

## DOĞAL GAZLI SOĞUTMA

Halim İMAN  
İsmail Güngör BAHÇE

### ÖZET

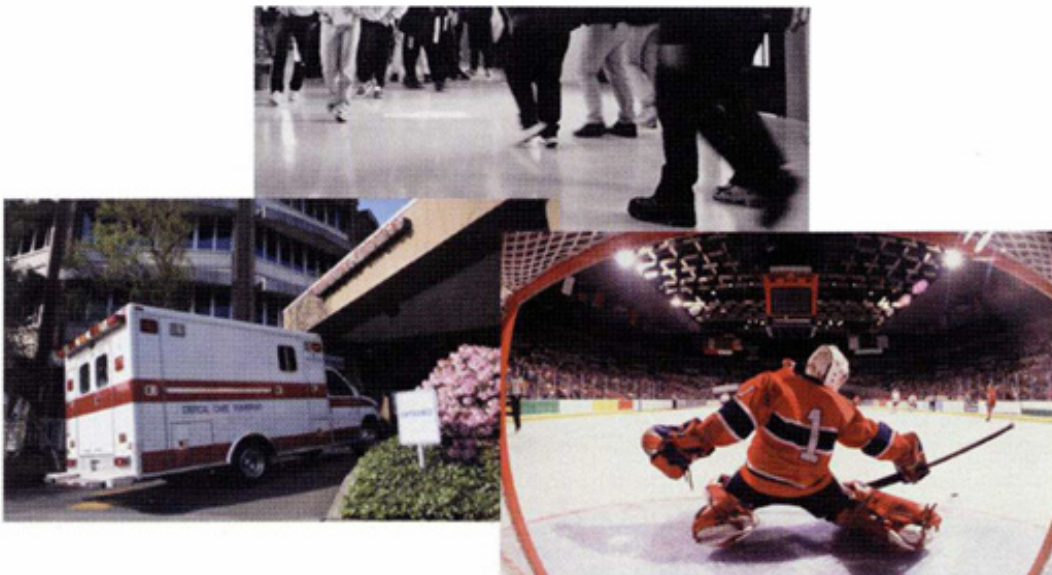
Özellikle yaz aylarında klima ve soğutma cihazlarının devreye girmesinden dolayı elektrik endüstrisindeki talebin artması farklı elektrik tarifelerinin uygulanması ve yeniden yapılanma; bazı bölgelerde üretimde daralmalara sebep olmaktadır. Doğal gazlı soğutma; soğutma yüklerinin en yüksek olduğu zamanlarda, elektrik sarfiyatını düşürmek suretiyle ticari ve endüstriyel kullanıcıların enerji maliyetlerini düşürmeye yardımcı olmaktadır. Burada işletme maliyetleri; klasik elektrik tahrikli soğutma gruplarına göre %30-60 azaltılabilmektedir.

**Anahtar Sözcükler :** Doğal gazlı soğutma, hibrid soğutma, doğal gaz, doğal gaz motor tahrikli soğutma

### ABSTRACT

Due to the usage of air conditioners and refrigeration equipments especially in summer months electric Industry deregulation and restructuring have contributed to a shortage of electric power generation that, in summer months has caused extremely high rates, brownouts in some parts of the country. Natural gas cooling allows commercial and industrial costumers to significantly reduce their energy cost by avoiding the electric demand charges and "time-of-day" rates, especially during the peak cooling season. Operating costs can be cut by as much as 30-60% when compared with conventional electric chillers.

**Keywords :** Natural gas cooling, hybrid cooling, natural gas, conventional natural gas chillers



## 1. GİRİŞ

Elektrik endüstrisi özelleştirilmesi ve yeniden yapılanması, yaz aylarında klima ve soğutma cihazlarının devreye girmesinden dolayı ülkenin bazı bölgelerinde çok yüksek fiyatların oluşmasına, aşırı yüklenmeden dolayı tıkanmalar ve kilitlemeler meydana gelmesine sebep olmaktadır.

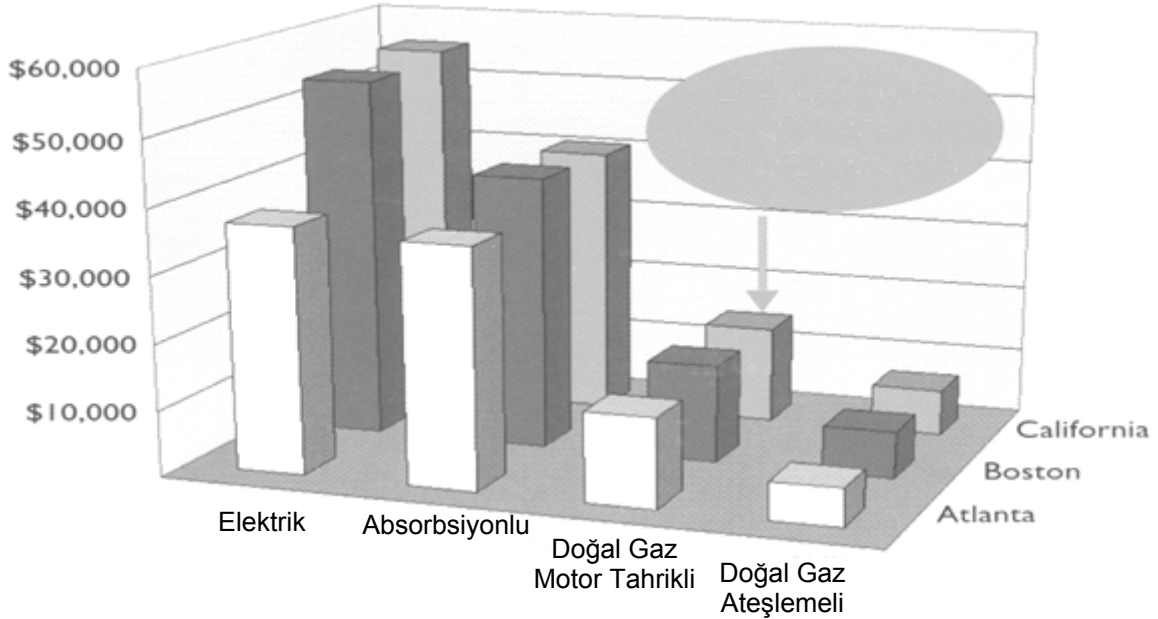
Doğal Gazlı Soğutma; ticari ve endüstri müşterilere özellikle pik soğutma mevsiminde, elektrik talebinin kırılması ve günün belli saatlerinde enerji maliyetlerini düşürmeyi sağlar.

Doğal gazlı soğutma;doğal gaz motor tahrikli soğutma ve doğal gaz ateşlemeli absorpsiyon soğutma olarak gruplandırılabilir.Fakat,biz daha ziyade doğal gaz motor tahrikli soğutma üzerinde duracağız.

Motorların değişken hız teknolojisi; mükemmel kısmi yük verimleri sağlayarak, ekonomik iyileştirmeler sunar. Konvansiyonsal elektrikli çillerle karşılaştırıldığında işletme maliyetleri %30-60 gibi bir değer azaltılır. Atık motor ısısının geri kazanımı ile sıcak su elde edilmesi, yapı ısıtılması ve proses için ısı elde edilmesi ile; ilave tasarruflar sağlanabilir.

Doğal Gaz motor tahrikli çillerler; çeşitli tatbikatlar için uygundur-okullar, hastaneler, apartman ve ofis binaları, buz patenleri, hemşire evleri, oteller, perakendeliler, endüstriyel tesisler ve diğerleri.

### KARŞILAŞTIRMALI YILLIK ÇİLLER ÇALIŞMA BEDELLERİ



## 2. GENEL ÖZELLİKLER

### 2.1. Gaz Motor Tahrikli Soğutma Gruplar Ürün Çeşitleri

Gaz motor tahrikli soğutma grupları ürün çeşitleri; 50 ila 1000 tona kadar kapasiteleri değişen 4 ana gruptan teşekkül eder.

Her serinin tanımı aşağıdaki gibidir.

#### 2.1.1.1. Grup (50 ton)

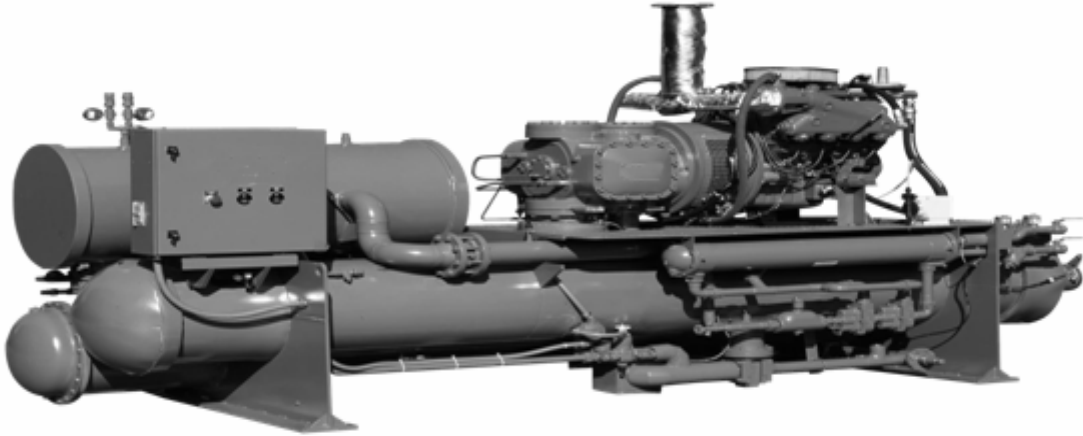
1. grup modeller; hava soğutma kondenserli ve motor radyatörlü paket, çatı tipi ünedir. Pistonlu kompresörü tahrik eden (V-8) tek motor kullanır. Paket soğuk su eşanjörlü bir soğutma grubu olarak veya DX soğutma sistemine direkt bağlanan kondens ünitesi olarak kullanmak mümkündür.



Şekil 1. 1. Grup Soğutma Grupları[2]

#### 2.1.2. 2. Grup (100-170 ton)

2. grup modeller; vidalı kompresör tahrik eden (V-8) tek motorlu paket soğutma grubudur. Su soğutmalı kondenserle teçhiz edilmiştir. Fakat aynı zamanda (başkaları tarafından temin edilen) uzaktan kumandalı hava soğutmalı bir kondenser grubuna da direkt bağlanabilir. Opsiyon olarak ısı geri kazanımı; motor ceketinden veya egzoz sisteminden sağlanarak sıcak su veya proses ihtiyaçlarında kullanılabilir. Bazı bölgelerde düşük emisyon değerlerini elde etmek için motor da emisyon kontrol sistemi vardır.

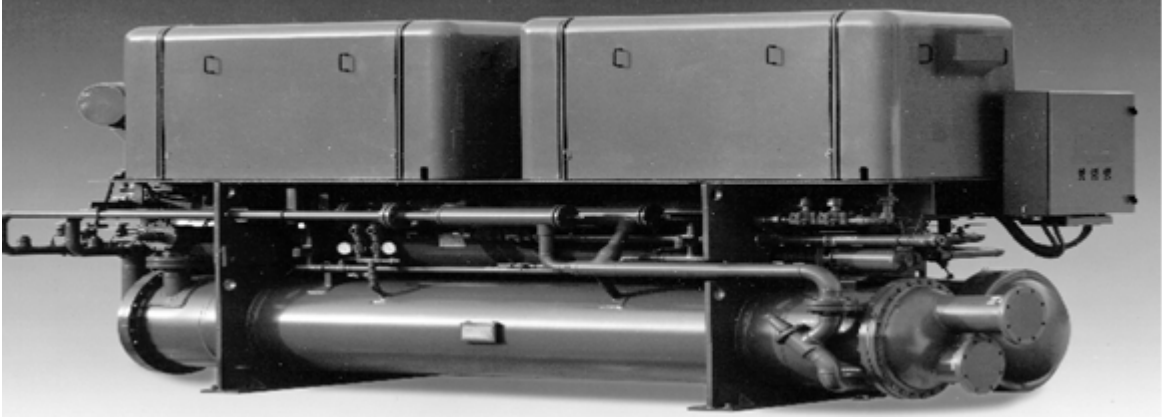


Şekil 2. 2. Grup Soğutma Grupları[2]

#### 2.1.3. 3. Grup (200-350 ton)

3. grup modeller; her biri bir vidalı kompresörü tahrik eden, 2 adet (V-8) motorlu bir paket soğutucudur. Su soğutmalı kondenserlidir. Fakat aynı zamanda (başkaları tarafından temin edilen) uzaktan kumandalı hava soğutmalı bir kondenser grubuna da direkt bağlanabilir. Opsiyon olarak ısı

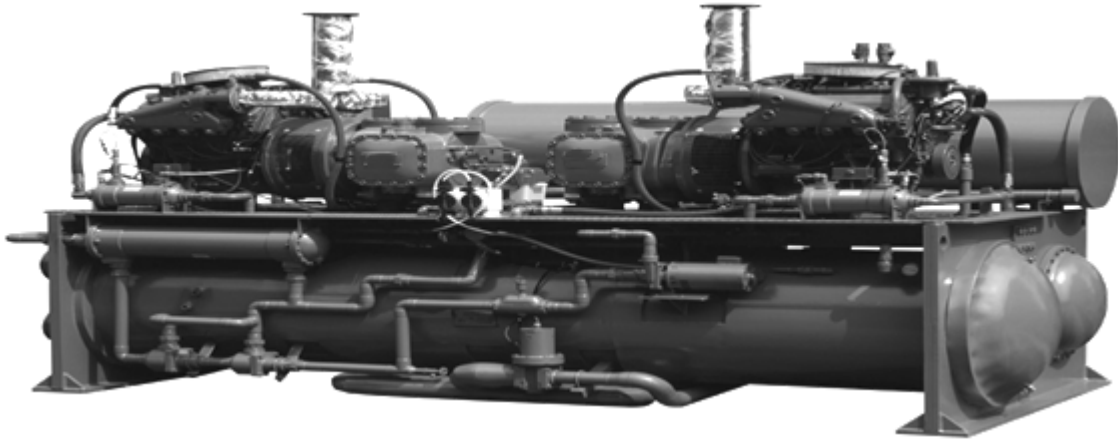
geri kazanımı; motor ceketinden veya egzoz sisteminden sağlanarak sıcak su veya proses ihtiyaçlarında kullanılabilir. Bazı bölgelerde düşük emisyon değerlerini elde etmek için motor da emisyon kontrol sistemi vardır.



**Şekil 3.** 3.Grup Soğutma Grupları[2]

#### **2.1.4. 4.Grup (500-1000 ton)**

4.grup modeller; vidalı bir kompresörü tahrik eden türbo şarjlı tek bir motorlu paket soğutma grubudur. Bu ürün serisinde kullanılan standart motorlar, zayıf yanmalı düşük emisyonludur.Zengin yanmalı motorlarda mümkündür. Opsiyon olarak ısı geri kazanımı; motor ceketinden veya egzoz sisteminden sağlanarak sıcak su veya proses ihtiyaçlarında kullanılabilir. Bazı bölgelerde düşük emisyon değerlerini elde etmek için motor da emisyon kontrol sistemi vardır.

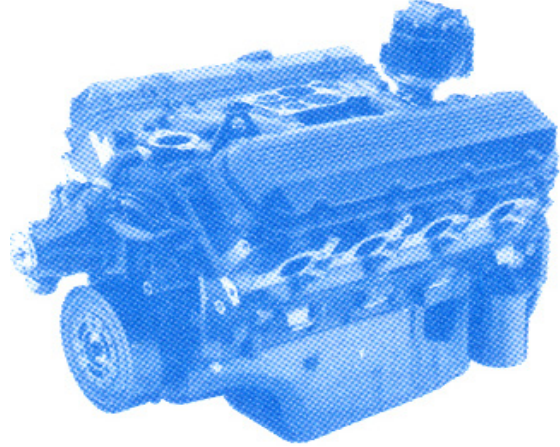


**Şekil 4.** 4.Grup Soğutma Grupları[2]

## 2.2. Doğalgaz Motoru

### 2.2.1. Standart Ekipman

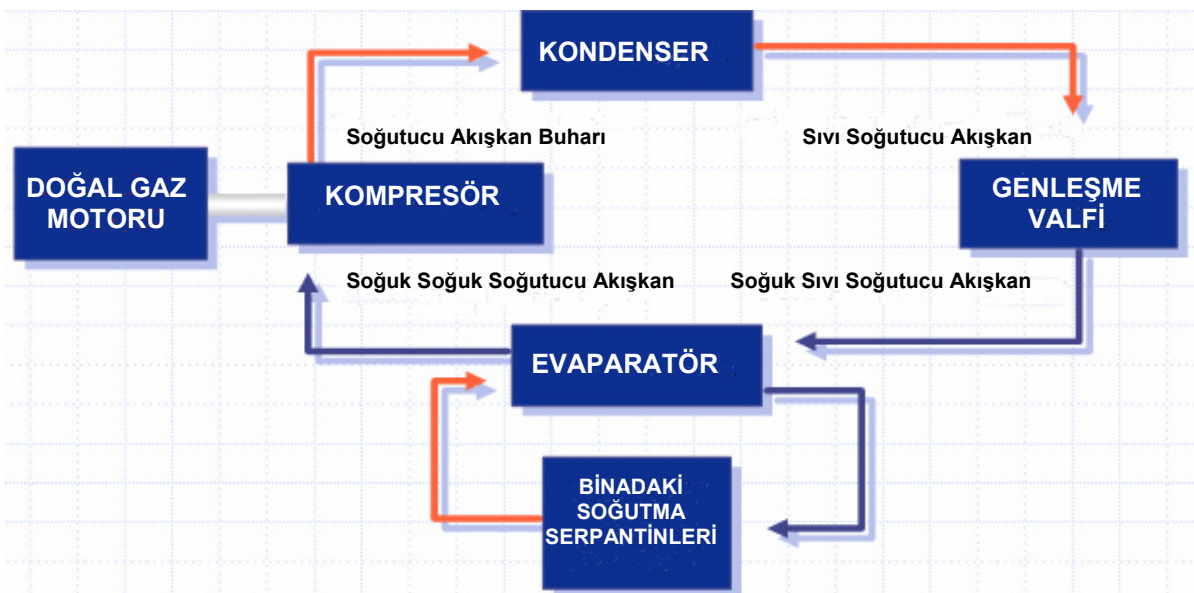
- Doğal gaz motoru
- Mikro proses kontrol sistem
- Yağlı tek vidalı kompresör
- Kaplinli direkt tahrikli tasarım (kavramasız)
- Yüksek verimli evaporatör
- İki kademeli yatay yağ ayırıcı
- Dijital hassas soğutucu akış kontrol valfi
- ASME kodlu soğutucu kaplar



Şekil 5. Elektrik motor tahrikli Çiller şeması[2]

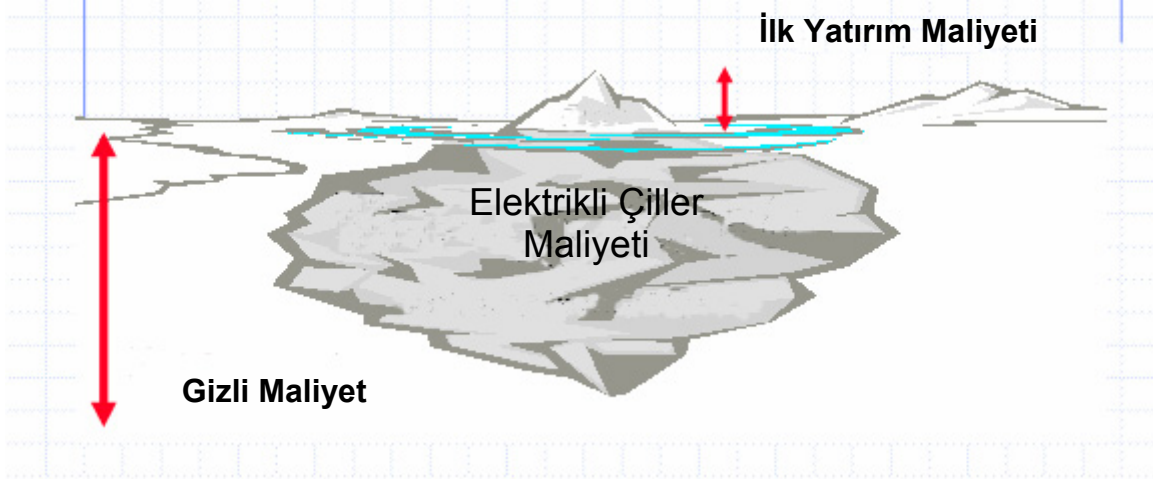
## 2.3. İsteğe Bağlı Özellikler ve Aksesuarlar

- 2.3.1. Motor Isı Geri Kazanımı
- 2.3.2. Egzoz Isı Geri Kazanım
- 2.3.3. Emisyon Kontrol Sistemi
- 2.3.4. Akustik Kabinler
- 2.3.5. Direk Bilgisayar Bağlantısı
- 2.3.6. Marine Su Kutusu
- 2.4. Soğutma Sistemi
- 2.5. Egzoz Sistem
- 2.6. Emniyet
- 2.7. Emisyon Kontrol Sistem Opsiyonu



Şekil 6. Doğalgaz motor tahrikli Çiller şeması[2]

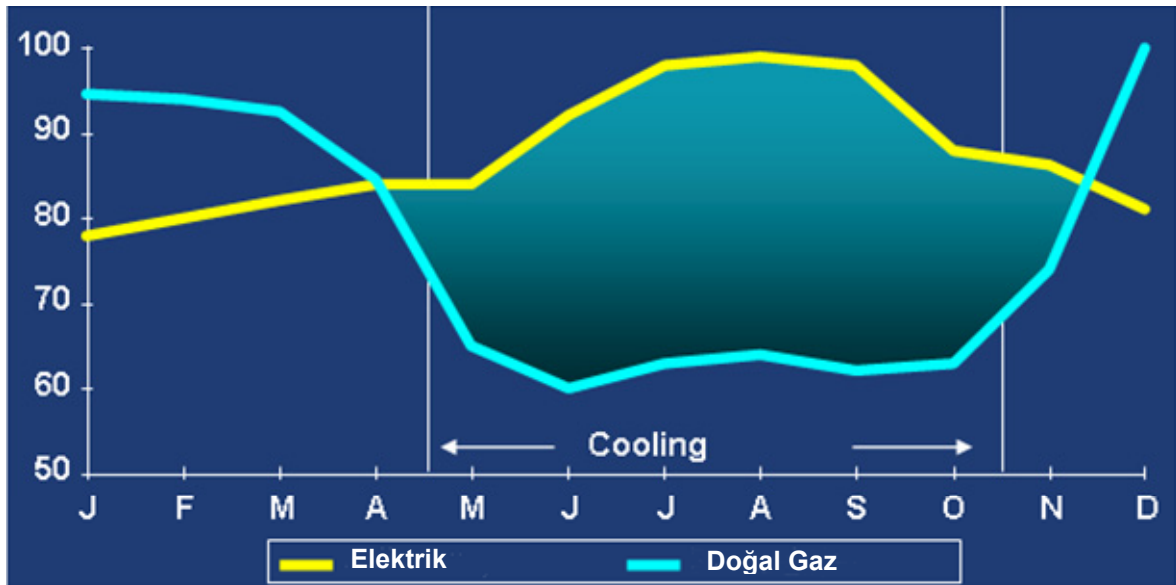
Ayrıca Elektrikli çillerlerin buzdacağına benzer az olan bir ilk yatırım maliyetleri vardır. Fakat işletme zamanı elektrik harcamaları ilk yatırım maliyetinin çok üzerindedir.



Şekil 8. Elektrikli çiller maliyetleri [2]

## 2.8 Elektrik – Doğalgaz Arzı

Bir yıl içindeki elektrik – doğalgaz arzı yıl içinde değişiklik göstermektedir. Elektrik tüketim arzı yaz aylarına yaklaştıkça artmakta Temmuz-Eylül aylarında en üst noktaya ulaşmaktadır. Aynı dönemde ise doğalgaz tüketimi en az seviyeye inmektedir.



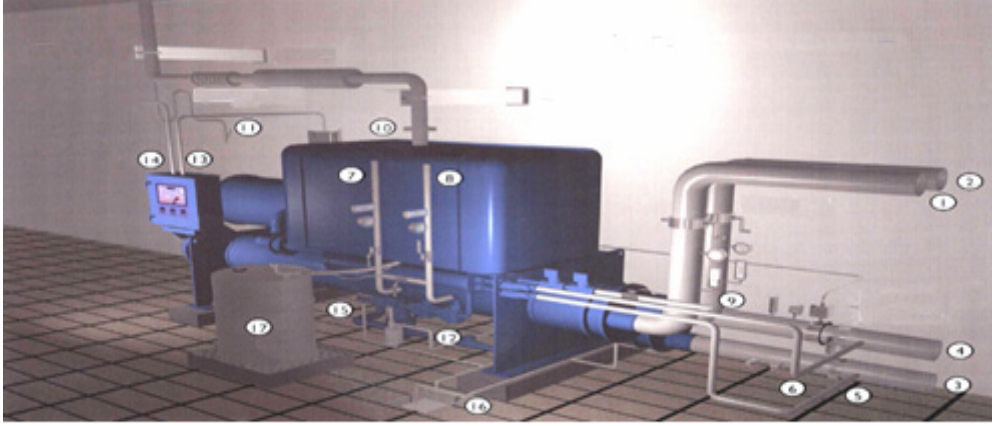
Şekil 9. Yıl içindeki Elektrik – Doğalgaz tüketim arzı

### 3. MONTAJ ÖNERİLERİ VE ÖRNEK ÇALIŞMALAR

#### 3.1. Su Soğutmalı Bir Model-HFC-134a İçin Örnek

	Birim	2. Grup Model	
Tam Yük Değerleri	Ton	150	
IPLV COP (Not4)	Birimsiz	2.6	
Tam yük (COP)	Birimsiz	1.7	
Motor Isı Geri Kazanımlı COP	Birimsiz	2.1	
Yakıt Tüketimi (ÜID= 9107 kg/m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup> /h	35.29	(1)
Yakıt Tüketimi	m <sup>3</sup> /h	28.33	(2)
Yakıt Basıncı	milibar	17.4-56	(3)
Motor ısısı	kcal/h	90.750	(4)
Maksimum Üfleme Sıcaklığı	°C	93.8	(5)
<b>Su Sistemler</b>			
Soğutma Suyu Debisi	m <sup>3</sup> /h	81.72	(7)
Soğutma Suyu Basınç Kaybı	mSS	2.77	(8)
Toplam Soğutma Kulesi Debisi	m <sup>3</sup> /h	111.23	(9)
- Sadece Kondenser Debisi	m <sup>3</sup> /h	102.15	(10)
- Tank Hx Debisi	m <sup>3</sup> /h	9.08	(11)
Kondenser Basınç Kaybı	mSS	3.96	(12)
Soğutma Kulesi Isı Yükü	kcal/h	604.000	(13)
<b>Ölçüler</b>			
Uzunluk	mm	4.216	(14)
Genişlik	mm	1.321	(15)
Yükseklik	mm	2.057	(16)
<b>Ağırlık</b>			
Montaj Ağırlığı	kg	4.702,5	(17)
İşletme Ağırlığı	kg	5.062,5	(18)

### 3.2. Tipik Bir Su Soğutmalı Çiller Montajı



Şekil 10. Tipik su soğutmalı çiller montajı[2]

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| (1) Soğutma suyu, dönüş            | (10) Motor egzoz                               |
| (2) Soğutma suyu, gidiş            | (11) Egzoz kondens tahliye (u-trap)            |
| (3) Soğutma kulesi dönüş suyu      | (12) Su takviye & genişleme tankı              |
| (4) Soğutma kulesi gidiş suyu      | (13) Elektrik güç                              |
| (5) Motor depo eşanjörü gidiş      | (14) Müşteri kontrol kabloları                 |
| (6) Motor depo eşanjörü dönüş      | (15) Motor soğutma tahliye                     |
| (7) Müşteri ısı geri kazanım gidiş | (16) Evaporatör ve kondenser tahliye           |
| (8) Müşteri ısı geri kazanım dönüş | (17) Yağ sistem tankı (başkaları temin edecek) |
| (9) Doğal gaz gidiş                |  |

#### 3.2.1. İnternet Bağlantısı

Mikroprosesör tabanlı sistem motor kontrolü için özellikle geliştirilmiştir. O; çillerin tamamen otomatik işletmesini bina soğutma suyu sıcaklığının hassas PID kontrolü ve hata kontrolünü sağlar. Tamamen entegre ve birleştirilmiş bir sistem olarak diğer bazı sistemlerin ayrı ayrı motor ve çiller kontrolü yapmasının aksine hem motor ve hem de soğutma sistemini göstererek kontrol eder.

#### 3.3. Örnek Bir Çalışma

Gaz motorlu su soğutma grubu  
150 ton soğutma  
118-Otel odası  
Güney Miami, Florida

Sheraton 4\* (daha önce Otel Vila) 1991 yılında inşa edilen 4 katlı Akdeniz stilinde bir oteldir. Tasarım mühendisi, mal sahibine yapının projelerini sunduğunda, mal sahibi, klasik münferit oda klima ünitelerinden ziyade, daha fazla enerji verimli soğutma seçeneği talep etmişlerdir. Tasarım mühendisi, bu amaçla doğal gaz motorlu chiller önermişlerdir. Şehir Gaz Dağıtım Firması, enerji ve maliyet analizi yaparak onları ikna etmişler ve bir adet monte edilmiştir.

Oda A/C klimalarına alternatif olarak, gaz motorlu su soğutma grubu beklenildiği gibi, önemli oranda enerji ve işletme maliyetinde tasarruf sağlamıştır.

Chillerin otel tarafından seçilen opsiyonel ısı geri kazanım özelliği ısı enerjisini geri kazanmakta ve onu mutfak, çamaşırhane, yüzme havuzu ve diğer domestik kullanımlar için sıcak su üretiminde kullanılacak tam yükde, chiller su ısıtmak için 700.000 BTU/h ısı üretir.

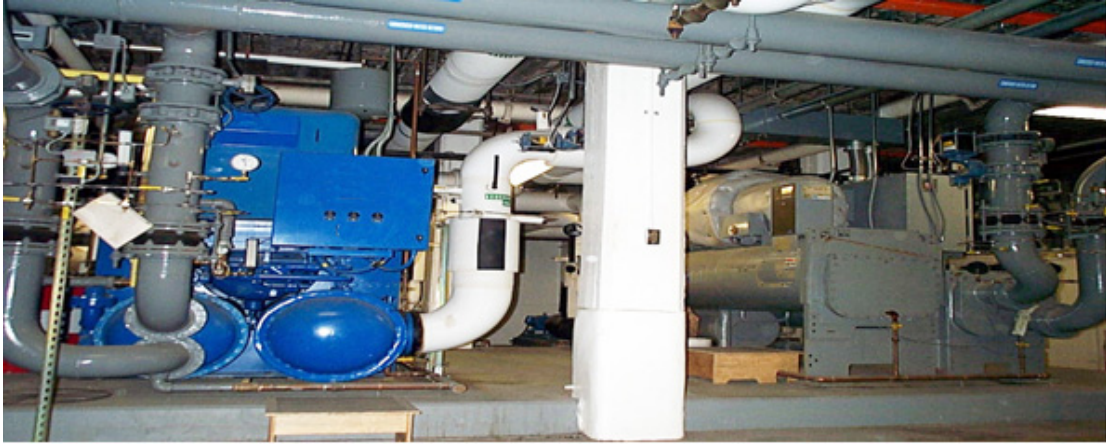


Baş mühendis Guillermo Terrones ve mal sahipleri, cihazın işletmesinden son derece memnundur. Özel olarak, klasik münferit oda klimalarına nazaran enerji verimi karşılaştırıldığında %46 tasarruf sağlanmaktadır.

İşletmedeki yansıyan tasarruf, yıllık olarak 43.000 USA\$'dır. Şehir Gaz Dağıtım Şirketi tarafından elektrik yerine gazlı chillerleri seçen müşteriler için, cihazlardaki iskontodan dolayı, ilave tasarruflar sağlanabilir.

Ünitenin çevreci özelliği de vardır.

Andrew Kasırgası, 1992 Ağustos'unda Miami'yi yerle bir etmiştir. Otelde elektriğin bir haftadan fazla kesilmesine sebep olmuştur. Kiralık bir jeneratör ve gaz chiller ünitesi dahil otelin bütün ihtiyacını karşılamıştır. Otel, evleri fırtınadan tahrip olan misafirlerle kısa zamanda dolmuştur.



Şekil 11. Hibrit soğutma[2]

#### 4. HİBRİT SOĞUTMA

Hibrit Soğutma; enerji tasarrufu gayesiyle elektrik ve doğal gaz arzını dengelemek için enerji girdi maliyetlerinin düşük olduğu zamanlarda dönüşümlü olarak elektrik veya doğal gaz motorlu soğutma gruplarını kullanmaktır.

Doğal Gaz Beslemeli gruplar; doğal gaz motor tahrikli gruplar ve doğal gaz direkt ateşlemeli absorpsiyon gruplarıdır.

##### 4.1 Enerji Tasarrufu ve Çevre

21. yüzyılda üzerinde durmamız gereken 2 önemli konu, **enerji tasarrufu** ve **temiz çevre** olmalıdır.

##### 4.2. Elektrik Tarifeleri

Elektriğin farklı saatlerde kullanımını teşvik ederek enerji tasarrufu sağlamak amacıyla; Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 1 Eylül 1999 tarihinden itibaren, tek terimli müşteriler için üç zamanlı elektrik tarifeleri uygulamaya başlamıştır.

Tarifeye göre 17.00-22.00 saatleri arasında tüketilen elektriğin fiyatı 22.00-06.00 ve 06.00-17.00 arasında tüketilen elektriğin fiyatından farklıdır. Tarifeye 22.00-06.00 saatleri arasında elektrik kullanan mesken tipi bir tüketici 17.00-22.00 saatleri arasında elektrik tüketen bir tüketiciye göre %72 oranında daha az bedel ödeyecektir.

### 4.3. Enerji Yük Dağılımı

Ortalama olarak, bir hastanede enerji tüketiminin sistemler arasındaki dağılımı şu şekilde özetlenebilir.

- Isıtma%40
- Soğutma%18
- Aydınlatma%17
- Su Isıtma%6
- Asansörler%8
- Fanlar%11

Görüldüğü gibi ısıtma ve soğutma enerji tüketimi toplam enerjinin %58'ini teşkil etmektedir.

### 4.4. Elektrik Ve Doğal Gaz Beslemeli Grupların Genel Karşılaştırılması

#### Türkiye'de uygulanan fiyatlar

<b>Elektrik</b>	: 0.08 cent
<b>Gaz</b>	: Doğal Gaz Son Kullanıcı Fiyatı = 340.000 TL/m <sup>3</sup> 1 USA \$ = 1.410.000 TL (07.01.2002)
<b>Gaz</b>	: \$0.24/m <sup>3</sup> (8500 kcal/m <sup>3</sup> ) : \$0.025/kwh

#### 4.4.1. Elektrikli Isı Pompası

Elektrik	200.000 TL/kwh	1 kw/h=860 kcal/h	COP: 3,5
Elektrik Verimi	%99 1 kw elektrik 3,5 kw soğutma		
Heat Pump	200.000 TL/kwh		
Elektrik Isıtma		= 57.143 TL/kw ısıtma	
Elektrik Soğutma	3,5 COP		
		= $\frac{57.143 \text{ TL}}{860 \text{ kcal/hx1000/1000}}$	= 6.445 TL/1000 kcal/h

#### 4.4.2. Elektrik Isıtma

Elektrik Isıtma	$\frac{200.000 \text{ TL/kwh}}{860 \text{ kcal/kwx0.99x1000/1000}}$	= 234.907 TL/1000 kcal
-----------------	---	------------------------

#### 4.4.3. Doğal Gazla Isıtma

Doğal Gaz Fiyatı	340.000 TL/m <sup>3</sup>	
Verim	%93	
Alt Isıl Değeri	8.500 kcal/m <sup>3</sup>	
Doğal Gaz Isıtma	$\frac{340.000 \text{ TL/m}^3}{8.500 \text{ kcal/m}^3 \times 0.93 \text{ verim} \times 1000/1000}$	= 50.900 TL/1000 kcal

#### 4.4.4. Elektrikle Soğutma

$$\begin{aligned} \text{Elektrik Fiyatı} & \quad 200.000 \text{ TL/kwh} \quad 1 \text{ kw/h}=860 \text{ kcal/h} \\ \text{Elektrik Soğutma} & \quad \frac{200.000 \text{ TL/kwh}}{3,5 \text{ COP}} = 57.143 \text{ TL/kw-soğutma} \\ & \quad \frac{57.143}{0.86 \times 1000 / 1000} = 66.445 \text{ TL/1000 kcal} \end{aligned}$$

#### 4.4.5. Doğal Gaz Motor Tahrikli Soğutma

$$\begin{aligned} \text{Doğalgazla Soğutma} & \quad \frac{340.000 \text{ TL/m}^3}{2 \text{ (COP)} \times 8.500 \text{ kcal/m}^3 \times 1000 / 10000} = 25.530 \text{ TL/1000kcal} \end{aligned}$$

#### 4.4.6. Absorbsiyon Doğal Gaz Ateşlemeli Soğutma

$$\begin{aligned} \text{Doğal Gaz} & \quad 340.000 \text{ TL/m}^3 \quad \text{COP:1} \\ \text{Doğal Gaz Ateşlemeli} & \quad \frac{340.000 \text{ TL/m}^3}{1 \text{ (COP)} \times 8.500 \text{ kcal/m}^3 \times 1000 / 1000} = 47.000 \text{ TL/1000 kcal} \\ \text{Absorbsiyon Soğutma} & \end{aligned}$$

### 5. DOĞAL GAZLI SOĞUTMADA GELİŞMELER

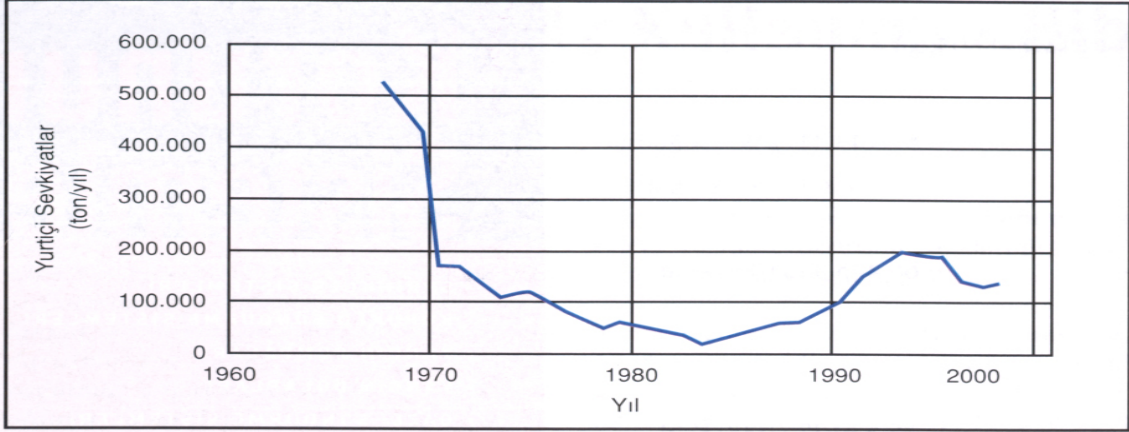
Absorbsiyonlu klima cihazlarına ilaveten, bugünün doğal gazlı soğutma teknolojilerine birçok ticari klima ve soğutma uygulamaları için, belli sıcaklık ve kapasite aralığında motor tahrikli sistemleri de dahil etmek mümkündür. Bu bölümde Doğal Gaz soğutma tarihi, Doğal Gaz teknolojisindeki yakın gelişmeleri ve ticari soğutma pazar ve uygulamalarının karakteristik özelliklerinin incelenecektir. [1]

#### 5.1. Tarihi İnceleme

- 1800'lü yılların ortaları** : Mekanik Soğutma Sistemlerinin Kullanılma Başlangıcı
- 1900'lü yılların başı** : Konfor Klima Sistemleri Kullanılmaya Başladı
- 1940'lı yıllar** : Klimalar Konutlarda Kullanılmaya Başladı
- 1941 yılı** : Doğal Gaz Yakıtlı Absorbsiyon Klima Cihazları Konut Sektörüne girmeye başladı.
- 1954 Yılı** : Doğal Gaz fiyatları mahkeme kararı ile hükümet kontrolünden alınarak, üretim yapılan kuyularda belirlenmeye başlamıştır.
- 1960'lı Yıllar** : Doğal Gaz fiyatlarındaki belirsizlik soğutma sektöründe elektrik kullanımını öne çıkarmıştır.

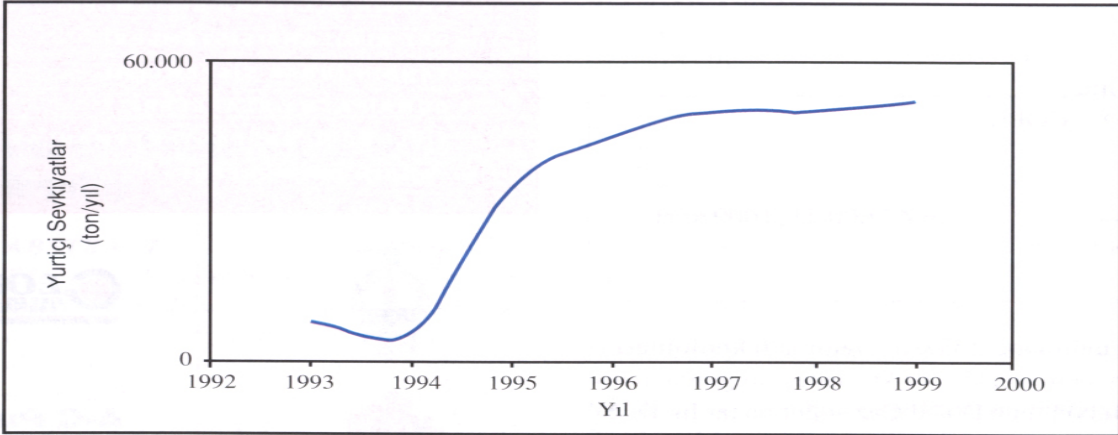
**1980'li Yıllar**

: Doğal Gaz fiyatları serbest piyasa koşullarında belirlemeye başladı. 1980'li yıllarda Amerikan Doğal Gaz endüstrisindeki serbest piyasa koşullarından dolayı, doğal gaz üretimi artmış ve fiyatlar düşmüştür. Doğal Gaz firmaları, merkezi ve eyalet hükümetleri tarafından denetlenmesine rağmen, 1985-1993 yılları arasında dağıtım firmalarına kademeli olarak serbest piyasa koşulları uygulanmıştır. 1994 ve 1995 yılında, iç piyasadaki absorpsiyon soğutucu sevkiyatı, yaklaşık olarak 200.000 ton soğutmaya (700.000 kw) ulaşılmıştır.



**Şekil 12.** Absorpsiyonlu soğutucu grupların üretimi[3]

1990'larda Doğal Gaz tahrikli sistem satışları yaklaşık 10 kat artmıştır. 1993'deki 5.000 ton soğutmadan (17.600 kw) 1998-1999 döneminde 50.000 ton soğutmadan (176.000 kw) daha fazla bir değere yükselmiştir.



**Şekil 13.** Gaz Motor tahrikli grupların üretimi[3]

Şekil-7 Motor tahrikli soğutucu sevkiyatı. Doğal gazlı motor tahrikli soğutucular; 1990'larda %4 olan su soğutmalı gruplardaki oranını şimdilerde, büyük kapasitelerde, yaklaşık %8'lere yükseltmiştir.

### 5.1.1. Yakın Teknolojik Gelişmeler

1960'ların sonlarında absorpsiyon soğutucu satışları en üst değerlerine ulaşmasından dolayı, hem absorpsiyon hem de motor tahrikli doğal gaz soğutma teknolojileri Amerikan klima üreticileri tarafından verim ve performans olarak geliştirilmişlerdir.

## 5.2. Soğutucu Pazarının İncelenmesi

Amerikan klima pazarı birkaç büyük imalatçı tarafından yönlendirilmektedir. Fakat birçok küçük imalatçı da sektörde önemli bir paya sahiptir. Amerika'da ticari doğal gaz soğutma sistemlerinde 3 tip sistem görülmektedir. [3]

### 5.2.1. Absorpsiyon Soğutucular

Bütün büyük klima cihaz üreticileri direkt ateşlemeli tek tesirli soğutucular direkt ve indirekt ateşlemeli çift etkili makinelerde dahil olmak üzere büyük kapasiteli Doğal Gazlı absorpsiyon sistemleri üretirler. Hafif ticari Pazar için, 3,5 tonluk (11'den 17 kw'a kadar) absorpsiyon ekipmanlar dahil olmak üzere; küçük tonajlı su soğutmalı absorpsiyon soğutucular (100'den veya 350 kw'dan küçük) üretirler.

### 5.2.2. Motor Tahrikli Gazlı Soğutucular

5 imalatçı, hem hava soğutmalı hem de su soğutmalı olmak üzere motor tahrikli doğal gazlı soğutucuları üretirler. 2 imalatçı 10'dan 50 tona kadar (35'den 176 kw) kapasiteli cihazları hafif ticari tatbikatlar için, 2.000 tona kadar kapasiteli olmak üzere (7.034 kw) üretirler.

### 5.2.3. Motor Tahrikli Gazlı Soğutma Sistemleri

4 imalatçı; ticari soğutma ekipmanları pazarına hakimdir. Bunlardan biri, standart Doğal Gaz motor tahrikli soğutma ekipmanı, diğerleri müşteri isteğine bağlı sistemler temin ederler.

## 5.3. Doğal gazın Soğutma Sistemleri İçindeki Payı

Amerika'da klima soğutma sistemlerinde doğal gazın kullanımı 1998'deki 123 trilyon BTU değerinden 2010 yılında, mümkün olduğunca, 300 trilyon BTU değerine ulaşacağını göstermektedir. Ticari uygulamalarda doğal gazın %7'si bu sektörde kullanılmaktadır. [3]

## 5.4. Soğutucu Ekonomisi ve Tatbikatları

Hem absorpsiyon, hem de Doğal Gaz motor tahrikli soğutucu sistemleri ilk yatırım maliyeti, elektrikli gazlı sistemlere göre pahalı olmaktadır. Doğal gazlı soğutucuların pazardaki en güçlü tarafı; elektrik fiyatlarının yüksek olduğu bölgelerde işletme maliyetlerindeki tasarruflarda yatmaktadır.

Amerika'da ticari müşterilerin %25'i bu yüksek elektrik fiyatlarında iş yapmaktadırlar. Bu cihazlar konvansiyonel soğutuculara göre ilk yatırım maliyetlerinin yaklaşık %20 veya daha fazlasını, işletme maliyetlerindeki tasarruflarından sağlarlar.

## 6. “AMERİKAN GAZLI SOĞUTMA MERKEZİ” KURULUŞ VE KRONOLOJİK GELİŞMESİ [3]

- 1989 Amerikan Gazlı Soğutma Merkezi (AGGC); gazlı soğutma teknolojilerini geliştirmek ve araştırmak üzere kurulmuş ve aylık yayınlar yapmaya başlamıştır.
- 1990 Gazlı soğutma eğitim programları ve endüstri standartları hazırlanmaya başlandı.
- 1991 AGCC, Amerikan Gaz Birliği'ni (A.G.A) destekleyerek “Yarının problemlerinin bugünden çözümü” sloganıyla potansiyel HVAC pazarı gaz soğutma teknolojileri ve başarılı uygulamaları konusunda profesyonel video programları hazırlattı. Gazlı ısı pompaları çalışmaları başlatıldı.
- 1992 Başkan Bush; maliyetlerdeki geri dönüşümlü tasarruf sağlayacak olan verimli doğal gaz soğutmaya özendirme amacıyla “Enerji Politika Yasalarını” imzaladı.
- 1993 AGCC ilk ortak araştırma ve Geliştirme Antlaşmasını (CRADA) Amerikan Deniz Hava üssünde, gelişmiş doğal gazlı soğutma tekniklerini, gerçek şartlarda analiz etmek üzere imzaladı.

## 7. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE KLİMA PAZARI VE SOĞUTMA KAPASİTELERİ [1]

### 7.1. Dünya Merkezi Klima Pazarı (Split ve Pencere Tipi klimalar hariç)

Dünya Merkezi klima satışları	2 milyon adet/yıl
Türkiye Merkezi klima satışları	858 adet/yıl (1999)

### 7.2. Doğal Gazlı Klima Satışlarının; Merkezi Klima Satışları İçindeki Oranı

Avrupa	%1
ABD	%8 (2010 yılında %30 olacağı tahmin edilmektedir.)
Japonya	%16,5

### 7.3. İşletmedeki Absorbsiyonlu Doğal Gazlı Sistemler

Avrupa	2000 ünite üstünde (1500 ünite İtalya ve İspanya, 750 adedi Almanya )
Japonya	40000 ünite
Amerika	30000 ünite
Türkiye	20 ünite (tahmini)

### 7.4. Mevcut Kurulu Kapasite (Absorbsiyonlu Doğal Gazlı Sistemler)

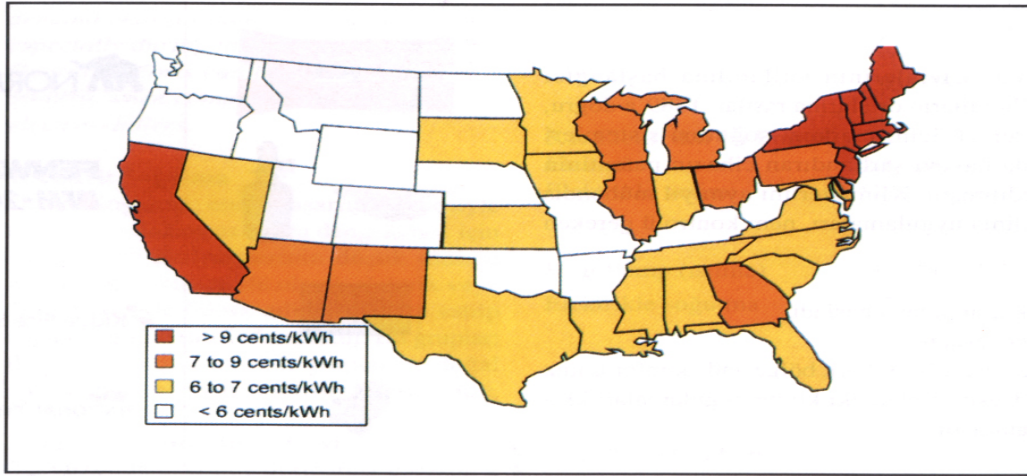
Avrupa	2000 MW (genellikle endüstriyel veya ticari ortak projelerle birlikte )
Japonya	19000 MW
Amerika	14650 MW
Türkiye	20 MW (tahmini)

### 7.5. Avrupa'da Kurulu Klima Kapasitelerinin Çoğu, Termal Sıvı Olarak Sıcak Su Ve Buharı Kullanan Ve Genellikle Kojenerasyon Tesisleriyle Birleşik Olan Geniş Ölçekli Absorbsiyonlu Soğutuculardır.

### 7.6. Boston/Amerika Bölgesindeki Bir Hastanede Uygulanan Fiyatlar

**Tablo 2.** ABD'deki Elektrik ve Doğalgaz Fiyatları [3]

Elektrik	Yıl boyu (Aşağıdaki şekil 14 bakınız)		
<b>Gaz</b>	\$ 0.35/therm	(0.11 \$/m <sup>3</sup> )	Gaz soğutma (1 therm=100.000 BTU) Absorbsiyon direkt ateş COP=1
	\$ 0.012/kwh		
	\$ 0.60/therm	(0.21 \$/m <sup>3</sup> )	Gaz ısıtma (verim %93)
	\$ 0.021/kwh		
	\$ 0.70/therm	(0.25 \$/m <sup>3</sup> )	Gaz ısıtma, genel kullanım (verim %93)
	\$ 0.025/kwh		



**Şekil 14.** ABD'deki ortalama ticari elektrik fiyatları[3]

## SONUÇ

Gaz Motor Tahrikli Soğutma, Absorbsiyon soğutma ile sistem olarak hiçbir alakası yoktur. Absorbsiyon soğutmanın en avantajlı tarafı; atık ısı olan, jeotermal tesisleri, termik santralarda çok düşük enerji maliyetleriyle çalışmasıdır. Doğal gaz ateşlemeli absorbsiyon gruplarında; klasik elektrikli sistemlere göre düşük işletme maliyetleriyle çalışması yanında, sessiz olması ve çevreci olmasıdır. COP değerleri 0.68 ile 1.22 arasında değişmektedir. Absorbsiyon soğutma; işletme, servis ve bakım olarak, kendine özgü, farklı bir sistemdir.

Gaz Motor tahrikli soğutmada ise klasik soğutma sistemindeki elektrik motoru yerine; bildiğimiz benzinli veya dizel içten yanmalı motorlarla kompresörü tahrik etmektir.

Doğal Gaz Motor Tahrikli Sistemler; soğutmanın yanında ısıtma ve sıcak suyun da önemli olduğu;

- Hastaneler
- Oteller
- Ofisler
- Ticaret Merkezleri
- Buz Patenleri
- Endüstriyel Tesisler
- Merkezi soğuk hava depoları vs. için uygundur.

Sistemin Genel Özellikleri;

- COP:1.50-3.00 (kısmi yükte maximum)
- Motorun “Değişken Hızı” ile kapasite kontrolü
- Atık ısının geri kazanımı ile ısıtma ve sıcak su elde etme
- Mikroproses kontrol ile sistemin bütün parametrelerin kontrolü
- Telefon hattı ile uzaktan kumanda ve kontrol
- -40°C'ye kadar soğutma imkanı
- Chiller kompresör ve devresinin işletme imkanı ve bakımı için: yurdumuzda mevcut binlerce çalışan klasik sistem ve servis firmalarından faydalanabilme
- Doğal gaz motoru için; yine yurdumuzda mevcut onlarca kojenerasyon tesislerinde ve gaz ile çalışan binek arabası, taksi ve toplu taşıma otobüslerinde yetişmiş işletme ve servis elemanlarından faydalanma
- Gaz sarfiyatının absorpsiyon grupların yaklaşık yarısı civarında olması gibi avantajları bulunmaktadır.
- 50 ton ile 1000 ton arasında soğutma kapasitesine sahip olabilmektedir

Prensip olarak 2 tip motor kullanılmaktadır.

- E.1 Benzin Esaslı Motorlar : 15 ila 350 ton arası soğutma yapabilirler.
- E.2 Dizel Esaslı Motorlar : Daha yüksek kapasitelerde soğutma yapabilirler.

Yurdumuzda; halen mevcut merkezi gruplar ve yeni yapılacaklarda düşünülürse, merkezi soğutma klima tesislerinde ciddi bir elektrik sarfiyatı görülmektedir.

Yurdumuzda mevcut merkezi sistem sayısı, tahmini olarak (split klimalar hariç) Takriben şöyle bir hesap yapılırsa,

Merkezi sistem soğutma gücü	: 1000 kw/adet/sistem
1- 1990-2005 arası	: 15 yıl x 733 adet/yıl = 11.000 adet
2- 1980-1990 arası	: 10 yıl x 500 adet/yıl = 5.000 adet
2.1 1960-1979 arası	: 20 yıl x 100 adet/yıl = 3.000 adet
2.2 1950-1959 arası	: 10 yıl x 5 adet/yıl = 50 adet
Toplam	= 19.050 adet
3- Toplam soğutma gücü	: 1000 kw/adet x 19.050 adet = 19.050.000 kw
4- Gruplarda ortalama COP	: 3,5 düşünülürse
5- Toplam elektrik sarfiyatı	= 19.050.000 kw / 3,5 = 5.442.857 kw = 5.442 MW

6- Grupların ortalama 6 ay/yıl ve 12 saat/gün çalışacağı düşünülürse

6.1 Elektrik maliyeti	: 0.1 \$/kw-h
6.2 Yıllık çalışma süresi	: 12 saat/gün x 26 gün/ay x 6 ay/yıl
	: 1872 saat/yıl
6.3 Yıllık elektrik maliyeti	: 5.442.857 kw x 1872 saat/yıl x 0.1 \$/kwsaat
	: $5.5 \times 10^6 \times 1872 \times 0.1$ \$/yıl
	: 1 milyar \$/yıl



Yaklaşık olarak, merkezi klima gruplarının elektrik işletme maliyetinin “BİR MİLYAR DOLAR/YIL” olduğu görülmektedir. Yaz aylarında split klimaların da önemli bir elektrik sarfiyatına sebep olacağı düşünülürse konunun önemi daha iyi anlaşılır.

### 7.6.1. Merkezi Grup

Toplam	: 20.000 grup			
Yıllık	: 1000 adet/yıl			
Yakıt Tüketimi	: 125 ton <sup>*</sup>	250 ton <sup>*</sup>	500 ton <sup>*</sup>	1000 ton <sup>*</sup>
	31 m <sup>3</sup> /h	64 m <sup>3</sup> /h	95m <sup>3</sup> /h	170m <sup>3</sup> /h

<sup>\*</sup>Ton soğutma birimidir

### 7.6.2. Yıllık Yakıt Tüketimi

= 20.000 grup x (100 m<sup>3</sup>/hgrup x 10 saat/gün x 30 gün/ay x 6 ay/yıl)  
= 20.000 grup x 18.000 m<sup>3</sup>/h-grup  
= 3.600.000.000 m<sup>3</sup>/yıl

### 7.6.3. %10 Doğal Gaz Soğutmalı olsa

= 360.000.000 m<sup>3</sup>/yıl

### 7.7. Doğalgaz

BOTAŞ 6 ayrı ülke ile 8 ayrı Doğal Gaz ve LNG alım satım anlaşması imzalamış durumda. Bu anlaşmalar ile kontrata bağlanan toplam arz miktarı.

67.8 milyar m<sup>3</sup>/yıl olup, bunun 62.8 milyar m<sup>3</sup>/yıl Doğal Gaz, 5.2 milyar m<sup>3</sup>/yıl LNG (sıvılaştırılmış Doğal Gaz) [4]

### 7.8. Elektrik

140 milyar kwh kurulu güç [4]

Yukarıdaki karşılaştırmalardan görüldüğü üzere doğalgazın bulunduğu yerlerde, çözüm mümkün olduğunca elektrik yerine doğal gaz kullanmaktır. Bu sayede %30 ila %60 arası işletme tasarruf sağlanabilir. Ayrıca; atık motor ve egzoz ısılarının da geri kazanım olarak ısıtmada ve sıcak su eldesinde kullanılmasıyla verim daha da yükseltilmiş olur.

### KAYNAKLAR

- [1] İskid Raporları,
- [2] Tecogen, USA Yayınları
- [3] ABD Gazlı Soğutma Merkezi Yayınları
- [4] Ecogeneration World, APRIL 2002, Sayı 10

## ÖZGEÇMİŞLER

### Halim İMAN

1950 Çankırı doğumludur. 1974 yılında ODTÜ Makina Mühendisliğinden mezun oldu. 1974-1979 yılları arası Erdemir 'de İşletme ve Montaj Başmühendisi olarak çalıştı. 1979-1980 yıllarında Taksan A.Ş.'de İmalat Mühendisi olarak çalıştı. 1980-1984 yılları arası STFA İnşaat Suudi Arabistan ve Yurtdışı İşler Mekanik ve Elektrik İşleri Müdürü olarak görev yaptı. 1984 yılından beri yurtdışı ve yurtiçinde elektromekanik konusunda taahhüt ve temsilcilik işleri yapmaktadır. MMO, TTMD üyesidir. Geçen dönem TTMD Başkan Yardımcısı olarak görev yapmıştır. Bu dönemde denetçidir.

### İsmail Güngör BAHÇE

1977 Erzurum doğumludur. 2001 yılında Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirdi. Aynı Üniversitede 2002 yılında Yüksek Lisansa başladı. 2001-2003 yılları arasında Saab Ltd. Şti.'de Satınalma, Planlama ve Pazarlama Sorumlusu olarak görev yaptı. 2003-2004 yıllarında Emsiesen Metal A.Ş.'de Yurtdışı İşler ve Üretim Sorumlusu olarak görev yaptı. 2004 yılından beri İmteks firmasında Pazarlama, Satış Sorumlusu ve Teklif Mühendisi olarak görev yapmaktadır.