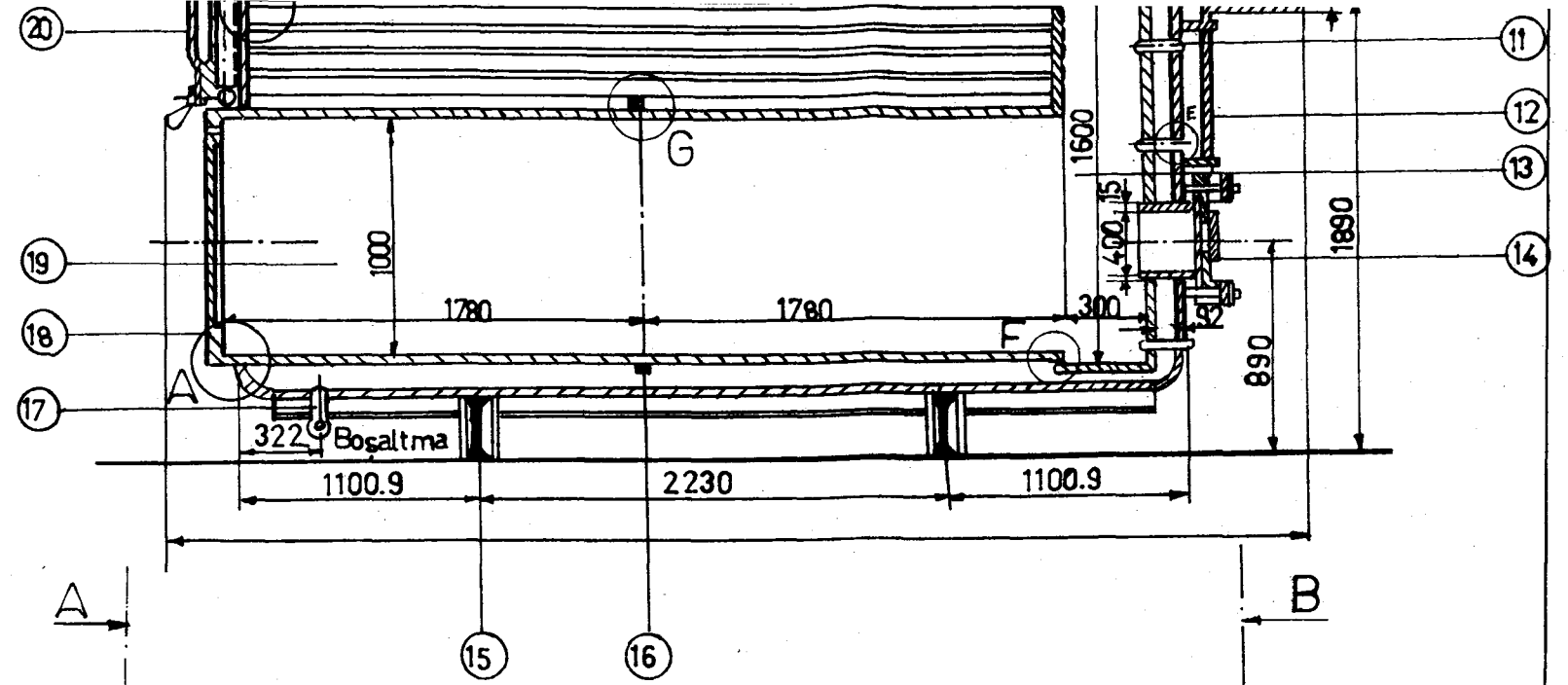
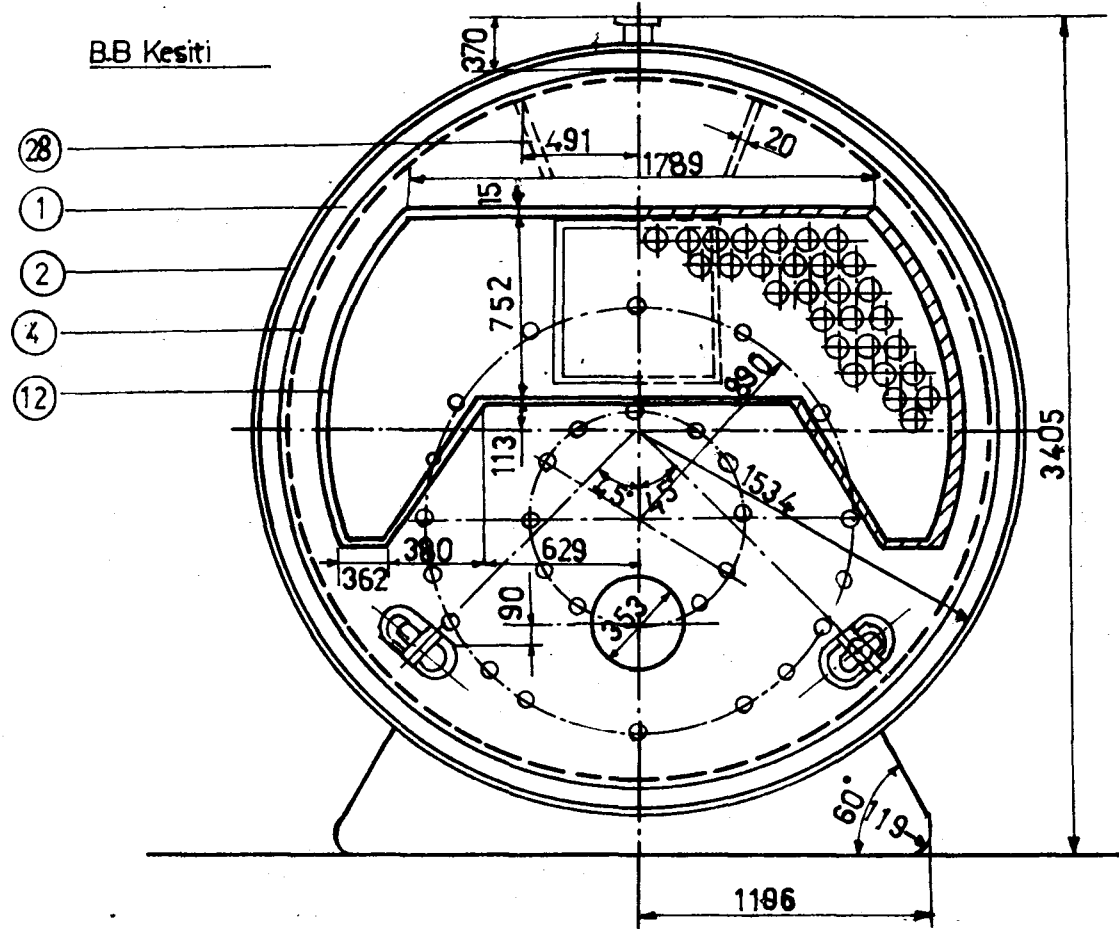
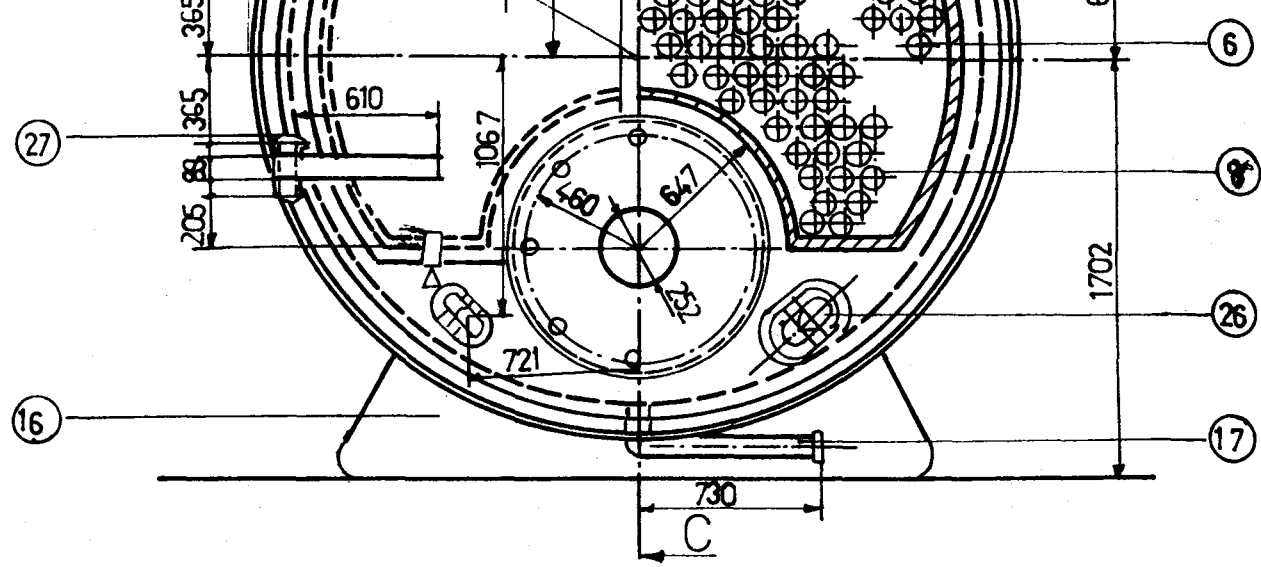
+ _____
35197820

Toplam Maliyet	:	35.197.820 TL.
Mevcut Kazan ve ekipmanlar fiatı:	:	15.000.000 TL.
Dönüşüm Maliyeti	:	Toplam Maliyet - Mevcutlar
Dönüşüm Maliyeti	:	35.197.820 - 15.000.000
Dönüşüm Maliyeti	:	20.197.820 TL
Brülör Maliyeti	:	9.000.000 TL
TOPLAM	:	29.197.820 TL
SONUÇ	:	Mevcut bir skoç tipi buhar kazanının doğal gaza dönüştürülmesi maliyeti yaklaşık 15 Milyon ile 30 Milyon arasındadır.

EK 2
SKOÇ TİPİ DOĞAL GAZ
BUHAR KAZANI
PROJE RESMİ



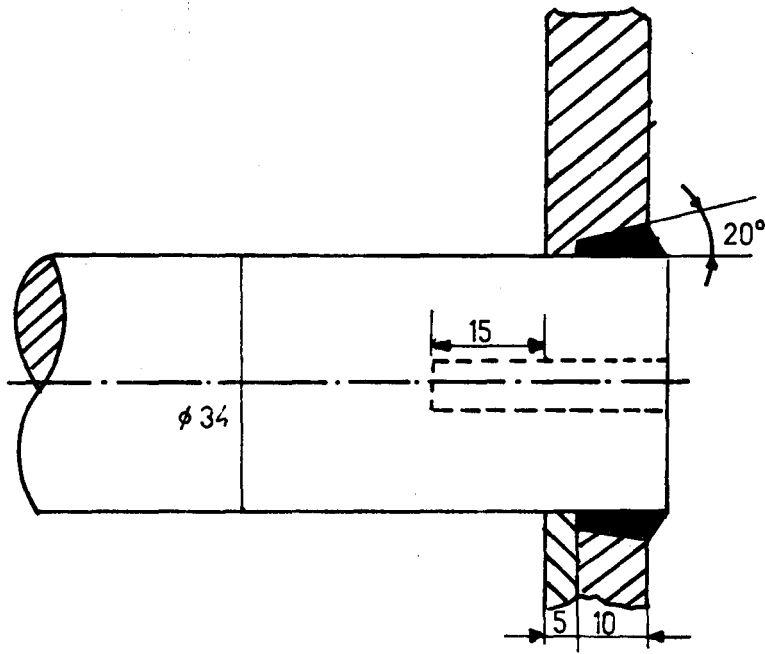
28	BAYRAK	4	200 X 20	St 37
27	MENTESE	4		St 37
26	EL DELİĞİ	4		St 37
25	SU GÖSTERGESİ	1		CAM
24	TERMOMETRE	1		ND 40
23	MANOMETRE	1		
22	ÖN AYNA	1	15	St 42
21	İZOLASYON	1		CAM YÖNÜ
20	ÖN DUM. SACI	1		St 37
19	KÜLHAN	1	Ø 1000	St 42
18	FLANS	1		ND 40
17	DOSALTMA	1		ND 40
16	AYAKLAR	2	UZAKLIK 2230	NPI 16 St 37
15	TAKVIYE	1		St 42
14	BAĞLAMA KARAĞI	1	DELİK Ø 400	St 42
13	GELENİMİK	1	1600 X 2230 X 4	St 42



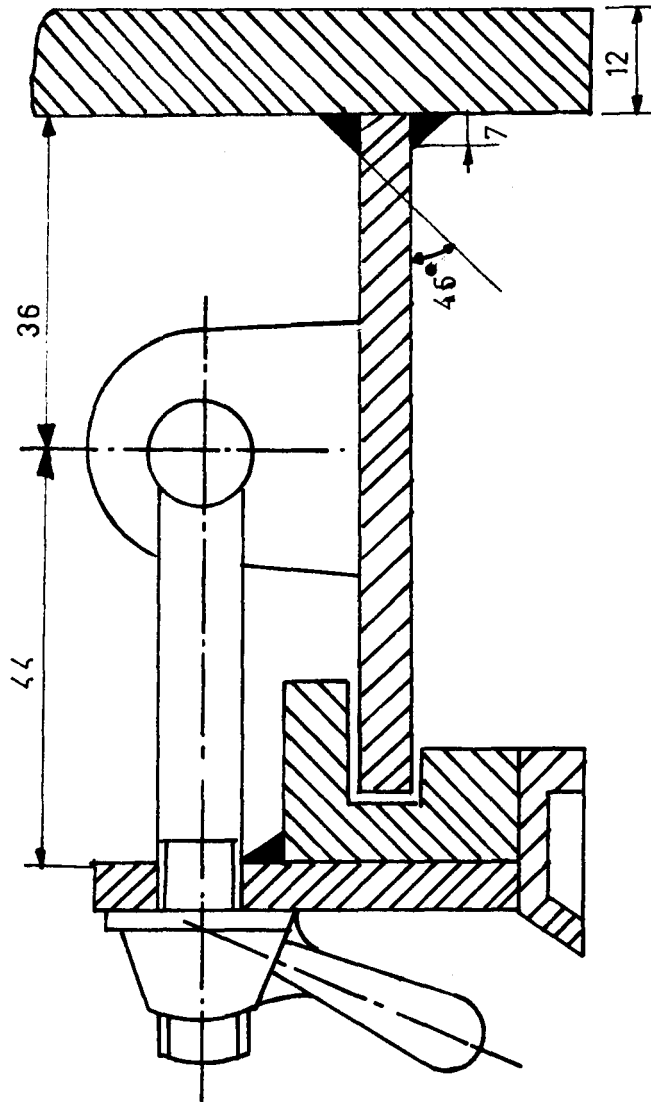
28	BAYRAK	4	200 X 20	St 37
27	MENTEŞE	4		St 37
26	EL DELİĞİ	4		St 37
25	SU GÖSTERGESİ	1		CAM
24	TERMOMETRE	1		ND 40
23	MANOMETRE	1		
22	ÖN AYNA	1	15	St 42
21	İZOLASYON	1		CAM YÜNU
20	ÖN DÜM. SACI	1		St 37
19	KÜLHAN	1	Ø 1000	St 42
18	FLANS	1		ND 40
17	DOŞALTMA	1		ND 40
16	AYAKLAR	2	UZAKLIK 2230	NPI 16 St 37
15	TAKVİYE	1		St 42
14	PATLAMA KAPAĞI	1	DELİK Ø 400	St 42
13	CEHENEMLİK	1	1600 X 300 X 8	St 42
12	ARKA DÜM. SACI	1		St 42
11	BULON	30		St 42
10	ARKA AYNA	1	15	St 42
9	NEFESLİK	1		ND 40
8	KISA BORULAR	58	76,1 X 58	St 37
7	DOLDURMA	1	d _{bs} = Ø 73	ND 40
6	UZUN BORULAR	95	76,1 X 95	St 37
5	ADAM DELİĞİ	1		St 42
4	MANTO	1	KALINLIK 12	St 42
3	BUHAR ALMA	1	Ø 160	ND 40
2	İZOLASYON SACI	1		0.5 GALVANİZ SAC
1	İZOLASYON	1		CAM YÜNU
SIRA NO	PARÇA ADI	ADET	AÇIKLAMA	MALZEME

SKOÇ TİPİ BUHAR KAZANI

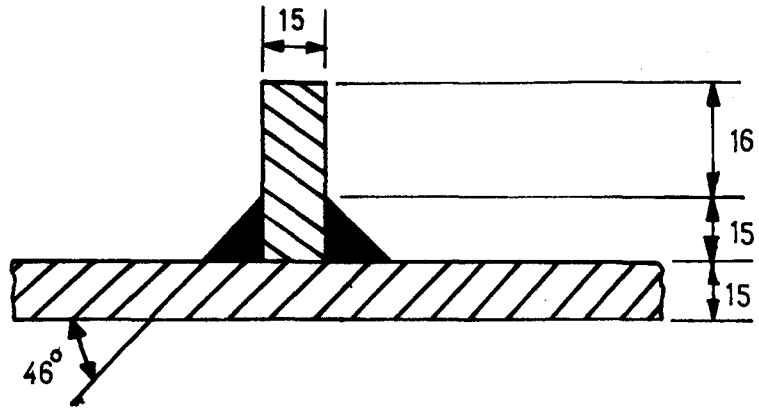
Resim no: 0.01



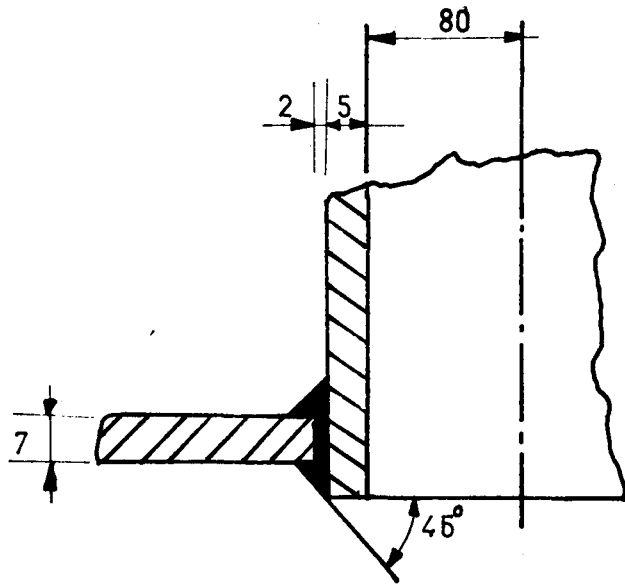
E - DETAYI TS 497



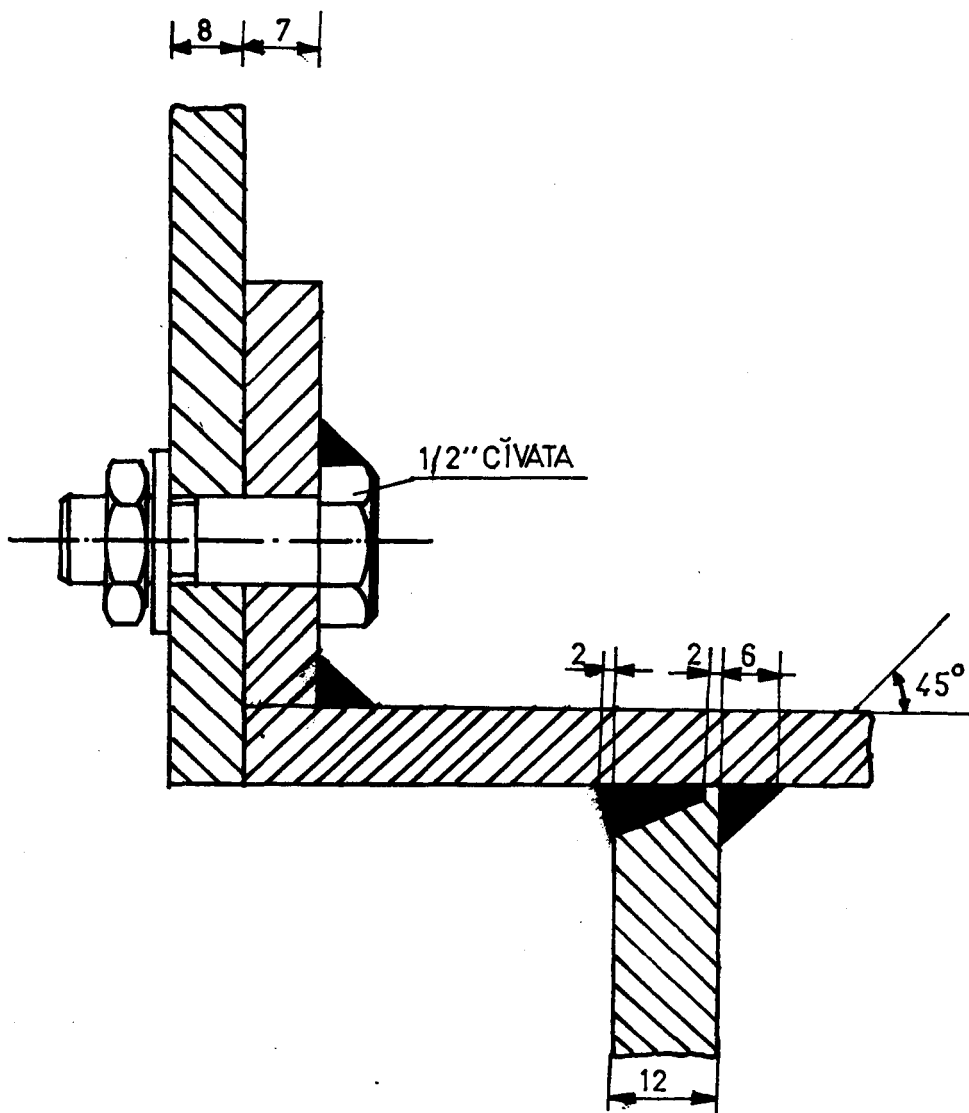
C- DETAYI



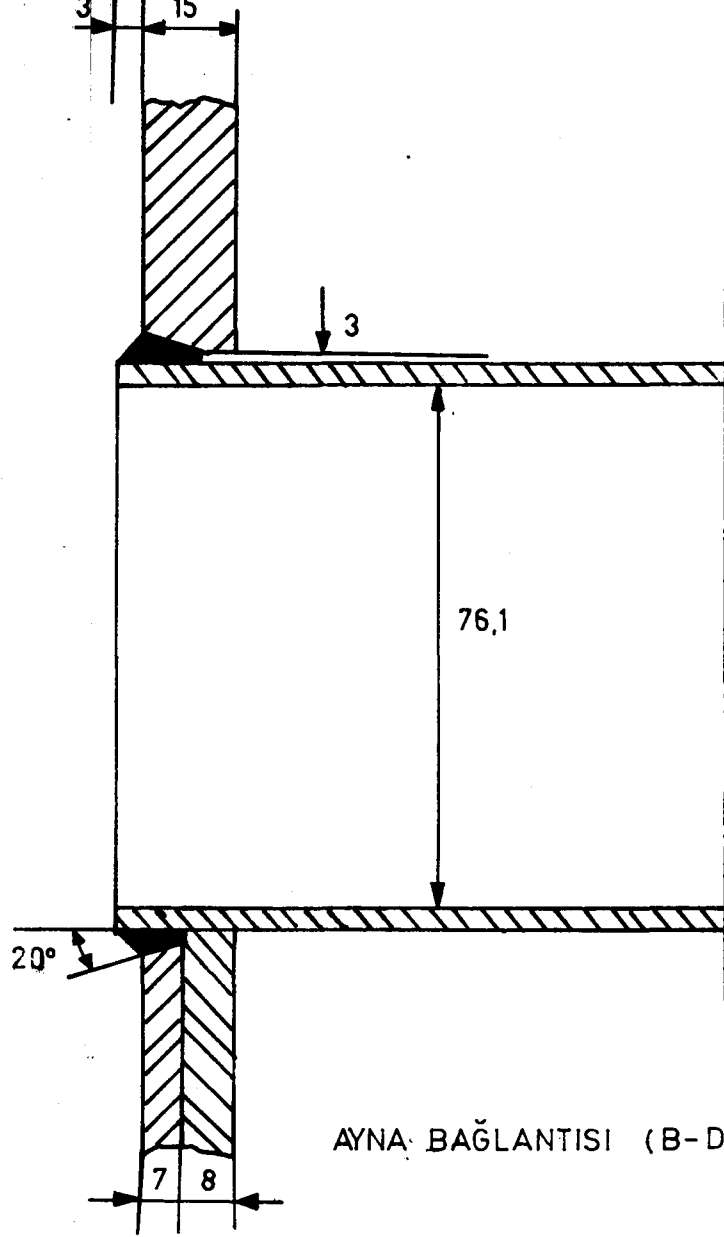
G-DETAYI TS 497



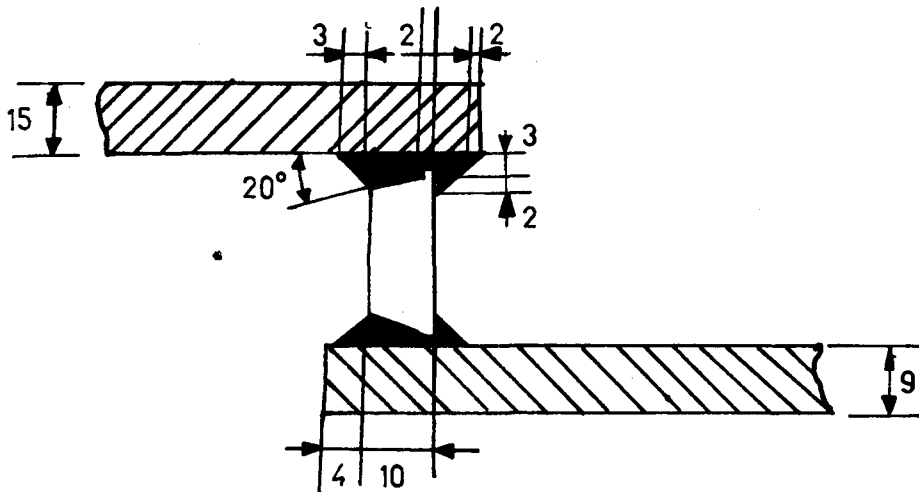
D-DETAYI TS 377



FLANŞ (A- DE TAYI TS 177)



AYNA BAĞLANTISI (B-DETAYI TS 377)



F DETAYI TS 377

EK 3
DOGAL GAZ TÜRK
STANDARTLARI

DOĞAL GAZLA İLGİLİ HAZIRLANMIŞ
TÜRK STANDARTLARI

SIRA NO		K O N U
1	M	TS 79 Rondelalar
2	A	TS 80 Civata Somun ve Benzerleri gibi Vida dişi açılmış bağlama elemanları için genel esaslar
3	D	TS 301 Borular dikişsiz ve dikişli vida dişi açılabilir, vidalı çelik
4	D	TS 346 Borular-dikişsiz çelik (Genel Amaçlar için)
5	E	TS 380 Borular-Bakır (Dikişsiz, genel amaçlar için)
6	V	TS 381 Borular-dikişsiz, çelik ısı ve basınca dayanıklı
7	E	TS 416 Borular-dikişli (Kaynaklı) çelik genel amaçlar için
8	M	TS 432 civatalar-saçlar için çelik
9	A	TS 516 Vanalar-Çelik döküm (Sıvı, gaz ve buhar için)
10	M	TS 706 Beton Ağrevaları
11	U	TS 810 Flanşlar (Borular için Kıraörüm)
12	L	TS 811 Flanşlar (Borular için, boruları kaynaklı)
13		TS 819 Rilem cimpareau standara kama
14		TS 931 Boru bağlantı parçaları (Çelik vidalı)
15		TS 1020 Civatalar merçek başlı, Silin- dirik başlı ve yuvarlak başlı mecrik Vidalı
16		TS 1021 Civatalar ve vidalar-altıköşe başlı, metrik, çelik
17		TS 1022 Civatalar, dört köşe başlı ve Çekiç başlı, metrik vidalı
18		TS 1023 Civatalar-Havşa başlı, metrik vidalı
19		TS 1025 Saplamalar-Metrik
20		TS 1026 Somunlar-Altıköşe-Metrik
21		TS 1027 Civatlar-Tırtıllı başlı, Metrik vidalı

22	M	TS 1028 Civatalar-Halka Başlı, Metrik Vidalı
23	A	TS 1031 Civatalar-Düşmeyen Rondelalı metrik Vidalı
24	D	TS 1032 Civatalar-Kelebek başlı, metrik Vidalı
25	D	TS 1114 Hafif Agregalar (Beton için)
26	E	TS 1909 Perçin Çelikler
27	V	TS 2162 Genel yapı Çelikleri
28	E	TS 2649 Boru Bağlantı parçaları-çelik (Kavnal ağızlı veya flanşlı)
29	M	TS 2717 Harç Kumlar
30	A	TS 3576 Bağlama Flemanlarının mekanik özellikleri, deneyleri ve malzemeleriyle ilgili genel esaslar-civata, vida ve saplamalar
31	U	TS 3888 Sontaj Boruları-Petrol ve doğal gaz kuyularında kullanılan çelik çekme dikişsiz
32	L	TS 4044 Bağlantı Elemanları-Petrol ve Doğal gaz kuyularında kullanılan çelik çekme sondaj boruları için
33		TS 4266 Sondaj Boruları-Petrol ve Doğal gaz kuyularında kullanılan yüksek dayanımlı, çelik çekme, dikişsiz
34		TS 45/1 Ring-Bağlantı Contaları-Petrol ve doğal gaz kuyularındaki kuyubaşı donanımları için kullanılan
35		TS 4613 Kelepçeler-Petrol ve Doğal gaz kuyularındaki kuyubaşı donanımları için kullanılan
36		TS 4665 GEÇİŞ bağlantı elemanları-Petrol ve Doğal gaz kuyularındaki kuyubaşı donanımları için kullanılan
1	D	TS 237 Çelik Borularda yassılaştırma Deneyi
2	E	TS 720 Plastikler-Deney ve Kondisyonlama için standart atmosfer şartlar
3	N	TS 1310 Plastikler-Yoğunluk ve özgül ağırlığın yer değiştirme metodu ile tayin
4	E	TS 1323 Plastikler-Termoplastiklerin Erime Akış hızının tayini
5	Y	TS 1398 Plastikler-Çekme Özelliklerini Tayini

6		TS 1818 Plastikler-Plastiklerin (Köpük Plastikler Dışında) yoğunluk ve Nispi yoğunluk (Özgül Ağırlık) Tayin Metodlar
7	D	TS 3114 Beton basınç dayanımı deney Metodu
8	E	TS 3523 Beton Agregalarının yüzey nemi oranının tayini
9	N	TS 3526 Beton Agregalarının özgül ağırlık ve su emme oranı tayini
10	E	TS 3527 Beton Agregalarında ince madde oranı tayini
11	Y	TS 3528 Beton Agregalarında hafif madde oranı tayini
12		TS 3529 Beton Agregalarında birim ağırlıklarının tayini
13		TS 3530 Beton Agregalarında tane büyüklüğü dağılımının tayini (Granülometrik)
14		TS 3655 Beton Agregalarında bina dayanıklılık tayini
15		TS 3673 Beton Agregalarında organik kökenli madde tayini-deney metodu
16		TS 3674 Beton Agregalarında sülfat miktarı tayin metodu
17		TS 3694 Beton Agregalarında aşınmaya dayanıklılık (Aşınma Oranı) Tayin metod
18		TS 3732 Beton Agregalarında Klorür Miktarı tayini metodu
19		TS 3814 Beton Agregalarında Tane şekli sınıfı tayini-deney metodu
20		TS 3820 Beton Agregalarında organik maddelerin harç dayanımına etkisinin tayini
21		TS 3821 Beton Agregaları yeterlilik deneyi
1	K	TS 299 Standard sayılar-Standart sayı serileri
2	U	TS 1111 Çelikler ve Demir-Karbon döküm malzemesi-sınıflar ve işaretler
3	R	TS 1257 Binaların sıcağı ısıtma santrallerinin düzenlenmesi
4	A	TS 2165 Duman bacalarının projelendirilmesi ve düzenlenmesi kuralları
5	L	TS 2736 Çıkış suyu sıcaklığı 11 C'dan daha yüksek kızgın su ısıtma tesislerinin düzenleme kuralları
6		TS 2754 Kalorifer kazanları-işletme, muayene, bakım ve tasarımı kuralları

7		TS 2796 Çıkış suyu sıcaklığı 110 C'ye kadar olan sıcak sulu ısıtma sistemlerinin Güvenlik donatılarının Tasarımı ve yerleştirilmesi kuralları
8		TS 4177 Bağlama elemanları-paslanmaz çelikten korozyona dayanıklı özellikleri ve işaretlenmesi esasları
1	BOYUT	TS 3577 Akışkan Sistemlerinde lastik halkalar (O. Ring'ler) İç Çapla, Kesitler, toleranslar ve anma boyutu
1	TERMİNOLOJİ	TS 1531 Kauçuklar ve Lateksler-Adlandırma
2		TS 1800 Plastikler-Polietilen termoplastik maddelerinin tanımlanması TS 1823 Petrol Endüstrisinde Kullanılan terimler ve tarifler

20		Petrol Endüstrisinde kullanılan vanalar
21		Petrol ve tabii gaz endüstrileri yüksek mukavemetli çelik hat borusu
22		G 75 Muhafaza boru ve üretim borusu özellikleri
23		Cihaz bağlantı parçaları
24		Piring ve bakır alaşımı gaz dağıtım gereçleri, Malzeme tipi A 51-105-1 53-703
25		Polietilen Borular
26		Tapa,Dövme karbon çelik, krom çelik paslanmaz çelik 13 Cr paslanmaz çelik
27		Tapa ve mil yazı, Çelik Döküm, Demir
28		Üretim Kontrol Vanaları Petrol ve Tabii Gaz kuyularında kullanılan kuyubaşı Donanım
29		Valf gövde kovanı, döküm karbonlu çelik, döküm karbon çeliği
30		Valf tapası ve Valf mili
31		Yanabilir gaz ve sıvıların naklinde kullanılan çelik borular
32		petrol ve doğal gaz kuyu işlemlerinde kullanılan muhafaza ve üretim borusu
33		Borular, Dikişsiz, Çelik ısı ve basınca dayanıklı
34		Borular, Bakır (Dikişsiz, Genel Amaçlar için)
35		90 "Sferokonik dirsek malzeme"
1	D	Boru vida dişleri-basınç sızdırmazlığı bulunan bağlantılar üzerindeki vidalar kısım : 2
	E	Mastarlarla boyut kontrolu
2	N	Tabii Gazda toplam kükürt tayini hidrojenasyon metodu
3	E	Gaz analizi tabii gazdaki kükürt bileşiklerinin tayini-kokulu kükürt bileşiklerinin tayini
4	Y	Basıncılı polietilen borular-Mekanik bağlantı elemanlarıyla Teçhiz edilmiş ekleme parçaları iç Basınç Deneyi

DOĞAL GAZLA İLGİLİ ÖZEL OLARAK GÖRÜŞÜLEN
KONULAR

SIRA NO		K O N U
1		Petrol ve Doğal gaz Endüstrisi
2	M	çelik hat borusu
3	A	Boru döşemede ve boru hatlarında kullanılan elastomer conta
4	D	Regülatörler
5	D	Sayaçlar
6	E	Doğal gaz sistemlerinde kullanılan emniyet sistemleri
7	E	Doğal gaz sistemlerinde kullanılan kontrol cihazları
8	V	Orifismetre
9	E	Türbinmetreler
10	M	Alüminyum alaşımlı sondaj Boruları petrol ve tabii gaz kuyu sondajlarında kullanılan
11	A	Çelik uçlar (Metal Plastik Fitingler)
12	M	Çoklu tamamlama vanaları-petrol ve tabii gaz kuyularında kullanılan kuyubaşı donanımı
13	U	Gazlı yakıtları ikmalde kullanılan gömüllü borular, metrik serileri, teknik özellikleri
14	L	Hat borusu, petrol ve tabii gaz taşınmasında kullanılan
15		İşletme aleti, düşük alaşımlı karbon çeliği
16		İnşaat takviye çeliği
17		Beton kalite testi ve küpler
18		Metal kısımlar
19		Karbonlu Çelik
		Galvanizli çelik
		Kelebek vana, Flanşlı, Paslanmaz çelik, yumuşak demir, Bronz
		Küresel vana, Flanşlı
		Mil, Dövme karbon çelik Paslanmaz çelik
		§13 Paslanmaz çelik
		Otomatik kaplama vanaları, petrol ve tabii gaz kuyularında kullanılan, kuyubaşı donanım

5		Basınçlı polietilen borular ve bağlama elemanları Ek parçaları iç basınç altında sızdırmazlık Deneyi
6		Doğal gaz-muhtemel hidrokarbon sıvısı miktarı tayini-hacimce Ölçüm metodu
7		Tabii Gaz-gaz kromatografi ile Hızlı analiz
8	D	Tabii gaz-gaz Kromatografisi ile basit analizi
9	E	Polietilen boru ile bağlantı parçaları arasındaki ekleme elemanları boruların içinde basınç varkısı borunun bükme kuvveti tesirinde olduğu durumda sızdırmazlık denemesi
10	Y	Tabii gaz-muhtemel hidrokarbon sıvısı miktarı tayini-ağırlık Ölçüm metodu
11		Basınçlı sert PVC borular için bağlantı elemanları ile salmastra halka tipi esnek ek parçaları hidrolik Dış Balmç altında sızdırmazlık deneyi
12		Çiğlenme noktasının (Dew-Point) ölçülmesi ile Gaz haldeki yakıtlarda su buharı miktarı tayini
13		Akışların Taşınması için plastik borular-iç basınca mukavemetin tayini
14		Termoplastik boruların sabit iç basıncı dayanımlarının tayini
15		Polietilen boruların boyca eski haline gelebilme özelliğinin tayini
16		Plastik borular-boyutların ölçülmesi
17		Polietilen Borularda, Dış çap ve boru et kalınlığını ölçme toleransları
18		Gaz Analizi-Kalibrasyon Gazı karışımlarının hazırlanması geçirgenlik metodu
19		Tabii gaz sınıfındaki gazların ısı değeri devamlı kaydedici kalorimetre ile tayini metodu
20		Gaz Analizi-Kalibrasyon Gaz karışımı kompozisyonunun belirlenmesi mukayese metodu

21		A.V. Polietilen bileşenlerin Tayini, Biroliz yöntemi ile karbon siyahı tayini
22		A.Y. Polietilen Karbon Siyahı Tayini
23		Birleşim Maddeleri ve boruda ergime maddeleri çıkış hızı
24		Doğal gaz yoğunluk tayini
25		Giriş vanasında hava ile sızdırmazlık
26		Plastiklerde termal denge tayini
27		Polietilen borularda hidrostatik direnç
28		Sıkılık (Sızdırmazlık)PE Gaz Borusu
29		Tabii Gazda hidrojen sulfat ve menkoptan kükürt tayini odometrik titrasyon metodu
30		Gaz Analizi-Kalibrasyon gaz Karışımı kompozisyonunun belirlenmesi monometrik metot
31		Doğal gazda hidrojen sülfür tayini (Metilen Mavisi)
1		Boru vida dişleri-basınç sızdırmazlığı bulunan bağlantılar üzerindeki vidalar kısım 1 Tanıtma işaretleri, boyut ve toleranslar
2	K	Tabii gaz muhtemel hidrokarbon sıvılarının miktarı-prensipier ve genel kurallar
3	U	Çelik borular ve bağlantı parçaları uçlarının kaynak için hazırlanması
4	R	Polipropilen borular-zaman ve sıcaklığa bağlı olarak müsaade edilen gerilmelerin azaltılması
5	A	Tabii gazın ısııl değerinin, yoğunluğunun ve bağıl yoğunluğunun hesaplanması
6	L	Boru hatlarının katodik korunması
7		Çelik borular-korozyona karşı korumak için polietilen ile kaplanması kuralları
8		Deniz içindeki metal yapıların katodik korunması
9		Doğal gaz tesisatında kullanılacak sızdırmazlık malzeme standartları yağ özellikleri

10	Doğal gaz tüketim cihazlarında genel güvenlik kuralları
11	Doğal gaz ölçüm ve reglaj istasyonu projelendirme ve çalışma esasları
12	Gaz boru hattı emniyet stan-
15	Gaz yakıcıları-güvenlik tekniği bakımından düzenlenmesi ve yerleştirme kuralları
16	Gazlı ortamda kaynak yapımında genel güvenlik kuralları
17	İkaz şeridi
18	Merkezi ısıtma tesisatında kullanılan gaz yakma donatılarının tasarımı, yerleştirilmesi ve güvenlik tekniği kuralları
19	Plastikler ve plastiklerin (köpük plastiklerin dışında) yoğunluk ve nispi yoğunluk (özellik ağırlık) tayini metotları
20	Poliyeten gaz borularının taşınması ve depolanmasında alınacak emniyet önlemleri
21	Sıcak hava üreticileri-sabit tesisler için genel kurallar ve deney yöntemleri
22	Sıcak hava üreticiler sabit tesisler için yerleştirme ve işletme kuralları
23	Standard deneme metodu
24	Şehirgazi ile çalışan gaz tüketim cihazlarının doğla gaz kullanımına uygun hale dönüştürülme esasları
25	Tabii gaz dağıtım şebekesi
26	Uç ve çıkış bağlantıları-petrol ve tabii gaz kuyularındaki kuyubaşı donanımları için
27	Yapılarda doğal gaz tesisatı proje ve uygulama esasları

1	Akışkanların taşınması için termoplastik borular nominal dış çaplar ve nominal basınçlar
2	Akışkanların taşınması için termoplastik borular nominal dış çaplar ve nominal basınçlar KISIM II: inç seriler
3	Akışkanların taşınması için termoplastik borular nominal dış çaplar ve nominal basınçlar KISIM I: Metrik seriler Klavuzlar ve vida dişi açılması esas tiplerin sembollerin ve terminoloji