

57445



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞALGAZIN ÖNEMİ VE  
KULLANILMASI İLE KONUTLARDA  
ISINMA SİSTEMİNİN EKONOMİK SEÇİMİ

Mak.Müh. Aydın ÖZKAYMAZ  
F.B.E. Makina Mühendisliği Enerji Anabilim  
Dalında Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Burhan SUNGU

İSTANBUL - 1996

## İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET .....	iii
SUMMARY .....	iv
BÖLÜM 1 .....	1
1.1. Enerji Kaynaklarının Geleceği .....	1
1.2. Doğalgazın Kökeni ve Oluşumu .....	2
1.3. Dünya Doğalgaz Kaynakları, Üretim ve Tüketim Verileri .....	3
1.4. Avrupa'da Doğalgaz .....	4
1.4.1. Fransa'da Doğalgaz .....	5
1.4.2. İtalya'da Doğalgaz .....	7
1.4.3. İsviçre'de Doğalgaz .....	7
1.4.4. Hollanda'da Doğalgaz .....	8
1.4.5. Batı Almanya'da Doğalgaz .....	8
1.4.6. Belçika'da Doğalgaz .....	9
1.4.7. İsveç'de Doğalgaz .....	9
1.4.8. Danimarka'da Doğalgaz .....	9
1.4.9. İspanya'da Doğalgaz .....	10
1.4.10. İngiltere'de Doğalgaz .....	10
1.4.11. Kanada'da Doğalgaz .....	11
1.4.12. 1989'larda Sovyetlerde Doğalgaz .....	12
1.4.13. A.B.D.'de Doğalgaz .....	15
1.4.14. Yeni Türk Cumhuriyetleri'nde Doğalgaz .....	17
1.4.15. Türkiye'de Doğalgaz .....	18
BÖLÜM 2. Gazların Genel Özellikleri .....	21
2.1. Genele Tanımlar ve Gaz Yasaları .....	21
2.2. Isıl Kapasite .....	22
2.3. Basınç Hacim İşi .....	23
BÖLÜM 3. Doğalgaz Boru Hatları Tasarımı ve Basınç Düşürme İstasyonları .....	25
3.1. Tasarım Basıncı .....	25
3.2. Tasarım Sıcaklığı .....	25
3.3. Boru Hattı Çapının Belirlenmesi .....	26
3.4. Hat Tasarımında İş Programı ve Malzeme Seçimi .....	26

3.5. Doğalgaz Hat Tasarımında Bilinmesi Gerekenler .....	27
3.6. Gaz Dağıtım Şebekesinde PE Boruların Kullanılması .....	28
3.7. PE Borularda Aranılan Özellikler .....	29
3.8. PE Boruların Döşenmesinde Dikkat Edilecek Hususlar .....	30
3.9. Boru Hatları Tasarımındaki Deprem Olasılığının Gözönüne Alınması .....	31
<b>BÖLÜM 4. Doğalgaz Sıvılaştırılması, Stoklanması ve Taşınması .....</b>	<b>32</b>
4.1. Dünya LNG Ticareti .....	32
4.2. Doğalgaz Sıvılaştırma Prosesleri .....	36
4.3. Sıvılaştırma Yöntemleri .....	38
4.4. Sıvılaştırılmış Doğalgazın Stoklanması .....	42
4.5. Sıvılaştırılmış Doğalgazın Taşınması .....	46
<b>BÖLÜM 5. Doğalgazın Kullanılması .....</b>	<b>49</b>
5.1. Doğalgazın Hammade olarak Sanayide Kullanılması .....	49
5.2. Doğalgazın Sanayide Kullanılması .....	49
5.3. Doğalgazın Pişirme Amacıyla Kullanılması .....	50
<b>BÖLÜM 6. Doğalgazın Isıtma Amacıyla Evlerde Kullanılması .....</b>	<b>51</b>
6.1. Bina Isı Kayıpları .....	51
6.2. Binanın Bireysel Olarak Isıtılma Maliyeti .....	52
6.2.1. İlk Yatırım maliyeti .....	52
6.2.2. Amortisman Maliyeti .....	54
6.2.3. Yıllık Yakıt İhtiyacı .....	55
6.3. Merkezi Sistem Maliyeti .....	55
6.3.1. Çatı Katı Tesisat Maliyeti .....	56
6.3.2. Kolon +Radyatör+Malzeme+İşçilik Maliyetleri .....	56
6.3.3. Kazan Dairesi Maliyeti .....	56
6.3.4. Kazan Dairesi Doğalgaz + Kazan Maliyeti .....	57
6.3.5. Boyler Maliyeti .....	57
6.3.6. Amortisman Maliyeti .....	58
6.3.7. Yıllık Yakıt İhtiyacı.....	58
<b>BÖLÜM 7. Sonuç .....</b>	<b>59</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>60</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>61</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>64</b>

## ÖZET

### TÜRKİYE'DE DOĞALGAZ

Yeni enerji kaynağı olarak ülkemize seksenli yılların sonlarında gelen doğalgaz İstanbul, Ankara, Bursa gibi şehirlerimizde sanayi ve konutlarda hızla kullanılmaya başlanmıştır. Kocaeli, Adapazarı, Eskişehir gibi illerimizde de alt yapı çalışmalarına başlanmış önümüzdeki yıllarda kullanılmaya başlanacaktır. Görüldüğü gibi rezerv yönünden sıvı yakıta göre iki kat daha fazla, verim bakımından katı yakıtlardan 1.5 kat daha iyi olan doğalgaz hızla enerji politikamızın değişmesine neden olmaktadır.

Doğalgazın elektrik enerjisi üretiminde ve sanayide kullanılması yanısıra konutlarda ısınma amacıyla kullanılmaktadır. Konutlarda, Sobalı, üç şekilde ısınılmaktadır. Tezimizde bireysel sistem ve merkezi sistemin karşılaştırılarak bir sonuç elde edilmesi ile yeni yapılarda sistem seçiminde doğru kararın verilmesine ışık tuttuk.

## **SUMMARY**

### **NATURAL GAS IN TÜRKİYE**

Natural gas, which was introduced to Türkiye in the late 1980s, is currently being utilised in İstanbul, Ankara and Bursa. Infrastructure works have started in cities such as Kocaeli, Adapazarı and Eskişehir and natural gas is expected to reach these cities soon.

Natural gas is considered more efficient than other forms of fuel. It is mostly used for heating in residential and in the industry. In this study we investigated the personal and central heating system for natural gas and this study may give an idea to choose the right system for new constructions as well as converting the existing system to natural gas.



## 1. BÖLÜM

### 1.1.ENERJİ KAYNAKLARININ GELECEĞİ

Enerji konusunda, bir zaman sonra dünyanın mutlaka bir krizle karşılaşacağı varsayımları, öngörülerini, hesapları geçmişte olduğu gibi günümüzde de yapılmaktadır. Bilim adamları, özellikle bugünkü çağdaş dünyanın oluşumunda katkısı olantüketilebilen kaynakların nasıl olsa bir gün mutlaka bitişi noktasına geleceklerini düşünmektedirler. Gerçekten petrol,kömür, doğalgaz, madenler yeraltında çıkarılan ürünlerdir. Bunlar milyonlarca yıllık bir oluşumun sonucunda varolmuşlardır. oysa gelişen dünyada, nüfus artmakta, buna paralel olarak ihtiyaçlar ortmakta, bilim ilerlemekte, daha çok teknoloji üretilmekte, giderek daha çok hammadde kullanılmaktadır. Böylece, daha çok petrol, kömür, doğalgaz, madenler üretilmekte ve tüketilmektedir. Bu tür kaynakların hızlı bir şekilde üretilmesi 100 yıl gibi kısa bir süre içerir. Bilim adamları, geleceği açıkça ifade etmek gerekirse, pek parlak görmemektedirler.

1986'da toplanan Dünya Enerji konferansında (WEC World Energy Conference). Bilim adamları, 2000 yıllarında enerji kaynaklarının ne durumda olacağı hakkında öngörülerde bulunarak, "Enerji kaynaklarının bolluğu bir yalan mı yoksa gerçek mi?" sorusunu kendilerine yöneltmişlerdir. Komisyonun verdiği sonuç 20.yüzyıl için bolluğun gerçek olduğu fakat 2000 yılından sonra neyin ne olacağını yaşanarak bilineceği şeklindedir.

Tükenebilen enerji kaynaklarının içinde kıtlığı görüleceklerden ilki hidrokabronlar (HC) olacaktır. Bu durumdan ilkin herhalde, batının endrürleştirilmiş dünyası etkilenecektir.

Şu soru akla gelebilir."Acaba birgün dünya son damla petrolilesongram uranyum kalıntısıyla karşılaşacak mı?" Bilim adamları, o kadar karamsar olmayı istemiyorlar. Dünyanın ekonomik sistemi, kendini yenileyecek ve yaşamaya devam edecek fakat daha pahalı bir yaşam ve gelecek içinde. Fakat dünya bugünün enerji ikliminin rüzgarları içinde geleceği hazırlayamaz, ekonomik davranmaz, alternatif enerji kaynaklarının bulunmasına yönelik değişik politikalar üretmezse, bugünkü bilgi sınırları içinde gelecek kuşakların karşılaşabileceği korkunç durumu gözönüne getirmek bile insanı ürkütmektedir.

## 1.2 DOĞALGAZIN KÖKENİ VE OLUŞUMU

Fosil yakıtlar sınıfına giren katı (kömür) sıvı (petrol) ve gaz (doğalgaz) yerin binlerce metre derinliklerinde birikintiler arasında (sedimentation) kalan organik maddelerin milyonlarca yıl süren bozumları sonucunda oluşmuşlardır. Basınç ve sıcaklık, fosilleşmiş hayvan ve bitki artıklarını havasız ortamda, bugün kömür, petrol, doğalgaz diye bilinen "biçimler"e dönüştürmüştür. Doğalgaz içerisinde büyük oranda metan bulunduran petrol gazlarının karışımından oluşmaktadır. Binlerce yıl önce de doğalgaz insanlar tarafından bilinmekteydi. Sözelimi ateşe tapanlar ın sönmeyen "kutsal ateş"leri kaya kovuklarından yeryüzüne kendiliğinden çıkmış ve her nasılsa (yıldırım gibi) alev almış olan doğalgazdan başka birşey değildi.

İlk defa 1821 de Amerika da Fredenia (Newyork) sahasında ekonomik amaçla keşfedilen doğalgaz yakın çevrede ocak gazı olarak kullanılmıştır. Doğalgazın endüstride geniş çapta enerji kaynağı olarak kullanılması ve bu amaçla keşfedilmesi, üretilmesi 1975 lerde başlayan petrol krizinden sonra olmuştur.

Hidro karbon bileşikleri yerin derinliklerinden, oluşum koşullarında basınç ve sıcaklık durumlarına, karışımlarına bağlı olarak gaz, sıvı, sıvı,+gaz fazlarında bulunabilirler; Hafif (HC) hidrokarbonlar olan metan ( $CH_4$ ), Etan( $C_2H_6$ ) Propan ( $C_3H_8$ ) hidrokarbonlar olan Metan ( $CH_4$ ), Etan( $C_2H_6$ ) Propan ( $C_3H_8$ ) Bütan( $C_4H_{10}$ ) gibi gazlar genellikle rezervuar koşullarında petrolle dokunum halinde (associated gas) yada ondan bağımsız (non associated gas) olarak veya petrolün içinde erimiş halde (solution gas) bulunurlar.

Petrol ve doğalgaz ın kökeni, binlerce yıl önce yeraltında, basınç ve sıcaklık koşullarında, fosilleşmiş olan bitki, hayvan artıkları ile mikroorganizmalardır. Dönüşümde ısı, bakteriler düşük veya yüksek sıcaklık rol oynamıştır. Yüksek sıcaklık altında, fosilleşmiş organik maddelerden deney yoluyla petrole benzer bileşiklerinden farklı oldukları görülmüştür. Ayrıca yer altındaki hareketler, yanma olayları, mağma fişkırması, kızgın-erimiş kayaların rezervuar kayaçları etkilemeleri ve benzeri karmaşık olaylar zinciri, petrol ve türevlerinin oluşmasında etkili olmuşlardır.

Gaz rezervuarlarında genellikle metan yer alır. Hafif hidrokarbonlardan etan, propan, bütan ve başka gazlar bulunur. Fakat bunların miktarları oldukça azdır. Doğalgaz hacmini 100 birim olarak tanımlarsak bilinen çoğu doğalgaz kompozisyonlarına göre bunun 75 birim ile 15 birim arasını metan, 25 birim ile 5 birim arasını diğer hafif HC'lar ile başka gazlar oluşturur.

### 1.3 DÜNYA DOĞALGAZ KAYNAKLARI, ÜRETİM VE TÜKETİM VERİLERİ

1975 ler ve sonrasında yayılan petrol krizi,dünya ülkelerini özellikle, endüstrileşmiş batı ülkelerini başka tür enerji kaynakları kullanmaya yöneltmiştir. Atom çekirdek enerjisi (Nükleer enerji) güneş enerjisi, biyogaz , su , rüzgar enerjileri ile kömür ve doğalgaz enerjileri gündeme gelmiştir. Her birinin, çevre insan sağlığı elde edilmiş imkanları ekonomik durumları, maliyetleri ayrı ayrıdır. Doğalgaz şimdilik mutlaka en temiz, en ekonomik görünen bir enerji kaynağıdır. Endüstride, hammadde olarak ve esas itibarıyla yakıt enerjisi olarak kullanılabilir. 1980'den sonra doğalgaz kullanımı artmıştır ve artmaya devam etmektedir.

Doğalgaz rezervleri ve üretim miktarları

Ülkeler	1986 sonu itibarıyla rezervuar x10 <sup>12</sup> SLF	Doğalgaz Rezerv %
B.D.T.	1500	43.1
ABD	197	5.6
Cezayir	107	3.0
İran	470	13.5
Kanada	99.7	
Suudi Arabistan	121	3.5
Kuveyt	40	
Meksika	77	
Pakistan	104	2.9

Yukarıdaki doğalgaz kaynakları ile ilgili veriler 1969 yılına kadar yapılan araştırmalar, o günün tekniği ile ilgili bilgilere dayanmaktadır. 1988 verilerine göre dünya doğalgaz rezervlerinin 3955 Tft<sup>3</sup> (=113 TM<sup>3</sup>) dolayında olduğu tahmin edilmektedir.

Amerikan gaz birliği (AGA: American Gaz Association) tarafından 1974'lerde hazırlanan rapora göre, dünyada doğalgaz üretimi ve kaynakları hakkında verilen bilgiler şöyledir :

1980'e kadar üretim 50 Tft<sup>3</sup>/yıl dolayında olacaktır. Keşfedilmiş kaynak (rezervler) 2200Tft<sup>3</sup> (=63x10<sup>12</sup> -m<sup>3</sup>) tir. Tahmin edilen henüz keşfedilmemiş kaynaklar 7500 Tft<sup>3</sup> tir. 1975'lere kadar 854 Tft<sup>3</sup> gaz üretilmiştir. Bu miktar

keşfedilmiş kaynakların %40 'ını oluşturmaktadır. Üretim 100 Tft<sup>3</sup> /yıl düzeyinde tutulursa, tahmin edilen doğalgaz kaynaklarının 50 yıl yetebileceği tahmin edilmiştir.

Doğalgaz üretiminin 1985'lerde 70 T ft<sup>3</sup>, 2000 yıllarında 132 T ft<sup>3</sup> olacağı tahmin edilmektedir. Bu artışın % 4,4/yıl büyümesi halinde, doğalgaz üretimi 2000 yılları başında düşüşe geçecektir ve 2020 yılına doğru 115 T ft<sup>3</sup>/yıl düzeyine inecektir. Bu süre içinde, tahmin edilen kaynakların geriye kalan kısmının %50'si üretilmiş olacaktır. (T= Tera IT=10<sup>12</sup>=1 trilyon) (1 ft<sup>3</sup>=1/35 m<sup>3</sup>? 1m<sup>3</sup>= 1 m<sup>3</sup>= 35 ft<sup>3</sup>)

#### Dünyada Doğalgaz Tüketimi=(1981-87)

ÜLKE	1988
Avustralya	184
Fransa	1029
Hollanda	1502
İtalya	1440
İngiltere	1982
Amerika	17927
Sovyetler B.	25240

Tablo 1.3.2

#### 1.4. AVRUPA DA DOĞALGAZ

Avrupa ülkelerinde doğalgaz endüstrisi giderek büyümektedir. Doğalgazın özellikle kömür ve fuel-oil gibi yakıtlara göre daha temiz olması, "yeşil çevre", "yeşil ev", temiz hava için şimdilik çözüm doğalgazda görünmektedir. Hatta bu ülkelerde, çevrecilik giderek ulusal politikanın temel taşına teşkil etmektedir. Bazı ülkelerde, "yeşil ev" (Green House" "Temiz Havacılar" (Clean Air Act) gibi kuruluşlar politikacıları, doğalgaz kullanımına itmektedir. Kömür, fuel-oil yakıtlarının yol açtığı hava kirliliği nedeniyle zaman zaman "asid yağmuru"ndan söz edilmektedir. Asid yağmurunu önlemek için şimdilik ekonomik ve kolay çözüm doğal gazın saniye ve ısıtmada kullanılması görülmektedir.

Avrupa topluluğu, Belçika, Danimarka, Fransa, İngiltere, Yunanistan, İtalya, lüksemburg, Hollanda, Portekiz, İspanya, Almanya, Orta Avrupa Ülkeleri Topluluğa yön verenler Almanya, Fransa, İngiltere, ve İtalya'dır.

"Technique de Industrie du Gaz en France" ile Alman sanayiciler bazı uygulamalar için ortak emniyet sistemlerinin kurulmasından yanadırlar. Fransız Şirketi ATG 1989'da AGA ile benzer bir anlaşma yapılmıştır. Ortak güvenlik için İspanya ve Portekiz arasında görüşmeler sürmektedir.

1990 itibarıyla Avrupa ülkelerinde doğalgazın enerji kullanımındaki payı şöyledir.

Hollanda da %50

Batı Almanya, Lüksemburg, Fransa, Belçika, İrlanda'da %15

AT ülkelerinde (toplam) % 17.5 dolayında

Doğalgazın enerji kullanımındaki payının 1995'de %17.9 olacağı 2010'da ise %19.3'e varacağı tahminler arasındadır.

#### Avrupa Ülkelerinde Doğalgaz Tüketimi (1982-1988)

Birim : X 10<sup>9</sup> ft<sup>3</sup>

##### 1.4.1 Fransa'da Doğalgaz

Fransa'da doğal gazla ilgili bütün işlemler milli kuruluşları olan "GAZ DE FRANCE" (GDF) tarafından yapılmaktadır. doğalgazın depolanması, taşınması, boru hatlarının yerleştirilmesi ve işletilmesi kullanım yerlerine dağıtımı, bina içi tesisatın yapım ve kontrolü, gazın satışı, hertürülü bakım, onarım ve tamirat işleri de GDF ve bağlı kuruluşları tarafından yapılmaktadır.

Gaz de France kuruluşunun bünyesinde Araştırma Geliştirme laboratuvarları: Planlama ve Etüd kısımları, Yeni Teknolojileri, inceleme ve araştırma bölümü, Kütüphane ve yayınlar bölümü... vs. gibi kısımlar bulunmaktadır. Kuruluşun tamamında yaklaşık 30.000 kişi çalışmaktadır.

Laboratuvarlarda: Doğalgaz kullanılan cihazların kapasite ve verimlilik testleri, ömür ve aşırı yük deneyleri, yanmanın kontrolü, emniyet tertibatlarının çalışmasının kontrolü gibi deneyler yapılmaktadır. Ayrıca Hidrolik basınç ve sızdırmazlık deneyleri Eğme, çekme, katlama deneyleri, kimyasal analizler ve mekanik deneylerin yanında ölçü ve boyutların kontrolü de yapılmaktadır.

Fransa'da Doğalgaz 1960'lı yıllardan bu yana kullanılmaktadır. 1958 yılında Fransanın Lack bölgesinde bulunan Doğalgaz 1960 yılında borularla PHaris'e nakledilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır. Doğalgazın yanında sonuncusu 1984 yılında kapatılan 500 civarında havagazi fabrikasından elde edilen havagazi da ev ve sanayi sektöründe muhtelif amaçlarla kullanılmıştır. Fransada çıkarılan doğalgaz ihtiyaca yeterli olmadığından Hollanda, Cezayir ve Rusya gibi değişik ülkelerden doğalgaz ithal edilmektedir. İlk defa 1962-1963 yıllarında Cezayir den sıvılaştırılmış Doğalgaz (LNG) ithal edilmiş daha sonra da borularla önce Hollanda dan 1980-1981 yıllarında da Rusya dan Doğalgaz ithal edilmiştir. 1960'lı yıllarda 8500 olan abone sayısı bugünlerd sadece Paris ve çevresinde 1 milyonun üzerindedir. Toplam abone sayısı 1985 yılı itibarıyla 8.5 milyondur.

Tek kaynağa bağlı kalmamak ve ihtiyaçlara cevap verebilmek amacıyla kaynak sayısının artırılarak değişik ülkelerden doğalgaz alınmasının yanında depolamaya da büyük önem verilmiştir. yeni geliştirilen teknolojilerle yer altındaki tuz tabakaları eritilerek boşalan yerlere basınçlı olarak Doğalgaz depolanmaktadır. Ayrıca petrolü bitmiş petrol yataklarından da doğalgaz depolamak suretiyle faydalanılmaktadır. Sıvılaştırılmış doğalgazın depolandığı mevcut ve inşa edilen birçok yerüstü depolama istasyonları vardır. 9 adet yeraltı depolama istasyonuyal birlikte Fransa'da yıllık 9 milyar m<sup>3</sup> kapasiteli depolama tesisleri mevcuttur.

Doğalgaz Fransa'da şehirlerarası boru hatlarında 70 bar basınçta nakledilmektedir. Şehir çevresinde 19-20 Bar'a düşürülen doğalgz bölge regülatörlerinde 4 bara düşürülerek sosak ve caddelerde dağıtımı yapılmaktadır. 1960'lı yıllarda tamamı çelik olan 4 barlık borular 1970'den sonra polietilen boru kullanılarak dağıtımda, pratiklik veekonomiklik sağlamıştır. Korozyona karşı mukavemeti, hafifliği kolay şekil alabilmesi,, ucuzluğu ; basınca dayanıklı olması gibi özellikleri sebebiyle şehir içinde 4 bar basıncındaki hatlarda polietilen (PE) borular kullanılmaktadır. Polietilen borular yangın tehlikesine karşı bina içi tesisatlarda kullanılmayıp yerine çelik vebakır borular kullanılmaktadır.

Bina içi tesisatların döşenmesi GDF kuruluşuna karşı sorumluluğu olan, uzman bir tesisatçı tarafından yapılmaktadır. dğalgazın kullanılacağı binanın tesisatını döşeyip, reglaj işlemini tamamlayan tesisatçı biri GDF diğeri de kendi adına olmak üzere müşteriye 2 adet belge vermektedir. tesisat bina iskana açılmadan önce GDF elemanları tarafından da kontrol edilmektedir.

Fransa'da üretim sırasında kalite kontrolü yaygınlaşmış durumdadır. Doğalgazla çalışan bütün cihazlar tesisatta kullanılan bütün malzemeler (borular, fittingler, bağlantı ve sızdırmazlık elemanları...vs) ölçü ve kontrol kullanılan cihazlar imalat sırasında kontrol edilmektedir.

Doğalgazın satışı da GDF tarafından yürütülmektedir. Fransa da yıllık toplam satış 1984 yılında 262 milyar kwh, 1985 yılında ise 279.6 milyar kwh enerji eşdeğerindedir.

Toplam gaz tüketiminin %50,7 si ev ve işyerlerinde %44.9'u sanayi'de, %0,8'i elektirik santrallerinde ve %3,6'sıda diğer amaçlarda kullanılmıştır.

#### **1.4.2. İtalya da Doğalgaz**

İtalya'da birincil enerji kullanımının %22 si doğalgazla karşılanmaktadır. Bu oranın 2000 li yıllarda %28 lere çıkması beklenmektedir. Ülke doğalgaz ihtiyacının %80 nini dışardan temin etmektedir.

Milano'daki Snam SpA kısa adıyla bilinen kuruluş, İtalya ya gaz sağlamakla sorumlu Nazionale Idrocarburi adlı grubun içinde bir devlet kuruluşudur. Resmi bir monopol yapıya sahip olmamakla birlikte İtalya gazının %97 sini sağlamaktadır.

"Italgas"; ENI şemsiyesi altında İtalyanın en büyük gaz dağıtım şirketidir. Kısmen özel, kısmen anonim kuruluşlarla; tüm İtalyan müşterilerin 1/3 üne gaz dağıtımını sağlamaktadır.

Italgas ülkenin kuzeyinde 1,6 milyon, merkez İtalya da 1,4 milyon; Güney İtalya'da 700.000 olmak üzere toplam 3.7 milyon müşteriye gaz sağlamaktadır.

#### **1.4.3 İsviçrede Doğalgaz :**

Doğalgaz, İsviçre'ye 1969 larda girmeye başlamıştır. 1990 larda enerjinin %7.7 si doğalgazdan karşılanmaktadır.

1974 de "Swissgas", 2 boru hatları işletici ve 3 dağıtıcı olmak üzere 5 şirket grubundan meydana gelmiştir. Swissgas ülke adına, yabancı şirketlerle görüşmeler, anlaşmalar yapmak ve ulusal taşıma sistemini çalıştırmakla görevlidir.

#### 1.4.4 Hollanda'da Doğalgaz

Ülkede kullanılan birincil enerjinin enyüksel bölümü, diğer ülkelere kıyasla doğalgazdan sağlanmaktadır: Doğalgazın %97 si ülkede kullanılmakta olup, hollanda'nın enerji gereksiniminin %50 sini karşılamaktadır.

1959 keşfedilen dev Greningen gaz sahası aralıklı olarak üretime alındı. Zengin yataktan üretilen gaz yüksek azot gazı içeriği ile düşük kalorifik değere sahiptir. Bu nedenle Groningen sahasından üretilen gaz, ayrı birtaşıma hattı ile alınmakta, istasyonda, yüksek kalorili gazla karıştırıldıktan sonra, dağıtım ağına verilmektedir. Groningen doğalgazını kullanan müşteriler özel düzeneklere sahip olmak durumundadırlar.

#### 1.4.5 Batı Almanya 'da doğalgaz

Gerçi 1991 de Doğu ve Batı Almanya birleşerek " Birleşik Almanya" veya sadece "Almanya" meydana gelmiştir. Bu yazıda verilen bilgiler birleşme tarihinden önceki kaynaklara dayandığından, bu bilgiler doğalgaz kullanımı bakımından ne kadar sapma gösterir: Tam olarak birşey söylemek zor, fakat şurası gerçek ki, Batı Almanya için gösterilen doğalgaz gereksiniminin ikiye katlanabileceği düşünülebilir.

Almanya da zengin kömür yataklarının bulunması nediniyle doğalgazın yaygınlaşıp gelişmesi politik basınç altında engellenmektedir.

Yurt içi kaynaklar (B.Almanya) doğalgaz ihtiyacının %18 ini karşılamaktadır. Avrupanın en büyük boru hatları şirketi olan Ruhrgas'la birlikte Batı Almanya'da 15 adet boru hattı şirketi ve 197.000 km ilk dağıtım ağını işleten lokal 700 adet dağıtıcı bulunmaktadır.

Duisburg da bulunan Thyssengas GmbH Batı Almanya'nın kuzeybatısında 35 gaz kullanıcıya gaz sağlamaktadır. Toplam müşteri 1 milyon konut ve 37.000 ticari kuruluştan meydana gelmektedir. Thyssengas doğrudan doğruya yaklaşık 100 endüstriyel müşteriye gaz vermektedir. Şirket 2193 km lik taşıma hattını, toplam 61.000 kw gücünde olan 3 kompresör istasyonu ve  $200 \times 10^6$  m<sup>3</sup> kapasiteli 3 adet yeraltı gaz deposunu işletmekle görevli dir.

#### 1.4.6. Belçikada Doğalgaz

Belçikada gazdağıtım işine 1818 de başlanmıştır, bu tarihten altıyı önce de dünyada ilk defa Londra da gazla ilgili çalışmalar yapılmıştır.

1929 da kömürden gaz elde etmek amacıyla kurulan anonim şirket yapısında olan Distrigaz Belçika da doğalgazın ithalatı, taşınması ve dağıtılması gibi çalışmalarını yerine getirmektedir. Distrigaz 1966 da Hollanda dan doğalgaz ihraç etmeye başlamış ve şimdilerde de bor hatlarıyla Hollanda dan, Norveç ten gaz alımına devam etmektedir. Ayrıca Cezayir den LNG(Sıvılaştırılmış doğalgaz) almaktadır.

#### 1.4.7 İsveç te Doğalgaz

İskandinavya nın orta ve batı kesimleriyle birlikte güney ve batı İsveçte doğalgaz potansiyeli bulunmaktadır.

Doğalgaz ihtiyacını içalımla kuzey denizinden sağlayan isveç,1988 de 0,35 milyon m<sup>3</sup>, 1990 da mil. m<sup>3</sup> gaz kullanılmıştır. Swede Gasz AB, İsveçte anağaz ithalat şirketidir. Güney İsveçte Malmöyü Gothenburg'a, batı sahiline bağlayan ana taşıma hattını işletmektedir. Taşıma hatları 1993 lerde, güneydeki hazır ana hatlar yoluyla Norveçten ya da Finlendiya dan Stocholm kentine ulaşabilecektir.

Sydgas AB, güney İsveçte altı bölgeye hizmet veren bölgesel gaz dağıtım şirketidir. Bu şirket 4850 evsel, 1450 ticari 70 endüstriyel müşteriye ve 3 yerel yönetim (belediye) şirketine doğalgaz sağlamaktadır. Aynı şirket 110 km lik taşıma hatlarını ve 750 kmlik dağıtım ağı hatlarını işletmektedir.

#### 1.4.8. Danimarka'da Doğalgaz

Danimarka'nın kuzey denizindeki doğalgaz sahaları ülke ihtiyacının %100 nü karşılamaktadır.

Dansk olie of natur Gas (DONG) Als" 150.000 konuta, 350 ticari kuruluşa, 4000 bölgesel ısıtma tesisine doğalgaz sağlamaktadır. 1988 de 2.3 mil.m<sup>3</sup> 1989 da 2.5 milyon m<sup>3</sup> doğalgaz satışı gerçekleşmiştir. Şirket 960 km (600 millik kara ve deniz taşıma hatlarını 43 komresör istasyonunun ve .3 mly m<sup>3</sup> gaz deposunu işletmektedir.

DONG gaz satışının 2000 lerde Almanya ve İsveç in daha fazla gaz alma talepleriyle 5 mly. m<sup>3</sup> yada 6 mil m<sup>3</sup> dolayında gerçekleşeceğini ummaktadır. Bu arada Danimarka da doğalgazla çalışan endüstrinin artacağı hesaplanmaktadır.

Şirket Zeland da gaz deposu kurmayı ve Norveç ten gaz satın almayı planlamaktadır.

Naturgas Midt/Nord, 15000 konuta, 700 ticari kullanıcıya may, danimarkanın orta ve kuzeyindeki 300 endüstriyel kuruluşa doğalgaz sağlamaktadır. Şirket 1988 de 0.29 mly/m<sup>3</sup> ve 1989 da 0.35 mly.m<sup>3</sup> gaz satmıştır.

#### 1.4.9. İspanya'da Doğalgaz

Avrupa "gaz dağıtım ağı ile herhangi bir bağlantısı bulunmayan İspanya, doğalgaz ihtiyacının %71 iüni LNG olarak ithal etmektedir. Geriye kalan (%29) ülkenin deniz sahalarından sağlanmaktadır.

Bu arada İspanya, pireneleri gerçek, Lacque serrablo daki Fransız gaz taşıma hattıyla birleşecek bir boru hattının inşa edilmesini tasarlamaktadır. Bir boru hattı da Seville ile Madrid arasına dönecektir.

Devlet Şirketi olan ENASGAS 825 endüstriyel müşteriye ve 23 dağıtım şirketin edoğalgaz sağlamaktadır. Gaz kullanımı 1988 de tola 4 milyon m<sup>3</sup> 1989 da 5.4 milyon m<sup>3</sup> dür. Şirket, 1959 km lik taşıma hatlarının ve 946 km lik dağıtım ağının ve bir kompresör istasyonu ile 0,4 mily. m<sup>3</sup> kapasiteli gaz deposunun işletmeciliğini yapmaktadır.

İspanya 1989 da Cezayirden LNG olarak toplam 4 mily. m<sup>3</sup> gaz halinde 2.5 mly.m<sup>3</sup> ve Libya dan 1.5 mly. m<sup>3</sup> ithal etmiştir.

#### 1.4.10 İngiltere'de Doğalgaz

"BRITISH GAS", 16 932 000 Konutsal, 518.00 ticari ve 88.000 endüstriyel olmak üzere toplam 17.5 milyon müşterisi olan 30 Eylül 1989 verilerine göre Dünyanın en büyük doğalgaz şirkettir. Müşterilerine sattığı gaz 1988 de 52.8 mly. m<sup>3</sup> (1.86 Tft<sup>3</sup>) 1989 da ??? milyon m<sup>3</sup> dolayındadır. Geçen 5 yıl içinde şirketin müşteri sayısında yılda 250.000 ile 300.000 e varan artışlar gösterilmesine karşın bu artışın düşeceği sanılmaktadır.

"British Gas" 11200 mil taşıma hatlarının 14100 mil dağıtım ağının ve toplam 850.000 hp gücündeki 17 kompresör istasyonununun işletmeciliğini yapmaktadır. Taşıma hatlarının işletme basıncı 75 bar olup 12" den 42"e varan değişik çapta borular kullanılmaktadır.

Doğalgazın %50'si konutlarda %38 i ticari merkezlerde geri kalanı sanayide tüketilmektedir.

Yurt içinde kuzey denizinden 1989 da 41 mly.m<sup>3</sup> doğalgaz üretmiştir. Bu miktar, toplam talebin %79 unun biraz üstündedir. Boru hattı yoluyla yapılan ithalat 11 mily. m<sup>3</sup> (388 mly.Ft.<sup>3</sup>) dür ve talebin % 20.4 ünü karşılamaktadır Bunun yanında Cezayirden LNG olarak 1 mly. m<sup>3</sup> (35 mly. ft<sup>3</sup>) ithal edilmektedir.

Kuzey denizi sahaları İngilterenin önemli gazkayanakları olmasını sürdürmekle birlikte kaynakları dengede tutmak için, yeni boru hatları ve LNG ithalatı planlanmaktadır.

Dağıtım ağından bir kolla ayrılan servis hatlarının projesi, montajı, malzemesi ve işçiliği BG nin konut Geliştirme Bölümünün kontrolü altındadır. Servis hatları, mümkün olduğu kadar kısa tutulmaktadır.

İç tesisat BS 6891 standartına uygun olmak durumundadır. Test basıncı 30-35 mb dolayındadır.

BG (British Gas ) doğalgaz ölçü ve kontrol aletlerinin ticaretini üstlenmiş bulunmaktadır. BG nin bünyesinde serbest dağıtım, montajı bakım test kalibre kontrol işlerini yürütecek bölümler oluşturulmuştur. İngiliz malları dışında Japon, İtalyan ve Aman patentli malların da pazarlamasını yapmaktadır.

#### **1.4.11. Kanada'da Doğalgaz**

Kanada 1986 tahminlerine göre, doğalgaz kaynaklarıyla, dünya gaz kaynaklarının % 2.9 na sahip bulunmaktadır. Ürettiği gazın bir kısmını ABD ye satmaktadır. ABD nin 1995 lerde olan doğalgaz ihtiyacının miktarını \$2.75/1000 ft fiyattan ithal etmesi planlamıştır.

Kanada kendi gereksinimini ve ABD ye satacağı gaz miktarını karşılamak için, yılda 1600 adet kazılan gaz kuyusu adedini 1990 lardan itibaren 6000 ne çıkarmayı

tasarlamaktadır. Böylece ABD'ye kadar gaz 1990 'lardan itibaren satılabilecektir. Tasarı 20 yıllık bir süreyi kapsamaktadır.

Kanadalı gaz üreticiler, ABD'ye 1987 de 990 mly ft<sup>3</sup> 1988 de 1.267 Tft<sup>3</sup> gaz satmışlardır. 1988'de ABD'ni gaz ihtiyacının %7 'si Kanada'dan sağlanmışır. Trans-Kanada Boru hattı 1987'de ihracatı iki katına çıkarmıştır. Ulusal enerji idaresi ihraç edilen gazın ortalama fiyatının Ekim 1988'de \$1.99 / MMBTu, bir yıl önceki fiyatında \$ 1.87 / MMBtu olduğunu ifade etmektedir. 1989 'da ABd'ye 1.43 Tft<sup>3</sup> dolayında ihraç yapılması öngörülmüştür.

#### 1-4-12 1989 'larda Sovyetlerde Doğalgaz

Avrupa; Sovyetlerden 1988 'de 48 ve 56 inch boru hatları ile  $80.0 \times 10^9 \text{ m}^3$  (2.85 Tft<sup>3</sup>) doğalgaz almıştır. Sovyetler dağılmadan önceki duruma göre; Sovyetlerin 1980 - 2000 arasında enerji kullanımındaki doğal gaz payı %36 ya varacağı öngörülmekteydi . Sovyetlered keşfedilen gaz rezervleri, 1988 itibarıyla  $40185 \times 10^9 \text{ m}^3$  (1400 Tft<sup>3</sup> ) olduğu kurtarılabilir rezerv tutarının en azından  $100000 \times 10^9 \text{ m}^3$  (3500 Tft<sup>3</sup> )olacağı tahmin edilmektedir.

Sovyetler'den boru hatlarıyla ihraç edilen gaz tümüyle Batı ve Doğu Almanya ülkeleri tarafından kullanılmaktadır. Batı Avrupa'ya 1995'lerde  $56.4 \times 10^9 \text{ m}^3$  (2Tft<sup>3</sup> ) gaz satılması tahmin edilmektedir. Doğu Avrupa'ya ihraç edilen toplam miktar 1986'da  $42 \times 10^9 \text{ m}^3$  (1.5 Tft<sup>3</sup>) 2000 yıllarında bu miktarın  $90 \times 10^9 \text{ m}^3$  ile  $80 \times 10^9 \text{ m}^3$  arasında olacağı öngörülmektedir. Sovyetlerin 2000 yıllarına doğru, doğalgaz ihracının  $110 \times 10^9 \text{ m}^3$  ile (4 Tft<sup>3</sup> ile 9 ft<sup>3</sup> arasında gerçekleşeceği sanılmaktadır.

1990'da hedeflenen gaz üretimi  $792 \times 10^9 \text{ m}^3$  (28 Tft<sup>3</sup>) ve 1998 'lerde  $932 \times 10^9 \text{ m}^3$  (33 Tft<sup>3</sup>) dir. Sibiryada bulunan dört büyük gaz üretiminin 2 / 3 ünü oluşturmaktadır. Ürengoy sahası, 1988 'de  $300 \times 10^9 \text{ m}^3$  (11.6 Tft<sup>3</sup>) gaz üretmiştir. Diğer sahalardan Yamburg, tekdüze  $85 \times 10^9 \text{ m}^3 / \text{yıl}$  ( 3 Tft<sup>3</sup> / yıl ) gaz üretimi yapmıştır. Bu sahanın 1990'da  $200 \times 10^9 \text{ m}^3$  ( 7Tft<sup>3</sup>) üretim yapması öngörülmektedir.

Yukarıda verilen bilgiler, Sovyetler Birliğinin 1991 'de dağılmasından önceki hesap ve tahminlere dayanmaktadır. Genelde dünya gaz rezervleri ve ticareti açısından bakılırsa Sovyetlerin dağılması doğalgaz üretiminin azalması yönünden bir etki yapmayacaktır. Belki de sadece doğalgaz satıcısının adı değişecektir. Sibiryada bulunan gaz sahaları, bugün Rusya federasyonu doğalgaz ve petrol rezervlerini gösteren haritaya bakılırsa doğalgaz sahalarının Yamburg çevresinde 80° doğu

boylamının geçtiği bölgede yer aldığı görülür. Moğolistan'ın kuzeyinde Novaya uda, Atou Verknetırsk, Tas-yuryakh, Ussurisk, Artem gibi yerlerde doğalgaz yataklarının varolduğu bilinmektedir.

Doğalgaz tahmin sonuçlarının değerlendirilmesi "British Petroleum" göre tüm dünya'da doğalgaz kullanımı 1987'de % 47 artarak yaklaşık 1.78 Tm<sup>3</sup> ( 63 Tft<sup>3</sup> ) olmuştur. Dünya çapında 1987 'de gaz üretimim, 1986'da üretilen miktardan % 9.2 fazlasıyla 1.86 Tm<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir. 1987 de doğalgaz tüketimi Kuzey Amerika 'da 18.8 Tft<sup>3</sup> Japonya'da 1.5 Tft<sup>3</sup> Avrupa'da 8.2 Tft<sup>3</sup> Sovyetlerde 20.6 Tft<sup>3</sup> ve Çin'de 908 Mly ft<sup>3</sup> olmuştur. 1989 yılı içinde dünya doğalgaz kullanımı, toplam olarak 72 Tft<sup>3</sup> 'ü bulmuştur. Bu miktar 1988'dekinden % 3.2 olarak 72 Tft<sup>3</sup> fazladır.

21. yüzyılda, diğer yakıtlardan daha temiz olması bakımından "yeşil ev" yani "yeşil çevre" (green house) istemi ile tüm dünya'da kullanımı artacak olan doğalgaz, uluslararası ticarete önemli bir paya sahuip olacaktır. Taşıt araçlarında kullanılmaya başlanması da ayrı bir gelişmedir.

Sıkıştırılmış doğalgazın taşıt araçlarında kullanılması ile CO'in %99 , NO<sub>2</sub> 'nin %65 azalacağı hesaplanmıştır. Gelecek yüzyılda, gaz satan ve alan ülkelerin sayısı artacaktır. Ülkeler doğalgaz sıvılaştırılarak deniz ve karayollarıyla taşınacaktır. 2020 yıllarınad üretilen gazın yaklaşık % 20 'sinin uluslararası ticarete yer alması beklyenmektedir.

1964 yılında Cezayir'den doğalgaz alan İngiltiri o kadar uzaklığa boru hattının döşeneceğini o tarihlerde düşünmemektediriydi. Oysa bugün "Trans - Med boru hattı" ile Cezayir'den alınan doğalgaz Akdeniz'in içinden geçen bir hatla İtalya'ya taşınmakta, Buradanda tüm iç Avrupa'ya dağıtılmaktadır. Böylece İngiltere'nin Cezayir'den gelen gazı alması kara Avrupa'sına 30 - 40 km'lik denizaltı hattı döşemesiyle gerçekleşmektedir.

1969'un bilinen teknolojisi ile dünya doğalgaz rezervinin 1950 Tft<sup>3</sup> olduğu tahmin edilmekteyken, 1988 itibarıyla bilinen rezerv miktarı 3955 Tft<sup>3</sup> 'e ulaşmış görünmektedir ki 1969 larda tahmin edilen iki katından fazladır.

Avrupa'da Orta Doğu'da Avusturalya / Pasifik bölgesinde, Asya'da Meksika / Orta ve Güney Amerika'da, Afrika'da ve Kuzey denizi (Avrupa) bölgesinde, 1988 itibarıyla inşası devam eden hatların toplam uzunluğu 9100 mil, planlanan hat işinin tamamlandığı gözönüne alınırsa, dünya ülkelerinin doğalgaza büyük yatırımlar

yaptıkları ve XXI yüzyıla yakıt enerjisi olarak doğalgazın damgasını vuracağı anlaşılır.  
( 1 mil  $\cong$  1609 m)

Ocak 1990 bilgileri ışığında, dünya gaz rezervi toplam 4564 Tft<sup>3</sup> olarak belerlenmiştir. Bu miktarın % 40'ı Sovyetler'de % 30'u Ortadoğu ülkelerinde bulunmaktadır.

Burada bir dünya gaz rezerv bilgileri ya da tahminleri ile bilgilerin bir karşılaştırmasını yapalım.

1969 larda bilgi ve tahminlere göre dünya doğalgaz rezervi 1990 Tft<sup>3</sup>

1974 larda bilgi ve tahminlere göre dünya doğalgaz rezervi 1990 Tft<sup>3</sup>

1989 larda bilgi ve tahminlere göre dünya doğalgaz rezervi 1990 Tft<sup>3</sup>

1988 larda bilgi ve tahminlere göre dünya doğalgaz rezervi 1990 Tft<sup>3</sup>

Bu karşılaştırmadan da anlaşılacağı gibib, tam olarak doğrulanmayan bilgi ve tahminler, teknolojik gelişmelere paralele olarak değişmek durumundadır. Dünya gaz rezervleri, hakkındaki son bilgilerin değişeceği düşünülebilir. Fakat şurası kesindir ki doğalgaz kaynakları mutlaka bir gün tükenecektir. Çünkü tüm dünyada doğalgaz kullanımı artmıştır ve artarak devam etmektedir.,

Gaz teknolojisi Enstitüsü 'nün Enerji İstatistiğine göre 1988'e kadar keşfedilmiş Dünya Doğalgaz rezervleri şöyledir.

Ülke / Bölge	Keşfedilmiş Gaz Rezervleri Tft <sup>3</sup>	Dünya Rezervlerinde %'si
Abudabi	183.5	4.6
Avrupa	1728.1	43.7
Amerika(Kuzey)	367.7	9.3
Amerika(Güney)	150.8	3.8
Avustralya	16.6	0.4
Afrika	253.3	6.4
Endonezya	83.6	2.1
Çin	31.7	0.8
Cezayir	104.2	2.6
Hollanda	62.5	1.6
Kanada	95.1	2.4
Katar	156.7	4
İngiltere	22.7	0.87
Amerika	187.2	4.7
Sovyetler	1500	37.9
Ortadoğu	1183.2	23.9
İran	494.4	12.8
Nijerya	85	2.1
Norveç	85.5	2.2

Tablo 1.4.12

#### 1.4.13 . ABD 'de Doğalgaz

Doğalgaz ilk defa 1821 'de Newyork'da Fredonia sahasında keşfedildiğinden beri, o bölgede yakacak olarak taşınması amacıyla 1920 ve 1930 larda, 22'den 24 inch'e varan 400-600 psi basınçla çalışan boru hatları döşenmiştir. Böylece doğalgazın endüstride, konutlarda kullanılması sağlanmıştır.

Doğalgaz endüstrinin ilk yıllarında petrol üretim amaçlı kuyulardan petrolle birlikte çıkan ve yeryüzünde petrolden ayrılan HC gazları ya satılmış ya da yerinde, "boşu boşuna" yakılmıştır. Petrolden ayrılan Hc gazların "boşu boşuna" yakılması, Suudi Arabistan gibi petrol zengini ülkelerde devam etmektedir. fakat son bir iki yıl içinde, petrol zengini ülkeler de , petrol den ayrılan gazların değerlendirilmesi ve pazarlanması projelerini geliştirmekte oldukları bilinmektedir. ABD ihtiyacı olan doğalgazı ülke içinden temin edebilecek kaynaklara sahip bulunmaktadır.

XXI. yüzyılda, kendi imkanlarıyla doğalgaz ihtiyacını karşılayabileceğini tahmin eden ABD, "Stanford University Energy Modeling Forum" una göre 2000'lerde gaz kullanımı 19 Ftf<sup>s</sup> 'e ulaşacağını ileri sürmektedir. Bu görüşle, doğalgaza olan talebin petrol fiyatlarıyla "oyunaklık" göstereceği söylenebilir.

1988 'de gaz dağıtım işine yönelik harcamalar 4 milyar doları bulmuştur. B u için hacminde, eklemeler, geliştirmeler ve onarımlar yer almaktadır. 1988'deki çalışmaların % 42'si yeni yapılar, % 58 i onarım, yenileştirme, değiştirme işlerini kapsamaktadır.

Tamir ve bakım basrafları 1988 de 2.158 milyar doları bulmuştur. Sisteme 1988 'de 25000 mil, 1989 da yaklaşık 26000 mil yeni borulma eklenmiştir.

II. Dünya savaşı'ndan sonraki yıllardan itibaren, doalgaz talebindeki artış giderek artmış, yeni dağıtım sistemlerinin yapılması ve bunun yanında, müşterinin istediği nitelikte temiz - güvenli gazın sağlanması için yeni tekniklerin denenmesi gündeme gelmiştir.

Zamanla sistemlerin yaşlanması, bakım - onarım işlerine önem verilmesini gerektirmiştir. Çünkü, doğalgaz herşeyden önce güvenlik gerektiren ve daima kontrol altında tutulması gereken bir enerji kaynağıdır.

ABD'nin gaz dağıtım sistemi, emniyet ve yeterlilik açısından mükemmel durumdadır., bu niteliğe sahip olması, bakım - tamir otomasyon ve kontrol işlerinin sıkı bir çalışmayla sürekli gündemde tutulmasına, milyarlarca doların bu işler için harcanmasına bağlıdır.

Gaz dağıtım sistemi, kent girişinden alınan gazın, müşteri ocağına götürülmesindeki basamakları içerir. Bu günkü düzenlemede, yatırımcı (Taşıyıcı ve dağıtıcı) gazı üreticiden kuyubaşı fiyatı üzerinden satın alır ve bu gazı tüketiciye emniyetli bir şekilde iletir.

ABD'de doğalgaz taşıma ve dağıtım ağı için yapılan harcamalar şöyledir.

1988'de toplam 3.702.575.000 dolar harcanmıştır. Bunun 1.562.641.000 dolarlık kısmı yeni çekilen hatlar, 2.157.993.500 dolarlık kısmı bakım - onarım - değiştirme işlerine harcanmıştır. 250'den fazla yönetici, baş mühendis ve uzman - teknisyen çalışmaktadır.

Gaz dağıtım sistemi, kurulduktan sonra uzman personel tarafından sürekli kontrol altında tutulması gereklidir. Her şeyden önce kaçağın hemen anında öğrenilmesi ve önlemlerin alınması güvenlik bakımından en başta yapılacak işler arasındadır.

ABD'de doğalgaz kullananların sayısında 1987' den itibaren artma olmuştur. 1988 itibariyle 1500 adet firma 51.5 milyon müşteriye gaz vermektedir. 1988'de 631.000 yeni müşteri sisteme dahil edilmiştir; oysa 1987'de bu artış 647.000 idi. 140.250 müşteri de odun, kömür, LPG yakıt sistemlerinin değiştirilmesinden sonra doğalgaz kullanmaya geçecekleri belirtilmektedir.

#### **1.4.14. Yeni Türk Cumhuriyetlerinde Doğalgaz**

1991'in en önemli dünya olaylarından biri Sovyetler Birliğinin dağılması ve bağımsızlığına kavuşan yeni Türk Devletlerinin ortaya çıkmasıdır.

Yeni Türk Devletleri ve doğalgaz petrol sahaları ile diğer zenginlik kaynakları şöyledir.

- 1- Azerbaycan = Kuru havzası
- 2- Türkmenistan= Kara kum Çölü, Güney Hazar
- 3- Özbekistan = Kara kum Çölü
- 4- Kazakistan = Uzen Köyü
- 5- Kırgızistan = Petrol ve doğalgaz kaynakları yetersiz
- 6- Tacikistan = Kömür, tuz, metalik maden yatakları vardır.

Doğalgaz kaynakları

Ülke Adı	
Azerbeycan	0.12
Türkmenistan	3.71
Özbekistan	1.56
Kazakistan	0.03
	5.42

Tablo 1.4.14

#### 1.4.15 Türkiye'de Doğalgaz

Türkiye'de petrol arama çalışmaları sırasında Trakya bölgesinde Hamitabat sahasında doğalgaza rastlanmıştır. Günlük debisi 1 MM m<sup>3</sup> ile 1,4 MM m<sup>3</sup> arasında olan Hamitabat doğalgazı, Hamitabat Elektrik santraline verilmektedir. Bundan başka Nusaybin yöresinde üretilen doğalgaz mardinÇimento fabrikasına satılmaktadır. Bu iki sahanın gazı eski sovyetlerden alınan gazın yanında sözüedilmeyecek kadar az kaldığından Türkiye'nin doğalgaza sahip olduğu söylenemez.

Türkiye'de 1986'dan bu yana doğalgazın konutlarda ve sanayide alternatif enerji kaynağı olarak kullanılması olayı gündemdedir. Kentlerin giderek kalabalıklaşması, trafiğe çıkan araçların gınaşırı artması, hava ve çevre kirliliğini korkunç boyutlara ulaşmaktadır.

Hava kirliliği insan sağlığına doğrudan tehdit etmektedir. Özellikle son yıllarda İstanbul, Bursa, Kayseri, Adana, İzmir, Diyarbakır ve Ankarada hava kirliliği dünya standartlarının üstünde seyretmeye başlayınca, yetkililer ve siyasiler sorunun çözümü üzerinde durmuşlardır. Ankara da kuoklaştırılmış ithal kömür ün belirli semlterde kullanılmasının teşviki vekalorifer kazanlarının belli bir program dahilinde yakılması, hava kirliliğinioldukça düşük düzeye indirmiştir. Hava kirliliği sorunu sanayide doğalgaz kullanımını gündeme getirmiştir. İlk defa 15 Temmuz 1984 de Sovyetler birliği ile yapılan çerçeve anlaşmasıyla ilk bağlantı yapılmış oldu. bundan sonraki gelişmeler şöyledir.

-14 Şubat 1986 da BOTAŞ ve Soyuz Gaz Eksport arasında ön anlaşma sağlanmış, daha sonra 18 9 1984 de 20 yıl süreli anlaşma yapılmıştır.

-doğalgazın Blgaristan sınırından Ankara'ya iletilmesi için 457.9 mil = 736 .8 km (1 mil=1.609 km) uzunluğunda oln çapı 24 inch ile 36 inch arasında değişen hat

döşenmiştir. Hattın tasarım basıncı 76 bar ve debisi 2.057 MM ?????? . Bu hat 1988 ortalarında bitirilmiştir. Ayrıca Anadolu nun doğusuna doğru ikinci bir hat çekilmesi de gündemdedir.

- 1987 Haziran'ın da Trakya Termik santrali'ne doğalgaz verilmiştir. rusya doğalgazına ek olarak, Cezayirden sıvılaştırılmış (LNG Liquified Natural Gas) doğalgaz alımı için 14 Nisan 1988'de BOTAŞ ile Cezayir yetkilileri arasında anlaşma sağlanmıştır. Tankerlerle taşınacak olan LNG, Marmara denizi kıyısında (Ereğli yakınında) kurulacak istasyona getirilecek, bu istasyonda gazhaline dönüştürüldükten sonra, Marmara'yı geçerek Trakya bölgesine ulaşacak ve anahat içine enjekte edilecektir. Cezayir gazı Rusya'dan sağlanangazın herhangi bir nedenle kesilmesi veya azalması halinde veay ilerde öngörülenden daha çok gaza ihtiyaç olması halinde, kullanıma hazır olacaktır. Böylece birbirlerinin açığını kapatan yada yerine geçen iki kaynaktan gaz sağlanmış olacaktır. Bu arada Libya, İran, Katar gibi ülkelerden LNG alımı için görüşmeler devam etmektedir.

#### **-BORU HATTININ İŞLETİLMESİ-**

Boru hattı BOTAŞ tarafından işletilecek vekontrol edilecektir. Hat üzerinde yer alan ölçme kontrol, güvenlik aygıtlarından alınan basınç akış sıcaklık bilgileri radyo-link sistemi ile Ankara'daki bilgisayarlı kontrol merkezine iletilecektir. Ölçme, kontrol ve kompresör istasyonlarının basınç (A), akış (F) , Sıcaklık(T) değerleri ve işletme bilgileri hat üzerindeki bilgi aktarım istasyonlarından Ankara'daki merkeze iletilerek, günün 24 saatinde kontrol altında tutulabilecektir. 31 adet otomatik hat küresel vanaları Ankara'daki merkezden uzaktan kumandayla açılıp kapatılabilecektir.

Doğalgazın diğer yakıtlara göre üstünlükleri şöyledir:

- Diğer yakıtlar kadar hava kirliliği yapmaz,
- kömür ve fuel-oil'e göre kalori değeri yüksektir.
- kullanım kolaylığı vardır
- İş kurum yapmaz.

Rusya dan ithal edilecek doğalgazın %92 oranında metan içerdiği, alt ısı değerinin 8800 kcal/ m<sup>3</sup> olduğu vealev sıcaklığının 2000 C ye kadar varabildiği saptanmıştır.

- Doğalgaza geçişte karşılaşılan bazı sorunlar :

Hıfzısıhha Enstitüsün ün alacağı kararla, doğalgazın yakıt olarak kullanımı zorunlu hale gelebilecektir. Ayrıca bir apartman yönetim kurulu toplantısında maliklerin yarısından bir fazlası, doğal gaz kullanımına "evet" derse diğerleri "hayır" dese bile, o apartman doğalgaz bağlanacak, üstelik "hayır" diyenler de masraflara arsa payları oranında katılacaklardır; Kat mülkiyeti kanununda yapılan değişiklikle, doğalgaza geçiş oylamasında "oy birliği" ile kararın alınması gereği kaldırılmış, yerine çoğunluğun kararı yeterli görülmüştür.

Kömür veya Fuel-oil yakan kazanların dönüştürülmeleri oldukça pahalıya mal olmaktadır.

Kat kaloriferi döşemenin bazı avantajlı tarafları bulunmaktadır. Çünkü tüketici, kendi iradesi ile gaz kullanma imkanına kavuşur, azami tasarruf sağlayabilir;

#### Doğalgaz dergisinden karşılaştırma Tablo

Apartmanlarda oy çoğunluğu ile alınan kararın, doğalgaza geçiş için yeterli sayılması, istenmeyenler için, doğalgazı tek seçenek haline gelmek, ister istemez doğalgaz kullanmak zorunda kalmaktadırlar.

Bir araya alınan doğalgazın aboneler tarafından kullanılması da değişik yöntemleri içerebilir. burada önemli olan, doğalgazdan en verimli şekilde yararlanabilmektir.

Doğalgazın evsel kullanımında üç temel gereksinim karşılanmaktadır.

- 1 Isınma (salon ve odalar)
- 2 sıcaksu (Mutfak ve banyoda )
- 3 yakıt (mutfakta )

Binaya bağlantısı yapılarak borulama masrafları karşılanan doğalgaz ekonomik olarak nasıl kullanılmalıdır.

## 2. GAZ GENEL ÖZELLİKLERİ

### 2.1 Genel tanımlar ve Gaz Yasaları

1- Buhar dışında sıkışabilen akışkanlar gazterimi ile ifade edilir. Moleküler yapıları şöyle sıralanabilir.

a- Moleküllerden meydana gelmişlerdir. Soygazlar dışında çift atomlu moleküllerden oluşurlar.

b. Moleküller arası bağ yoktur. Her molekül bağımsızdır.

c- Moleküllerin hızları ortalama 100m/s dir.

d- Buldukları kabı doldururlar

e-Gaz basıncı, gaz moleküllerinin kabın duvarına çarpmaları sonucu ortaya çıkar.

f- Buldukları kabın içinde eşit oranda (homojen) dağılırlar.

g- Saydamdır(Hava içinde herşeyi görebiliriz,çünkü hava saydamdır.)

- yoğunlukları küçüktür

- Gazlar normal durumda elektriği ve ısıyı iletmezler.

- Moleküller birbirleriyle çarpışır ve kabın duvarına çarparlar çarpışma elastiktir.

- Sıkıştırılabilirler.

- Gaz molekülleri küreseldir.

- Bütüngazlar, normal şartlarda ideal gaz yasasına uyarlar.

-Oda sıcaklığında herhangi bir gazın ortalama çarpışma hızı:

Doğalgaz renksiz, kokusuzdur. İçerisinde yabancı gazlar, özellikle kükürt bileşikleri buldurmeyen doğalgaz kokusuzdur. Fakat kokusuz doğalgazın varlığı insanlar tarafından hissedilmeyeceği için çoktehlikeli olabilir. O nedenle, doğalgaz tüketiciye arz edilmeden önce kükürt kökenli maddelerle kokulandırılır. Parlak alev çıkararak yanar, hava ile karışımı patlayıcıdır. kapalı ortamlarda doğalgazın havadaki hacmi % 5 ile %15 arasında bulunursa patlayıcı olmaya müsait bir karışım ortaya çıkar. Patlamanın olabilmesi için bir tutuşturucunun varolması gerekir. Tutuşturucu, alev çıkaran herşey olabilir. Bunlar şöyle sıralanabilir.

-kibrit alevi

-çakmak alevi veya kıvılcımı

- çekiçle sert bir taşa veya metale vurulduğunda ortaya çıkan kıvılcım
- metallerinbirbirlerine sürtünmesiyle ortaya çıkan kıvılcım
- elektrik kontağında ortaya çıkan kıvılcım.

Maden ocakları kapalı ortamlardır. Bu ocaklardaki hava yukarıda verilen hacimsel oranlarda metan gazı bulundursa, "Grizu patlaması" olarak bilinen ve yüzlerce maden işçisinin ölümüne yol açan patlama olayı meydana gelir. Ancak, yukarıda işaret edildiği gibi patlamanın olabilmesi için kıvılcım şeklinde bir tutuşturucunun varolması gerekir.

Maden ocaklarında tel kafesli lambaların işleri, hava içindeki metan gazını sürekli yakarak karışımın tehlikeli boyutlara ulaşmasını önlemektir.

Gaz kaçağını gözlemek ve önlem almak için, iç mekanlardaki teszizat sisteminde, gaz dedektörlerin kullanılması ilerde doğabilecek patlama buna bağlı olarak yangın tehlikesini önleyecektir.

Doğalgaz, hidrokarbon gazların karışımını ifade eder. Her doğalgaz gibi başka akışkanları da içindebulundurabilir. Doğalgaz ıslak kuru ve "ac" gibi terimlerle tanımlanır. Islak gaz etan propan bütan gibi metan serisi hafif gazların yanında, ağır hidrokarbonlardan bir kısmında içerir. Kuru gaz ise büyük oranda metan önemsiz oranlarda etan propan bütan gibi gazlardan oluşur. Acı gaz, içerisinde (hidrojensülfür) bulunduran gazdır. Doğalgaz genellikle %70 metan gazının yüksek oranda bulunmasına bağlıdır. %95-98 metan içeren doğalgaz oldukça temiz ve kaliteli sayılır. Değişik kuyulardan üretilen doğalgazlar değişik kompozisyonlara sahiptirler.

Doğalgazın içinde, kaliteyi bozan gaz ve sıvılar ; üretim istasyonlarında ayrılır. doğalgazdan ayrılması gerekenler, H<sub>2</sub>S sülfür bileşikleri (merkaptan), subuharı, azot, helyum, pentan ve daha ağır hidrokarbonlardır. H<sub>2</sub>S (Hidrojensülfür) zehirleyici; CO<sub>2</sub> (karbondioksit) boğucu gazlardır. Su buharı ısı değeri düşüren etkendir. Ayrıca her üç akışkanda, tek tek veya birlikte korozyona yol açarlar.

## 2-2 Isıl Kapasite (Isı Taşıyabilme)

Isı çevre ile sistem arasında sıcaklık farkından dolayı birbirlerine transfer olabilen enerji çeşididir. termodinamik denklemlerde sisteme verilen ısının işareti pozitif, alanın ki negatiftir. Formül sembolü Q, birimi kalori veya Btu (British Thermal Unit).

1 kalori : 1g suyun sıcaklığını 145 C dan 15.5 C 'e çıkarmak için gereken ısı miktarıdır.

1Btu : 1 pound suyun sıcaklığını 63 F den 64F a çıkarmak için gereken ısı miktarıdır.

Isı maddenin yoğunluk gibi iç özelliği değildir. Maddeye verilebilen ve ondan alınabilen bir olgudur. sıcaklık ile ısı ayrı kavramlardır: Sıcak vesoğuk nesnelere ayırma duyusudur.

## ISI İLE İLGİLİ BİRİMLER

Isı ile ilgili olarak mühendislik hesaplarında Btu ve jul birimleri yaygın olarak kullanılır. Gazların akışları, prosesleri ve kontrol altında tutulmalarına ilişkin tasarımlarda termodinamik yasalardan yola çıkılır.

## ISI TAŞIYABİLME

Her maddenin ısı kapasitesi değişiktir. Aynı ısı miktarının, kütleleri aynı, değişik ikimaddeye uygulusak; kazandıkları sıcaklıklar farklı olacaktır. kadar bir ısı miktarı alan maddenin sıcaklığında artış olacaktır.

Suyun özgül ısı  $\Rightarrow C = 1 \text{ cal/g-C}^\circ = 1 \text{ Btu/lb-}^\circ\text{F}$

### 2-3. Basınç-Hacim işi

Gazların sıkıştırılabilen akışkanlar olduğunu biliyoruz. bir silindir içinde bulunan gazı  $T_1$  sıcaklığından  $T_2$  sıcaklığına çıkaracak kadar ısıtırsak, moleküller arası çarpışmalar artacağından, gaz  $\Delta K$  kadar kinetik enerji kazanacaktır. Gazı tutan piston artan hacim nedeniyle yukarı itilerek kaldırılacaktır. Gaz sabit basınç altında hacim nedeniyle yukarı itilerek kaldırılacaktır. Gaz sabit basınç altında hacim değişimine uğramış ve pistonu  $\Delta x$  kadar öteleyerek  $P(\Delta V)$  kadar iş yapmış olmaktadır.

Birim ağırlıkta ya da birim hacmindeki bir maddenin NK'da tamamen yanması halinde ortaya çıkacak olmasını miktarına yanma ısı veya ısı değeri denir. Metrik birim sisteminde NK olarak 25C oda sıcaklığı ve 1 atm. basınç kabul edilirken ingilizbirim sisteminde NK olarak 60°F ( $\cong 15,5^\circ\text{C}$ ) ve 14.70 Psi kabul edilir. Katıların ısı değeri genellikle birim ağırlıklarının gazların ısı değeri birim hacimlerinin

verdiği ısılar olarak belirlenir çünkü gazlar hacimce katılar ağırlıkça daha kolayölçülürler.

Bir gazın veya bir gaz karışımının yanma ısısı başka ifadeyle ısıl değeri kimyasal yanma denkleminin reaksiyon ısısından elde edilebilir. bir kimyasal reaksiyon çevresinden ısı alarak gerçekleşiyorsa buna endotermik ( içe ısı alan) olay, dışa ısı vererek gerçekleşiyorsa buna ekzotermik (dışa ısı veren) olay denir. Bir reaksiyonunun ısıları çıkarılarak bulunur. Doğalgaz 98 lere yakın. Metan gazı içeriyorsa yaklaşık bir değer elde etmek için tamamen metan gazından meydana geldiği varsayılarak, metanın ısıl değeri % 98 metan içerenli doğalgazın ısıl değeri olarak kabul edilebilir.

Önce ısıl değerın kalorimetre ile deneysel yoldan nasıl bulunduğu konusunda bilgi verelim. Yanma sonucu ortaya çıkan ürünler referans sıcaklığına kadar soğutulur; ve bu soğuma sırasında, soğuyan ürünlerden alınan ısı ölçülür. Bu ölçülen ısı miktarına üst ısıl değer denir. Üst ısıl değerde, ürünler arasında meydana gelensuyu kondens oluncaya kadar verdiği ısı da hesaba katılır. Alt ısıl değer ise suyun kondens olmadığı bir sıcaklığa kadar ürünlerin soğutulmasıyla elde edilen ısı miktarıdır.

Alt ısıl değer⇒Net ısıl değer

Üst ısıl değer⇒Tümel veya üst (gross) ısıl değer olarak bilinir.

Alt ısıl değeri tespit edilirken, su buharı fazında bulunur. Şurası da açıkça bilinmeli ki, hidrojen içeren tüm yanıcı maddelerin yanmaları sonucunda çıkan ürünler arasında su bulunur.

Metanın yanma denklemi üzerinde duralım 1// metan gazı yandığında ne kadar ısı açığa çıkarırsunuzunun cevabını bulmaya çalışalım

Denklemden anlaşıldığı gibi 1 mol metan gazını yakmak için 2 mol O/ gazı gereklidir. Oysa 1 mol hava içinde 1/5 mol O/ vardır. 2 mol O/ gazı kaçmol hava içinde bulunur? Busorunun cevabı basit bir orantıyla elde edilir.

### **3. DOĞALGAZ BORU HATLARI TASARIMI VE BASINÇ DÜŞÜRME İSTASYONLARI**

#### **3.1 Tasarım Basıncı**

Borunun karşılaşılabileceği iç ve dış basınçlar dikkate alınarak hesaplanan en büyük basınçtır. Bir borunun en yüksek çalışma basıncı olarak da ifade edilen tasarım basıncı borunun çapına, et kalınlığına ve malzemenin gerilme direncine, fabrikasyon özelliklerine bağlıdır.

#### **1. SIVI TAŞIMA HATLARI TASARIM BASINCI**

Su ve petrol gibi sıkıştırılmayan akışkanları taşıyan boruların basınçları barlow formülü ile hesaplanabilir. Bu formülde sıcaklığın etkisi dikkate alınmamıştır. S-minimum gerilme basıncıdır. sıcaklığın etkisinin dikkate alınmadığı gaz hatları içinde geçerlidir.

#### **2. GAZ TAŞIMA HATLARI TASARIM BASINCI**

ANSI B 31.8.1975 "Gas Transmission And Distribution Systems 1982" kodunda sıcaklık faktörünü içeren metal boru hatları formülü ile plastik gaz hatları formülü yer almaktadır. Gazın sıcaklıkla genişleyeceği dikkate alınarak sıcaklık faktörünü içeren formülün gaz boru hatları dizayn basıncı tespitinde kullanılması tercih edilmelidir.

Uyarı: Et kalınlığı ve tasarım basıncı formüllerinde geçen S ve S? farklı kavramlardır.

S Tanımlı endüstriyel mukavemeti

S İzin verilebilir mukavemet.

Belirli malzeme kompozisyonu ve fabrikasyon yöntemi ile imal edilen borular; Laboratuvar deneylerinde "mukavemet testi" ne tabi tutulurlar.

#### **3.2. TASARIM SICAKLIĞI**

Normal çalışma ortamında beklenen metal sıcaklığıdır. 20 + 250 F arasındaki metallerin sıcaklıklarında tasarım basınçlarını değiştirmeye gerek yoktur. Bununla birlikte

bazı maddeler sıcaklık bandının düşük bölümüne uygun özellikler taşıyabilir. Düşük atmosferik sıcaklıklar için uygun malzeme seçimi yapılmalıdır.

Yukarıdaki formüllerden biri ile hesaplanan et kalınlığı aşağıda sıralanan nedenlerden dolayı artırılabilir.

- a- Korozyon payı
- b-Dış açma
- c- bükülmeden dolayı oluşabilecek inceleme
- d- Nominal et kalınlığı için yapım modeli hatası toleransı.

### **3.3 BORU HATTI ÇAPININ BELİRLENMESİ GENEL DURUMLAR**

1-İstenen debi, Q istenen çıkış basıncı P ile çıkıştan alınabilmelidir.

2- Hattın herhangi bir noktasındaki basınç düşümü dizayn basıncına ulaşmaktadır.

3- Optimum boru çapı, basınç düşümü ve boru maliyetine bağlıdır. korozif olmayan sıvılarda, optimum hız 2-3 m/sn arasındadır.

Korozyon yapıcı sıvılarda glikol asit-amin gibi izin verilebilecek hız 0.7-1.0m/s olmalı ki erezyon ve korozyon minimum düzeyde tutulabilsin, özellikle karbon çelik borularda korozyon olayına dikkat edilmelidir.

4- Herhangi bir hat içinde, akış basıncına karşıt olan veyenmeye çalışan giderek akışın durmasına yol açan basınç sürtünme basıncıdır. Hat başından verilen enerji sürtünme basıncını yenmeye çalışır. Bunun yanında akış yer çekimine karşı, yüksek bir yere taşınıyorsa, ayrıca o iş içinde enerji gereklidir. Dolayısıyla hat başından verilen enerji, yatay olmayan bir hat için eğer giriş çıkıştan düşük yerde ise bir yandan sürtünme basıncını yenmeye bir yandan da akışkanı istenen debide, istenen noktaya götürmek için kullanılacaktır.

### **3.4. Hat Tasarımında İş Programı ve Malzeme Seçimi**

1- Boru hattının profili döşeneceği ve geçeceği yerler büyük ölçekli (1/25000) haritalar üzerinde işaretlenir.

2- Döşenecek hattın profili çıkarılır. Profilde dönüş noktaları some kazıkları işaretlenir. Profilden alınan bilgiler kullanılarak basınç düşümü hesaplanır. En yüksek ve en düşük basınç noktaları belirlenir. Hattın basınçlandırılması gereken noktalarına, gazlarda kompresör, sıvılarda pompa kurulur.

3- Kanal açma işinde kullanılacak ekipmanlar belirlenir. kanalın kaya, toprak hafriyat miktarları ve m<sup>2</sup> maliyetleri tahmini olarak hesaplanır. Kanal genişliği ve derinliği, kat çapına ve zemine göresaptanır.

4- Basınç düşümüne, debiye, akışkan cinsine göre boru tipi belirlenir. Boru malzemesi ASTM, ANSI, DIN ve TS 6047 standartlarına göreseçilebilir.

### 3.5. Doğalgaz Hat Tasarımında Bilinmesi Gerekenler

1-Boru hattı uzunluğu (m)

2- Kullanılacak çaplara göre metraji (örneğin ; Bulgaristan-Ankara doğalgaz hattının 308.3 km si . 36 inch , 4285 km. 26 inch borulardan döşenmiştir.)

3-Kullanılacak dirsekler (90°LR,SR)

4-Kaynak elektrotlarının miktarı ve tipi

5- boru hattının basınç düşüm profilinin çıkarılması (En yüksek ve en düşük basınç düşüm noktalarının saptanması, basınçlandırma(booster) pompasının (sıvılarda) ve kompresörün (gazlarda) kurulup kurulmayacağı.

6-Basınç sıcaklık, akış ölçüm aletlerinin, firma model adetleri ölçme kapasitelerinin ve ölçüm birimlerinin belirlenmesi. Bağlantı şemalarının çıkarılması.

7- Güvenlik aygıtlarının saptanması : basınç kurtarım vanaları (Psv) kontrol vanaları, basınçanahtarları , Emniyet vanaları çıkış kapasitelerinin hesaplanması.

8- Kanal harfiyatının m<sup>2</sup> olaraktahminen hesaplanması kanalaçma boru döşeme kaynaklama ve kanal kapatma ile test işlerinin maliyetlerinin çıkarılması.

9- Kaya harfiyatında kullanılacak dinamit miktarının saptanması, bu iş için yerel yönetimlerden izin alınması.

10- Mühendis,usta kaynakçı izoleci gibi elemanlarının seçilmesi ve gerekirse iş için önceden eğitilmesi.

11-Hat işletmeciliğinin nasıl olacağının belirlenmesi:

a-Herşey operatörler tarafından çalıştırılıp durdurulabilir.

b-Yarı otomatik sistem (vanaların bazıları otomatik bazıları operatör tarafından çalıştırılabilir)

c-Tam otomatik (Tüm ekipmanlar, birbirleriyle lojik bağlantılı olarak çalışabilirler. Operatör gözlemcidir. Arıza durumunda müdahale eder)

d- Tam otomatik uzaktan kumandalı sistem(Elektro-Pnömatik-bilgisayar kontrol sistemidir. Bir vananın açılıp kapanması km lerce öteden yapılabilir) Böyle tam otomatik uzaktan kumandalı sistem SCADA kısaltmasıyla ifade edilmektedir.

SCADA: Bu kısaltma veri toplama, değerlendirme ve kontrol etme anlamına gelen ingilizce sözcüklerinbaş harfleridir.

### **3-6 Gaz Dağıtım Şebekesinde Pe Boruların Kullanılması ve Uygulamaya İlişkin Fransa Örneği:**

Fransız gaz endüstrisinin doğalgazla tanışması 1950 nin başlarına kadar gider, taşıma ve dağıtım sistemlerinin hızlı gelişmesinin nedenlerinden biri de böylesine bir geçmişe sahip olmakla ilgilidir.

Dünyadakibirçok gaz şirketleri gibi, Gaz de France(gdF) da orta basınç gaz dağıtım borulama sistemlerinde yıllarca polietilen borular kullanmaktadır. GdF ortabasinç gazdağıtım hatlarında elektro-füzyon tekniğini kullanmakta önderlik etmiştir.

PE gaz borulama metal ve döküm demirden yapılan dağıtımağından dah pratik, daha ucuz olmaktadır. GdF bağlamada elektrik füzyon tekniğini 10 yılı aşkın kullanmaktadır.

GDF 29000 elemanla 8.7 milyon müşteriye hizmet vermekte ve 14750 mil taşıma, 64650 mil dağıtım ağının işletmeciliğini yapmaktadır. Gaz taşıma sistemi, kent giriş istasyonuna kadar 70 bar basınçla doğalgazı getirmektedir. Orta basınç C dağıtım ağına gelenburadakibasınç ayar istasyonuna alınmakta ve basıncı 19 bar'a düşürülmektedir. Buradan 19 bar ile alınan gaz, orta basınç b dağıtım ağına gönderilmektedir. B istasyonuna gelen gazın konutlara verilecek bölümü regülasyon istasyonunda 4 bar'a düşürülmektedir. Endüstriyel işletmelere verilecek gaz 19 bar basınçla, regülasyona tabi tutulmadan bu iş merkezlerine dağıtılmaktadır. PE boruların çalışma basınçları sıvılarda 9.86 kg/cm<sup>2</sup> ? gazlarda 3.95 kg/cm<sup>2</sup> dolayında bulunmaktadır.

B regülasyon ve dağıtım istasyonundan alınan gaz konutlarda kullanılmak üzere tekrar bir regülasyona tabi tutularak 20-25 mb.basınca düşürülmektedir. Böylece konutlara alınan doğalgazın basıncı 20-25 mb civarında olmaktadır.

GDF dağıtım ağının yıllık büyüme oranı %3 dür; orta basınç B hatları dışında, büyüme oranı kadar artan yeni ağların %85 i PE borularından oluşmaktadır. Tüm dağıtım hatlarının %20 si PE 'dir . 30 yıl içinde, bu ağ yaklaşık 90.000 mil e çıkacak ve %80 PE malzeme içerecektir.

GDF in düşük basınç ağı orta-basınç tkniği kullanılarak döşenmiş olan 600 mil PE borudan meydana getirilmiştir. Orta basınç ağı yılda %6.8 artarken düşük basınç ağı %2.7 lik küçülme olmaktadır.

GDF, sistemde % 75 i ara bağ olmak üzere 2.2 milyon elektro-füzyon birleştirme yapmıştır. GDF, 1960 larda dağıtım ağını yenileştirme çerçevesinde, plastik boru kullanmaya karar vermiştir. 1974'lere kadar müşteri servis hatlarının PE borulaması yapılamamıştır. 1979 lardan itibaren, orta ve düşük basınçlı borulama ağlarında PE kullanılmıştır.

GdF, gaz dağıtım ağlarının çok önemli işlevleri nedeniyle PE boru ve fitting üretici firmaların Laboratuvar araştırma sonuçlarına göre malzeme üretmelerini şart koşmaktadır.

### **3.7. PE borularda Aranılan özellikler:**

1. Taşınma ve döşenmelerinin kolay olması

2. Marakaraya sarılabilmeleri, kırılmadan, çatlamadan bükülebilmeleri, böylece dirsek kullanmaya gerek kalmaması.

3.Ağır olmamaları yoğunluk bakımından 930 kg/m<sup>3</sup> -950 kg/m<sup>3</sup> arasında olması.

4. Laboratuvar deneylerinde;

a-Kırılabilme alt sınır sıcaklığı -94 °F a yakın olmalıdır.

b- Oda sıcaklığında (20°C) koparmaya yönelik çekme deneyinde kopma uzaması %100 ü bulmalıdır.

c- Oda sıcaklığında çekme gerilimi minimum 223 bar olmalıdır.

d- Laboratuvarında, kimyasal maddelere karşı direncinin ortam sıcaklıklarından etkilenmemesi, içten patlama basınç büyüklüğünün saptanması gibi deneylerin yapılması istenir.

### 3-8 PE boruların döşenmesinde dikkat edilecek hususlar

Polietilen (PE) borulama işi özel bilgi ve teknik gerektirir. Kanalin hazırlanması, yatak ve örtü malzemesinin seçilmesi, bağlantıların yapılması, kaynak işi, çelik borulardakinden oldukça farklıdır. PE boruların montajında dikkat edilmesi gereken hususlar, bu alanda yapılan inceleme ve deneyimlerin sonuçlarına dayanmaktadır.

PE borularda görülen bozulmalar ve arızalar:

- Üçüncü şahısların çeşitli faaliyetlerinden
- Kötü bağlantı tekniklerinden ve füzyon sırasında yabancı maddelerin kaynak bölgesine girmesinden
- Çatlak oluşmasından
- Kötü montajdan ve uygun olmayan örtü toprağından
- ısl büzülmeden
- Çatlak oluşum k direncinin düşüklüğünden ortaya çıkabilmektedir.

1950 lerden beri PE gaz borulama sistemleri üzerine dikkatler toplanmış ve en az 50 yıl bozunmaya uğramadan kalabilecekleri hesabı yapılmıştır. Borunun sağlam kalabildiği sürede içinde bulunduğu ortam ve çalışma basıncı önemli etkenlerdir. Değişik basınçlara göre boru ömrünün saptanması "Hidrostatik tabanlı tasarım" olarak adlandırılır.

PE borular, esnek yapıya sahip oldukları için kanala döşenmeleri sorun yaratmaz, ayrıca kimyasal ve biyolojik etkenlere karşı direnç gösterirler. PE borular termoplastik malzemelerdir, defalarca eritilip tekrar eski biçimlerine getirebilirler: oysa termo setting yöntemle imal edilenler, eritildikten sonra tekrar eski biçimlerine sokulamazlar.

PE borularda yavaş yavaş büyüyen yarıkların oluşması zamanla bu yarıkların boruyu kullanılam hale getirmesi karşılaşılan en büyük problem olmaktadır. Bu çatlak veya yarıklar boru üzerine binen gerilimler nedeniyle meydana gelmektedir. Gerilimler, sıkıştırma, kaya bindirmesi, ısı büzülme ve toprak oturması gibi nedenlerden dolayı ortaya çıkmaktadır.

PE borulama işinde dikkat edilecek hususlar

1- Plastik borular yere gelişigüzel konmamalıdır.

Her çeşit plastik boru sivri ve keskin şeylerle yaralanabilir. Çeşit borular gibi aşınmaya karşı dirençli değildirler. Boru duvarı üzerinde meydana gelen çizikler, yaralar, çekme, eğme işlemleri sırasında gerilimlerin toplanmasına ve boru duvarında zayıf noktaların oluşmasına yol açarlar, öyle ki borular zamanla bu noktalarda boru duvarını zayıflatırlar. 8" ve daha büyük boruların montajında durum o kadar kritik değildir. Fakat yere indirmede ve çekme ya da yuvarlama sırasında, sivri taşlardan korumak gerekir.

2- Yarıklar ve kesiklerin derinlikleri boru et kalınlığının % 10'una varmış ise yerel kısımlar kesip atılmaktadır. Boru üzerine binen yükler, borunun en zayıf noktaları olan yarıklar ve çiziklerde toplanırlar. Öyle ki boru bu noktalardan kopar veya patlar. Uzun ömürlü borulama isteniyorsa, montaj sırasında, boruların yüzeyleri dikkatle incelenmeli, tamir edilmesi gerekenler ayrılmalıdır.

3- Eğmenin yarı çapı boru çapının 20 katını aşmamalıdır.

4- PE borularında yatak ve örtü toprağının seçimine dikkat edilmelidir.

5- PE boruların döyünmüş olduğu kanal bölgesinde toprak çökmesi kayması veya kaya düşmesi gibi yerel olaylarla, üçüncü şahısların verebilecekleri zararlı gömlek borularla karşılaşmaya çalışılır.

### **3.9. BORU HATLARI TASARIMINDA DEPREM OLASILIĞININ GÖZÖNÜNE ALINMASI**

Depreme karşı özellikle enerji ve doğalgaz sistemlerinin korunması amacıyla yapılacak problem taramada şunları gözönüne almak gerekir.

1- Boru hatları arasındaki bağlantı sistemlerinin yerleri ve bunların değiştirilebilirlikleri.

2- Ne gibi acil tamir araç gerecinin bulunması gerektiği

3- Yedek malzemelerin miktarı taşınması ve montajı da kolaylık bakımından, nerede nasıl kullanılacağı hakkında programlanması parçaların kodlanması.

4- Şiddetli bir depremin, enerji hatları ile boru hattı sistemlerini tahrip edeceğinin bilinmesi gerekir. Özellikle deprem kuşağına düşen bölgelerde, depremlerin merkez üstleri olmaya müsait görülen ve tahmen edilen noktalarda, boru hatları inşası yapılırken, deprem sırasında anlık ortaya çıkacak kuvvetleri, toprak, kaya gibi gevşek malzemelerin hat üzerine kayabilecekleri göz önüne alınmalıdır.

Kaynaklı çelik boruların, deprem kuvvetlerine dayanıklı oldukları tespit edilmiştir. Özellikle elektrik ark kaynağı ile yapılan bağlar oldukça güvenilir görülmektedir.

#### **4- DOĞALGAZIN SIVILAŞTIRILMASI STOKLANMASI VE TAŞINMASI**

##### **4.1 Dünya LNG TİCARETİ**

Doğalgazın taşınması ve tüketiciye ulaştırılmasında hangi yöntem ekonomik ise o yöntem kullanılır. Endüstrileştirilmiş ülkelerde üretilen doğalgaz, enerji gereksiniminin % 25 lere varan payını karşılamaktadır. 12. yüzyılın başlarında bu oranın % 30 ların üstüne çıkacağı varsayılmaktadır. Fakat, dünyada doğalgaz üreten ülkeler ile onu özellikle endüstride enerji kaynağı olarak kullanacak ülkeler arasında boru hattı döşemesi ve bu yolla gaz taşınmanın pratik ve ekonomik olmadığı durumlarda, doğalgazın sıvılaştırılması, depolanması ve sıvı halde taşınması güneme gelmektedir.

Sıvılaştırılmış doğalgaz (SDG) LNG harfleriyle kısa olarak ifade edilir. Türkçesi SDG şeklinde olabilir. SDG yerine uluslararası geçerliği olan LNG kısaltması kullanılmıştır.

Deniz ayrı ülkelerdeki doğalgaz fazlasının LNG olarak kara ve deniz tankerleri ile taşınması, boru hatları yoluyla taşınmaktan daha pratik olmak tadır. Bir ülkeden deniz hatları yoluyla doğalgaz taşımak, tankerlerle LNG şeklinde taşıma maliyetinden daha yüksektir. (Yaklaşık 3-5 misli). Bu arada, yakın mesafeden boru hatlarıyla düşük kaliteli gaz almaktansa uzak mesafelerden sıvılaştırılmış kaliteli gaz (LNG) almak tercih edilmektedir. Dünya doğalgaz pazarında rekabet ortamının doğmasına da yol açan LNG taşımacılığı giderek yaygınlaşan ve gelişen bir faaliyettir.

Türkiye 1988 de yapılan bir anlaşma uyarınca Cezayir den LNG olarak yılda 2 milyar m<sup>3</sup> doğalgaz satın alacaktır. Cezayir den ve başka ülkelerden gelecek LNG tankerlerinin yaklaşma ve boşaltma terminali Marmara kıyısında, Ereğli civarına inşa edilmiştir. sovyet gazına alternatif gaz sağlamak amacı ile Libya, Katar, Birleşik Arap Emirlikleri, İran gibi ülkelerle görüşmeler ve bazılarıyla ticari bağlantılar yapan Türkiye, Orta Asya Türk Cumhuriyetleri ile de petrol-doğalgaz konusundagirişimlerde bulunmakta, tasarı projeler üzerinde çalışmalar yürütmektedir.

Sıvılaştırılmış doğalgaz LNG ticareti , boru hattıyla taşımının ekonomik olmadığı ülkeler arasında oldukça yaygındır. Japonya, Alaska ve Avusturya'dan Fransa Cezayir den LNG almaktadır. LNG endüstrisinin ve taşımının önemini sergilemek için bu alandaki dünya doğalgaz pazarından ve ticaretinden örnekler verelim.

Dünya doğalgaz rezervinin %7 sine sahip olan Asya pasifik bölgesi LNG gaz ticaretini %90 düzeylerine çıkarmaktadır. LNG olarak ticaretin artış nedeni, okyanusdan karay boru hattının döşemenin pratik ve ekonomik olmayışıdır.

Japonya doğalgaz ihtiyacını LNG olarak karşılamaktadır. Japonyanın 1990 larda 1.88 ttf<sup>3</sup>, 1993 lerde 208.2.88 ttf<sup>3</sup> ve 2000 lerde 2.8 - 2.6 tüketeciği öngörülmektedir. Japonya'da doğalgaz talebinin yılda %3.6 artışla 2000 den 2020 yıllara doğru 74,45 milyar ft<sup>3</sup> / yıl olacağı japon gaz topluluğu tarafından ifade edilmektedir.

"Yukon Pasific" adlı şirket, Alaska'dan, Japonya'ya Güney Kore'ye ve Komünist Çin'e. 1996 dan itibaren 25 yıl süreyle 14 milyon ton/yıl LNG ihraç etmeyi planlamaktadır.

Plan, LNG nin ihraç limanını, 796.5 mil'lik 36 inc boru hattını ve 4 adet 800.000 varil LNG stok tanklarını, bir deniz terminalini, 15 adet deniz tankerini içermektedir. "Philips 66 Natural Gas" ve Marahonoil" şirketleri, 15 yıllığına Alaska 7dan Japonya

ya LNG anlaşmalarını uzatmak istemişler ve iki şirket 1988'den 2004 yılına kadar yılda 1.3 milyar m<sup>3</sup> LNG nin tanker gemilerle taşınması için "Tokyo Gas" ve "Tokyo Electric Power adındaki japon sanayi kuruluşları ile anlaşma yapmışlardır. Philips 66 Natural Gas" Kenaideki sıvılaştırma tesisini işletmektedir. Marathon ise LNG Tokyo yakınındaki terminaline LNG taşıyan iki tanker gemiyi çalıştırmaktadır.

Avustralya 'da doğalgazın sıvılaştırılması işini Woodside şirketi ve ortakları yerine getirmektedir. Gaz sıvılaştırma işinin tasarımı, mühendisliği, inşası, tamamlanmış ve tesis, Kellogg Overseas, Japon JOC ve Avustralya'nın Kaiser Engineering gibui firmaların taşorunu olan K.J.K tarafından işletmeye alınmıştır. 9 milyar dolara malolan proje, deniz içi gazüretim platformlarını 84 mil uzunluğunda denizaltı boru hattını, üç adet sıvılaştırma istasyonunu, depolama tanklarını ve LNG dolum tesillerini içermektedir. Avustralya da elde edilen LNG, tankerlerle Japonya ya ihraç edilmektedir. Woodside tarafından K.J.K. firmasına 1993 de bitirilmek üzere üçüncü sıvılaştırma istasyon proje işi verilmiştir. İlk LNG üretimi 1989 haziranında gerçekleştirilmiş ve 23 haziranda da elde edilen LNG stok tanklara konmuştur.

Avustralya'nın The North West Shelf Project " (kuzey batı kıyı projesi) adını taşıyan LNG kompleksi, Avustralya'nın en önemli ve kapsamlı işletmelerden biridir.

1970 lerde, North West Continental Shelf denilen bölgede keşfedilen hidrokarbon yataklarından elde edilen doğalgaz bugün Japon endüstrisi nin enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır. Japonya da LNG işiyle uğraşan dağıtımını yapan enerji kullanan endüstri kuruluş şunlardır:

Tokya Gas Co. Ltd. Osaka Gas Co. Ltd. Tokyo gas Co.ltd. tokyo Electric Power Co. inc. Chuquoku Electric Power Co. ing kansas Electric Power Co. inc Inc. Chuquoku Electric Power Co. Bu şirketler 90 milyon müşteriye hizmet vermektedir ki bu müşteri grubu da Japon nüfusunun % 75 ini içine almaktadır.

Avustralya dan Japonya ya LNG taşımak amacıyla 7 adet gemi tanker inşası, 1990 yılı sonuna kadar bitirilmiştir. Bunlardan beşi Avustralya bayrağını ikisi İngiliz bayrağını taşıyacaktır. Noss Rosenberg firmasına yaptırılan tankerler, çok iyi yalıtılmış küresel tanklardır. Her birinin LNG taşıma kapasitesi 125.0000 m<sup>3</sup> dür.

1985 ağustosunda başlayan Avustralya'nın North West Shelf. LNG projesinin kapsamında bulunan iş kalemleri şunlardan oluşmuştur.

Beton işi 130.000 m<sup>2</sup>

751 parça ekipman, 320 tonluk kuleler

34 adet bina ve altyapı inşaatı

12800 metrik ton inşaat demiri, 1 km lik çelik yapı boşaltım inşaatı

280 000 m boru 34000 boru parçası maksimum çap 66 inç

2500 km lik elektrik kablo çekimi

22000 enstrüman işi

1985 de başlanan woodside projesinin, kapsamı ve büyüklüğü yukardaki rakamlardan anlaşılmaktadır. Bu projede 4000 dolayında işçi çalıştırılarak 18 milyon adam saat işgücü harcanmıştır. 9 milyar dolarlık bu proje, North Rankin A gaz sondaj kuyularını, deni üstü üretim platformunu, üretilen gazı sahile taşıyacak 70 mil lik deniz altı boru hattını, ülke iç gaz dağıtım ağını ve üç adet LNG tesisini içine almaktadır.

20 yıl süreli anlaşma uyarınca, tesilerden 6 milyon metrik ton LNG 8 Japon kuruluşuna veelektrik şirketlerin ihraç edilmektedir.

LNG proses dizisinin üçünden ilk ikisinin tasarımına ve inşasına 1985 in Temmuzunda başlanmıştır. QProses 290 m uzunluğunda 2 milyon metrik ton/yıl kapasiteli iki paralel LNG proses dizisi meydana gelmektedir. Bu iki proses dizisinden 4 adet 63000 m<sup>3</sup> LNG depolama tankı ve 800 m lik liman borusu ve dolum tertibatı bulunmaktadır.

Projernin LNG bölümünün fizibilite çalışmalarına 1982 lerde başlanmış 1983de tasarımı vemühendislik çalışmaları yapılmış, 1985 de LNG projesinin iki proses dizisi tamamlanmıştır. Projenin üçüncü proses dizi 1992 lerde bitirilecektir.

Belçika fransa veİngiltere doğalgaz ihtiyaçlarının bir kısmını Cezayir den LNG olarak karşılamaktadır. İngiltere Cezayir den aldığı LNG ile talebin % 0.6 sını sağlamaktadır.

Konunun başından beri, sıvılaştırılmış doğalgaz endüstrisinin ve ticaretinin ne kadar ilerlediğini dünya ülkeleri arasında ne kadar yaygınlaştığını anlatmaya çalıştık. Başta işaret edildiği gibi, çok uzakyerlere, doğalgazı sıvılaştırılmış şekliyle taşımak en ekonomiktayına yöntemi olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, tanker taşımacılığı yanında, boru hattı tayıma taşımacılığı da gelişen yeni teknolojilerle karlı hale getirilmektedir. Çok uzun süreleri kapsayan ticare anlaşmalarda, boru hatlarının tercih edildiği bir gerçek örneğin İngiltere ilk defa Cezayirden 1964 de gaz

satın aldığında, bir boru hattının döşenmesi gündeme glemiştir. Fakat şimdi Akdeniz in içinden geçen Trans med boru hattı Cezayir i italya ya oradan da Kara Avrupasına bağlanmıştır.

Cezayirden Avrupaya boru hattı ile gelmiş olan doğalgaz İngilterey 30 -40 km lik bir deniz hattı ile alınabilme durumundadır. diğer yandan Nijerya dan endüstrileşmiş ülkelere doğalgazın taşınması için kara Afrikasını boydan boya geçen boru hatları inşası gündemdedir. Shell Gas Nigeria Nijeryanın 2.5 milyar dolar tutarındaki LNG ihracatında kullanılmak üzere iki tanker üzerinde çalışmaktadır. 1993 lerde çalışmaya başlayacak tanker projesi, 4 milyon metrik ton LNG nin Avrupa ya ve ABD ye taşınmasını amaçlamamaktadır.

"petdokosde Venenuela " 2.9 milyar dolarlık deniz üstü LNGprojesi için ortak aramaktadır. Proje ile "Gulf of Paria " daki sahalardan üretilecek doğalgaz ABD ye ????? LNG ihraç edilecektir. 1992 de inşasına başlanması ve 1997 de ABD ye ilk LNG ihracatının yapılması öngörülmektedir.

21. yüzyılda da boru hatları kadar, LNG taşımacılığınının da artacağı, gelişeceği bellidir. MNG endstrisi büyük lyatırımları içeren tesisleri ve deniz taşımacılığı ile yeniden gazlaştırma işlemlerini içine alan kapsamlı teknik bir iş alanıdır.

#### 4.2 DOĞALGAZ SIVILILAŞTIRMA PROSESLERİ

Alt sı4cıklık proseslerini inceleyen bilgiye (alt sıcaklık bilgisi) denir. Kriyonjenik konusu, soğutma ve dondurma olaylarını içine alır. Kriyonjenik konusuna gieren alt sıcaklığın üst sınırı 120 K (153) ile 220 K(-33) arasındadır. Burada "alt sıcaklık" terimi 0 C ın altından kalan sıcaklıkları ifade eder. Alt sıcaklığın üst sınırı terimi sıcaklığın başladığı noktalardır. Başka ifadeyle bir madde için sıcaklık aralığı mutlak sıcaklık (8K) noktasından başlayıp,z o maddenin normal davranışına sahip olduğu sıcaklık noktasına kadar olan sıcaklık değişimini içine alır.

Gazların sıvılaştırılması "Cryogenic " sıcaklık sınırları içinde gerçekleştirilir. Gazların sıvılaştırma sıcaklıkları şöyledir.

Doğalgaz LNG :

Doğalgaz  $\Rightarrow$  LNG  $\approx$  120°K

Oksijen  $\Rightarrow$  LO<sub>2</sub>  $\approx$  83°K

Azot  $\Rightarrow$  LN<sub>2</sub>  $\approx$  77 °K

LNG = Sıvılaşmış Doğalgaz

LO<sub>2</sub> = Sıvılaşmış Oksijen Gazı

LN<sub>2</sub> = Sıvılaşmış Azot Gazı

Hidrojen	$\Rightarrow \text{LH}_2 \approx 20^\circ\text{K}$	$\text{LH}_2 = \text{Sıvılaştırılmış Hidrojen gazı}$
Helyum	$\Rightarrow \text{LHe} \approx 4^\circ\text{K}$	$\text{LHe} = \text{Sıvılaştırılmış Helyum gazı}$

Gazların sıvılaştırılmaları, soğutmanın değişik yöntemleriyle yapılır. Örneğin İZO-entalpi genişleme olan Solue Thompson devirli hareketeinde buharlaşma yöntemi kullanılarak 1 K ne kadar inilerek soğutma yapılabilmektedir. diğeri bir yöntem de adiyabatik soğutmadır. Bu yöntemlerde, soğutma işlemi gazın sıvılaştırma noktasına kadar sıcaklığın bir dizi basamaklarda düşürülmesini içerir. Örneğin buharlaşma elmi soğutma sisteminde, sıvılaşacak gaz başka bir akışkanınbuharlaştığı ortamdan geçerken soğutulmuş olur, bu seri bağlı bir dizi buharlaştırıcı (evaporator ) dan sıvılaştırılacak gazın geçirilmesiyle gerçekleşir. Oysa, Joule Thompson izo enthalpi dolaşımında, sıvılaştırılacak gaz, aynı yolda sıcaklığı sıvılaştırma noktasına düşünceye kadar dolaştırılır. Joule Thompson dolaşımında kompresörde sıkıştırılan gaz bir basınç düşürüü vanadan geçirdirerek genişletilir vesoğutulur. soğutulan gaz tekrar kompresör girişine gönderilir. devrili hareket veya dolaşım sıvılaştırma sıcaklık nokstasına düşülünceye kadar devam eder.

sıvılaştırılmış doğalgaz elde etmenin asıl neden, hacim küçültmedir. Doğalgazın kabaca metandan oluştuğu varsayılırsa sıvılaştırma yoluyla hacim düşürülebilmektedir. ticari doğalgaz sıvılaştırıldığında yaklaşık normal koşullardaki (NK) hacmin 1/600 oranındaki bir hacme sahip olmaktadır. Hacmin küçültülmesi nk da çokbüyük hacmine sahip olabilecek gaz miktarının çok uzak yerlere sıvı halde, tankerlerle taşınmasına olanak sağlamıştır.

Sıvılaştırma tekniği, çok miktarda gazın dahaküçük hacimdeki depolarda yedekolarak talebindeki d7eğişiklikler, sıvı doğalgazın tekrar gaz haline çevrilmesiyle düzgünleştirilebilmektedir.

## LNG ŞEKLİNE GETİRİLEN GAZ

-Kolayca çok uzak ülkelere tayınabilmektedir.

-Yaz-kış doğalgaz talebindeki değişiklikleriolumlu yönde karşılamakta kullanılmaktadır.

-Acil durumlar için ileriye dönük olarak depolanabilmektedir.

-Düşük sıcaklık operasyonunda,metanın saflaştırılması ve helyum gazının elde edilmesi sağlanmaktadır.

-Helyum gibi oksijen azot ve az bulunan gazların bir çoğu sıvılaştırma yoluyla daha ekonomik olarak üretilir.

Sıvılaştırma olgusunda, birçok genleştiriciler (kısıtlayıcı vanalar) pistonlu kompresörler ve ısı değiştiriciler yer alır. Prensibler basit fakat işin mekanik yapısı ve operasyonu öyle değil.

### 4.3. Sıvılaştırma Yöntemleri

Doğalgazın sıvılaştırması olayı gazdan ısı almaya dayanır.  $T_1$  sıcaklığındaki bir gazın sıcaklığı  $T_2$  ye dönüştürülürken alınan ısının yanında bir de sıcaklık değişmeden ısı bırakımı şeklinde alınan ısı vardır. Pratikte kullanılan sıvılaştırma yöntemleri soğutma proseslerine dayanır. Bu yöntemler genellikle şöyledir.

1- Sabit basınç altında soğutma (Isı değiştiricilerde olduğu gibi) dıştan soğutu sistem gerektirir. Bu işlem gazın ilk soğutulmasında kullanılır.

2- Genelleştirme yoluyla soğutma

3- Basınçlandırma ve genelleştirme yoluyla soğutma

gaz dolaşım prosesi ile sıvılaştırma

Yüksek termodinamik verimliliğinden dolayı en çok kullanılan bir sıvılaştırma prosesidir. Doğalgaz bir dizi ısı değiştiricilerden geçirilerek soğutulurlar ve en son basamakta sıvı haline getirilmiş olur. Genellikle üç basamaktan oluşan soğutma prosesinin ilk basamağında soğutucu gaz olan propanya'da freon kullanılır.

İkinci basamakta genellikle etilen Üçüncü basamakta Metan gazı kullanılır. Metan basamağının çıkışından sıvılaşmış halde doğalgaz elyde edilir. Gaz dolaşım prosesi (Cascade cycle) olarak bilinen gazlı veya sıvılaştırma sistemindeki soğutucu olarak kullanılan akışkanlar (Propan, etilen ,metan gibi teorik olarak kütle kaybına uğramadan devirli hareket yapmaktadırlar. Devirli hareket geriye dönüşlü termodinamik olayları içerir. Şelale yönteminde basınç yoluyla sıvılaştırılan gazların tekrar gazlaştırılmaları sırasında çevreden yeni doğalgazdan ısı almaları esasına dayanır.

Pistonlu kompresörlerin sıkıştırma oranı genellikle 5/1'den fazla olmamaktadır. Prosesde buharlaşma kütlelerinin sayısı azot, hidroje ve helyum gazları kullanılarak artırılabilir.

Şelale sisteminin iyi yanı, güç harcanmasının fazla olmamasıdır. Fakat bununla birlikte, başka seçeneklere göre maaliyeti oldukça yüksektir.

Eşlenik gaz dolaşım soğutma sistemlerinden biri, cezayir'in Arzewdeki LNG tesisidir. Dolaşım gazları, propan, etilen, metan, dır. "Camel" tesisi olarak bilinen bu tesisin uzun adı "Compagnie Algerinannedu Mathane Liguide" şeklindedir. Santrifüjlü komprasörler buhar trübünleri ile çalışmaktadır. Hass Er R'mel sahara "gaz sahasından üretilen doğalgaz % 88 metan, %10 metandan ağır hidrokarbonlar içermektedir.

Kuru gaz (nemi alınmış gaz) pentan ve daha ağır hidrokarbonların ayrıldığı iki basamaklı soğutucuya verilmektedir. İlk basamakta propan, ikinci basamakta etilen dolaşım gazı (soğutucu - gaz) olarak kullanılmaktadır. Gaz üç basamaklı etilen soğutucusunda 37.7 bar ve -96.6° de tamamen yoğunlaştırılır. Elde edilen sıvı doğalgaz (LNG) daha sonraki metanlı soğutucu, basamaklarda ileri düzeyde soğutulur ve düşük basınçlı genişleme kabına alınır. Bu kapta, genişlerken bir miktar buharlaşır, geriye kalan sıvınının sıcaklığı -162°C ye kadar düşmüş olur.

Camel LNG tesisinin son basamağı bir düşük basınç kazanıdır. Burada, basınç 36.5 bardan 1.38 bar'a düşürülmektedir. Buharlaşan bir kısım metan, geride kalan sıvı gazın sıcaklığını -151.11 °C den -161.66°C ye düşürmektedir. Metan buharlaşma kazanı elde edilen iki ürün vardır. Tepeden alınan buhar yada metan gazı, tesiste yakıt enerjisi olarak kullanılmakta, alttan alınan sıvılaştırılmış doğalgaz (LNG) deniz tankerlerine doldurulmadan önce stok tanklara pompalanmaktadır.

Buharlaştırma yoluyla son basamaktan elde edilen metan gazının miktarı ihtiyaca göre ayarlanabilir. Ayar işi kazan iç basıncının kontrolü ile yapılır. Örneğin basınç ne kadar düşürülürse o kadar metan buharı (gazı) elde edilir.

Camel tesisinin maliyeti ve büyüklüğü hakkında bir fikir vernebilmek için, aşağıdaki veriler sunulmuştur.

Buhar türbinleri toplam gücü	95.000hp (70.84 MW)
Elektrik gücü toplamı	25.000hp (18.65MW)
Eşanjör toplam ısı yayma alanı	1.000.000 ft <sup>2</sup> (91950.6 m <sup>2</sup> )
Denizden çekilen toplam su debisi	12.000 gpm (27254.4 m <sup>3</sup> /sn)
Tesis alanı	607035 m <sup>2</sup>
Tesiste kullanılan boruların toplam uzunluğu	86 mil (138,374 km)
Tesiste kullanılan Ekipmanların toplam ağırlığı	26.000 ton
Toplam LNG kapasitesi	447.000 varil (71068 m <sup>3</sup> )

### Tesis tasarım verileri

Günlük maksimum üretim kapasitesi	175 MMSCF ( $5 \times 10^9 \text{NM}^3$ )
Günlük maksimum LNG kapasitesi	275.000ft <sup>3</sup> (7857 m <sup>3</sup> LNG)
Günlük maksimum LNG (varil)	48089 varil LNG
uygulanan günlük üretim kapasitesi	45288 varil LNG

### Joule Thomson sıvılaştırma yöntemi

Genleşme yolu ile soğutma ve dolayısıyla sıvılaştırma prosesi genelde, helyum hidrojen ve neon gazlarında kullanılır. Çünkü bu gazlar düşük kritik sıcaklık noktasına sahiptirler.

Yüksek basınçlı ortamdan düşük basınçlı ortama geçiş olayına "genleşme" veya "boğazlanma" denir. Genleştiriciler, genişleyen delik (nozül) yapısına sahip olanlardır. Bu genellemeye, delikli kalar, nozular, venturi tüpleri, kısalmış el ve kontrol vanaları, atmosfere açılan basınç emniyet vanaları girebilirler. Gazların sıvılaştırılması prosesinde "boğazlama" önemli bir etkidir.

"Jole Thomson olgusu" nun tanımında şu varsayımlar geçerlidir.

- Akışkan, genleştirici (Nozul, kısık açık vana...vb) den adiyabatik koşullarda akar: (Çevresiyle ısı alışverişi yoktur.

- Çevreyle akışkan arasında net iş alış verişi yoktur.

- Kinetik ve potansiyel enerji değişimleri ihmal edilebilir düzeydedir. Doğal gaz

### Arıtma İşlemleri

Yer altından üretilen ham doğalgaz akıntısı içinde, istenmeyen katı, sıvı, gaz fazlarında bazı maddeler yer alabilir. Katı ve sıvı haldeki maddeler ya derhal kuyubaşı separatörlerinde yada istasyon separatörlerinde dibe çöktürülerek ayrılırlar. Sıvı faz içinde, su ve ağır hidrokarbonlar bulunur. Seperatörden alınan doğalgaz henüz arıtılmış değildir. İçerisinde ısıl kapasiteyi düşüren CO<sub>2</sub> gazı, su buharı ve zehirleyici özelliği olan A<sub>2</sub> S gaz bulunabilir. Bu gazların her doğalgazın bünyesinde yer alması söz konusu olmamakla birlikte, bu tip gazları içermeyen temiz bir gaza sahip olmakta büyük şans sayılır. Çünkü H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, su buharı içeriklerini ayırmak büyük yatırımlarla kurulan tesislerde gerçekleştirilebilir. Özellikle H<sub>2</sub>S ve CO<sub>2</sub> ayırma üniteleri, korozyon etkileri nedeniyle çok pahalı olan paslanmaz çelikten inşa edilirler.

Gaz akışı içeriğinde bulunabilecek su buharının üst düzeyi hacimce 1 PPM C= 1  $\text{cm}^3 / \text{m}^3$  'i aşmamaktadır. Gazın sıcaklığı su buharının çığlenme noktasına kadar düşürüldükten sonra, yoğunlaştırıcıya alınır. Burada, su ve ağır hidro karbonlar dibe çöktürülür. Bu yöntemle henüz ayrıştırılmayan su buharı, içerisine suya karşı ilgisi fazla olan, su zerreciklerini bünyesinde toplayan alimanyum yapraklarla doldurulmuş olan ve molekül eleği anlamında molecular seive denen kurutma kulelerinden geçirilir.

Propan, bütan, penton, hekzan gibi ağır hidrokarbonlar eğer istenirse, sıvılaştırmanın ilk evresinde, seçilecek P ve T noktasında kolayca ayrılabilir. Çünkü, bu hidro-karbonların normal kaynama noktaları metanınkinden yüksektir. Ayrıştırılan etan ısıtmada yakıt olarak kullanılır. Yüksek kaynama noktaları metanınkinden yüksektir. Yüksek kaynama noktasına sahip etan ve daha ağır hidrokarbonların doğalgazdan ayrılması, LNG nin belirli bir ısı değere sahip olmasında sağlar. Metanın kaynama noktası ve yanma ısı etan ve daha ağır hidrokarbonlarınkinden düşüktür.

Doğalgazın içinde  $\text{CO}_2$  içeriği en fazla hacimce SO ile ISO ppm ( $50 \text{ cm}^3 / \text{m}^3 - 150 \text{ cm}^3 / \text{m}^3$ ) arasında olabilir.  $\text{CO}_2$  ayırmada amin prosesi yaygın olarak kullanılır. Glikol kulesine benzer şekilde imal edilen bir kule içine hız kesici plaka demetleri ve dolgu malzemesi konur, gazz kulenin altından verilir, gaz yukarı çıkarken, kule tepesine yakın yerden dökülen amin türevlerinden biri aşağı iner, bu ters akış sırasında belirli bir AP ve T sıcaklığında, doğalgaz içindeki  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{S}$  gibi gazlar amin tarafından tutulur, kule tepesinden temiz doğalgaz elde edilir. Doğalgazdan  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{S}$  ayırmada kullanılan aminler şunlardır.

- MEA : Mono - Etanol - Amin
- DEA : Di - Etanol - Amin
- TEA : Tri - Etanol Amin

Proses, amin  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  ve su arasında meydana gelen kimyasal bir olaya dayanır. Olayda amin, karbonat, bikarbonat, hidrosülfat şeklinde bileşiklerin oluşmasına yol açar. Bu bileşikler aminle birlikte, kule altından alınarak yeniden kazanım ünitesine gönderilir. Aminin yeniden kazanımı, ısıtma, ters rneaksiyon ve asid gazların distillasyon kulesinde sıyırılması gibi işlemleri kapsar.

Doğalgaz ve diğer gazlar içerisindeki su buharı şeklindeki nemin gazdan ayrılması aktif su emiciler'in kullanıldığı dehidrasyon (su alma) proseslerinde gerçekleştirilir. Aktif su emici sıvılar şunlardır.

#### 4.4. Sıvılaştırılmış Doğalgazın Stoklanması

Doğalgazın sıvılaştırılması prosesinde tasarımcıyı en fazla düşündüren konulardan biri, elde edilen LNG nin nerede ve nasıl stoklanacağıdır. Çünkü, bu işi büyük yatırım ister, hatta sıvılaştırma prosesi yatırımdan bile fazla olan bir yatırım. LNG stok tesislerinde aranan birinci özellik " güvenlik" tir. LNG stoklama tesisi tasarımdan ele alınacak konuların sırası şöyledir.

- Güvencelik
- Yatırım Maliyeti
- Öngörülen bakım giderleri
- LNG'ye çevreden olabilecek ısı transferi

Yukarıdaki maddeler bir bir incelendikten sonra hangi tip stoklama tesisinin daha ekonomik olacağı yargısına varılır.

#### Stoklama imkanları

##### 1- Dondurulmuş yeraltı Havuzları:

Dondurulmuş yeraltı havuzları veya olukları LNG stoklamasında kullanılmaktadır. Yapıları şöyledir: önce bir veya birkaç boru içiçe geçmiş olarak, açılacak havuzun iki yanına dikey yönde indirilir. Sonra bu borulardan dondurucu madde geçirilir.

Gaz akışı içeriğinde bulunabilecek su buharının üst düzeyi hacimce 1ppm (  $1\text{cm}^3 / \text{m}^3$ )'i aşmamalıdır. Gazın sıcaklığı su buharının çığlenme noktasına kadar düşürüldükten sonra, yoğunlaştırıcı ya alınır. Burada, su ve ağır hidro - karbonlar dibine çöktürülür. Bu yöntemle henüz ayrıştırılmayan su buharı, içerisine suya karşı ilgisi fazla olan su zerreciklerini bünyesinde toplayan alüminyum yapraklarla doldurulmuş veya suya karşı aktif ilgisi olan maddelerle doldurulmuş olan ve molekül eleği anlamında molecular sieve dene kurutma kulelerinden geçirilir.

Propan, butan, pentan, heksan gibi ağır hidrokarbonlar eğer istenirse, sıvılaştırmanın ilk evresinde, seçilecek P ve T noktasında kolayca ayrılabilir. Çünkü, bu hidro- karbonların normal kaynama noktaları metaninkinden yüksektir. Ayrıştırılan etan ısıtmada yakıt olarak kullanılır. Yüksek kaynamanoktasına sahip etan ve daha ağır hidrokarbonların doğalgazdan ayrılması, LNG nin belirli bir ısı değere sahip

olmasını da sağlar. Metanın kaynama noktası ve yanma ısı etan ve daha ağır hidrokarbonlarından düşüktür.

Doğalgazın içinde CO<sub>2</sub> içeriği en fazla hacimce 50 ile 150 ppm (50 cm<sup>3</sup> /m<sup>3</sup> - 150 cm<sup>3</sup> /m<sup>3</sup> ) arasında olabilir. CO<sub>2</sub> ayırmada amin prosesi yaygın olarak kullanılır. Glikol kulesine benzer şekilde imal edilen bir kule içine hız kesici plaka demetleri ve dolgu malzemesi konur, gaz kulenin altından verilir, gaz yukarı çıkarken, kule tepesine yakın yerden dökülen amin türevlerinden biri aşağı iner, bu ters akış sırasında belirli bir AP ve T sıcaklığında , doğalgaz içindeki CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>S gibi gazlar amin tarafından tutulur, kule tepesinden temiz doğalgaz elde edilir. Doğalgazdan CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>S ayırmada kullanılan aminler şunlardır.

- MEA : Mono - Etanol - Amin
- DEA : Di - Etanol - Amin
- TEA : Tri - etanol - Amin

Proses, amin ile CO<sub>2</sub> , H<sub>2</sub>S vesu arasında meydana gelen kimyasal bir olaya dayanır. Olayda amin karbonat bikarbonat, hidrosülfat şeklinde bileşiklerin oluşmasına yol açar. Bu bileşikler aminle birlikte, kule altından alınarak yeniden kazanım ünitesine gönderilir. Aminin yeniden kazanımı, ısıtma ters reasasyon veasid gazların distillasyon kuleinde sıyrılması gibi işlemleri kapsar.

Doğalgaz ve diğer gazlar içerisindeki su buharı şeklindeki nemin gazdan ayrılması aktif su emiciler in kullanıldığı dehidrasyon (su alma) proseslerinde gerçekleştirilir:Aktif su emici sıvılar şunlardır.

#### 4.5. Sıvılaştırılmış doğal gazın stoklanması

Doğalgazın sıvılaştırılması prosesinde tasarımcıyı en fazla düşündüren konulardan biri, elde edilen LNG nin nerede venasil stoklanacağıdır. Çünkü, bu iş büyük yatırım ister, hatta sıvılaştırılma prosesi yatırımından bile fazla olan bir yatırım. LNG stok tesislerinde aranan birinci özellik güvenlik tir LNG stoklama tesisi tasarımda ele alınacak konuların sırası şöyledir.

- Güvenlik
- yatırım maliyeti
- öngörülen bakım giderleri
- LNG ye çevreden olabilecek ısı transferi

Yukardaki maddele birbir incelendikten sonra hangi tip stoklama tesisinin daha ekonomik olacağı yargısına varılır.

## **STOKLAMA İMKANLARI**

### **1. DONDURULMUŞ YERALTI HAVUZLARI**

Dondurulmuş yeraltı havuzları veya olukları LNG stoklamasında kullanılmaktadır. Yapıları şöyledir: Önce bir veya bir kaç boru içiçe geçmiş olarak, açılacak havuzun iki yanına dikey yönde indirilir. Sonra bu borulardan dondurucu madde geçirilir. Boru veya borular ile çevre toprağı 3m ile 12 m arasında yatay yönde doldurulmuş olur. Çevresi doldurulmuş olan yer, havuz şeklinde açılır. Toprak donmuş olacağı için, çukur veya havuz açılırken, yıkılma olmaz, yanlardan açılan su gelmez. Bu açılan çukur bir yeraltı tanık gibi görev yapar.

Yeraltı havuzuna LNG ilk defa bırakılırken buharlaşma nedeniyle havuz içi soğutulur. Çatı derhal kararlı bir sıcaklığa ulaşır, fakat çevre sıcaklığının kararlı hale gelmesi için yıllar gerekebilir. Çünkü donmuş yeraltı toprağının iletkenliği oldukça düşük olacaktır. Bu da LNG'nin dondurulmuş bir kapta saklanmasına benzer bir şekilde yıllarca yeraltı havuzunda sıvı kalmasını sağlayacaktır.

Dondurulmuş yeraltı LNG havuzlarının bulunduğu yerler:

- Carlstal (New Jersey)
- Arzw (Cezayir)

New Jersey yeraltı havuzu 50.3 m çapında, 35.6 m derinliğinde olup kapasitesi 69682.38 m<sup>3</sup> LNG dir. Cezayir de Amel tarafından işletilen Arzew havuzu 37.2 m çapında, 35.06 m derinliğinde olup kapasitesi 31.860 m<sup>3</sup> LNG dir

### **BETON TANKLAR**

Beton tanklar, çok büyük hacimlerde LNG nin stoklanması için yer üstüne veya yeraltına inşa edilmiş, kubbeli dairesel havuzlardır. LNG endüstrisinde gömülmüş, LNG tanklarının kullanılması daha yaygındır.

Beton duvarlar, yatay ve düşey yönde dairesel konumda döşenmiş çeliktellerle desteklenmiştir. Duvarın tepesinde ve tabanında kayıcı bağlantıları tankın iletkenlik

genleşmesiyle ortaya çıkabilecek hareketine izin vermektir. Tepe bağlantı teflondur ve tabanbağlantı da teflon ve çelik ütelendir.x

Tankın içi yüzeyi 30 cm, tavanı 30 cm kalınlığında, polüüretan maddeyle yalıtılmıştır. LNG ince bir film tabakayla yalıtıcı maddeden ayrılır, onunla temas etmez. Tabandaki yalıtıcı maddenin yüzmemesi için bastırılmıştır ve ayrıca alüminyum çerçeve tankın her iki tarafındanyaylarla tutturulmuştur.

Sıvı gazdan uçarak buharlaşan gaz, kompresörlerle tekrar sıkıştırılarak yeniden sıvılaştırılır. Tank içinde normal operasyon basıncı 4 inch sudur ve sistem atmosferik koşullara göre diyaframik vanalarla atmosferik koşullara göre dengede tutulur.

## İKİ KAT METAL DUVARLI TANKLAR

Yer üstüne kurulan bu tür tanklardan biri önceki konalrda anlatılan beton duvarlı tanktır, diğeri ise, iç içe geçirilmiş iki tanktan oluşan ve iki duvarlı olarak bilinen tanktır. Metal tankların kurulacağı yerin seçiminde, zemin ertliğı önem kazanır. Örneğin beton halkalı tankların zemine uygulayacakları basınç 0.9 ile 1.4 bar arasında olabilir. En iyi zemine bir metal tank halkasının yapılabileceği bansınç 1.9 bar ı aşmamalıdır.

bilindiği gibi INGstoklama işinde, ısıyalıtımının önemi büyüktür. Öyleki, sistemin başarnısı,yalıtımın etkisine bağlıdır. Çift duvarlı LNG tanklarında kullanılan yalıtım maddelerinin kimyasal bakımdan ilgisiz (innert) inorganik organikolmaya yanmaya bir madde olmalıdır. İşte bu sayılan özelliklere sahip olan madde perlittir.Perlit içerisinde hapsedilmiş su buluduranvolkanik cması kayaçlardır. 81.6 C ye kadarısııldıklarında ham perlit parçaları genişerekbeyazlaşırlar. ısıtılan cması kayaçtaki su, gözeneklerden çıkarak buharlaşır. Geriye kalan bal arası peteğine benzeyensüngersi yapı oldukça hafiftir vetermalyalıtım için ideal malzeme olur.

Döşenmiş perlitin kalınlığı sistemin içinden meydana gelecek ısı transferininderecesini etkileyecektir. Tankın içine akacak ısı LNG den ayrılacak buhar fazının miktarınıbelirleyecektir.

İki kat duvarlı metal tankın yapısal nitelikleri şöyledir: Tankın içi duvarı düşük dereceli (karbon çelik) metalden yapılmıştır.

İmal edilen tankın ısı yalıtımı LNG şeklindeki gaz 160C de muhafaza edebilmelidir.

Örneğin Sandiego Gas ve Kaliforniya da Chula Vista daki Elektrik Co. tesisindeki metal tank 267.825 m<sup>3</sup> geometrik hacme sahiptir. İç duvar %9 nikel çelikten, dış duvar A 283 C karbon çeliktendir. İki duvar arası 90 cm dir ve bu ara perlitle doldurulmuştur. İç duvarın dış yüzeyi 15 cm kalınlığında fiber cam elyaf ile kaplanmıştır. metal duvarlar arasında yalıtıcı maddenin boşluklarını dolduran kuru azot gazı yer almaktadır.

Tank tabanı öyle tasarlanmıştır ki kanyükü tabanın her noktasına aynı anda biner, böyle bir durumda içi kabuk yükten dolayı etkelenmektedir.

Tankın iç basıncı vent sistemiyle 0.0344 barg de dengede kalmaktadır. kaçak ısıdan dolayı, LNG gazından boharlaşma gazına geçme miktarı günlük %0.078 veya daha az olmaktadır.

tesisin tasarımında, deprem tehlikesine karşı söndürme suyuna ek olarak, sodyum bikarbonat sistemi bulunmamaktadır.

LNG stoklama tesislerinin maliyetleri ve ekonomik durumları karşılaştırılırsa, şunu söyleyebiliriz, hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın 200 000 varil ve daha az kapasiteli tesislerin birim hacim maliyetleri daha büyük hacimli tesislerin birim hacim maliyetlerinden yüksektir.

Duvarların dondurulmuş yeraltı hazırları genelde daha hesaplı olmaktadır. Fakat bunula birlikte, yerüstü ikikat duvarlı metal tanklar dayaygın olarak kullanılmaktadır.

#### **4.6. SIVILAŞTIRILMIŞ DOĞALGAZIN TAŞINMASI**

Taşıma işi üç şekilde yapılır.

- Kara yolunda tankerlerle taşıma
- Boru hattı ile taşıma
- Deniz tankeri ile taşıma

### **1-Kara yolu taşımacılığı**

Sıvılaştırılmış hidrojen, azot oksijen gibi gazlar eskiden beri çeşitli vasıtalarla metal tüpler içinde kara yoyulya taşınmaktadır. Doğalgaz kullanan bölgeler arasında bir yerdekisıvılaştırma tesisinde elde edilen sıvı doğalgaz, başka bir bölgeye nakledilerek orada yeniden gazlaştırıldıktan sonra dağıtım ağına verilir. Doğalgaz kullanımında zaman zaman ortaya çıkan küçük boyuttaki dengesizlikler giderilebilir.

### **2-Boru Hatları ile LNG Taşımacılığı**

Bu yöntem, genellikle deniz aşırı ülkelerden tankerlerle taşınanLNG nin kullanm bölgesine kadar sıvı halde nakliye ihtiyacındandoğar.

Boru hattı yoluyla LNG taşımalarının bazı iyi yönleri şunlardır.

a- Yüksek yoğunluğa sahip olduğundan, görel olarak sıkıştırılmaz akışkanlar sınıfına girer (Su gibi ) ve bu nedenle gaz fazındaiken gerekli olan basma güünden daha az güce gerek vardır. Aynı basınç dönüşümünde, LNG için gerekli olan güç gaz fazında gerekli olanın 1/10 u kadar olmaktadır.

b- Aynı miktardaki gazın taşınması için, daha küçük LNG boru hattı gerekir, çünkü birim hacimde daha fazla gaz bulunmaktadır.

c- Boru hattı LNG stoku gibi hizmet edebilecektir.

d-Sıvı haldeki gaz, boru çevresindeki toprağı dondurduğu için çvkme ve yıkılmaları önleyebilir.

LNG nin boru hatları yolyuyla taşınması özel tasarım, emniyet vemaalzeme gerektirir. Boru malzemesi olarak pahalı alaşımlar kullanılır. Örneğin %9 nikelli 6061-T6 alümminyum alaşım ve 304 paslanmaz çeliğin kullanılması yaygındır. Boru döşeme işinin en gerekli veönemli olanı, ısı yalıtım malzemesinin doğru seçimi ve istenen fonksiyonu yerine getirecek şeklide boru çevresine sarılmasıdır.

Ayrıca boru hattının belli noktalarında, gaz fazına geçen birmiktar LNG nin tekrar sıvılaştırılması gerekebilir.

### 3-Deniz Tankerleriyle LNG Taşımacılığı

Tüketimin az, üretimin çok olduğu deniz aşırı ülkelerdeki doğalgaz, tüketiminin bol olduğu sanayileşmiş ülkelere, deniz yoluyla LNG olarak taşınır. İlk LNG deniz tankeri 1958 ekiminde tamamlanmış ve ilk olarak 28 Ocak 1939 da 220 ton sıvı metan gazını Meksika Körfezinden alıp Atlantik'te 5000 mil yol aldıktan sonra 20 Şubat 1939 da Londra yakınındaki Canvey Island'a varmıştır.

-LNG'nin düşük sıcaklıkta olması, tank yapımında pahalı malzemenin özel alaşımların kullanılmasını zorunlu kılar. Membranlı tanklarda, paslanmaz çelik veya "invar" kullanılırken, diğer tanklarda alüminyum veya % 9 nikel çelik kullanılmaktadır. (invar: %35 nikel çeliğe verilen isim)

-serbest tanklar, ısı değişimlerinden daha çok etkilenecekleri için mekanik olarak çok iyi desteklenmeleri gerekir. membranlı tank tasarımında, esnekli çok önemlidir.

-LNG kazanı, ısı değişimlerinin etkisiyle ortaya çıkabilecek genleşme ve büzülmeleere karşı gelebilecek sağlamlıkta olmalıdır.

-Tankerler normal atmosferik basınçta LNG yi -265 F ye kadar korunabilmelidirler.

deniz tankerleriyle LNG taşımacılığının yapıldığı ülkeler

1-Cezayir'den Arzew LNG gazı ilk defa 1963 de İngiltereye taşınmaya başlamıştır.

2- Alaska dan Japonya ya LNG taşınmasına kullanılan membran tipi tankların malzemesi invar (%38 nikel çelik) dir.

Deniz tankerleri ile LNG taşıma işi oldukça risklidir. O nedenle güvenlik konusu tank tasarımında birinci planda ele alınır. sıcaklık değişimleri, sistemin genişip büzülmesine yol açar. Dış yapı karbon çeliktir genellikle bu malzeme, düşük sıcaklıklarda kırılgan olduğundan oldukça yetersizdir. İkinci sorun aniden oksijen sularına LNG nin dökülmesiyle LNG su karışımının patlama tehlikesi yaratmasıdır. Patlama olayı, büyük sıcaklık farkından dolayı, su içine dökülen LNG nin kaynamaya başlaması genleşmesi sonucunda ortaya çıkar.

## 5. DOĞALGAZIN KULLANILMASI

### 5.1. Doğalgazın Hammadde Olarak Sanayide Kullanılması

Doğalgazın yakıt olarak kullanılması çok eskilere dayanmaktadır. Fakat, bunula birlikte, hava kirliliğinin azaltılması gibi nedenlerle büyük kentlerin ısıtılması; bazı endüstrilerde kömür ve fuel oil yerine kullanılması olayı 1965-70 lerden sonraya rastlanmaktadır. Özellikle 1975 lere başlayan petrol krizi, Batılı sanayi ülkelerini, petrole alternatif enerji kaynaklarını aramaya yöneltmiştir. O yıllardan bu yana gelişmiş ülkelerde, ısınmada sıcağı buhar elde edilmesinde ve enerji sağlanmasında kullanılan doğalgazın, 2000 li yılların gözde enerji kanağı olacağı söylenebilir.

Doğalgazın sanayide hammadde olarak kullanıldığı yerler:

- Yapay lastik sanayi
- Amonyak, alkol ve üre üretimi.
- Gübre sanayi
- Karbon siyahi eldesi
- Hidrojen gazının elde edilmesi
- Metanol üretimi
- Mürekkep sanayi
- Antifiriz
- Film şeridi
- Yapıştırıcı sanayi
- Asetilen elde edilmesi

Asetilen gazı, metan gazından kraking yöntemiyle elde edilmektedir.

### 5.2. Doğalgazın Sanayide Kullanılması

Sanayi sektöründe enerjinin en çok kullanımı sıcak su, kızgın su, buhar ihtiyacının karşılanması ve sıvıların ısıtılması amacıyla olmaktadır. Ayrıca pişirme, kurutma, ısı işlem ve eritme fırınlarında, yüzey temizleme banyolarında, bölge ve mahallelerin ısıtılmasında da büyük bir enerji tüketimi olmaktadır.

Genellikle tarım, gıda, tekstil ve metalurji sektörlerinde yaygın olmak üzere bir çok sanayi dalında sıcak su , kızgın su veya, buhara ihtiyaç vardır. Diğer enerji ihtiyaçları Toprak ve seramik sanayinde kullanılan pişirme fırınlarında, ayrıca yüzey

temizleme banyolarında olmaktadır. Fabrika ve işyerlerinin ısıtılmasında bölgesel ısıtmalar tercih edilebileceği gibi merkezi ısıtma sistemleri ve ısı santrallerinden de ısı ihtiyacının bir bölümü karşılanmaktadır.

Binaların ısıtılması ve sanayide kullanılan sıcak su ihtiyaçlarına sıcak su kazanları ile cevap verilebilirken merkezi ısıtma ve buhar ihtiyaçlarında ise orta ve yüksek basınçlarda buhar ve kızgın su kazanlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

### 5.3. Doğalgazın Pişirme Amacıyla Kullanılması

Evde pişirme amacıyla kullanılan cihazlar arasında ocaklar, fırınlar, ocaklı fırınlar, ızgaralar, kızartıcılar (Fritöz) v.s gibi cihazları sayabiliriz.

Bu tür cihazlarda kullanılan brülörler alçak basınçlı brülörlerdir. Bunlara atmosferik brülörlerde denir. Çalışma basınçları 20 mbar mertebesindedir. (19-21 mbar arasında olabilir.) Brülörde bulunan meme girişteki doğalgazın küçük bir delikten geçirilerek püskürtülmesi esasına göre çalışır. Memenin önünde atmosfere açık, gaz - hava karışımının yapıldığı karışım miktarının da ayarlanabileceği bir bölüm bulunur. memeden geçerek püskürtülen gaz yan taraflardan aldığı hava ile bir karışım oluşturur. Gazların yapısından dolayı elde edilen homojen yapıdaki gaz hava karışımı borulardan geçerek yanmanın olduğu yanma mahalline gelir. Burada üzerinde muhtelif şekilde (yuvarlak, dikdörtgen , ince kalın..vs.) delikler veya kanallar bulunan brülörlerden geçen gaz - hava karışımı ateş veya kıvılcımla tutuşturulduğunda yanmaya başlar.

Atmosferik brülörlerde mememin büyüklüğü, şekli ve delik çapı brülör kapasitesine göre değişir. Uygun brülör kapasitesine göre dizayn edilmiş ve sınıflandırılmış memeler mevcuttur. Meme delikleri şebekeden belirli basınçta gelen gazın geçişini sınırladıkları için de brülör kapasitesi memeden geçen gaz debisine dolayısıyla memeden geçerek yakılan gazın miktarına bağlıdır. memedeki deliğin çapı brülörde yakılacak gazın miktarına bağlıdır. Memedeki deliğin çapı brülörde yakılacak gazın cinsine de bağlıdır. Bu yüzden brülörlerin etiketinde yakılacak gazın cinsi, brülör kapasitesi ve çalışma basıncı belirtilmelidir. Brülör imalatçı tarafından verilen çalışma sınırları içinde ve verilen özelliklere uygun olarak kullanılmalıdır.

Memenin önünde atmosfere açık, hava girişine imkan veren gaz- hava karışımının istenilen aronda yapılmasını sağlayan vidalı bir ayar tertibatı bulunur. Ayar

vidası ve tertibat vasıtasıyla hava girişinin olr-duğu azaltılarak veya artırılarak gaz-hava karışımı için istenilen miktarda ilk hava girişi sağlanabilmektedir.

Belirli oranda havayla karışan gaz borulardan geçerek yanmanın olduğu kısma gelir. Muhtelif şekillerdeki delik ve kanallardan geçerek yanma odasına çıkan karışım bir yakma düzeni ateş veya kıvılcımla tutuşturulduğunda yanmaya başlar. Yanma esnasında ortamdaki hava alevle temas halinde olduğundan mükemmel bir yanma için gerekli olan sekonder (ikinci) havada bu şekilde sağlanmış olur.

Ev tipi cihazlara monte edilen bu brülörlerde yanma bölgesi yuvarlak , düz, rampalı, fener tipi..vb. gibi muhtelif şekillerde olabilir. Bu kısmın üzerindeki delik veya kanalların şekli büyüklüğü ve yerleştirilmesi imalatçılar tarafından uzun süreli tecrübeler neticesinde bulunmuştur. Bu brülörlerde çok iyi bir karışım eldesiyle mükemmel bir yanma sağlanabilmekte ve %100'e yaklaşan yanma verimleri elyde edilebilmektedir.

## 6- Doğalgazın ısıtma amacıyla evlerde kullanılması

### 6.1. Binanın Isı Kayıpları

Bina Durumu = İstanbul ili için dış hava sıcaklığı  $(-3R)^{\circ}C$  alınmıştır.

İşletme Durumu : 1. İşletme

ısıtılan mahal sıcaklıkları

Yatak Odaları +20°C

Salon +22°C

Duş Banyo +26°C

Mutfak Dükkan +18°C

ısıtılmayan Mahal Sıcaklıkları

Kazan Dairesi +20 °C

Çatı arası +20 °C

Pencere Kapı ve duvar K değerleri

Çift camlı pencere 3.4 Kcal / m<sup>2</sup>

Tek camlı pencere 4.5 "

Dış duvar 0.66 "

İç duvar 1.69 "

ısı kaybı hesabı DIN 4701 'in yeni şekline göre (Enfiltrasyon) yapılmıştır.

$$QE = \Sigma (al) R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Ze.$$

$$\Delta t = (t \text{ dış} - t \text{ iç})$$

a = Fuga genişliği l = fuga boyu

Isıtma = Isıtıcı akışkan 90 - 70°C Sıcak su

Isı kayıpları

1,2,3,4, NO1	= 2730 kcal / h
ZO1, SNO1	= 3360 kcal / h
1,2,3,4, NO2	= 920 kcal / h
ZO2, SNO2	= 1150 kcal / h
1,2,3,4, NO3	= 660 kcal / h
ZO3, SNO3	= 1210 kcal / h
1,2,3,4, NO4	= 1320 kcal / h
ZO4, SNO4	= 1540 kcal / h
1,2,3,4, NO5	= 660 kcal / h
ZO5, SNO5	= 880 kcal / h
1,2,3,4, NO6	= 660 kcal / h
ZO6, SNO6	= 990 kcal / h
1,2,3,4, NO7	= 660 kcal / h
ZO7, SNO7	= 880 kcal / h

## 6.2. Binanın Bireysel Olarak Isıtılma Maliyeti

### 6.2.1. İlk Yatırım Maliyeti

Bireysel ısıtmada duvara monte edilen kombi cihazları kullanılmaktadır.

Kombi cihazları kapasite olarak 20.000 kcal/h 'de üretilmektedir. Dairenin ısı ihtiyacı ne olursa olsun 20.000 kcal / h kapasiteli kombi takılacaktır.

Kombi cihazları kalorifer kazanı olmakla birlikte içindeki eşanjör vasıtasıyla dairenin sıcak suyunu'da temin etmektedir.

Takılacak kombi cihazı bacalı tip olup, alev modülasyonlu, elektronik tip'tedir.

### Bir Daire İçin Maaliyet

	A Firması	B Firması
Kombi	65.500.000 TL	58.000.000 TL

DN20 boru = 50 m	3.000.000 TL
DN15 boru = 42 m	2.000.000 "
DN20 dirsek = 36 adet	2.000.000 "
DN15 dirsek = 32 adet	1.000.000 "
DN20/DN15/DN20 inegal Te =16 adet	1.250.000 "
DN20/DN15 Rediksiyon = 4 adet	100.000 "
DN20 Temizleme parçası =1 adet	500.000 "
DN15 Temizleme parçası =1 adet	350.000 "
"DN25 / DN20 Manşon rediksiyon 2 adet	100.000 "
DN20 nigel 4 adet	100.000 "
DN20 Doğalgaz küresel vana 1 adet	400.000 "
DN20 Rakor	100.000 "
DN20 kelepçe 5 adet	100.000 "
İşçilik	3.000.000 "
<b>Toplam</b>	<b>8.550.000 "</b>

### Bina Doğalgaz Tesisatı

Patent dirsek DN50 4 adet	1.000.000 TL
Patent Rediksiyon DN50 / DN25 1 adet	300.000 "
Flex DN25	350.000 "
DN50 dirsek 2 adet	300.00 "
DN50 Nigel 2 adet	200.000 "
DN50 konik rakor 1 adet	350.000 "
DN50 Doğalgaz vanası 1 adet	1.500.000 "
DN50 / DN32 / DN50 / DN32 kuruva 3 adet	2.000.000 "
DN40 / DN20 / DN40 / DN20 kuruva 1 adet	400.000 "
DN32 / DN20 / DN32 / DN20 kuruva 1 adet	250.000 "
DN32 Te 1 adet	150.000 "
DN32 / DN20 Rediksiyon 8 adet	350.000 "
DN20 doğalgaz vanası 12 adet	4.800.000 "

DN20 Nipel 12 adet	300.000 "
DN50 Kelepçe 6 adet	250.000 "
DN40 Kelepçe 2 adet	50.000 "
DN32 Kelepçe 4 adet	100.000 "
DN50 Doğalgaz borusu 17 m	4.500.000 "
DN40 Doğalgaz borusu 3m	600.000 "
DN32 Doğalgaz borusu 6 m	850.000 "
İşçilik 26 x 750.000	19.500.000 "
<b>Toplam</b>	<b>38.000.000 TL</b>

#### A firması

8 daire ve x 127.500.000 TL=	1.020.000.000 TL
4 daire ve x 132.500.000 TL=	530.000.000 TL
Toplam daire içi	= 102.000.000 TL
8.550.000.x 12	
Kolon Tesisatı	= 38.000.000 TL
Toplam	= 1.690.000.000 TL

#### 6.2.2 Amortisman Maliyeti

$$K1 = \frac{\frac{M}{a} \text{ TL/yıl}}{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}$$

$M = \text{İlk yatırım Maliyeti (6.2.2.1)}$

$a = \text{amortisman faktörü}$

$$A = \frac{1 - \frac{1}{(1+0.9)^{10}}}{0.9} = 1.1$$

$$K1 = \frac{1.690.000.000}{1.1} = 1.936.363.636 \text{tl / YIL}$$

$\dot{I} = \text{yıllık enflasyon oranı } \%90 \text{ } 0.9$

$n = \text{cihaz ömrü} = 10 \text{ yıl}$

### 6.2.3 Yıllık Yakıt İhtiyacı

Dairelerin hepsinde günde 16 saat ısıtma yapıldığı kabul edilmiştir.

Bir daire için

$Q_k$  = Kazan kapasitesikcal / h

$Z_g$  = Günlük çalışma zamanı saat

$Z_y$  = Yıllık çalışma zamanı gün

$$By = \frac{Q_k \cdot Z_g \cdot Z_y}{2 \cdot H_u \cdot 2k} \text{ m}^3 / \text{yıl}$$

$$By = \frac{20.000 \cdot 16 \cdot 180}{2 \cdot 8250 \cdot 0,92} = 3794 \text{ m}^3 / \text{yıl}$$

2k kazan verimi

$H_u$  alt ısı değer

$$\text{Toplam } \Sigma By = 3794 \times 12 = 45528 \text{ m}^3 / \text{yıl}$$

### 6.3. Merkezi Sistem Maliyet

-Kalorifer kazanı= 190.000 kcal/h

- Genleşmesi deposu

$$U_g = 0.0025 \times Q_k \times 2 \text{ lt}$$

$$U_g = 0.0025 \times 190.000 \times 2 = 950 \text{ lt} \cong 1000 \text{ lt seçildi.}$$

Emniyet borular

$$d_g = 15 + 1.5 \sqrt{\frac{190.000}{1000}} = 35 \text{ mm} \cong \text{DN40}$$

$$d_d = 15 + \sqrt{\frac{190.000}{1000}} = 28 \cong \text{RDN32}$$

$$d_h = \text{DN 20}$$

Sirkülasyon pompası

$$Q = \frac{190.000}{20.000} = 9.5 \text{ m}^3 / \text{yıl}$$

2 adet NCP S 125

### 6.3.1. Çatı Katı Tesisat Maliyeti

İmbisat deposu= 1000 lt	10.000.000 TL
DN 15 boru 74 m	3.500.000 "
DN 40 " 20 m	2.250.000 "
DN 32 " 20 m	2.000.000 "
İşçilik	10.000.000 "
<b>Toplam=</b>	<b>27.750.000 TL</b>

### 6.3.2. Kolon+Radyatör+Malzeme+ İşçilik Maliyetleri

DN 15 boru 300 m	14.000.000 TL
DN 20 " 212 m	12.500.000 TL
DN 25 " 58 m	5.000.000 TL
DN 32 " 16 m	1.750.000 "
Radyatör dilimi = 846 adet	243.250.000 "
Radyatör vanası= 96 "	40.250.000 "
Radyatör Rakoru=	13.250.000 "
İşçilik	168.000.000 "
Karpit+ oksijen gazı	2.000.000 "
<b>Toplam=</b>	<b>500.000.000 "</b>

### 6.3.3 Kazan Dairesi Maliyeti

Boru DN 20=4m	250.000 TL
DN25=2m	150.000 TL
DN32=32m	3.750.000 "
DN40=21"	2.850.000 "
DN50=32"	6.000.000 "
DN65=6"	1.500.000 "
DN50 varsa 9 adet	15.000.000 "
DN Flanş 18 "	4.000.000 "
DN20 kosva vana 10 adet	4.500.000 "

DN25 " " 8 "	4.500.000 "
DN32 " " 4 "	5.000.000 "
Pompa 2 adet NCA s/125	30.000.000 "
İşçilik	20.000.000 "
Patent dirsek DN50 8 adet	2.500.000 "
Kaynak malzemesi	2.000.000 "
<b>Toplam=</b>	<b>103.500.000 "</b>

### 6.3.4 Kazan Dairesi Doğalgaz + Kazan Maliyeti

	A firması	B firması
Kazan 190.000 kcal/h	385.000.000 TL	370.000.000TL
DN 50 vana	1.500.000	
G16 sayaç	22.000.000	
DN50 8m Boru	2.000.000	
DN50 Dirsek patent 8 adet	1.850.000	
DN50 Konik rakor 2 "	800.000	
DN50 Nipel 3 "	450.000	
DN50 Dirsek 4 "	1.150.000	
DN50/DN 25 PATENT R-1 Adet	400.000 TL	
DN 25 Flex 1 "	350.000	
DN50 Kelepçe 2 "	200.000	
<b>A Firması Toplam</b>	<b>415.700.000 TL</b>	
<b>B Firması Toplam</b>	<b>400.700.000 TL</b>	

### 6.3.5. Boyler Maliyeti

2000 lt boyler	50.000.000 TL
DN 32	800.000 "
DN 32	2.000.000
DN 32	1.800.000
DN 32	4.500.000
DN 32	2.000.000
İşçilik	15.000.000
<b>Toplam=</b>	<b>76.000.000</b>

### Merkezi Sistem Toplam Maliyet

A Firması=	1.122.950.000 TL
B Firması=	1.107.950.000 TL

### 6.3.6. Amortisman Maliyeti

$$a = \frac{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}{i} \quad i = 0.9 \text{ Enflasyon oranı}$$

$$n = 20 \text{ Ömür}$$

$$a = 1.11$$

$$K1 = \frac{M}{a} = \frac{1.122.950.000}{1.11} = 1.011.666.667 \text{ TL/yıl}$$

### 6.3.7. Yıllık Yakıt Sarfıyatı

$$By = \frac{Q_k \cdot Z_g \cdot Zy}{2 \cdot Ha \cdot \eta}$$

$$By = \frac{190.000 \cdot 16.190}{2.8250 \cdot 0,9} = 36848 \text{ m}^3 / \text{yıl}$$

## 7. SONUÇ

Hesaplamalar gösteriyor ki merkezi sistem, ilk yatırım yakıt sarfiyatında bireysel sisteme göre çok daha avantajlı, olduğundan yeni yapılar binalarda merkezi sistemin seçilmesi doğru olur. Fakat uygulamalarda bireysel sistemin daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Bu toplumumuzda birlikte yaşama, birlikte paylaşma sosyal yönünün zayıflığından ileri gelmektedir. En çok karşılaşılan sorun yakıt masrafının ödenmesinde karşılaşıldığından bireysel sistem, merkezi sisteme tercih edilmektedir. Bu sorun kat mülkiyeti kanunlarında çeşitli eklemeler yapılarak yönetiye geniş haklar tanınması, adli kurumlarda yaptırım gücü verilmesi ile çözülebilir. Böylelikle milyonlarca dolar tasarruf edilmiş olur.



## **KAYNAKLAR**

1-ÖZTÜRK, Sami (1991) DOĞALGAZ VE UYGULAMALARI sistem ofset

2-GÜNGÖRMÜŞ, Hasan (1993) DOĞALGAZ TEKNIĞI Özyurt matbaası

3-Makina Mühendisleri Odası Kalorifer tesisatı Proje hazırlama teknik esasları

4-KÜÇÜKYALI, Rüknettin (1994) DOĞALGAZ TESİSATI.

5-KÜÇÜKYALI, Rüknettin (1993) KALORİFER TESİSATI.

6-TS 7363

7-İGDAŞ TEKNİK UYGULAMA ŞARTNAMESİ

BORU ÇAP HESAPLAMA ÇİZELGESİ BELİRLEME FORMU												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
TB	v	1	DN	w	$\Delta p_R/1$	$\Delta p_R$	$\Sigma \zeta$	$\Delta p_F$	$h_j$	$\Delta p_A$	$\Sigma \Delta p$	
-	m <sup>3</sup> /h	m	mm	m/s	mbar/m	mbar	-	mbar	m	mbar	mbar	
<b>BİNA BAĞLANTI HATTI BORUSU , TS 316'YA GÖRE</b>											$\Delta p_{max}$	
3	24.7	11	50	3.1	0.0308	0.33	2.5	0.095	-3	-0.47	0.27	
<b>DAĞITIM HATTI BORUSU TS 301'E GÖRE</b>												$\Delta p_{max}$
<b>KOLON HATTI BORUSU TS 301'E GÖRE</b>												$\Delta p_{max}$
4	21.1	3	50	2.6	0.0222	0.066	-	-	-3	-0.147	-0.513	
5	17.5	3	50	2.2	0.0157	0.045	-	-	-3	-0.147	-0.1	
6	13.9	3	40	2.8	0.0348	0.1	-	-	-3	-0.147	-0.04	
7	9.7	3	32	2.7	0.0402	0.12	-	-	-3	-0.147	-0.02	
<b>TÜKETİM HATTI BORUSU TS 301'E GÖRE</b>											$\Delta p_{max}$	
8	5.5	3	32	1.5	0.0132	0.03	-	-	-3	-0.147	-0.11	
<b>AYIRIM HATTI VE BAĞLANTI HATTI BORUSU TS 301'E GÖRE</b>											$\Delta p_{max}$	
1	2.5	1	20	1.9	0.0405	0.04	2.5	0.036	-	-	0.07	
2	2.5	8	20	1.9	0.0405	0.32	2.5	0.036	+1	+0.04	0.39	
<b>KAZAN DAİRESİ MERKEZİ SİSTEM</b>												
1K	25.8	8	50	3.3	0.0333	0.26	5.5	0.238	+2	+0.08	0.578	

1 (-) ÇIKAN HATA      (+) İNEN HATA

ç DEĞERLERİNİ TESPİT FORMU

Ekleme Parçası	Şekil No	ç	TESİSAT BÖLÜMÜNDEKİ EKLEME PARÇASI SAYISI											
			1	2	3	4	5			(1K)				
Dirsek	0.4		5	5	5						10			
Vana	0.5		1	1	1						2			
Redüksiyon	0.5										1			
Te	1.3													
Her Tesisat Bölümü (TB) için Σç			2.5	2.5	2.5						5.5			

Tablo E 2



**ÖZGEÇMİŞ**

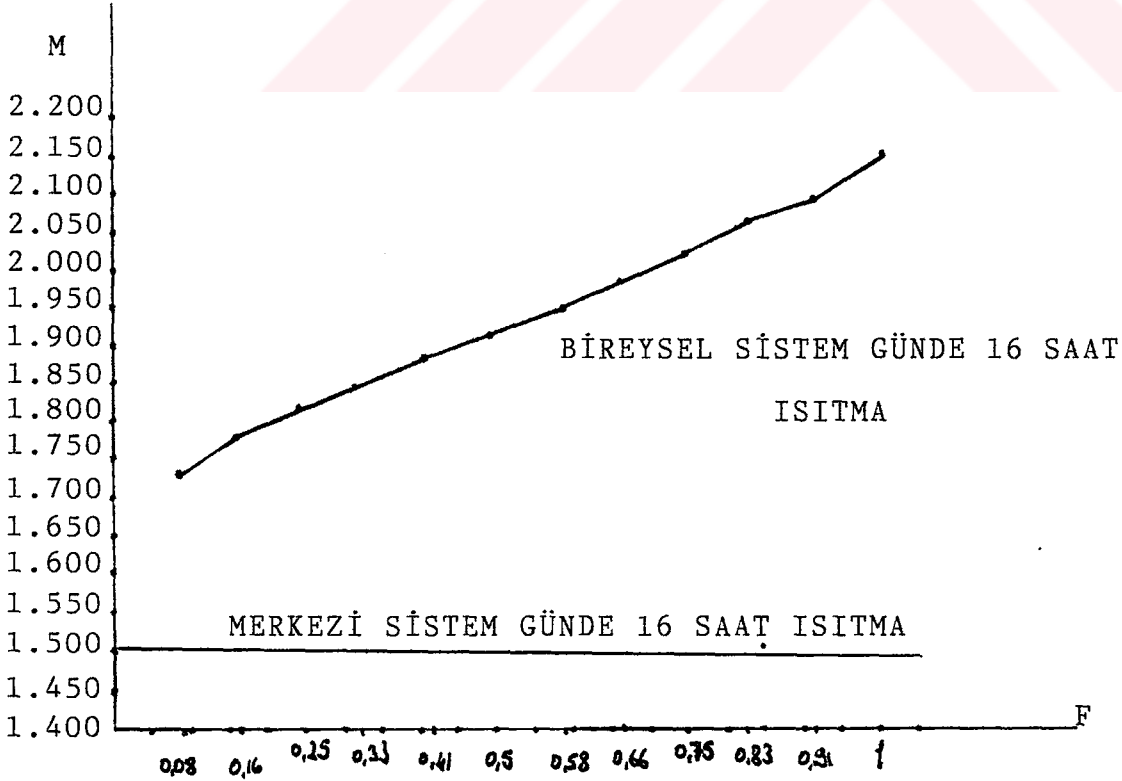
Doğum Tarihi	: 26.Ocak.1977
Doğum Yeri	: İstanbul
İlkokul giriş	: 1977
İlkokul çıkış	: 1981
Kuran Kursu giriş	: 1981
Kuran kursu çıkış	: 1982
Çapa ortaokulu giriş	: 1982
Çapa ortaokulu çıkış	: 1985
Şehremini lisesi giriş	: 1985
Şehremini Lisesi çıkış	: 1988
KTÜ. giriş	: 1989
YTÜ. giriş	: 1991
YTÜ.çıkış	: 1993
Yüksek lisans giriş	: 1993
Doğalgaz sektöründe çalışmaya başlamam	: 1995

EK 1

12 DAİRELİ BİNADA KOMBİLİ SİSİTEMDE KULLANMA  
FAKTÖRLERİNE MALİYET ANALİZİ

F1=.08	B <sub>y</sub> =39.203.402TL	M1=1.729.203.402TL
F2=.16	B <sub>y</sub> =78.406.804TL	M2=1.768.406.804TL
F3=.25	B <sub>y</sub> =117.610.206TL	M3=1.807.610.206TL
F4=.33	B <sub>y</sub> =156.813.608TL	M4=1.846.813.608TL
F5=.41	B <sub>y</sub> =196.017.010TL	M5=1.886.017.010TL
F6=.5	B <sub>y</sub> =235.220.412TL	M6=1.925.220.412TL
F7=.58	B <sub>y</sub> =274.423.814TL	M7=1.964.423.814TL
F8=.66	B <sub>y</sub> =313.627.216TL	M8=2.003.627.216TL
F9=.75	B <sub>y</sub> =352.830.618TL	M9=2.042.830.618TL
F10=.83	B <sub>y</sub> =392.034.020TL	M10=2.082.034.020TL
F11=.91	B <sub>y</sub> =431.237.422TL	M11=2.121.237.422TL
F12=1	B <sub>y</sub> =470.440.824TL	M12=2.160.440.824TL

BİR YIL SONU MALİYET GRAFİĞİ



Günde 16 saat ısıtma yapılan bina için,  
F1,F2,F3,F4 faktörleri uzun vadede merkezi sisteme göre daha avantajlıdır. Diğer faktörler'de ise merkezi sistem avantajlıdır.

AMORTİSMAN MALİYETLERİ:

MERKEZİ SİSTEM:

$$a = ((1+i)^n \cdot xi) / ((1+i)^n - 1)$$

$$K1 = M \cdot Xa$$

$$M = 1.122.000.000 + 380.644.848$$

$$= 1.502.644.848 \text{ TL}$$

$$n = 20 \quad i = .9 \quad a = .9$$

$$K1 = 1.352.380.363$$

BİREYSEL SİSTEM

$$M = 1.690.000.000 + 470.304.240$$

$$= 2.160.304.240$$

$$n = 10 \quad i = .9 \quad a = .901$$

$$K1 = 1.947.450.181$$

ENERJİ MALİYETİ

BİREYSEL SİSTEM

$$g = \frac{\sum_{t=0}^n M(t)(1+i)^{-t}}{\sum_{t=0}^n E(1+i)^{-t}}$$

E = Üretilen enerji

$$E = 20.000 \times 12 = 240.000 \text{ kcal/h}$$

M = Toplam maliyet

$$M = 2.160.304.240$$

$$g = 9000 \text{ TL/kcal}$$

MERKEZİ SİSTEM

$$g=7908 \text{ TL/kcal}$$

a)Bina memurların çalıştığı lojman olarak kullanılıyorsa,

Günde toplam 4 saat ısıtma yapılmaktadır

$$B_y=948 \text{ m}^3/\text{yıl} \quad \text{Bir daire için}$$

$$12 \times 948 = 11.376 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$\text{Yakıt maliyeti} = 117.172.800 \text{ TL/yıl}$$

$$M=1.807.172.800 \text{ TL (Bireysel sistem)}$$

$$M=1.502.644.848 \text{ TL (Merkezi sistem)}$$

Uzun vadede yıllık yakık sarfiyatındaki tasarrufu nedeniyle bireysel sistem tercih edilmelidir.

ENERJİ MALİYETİ

BİREYSEL SİSTEM:

$$g=7529 \text{ TL/kcal}$$

MERKEZİ SİSTEM

$$g=7908 \text{ TL/kcal}$$

b)Binanın %50 si memur,%50 si 16 saat ısıtma yapmaktadır.

$$M=1.690.000.000+6 \times 948 \times 10.330+6 \times 3794 \times 10.330$$

$$=1.983.909.160 \text{ TL}$$

$$M=1.502.644.848 \text{ TL (Merkezi sistem)}$$

ENERJİ MALİYETİ

MERKEZİ SİSTEM:

$$g=7908 \text{ TL/kcal}$$

BİREYSEL SİSTEM:

$$g=8266 \text{ TL/kcal}$$

Merkezi sistem tercih edilmelidir.

c) Binanın %25'i memur %75'i 16 saat ısıtma yapmaktadır.

$$M=1.690.000.000+382.106.700$$

$$=2.072.106.700\text{TL}$$

$$M=1.502.644.848\text{TL (Merkezi sistem)}$$

ENERJİ MALİYETİ

MERKEZİ SİSTEM

$$g=7908 \text{ TL/kcal}$$

BİREYSEL SİSTEM:

$$g=8633 \text{ TL/kcal}$$

Merkezi sistem tercih edilmelidir.

d) Binanın %75'i memur %25'i 16 saat ısıtma yapmaktadır.

$$M=1.925.090.140 \text{ TL}$$

ENERJİ MALİYETİ

BİREYSEL SİSTEM:

$$g=8021 \text{ TL/kcal}$$

Bireysel sistem tercih edilebilir.