İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞALGAZ VE LPG'NİN KULLANIM ALANLARI, DÜNYADAKİ VE TÜRKİYE'DEKİ REZERV, ÜRETİM VE TÜKETİM MİKTARI VE TAŞITLARDA KULLANIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak. Müh. Bora SAKA

Anabilim Dalı : MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ

Programı : OTOMOTİV

MAYIS 2003

ÖNSÖZ

Günümüzde enerji, hayatımızın önemli bir kısmında yer almaktadır. Özelikle toplu taşımada enerji sarfiyatının önemli bir boyuta ulaşması ve mevcut enerji kaynaklarının hızla tükenmekte olması, motorlarda kullanılacak alternatif yakıtlar üzerindeki araştırmaları arttırmıştır. Halen ülkemizde de taşıtlarda kullanılmakta olan doğal gaz ve LPG (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı), kullanımı açısından enerji sarfiyatına ve temiz egzoz emisyonlarına sahip alternatif yakıtlardandır.

Bu çalışmada doğalgaz ve LPG'nin ayrı konu başlıkları altında Dünyada ve Türkiye'de doğalgazın için rezerv, her ikisi için de üretimi, tüketimi, kullanım alanları ve taşıtlarda kullanımı üzerinde durulmuştur.

Bu çalışmam esnasında ve Yüksek Lisans öğrenimim boyunca bana yol gösteren ve benden desteğini esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Turgut ÖZAKTAŞ'a, benden manevi desteklerini esirgemeyerek sürekli teşvik eden AYGAZ A.Ş. Genel Müdür Yardımcısı Sayın Ahmet AYDEDE'ye, Trakya Bölge Müdürü Sayın Özgür A. YILDIRIM'a ve Dökmegaz ve Otogaz Satış Yöneticisi Sayın Şenol Zafer POLAT'a ve bana her an destekte bulunan Mak. Yük. Müh. Sayın Deniz BİRKAN'a teşekkür ederim. Ayrıca bana bu çalışmam boyunca sürekli destek veren ve yardım eden eşim Mehtap Soylu SAKA'ya, annem Müyesser SAKA'ya ve babam Ömer Lütfi SAKA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2003 **Bora SAKA**

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **vii**
TABLO LİSTESİ **viii**
ŞEKİL LİSTESİ **x**
SEMBOL LİSTESİ **xii**
ÖZET **xiii**
SUMMARY **xvi**

1. GİRİŞ **1**
1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı 1

2. DOĞAL GAZ **3**
2.1. Doğal Gazın Yapısı 3
2.2. Doğal Gaz'ın Oluşumu 5
2.3. Doğal Gaz'ın Tarihi 6
2.4. Doğalgaz'ın Değer Zinciri 8
2.5. Doğal Gazın Kullanım Alanları 9
2.5.1. Mesken Kullanımı 9
2.5.2. Ticari Kullanımlar 10
2.5.3. Endüstri Kullanımları 11
2.5.3.1. Kızıl Ötesi Isıtma Birimleri 12
2.5.3.2. Direk Etkileşimli Su Isıtıcıları 13
2.5.3.3. Isı ve Güç Üreten Birleşik Sistemler 13
2.5.3.4. İki Yakıtlı Yakıcılar 14
2.5.4. Doğal Gaz Kullanarak Elektrik Üretme 14
2.5.4.1. Buhar Üretme Üniteleri 17
2.5.4.2. Merkezi Gaz Tribünleri 17
2.5.4.3. Birleştirilmiş Isı-Güç Çevrim Üniteleri 17
2.5.4.4. Dağıtılmış Üretim 18
2.5.4.5. Endüstriyel Doğal Gaz Yakıtlı Türbinler 19
2.5.4.6. Mikro türbinler 19
2.5.4.7. Gaz Yakıtlı Pistonlu Motorlar 20
2.5.4.8. Yakıt Hücreleri 20
2.5.5. Taşımacılık Sektöründe Doğal Gaz Kullanımı 22

2.6. Dünya'daki Doğal Gaz Rezervi, Üretimi ve Kullanımı 24
2.7. Türkiye'de Doğal Gaz 31
2.7.1. BOTAŞ 31
2.7.2. TPAO 41
2.7.3. Özel Teşebbüsler 41
2.8. Dünya Doğal Gazlı Taşıt Pazarı 42
2.9. Arjantin'de Doğal Gazlı Taşıt Pazarı 52
2.9.1. Arjantin'de Doğal Gazlı Taşıt Dolum İstasyonu Ağı 55
2.9.2. Arjantin'de Doğal Gazlı Taşıt Gelişimi için Gereklilikler 58
2.10. Mavi Koridor Projesi 60
2.11. Türkiye'de Doğal Gazlı Taşıt 63

3. SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZI (LPG) 66
3.1. LPG Nedir? 66
3.2. LPG'nin Yapısı 66
3.3. LPG'nin Oluşumu 69
3.4. LPG'nin Tarihi 71
3.5. LPG Zinciri 72
3.6. LPG Depolama Tankları ve Ekipmanları 73
3.6.1. LPG Stok Tankı ve Ekipmanları 75
3.6.1.1. Multivalf Grubu 77
3.6.1.2. Dolum Valfi 78
3.6.1.3. Seviye Göstergesi 78
3.6.1.4. Diğer Tank Aksesuarları 79
3.6.2. Buharlaştırıcılar 79
3.6.2.1. Geri Dönüşümlü Buharlaştırıcı 79
3.6.2.2. Dış Beslemeli Buharlaştırıcı 80
3.6.3. Regülatörler 80
3.7. LPG'nin Diğer Yakıt Tiplerinden Farkı 82
3.8. LPG'nin Kullanım Alanları 85
3.8.1. Mesken Kullanımı 85
3.8.1.1. Hidrolik Isıtma Sistemleri 88
3.8.1.2. Su Isıtıcıları ile Ev Isıtımı 89
3.8.1.3. Karma Isıtıcılar 89
3.8.1.4. Su Isıtımı 89
3.8.1.5. Pişirme 90
3.8.1.6. Elbise Kurutma 90
3.8.1.7. Klimatizasyon 91

3.8.1.8. Açık Hava Yaşamı 92
3.8.1.9. Gelişmiş Enerji Sistemleri 92
3.8.2. Ticari Kullanım 92
3.8.2.1. Isıtma 93
3.8.2.2. Su Isıtma 94
3.8.2.3. Pişirme 94
3.8.2.4. Soğutma 95
3.8.2.5. Elbise Kurutma 96
3.8.2.6. Kojenerasyon 96
3.8.2.7. Gazlı Isı Pompaları 96
3.8.3. Endüstriyel Kullanım 97
3.8.3.1. LPG Yakıtlı Forkliftler 97
3.8.3.2. Alan Isıtması 98
3.8.3.3. Su Isıtıcıları 98
3.8.3.4. İşletme Isıtımı 99
3.8.3.5. Endüstriyel Yakıcılar 100
3.8.4. Taşıtlarda Kullanım 100
3.9. Hafif ve Ağır Hizmet Araçlarında Oto LPG Donanım Teknolojisi 103
3.9.1. Hafif Hizmet Araçları İçin Oto LPG Donanımları 104
3.9.1.1. Oto LPG Yakma Sistemleri (birinci jenerasyon) 104
3.9.1.2. Elektronik Kontrollü Oto LPG Yakma Sistemleri (İkinci jenerasyon) 105
3.9.1.3. Oto LPG enjeksiyon sistemleri (üçüncü jenerasyon) 110
3.9.2. Ağır Hizmet Araçları İçin Oto LPG Donanımları 119
3.9.2.1. Ağır Hizmet Uygulamaları Mazot Yerine Oto LPG Sistemlerinin Kullanımı 119
3.9.2.2. Özel ağır hizmet uygulamaları için Oto LPG sistemleri 120
3.10. Oto LPG İstasyonları 123
3.11. Dünya'da LPG'nin Gelişimi 126
3.12. Türkiye'de LPG'nin Gelişimi 131
3.13. Dünya'daki Oto LPG Pazarı 134
3.13.1. Avrupa 138
3.13.2. Asya 141
3.13.3. Kuzey Amerika 143
3.13.4. Diğer Bazı Ülkeler 145
3.14. Türkiye'deki Oto LPG Pazarı 146

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA 157
4.1. Doğal Gaz ile İlgili Sonuçlar 157

4.2. LPG ile İlgili Sonuçlar 158
4.3. Ortak Sonuçlar 160

KAYNAKLAR 161
ÖZGEÇMİŞ 164

KISALTMALAR

DGA	: Doğal Gazlı Araç
SDG	: Sıkıştırılmış Doğal Gaz
LNG	: Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
M.Ö.	: Milattan Önce
yy.	: yüzyıl
BOTAŞ	: Boru Hatları ile Petrol Taşımacılığı Anonim Şirketi
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Şirketi
EÜAŞ	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
CHP	: Birleştirilmiş Isı ve Güç sistemi
AB	: Avrupa Birliği
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Gelişim Organizasyonu
IANGV	: Uluslararası Doğal Gazlı Taşıtlar Derneği
OEM	: Orijinal Ekipman Üreticileri
KDV	: Katma Değer Vergisi
ÖTV	: Özel Tüketim Vergisi
LPG	: Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
CGA	: Sıkıştırılmış Gaz Derneği
NFPA	: Ulusal Yangın Koruma Derneği
CFC	: kloroflurokarbon
AİTM	: Araç İmal Tadil Montaj Yönetmeliği

TABLO LİSTESİ

Sayfa No:

Tablo 2.1 Rafine Edilmemiş Doğal Gaz'ın Bileşenleri 3
Tablo 2.2 Yıllar itibariyle Türkiye Elektrik Enerjisi 14
Tablo 2.3 Türkiye elektik enerjisi üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre 1997-2001 arasındaki gelişimi 16
Tablo 2.4 Türkiye kurulu gücünün birincil enerji kaynaklarına göre ve üretici kuruluşlara göre dağılımı 16
Tablo 2.5 Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervi 25
Tablo 2.6 Ülkelere göre Dünya Doğal Gaz Rezervi (İlk 20 Ülke) 26
Tablo 2.7 Dünya Doğal Gaz Üretimi 27
Tablo 2.8 Ülkelere göre dünya Doğal Gaz Üretimi (İlk 20 Ülke) 28
Tablo 2.9 Dünya Doğal Gaz Tüketimi 29
Tablo 2.10 Ülkelere göre Dünya Doğal Gaz Tüketimi (İlk 20 Ülke) 30
Tablo 2.11 Yıllar itibariyle Doğal Gaz ve LNG Alım Miktarları 34
Tablo 2.12 Türkiye'nin mevcut Doğal gaz ticaret anlaşmaları 35
Tablo 2.13 Yıllar itibariyle Doğal gaz'ın sektörlerde kullanımı 38
Tablo 2.14 Türkiye Doğal Gaz Arz-Talep Senaryoları 39
Tablo 2.15 Dünya Çapında Doğal Gazlı Taşıt Sayısı 43
Tablo 2.16 Avrupa 2020 Doğal Gazlı Taşıt Hedefi 46
Tablo 2.17 Yıllar itibariyle Doğal Gazlı Taşıtlara Doğal Gaz Satışı 55
Tablo 2.18 Doğal Gazlı Taşıtların Dağılımı (Ekim 2002 tarihli) 55
Tablo 2.19 Yıllar itibariyle İstasyon Sayısı, Hortum Sayısı ve Kapasiteleri 56
Tablo 2.20 Moskova – Berlin Koridoru – E30 Koridoru 62
Tablo 2.21 Taşıtlar için Yakıt Karşılaştırılması 64
Tablo 3.1 Sıvılaştırılmış Petrol Gazlarının (LPG) Yaklaşık Özellikleri 68
Tablo 3.2 Ülkelerdeki propan ve bütan karışım oranları 69
Tablo 3.3 Türkiye'de LPG ile İlgili TSE'nin Çıkardığı Standartlar 74
Tablo 3.4 Alternatif Yakıtlar ile Geleneksel yakıtların fiyat karşılaştırılması (09/04/2003 fiyatlarına Göre) 84
Tablo 3.5 İkinci Jenerasyon Donanımlar 106
Tablo 3.6 Üçüncü jenerasyon Oto LPG enjeksiyon sistemleri 111
Tablo 3.7 Ağır hizmet motorları için Oto LPG donanımları 120
Tablo 3.8 Dünya LPG Üretimi 126
Tablo 3.9 Dünya LPG Üretiminde İlk Yirmi Ülke 127
Tablo 3.10 Dünya LPG Tüketimi 128
Tablo 3.11 Dünya LPG Tüketiminde İlk Yirmi Ülke 129
Tablo 3.12 2001 yılı Sektörlere göre İlk Yirmi Ülkenin LPG Tüketimi 130
Tablo 3.13 Türkiye'de Coğrafi Bölgelere ve Segmentlere Göre LPG Tüketimi 133

Tablo 3.14 Oto LPG Tüketimi, Oto LPG'li Taşıtlar ve Oto LPG Dolum İstasyonları 136
Tablo 3.15 Yıllık Tüketim Olarak Halen En Gelişmiş Oto LPG Pazarları 137
Tablo 3.16 Çeşitli Tüketici Pazarlarında Oto LPG'nin Mukayeseli Önemi 137
Tablo 3.17 Türkiye LPG'li taşıtların LPG tüketimi, Özel Taşıt Sayısı ve Taşıt Başına düşen LPG Miktarı 154

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No:

Şekil 2.1 : Metan Molekülü 4
Şekil 2.2 : Doğal Gaz Rezervi 6
Şekil 2.3 : Bunsen Yanıcısı 7
Şekil 2.4 : Doğalgaz Değer Zinciri 8
Şekil 2.5 : Direk Etkileşimli Su Isıtıcısı 13
Şekil 2.6 : Türkiye elektik enerjisi üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre yıllar itibariyle gelişimi 15
Şekil 2.7 : Gaz yakıtlı Mikro türbin 19
Şekil 2.8 : Yakıt Hücresi 20
Şekil 2.9 : İlk Doğal Gazlı Araç 22
Şekil 2.10 : Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervi 25
Şekil 2.11 : Dünya Doğal Gaz Üretimi 28
Şekil 2.12 : Dünya Doğal Gaz Tüketimi 30
Şekil 2.13 : 1999 -2002 Doğal Gaz ve LNG Alımı 34
Şekil 2.14 : Botaş Doğal Gaz Boru Hattı ve Ticareti 35
Şekil 2.15 : 2002 yılında Doğal Gaz kullanımının sektörel dağılımı 37
Şekil 2.16 : 1987-2002 yılları arasında Doğal Gaz'ın sektörlerde kullanımı 38
Şekil 2.17 : Türkiye Doğal Gaz Üretimi (TPAO) 41
Şekil 2.18 : Thrace-Basin Doğal Gaz Üretimi 42
Şekil 2.19 : Yıllar itibariyle İstasyon Sayısı ve Hortum Sayısı 55
Şekil 3.1 : LPG'nin Kimyasal Modeli 67
Şekil 3.2 : Doğal gazdan LPG elde edilmesi 70
Şekil 3.3 : Ham Petrol Parça Damıtması 71
Şekil 3.4 : LPG Zinciri 73
Şekil 3.5 : Tank su hacmine göre Gaz Verme Debileri 76
Şekil 3.6 : Tank Aksesuarları 77
Şekil 3.7 : Multivalf 77
Şekil 3.8 : Dolum Valfleri 78
Şekil 3.9 : Tank Seviye Göstergesi 78
Şekil 3.10 : Regülatör Kesit Resmi 81
Şekil 3.11 : Landi Renzo Mekanik LPG sistemi (birinci jenerasyon) 104
Şekil 3.12 : IMPCO Mekanik LPG Sistemi (birinci jenerasyon) 105
Şekil 3.13 : Elektronik kontrollü Eurogas LPG sisteminin yerleştirme planı 107
Şekil 3.14 : Mikroişlemci kontrollü Necam LPG sistemi 108
Şekil 3.15 : Aisan LPG sistemi (ikinci jenerasyon) 109
Şekil 3.16 : Impco ADP (Uyarlanabilir Sayısal İşlemci) sistemi 109
Şekil 3.17 : Impco AFE LPG sisteminin şeması 112
Şekil 3.18 : GFI LPG enjeksiyon sisteminin şeması 113
Şekil 3.19 : MEGI noktalı kuru gaz enjeksiyon 115
Şekil 3.20 : Prins YPS sistemi 116

Şekil 3.21 : Oto LPG DGI Sistemi 117
Şekil 3.22 : Vialle Sıvı Propan Enjeksiyon Sisteminin (LPi) şeması..... 118
Şekil 3.23 : Çift yakıtlı Mazot-LPG sisteminin şeması..... 119
Şekil 3.24 : Turbo kompresörlü bir motor için üretilmiş Woodward ağır hizmet LPG kontrol sisteminin şeması..... 121
Şekil 3.25 : Woodward Tecjet sisteminin şeması 122
Şekil 3.26 : Tecjet sisteminin, çalıştırıcı ve algılayıcılarla donatılmış LPG kontrol valfı..... 122
Şekil 3.27 : Otogaz Tankı Aksesuarları..... 124
Şekil 3.28 : Otogaz İstasyonu Tank Sahası 124
Şekil 3.29 : Otogaz Tankı Pompası..... 125
Şekil 3.30 : 1991 – 2001 yılları arası Kıtalara göre Dünya LPG Üretimi..... 126
Şekil 3.31 : 1991 – 2001 yılları arası Kıtalara göre Dünya LPG Üretimi..... 128
Şekil 3.32 : 2001 yılı Sektörlere göre LPG'nin Dağılımı..... 130
Şekil 3.33 : Türkiye'de Coğrafi Bölgelere LPG tüketim Payları..... 132
Şekil 3.34 : Yıllar itibariyle LPG'li taşıt gelişimi 153
Şekil 3.35 : Türkiye Coğrafi Bölgelerinde LPG Tüketim Payları..... 154
Şekil 3.36 : Yıllar itibariyle Oto LPG Tüketimi..... 155

SEMBOL LİSTESİ

C	: Karbon
CH_4	: Metan
C_2H_6	: Etan
C_3H_8	: Propan
CO_2	: Karbon Dioksit
H	: Hidrojen
H_2S	: Hidrojen Sülfür
H_2O	: Su
N_2	: Nitrojen
O_2	: Oksijen

DOĞALGAZ VE LPG'NİN KULLANIM ALANLARI, DÜNYADAKİ REZERV, ÜRETİM VE TÜKETİM MİKTARI VE TAŞITLARDA KULLANIMI

ÖZET

Bazı ülkelerde 1970'lerin başlarında yaşanan "Ortadoğu Bunalımı" sırasında geleneksel yakıtların temininde yaşanan sorunlar ve 1980'li yıllar boyunca dünyada yaşanan ekonomik krizleri, alternatif yakıtların geliştirilmesinde itici bir etken oluşturmuştur. Ancak asıl gelişim, 1992 Rio De Janerio Dünya Zirvesi ve Aralık 1997 Kyoto toplantısı gibi BM konferansları sayesinde, gittikçe büyüyen "çevre bilinci" ile olmuştur. Bu uluslararası bilinçlenme, özellikle hava kirliliği yaşanan kentlerde "sera etkisi" yaratan gazların önlenmesi için bir baskı doğmasını sağlamıştır. Doğal gaz ve LPG'nin tüketim noktasında gaz olarak kullanılması nedeniyle hem yanma verimi geleneksel yakıtlara göre yüksek hem de yanma verimine bağlı olarak baca gazı emisyonları düşüktür.

Doğal gaz toprak altından kuyu açılması ile kullanıma sunulur. Çıkarılan doğal gaz'ın içerisinde farklı oranlarda gazların ayrıştırılması ile evde kullanılan doğal gaz olan metan (CH_4) elde edilir. Doğal gaz'ın görsel olarak bulunması MÖ 1000'li yıllarda Yunanistan'da olmuştur. İlk taşınması ve bir enerji kaynağı olarak kullanılması ise MÖ 500'lü yıllarda Çinli'lerin deniz suyunu, tuza ve suya ayırması ile olmuştur. Doğal gaz, gaz halinde olan bir yakıt olması nedeniyle kullanım alanı çok geniştir. Özellikle diğer bir enerji kaynağı olan elektrik elde etmede kullanılmaktadır. Bunun dışında boru hattı olarak gittiği her yerde meskenlerde ısıtma ve pişirme, ticarethanelerde ısıtma ve sanayide ise hem ısıtma hem pişirme hem de proseste kullanılmaktadır. Bu çalışmanın da ana başlıklarından biri olan taşıt sektöründe de doğal gaz, enerji kaynağı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Doğal gaz kaynakları, toprak altından çıkarılmayı bekleyen gaz miktarına denirken doğal gaz rezervi ise, bilim adamları tarafından bilinen veya güçlü bir şekilde inanılan ve bugünün teknolojisi ile çıkartılabilen kaynaklara denmektedir. Dünya doğal gaz rezervi, her sene büyüyerek artmaktadır. 2001 yılı sonu itibariyle kanıtlanmış doğal gaz rezervi 155.08 Trilyon m^3'dür. Doğal gaz rezervinin % 72'si Eski Sovyetler Birliği ve Orta Doğu'dadır. Dünya'nın en büyük doğal gaz rezervine sahip ülkesi ise dünya toplam rezervinin % 31 ile Rusya Federasyonudur. 25 yıl içerisinde yeni doğal gaz kaynaklarının da bulunması ile rezervler 103.6 Trilyon m^3 artacaktır. Dünya doğal gaz üretimi de kullanım alanların artması, boru hatlarının uzaması ve rezervlerin artması ile artmaktadır. Dünya doğal gaz üretimi 2001 yılı sonu ile 2,465 milyar m^3'dür. Kuzey Amerika'da kullanımın fazla ve yaygın olması nedeniyle üretimde dünya toplam üretimine göre % 30.9 üretim ile birinci sıradadır. Hemen arkasında % 27.5 ile Eski Sovyet Birliği gelmektedir. ABD ve Rusya Federasyonu dünya toplam doğal gaz üretiminde % 22 şer pay ile birinciliği paylaşmaktadır. Dünya doğal gaz tüketimi 2001 sonu ile 2,405 milyar m^3'dür. Tüketimin en yüksek olduğu bölge Kuzey Amerika olup toplam 722.5 milyar m^3 ile

dünya toplam tüketiminin % 30'u gerçekleşir. Kuzey Amerika'da en fazla tüketim ise 616.2 milyar m^3 ile ABD'ye aittir.

Türkiye doğal gaz rezervi olarak kayda değer bir rezerve sahip değildir. Doğal gaz ihtiyacını komşu ülkelerden ve LNG olarak birkaç ülkeden sağlamaktadır. Türkiye'de doğal gaz ile ilgili ilk gelişim 18 Eylül 1984 tarihinde Türkiye ve Eski Sovyetler Birliği hükümetleri arasında doğal gaz sevkıyatı konusunda hükümetler arası anlaşma imzalanması ile başlamıştır. Türkiye'de BOTAŞ unvanlı devlet kuruluşu olan bir şirket ana dağıtıcı konumundadır. TPAO ve iki adet yabancı kaynaklı firma da Trakya bölgesinde gaz çıkartılması ve üretilmesi ile ilgili çalışmaktadır. Türkiye'de doğal gaz özellikle elektrik elde edilmesinde kullanılmaktadır. Türkiye'de 2002 yılında toplam 17,378 milyon m^3 doğal gaz tüketilmiştir. Bu tüketimin % 67'si elektrik, % 17'si konut, %13'ü sanayi ve % 3'ü gübre sektöründe kullanılmıştır. 2003 yılında tahmini Türkiye'nin toplam doğal tüketimi 23 milyar m^3 olacağı tahmin edilmekte olup bu 2020 yılında ise 82 milyar m^3 olacağı tahmin edilmektedir.

Dünya doğal gazlı taşıt pazarı yavaş ama durmadan muntazam bir şekilde genişlemektedir. Dünya'da çeşitli kayıtlardan toplanan bilgiye göre toplam 2,126,804 adet taşıt bulunmakta olup bu taşıtlara 5,304 adet dolum istasyonu hizmet vermektedir. Çeşitli ülkelerin doğal gazlı taşıt kullanımının artması için yalnız hükümet veya gaz şirketleri ile birlikte destekleri bulunmaktadır. Özellikle Arjantin 1988 yılından sonra DGA pazarında büyük bir atılım göstermiş ve 2002 Ekim kayıtlarına göre toplam 778,903 adet DGA ve 1,036 adet dolum istasyonuna ulaşmıştır. Avrupa'da taşımacılık hizmeti veren ağır iş taşıtlarının emisyonlarının azaltılması ile ilgili Avrupa'nın bütün ülkelerini kapsayan "Mavi Koridor" isimli bir proje başlamıştır. Bu projeye Rus Vernadsky Vakfı tarafından öncülük edilmektedir.

Türkiye'de DGA pazarı devletin destek vermemesi ve taşıtta kullanımına yüksek ÖTV uygulanması nedeni ile gelişimini muntazam bir şekilde yapamamaktadır. Dizel bir taşıt ile yapılan 15,000 km ile doğalgazlı bir taşıt ile yapılan 15,000 km aynı maliyettedir.

LPG, doğal gaz ve petrol'ün rafine edilmesiyle oluşan yan üründür. Bir rastlantı sonucu 1910 yılında bulunmuş ve çok hızlı bir şekilde gelişim göstermiştir. Yapı bakımından propan (C_3H_8) ve bütanın (C_2H_5) farklı oranlarda bileşiminden oluşur. Düşük basınç ve sıcaklıklarda sıvı halinde olması nedeniyle kolay taşınabilmekte, depolanabilmekte ve istenilen her yerde kullanılabilmektedir. Türkiye'de LPG uygulamaları ile ilgili TSE'nin çıkardığı birçok standart bulunmaktadır. Doğal gazın kullanıldığı her yerde kullanılabilmesinin dışında aerosol yapımında da kullanılmaktadır.

LPG'nin taşıtlarda kullanımında taşıtın motor ve motor kontrollerine göre değişik dönüşüm sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler, hafif ve ağır hizmet taşıtları için kullanılan Oto LPG donanımlarıdır. Ayrıca bu taşıtlara hizmet veren Oto LPG istasyonları da belirli standartlara bağlı kalarak kurulmaktadır.

Dünya'da LPG'nin gelişimi emisyonlarının az olması, taşınabilir ve depolanabilir olması nedeniyle çok hızlı olmuştur. 2001 dünya LPG üretimi 203,411 bin ton seviyesindedir. LPG üretiminin en fazla olduğu yer dünya toplam üretiminin %28'ine sahip olan bölge, Kuzey Amerika olup ABD bu payın % 23'ünü sahiptir. 2001 dünya LPG tüketimi 199,335 bin ton seviyesindedir. Dünya LPG tüketiminde ise en büyük paya % 28 şer pay ile Asya ve Kuzey Amerika aittir. Dünyada tüketilen

LPG'nin % 49'u evsel kullanımı ile en büyük paya sahiptir. Taşımacılık ise % 8'lik bir paya aittir.

Türkiye'de LPG sektörü 1960'lı yıllarda başlamış ve hızlı bir şekilde gelişmiştir. 2001 senesinde Türkiye'deki toplam LPG tüketimi 3,880 bin ton seviyesindedir ve bu tüketimin % 35'i en sanayileşmiş coğrafi bölge olan Marmara Bölgesi'ndedir. Türkiye'de LPG tüketimi, kentleşme, gayri safi milli hasıla, tüketici alışkanlıkları, sanayileşme, iklim, rakip ürünler ve fiyat faktörleri etkilemektedir. Türkiye'de LPG tüplü, dökme ve otogaz olmak üzere üç segmentte pazarlanmaktadır.

Dünya'da toplam 8,284,430 adet LPG'li taşıt 14,415 bin ton LPG kullanmaktadır. Ve bu araçlara hizmet veren 31,960 adet Oto LPG istasyonu bulunmaktadır. Bir çok hükümet temiz emisyonlu ve güvenli olan Oto LPG'ye destek vermektedir.

Türkiye'de ilk olarak yakacak ihtiyacını karşılamak üzere kullanılan LPG, dönem dönem yasaklı olmasına rağmen tüplü taşıtların trafiğe çıkması 1995 yılında hazırlanan yönetmelikle yasal hale gelmiştir. Türkiye'de LPG'li taşıt sayısı net olarak bilinmemesine rağmen Dünya LPG Derneğine göre 975,000 taşıtın LPG kullanmakta ve bu taşıtlara 3,300 adet Oto LPG istasyon hizmet vermektedir.

Türkiye'de LPG'nin Otomobil yakıtı olarak kullanılması üzerine farklı vergilendirmeler yapılması LPG'li taşıt sayısının ve kullanılan LPG'nin tüketimini, sürekli değişmesine neden olmuştur. Toplumun birçok kesimi tarafından kullanılmasına rağmen LPG'nin üzerinde çok büyük bir yük bulunmakta olması anayasanın 73. maddesi ile aykırılık göstermektedir. Türkiye'de Oto LPG olarak tüketilen LPG, 2001 yılı kayıtlarına göre 1,282,541 tondur. Bu tüketimin % 32'si Marmara Bölgesi'nde olmuştur.

THE USES OF NATURAL GAS AND LPG, AMOUNTS OF WORLD RESERVES, PRODUCTIONS AND CONSUMPTIONS AND THE USES IN TRANSPORTATION

SUMMARY

When "Middleeast Crisis" is occurred in some countries, in early 1970s some problems for supplying the traditional fuel and then in 1980s with the economical crisis is the factor of the alternative fuels development. But the real development is done with the increasing environmental consciousness in the 1992 Rio de Janeiro World Meeting and in the 1997 Kyoto Conference. This international consciousness has provided overcome especially in big cities that have air pollution to eliminate "Greenhouse Effects". Natural gas and LPG can be used in gas forms at the consumption points. So the combustion efficient with natural gas and LPG is greater than with the traditional fuels and also depend on combustion efficient, emissions of the chimney gases are lower than when used traditional fuels.

Natural gas can be used as a fuel with drilling the ground. With refining the drilled natural gas to separate different kinds of gases that are in different ratios, the natural gas, methane (CH_4) that is used in our houses can be obtained. The visual foundation of natural gas is happened approximately 1,000 B.C.s in Greece. First piping and use for an energy source is 500 B.C.s in china to separate the water and salt from sea water. Natural gas has a wide use area because of its gas form. Especially it is used for generating other energy source which is electricity. Except this, natural gas can be used in residential heating and cooking, commercial heating and industrial heating, cooking and also in some specific operations. Natural gas is used in transportation sector as an energy source and in this work it has a primary title.

Natural gas resources are the amount of gas that are waited for drilling and the natural gas reserves are the resources that are known or strongly believed by the scientist and can be drilled with today's technologies. World natural gas reserves are increasing each year. In recent 2001, proved world natural gas reserves are 155.08 trillion m^3. 72 % of the world natural gas reserves are in the Former Soviet Union and the Middle East. Russian Federation has the world biggest natural gas reserves with 31 % of the world natural gas reserves. In 25 years natural gas reserves will increase about 103.6 trillion m^3. World natural gas production is increasing with longer pipeline, wider uses and increased reserves. In recent 2001, world natural gas production is 2,465 billion m^3. Because of the wide and great use, North America is the first with 30.9 % of world natural gas production. After this area, Former Soviet Union is the second with 27.5 % of world natural gas production. USA and Russian Federation has 22 % share in world natural gas production. In recent 2001, world natural gas consumption is 2,405 billion m^3. The greatest consumption is in North

America and the total consumption is 722.5 billion m^3 with 30 % of world natural gas total consumption. In North America, USA has the greatest consumption wit the amount of 616.2 billion m^3.

Turkey doesn't have notable reserves about natural gas. Natural gas needs are obtained from the neighbor countries and as a LNG from some countries. In Turkey, the first development about natural gas is started at 18 September 1984 with the agreement about transportation natural gas with pipeline between Soviet Union and Turkey governments. In Turkey, BOTAS, a government company, is the major distributor of natural gas. TPAO and two international companies are working on drilling and producing of natural gas in Thrace. In Turkey, natural gas is especially used for generating electricity. In recent 2002, Turkey's natural gas total consumption is 17,378 million m^3. 67 % of this consumption is for generating electricity, 17 % is for residential use, 13 % is for industrial use and 3 % is for fertilizer industry use. In 2003, Turkey's natural gas total consumption is estimated about 23 million m^3 and in 2020 it is estimated about 82 million m^3.

World natural gas vehicles market is developing slowly but continuously with a regular way. In world, there is sum of 2,126,804 natural gas vehicles and 5,304 natural gas fuelling stations that is served these vehicles. Natural gas vehicles are supported in some countries for developing by the governments and gas companies. Especially after 1988 Argentine gives a big effort about natural gas vehicles and in recent October 2002. To decrease the emissions of the heavy duty vehicles that is used for transportation in Europe, all countries in Europe started a project that is named "Blue Corridor". This project is leaded by the Russian Vernadsky Foundation.

In Turkey, because of the nonsupport of natural gas vehicles and high Special Consumption Tax in the natural gas price, development of it isn't regular. With diesel engine, cost of 15,000 km range is same as with natural gas engine.

LPG is the product of refined natural gas and oil. In 1910, LPG is found in a casual way and develops rapidly. The structure of LPG is the formation of different ratio of propane (C_3H_8) and butane (C_2H_5). LPG can be liquid form in low temperature and low pressure so it can be transported, stored and used where is wanted. There are a lot of TSE standards that are used in LPG applications. It can be used where natural gas is used and also can be used to make aerosol.

The applications of LPG vehicles use different transformation systems according to engine and engine controls. These systems are the Auto LPG applications that can be assembled to light and heavy duty vehicles. Also the LPG fuelling stations that are served these vehicles are built with given standards.

Because LPG can be stored, transported and dispelled low emissions, LPG develops rapidly. In recent 2001, world LPG production is approximately 203,411 thousand tons. The largest LPG production area is North America that has 28 % share of world LPG production and USA has 23 % share of world LPG production. In recent 2001, world LPG consumption is approximately 199,335 thousand tons. The largest LPG consumption areas are North America and Asia that have 28 % share each of them. Residential consumption has 49 % share of the world LPG consumption. Transportation has only 8 % share.

In Turkey LPG sector is started to work in 1960s and develops rapidly. In recent 2001, Turkey's LPG total consumption is 3,880 thousand tons and the largest consumption is in Marmora that is the industrialized area of Turkey with 35 % share

of total consumption. In Turkey, LPG consumption is according to urban areas, charm force, consumer dependence, industrialization, climate, hostile products and cost factors. In Turkey LPG is marketing on three segments, like with cylinder, with bulk and with Auto-LPG

In world there are 8,284,430 LPG vehicles that uses 14,415 thousand tons in recent 2001. And 31,960 LPG fuelling stations serve these LPG vehicles. Lots of country governments support auto LPG that is safe and has clean emissions.

LPG is first used for heating need in Turkey, but vehicles with cylinder tubes that are in traffic are forbidden in some turns before prepared a bylaw in 1995 that makes LPG vehicles legal. In Turkey amount of LPG vehicles is not known. Although according to World LPG Association there is about 975,000 LPG vehicles and 3,300 Auto LPG fuelling stations that serves these vehicles in Turkey in recent 2001.

In Turkey when LPG is used as an vehicle fuel, the government imposed LPG cost. Thus, LPG Vehicles number and LPG consumption as an alternative fuel indicate instability. With it is used by the wide ambiance of population and have a big tax load on it, it defies to Turkish Constitution Chapter 73. In recent 2001, Turkey's LPG consumption as an alternative fuel for vehicles is 1,282,541 tons. 32 % share of this consumption is materilized in Marmara.

1. GİRİŞ

1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı

İçten yanmalı motorlarda halen kullanılmakta olan benzin ve mazot, petrolün damıtılması sonucu üretilmektedir. Bu tip yakıtlar yıllardır, kolayca elde edildikleri, depolandıkları ve taşındıkları için Otto ve Dizel motorlarında kullanılan yakıt olmuşlar ve petrol esaslı olan bu yakıtların ismi geleneksel yakıt olarak anılmaya başlanmıştır. Ancak 1970 li yıllarda başlayan enerji krizi nedeniyle; ülkeler, içten yanmalı motorlar için alternatif yakıtlar aramaya başlamış ve son yıllarda dünyada yaşanan sera etkisi ve hava kirliliği nedeniyle daha az kirletici emisyon çıkaran yeni alternatif yakıtlar üzerinde durulmaktadır.

Günümüzde kullanılan geleneksel yakıtlara karşı alternatif yakıt olarak;

- Doğal gaz
- LNG
- LPG
- Alkoller

sayılabilir. Yakın gelecekte uygulamaların artması ve performanslarının tam olarak kanıtlanması ile ayrıca bu listeye hidrojenle ve elektrikle tahrik edilen araçlarda katılacaktır.

Bu yakıt tiplerinden doğal gaz ve LPG'nin yapısı, taşıt kullanımı dışında kullanım alanlarının ne olduğu ve daha ne kadar bu yakıtları kullanılabileceği önemli sorulardır.

İlk zamanlar fantezi olarak bakılan doğal gaz ve LPG, bugün otomotiv sektörü için en önemli ve geniş ölçüde kabul gören yakıtlardır ve LPG'de 42 ye yakın, doğal gaz da ise 56 ya yakın ülkede toplam 12 milyondan daha fazla araca enerji sağlanmaktadır.

Taşıt üreticileri, bunların arasında Ford, Toyota, Honda, Vaushall, Renault, Volvo ve Honda gibileri, doğal gaz ve LPG'nin hafif ve ağır iş taşıtları için kullanımı konusunda halen üretim ve araştırma yapmaktadır.

Bu çalışma kapsamında doğal gaz ve LPG'ye ayrı başlıklar halinde bakılmıştır. Her ikisi için ayrı ayrı yapısı incelenerek kullanım alanları üzerinde durulmuştur. Dünya ve Türkiye'deki pazarları incelendikten sonra taşıtlarda kullanımına bakılmıştır..

2. DOĞAL GAZ

Doğal gaz, dünya enerji kaynaklarının büyük bir bileşenidir. Enerji kaynaklarının en temiz, güvenli ve en kullanışlılarından biridir. Önemine rağmen, hala doğal gaz hakkında bilinmeyen gerçekler vardır. Örneğin, gaz kelimesi çok çeşitli anlam ve kavramlara sahiptir. Arabamıza yakıt doldurduğumuzda, arabaya gaz doldurduk deriz. Motora giden benzin – fosil yakıtı olup doğal gazdan çok farklıdır.

2.1. Doğal Gazın Yapısı

Doğal gaz, çok ilginç olmayan bir gaz olarak düşünülebilir. Saf halinde, renksiz, şekilsiz ve kokusuzdur. İlginç olmayan bir şekilde, yanıcı olmasının dışında yandığında büyük bir enerji ortaya çıkarır. Diğer fosil yakıtlarından farklı olarak, doğal gaz temiz yanar ve en düşük seviyede zararlı yan ürün emisyonu çıkartır. Evlerimizi ısıtmak, yemek pişirmek ve elektrik üretmek için enerjiye ihtiyacımız vardır. Bu enerji ihtiyacı toplumumuzda ve yaşantımızda doğal gazı çok yüksek bir önem seviyesine çıkartmıştır.

Doğal gaz, hidrokarbon gazlarının yanabilen bir karışımıdır. Doğal gaz öncelikli olarak metandan oluşur, etan, propan, bütan ve pentandan da ayrıca içinde barındırır (Tablo 2.1.). Doğal gazın bileşenleri geniş bir yelpaze oluşturur. Bu yelpaze aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2.1 Rafine Edilmemiş Doğal Gaz'ın Bileşenleri

Doğal gaz Bileşenleri		
Metan	CH_4	70-90%
Etan	C_2H_6	0-20%
Propan	C_3H_8	
Bütan	C_4H_{10}	
Karbon Dioksit	CO_2	0-8%
Oksijen	O_2	0-0.2%
Nitrojen	N_2	0-5%
Hidrojen Sülfid	H_2S	0-5%
Seyrek Gazlar	A, He, Ne, Xe	Trace

En saf halinde, örnek olarak evimizde kullandığımız, hemen hemen saf metandan oluşur. Metan bir adet karbon ve onun etrafında dizili dört adet hidrojenden oluşur. Metanın kimyasal olarak yazılımı CH_4'dür (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1 Metan Molekülü

Kimyasal olarak metanın yanması oksijen ile metanın birleşmesiyle oluşur ve açığa karbondioksid, su ve büyük bir enerji ortaya çıkar. Kimyacılar, bu reaksiyonu şu şekilde yazar.

$$CH_4[g] + 2\ O_2[g] \rightarrow CO_2[g] + 2H_2O[l] + 891\ Kj \qquad (2.1)$$

Doğal gaz hemen hemen saf metandan oluşuyorsa diğer bir değişle hidrokarbonlar kısmen yok edilmiş ise "kuru" olarak, diğer hidrokarbonlar var ise "ıslak" olarak adlandırılır.

Doğal gazın meskenlerde, ticari alanlarda ve endüstri alanlarında bir çok kullanımı ve yararı vardır. Toprak altındaki rezervuarlarda bulunması haricinde doğal gaz petrol yataklarına yakın yerlerde bulunur. Üretim şirketleri, bu rezervuarları arayıp bulmakta sofistike metotlar kullanır veya bulunması ihtimali bulunan yerlere kuyu açarlar. Yüzeye çıkartılan doğal gaz çıkartıldığında içinde bulunan su, diğer gazlar, kum ve diğer bileşenlerden ayrılması için rafine edilir. Bazı hidrokarbonlar örneğin; propan ve metan ayrı olarak kullanılmak üzere depolanır. Rafineri edildikten sonra, ana boru hatlarına verilerek kullanım noktalarına gönderilir.

Doğal gaz farklı şekillerde ölçülür. Gaz halinde hacimsel olarak ölçülebilir ve normal sıcaklık ve basınçta metre küp olarak birimlendirilir. Hacimsel olarak ölçülmesi daha kolay olan doğal gaz enerji kaynağı olarak da ölçülebilir. Diğer enerji kaynaklarında da olduğu gibi doğal gaz İngiliz Isı Birimine (Btu) göre ölçülür. Bu da atmosfer basıncında 1 libre suyun bir derece ısıtılması için gereken enerjiyi karşılar.

2.2. Doğal Gaz'ın Oluşumu

Doğal gaz bir fosil yakıtıdır. Petrol ve kömür gibi, milyonlarca yıl önceden kalmış bitki ve hayvan cesetleri ve mikroorganizmaların bu zamana kadar değişimidir. Fakat nasıl oluyor da yaşayan organizmalar bir gaz karışımı olmaktadır?

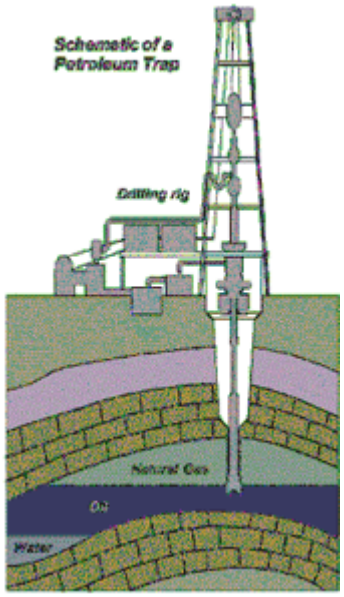
Fosil yakıtlarının kökü değişik teorilerle dayanır. Bunlardan en çok kabul edilen teori, organik maddelerin toprak altında çok yüksek basınç altında ve uzun yıllar sıkıştırılmış olarak kalmasıdır. Bu sıkışmaya derinlik artıkça, yüksek sıcaklıklarda etki etmektedir. Bu yüksek sıcaklık, organik maddenin karbon yapısını parçalamaktır. Daha dibe gidildikçe sıcaklık daha da yükselmektedir. Düşük sıcaklıklarda doğal gaza nazaran petrol daha çok yer alır. En derinde sıcaklıktan dolayı daha kaliteli ve saf metanın bulunduğu doğal gaz rezervleri bulunur. Bu tip doğal gaza termogenik doğal gaz denir.

İkinci tip doğal gaz oluşumu ise küçük mikroorganizmaların organik maddeleri parçalarken oluşturdukları doğal gazdır. Bu doğal gaz tipine biogenetik doğal gaz denmekte ve bu tip metan oluşumu genellikle yeryüzünde oluşmaktadır. Çöp birikintilerinde bulunan bu metan oluşumu önceleri atmosfere karışarak kullanılmamasına rağmen günümüzde yeni teknolojiler ile bu tip oluşumlar da toplanarak doğal gaz ihtiyacını karşılamaktadır.

Üçüncü teori ise metanın abiogenetik prosesler sonucunda oluştuğu şekildir. Dünyanın çekirdeğine yakın yerlerde hidrojen zengini gazlar ve karbon molekülleri bulunmaktadır. Bu gazlar ve moleküller dünya yüzeyine doğru yükselmekte, bu arada toprak altındaki minerallerle etkileşime girmektedir. Bu etkileşim bir reaksiyona neden olmakta, bu reaksiyon sonucunda atmosferde bulunan bazı elementler ve bileşimler oluşmaktadır. (Nitrojen, Oksijen, Karbondioksit Argon ve Su) Bu gazlar yüksek basınç altında kalırsa toprak yüzeyine çıkmaya çalışmakta ve metan kuyuları bu şekilde oluşmaktadır.

Doğal gaz düşük yoğunluğa sahip olduğundan yeryüzüne çıkmak istemektedir. Bu metanın bir kısmı yüzeye kolayca yükselmekte ve havada kaybolmaktadır. Büyük bir kısmı da yer altındaki gazı hapseden jeolojik katmanlara yükselmektedir. Bu katmanlar tortu kayalıkları ve süngerimsi katlardan oluşmaktadır. Üstünde daha yoğun ve sızdırmaz bir kaya tabakası vardır. Bu sızdırmaz kaya doğal gazı yer altında hapsetmekte ve bu katmanlar yeterince büyük ise yeraltında rezerv diye

bilinen çok büyük ölçüde doğal gaz hapsedilebilmektedir. Bu katmanların çok çeşitli tipleri vardır. Bunlardan en yaygını sızdırmaz tortu kayalıklarının kubbe şeklinde bir form oluşturmasıdır. Bu kubbe bütün doğal gazın yüzeyde tutan bir şemsiye gibidir. Şekil 2.2. sızdırmaz tortu kayalıklarının altına doğal gaz ve petrolün nasıl hapsedildiğini göstermektedir. Başarılı bir şekilde bu fosil yakıtlarını yüzeye çıkarmak için sızdırmaz kayadan doğru kuyu açılarak basınç altındaki fosil yakıtlarının açığa çıkması sağlanmaktadır.



Şekil 2.2 Doğal Gaz Rezervi

2.3. Doğal Gaz'ın Tarihi

Doğal gaz yeni değildir. Gerçekte, toprak altından çıkartılan doğal gazın büyük kısmı milyonlarca yıllıktır. Bu gazı elde etme, yüzeye çıkarma ve kullanıma sunmaya yarayan metotlar yakın zamana kadar bilinmiyordu. Doğal gazın ne olduğu anlaşılmadan önce insanlara bir gizem ifade etmekteydi. Bazen, ışık çarpmaları gibi görüntüler, toprak altından dışarı kaçan doğal gazın alev almasıdır. Bu topraktan gelen doğal gaz ateşlenerek bir alev yaratmaktadır. Birçok yakın medeniyetlerde, bu tip alevler anlaşılamamış ve insanlar için bir gizem oluşturmuştur. Bu tip alevlerin en ünlü olanlarından bir tanesi, antik Yunan'da Parnassus Dağı'nda M.Ö. 1000 yıllarında bulunmuştur. Bir keçi çobanı kaya içinden çıkan alevi görmüş ve Yunanlılar ilahi bir gücün olduğunu düşünerek alevin üzerine bir tapınak yapmışlardır. Bu tapınak, Delphi'nin Oracle adlı bir rahibe ev sahipliği yapmış ve

daha sonra bu rahip ateşin kendisine kahinlik gücü verdiğini iddia etmiştir. Bu tip gaz kaynakları Hint, Yunan ve Mısır'ın dinlerinde önemli olmuştur.

Bu ateşlerin nereden geldiğini anlatamamak, bu ateşlere ilahi veya doğaüstü kimlik kazandırmıştır. M.Ö. 500 yıllarında, Çinliler bu ateşleri avantaja çevirme yolunu bulmuşlardır. Bu gazın, yüzeye çıktığı yerleri bularak, bambu kamışlarından yapılmış boru hattı ile gazı taşımışlar ve deniz suyunu kaynatarak tuz ve içilebilir suya ayrıştırmışlardır.

İngiltere, doğal gazı ticari olarak kullanan ilk ülkedir. 1785 yıllarında kömürden üretilen doğal gaz kullanılarak, evler ışıklandırılmış, hatta sokak lambalarında kullanılmıştır.

19. yy. ın büyük bir kısmında çoğunlukla doğal gaz bir ışık kaynağı olarak kullanılmıştır. Bir boru hattı olmadan, doğal gazı uzak yerlere veya ısıtma ve pişirme amaçlı evlerimize taşımak zordur. Bu nedenle 19. yy. ın yakın sonlarına doğru elektriğin yaygınlaşması ile birlikte doğal gaz lambaları elektrik lambalarına dönüştürüldü. Doğal gaz üreticileri, ürünlerine yeni kullanımlar aramışlardır. 1885 yılında Robert Bunsen, Bunsen hamlacı olarak bilinen bir yakıcı icat etmiştir (Şekil 2.3.). Doğal gaz ile havayı doğru orantıdaki karıştırarak pişirme ve ısıtma için güvenle kullanılabilecek bir alev oluşturmuştur. Busen hamlacının icat edilmesi, bütün dünyada doğal gazın kullanımı için yeni olanaklar açmıştır. Isı ayar termostat ünitelerinin icat edilmesiyle alevin kontrol altına alınmış ve doğal gazın ısıtma potansiyelinin de kullanımı gelişmiştir.



Şekil 2.3 Bunsen Yanıcısı

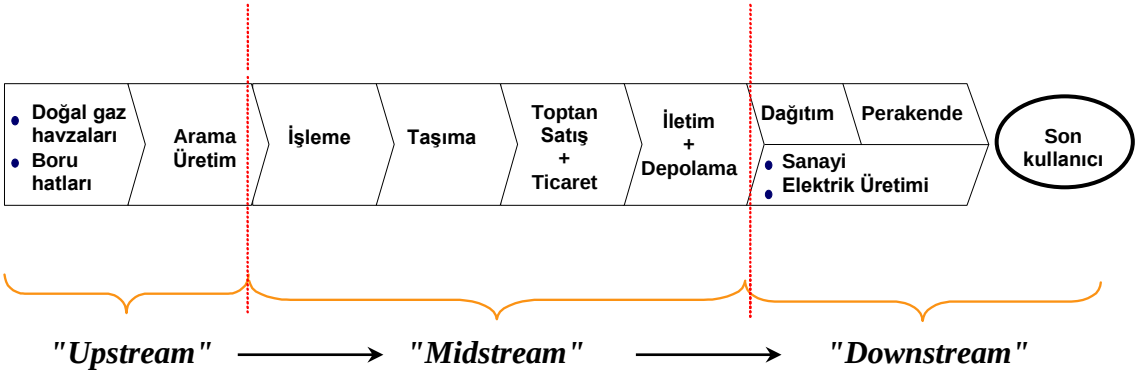
1891'de en uzun boru hatlarından biri inşa edilmiştir. Bu boru hattı, 120 mil uzunluğunda ve Orta İndiana'daki kuyulardan çıkan doğal gazın Chicago şehrine taşımasında kullanılmıştır. Bu boru hattı çok basit ve gazı taşımakta verimli

olmaması nedeniyle 1920 lere kadar boru hattı inşasında önemli bir gelişme olmamıştır. Fakat II. Dünya Savaşı'ndan sonra, kaynak teknolojileri, boru imalatı ve metalürjik yenilikler boru hatlarının imalatında gelişim sağlamıştır.

Doğal gazın taşınmasının mümkün olmasıyla birlikte doğal gaz için yeni kullanım alanları keşfedilmiştir. Doğal gaz, evleri ısıtmada, su ısıtmada ve fırınlarda kullanılmaya başlamıştır. Daha sonraları endüstri de, üretim ve santral işlemlerinde doğal gazı kullanmaya başlamıştır. Boru hatları, doğal gazın kolay elde edilmesine ve popüler bir enerji olmasına neden olmuştur.

2.4. Doğalgaz'ın Değer Zinciri

Doğal gaz toprak altında bulunan bir değer olması sebebiyle bulunulmasından tüketiciye gidene kadar bellirli bir yol izlemektedir. Bu yola Doğalgaz Değer Zinciri denilmekte ve Şekil 2.4. de gösterilmiştir.



Şekil 2.4 Doğalgaz Değer Zinciri

Doğal gaz arama çalışmaları ile doğalgaz havzaları bulunmaktadır. Bu çalışmalar için yüksek maliyet ve teknoloji ürünü araçlar kullanılmaktadır. Bulunan rezerv, boru hatları ile rafinerilere üretim için gönderilmektedir. Buraya kadar yapılanlara *"upstream"* denmektedir.

Rafineriye gelen doğal gaz işlenmekte, taşınmakta ve ticareti yapılmaktadır. Bu noktada doğal gaz ticareti ülkeler veya büyük şirketler bazında büyük miktarlarda yapılan toptan satışlar ile olmaktadır. Türkiye'de doğal gaz anlaşmaları BOTAŞ tarafından yapılmaktadır. Ticareti yapılan doğal gaz iletilmekte veya depolanmaktadır. Depolanan doğal gaz LNG (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz) veya CNG

(Sıkıştırılmış Doğal Gaz) olarak yapılmakta, iletilen ise gaz halinde doğal gaz olmaktadır. Bu işlemlere de *"midstream"* denmektedir.

Son kullanıcıya gazın ticareti yapıldığı dağıtım şirketlerinin perakende satışların yapıldığı veya direkt elektrik üretimi ve sanayiye satıldığı *"downstream"* bulunmaktadır. Türkiye'de elektrik üretimine ve sanayiye BOTAŞ, konut ve şehir içi sanayiye İGDAŞ, İZGAZ ve EGO gibi şehir belediyelerinin kurduğu firmalar tarafından dopal gaz temini sağlanmaktadır.

2.5. Doğal Gazın Kullanım Alanları

Kullanıldığı her şey için tüketim listesi oluşturması zor olan fosil yakıtı için bir çok alanda kullanılır. Hiç şüphesiz ki her an yeni kullanım alanları bulunuyor. Bu kullanım alanları, mesken, endüstri ve taşıma sektörlerinde olmaktadır.

2.5.1. Mesken Kullanımı

Doğal gaz, meskenlerde kullanılan en ucuz enerji çeşitlerinden birisidir. Gerçekte, doğal gaz bir enerji kaynağı olarak elektrikten daha ucuzdur.

Mesken kullanımında, doğal gaz sadece ucuz değil, ayrıca birçok kullanım avantajları da vardır. En bilinen avantajları, evi ısıtmadaki ve yemek pişirmedeki avantajlarıdır. Doğal gaz kullanarak pişirmenin bir çok yararı vardır. Kolay ısı kontrolü, kendi kendini temizlemesi ve ateşlemesidir. Ayrıca, elektrikten yarı yarıya, pişirmede daha düşük maliyettir. Bir çok aşçı hızlı ısıtma ve ısı kontrolü kabiliyetinden dolayı doğal gazı tercih etmektedir.

Ev kullanım oranındaki artmaya rağmen, doğal gazda kullanılan malzemelerin veriminin artmasına bağlı olarak, doğal gaz tüketiminin mevcut hacmi aynı oranda artırılamamıştır. Modern doğal gaz kazanlarında verim % 90 nın üzerine artırılmıştır. Sadece kullanılan gazın % 10 enerjisi kaybolmaktadır.

Ev ısıtması haricinde, doğal gaz evin soğutulmasında da kullanılır. Doğal gaz ile klimatizasyon yeni değildir. 1940 ve 1950 lerde kullanılmıştır. Teknoloji ve verimdeki yeni ilerlemelere bağlı olarak, doğal gaz klimatizasyonu popülaritesini artırmıştır. Doğal gaz klimatizasyon cihazları, elektrikli cihazlardan daha pahalı olmasına rağmen, daha verimlidir ve daha az bakım istemektedir. Modern mesken

klimatizasyon cihazları eskilere göre % 30 daha az enerji kullanmakta ve çok az bir bakımla 20 yıllık bir çalışma ömrüne sahip olmaktadır.

Doğal gaz aletlerinin popülaritesi, verimlilikleri ve fiyat etkisi nedeniyle artmıştır. Bir çok gazla güçlendirilmiş aletin bedeli, elektrikli benzerlerinden daha pahalı olmasına rağmen, daha ucuz kullanımı, daha uzun ömrü ve daha az bakım gerektirmesi nedeniyle tercih edilmektedir. Doğal gaz cihazlarına bir kaç örnek vermek gerekirse, barbeküler, yüzme havuzu ve jakuzi ısıtıcıları, elbise kurutucuları ve sokak lambalarıdır. Bütün bu cihazlar, elektrik ve diğer yakıtlara göre, güvenlik, verimlilik ve ekonomiklik sağlamaktadır.

Doğal gaz yakıt hücreleri ve mikro tribünler kullanılarak, elektrik dağıtıcılarından bağımsız ve gerektiği kadar elektriğin üretilmesini sağlanmaktadır. Bu teknoloji, hala gelişim aşamasında olmasına rağmen, mesken ihtiyacı için, bağımsız, güvenilir, verimli ve çevre dostu olabilme imkanı sağlamaktadır.

İlk doğal gaz yakıt hücresi, Temmuz 1998'de New York'da bir evde kullanılmaya başlanmıştır. Sistem, evin doğal gaz hattına yakıt ihtiyacını karşılamak üzere bağlanmış ve şu an herhangi bir elektrik hattından tamamen bağımsız olarak çalışmaktadır. Elektrik santralinden eve kadar çekilen elektrik hattında önemli miktarda kayıp enerji oluşmaktadır. Fakat, elektrik jeneratörlerinde yüksek enerji verimliliği bulunmakta ve mesken sakinleri için tasarruf sağlamaktadır.

2.5.2. Ticari Kullanımlar

Doğal gazın ticari kullanımı, mesken kullanımına benzemektedir. Ticari sektörler, ofis binaları, okullar, ibadet yerleri, oteller, restoranlar ve hükümet binaları gibi kamu ve özel kurumları içine almaktadır. Bu sektörlerde, doğal gazın ana kullanım nedenleri, alan ısıtması, su ısıtması ve soğutmasıdır. Doğal gaz, restoranlar ve pişirme işlemleri gerektiren yerlerde popüler bir seçenektir. Ticari binalar için, doğal gazın alan ve su ısıtmasına kullanımı mesken kullanımındakine benzemektedir.

Soğutmanın doğal gaz kullanılarak uygulanması üç değişik tipte olur. Birinci tip olan motor güdümlü su soğutucuları, kompresörü çalıştırmak için elektrik motoru ile değil, gaz motoru ile kullanılmaktadır. Bu sistem ile gaz motorunun çıkardığı atık ısı cihazın verimini artırmak için ısı kaynağı olarak kullanılmaktadır. İkinci tip soğutucu emme soğutucusu denilen soğutucu cihazları olup bu cihazda amonyak veya su gibi soğutucu bir maddenin buharlaştırılması sonucu soğuk hava sağlanmaktadır. Bu tip

soğutucular büyük ticaret binalarında, ofis binaları ve alışveriş merkezlerinde kullanıma uygundur. Üçüncü tip ticari soğutucu ise gaz ile çalışan kurutucu sistemler olup havadaki nemi azaltarak soğutmaktadır. Bu sistemde ıslak havayı soğutmak için gereken enerji nemli havayı soğutmaktan daha azdır.

Diğer bir büyüyen ticari doğal gaz kullanım alanı ise yemek servisi endüstrisidir. Ticari pişirme cihazları için doğal gaz mükemmel bir seçim olmasının sebebi yiyecek endüstrisinde yiyecekleri çok çeşitli yollarla pişirilebilme rahatlığı sağlayacak esnek bir enerji çeşidi olmasıdır. Ayrıca doğal gaz, büyük ticari yemek kuruluşları için ekonomik ve verimli bir seçimdir.

Doğal gazın alan ısıtma, soğutma, su ısıtma ve pişirme gibi genel kullanımlarına ek olarak, son zamanlardaki büyük teknolojik gelişmeler, doğal gazın ticari kuruluşlarda enerji verimliliğini arttırmada kullanılmasını sağlamıştır. Birçok ticarı binada çok yüksek elektrik ihtiyaçlarından dolayı, kendi elektriğini üreten jeneratörler bulunmaktadır. Doğal gaz ile güçlendirilmiş pistonlu motorlar, tribünler ve yakıt hücreleri, ticari kuruluşlarda elektrik üretmekte kullanılmaktadır. Bu tip dağınık üretim birimleri, ticari çevrelere güç dağıtımından daha bağımsız, yüksek kaliteli, sürekli elektrik sunmakta ve kendi enerji kaynaklarını kontrol etmektedir.

Diğer bir teknolojik yenilik, ısıtmanın ve elektrik üretiminin birleştirildiği veya soğutmanın, ısıtmanın ve elektrik üretiminin birleştirildiği sistemler olup, bu sistemler, ticari alanlarda enerji verimliliği arttırmaktadır. Bu tip sistemler, ısı olarak kaybolan enerjiyi kullanan birleştirilmiş sistemlerdir. Doğal gaz ile çalıştırılan elektrik jeneratöründen serbest kalan ısıdan, alan su ısıtıcılarını veya ticari boylerleri çalıştırmak için yararlanılır. Bu atık enerjinin kullanımı enerji verimliliğini arttırmaktadır.

2.5.3. Endüstri Kullanımları

Doğal gazın, plastik, gübre, antifriz ve kumaş gibi türlü ürünler için karışım oluşturan maddeleri sağlamak dahil endüstride birçok kullanımı vardır. Doğal gaz endüstride kullanılan ikinci enerji kaynağı olup sadece elektriği izlemektedir.

Mesken ve ticari kuruluşlardaki aynı kullanımlar olan ısıtma, soğutma ve pişirmede endüstri kullanımlarında bulunmaktadır. Doğal gaz, aynı zamanda atık arıtma ve yakma işleminde, metal ısıtmada, kurutma ve nem alma işleminde, cam eritmede, yiyecek işlemlerinde ve endüstriyel kazanlara yakıt sağlamada kullanılmaktadır.

Doğal gaz, kimyasalların ve ürünlerinin bir çoğunun üretimi için ana depolayıcı olarak da kullanılır. Gübre ve eczacılık ürünleri üretimi için kullanılan bütan, etan ve propan gibi gazlar doğal gazdan elde edilir.

Bir ana depolayıcı olarak doğal gaz, birçok endüstriyel kullanımı olan methanol için bir yapı taşı olarak kullanılmaktadır. Doğal gaz, buhar düzeltme olarak bilinen uygulama esnasında oluşan hidrojen ve karbonoksitlerin bir karışımı olan sentez gaza çevrilmektedir. Bu proseste doğal gaz, buhar ile iletişim halinde bırakıldığı zaman doğal gazın oksidasyonuna neden olan bir katalizöre maruz kalmaktadır. Bu sentez gaz oluştuğunda methanolu üretmek için kullanılabilir veya formaldehit, asetik asit ve benzin temizleyicileri için bir katkı maddesi olan MTBE gibi materyallerin üretiminde de kullanılabilmektedir. Methanol yakıt hücrelerinde yakıt kaynağı olarak kullanılabilmektedir.

Bu kullanımı şekli dışında, endüstri kullanımında doğal gazın birçok özellikli ve yeni kulanım alanları vardır. Nem alma işlemi için kullanılan doğal gazlı kurutucu sistemleri; plastik, eczacılık, şeker ve hatta geri dönüşüm endüstrilerinde son zamanlarda çok kullanılmaktadır. Bütün bu endüstrilerde; rutubetli hava, üretim sırasında çıkacak ürünün hasarlı ilerlemesine neden olmaktadır. Örnek olarak; plastik sektöründe üretim sırasında rutubet çatlaklara ve lekeye neden olmaktadır. Üretime doğal gazlı kurutucu sistemleri kullanarak veya kuru ortamlar havadaki rutubetin miktarını kontrol altında tutularak ürünün daha uygun ve yüksek kaliteli çıkmasına yardımcı olmaktadır.

Doğal gazlı emme sistemleri, endüstride ekonomik, verimli ve çevreye uygun yöntemlerle soğuk ve sıcak su elde etmekte de çok geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Bu endüstriyel emme sistemleri, ticari kullanımdakilere çok benzer özellikler göstermektedr. Doğal gazın endüstride kullanıldığı sistemler şunlardır.

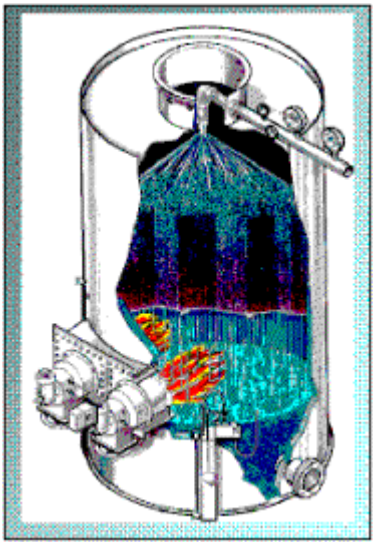
2.5.3.1. Kızıl Ötesi Isıtma Birimleri

Kızıl ötesi ısıtma birimleri, endüstride yeni ve ekonomik metot ile ısı üretmek için kullanılmaktadır. Metal endüstrisinde, kaplama imalatının prosesinin verimini arttırmak için yeni bir yol olup çok kullanışlı bir işlemdir. Bu proseste kızıl ötesi ısıtıcılar, doğal gaz kullanarak daha verimli ve hızlı bir şekilde maddeler ısıtmada kullanılır. Doğal gaz, alev üretmeden sıcaklığı yükseltmek için oksijenle reaksiyona girmesini sağlayan içinde platinyum katalizör ihtiva eden seramik lif panel ile

etkileşmekte ve doğal gazın bu biçimde kullanılması elektrikli ısıtıcılardan daha ekonomik bir alternatif sunması dışında üretim prosesinin hızının artmasına yardımcı olmaktadır.

2.5.3.2. Direk Etkileşimli Su Isıtıcıları

Direk etkileşimli su ısıtıcıları, doğal gazın yanarak enerji oluşturması ve bu enerjiyi barındıran alevin direk su ile iletişime girerek suyu ısıtması prensibine dayanır. Bu sistemler su ısıtılmasında inanılmaz verimlere sahiptir. Klasik endüstriyel su ısıtıcıların verimi % 60 ila % 70 arasında olmasına rağmen bu tip su ısıtıcılarında verim % 99.7 dir. Bu verim neticesinde sıcak suyun gerekli olduğu endüstriyel alanlarda maliyet avantajı sağlamaktadır (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5 Direk Etkileşimli Su Isıtıcısı

2.5.3.3. Isı ve Güç Üreten Birleşik Sistemler

Endüstri tüketicileri aynı ticari yandaşlarında olduğu gibi ısı ve güç üreten birleşik sistemler, soğutma, ısı ve güç üreten birleşik sistemlerde doğal gaz kullandıklarında büyük yarar sağlamaktadır. Belirli endüstriyel ortamlarda elektrik ihtiyacı doğal gazdan üretilebilir. Bu işlem sonucunda ortaya çıkan fazla ısı ve buhar, diğer endüstriyel uygulamaları yerine getirmekte yararlanılır. Bu uygulamalardan bazıları alan ısıtma, su ısıtma ve endüstriyel kazanlara güç sağlamaktır. Madem ki endüstri enerjinin en çok kullanıldığı alan olan özellikle elektrik verimini artırarak sağlamak yüksek miktarda para kazancı sağlayabilir. Endüstri sektörü, zararlı emisyonlar ile ilgili düzenlemelerin uygulanmasına tabi olup doğal gazın yanma özellikleri sayesinde emisyonların azalmasına yardımcı olmaktadır.

2.5.3.4. İki Yakıtlı Yakıcılar

Doğal gazlı iki yakıtlı yakıcı teknolojisi, endüstriyel enerji verimini arttırır ve zararlı atmosferik emisyonları azaltmaktadır. İkili yakıt, kömür, odun ve biomass enerji gibi diğer yakıtların yanması sırasında doğal gazın bir ek yakıt olarak kullanılması işlemidir. Örneğin; geleneksel endüstriyel bir odun kazanı enerji elde etmek için kolayca odunu yakmaktadır. Bu tip kazanlarda büyük miktarda enerji kaybedilir ve zararlı emisyonlar yüksektir. Karışık yanmaya doğal gaz eklemek iki kat etkiye sahiptir. Doğal gaz havaya odun gibi bir yakıttan daha az miktarda zararlı madde atmaktadır. Doğal gaz kazanlarına güç sağlamak için gereken enerji sabit kaldığından, yanma karışımına doğal gaz eklemek zararlı emisyonları azaltmaktadır.

Ayrıca, kazanların işletme performansı, enerji verimliliği de dahil, doğal gaz eklemek ile geliştirilebilir. Örneğin; odun yakıtlı kazanlarda, doğal gaz eklemek düşük kaliteli ve ıslak odunların kullanımında odunların daha hızlı bir şekilde ve tamamının yanmasını sağlayarak, kötü verimi azaltılmaktadır. Bu tip bir ikili yakıt, merkezi ya da bölgesel elektrik üretmekte de kullanılır.

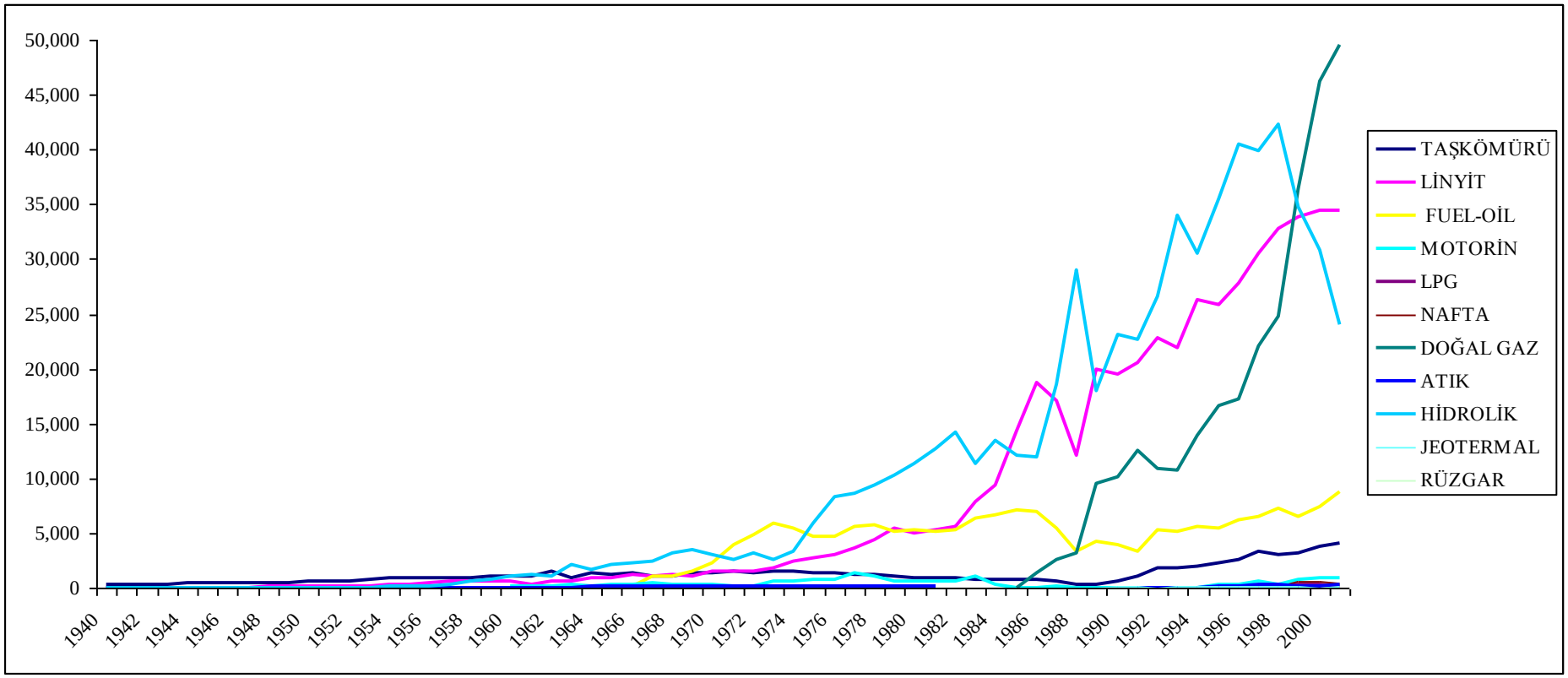
2.5.4. Doğal Gaz Kullanarak Elektrik Üretme

Yanma esnasındaki temizliği nedeni ile doğal gaz, elektrik üretiminde popüler bir yakıt haline gelmiştir. 1970 ve 80 lerde birçok elektrik jeneratörü için tercih, kömür ve nükleer enerji santralleri idi, fakat ekonomik, çevresel ve teknolojik değişmelere bağlı olarak, doğal gaz yeni elektrik santralleri için tercih haline gelmiştir.

Türkiye'de doğal gazın, elektrik üretiminde kullanılması 1985 yılından itibaren başlamıştır. İlk sene 58.2 GWh elektrik üretilmiş olup bu üretim 2001 senesi sonunda 49,549.2 GWh elektrik üretilmiştir (Şekil 2.6.).

Tablo 2.2 Yıllar itibariyle Türkiye Elektrik Enerjisi

YILLAR İTİBARİYLE TÜRKİYE ELEKTRİK ENERJİSİ							
YILLAR	**BRÜT ÜRETİM**	**İTHALAT**	**İHRACAT**	**BRÜT TÜKETİM**	**YILLIK ORTALAMA ARTIŞ**	**KİŞİ BAŞI BRÜT TÜKETİM**	**YILLIK ORTALAMA ARTIŞ**
	GWh				**%**	**kWh/kişi**	**%**
1997	103,296	2,492	271	105,517	-	1,678	-
1998	111,022	3,299	298	114,023	8	1,797	7
1999	116,440	2,330	285	118,485	4	1,840	2
2000	124,922	3,791	437	128,276	8	1,964	7
2001	122,725	4,579	433	126,871	-1	1,870	-5



Şekil 2.6 Türkiye elektik enerjisi üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre yıllar itibariyle gelişimi

Tablo 2.3 Türkiye elektik enerjisi üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre 1997-2001 arasındaki gelişimi

	TAŞKÖMÜRÜ	LİNYİT	FUEL-OİL	MOTORİN	LPG	NAFTA	DOĞAL GAZ	ATIK	HİDROLİK	JEOTERMAL	RÜZGAR
1997	3,272.8	30,587.2	6,520.7	531.4	105.2	0.0	22,085.6	294.0	39,816.1	82.8	
1998	2,980.9	32,706.6	7,275.6	308.6	222.2	116.9	24,837.5	254.6	42,229.0	85.0	5.5
1999	3,122.8	33,908.1	6,472.4	747.7	277.5	581.9	36,345.9	204.7	34,677.5	80.9	20.5
2000	3,819.0	34,367.3	7,459.1	980.6	324.0	547.1	46,216.9	220.2	30,878.5	75.5	33.4
2001	4,046.0	34,371.5	8,816.6	904.0	162.1	483.5	49,549.2	229.9	24,009.9	89.6	62.4

Tablo 2.4 Türkiye kurulu gücünün birincil enerji kaynaklarına göre ve üretici kuruluşlara göre dağılımı

2001 Kayıtlarına Göre Birim : MW	**Taş Kömürü**	**Linyit**	**İthal Kömür**	**Sıvı Yakıt**	**Doğal Gaz**	**Yenilenebilir +Atık**	**Çok Yakıtlı**	**Termik Toplam**	**Hidrolik Toplam**	**Jeotermal+ Rüzgar**	**Toplam**	**%**
EÜAŞ	300	3,686		884	2,783			7,653	10,109	18	**17,779**	**62.8**
EÜAŞ'ın Bağlı Ortaklığı		2,084			1,200			3,284			**3,284**	**11.6**
Ayrıcalıklı Şirketler									610		**610**	**2.2**
Üretim Şirketleri					258		1,191	1,450	871	17	**2,338**	**8.3**
Oto prodüktörler ve Otop.Grupları	35	121	145	818	609	24	1,567	3,319	53	2	**3,374**	**11.9**
Mobil Santraller				297				297			**297**	**1.0**
İşletme Hakkı Devir		620						620	30		**650**	**2.3**
Türkiye	335	6,511	145	2,000	4,851	24	2,759	16,623	11,673	36	**28,332**	**100.0**
%	1.2	23.0	0.5	7.1	17.1	0.08	9.7	58.7	41.2	0.1	**100.0**	

Türkiye'nin 2001 toplam elektrik üretimi 122,725 GWh olup bunun % 40.4 doğal gaz ile çalışan elektrik santrallerinden elde edilmektedir. Kullanım olarak doğal gaz elektrik üretiminde birinci yakıt kaynağıdır (Tablo 2.2.).

Doğal gazın elektrik üretimindeki güveni arttıran birçok neden vardır. Kömür, elektrik üretmede kullanılan en ucuz fosil yakıtı iken, aynı zamanda en kirli ve havaya en yüksek seviyede atık bırakan yakıttır (Tablo 2.3.). Doğal gaz ile elektrik üreten sistemler şunlardır;

1.1.1.1. Buhar Üretme Üniteleri

Doğal gazdan çok çeşitli yöntemler kullanılarak elektrik üretilebilmektedir. Bunun en temel olanı, fosil yakıtlarını bir kazan içinde yakarak suyu ısıtıp buhar elde ettikten sonra elektrik üretmek için bir türbini döndüren buhar üretme ünitesinden oluşmaktadır. Bu basit buhar üniteleri kömür ve nükleer santrallerden daha tipik olmasına rağmen doğal gaz bu sistemlerde kullanılabilmektedir. Bu basit buhar üretme üniteleri oldukça düşük enerji verimine sahiptir. Bu tip ünitelerde, buhar üretmede kullanılan termal enerjinin sadece % 33 veya % 35 i elektrik enerjisine çevrilebilir.

2.5.4.2. Merkezi Gaz Türbinleri

Gaz türbinleri ve yanma motorları da elektrik üretmede kullanılabilmektedir. Bu tip ünitelerde ısıtılan buharın türbini çevirmesi yerine, yanan fosil yakıtlarından elde edilen sıcak gazlar (çoğunlukla doğal gaz), türbini çevirerek elektrik üretmede kullanılmaktadır. Gaz türbinleri ve yanma motorları santralleri, hızlı ve kolayca çalıştırmak mümkün olduğundan tepe yükü ihtiyaçları için kullanılmaktadır. Bu santraller, teknolojideki gelişmelere ve doğal gazın varlığına bağlı olarak popülerliği artmıştır. Bununla birlikte, bu gaz tribünleri büyük buharlı elektrik santrallerinden daha az verimlidir.

2.5.4.3. Birleştirilmiş Isı-Güç Çevrim Üniteleri

Yeni doğal gaz ile işletilen elektrik santrallerinden birçoğu "birleştirilmiş çevrim üniteleri" adı verilen ünitelerden oluşmaktadır. Bu tip bir üretme faaliyetinde, bir ünite içerisinde hem bir gaz türbini hem de bir buhar ünitesi bulunur. Gaz türbini aynen normal bir gaz türbinine benzer şekilde çalışırken, doğal gazın yanmasıyla oluşan sıcak gazlar türbini çevirmede kullanılmakta ve elektrik üretilmektedir. Bu tip

birleştirilmiş çevrim santralinde, gaz türbini işleminden açığa çıkan atık ısı buhar üretmek için kullanılmakta ve bu buhar, aynı bir buhar jeneratöründe olduğu gibi elektrik üretmede kullanılmaktadır. Doğal gazın kullanımı dolayısıyla çıkan ısı enerjisinin verimli bir şekilde kullanılmasından dolayı yalnız bir gaz türbininden veya buhar jeneratöründen çok daha fazla verimlidir. Bu santrallerde % 50 veya % 60 termal verimlere ulaşılabilinmekdir.

2.5.4.4. Dağıtılmış Üretim

Şimdiye kadar, elektrik üretme metotları, geniş bağlamda tartışılmaktadır. Bununla birlikte, teknolojik gelişmeler sonucunda dağıtılmış üretim olarak bilinen bir eğilim ortaya çıkmıştır. Dağıtılmış üretim, mesken, ticari ve endüstriyel alanlardaki kullanımında daha bireysel ve küçük çapta elektrik üretme birimlerini kapsamaktadır. Bu küçük ölçekteki doğal gaz ile beslenen elektrik santralleri, küçük bir gaz türbini veya yanma motoru üniteleri veya doğal gaz yakıt hücreleri ile çalışmaktadır.

Tipik olarak, elektrik büyük ve merkezi santrallerde üretilmektedir. Bununla birlikte, yeni teknolojik ve çevresel ayarlamalar ile birleşmesi elektrik endüstrisindeki bozukluklar, dağınık üretime doğru yol almasına liderlik etmektedir. Bu site alanlarında büyük merkezi elektrik santralleri dışında elektrik üretimi uygulamalarından söz etmektedir. Dağıtılmış üretim, çok küçük konut alanları ve ticari site jeneratörlerinden büyük endüstriyel jeneratörlere kadar bütün sektörler için çok yaygın seçenekler sunmaktadır. Dağıtılmış elektrik üretimi, daha gerçekçi, verimli ve bir merkezi birimden kazanılan enerjiden daha ucuz elektrik sunması nedeniyle çekicidir. Aynı zamanda elektrik temini bakımından artan bölgesel kontrole izin vermekte ve iletim sırasında oluşan elektrik kayıplarının miktarını azaltmaktadır.

Doğal gaz, dağıtılmış üretim için en önemli enerji kaynaklarından biridir. Doğal gazın büyük temin alt yapı sistemi ve doğal gaz kullanımının çevresel faydaları nedeni ile site için olan elektrik jeneratörleri için en önemli tercihlerdendir. Elektrik üretimi için sitelerde doğal gaz kullanımının birçok yolu vardır. Mikro türbinler, gaz yakıtlı pistonlu motorlar, endüstriyel gaz yakıtlı türbinler ve yakıt hücreleri, hepsi site elektrik ihtiyaçları için doğal gazın kullanıldığı popüler sistemlerdir.

2.5.4.5. Endüstriyel Doğal Gaz Yakıtlı Türbinler

Endüstriyel doğal gaz yakıtlı türbinler yukarıda tartışılan büyük merkezi gaz türbini jeneratörler gibi aynı genel kavramla çalışmaktadır. Bununla birlikte, merkezi santral içerisinde yerleştirilmek yerine, bu türbinler, üretilen elektriğin kullanılacağı yere yerleştirilmektedir. Genel bir üretim yapan bir türbini çeviren yüksek basınçlı gaz ve yüksek sıcaklık kullanımı doğrultusunda elektrik üreten endüstriyel türbinler, az yer kaplamakta, hafif olmakta, kolay çalıştırılmakta ve az ses çıkartmaktadır. Bu tür dağıtılmış üretim genel olarak üniversite, hastahane, ticari kuruluşlar ve endüstriyel fabrikalar gibi orta ve büyük ölçekli kuruluşlarda kullanılmaktadır. Bu tip sistemlerin % 21 ila % 40 verimi bulunmaktadır.

Bununla birlikte, dağıtılmış üretim ile normalde kayıp enerji olarak kaybolacak olan ısı, kolaylıkla alan ısıtımı veya sıcak su gibi fonksiyonları yerine getirmekte kullanılabilmektedir. Bu sistemler, Birleştirilmiş Isı ve Güç Sistemi (CHP) olarak bilinir. Site doğal gaz türbinleri yukarıda tartışıldığı gibi birleştirilmiş Isı-Güç çevrim ünitelerinde kullanılabilir.

2.5.4.6. Mikro türbinler

Mikro türbinler, endüstriyel gaz türbinlerinin küçük ölçülü versiyonudur. İsminden de anlaşıldığı gibi bu öğretim birimleri çok küçüktür ve tipik olarak düşük elektrik çıkışına sahiptir. Bu tip dağıtılmış üretim sistemleri, 25 kW dan 500 Kw'e kadar elektrik üretimi kapasitesine sahiptir ve küçük ölçekli ticari birimler veya konut alanları için en uygun modeldir (Şekil 2.7.).

Mikro türbinin avantajları, az yer kaplaması (yaklaşık olarak bir buzdolabı ile aynı ölçü), hareket eden parçalarının az olması, hafif, ucuz ve yüksek verime sahip olmasıdır. Mikro türbinlerin atık ısıyı geri kazanım teknikleri ile verimi % 80 e çıkartılabilmektedir.



Şekil 2.7 Gaz yakıtlı Mikro türbin

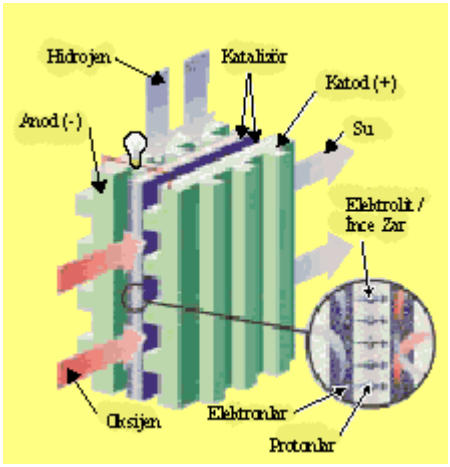
2.5.4.7. Gaz Yakıtlı Pistonlu Motorlar

Gaz yakıtlı pistonlu motorlar sitede elektrik üretiminde de kullanılmaktadır. Bu tip motorlar, yanmalı motorlar olarak da bilinmektedir. Fosil yakıtında bulunan enerji, bir piston çevrilerek mekanik enerjiye dönüştürülür ve elektrik üretilir. Gaz yakıtlı pistonlu motorların, 5 kW'dan 7 MW'a kadar elektrik üreten tipleri bulunmaktadır. Bu tipler, çok küçük konutlarda ana hattaki elektrik kesilmelerinde kullanılan jeneratörlerden endüstriyel alanlardaki elektriği sağlayan jeneratörlere kadar farklı tiplerdedir. Gaz yakıtlı pistonlu motorlar, %5 ten % 45 e kadar değişik verimler sunmakta ve verimini arttırmak için CHP sistemleri ile de kullanılabilmektedir.

2.5.4.8. Yakıt Hücreleri

Yakıt hücreleri, elektrik üretimi için önemli bir teknoloji haline gelmiştir. Yeniden doldurulabilir pillere benzerler fakat bir elektrik şarj cihazı yerine elektrik gücü üreten doğal gaz gibi bir yakıt kullanılmaktadır.

Yakıt hücresi, hidrojen yakıtı ile havadaki oksijeni birleştirerek elektrik, ısı ve su üreten elektro kimyasal bir alettir. (Şekil 2.8.) Yakıt hücreleri, yanma olmadan işletilmekte, bu da hemen hemen kirlenmenin olmadığını göstermektedir. Yakıt direk olarak elektriğe dönüştürüldüğü için içten yanmalı motorlardan daha yüksek verim ile çalışmakta ve aynı miktarda yakıttan daha fazla elektrik üretmektedir. Yakıt hücreleri, hareketsiz parçalardan oluştuğu için sessiz ve güvenilir bir enerji kaynağıdır.



Şekil 2.8 Yakıt Hücresi

Şekil 2.8., bir yakıt hücresinin nasıl elektrik ürettiğini göstermektedir. Yakıt hücresi bir anottan (elektronları püskürten bir negatif elektrot), ortada bir elektrolit zar ve bir katottan (elektronları çeken bir pozitif elektrot) oluşurlar.

Hidrojen, yakıt hücresi anodundan geçtiği için platinyum kaplanmış anotlar, gazı protonlara (hidrojen iyonları) ve elektronlara ayırmaya yardımcı olur. Ortadaki elektrolit zar, sadece protonların, zardan yakıt hücresinin katot tarafına geçmesine izin verir. Elektronlar zardan geçemez ve elektriksel akım halinde harici devirden akar. Bu akım resimdeki lambada olduğu gibi bir elektrik yükünü besler.

Oksijen, yakıt hücresinin katodunun içinden aktığından, başka bir platinyum kaplama oksijen, protonlar ve elektronları birleştirerek saf su ve ısı üretmeye yardımcı olur.

Tek tek yakıt hücreleri birleşerek bir yakıt hücresi kümesi oluşturur. Yakıt hücrelerinin sayısı toplam voltajı ve her bir hücrenin yüzey alanı toplam akımı belirler. Akımla voltajın çarpılması üretilen toplam elektrik gücünü verir.

Bu temiz, sessiz ve esnek teknoloji insanlığa birçok yararlı yolda hizmet vermektedir. Fakat üretim kapasitesi az ve maliyeti yüksektir.

Yakıt hücresi jeneratörleri, dünya çevresindeki yüzlerce binaya ısı ve güç sağlamaktadır. Fiyatları, rekabetçi seviyeye düşmesiyle birlikte bu küçük yakıt hücresi kojenerasyon sistemleri güç aletleri piyasasında büyük bir paya sahip olacaktır. Mesken kullanımları için küçük yakıt hücresi sistemlerinin (3 kW-10 kW) gelişimi, ev sakinlerinin elektrik ve ısı üretimlerinin beraber olması nedeniyle geleneksel sistemlere göre önemli bir tasarruf sağlayacaktır.

Yakıt hücreleri, dağıtılmış üretim için az bulunur kombinasyonlarda avantaj sağlayarak rekabetçi bir alternatif olmuştur. Küçük, temiz ve sessiz olması, elektrik ihtiyacı olan her yere, hatta kalabalık kentsel alanlara bile kurulabilmesini sağlar. Bu da yeni veya yüksek elektrik ihtiyaçlarında, yeni bir merkez istasyonu kurmadan ve güç iletim sistemini büyütmeden veya genişletmeden, ihtiyacı karşılamaya yardımcı olur. Daha fazlası, dağıtım kayıpları ortadan kalkar, çirkin görünen güç hatlarının azalması sağlanır ve oluşan elektromanyetik radyasyon azalır. Yakıt hücresi sistemi, modüler olup elektrik ihtiyacının artması durumunda kapasite arttırılabilir. Oturmuş esneklik üretilen ısının da kullanımını sağlayarak verimi ikiye katlar.

Bir kaç yakıt hücresi sistemi, ticari koşullar altında sürekli olarak tam güçte, bir seneden fazla dünyada kullanılmakta olup toplamda 40.000 çalışma saatini geçmiştir.

Yakıt hücreli jeneratörler hastane ve bilgisayar servisleri gibi kesintisiz ve yüksek kaliteli güç istenilen yerlerde kuruludur. Güvenilir çalışma seyri servis aralıkları ile birleşince, bakım fiyatını azaltır.

Portatif jeneratörler olarak, mikro yakıt hücrelerine olan ilgi büyümekte ve pillerin yerini almaktadır. Piller ile karşılaştırıldığında yakıt hücreleri çabuk ve kolay dolması dışında daha uzun kullanım süresi ve düşük işletme maliyeti vardır. Sistem, taşınabilir bilgisayar ve telefonlar, video kameralar ve kamp, kayık gezintileri ve acil güç için kullanılan jeneratörler için tasarlanmıştır.

Yakıt hücreleri, yeni bir fikir değildir. Bu prensip 160 yıl önce Sir William Grove tarafından keşfedilmiştir. Bugüne kadar, elektrik,ısı ve su sağlamak istenilen yerlerde, bu kullanımlar laboratuarlara ve teknolojik uygulamalara -uzay yolculuğu gibi- hapsedilmiştir. 1960'lara kadar risksiz ve az güvenilir alanlarda kullanılmıştır. Fakat teknoloji olgunlaşmamıştır ve dünyevi uygulamalar için çok pahalıdır.

2.5.5. Taşımacılık Sektöründe Doğal Gaz Kullanımı

Taşımacılık sektör için doğal gazın alternatif bir yakıt olarak uzun süreden beri kullanılmaktadır. Gerçekte, doğal gaz, araç yakıtı olarak 1930'lardan beri kullanılmaktadır (Şekil 2.9.).



Şekil 2.9 İlk Doğal Gazlı Araç

Dünyada 2.126.804 adet doğal gaz ile çalışan motorlu araç bulunmaktadır. Bunun sadece 200 adeti Türkiye'de bulunmaktadır. Bu konuda doğal gazlı çalışan araç sayısı olarak Arjantin 778.903 adet ile birincidir. Son yıllarda, taksi ve kamusal otobüsler gibi yakıt sarfiyatı yoğun olan araç filolarının doğal gazlı araçlar olabilmesi için teknoloji geliştirilmektedir. Bununla birlikte, yolcu araçları, kamyonlar, otobüsler ve hatta ağır iş araçları olan hemen hemen her tipte doğal gazlı aracın üretimi yapılmakta ve satışı gerçekleşmektedir. Avantajları dışında, dezavantajları

da bulunmaktadır. Seri imalat, limitli menzil, gövde boşluğu, yüksek ilk yatırım maliyeti ve yakıt istasyonları için ortaya çıkan alt yapı engelleri, doğal gazın araçlarda kullanımının gelecekteki yayılışı engellemektedir.

Birçok doğal gazlı taşıt, SDG kullanılarak çalıştırılmaktadır. Bu sıkıştırılmış gaz aynı benzin deposuna benzer şekilde depolanmakta olup tüp şeklindeki depolama tankı aracın arkasına, üstüne veya altına takılmaktadır. Bir SDG tankı, bir benzin tankına benzer biçimde doldurulur.

Doğal gaz ile çalışan yanmalı motorlar, diğer yakıt kaynakları ile çalışan motorlara benzemektedir. Bununla birlikte, doğal gazlı taşıtlarda, birkaç parçasında modifikasyon yapılarak motorun doğal gazda verimli bir şekilde çalışması sağlanabilmektedir. SDG kullanımına ek olarak, bazı doğal gazlı araçlarda LNG ile çalışmaktadır. Günümüzde varolan bazı doğal gazlı araçların iki yakıtlı olarak, hem doğal gaz hem de benzin kullanmaları yakıt seçiminde esneklik sağlamaktadır. Bu araçların birçoğunun, orijinali benzinli olup araçların başka bir yakıt ile çalışmasını sağlamak için dönüştürülmektedir. Bu dönüştürme pahalıdır ve tipik olarak düşük verimli doğal gaz kullanımı vardır.

Doğal gaz çok güvenlidir. Havadan daha hafif olması nedeniyle, trafik kazalarında diğer sıvı yakıtlar gibi yanıcı bir havuz gibi yere dökülmez sadece havaya dağılmakta ve bu özelliği ile bir dökülme durumunda toprakaltı su kaynaklarının kirlenmesini engellemektedir. Günümüzde kullanılan doğal gaz depolama tankları benzin depolarından daha sert ve sağlamdır.

Doğal gaz, benzin ve diğer taşıma yakıtlarına göre ekonomik bir alternatiftir. Geleneksel olarak, doğal gazlı taşıtlar, benzinli taşıtlara göre yeniden yakıt doldurulmasında % 30 daha ucuz olup birçok durumda bakım maliyetleri geleneksel benzinli taşıtlara göre de ucuzdur.

Alternatif yakıtlı taşıt teknolojisinin sürdürülmesinin birinci sebebi çevreci zararlı emisyonların azaltılmasıdır. Sadece doğal gaz ile çalışması için tasarlanmış doğal gazlı araçlar, dünyanın en temiz araçları arasındadır. Gerçekte, 1997 senesinde satışa çıkartılmış olan Honda Civic GX ticari olarak üretilmiş en temiz içten yanmalı motora sahiptir. Bu doğal gaz ile çalışan otomobilin çıkardığı çok az kirletici madde, birçok büyük şehirde bulunan emisyonlu havadan daha temizdir.

Doğal gazlı taşıtlar, doğal gazın kimyasal bileşimi nedeniyle geleneksel taşıt yakıtlarından çok daha temiz yanmaktadır. Benzin ve dizel yakıtlar, taşıt egzozundan çevreye salınan birçok zararlı bileşimlerden oluşmasına rağmen doğal gaz sadece metandan oluşmaktadır. Bu bileşimler, değişken organik bileşimler, sülfürdioksid, nitrojenoksid (atmosferde birleşerek en az seviyede ozon üretir), benzen, arsenik, nikel ve 40 ın üzerinde toksit olarak tanımlanan maddelerdir.

Doğal gazlı taşıtlar, geleneksel benzinle çalışan taşıtlardan % 70 daha az karbonmonoksit, % 89 daha az metan dışı organik gaz ve % 87 daha az NO_x üretmektedir.

Doğal gazlı taşıtların kamu kullanımındaki artışı öncelikli engelleri yüksek ilk yatırım maliyeti, sınırlı dolum istasyonu altyapısı ve taşıtın performans karakteristiğidir. Doğal gazlı araçların dolumu ve bakımının ucuz olması dışında, benzinli kopyalarına göre daha pahalıdır. Bununla birlikte, teknoloji çok gelişmiştir ki bu araçların imalat maliyeti düşürülerek tüketicinin alım gücü artmaktadır.

Araçta depolanan sıkıştırılmış doğal gazın hacmi doğrultusunda sınırlı depolama yeri ve sınırlı sürüş mesafesi nedeniyle geçmişte değer kaybetmiştir. Yine de, benzinli benzerleri ile aynı mesafe ve depolama alanı kullanılarak benzinli eşlerine benzetilmek için doğal gazlı orta boy taşıtlar için araştırmalar yapılmaktadır. Bu tip taşıtların gelecekte artması ile en çok zararlı atık üreten sektörlerden birinin azalması demektir.

2.6. Dünya'daki Doğal Gaz Rezervi, Üretimi ve Kullanımı

Enerji endüstrisinde çalışan insanlar, doğal gazın ne kadar olduğunu belirtmek için kullanılan iki özel terim vardır. Bunlar kaynak ve rezervdir.

Doğal gaz kaynakları, toprak altından çıkartılmayı bekleyen gaz miktarını gösterirken, doğal gaz rezervi ise, bilim adamları tarafından bilinen veya güçlü bir şekilde inanılan ve bugünün teknolojisi ile çıkartılabilen kaynaklara denir.

1970'lerin ortasına kadar, dünya doğal gaz rezervi her sene genel olarak artmaktadır. Ocak 2002 itibariyle, kanıtlamış dünya doğal gaz rezervi 155.08 Trilyon m^3'dür. 2000 yılı sonuna göre 5.77 Trilyon m^3 artmıştır. Bu artışın en fazla olduğu ülkeler gelişmekte olan ülkeler olup 4.31 Trilyon m^3 artmıştır. Sanayileşmiş ülkelerde de doğal gaz rezervi 2000 ile 2001 yılları arasında 1.46 Trilyon m^3 artmıştır. Doğu

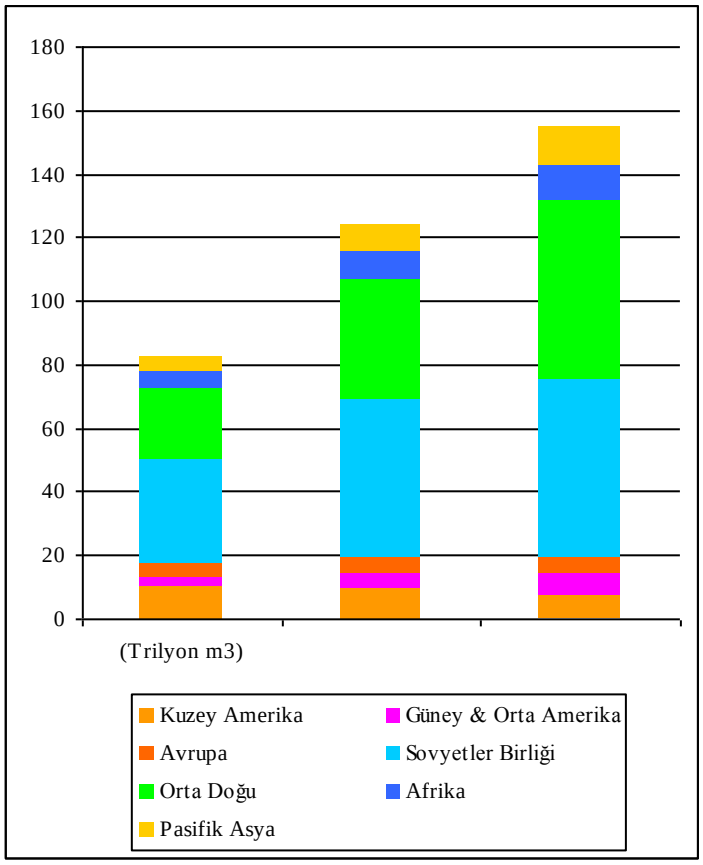
Avrupa ve Eski Rusya Birliği'ndeki doğal gaz rezervi 0.88 Trilyon m^3 düşmüştür. Özellikle Eski Rusya Birliği'nden Rusya'daki ve Doğu Avrupa'daki Macaristan ve Romanya'daki doğal gaz rezervinde büyük düşüş olmuştur.

Tablo 2.5 Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervi

	1981	1991	2000	2001	Toplamdaki Yüzdesi	Rezerv / Üretim Oranı
	(Trilyon m^3)					
Kuzey Amerika	10.29	9.56	7.33	**7.55**	4.9%	10.0
Güney & Orta Amerika	2.86	4.73	6.93	**7.16**	4.6%	71.6
Avrupa	4.57	5.52	5.21	**4.86**	3.1%	16.1
Sovyetler Birliği	32.85	49.55	56.71	**56.14**	36.2%	78.5
Orta Doğu	21.58	37.35	52.52	**55.91**	36.1%	*
Afrika	5.99	8.78	11.16	**11.18**	7.2%	90.2
Pasifik Asya	4.30	8.47	10.34	**12.27**	7.9%	43.8
Dünya	**82.44**	**123.97**	**150.19**	**155.08**	**100.0%**	**61.9**
15 Avrupa Birliği Ülkesi	2.87	3.32	3.24	**3.21**	2.1%	14.5
OECD Ülkeleri	15.29	15.42	13.45	**14.87**	9.6%	13.7

* 100 yılın üzerinde

Dünya doğal gaz rezervinin en çok olduğu yer % 72 ile Orta Doğu ve Eski Rusya Birliği'ndedir (Tablo 2.5). Rusya ve İran beraber, dünya doğal gaz rezervinin % 46'sına sahiptir. Kalan rezerv ise bölgesel alanlara dağılmıştır (Şekil 2.10.).



Şekil 2.10 Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervi

Son on yıl içerisinde doğal gaz tüketimi hızla artmasına rağmen birçok bölgesel rezerv'in üretime oranı yüksek kalmaktadır. Dünyanın tamamında rezervin üretime oranı 62 yıldır. Rezervin üretime oranı Orta ve Güney Amerika'da 72, Eski Sovyet Birlik'inde 78.5, ve Afrika'da 90.2 yıl olmasına rağmen sadece Orta Doğu'da 100 yılın üzerindedir.

Tablo 2.6 Ülkelere göre Dünya Doğal Gaz Rezervi (İlk 20 Ülke)

	2001 (Trilyon m^3)	**Toplamdaki Yüzdesi**
Dünya	**155.1**	**100%**
İlk 20 Ülke	**137.72**	**89%**
Rusya Federasyonu	47.57	31%
İran	23.00	15%
Katar	14.40	9%
Arabistan	6.22	4%
Birleşik Arap Emirlikleri	6.01	4%
Amerika Birleşik Devletleri	5.02	3%
Cezayir	4.52	3%
Venezüella	4.18	3%
Nijerya	3.51	2%
Irak	3.11	2%
Türkmenistan	2.86	2%
Endonezya	2.62	2%
Avustralya	2.55	2%
Malezya	2.12	1%
Özbekistan	1.87	1%
Kazakistan	1.84	1%
Hollanda	1.77	1%
Kanada	1.69	1%
Kuveyt	1.49	1%
Çin	1.37	1%
Geri Kalan	**17.35**	**11%**

Doğal gaz rezervlerindeki en büyük artış, Orta Doğu'daki rezervin 3.30 Trilyon m^3 artarak 55.91 Trilyon m^3 olmasıdır. Bu artışın nedeni Katar'daki Katargaz ve Rasgaz firmalarının resmi çalışanlarının Katar rezervinin tahmini revize ederek 3.25 Trilyon m^3 artmıştır. Ayrıca, gelişen kıtalar arasında olan Asya'da da doğal gaz rezervi 2000 senesine göre 1.93 Trilyon m^3 artmıştır. Gelişen Asya ülkelerinden, en büyük rezerv artışı 0.57 Trilyon m^3 ile Endonezya'da olmuştur. Bu ülkeyi sırasıyla, 0.13 Trilyon m^3 ile Papua Yeni Gine, 0.10 Trilyon m^3 ile Pakistan ve 0.03 Trilyon m^3 ile Tayland izlemektedir. Sadece Malezya'nın rezervlerinde dikkate değer bir azalma görülmüştür. Bu azalma 0.19 Trilyon m^3'dür (Tablo 2.6.).

25 yıl içerisinde yeni Doğal gaz kaynaklarının da bulunması ile rezervler 103.6 Trilyon m^3 artacaktır. Bu artışın yarısı Eski Sovyet Birliği, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'daki doğal gaz rezervlerinden gelecektir. Ayrıca Kuzey, Orta ve Güney Amerika'daki rezervlerden de 33.1 Trilyon m^3 gelecektir. Buradan da anlaşılacağı gibi dünya keşfedilmemiş doğal gaz rezervlerinin dörtte biri halen keşfedilmemiş petrol yataklarındadır.

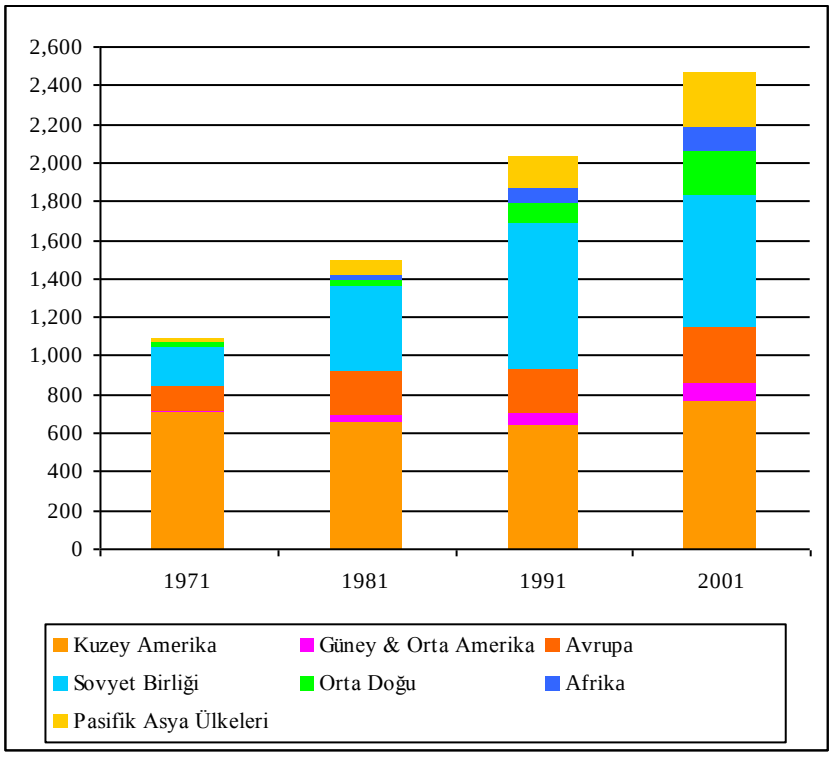
Dünya doğal gaz üretimi her geçen sene artmaktadır. Doğal gaz rezervinin Kuzey Amerika'da kullanımın fazla ve yaygın olması nedeniyle doğal gaz üretiminde 1. sıradadır. Eski Sovyet Birliği'nde ise Rusya Federasyonu'nun Avrupa'ya ihraç ettiği gazın fazla olması nedeniyle üretim fazladır (Tablo 2.7.).

Tablo 2.7 Dünya Doğal Gaz Üretimi

(Milyar m^3)	1971	1981	1991	**2001**	2000	2000-2001 Değişim Yüzdesi	2001'in toplama göre Yüzdesi
Kuzey Amerika	699.8	655.5	643.7	**762.1**	749.8	1.6%	30.9%
Güney & Orta Amerika	18.5	34.9	60.5	**100.1**	96.5	3.7%	4.1%
Avrupa	125.6	227.7	226.1	**292.5**	289.1	1.2%	11.9%
Eski Sovyet Birliği	198.1	434.0	756.3	**677.3**	674.6	0.4%	27.5%
Orta Doğu	22.1	39.0	104.4	**228.0**	213.6	6.7%	9.3%
Afrika	4.6	25.6	71.9	**124.0**	124.5	-0.5%	5.0%
Pasifik Asya Ülkeleri	19.3	72.9	163.9	**280.0**	273.7	2.4%	11.4%
Dünya	**1,088.0**	**1,489.6**	**2,026.8**	**2,464.0**	**2,421.8**	**1.7%**	**100.0%**
15 AB Ülkesi	90.1	153.1	163.8	**212.9**	211.6	0.6%	8.6%
OECD Ülkeleri	804.3	859.8	871.0	**1,080.4**	1,061.7	1.8%	43.8%
Eski Sovyet Birliği	198.1	434.0	756.3	**677.3**	674.6	0.4%	27.5%
Diğer EME'ler	85.6	196.0	399.6	**706.4**	685.6	3.0%	28.7%

2001 senesi sonu itibariyle artmayan tek kıta Afrika kıtası olup bu kıtadaki düşüşün tek nedeni ise Cezayir'deki üretimin azalmasıdır. Cezayir rezerv bakımından dünyada 7. sırada olmasına rağmen ve hatta üretimde de dünya 5. olmasına rağmen 2001 senesinde üretimi % 7.3 azalmıştır. Cezayir, çıkardığı ve ürettiği gazı boru hattı ile İtalya, İspanya, Portekiz, Slovenya ve Tunus'a ve ayrıca % 37 sini ise LNG olarak Fransa, Belçika, İspanya, Türkiye, İtalya, ABD ve Yunanistan'a ihraç etmektedir (Şekil 2.11.).

Nijerya, 2001 senesi sonu ile üretimini, % 23.6 arttırmıştır. Bu ülke sıvılaştırılmış doğal gazı, Bonny adalarında üretmektedir. Üretilen doğal gaz, ABD, İspanya, İtalya, Fransa ve Türkiye'ye gemiyle ihraç edilmektedir (Tablo 2.8.).



Şekil 2.11 Dünya Doğal Gaz Üretimi

Tablo 2.8 Ülkelere göre dünya Doğal Gaz Üretimi (İlk 20 Ülke)

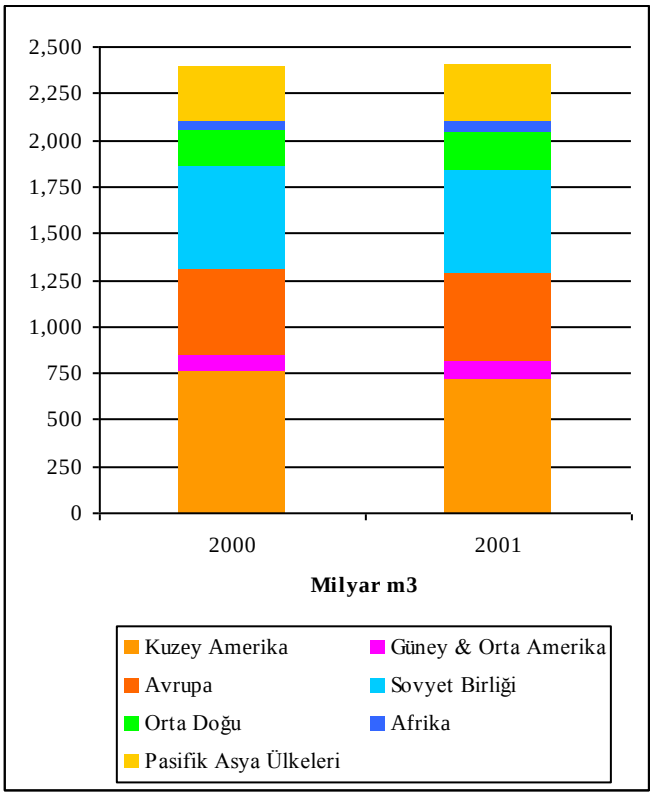
	2000 (Milyar m^3)	2001 (Milyar m^3)	2000-2001 Değişimi	Toplamdaki Yüzdesi
Dünya	**2,421.8**	**2,464.0**	**1.7%**	**100.0%**
İlk 20 Ülke	**2,110.3**	**2,137.5**	**1.3%**	**86.7%**
Amerika Birleşik Devletleri	544.9	**555.4**	1.9%	22.5%
Rusya Federasyonu	545.0	**542.4**	-0.5%	22.0%
Kanada	167.8	**172.0**	2.5%	7.0%
İngiltere	108.3	**105.8**	-2.3%	4.3%
Cezayir	84.4	**78.2**	-7.3%	3.2%
Endonezya	67.3	**62.9**	-6.5%	2.6%
Hollanda	57.3	**61.4**	7.2%	2.5%
İran	60.2	**60.6**	0.7%	2.5%
Norveç	54.0	**57.5**	6.5%	2.3%
Arabistan	49.8	**53.7**	7.8%	2.2%
Özbekistan	52.6	**53.5**	1.7%	2.2%
Türkmenistan	43.8	**47.9**	9.4%	1.9%
Malezya	45.3	**47.4**	4.6%	1.9%
Birleşik Arap Emirlikleri	39.8	**41.3**	3.8%	1.7%
Arjantin	37.4	**38.4**	2.7%	1.6%
Meksika	37.1	**34.7**	-6.5%	1.4%
Avustralya	31.1	**32.7**	5.1%	1.3%
Katar	29.1	**32.5**	11.7%	1.3%
Çin	27.2	**30.3**	11.4%	1.2%
Venezüella	27.9	**28.9**	3.6%	1.2%
Geri Kalan	**311.5**	**326.5**	**4.8%**	**13.3%**

Doğal gaz, dünya enerji tüketimi içinde en hızlı gelişen bileşendir. 2020 senesinde doğal gaz tüketiminin toplam 4.59 Trilyon m^3 olması planlanmaktadır. Bu da 1999 yıl tüketimi olan 2.38 Trilyon m^3'ün iki katıdır. Toplam enerji tüketimindeki payı 1999 yılında %23 iken 2020 yılında %28 e artması planlanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerdeki doğal gazın tüketiminin büyümesi, dünyanın geri kalanından daha büyük miktarda olması planlanmaktadır. Bu miktar ortalama yıllık % 5.3 olup gelişmiş ülkeler için yıllık % 2.4, Doğu Avrupa ve Eski Sovyetler Birliği'nde yıllık % 2.3 ve dünya çapında yıllık %3.2 dir. Gelişmekte olan ülkelerde, yıllık doğal gaz tüketimi, tahmin edilenin üzerinden hemen hemen üç kat olması planlanmaktadır. Karşılaştırılırsa, gelişmekte olan ülkelerde nükleer elektrik tüketimi yılda % 4.7, petrol ve kömür yılda % 3.2 ve yenilenebilir enerjinin (Hidro) yılda % 3 oranında büyümesi planlanmaktadır. Doğal gaz kullanımındaki en büyük artışlar gelişmekte olan Asya, Kuzey Amerika ve küçük artışlarla Afrika ve Orta Doğu'da olması beklenmektedir (Tablo 2.9.).

Tablo 2.9 Dünya Doğal Gaz Tüketimi

	2000 (Milyar m^3)	**2001 (Milyar m^3)**	2000-2001 Değişimi	2001'in toplama göre
Kuzey Amerika	759.5	**722.5**	-4.9%	30.0%
Güney & Orta Amerika	92.9	**97.0**	4.1%	4.0%
Avrupa	458.8	**470.1**	2.4%	19.5%
Sovyet Birliği	547.0	**548.5**	0.3%	22.8%
Orta Doğu	192.7	**201.5**	4.5%	8.4%
Afrika	55.5	**60.2**	8.2%	2.5%
Pasifik Asya Ülkeleri	290.8	**305.1**	5.0%	12.7%
Toplam Dünya	**2,397.2**	**2,404.9**	**0.3%**	**100.0%**
15 Avrupa Birliği Ülkesi	375.8	**381.5**	1.5%	15.9%
OECD Ülkeleri	1,316.7	**1,296.7**	-1.5%	53.9%
Eski Sovyet Birliği	547.0	**548.5**	0.3%	22.8%
Diğer EME'ler	533.5	**559.7**	4.8%	23.3%

Dünya üzerinde doğal gaz tüketimi içinde planlanan büyümenin çoğu, yeni gaz türbinli elektrik santrallerine verimli bir şekilde yakıt sağlayarak doğal gaz için yükselen bir talep olmasıyla bağlantılıdır. Elektrik jeneratörleri için doğal gaz tüketimi, diğer yakıtlardakine göre daha hızlı büyümektedir. Dünya gaz tüketimi elektrik üretimi için 1999 yılında 0.77 Trilyon m^3 iken 2020 yılında 1.67 Trilyon m^3 olacağı, yaklaşık iki katına çıkacağı, gelişmekte olan ülkelerde ise 1999 yılında 0.17 Trilyon m^3 iken 2020 yılında 0.5 Trilyon m^3 yaklaşık olarak 3 kat olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 2.12.).



Şekil 2.12 Dünya Doğal Gaz Tüketimi

Tablo 2.10 Ülkelere göre Dünya Doğal Gaz Tüketimi (İlk 20 Ülke)

(Milyar m^3)	**2000**	**2001**	**2000-2001 Değişimi**	**Toplamdaki Yüzdesi**
Dünya	**2,397.2**	**2,404.9**	**0.3%**	**100.0%**
İlk 20 Ülke	**1,935.7**	**1,912.7**	**-1.2%**	**79.5%**
Amerika Birleşik Devletleri	647.1	**616.2**	-4.8%	25.6%
Rusya Federasyonu	377.2	**372.7**	-1.2%	15.5%
İngiltere	96.0	**95.4**	-0.6%	4.0%
Almanya	79.5	**82.9**	4.3%	3.4%
Japonya	76.2	**79.0**	3.7%	3.3%
Kanada	77.5	**72.6**	-6.3%	3.0%
Ukrayna	68.5	**65.8**	-3.9%	2.7%
İran	63.0	**65.0**	3.2%	2.7%
İtalya	64.9	**64.5**	-0.6%	2.7%
Arabistan	49.8	**53.7**	7.8%	2.2%
Özbekistan	47.1	**51.1**	8.5%	2.1%
Fransa	39.7	**40.7**	2.5%	1.7%
Hollanda	39.2	**39.3**	0.3%	1.6%
Birleşik Arap Emirlikleri	32.9	**34.3**	4.3%	1.4%
Meksika	34.9	**33.7**	-3.4%	1.4%
Arjantin	33.2	**33.2**	0.0%	1.4%
Endonezya	30.6	**29.7**	-2.9%	1.2%
Venezüella	27.9	**28.9**	3.6%	1.2%
Çin	24.5	**27.7**	13.1%	1.2%
Hindistan	26.0	**26.3**	1.2%	1.1%
Geri Kalan	**461.5**	**492.2**	**6.7%**	**20.5%**

Doğal gaz kullanımının artmasının sebepleri, doğal gaz fiyatları, çevresel kaygılar, enerji güvenlik yayınları, piyasadaki ticaret rahatlığı ve geniş kapsamlı ekonomik büyümedir. Birçok ülkede, hükümet doğal gaz firmalarına rahatlık sağlamakta ve bir ülke politikası olarak benimsemektedir (Tablo 2.10.).

Uluslararası doğal gaz ticaretinin miktarı, büyümeye devam etmektedir. 2000 yılında toplam dünya ticareti % 20 yükselmiş iken 2001 yılında bu oran % 23'e yükselmiştir. Boru hattı ile ihracat 2000 ile 2001 yılları arasında % 19, LNG ihracatı ise % 12 artmıştır. Birçok uluslararası boru hattı halen planlanmakta ve üretim aşamasındadır. Dünya doğal gaz üretimindeki planlı yükseliş, pazarda yeni gaz kaynakları bulunmasına neden olmaktadır. Bir çok talep noktası, doğal gaz kaynaklarından çok olması, LNG zinciri maliyetinin düşük olması ve daha ekonomik olması sayesinde LNG için dünya çapında büyümeye devam etmektedir.

Talep noktalarına doğal gazın naklinin bedeli, pazardaki fiyata bağlı olup doğal gazın fiyatlandırılması, petrolün fiyatlandırılması gibi genel değildir. Dünya petrol tüketiminin % 50'den fazlası uluslararası ticarette kullanılmaktadır. Bu rağmen doğal gaz pazarı, özelliği gereği daha bölgeseldir ve fiyatlar ülkeden ülkeye çok değişiklik göstermektedir. Örneğin, Asya ve Avrupa'da LNG pazarı, doğal gaz fiyatlarından çok petrol ve petrol ürünleri pazarından etkilenmektedir. Doğal gaz'ın kullanımı ve ticareti büyümeye ve uluslararası ticaretin kolaylaştırmak ve global doğal gaz pazarına yol göstermek için fiyat mekanizması da gelişmeye devam etmektedir.

2.7. Türkiye'de Doğal Gaz

Ülkemizin artan enerji talebi ve enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi yönündeki çalışmalar sonunda BOTAŞ ve TPAO firmaları kurulmuştur. BOTAŞ, ham petrol faaliyetlerine ilaveten 1987 yılından itibaren doğal gaz taşımacılığı ve ticareti faaliyetlerini yürütmeye başlamıştır. TPAO ise, arama ve üretim faaliyetlerini yürütmüştür. Ayrıca halen ülkemizde hizmet veren Amity Oil ve Thrace Basin unvanlı firmalar da arama, üretim, iletim ve satış hizmeti vermektedir.

2.7.1. BOTAŞ

Kaynakların çeşitlendirilmesi politikası çerçevesinde; BOTAŞ başlatmış olduğu doğal gaz boru hatlarının inşaatı ve bu hatların işletimlerini üstlenmiştir.

BOTAŞ'ın mevcut doğal gaz boru hatları ve ilgili tesisleri şunlardır;

- Rusya Federasyonu-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı,
- Marmara Ereğlisi Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG) İthal Terminali,
- İzmit-Karadeniz Ereğli Doğal Gaz İletim Hattı,
- Bursa-Çan Doğal Gaz İletim Hattı,
- Çan-Çanakkale Doğal Gaz İletim Hattı
- Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattı,
- Karacabey-İzmir Doğal Gaz İletim Hattı

Alternatif enerji kaynaklarının araştırılması çalışmaları sonucunda, 18 Eylül 1984 tarihinde, Türkiye Cumhuriyeti ve Eski Sovyetler Birliği hükümetleri arasında doğal gaz sevkıyatı konusunda hükümetler arası anlaşma imzalanmıştır.

Bunun ardından BOTAŞ tarafından çalışmalara başlanılmış ve 1985 yılında yaptırılan Türkiye Doğal Gaz Kullanım Etüdü ile doğal gaz tüketim potansiyeli ve muhtemel güzergah belirlenmiştir. Bu paralelde, 14 Şubat 1986 tarihinde, Ankara'da, BOTAŞ ile SOYUZGAZEXPORT arasında 25 yıl süreli Doğal Gaz Alım Satım Anlaşması imzalanmıştır. Anlaşma kapsamında; 1987 yılından itibaren, artan miktarlarda doğal gaz alımına başlanmış olup, 1993'te maksimum miktar olan 6 Milyar m^3/yıl'a ulaşılmıştır.

Rusya Federasyonu-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı ülkemize Bulgaristan sınırında Malkoç'lardan girmekte, Hamitabat, Ambarlı, İstanbul, İzmit, Bursa, Eskişehir güzergahını takip ederek Ankara'ya ulaşmaktadır. Hat 842 km uzunluğundadır. 75 bar basınca göre dizayn edilen boru hattında, Kırklareli, Ambarlı, Pendik, Bursa ve Eskişehir'de kompresör istasyonları, Malkoçlar'da ana ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Ana kontrol merkezi Ankara-Yapracık'tadır.

26 Ekim 1986 tarihinde inşasına başlanan hat, 23 Haziran 1987 tarihinde ilk durağı olan Hamitabat'a ulaşmıştır. Bu tarihten itibaren, yerli doğal gazın yanı sıra, ithal doğal gaz da Hamitabat'taki Trakya Kombine Çevrim Santralında elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. Hat, Ağustos 1988'de Ankara'ya ulaşmıştır. Doğal gaz, Temmuz 1988'de İGSAŞ'ta (İstanbul Gübre Sanayi A.Ş.), Ağustos

1988'de Ambarlı Santralinde, Ekim 1988'de de Ankara'da konut ve ticari sektörde kullanılmaya başlanmıştır.

Doğal gaz kullanımının yaygınlaştırılması amacıyla Ana Hat, 1996 yılında 16", 18" ve 24" çapında 209 km. uzunluğundaki İzmit-Karadeniz Ereğli Doğal Gaz İletim Hattı ile Batı Karadeniz Bölgesine uzatılmış olup bu hat ile Ocak 1996 tarihinden itibaren Ereğli Demir ve Çelik fabrikalarında gaz kullanımına başlanmıştır. Ana Hat 8", 12", 16" ve 24" çaplarında ve 208 km. uzunluğundaki Bursa-Çan Doğal Gaz İletim Hattı ile Çan'a uzatılmış ve Temmuz 1996 tarihinden itibaren gaz, hat güzergahında bulunan sanayi kuruluşları ile birlikte Çanakkale Seramik fabrikasında da kullanılmaya başlanmıştır. 12" çapında 107 km. uzunluğundaki Çan-Çanakkale Doğal Gaz Boru Hattı'nın yapım çalışmaları da 2000 yılında tamamlanmıştır. 10 Aralık 2001 tarihinde, çapı 48" ve 40" arasında değişen, 1490 km. uzunluğundaki Doğu Anadolu Doğal Gaz İletim Hattı ile İran'dan gaz sevkıyatı başlamıştır. Karacabey-İzmir Doğal Gaz İletim Hattı'nın yapım çalışmaları tamamlanmış ve Nisan 2002 de devreye alınmıştır.

Doğal gaz arz kaynaklarının çeşitlendirilmesi, arz güvenliğinin ve arz esnekliğinin artırılması için 14 Nisan 1988 tarihinde, BOTAŞ ile SONATRACH arasında 20 yıl süreli bir LNG Alım Satım Anlaşması imzalanmış ve bu anlaşmaya göre Cezayir'den yılda 2 Milyar m^3 doğal gaz eşdeğeri LNG alımı yapılmaktadır.

Söz konusu Anlaşma kapsamında ithal edilecek gaz için hem baz yük tesisi olarak kullanılmak hem de istenildiğinde de pik düşürücü olarak devreye sokulmak üzere BOTAŞ tarafından 1989 yılında Marmara Ereğlisi LNG İthal Terminali yapımına başlanmış ve terminal 3 Ağustos 1994 tarihinde işletmeye alınmıştır.

Cezayir ile imzalanan Zeyilname ile yıllık ithalat miktarı 4 Milyar m^3 'e çıkarılmış olup artan talep üzerine buna ilaveten 9 Kasım 1995 tarihinde de Nijerya ile 1.2 Milyar m^3 doğal gaz eşdeğeri LNG alımı için LNG Alım Satım Anlaşması imzalanmıştır.

Marmara Ereğlisi LNG İthal Terminali'nin iki ana fonksiyonu vardır;

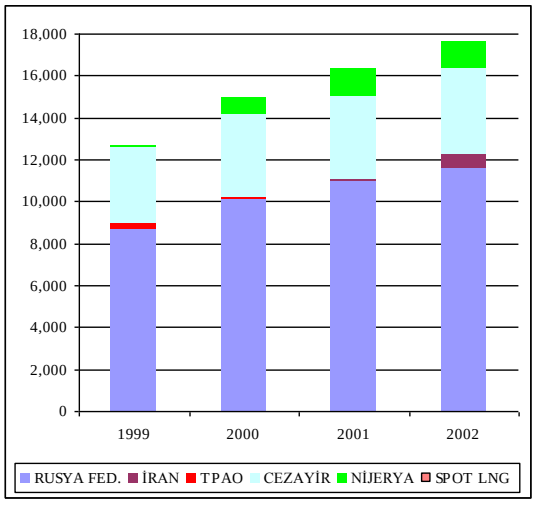
- Gelen LNG'yi depolamak,
- Depolanan LNG'yi istenilen miktarda gazlaştırarak Rusya Federasyonu-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı'na sevk etmek.

İskeleye yanaşan tankerlerden boşaltma kolları ile alınan LNG, 30" lik boşaltma hattı ile tanklara depolanmaktadır. Gazlaştırıcılardan çıkan doğal gaz ölçüm hattının çıkışında kokulandırılıp, 24" lik, 23 km.'lik bir boru hattı ile Çorlu-Önerler'de, Rusya Federasyonu - Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı'na sevk edilmektedir. Terminalin maksimum ekonomik gönderme kapasitesi 1999 yılında 439.000 m³/saat'den 685.000 m³/saat'e çıkarılmıştır. 14 Şubat 2001 tarihinde Geçici Kabulü yapılmış ve sistem devreye alınmıştır.

2002 yılında; 17,622 Milyon cm^3 doğal gaz ithal edilmiştir. İthal edilen gaz miktarlarının ülkelere göre dağılımı şu şekilde gerçekleşmiştir (Tablo 2.11. ve Şekil 2.13.);

Tablo 2.11 Yıllar itibariyle Doğal Gaz ve LNG Alım Miktarları

	RUSYA FED.	İRAN	TPAO	CEZAYİR	NİJERYA	SPOT LNG	TOPLAM (Milyon cm^3)
1987	432		85				517
1988	1,136		42				1,178
1989	2,986		114				3,100
1990	3,246		109				3,355
1991	4,031		65				4,096
1992	4,430		31				4,461
1993	4,952		23				4,975
1994	4,957		2	418			5,377
1995	5,560			1,058		240	6,858
1996	5,524			2,436		80	8,040
1997	6,574			3,300			9,874
1998	6,539		150	3,051		644	10,384
1999	8,693		299	3,589	77		12,658
2000	10,079		154	3,962	780		14,975
2001	10,931	115		3,985	1,337		16,368
2002	11,603	670		4,078	1,271		17,622



Şekil 2.13 1999 -2002 Doğal Gaz ve LNG Alımı

1987 yılında alınan 0.52 milyar m^3'lük doğal gaz alımından sonra Türkiye'deki doğal gaz kullanan sanayi kuruluşları yıldan yıla artmıştır. Türkiye bu bağlamda yeni gaz arayışları ve anlaşmalarına imza koymuştur. Tablo 2.12 ve Şekil 2.14. Türkiye'nin yaptığı bu anlaşmaları göstermektedir.

Türkiye ve Eski Sovyetler Birliği hükümetleri arasında doğal gaz sevkıyatı konusunda 18 Eylül 1984 tarihinde imzalanan Hükümetler arası Anlaşma çerçevesinde, BOTAŞ ile SOYUZGAZEXPORT arasında 14 Şubat 1986 tarihinde 6 Milyar m^3/yıl miktar için Doğal Gaz Alım Satım Anlaşması imzalanmıştır. Rusya Federasyonu'ndan alınan yıllık 6 Milyar m^3'lük doğal gaz miktarına ilaveten, Batıdan 8 Milyar m^3'lük ilave doğal gaz alımı için 10 Aralık 1996 tarihinde, Rusya Federasyonu ile bir anlaşma imzalanmıştır. 8 Milyar $m^{3'}$ lük ilave doğal gaz alımı, TURUSGAZ şirketinden (BOTAŞ, GAMA, GAZPROM ortaklığı), 18 Şubat 1998 tarihinde imzalanan anlaşma paralelinde gerçekleştirilmektedir.

Tablo 2.12 Türkiye'nin mevcut Doğal gaz ticaret anlaşmaları

Mevcut Anlaşmalar	Miktar (Plato) (Milyar m^3/yıl)	İmzalanma Tarihi	Süre (Yıl)	Durumu
Rus. Fed. (Batı)	6	14-Şub-86	25	Devrede
Cezayir (LNG)	4	14-Nis-88	20	Devrede
Nijerya (LNG)	1.2	09-Kas-95	22	Devrede
İran	10	08-Ağu-96	25	Devrede
Rus. Fed. (Karadeniz)	16	15-Ara-97	25	2002
Rus. Fed. (Batı)	8	18-Şub-98	23	Devrede
Türkmenistan	16	21-May-99	30	2005
Azerbaycan	6.6	12-Mar-01	15	2005



Şekil 2.14 Botaş Doğal Gaz Boru Hattı ve Ticareti

Ayrıca, yine Rusya Federasyonu'ndan 16 Milyar m^3 (Karadeniz Geçişli) doğal gaz ithali için de, 15 Aralık 1997 tarihinde Doğal Gaz Alım-Satım Anlaşması imzalanmıştır.

Cezayir'den alınan yıllık 2 Milyar m^3 doğal gaz eşdeğeri LNG miktarı, 1995 yılında Cezayir ile imzalanan bir Zeyilname ile yıllık 4 Milyar m^3'e çıkarılmıştır

9 Kasım 1995 tarihinde, Nijerya'nın NLNG firması ile imzalanan LNG Alım-Satım Anlaşmasına göre; Nijerya'dan yılda 1.2 Milyar m^3 doğal gaz eşdeğeri LNG alınacaktır.

İran ile 8 Ağustos 1996 tarihinde, imzalanan Doğal Gaz Alım-Satım Anlaşmasına göre, 3 Milyar m^3/yıl ile başlayacak olan doğal gaz ithalatı, plato periyot da 10 Milyar m^3/yıl'a ulaşacaktır.

21 Mayıs 1999 tarihinde BOTAŞ ile Türkmenistan Hidrokarbon Kaynaklarının Kullanımı için Yetkilendirilmiş Merci arasında, Aşkabat'ta, 16 Milyar m^3/yıl doğal gaz alımı için 30 yıl süreli Doğal Gaz Alım-Satım Anlaşması imzalanmıştır.

Azerbaycan- Şahdeniz sahasından Türkiye'ye doğal gaz sevkıyatı ile ilgili olarak 12 Mart 2001 tarihinde SOCAR ile BOTAŞ arasında 15 yıl süreli Doğal Gaz Alım-atım Anlaşması imzalanmıştır. Anlaşmaya göre alımların 2 Milyar m^3 ile başlaması ve plato periyot da 6.6 Milyar m^3/yıl'a ulaşması öngörülmektedir.

Ayrıca; Mısır'dan yılda 4 Milyar m^3 doğal gaz alımına ilişkin Anlaşma 31 Mart 2001 tarihinde BOTAŞ ile EMG (Eastern Mediterranean gaz Co.) tarafından paraflanmıştır.

Irak'taki gaz sahalarının geliştirilmesine bağlı olarak 10 Milyar m^3/yıl Irak gazının boru hattı ile Türkiye'ye taşınması hususunda, 26 Aralık 1996 tarihinde, Irak ile Türkiye'nin ilgili bakanları tarafından bir Çerçeve Anlaşma imzalanmıştır.

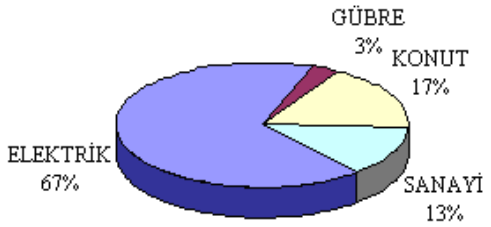
Doğal gazın, mevsimsel, günlük ve saatlik tüketim taleplerini düzenlemek ve önümüzdeki yıllarda ortaya çıkacak olan doğal gaz arz açığına çözüm getirmek amacıyla, doğal gazı yeraltında depolamak ve yeni projeler için çalışmalar devam etmektedir.

Bu çalışmalar kapsamında; Tuz Gölü'ndeki tuz domlarının doğal gazı yeraltında depolamak amacıyla kullanımı için geliştirilen Tuz Gölü Doğal Gaz Yeraltı Depolama Projesi'nin mühendislik ve müşavirlik çalışmalarına Temmuz 2000

tarihinde başlanmıştır. Mühendislik ve müşavirlik çalışmalarının bir kısmı olan sismik incelemeler, tuz domlarının yapısal durumunun belirlenmesi ve sondaj sonuçlarının değerlendirmesi tamamlanmıştır. ÇED çalışmaları sürdürülmekte olup, ön fizibilite ve temel mühendislik çalışmaları devam etmektedir. Mühendislik çalışmasının tamamlanmasından sonra inşaat için uluslararası ihaleye çıkılacaktır. İlk iki tuz kavernasının 2006 yılında işletmeye alınması planlanmaktadır.

Bir diğer yeraltı depolama projesi ise Tarsus Doğal Gaz Yeraltı Depolama Projesi'dir. Türkiye Şişecam Soda Sanayi A.Ş.'nin Mersin'deki Soda tesislerine hammadde temini için işletilen tuz yataklarının ileride yeraltı deposu olarak kullanımını sağlamak amacıyla çalışmalar yapılmaktadır. Arabali sahasının ön fizibilite çalışması tamamlanmıştır.

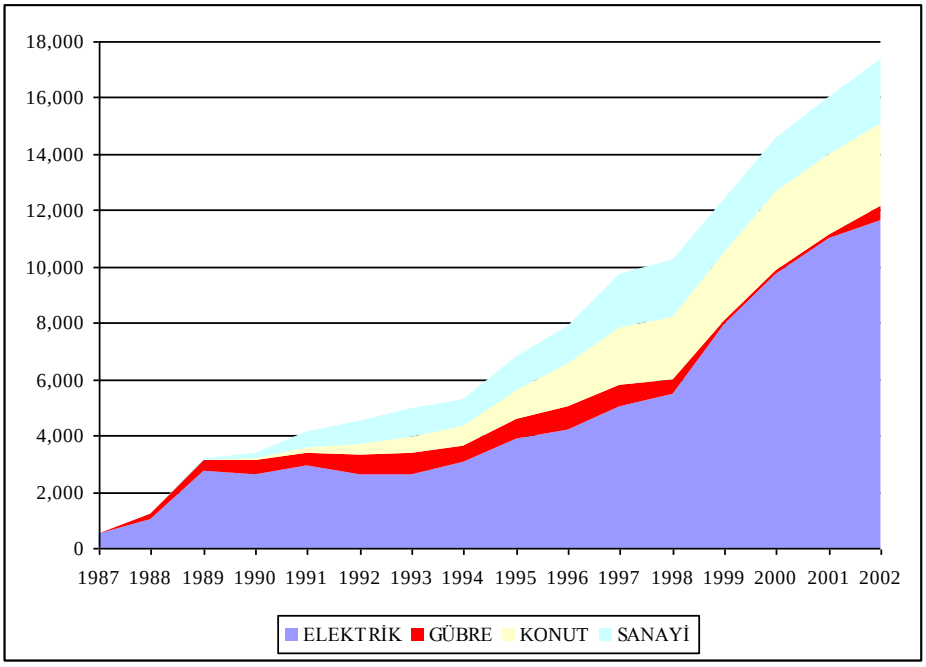
Bir diğer yeraltı depolama projesi ise Kuzey Marmara ve Değirmenköy Doğal Gaz Sahaları Yeraltı Gaz Depolama Projesi olup tamamlandığında, yılda 1.6 milyar m^3 doğal gaz depolanabilecektir. Sahalara yaz aylarında ortalama 9 milyon m^3/gün ile enjekte edilecek olan gaz, kış aylarında ortalama 11 milyon m^3/gün debi ile üretilebilecektir. 21 Temmuz 1999 tarihinde TPAO ile BOTAŞ imzaladığı "Doğal Gaz Depolama ve Yeniden Üretim Hizmetleri Anlaşması'na" göre Kuzey Marmara ve Değirmenköy Doğal Gaz Sahaları TPAO tarafından gerekli yatırımlar yapılarak yeraltı gaz deposu olarak geliştirilip işletilecektir. TPAO, anlaşmayı takiben çalışmalara başlamış ve "Temel Mühendislik Çalışması" tamamlanmış olup sahaların yeraltı gaz deposu olarak kullanılmasına Nisan 2005'de başlanacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 2.15 2002 yılında Doğal Gaz kullanımının sektörel dağılımı

2002 yılında Türkiye'de kullanılan doğal gaz, 17.38 milyar m^3 ve % 67'lik kullanım payı elektrik sektöründedir(Tablo 2.13.). Geriye kalan doğal gaz'ın %17'si ısınma

amaçlı olarak konut sektörüne ait olup (Şekil 2.15., Şekil 2.16.) Türkiye'de doğal gaz kullanan iller başta Ankara'da 1988 yılından itibaren EGO, İstanbul'da 1992 yılından itibaren İGDAŞ, İzmit'te 1992 yılından itibaren İZGAZ, Eskişehir 1996 yılından ve Bursa 1992 yılından itibaren BOTAŞ tarafından bireysel ve konut amaçlı gaz satılmaktadır.



Şekil 2.16 1987-2002 yılları arasında Doğal Gaz'ın sektörlerde kullanımı

Tablo 2.13 Yıllar itibariyle Doğal gaz'ın sektörlerde kullanımı

	ELEKTRİK	GÜBRE	KONUT	SANAYİ	TOPLAM (Milyon m^3)
1987	522				522
1988	1,034	152	0		1,186
1989	2,759	382	7	5	3,153
1990	2,599	501	50	222	3,372
1991	2,908	485	190	547	4,130
1992	2,633	652	375	861	4,521
1993	2,595	797	549	1,011	4,952
1994	3,037	612	647	955	5,251
1995	3,857	732	1,014	1,190	6,793
1996	4,174	830	1,526	1,376	7,906
1997	5,019	761	2,041	1,899	9,720
1998	5,491	493	2,247	2,041	10,272
1999	7,951	144	2,429	1,858	12,382
2000	9,733	113	2,806	1,914	14,566
2001	10,994	121	2,849	2,063	16,027
2002	11,631	497	2,973	2,277	17,378

Doğal gazın şehirlerde kullanımında da önemli artışlar kaydedilmektedir. Artan talebe bağlı olarak şehir içi dağıtım hatları tevsi edilmektedir. Bursa ve Eskişehir illerindeki doğal gaz dağıtım şebekelerinin tevsi çalışmaları sürdürülmektedir. 2001 yılı sonu itibariyle doğal gaz kullanan abone sayısı Bursa'da 197.303'e, Eskişehir'de ise 76.484'e ulaşmıştır.

Ülkemizde doğal gaz kullanımı hızla artmakta olup, bu paralelde, BOTAŞ tarafından hazırlanan doğal gaz arz-talep projeksiyonlarına göre; doğal gaz talebinin , 2010 yılında 55 Milyar m^3'e, 2020 yılında 82 Milyar m^3'e ulaşacağı öngörülmektedir. Ve Enerji Piyasası Denetleme Kurulu'nun yaptığı açıklamaya göre 2003 yılı tahmini doğal gaz tüketimi ise 23 milyar m^3 olması düşünülmüştür. Fakat BOTAŞ'ın tahmini 25,796 milyon cm^3'dür. Tablo 2.14'de BOTAŞ'ın hazırladığı doğal gaz arz-talep senaryosu bulunmaktadır.

Tablo 2.14 Türkiye Doğal Gaz Arz-Talep Senaryoları

YILLAR	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
TOPLAM TALEP (*)(*)	25,796	30,756	32,196	46,047	47,878	49,463	52,176	55,102	67,344	82,785
KONTRATA BAĞLANMIŞ MİKTARLAR										
Rusya Federasyonu	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	0	0
Cezayir LNG	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	0	0
Nijerya LNG	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
İran	5,000	6,000	7,000	9,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Rusya Fed. (Batı) (TURUSGAZ)	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Rusya Fed. (KARADENİZ) (*)	2,000	4,000	6,000	8,000	10,000	12,000	14,000	16,000	16,000	16,000
Türkmenistan(*)	0	0	5,000	7,200	7,200	8,200	9,200	9,200	14,200	16,000
Azerbaycan (*)	0	0	2,000	3,000	5,000	6,600	6,600	6,600	6,600	6,600
TOPLAM ARZ(*)(*)	25,940	28,846	31,752	42,369	48,372	52,304	56,804	59,731	54,398	56,128

(*) : Yıllık kontrat miktarları gaz teslimatlarının başlangıç tarihine göre değişebilecektir.

(*)(*) : Ülkelerle yapılan anlaşmalardaki miktarlar kontrat m^3 olup, "TOPLAM TALEP" ve " TOPLAM ARZ" rakamları kontrat miktarlarının standart m^3'e çevrilmiş halidir.

Doğal gazın yer altında stoklanması dışında yeni Doğal gaz iletim hattı projeleri de BOTAŞ'ın gündemindedir. Bu projeler kapsamında;

Güney Doğal gaz İletim Projesi ile Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattı'ndan Sivas yakınlarından alınacak bir branşmanla Güney ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerimizin doğal gaz ihtiyacının karşılanması amaçlanmaktadır.

40" çapında, 565 km. uzunluğundaki hat, Sivas'tan başlayıp Malatya, Kahramanmaraş, Gaziantep, Osmaniye, Adana üzerinden Mersin'e uzatılacaktır.

Hat;

- 168 km.'lik, 40'', Sivas-Malatya,
- 182 km.'lik, 40'', Malatya-Gaziantep,
- 215 km.'lik, 40'', Gaziantep-Mersin,

olmak üzere üç bölüm halinde yapılacaktır.

Konya-İzmir Doğal Gaz İletim Hattı Projesi ile Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattı'ndan alınacak bir branşman, Konya'dan İzmir'e uzatılacaktır. 40'' çapında, 618 km. uzunluğundaki hat, Konya'dan başlayıp Burdur, Isparta, Denizli ve Nazilli üzerinden İzmir'e ulaşacaktır. Hat üzerinden Afyon ve Antalya gibi şehirlere branşmanlar yapılacaktır.

Hat;

- 217 km.'lik 40'', Konya-Isparta,
- 203 km.'lik 40'', Isparta-Nazilli,
- 198 km.'lik 40'', Nazilli-İzmir,

olmak üzere üç bölüm halinde yapılacaktır.

Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattı Projesi'nde Erzincan'dan bir branşman alınarak, hattın Gümüşhane, Bayburt, Hopa, Artvin, Rize,Trabzon, Giresun, Ordu ve Samsun'a uzatılması ile doğal gaz bu güzergahta kullanıma sunulacak olup projenin ilk aşaması olarak Gümüşhane, Bayburt, Trabzon ve Rize illerine doğal gaz sağlanması planlanmıştır. Bu amaçla Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattının yapımı sırasında Erzincan yakınlarında 24"lik branşman vanası bırakılmış olup, buradan başlayan hat Trabzon üzerinden Rize'ye ulaşacak olup, uzunluğu 233 km. ve 24"dir. Gümüşhane ve Bayburt bağlantıları da 12" çapında ve 75 km. uzunluğunda olacaktır.

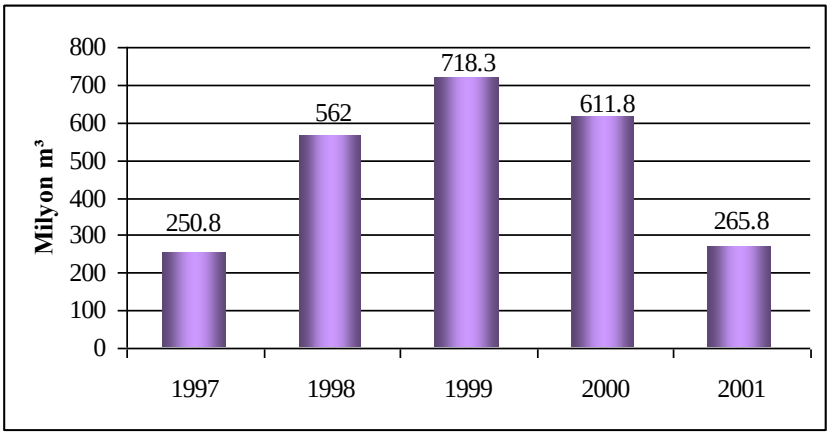
Batı Karadeniz Doğal gaz İletim Projesi kapsamında Karadeniz Ereğli'den alınacak bir branşmanın Zonguldak, Devrek, Çaycuma, üzerinden Bartın'a uzatılarak güzergahtaki sanayi tesislerine ve yerleşim birimlerine doğal gaz arzı sağlanacaktır.

141 km.'lik boru hattının , 78 km.'si 16'', 63 km.'si 12'' olarak öngörülmüştür. Ayrıca İzmit- Karadeniz Ereğli Doğal Gaz İletim Hattı üzerinde de 16'' çapında 65 km. uzunluğunda bir loop hattı inşa edilecektir.

Gürcistan Sınırı-Erzurum (Horasan) Doğal gaz İletim Hattı Projesi kapsamında ise Azerbaycan ve Türkmenistan doğal gazlarının Türkiye içinde taşınması amacıyla yapılması planlanan yaklaşık 225 km. uzunluğunda 48" çapındaki boru hattı Gürcistan sınırından başlayıp Erzurum/Horasan'a ulaşacaktır. Hat Horasan'da Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattı'na bağlanacaktır. Proje kapsamında bir ticari ölçüm istasyonu ve bir kompresör istasyonu da bulunmaktadır.

2.7.2. TPAO

Doğal gaz sahalarından 2001 yılında toplam 265.773.662 nm^3 doğal gaz üretilmiştir. Trakya Bölgesi'nden üretilen gazın tamamı, bölgedeki 46 şirkete, Batman Bölgesi'ndeki Çamurlu Sahası'ndan üretilen doğal gaz ise bölgedeki 2 şirket ve 1 okula verilmiştir. Üretilen doğal gazın ham petrol eşdeğeri 1.564.083 varildir. Böylece TPAO sahalarında 2001 yılı içinde üretilen toplam hidrokarbon miktarı 13.843.084 varil olmuştur. Şekil 2.17.; 1997-2001 yılları arasında TPAO'nun ürettiği doğal gazı göstermektedir.

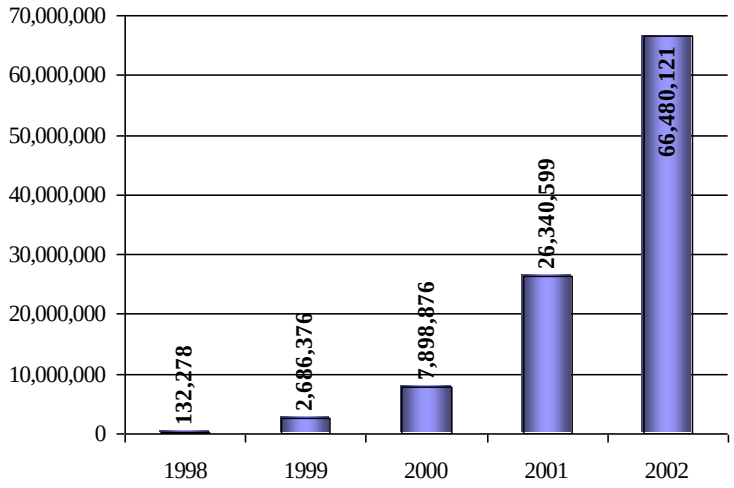


Şekil 2.17 Türkiye Doğal Gaz Üretimi (TPAO)

2.7.3. Özel Teşebbüsler

TPAO ve BOTAŞ dışında Trakya'da hizmet veren Thrace Basin 1982 yılında araştırmalarına başlamış olup 1985 yılında arama faaliyetlerini bitirip ilk kuyularını açmışlardır. Trakya'da bulunan ve 1993 yılında boru hattı döşeme izni alarak boru hattını yıldan yıla uzatan firma 1998 132,278 m^3 doğal gaz satarken sırasıyla 1999

yılında 2,686,376 m^3, 2000 yılında 7,898,876 m^3, 2001 yılında 26,340,599 m^3 ve 2002 yılında 66,480,121 m^3 doğal gaz satışı yapmışlardır. Firmanın satışları ve üretimi 5 senede % 500 artmıştır. Firmanın 2002 yılı aylık satışı 5 milyon m^3 iken 2004 yılında aylık 25 milyon m^3'e çıkartmayı hedeflemektedirler. Bu sebeple Trakya bölgesinin sanayinin yoğun olarak bulunduğu Çorlu Fabrikalar Bölgesi ve Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesine doğal gaz vermek istemektedirler. Şekil 2.18.'de Thrace Basin firmasının 1998 yılından 2002 yılına kadarki doğal gaz üretimi gösterilmiştir.



Şekil 2.18 Thrace-Basin Doğal Gaz Üretimi

TPAO-Amity Oil ise yine bu bölgede Göçerler Mevkii'nde TPAO ve Amity Oil'in %50'şer ortak olduğu doğal gaz rezervini işletime almak için bir konsorsiyum yapmışlar ve yine Çorlu ve Çerkezköy'deki fabrikalara gaz sağlama amaçlı olarak TPAO'nun boru hatlarına kullanarak gaz satmaya başlamışlardır.

2.8. Dünya Doğal Gazlı Taşıt Pazarı

Doğal gazlı Taşıtlar için dünya çapındaki pazar, yavaş ama durmadan muntazam bir şekilde büyümektedir. Bazı uluslararası pazarlar, daha fazla doğal gazlı taşıt için agresiv bir tutum sergilemesine rağmen pazar iyileşerek devam etmektedir. Halen birçok ülkede temiz yakıt programlarının değeri ve önemi, hava kirliliği, halk sağlığı ve iç doğal gaz kaynakları gibi meseleler nedeni ile artmaktadır. Fakat durum Güney Amerika, Orta Asya ülkeleri ve Hindistan, Pakistan ve Çin gibi ülkelerde ekonomik sıkıntıdan dolayı ortaya çıkmaktadır.

Halen dünyada Tablo 2.15.'de de belirtildiği gibi 2,126,804 adet doğalgazlı taşıt bulunmakta olup bu araçlara 5,304 adet dolum istasyonu ve 4,818 VRA (Kişisel Dolum İstasyonu) bulunmaktadır. Tablo 2.15.'de ülkeler bazında sayılar verilmektedir.

Tablo 2.15 Dünya Çapında Doğal Gazlı Taşıt Sayısı

Ülke	Dönüşmüş Taşıt	Dolum İstasyonu	VRA	Kayıt Tarihi
Arjantin	778,903	1,036		Eki-02
İtalya	370,000	421		Tem-02
Pakistan	280,000	333		Eki-02
Brezilya	353,290	429		Eki-02
ABD	111,769	1,250		Eki-01
Hindistan	100,800	120		Haz-02
Mısır	42,000	72		Kas-02
Venezüella	44,146	147		Eki-02
Çin	36,000	70		Oca-01
Ukrayna	35,000	87		Ara-01
Rusya	31,000	175	2	Tem-02
Tayvan	24,000	12		Ağu-02
Kanada	20,505	222	2,845	Ağu-01
Japonya	12,539	181	606	Haz-02
Yeni Zelanda	12,000	100	1	Ağu-00
Almanya	12,000	268	450	Tem-02
Kolombiya	9,126	32		Eki-02
Bolivya	6,000	17	46	Eki-02
Belarus	5,500	24		Ara-01
Bangladeş	5,000	9		Tem-02
Fransa	4,550	105	100	Eyl-00
Trinidad & Tobago	4,000	12		Eki-02
Malezya	3,700	18		Eki-00
Endonezya	3,000	12		Ağu-00
Şili	3,000	12		Eki-02
Güney Kore	2,746	89		Ara-02
Meksika	2,300	5	13	Eyl-02
Avustralya	2,104	127	55	Ağu-01
İsveç	1,550	25		Tem-02
Tayland	1,182	5		Oca-03
İran	1,000	3		Mar-02
İngiltere	835	18	46	Ağu-00
Moldova	800	3		Ara-01
Hollanda	574	27	384	Ağu-00
İsviçre	520	26	29	Şub-02
Netherland	300	15		May-02
İspanya	300	6	12	Ağu-00
Belçika	300	5	60	Ağu-00
Portekiz	238	3		May-02
Türkiye	200	5		Şub-02
Avusturya	83	6	18	Tem-02
İrlanda	81	2	6	Eki-00

Küba	45	1		Şub-01
Finlandiya	34	5	4	Ağu-00
Çek Cumhuriyeti	300	9		Tem-02
Nijerya	28	2		Ağu-00
Lüksembourg	25	5		Ağu-00
İzlanda	21	1		May-02
Polonya	20	4	13	Ağu-00
Norveç	18	3		Ağu-00
Danimarka	5	1	3	Ağu-00
Singapur	4	1		Şub-02
Kore	4	1		Ağu-00
Cezayir		1		Ağu-00
Macaristan			14	Ağu-00
Güney Afrika			4	Ağu-00
TOPLAM	**2,126,804**	**5,304**	**4,718**	

Doğal gazlı Taşıtlara geçişi harekete geçiren esas yararlar;

- Uygun fiyatlı (veya ucuz, petrol/dizel'e göre) doğal gazın mevcudiyeti
- Çevresel yararları, özellikle eski taşıtları bol olduğu ülkelerdeki taşımacılık sektöründeki kirlilik yerel kentsel hava kalitesinin nefes alınmaz düzeye çıkarmakta olması; ve
- Doğal gaz kaynaklarının mevcudiyetidir.

Doğal gazlı taşıt pazarının yavaş gelişimindeki faktörler, en çok direkt olarak ekonomi ve özellikle taşıt ilk yatırım (geleneksel yakıtlı taşıtlara göre) ve dolum istasyonun kurulma maliyetidir. Ayrıca, doğal gazlı taşıtları destekleyen veya sadece bir programa başlayan ülkelerde, önceki hükümetlere veya doğal gazlı taşıtlar için yaygın istekliliğe rağmen üstesinden gelmesi zaman alan bir öğrenme eğrisi bulunmaktadır. Taşıt sayısının artması ve doğal gaz dolum istasyonlarının kurulması arasındaki dengeye ulaşmak uğraştırıcı bir iştir. Çünkü taşıt sürücüsü yakıt için sırada beklemek istemez veya dolum istasyonunun devamını getirecek sayıda kullanımda taşıt olması gerekmektedir.

Dünya doğal gazlı taşıtlar tüketim aktiviteleri, 1930 ortalarında İtalya'da ilk başlamasından beri değişik ülkelerde değişik adımlarda vuku bulmaktadır. Her bir ülkede değişik pazar, ekonomi, gaz temini ve politik şartlar ile teknolojik koşulların farklı zamanlarda birleşmesi durumunda oluşan doğal gazlı taşıtların tüketimi değişik oranda gelişmektedir. Dünya doğal gazlı taşıt gelişimini ülkeler bazında incelediğimizde,

İtalya. birçoğu kiralık taşıt olan 370,000 taşıt ve birçoğu kamu istasyonu olan 421 dolum istasyonu ile İtalyanlar doğal gazlı taşıt pazarında Arjantin'deki gelişmeden önce ilk pazar lideri ülkeydi. Bugün, taşıt ve dolum istasyonu sayısını beş yıl içerisinde iki katına çıkarmayı planladıkları önemli bir genişleme planı üzerinde durmaktadırlar. İtalyanlar, taşıt dönüşüm sistemleri ve kompresör istasyonları ekipmanlarının Orta Doğu, Güney Amerika ve Çin ve ayrıca bir kaç ülkeye ihraç eden dünya çapında ürün imalat lideridir.

Diğer Avrupa Pazarları. Avrupa doğal gazlı taşıt aktivitelerinden birçoğu (İtalya dışında) 1994 yılında Avrupa Doğal Gazlı Taşıtlar Derneğinin gelişi ile başlamıştır. Güçlü standart geliştirme aktiviteleri vardır. Birçok ekipman sağlayıcıları ve gaz şirketlerinin Avrupa Komisyonu ile doğal gazlı taşıtları ve alternatif yakıt tüketimini teşvik etmek için bir seri programa girilmiştir.

- Almanya pazarı en genişidir; 1994 yılındaki az sayıda araçdan 10,000 taşıta ve 146 dolum istasyonuna yükseldi. Alman hükümeti doğal gazlı taşıtların gelişimi ve kullanılışını göstermek için Ausburg kentine 5 milyon DM vererek finans sağlamıştır. Alman doğal gaz sanayisi, güncel aktivitelerin başarıları doğrultusunda gelecek beş yıl ve sonrasının pazarına güç sağlamak için Ulusal Doğal Gazlı Taşıtların Gelişimi Stratejisini yaratmıştır.
- İngiliz pazarı da durmadan gelişmekte olup genellikle belediyelere odaklanmış (22 adet doğal gazlı taşıt) ve ülke çapında 18 dolum istasyonu bulunmaktadır.
- Fransa pazarını özellikle Gaz de France (GdF) çabaları ile muntazam bir şekilde geliştirmektedir. GdF, Avrupa'nın en büyük filosuna sahip yapmak istemekte ve halen elinde 3,000 adet taşıtı bulunmaktadır. SDG satışı ve dolum istasyonu kuran GNVert isimli ayrı bağımsız pazarlama şirketi kurmuşlardır. Gaz şirketi, temiz emisyonlu taşıtlar ve doğal gazlı taşıtlar için ortak destek vermek için hükümet ve üreticiler ile anlaşma imzalamıştır. Şuan 350 adet doğal gazlı otobüs yollarda olup 730 adet de sipariş edilmiştir.
- İsveç'te özellikle sınırlı doğal gaz dağıtım ağı ile çok ilginç bazı aktiviteler bulunmaktadır. Hükümet çevresel açıdan bakmakta ve yerel hükümetler ve özel sanayi tarım atıkları ve insan atıklarını su arıtma işlemi süresince geri dönüşümünü sağlayarak "biomass" elde etmek üzerine çalışmaktadır. Volvo, doğal gazlı taşıt pazarına liderlik etmek için aktif rol üstlenmiştir. 1995 yılında

100 adet olan doğal gazlı taşıt sayısı günümüzde 1,550 adet olup bu küçük pazardaki büyüme oranı etkileyicidir.

Avrupa'da doğal gazlı taşıtlar için gelişim devam etmekte olup 2020 yılına kadar değişik araç tipleri için hedefler Tablo 2.15. verilmiştir.

Tablo 2.16 Avrupa 2020 Doğal Gazlı Taşıt Hedefi

Araç Tipi	2020 Avrupa Toplamı	2020 SDG Tüketimi (Milyon m^3)
Bölgesel Otobüsler	69,900	2,268
Şehir içi Otobüsleri	22,800	621
Özel Kamyonlar	149,790	1,989
Taksiler	451,600	579
Panelvanlar	7,600,000	27,570
Özel Araçlar	15,200,000	13,920
Toplam	**23,494,090**	**46,947**

Amerika Birleşik Devletleri. Güney Kaliforniya Gaz Şirketi, doğal gazlı taşıt dönüşüm sistemi satan denetim altına alınmamış bir bayilik kurarak 1969 yılında ilk başlangıcını yapmıştır. Program, doğal gazlı taşıt pazarlama çabalarının daha da artması ve benzin yakıtlı taşıt filoların çift yakıtlı sisteme geçmesi genişlemesiyle 1983 yılına kadar az sayıda müşteriye ve doğal gaz malzemesine hakimdi. Ford 1983'ün 4. çeyreğinde ilk pick-up kamyonet prototip üretimini yapmış olup diğer üreticiler 1980'lerin sonu ve 1990'ların başında programlarına almışlardır. Öncelikli olarak tek yakıtlı taşıtlara eğilim olmuş olmasına rağmen dolum istasyonları için doğal gaz altyapısının yetersiz olması ikili yakıt teknolojisinin seçilmesine neden olmuştur. Bununla birlikte, performans ve emisyon optimizasyonunu oluşturmak için tek yakıtlı taşıtların üretimi uzun vadeli strateji olmuştur. Doğal gazlı taşıt sanayisinin çabaları, 1990'nın Temiz Hava Kanunu Değişikliği ve 1992'nin Enerji Politikası Kanunu ile temiz yakıt teşebbüslerinde yeni hükümete rehberlik etmektedir. 2000 yılına kadar, 36 eyalet, filo dönüşümlerinin zorunluluğuna ve dönüşümü teşvik etmeyi benimseten gelişmiş bir program sunmuş ve bu da özellikle doğal gazlı Taşıt gelişimi için çok büyük bir hız sağlamıştır. Satılan şehir otobüslerinin yaklaşık %25'i doğal gazlı otobüslerdir. Bugün 111,769 adet doğal gazlı araç ve 1,250 adet dolum istasyonu bulunmaktadır.

Arjantin. 1988 yılında sadece bir elin parmakları kadar doğal gazlı taşıt olan ülkede şuan 778,903 adet taşıt ve 1,036 adet dolum istasyonu bulunmakta olup daha da artacaktır. Pazardaki bu büyük dalga hükümetin, taşıt sübvansiyonu ve Başkan'ın

baskısı ile Buenos Aires Taksilerini hava kirilliliğini önlemek için dizelden doğal gaza çevirmeye zorlaması gibi güçlü desteği ile olmuştur. Arjantin, pazarda büyük bir yere sahip olması nedeniyle bir sonraki konu başlığımız olacaktır.

Mısır. Mısır Hükümeti ve Amoco Oil Şirketi arasındaki aktif bir program ile doğal gazlı taşıt sayısı ve dolum istasyonu ağı dört yıl önce 0 iken bugün 42,000 adete ve 72 dolum istasyonuna ulaştı. Hükümet, düşük faizli kredi gibi finansal teşebbüslere güçlü bir şekilde önderlik ederek taşıt dönüşümlerindeki yatırıma teşvik olmuştur. Başarı faktörünün en önemli anahtarı doğal gazın fiyatının petrol fiyatından % 50 daha düşük olmasıdır. Bugün doğal gazlı taşıt sektöründe 275 insan taşıt dönüşümü veya dolumunda çalışmaktadır. 1996 senesinde ise bu sayı sıfırdı.

Japonya. Japonlar, hükümet ve yerli doğal gaz şirketlerinin beraber güçlü desteği doğrultusunda doğal gazlı taşıt gelişiminde büyük adımlar atmıştır. Son birkaç yıldır araştırma ve geliştirmeye 25 milyon dolardan fazla harcanmıştır. Motor ve dolum istasyonlarının gelişimi, standartların oluşumu ve gösterimler için Japonya'nın çeşitli yerlerindeki belediyeler tarafından yapılması istenilen özel ve kamuya ait programlar desteklenmektedir. Bütün Japon Otomotiv Üreticileri, doğal gazlı taşıt üretim hattı geliştirmişlerdir. Japonya'da günümüzde 12,539 doğal gazlı taşıt ve 181 adet dolum istasyonu bulunmaktadır.

Çin. Çin'de Ocak 2001 kayıtlarına göre toplam 36,000 adet doğal gazlı taşıtına karşılık gelen 70 adet dolum istasyonu bulunmakta olup bu 36,000 taşıtın büyük çoğunluğu kamusal taşımaya yönelik otobüs ve taksilerden oluşur. 10.4 milyon taşıtın % 60'ı ticari amaçlı olması doğal gazlı taşıt pazarının büyümesi için büyük bir potansiyeldir. Doğal gazlı ve LPG'li taşıtlara dönüşümün başlıca sebebi çevresel ve yerli kaynaklara daha fazla güvenden dolayı enerji güvenliğidir. Taşıt teknolojisi, öncelikle ABD/Japonya/Avrupa'daki nesil desteğiydi ki böylece taşıt emisyonlarının azaltılması için büyük bir seçenek doğmaktadır. Hükümetin sahip olduğu üreticiler, kendi yerli kapasiteleri kullanarak doğal gaz ile çalışan motor, otobüs ve SDG silindirleri yapmayla ilgilenmişlerdir. Fakat batı kaynaklı teknolojiye ve bilgiye ihtiyaçları bulunmaktadır.

1992 yılında OEM'ler A.B.D. dışında doğal gazlı taşıt üretmiyorlardı. Japonya'da 2000 yılında bütün taşıt üreticileri doğal gazlı taşıt ürünlerini üretmeye başlamıştır. Otobüs ve arazi taşıtları bile üretilmiştir. Avrupa'da 11 üretici, yaklaşık 22 model

yapmış olup bunların çoğu iki yakıtlı doğal gazlı taşıtlardır. 6 üretici, çeşitli türlerde taşıtlarda kullanılabilecek doğal gaz motoru yapmış olup yıldan yıla üretici sayısı artmaktadır. Fransa, doğal gazlı yolcu taşıtlarını Malezya'ya ithal etmekte olup Malezya ise Peugeot ile birlikte Proton marka doğal gazlı taşıt üretimine başlamıştır.

OEM'in ürettiği doğal gazlı taşıtların güçlü büyümesi pazarda son on yıldır gizlenmeyen en açık harekettir. Bugün doğal gazlı taşıt üreticileri diğer temiz yakıtlı taşıt üreticilerinden daha fazladır. Çoğu üretici doğal gazlı taşıt pazarını değişik kendine özgü uygun işlerden oluşmuş bir pazar görünümündedir. Taşıtlar için şiddetli talep, özellikle doğal gaz endüstrisinden, doğal gazlı taşıt üretiminin genişlemesine yardım edecektir. Avrupa'da, örneğin, gaz şirketleri, OEM üreticilerinin ürettiği tipik filo taşıt profilinden şikayetçidirler çünkü ürettikleri Volvo ve BMW gibi pahalı taşıtlar filo taşıtları kadar çekici değildir. Güney Amerika da OEM ürünlerinin eksikliğinden şikayet etmektedir. Avrupa'da taşıt sertifikasyonu, Avrupa'nın ulusal sınırları boyunca tam tip onay için izin verilmesi için gerekli bütün yönetmelikler kullanımda olmadığından bir problem olarak kalmaktadır. Sanayi, çeşitli yönetmelikleri değiştirmek için güçlü bir şekilde lobi yaparken, politik işlemler yavaştır.

Doğal gazlı taşıt dönüşümü ve OEM taşıtlarının maliyeti, doğal gazlı taşıtların ekonomisini etkileyen başlıca problemlerinden birisi olmaya devam etmektedir. Araç talebinin miktarı, halen ekonomik bir ölçüye ulaşmamıştır, örnek olarak, gerek hükümetler veya gerekse araç üreticilerinden yardım almaksızın doğal gazlı taşıtların fiyatı dizel ve benzinli taşıtlara göre daha ucuz veya eşit olmasıdır. Bu talep senelik 50,000 adetten daha az olduğu sürece diğer teknolojilerde olduğu gibi, hızlı ticarileşmesini önleyecek kadar yüksek fiyatlarda kalarak doğal gazlı taşılar pazar gelişim durumunu sürdürmeye devam edecektir. Ekonomik ölçüler ile bile, yine de enerji harcamasının yoğun olması doğrultusunda fiyatta bir indirim oluşturacaktır.

1990 öncesi ikili yakıt, doğal gazlı taşıt dönüşüm sistemleri 1,500 ila 2,500 $ arasındaydı. Motor ve taşıtlar daha karmaşık ve bilgisayarlaştıkça yakıt püskürtme, egzoz gazı dolaşımı ve sonra taşıt teşhis sistemleri gibi sistemler ile donatılması sonucunda doğal gazlı taşıt sistemleri de bu doğrultuda gelişti. 1992 senesinde, dönüşüm sistemi fiyatları 2,000 ila 3,500 $ arasındaydı. Fiyatların yükselmeye devam etmesi dönüşüm sistemi üreticilerini taşıtın fabrika garantisi altında ve fabrikadan müşteriye doğal gazlı taşıt olarak pazarlanması için OEM'ler ile ilişki

kurmaya itmiştir. Ford ilk olarak "Nitelikli Taşıt Değişimi Programını - QVM - ortaya çıkarttı ve bu uygulama, diğer OEM'ler içinde güvenilir ve yüksek kalitede doğal gazlı taşıtları herhangi bir ek masraf yapmadan müşteriye sunmak için bir model olmuştur. Güney Amerika ve Uzak Doğu'da karbüratörlü taşıtlarda için İtalya'dan ithal edilen teçhizatlar kullanılmasından dolayı dönüşüm sistemleri fiyatları halen 1,500 ila 2,500 $ arasındadır.

Bilgisayar kontrollü, çok noktadan yakıt püskürtmeli hafif iş taşıtlarına orijinal çevresel sistem ile bütünleştirilmiş doğal gaz sistemleri 5,000 $ civarındadır. Sistemin fiyatı taşıtın yakıt depolama sisteminin büyüklüğüne göre değişmekte olup çok silindirli de fiyat artmaktadır. Ağır iş kamyonları ve otobüsler bu yüzden dizel yakıtlı benzerlerine göre 25,000 ila 70,000 $ daha pahalıdır. Çünkü 350 ila 500 km ve daha fazla menzil için 8 ila 10 adet depolama silindiri içermektedir. Bedellin %40 ila % 50 sini yakıt deposundan oluşmakta olup kalan bedel doğal gaz taşıt motorudur.

Doğal gazlı taşıtlar için kompresör istasyonu ağı gelişimi, doğal gazlı taşıt ekonomi denkleminin ikinci büyük maliyet bileşenini gösterir. Neyse ki, doğal gaz boru hattı ağı bir çok yere gazı istasyonlara dağıtmaktadır ve bu ağ genişlemektedir. Örneğin, Avrupa'da 1.2 milyon kilometre boru vardır ve özellikle İberya Yarımadası, Yunanistan ve diğer yerlere büyük gelişimler halen devam etmektedir. Amerika Birleşik Devletlerinde ise 1.3 milyon mil boru hattı mevcuttur.

Bazı ülkelerde istasyonlar özel filoların mülkiyetinde kurulmuştur. Diğer ülkelerde ise devlete ait dolum ağı kurulmuştur. Hem özel filo istasyonları hem de devlete ait dolumun birlikte olması da olağandır. Fakat doğal gazın sıkıştırılması ve sıvı yakıtlar gibi pompalanmaması nedeni ile yakıt istasyonu teçhizat maliyeti sıvı yakıtlı tesislerden önemli bir şekilde daha yüksektir. Hatta dolum hızının performansına göre fiyat belirlenmektedir.

Şuan kullanılan dolum istasyonları kapasiteleri, Araç Dolum Üniteleri'nden (saatte yaklaşık 3 m^3) 15 ile 50 m^3 arasındaki küçük dolum istasyonlarına oradan da 450 m^3'lük şehir otobüslerini 3 ila 5 dakika içerisinde dolduran hızlı istasyonlara kadar değişik hızlardadır. Otobüs dolumları için daha çok otobüsün aynı anda dolum yapılabilmesi bir kompresör sisteme monte edilir. Örneğin Hollanda'da dolum istasyonu hızları az araç için küçük istasyonlarda 15 m^3'den, 45-120 araca hizmet

veren hızlı ve yavaş dolum sistemlerinin beraber bulunduğu 160 – 280 m^3'e ve küçük hızlı dolumlu 325 – 360 m^3'lük otobüs dolum istasyonları bulunmaktadır. Otobüsler için büyük ve sürekli dolum yapan istasyonlar saate 2,000 ila 6,000 m^3 dolum yapar. Nuremberg'deki bir şehir otobüsü durağında kapalı bir dolum istasyonu bulunmakta olup iki dispanser ve 300 bar'da 4.7 ton gaz deposu 100 büyük tip araca her biri saatlik 420 m^3 gaz veren 4 adet kompresör ile hizmet vermektedir.

SDG dolum istasyonlarının maliyeti her bir küçük iş taşıtı için 1,500 ila 2,000 $ arasındadır. Farklı ekonomi ölçüleri olup, daha büyük kompresör daha düşük araç başına ve m^3 gaz başına maliyeti oluşturur. Küçük 30 m^3 kapasiteli bir istasyonun kurulumu m^3 başına yaklaşık 2,500 $ yani toplam 75,000 $ iken 1,200 m^3 kapasiteli bir istasyonun maliyeti m^3 başına yaklaşık 500 $ yani toplam 600,000 $'dır.

Bu yüzden bir kamuya ait (uluslararası, Avrupa hariç) gün başına 500 taşıtlık bir istasyonun maliyeti 750,000 $'dan 1,250,000 $'a kadardır. Bu değerler çok geniş bir aralıkta olup kullanılacak olan hızlı dolum, yavaş dolum veya bunların birleşik olanına göre ve arsa fiyatına göre değişir. Örnek olarak, Japonya'da bir istasyon, arsa faktörü de eklendiğinde toplam 2 Milyon $'a mal olmaktadır. Diğer yandan, İtalya'da ise özel benzin istasyonlarının maliyeti istasyonun büyüklüğüne ve işletme gereçlerine 260,000 $ ile 780,000 $ arasında olup sadece doğal gaz dolum istasyonu ise 400,000 $ ile 700,000 $ arasındadır. Eğer benzin istasyonuna ek olarak kurulacak ise Doğal gaz kompresörü ve dispanseri maliyeti 260,000 $'dır.

Emisyon azalımı ve sağlık etkileri gibi dış etkenler sayılmaz ise basitçe doğal gazlı taşıt ekonomisinin anahtar belirleyicileri aşağıdakilere bağlıdır.

1) Doğal gaz ile benzin/dizel arasındaki fiyat farkı
2) Bir taşıtın yıllık yakıt tüketimi

Petrolün şimdiki fiyatı genellikle doğal gazlı taşıtları kabul edilebilir aralıkta tutarak iki ila üç yıl içerisinde yatırımı geri döndürerek teşvik etmektedir. SDG, petrol ve dizel yakıttan %30 - % 50 daha düşük olduğunda çok çeşitli faktörlere bağlı olarak geri dönüş iki ila üç yıl içerisinde olabilmektedir. Taksi, otobüs ve çöp kamyonları gibi yüksek yakıt sarfiyatlı taşıtlar Doğal gazlı taşıtlar için en iyi adaylardır. Fakat İtalya ve Arjantin gibi dolum istasyonu ağı yeteri kadar gelişmiş olan ülkelerde OEM ve dönüştürülmüş banliyö taşıtları, doğal gaz fiyatları benzin ve dizelden %30 - %50 daha düşük olduğu sürece, ekonomik olarak çekici olabilir.

Yakıt fiyatı ve vergi doğal gazlı taşıt ekonomisinin kritik parametreleridir. Yakıt fiyatının %51- %83'ünün vergi olduğu Avrupa'da, örneğin, vergilerin ayarlanması ile teşvikler için geniş bir hareket sahası vardır. Belçika ve İrlanda'da bir taşıt yakıtı olarak doğal gazda vergi yoktur. İtalya 1999'da düşük bir vergi koymuş olmasına rağmen bu vergi, gelecek beş yıl içerisinde artacaktır, fakat yine de dizel ve benzin vergilerinden daha az olacaktır. İsveç, Almanya, İngiltere ve daha az mertebede de Hollanda'da yakıt vergi indirimleri uygulanmıştır. Arjantin'deki olumlu yakıt vergi politikaları, doğal gazlı taşıt pazarını teşvik etmeye yardım etmiştir. Doğal gazlı taşıtların emisyon azaltım potansiyelinin çok yüksek olduğu eski taşıt teknolojili ülkelerde vergi düzenlemeleri kullanılarak yürütülen çevresel politikalar doğal gazlı taşıt pazar gelişimine çok olumlu etki yapmaktadır.

Birçok hükümet temiz yakıtlı taşıtlar için çok çeşitli teşvikleri artarak sağlamaktadır. Taşıtlar yüksek vergilendirildiğinden, vergi düzenlemeleri doğrultusunda doğal gazlı taşıtların fiyatlarını azaltmak için çok fazla olanaklar vardır. Mısır'daki gibi düşük kredi faizi, Kanada ve A.B.D.'deki gibi düşük araç fiyatı sübvansiyonu ve geniş tüketici aralığında doğal gazın fiyatlandırılması doğal gazlı taşıt ekonomisinin gelişmesinde kullanılan tekniklerdir. Arizona eyaletinde, sübvansiyonlar ve fiyat düzenlemeleri doğal gazlı taşıtları, geleneksel yakıtlı taşıtlardan daha ucuz yapmaktadır.

Finansal olmayan politikalarda ayrıca doğal gazlı taşıt kullanıcılarını hareketlendirmek için araştırılmakta ve tamamlanmaktadır. İsveç, Gothenburg'da belediye park alanlarında veya şehir park sayaçlarında, doğal gazlı ve elektrikli taşıt kullanıcılarına ücretsiz park hizmeti sunulmaktadır. Paris, hava kirliliğinin yüksek olduğu günlerde, bezin ve dizel taşıtları tek-çift plaka ile yasaklamaktadır, fakat doğal gazlı, propanlı ve elektrikli taşıtlara, yasak koymaksızın izin vermektedir. A.B.D.'de, iki veya üç insandan daha az yolcu olan taşıtlara şerit yasağı getirirken, temiz yakıtlı araçlara, içinde bir kişi bile olsa izin verilmektedir. Bu tür teşvik edici politikalar, doğal gazlı taşıtların hızlı yaygınlaşmasına güçlü bir şekilde cazip olmaktadır.

Bütün taşıtların %5 ila %10'u Doğal gazlı taşıt pazarına ulaştığında, sübvansiyonlar, teşvikler ve diğer destek programları yavaş yavaş azaltılabilir. Ekonomik ölçüleri başarmak mümkündür. Bu ekonomik ölçüler, doğru seri üretimin desteklenmesi veya petrol fiyatlarının yükselmesi gibi diğer dış faktörlerin sonuçlarına bağlı olarak

taşıtlar için yeterli talep doğrultusunda oluşur. Mevcut doğal gazlı taşıt teknolojisinin çevresel yararları, dumanlı sis ve ozon oluşumu veya global ısınma ile ilgilenildikçe önemli olacaktır.

Doğal gazlı taşıtlar ve temiz yakıtlar ile ilgili olan her ülkede tipik beş yetkili merci vardır. Bunlar;

- Doğal gaz Endüstrisi Yakıt Sağlayıcıları,
- Yerel veya ulusal hükümet,
- Malzeme sağlayıcıları (Sistem, bileşenleri ve OEM'ler dahil),
- Müşteri,
- Çevresel Organizasyonlardır.

Temiz havayı ödemenin bir bedeli olduğunu anlayarak, kimsenin fazla ödememesi için bu bedeli bu yetkili mercilere orantılı bir şekilde bölüştürmek gerekir. Diğer taraftan, müşteri tarafında, doğal gazlı taşıtların ekonomik uygulanabilirliği anlaşılır olmalıdır. Başarıyı belirleyecek bir çok politik, teknik ve pazar yönlendirici bir çok faktör vardır. Fakat müşterilerin mevcut en iyi ve kısa vadede ve gelecekte olabilecek en iyi mümkün fiyatlı doğal gazlı taşıt teknolojilerine ulaşabilmeleri için, yakıt sağlayıcılarından ve hükümetten gelen destek kritik olacaktır. Taşıt sayısının büyümesine izin verecek faktörlerin dengelenmesini başarmak aynı zamanda dolum istasyon ağının gelişmesini cesaretlendirmek uğraştırıcı bir şeydir. Hem kazanç ve hem de çevresel yararlarının başarılabilmesi için doğal gazlı taşıtları ticarete dökmek mümkün olacaktır. Aynı amaçları başarmak için yetkili beş merciinin ortak amaçlı olması gerekmektedir.

2.9. Arjantin'de Doğal Gazlı Taşıt Pazarı

Geniş yakıt seçeneği bütün ulusların hedefi olup karmaşık ekonomiler için gerekli desteklenebilir büyüme için stratejileri tasarlarken enerji kaynaklarını ararlar.

Arjantin, 1973'deki Yom Kippur savaşından sonra 70'lerde keşfedilen büyük doğal gaz sahalarının avantajları doğrultusunda enerji değişiminin ilave politikaları geliştirmişlerdir. Daha sonra doğal gaz yakıt pazarı oranı % 24 iken pozitif ilerlemeler ile 1998'de %47'ye yükselmiştir.

Petrolde kendine yeterli olmak ve yeni doğal gaz alanlarına sahip olmak 80'lerde yeni bir eğilim doğrultusunda bir program amaçlandı. Buna göre;

a) SDG' nin olası büyümesi sıvı yakıtlar ile yerini değiştirmekte ve ödeme dengesinin gelişmesi ve petrol ihracatı için yol vermektedir,

b) Alternatif düşük fiyatlı otomotiv yakıtları, sıvı yakıtlardaki vergi artırımları bilinçlenen istenmeyen kuvvetli itirazlar olmadan savunulur.

Doğal gazın çevresel avantajları bilinmektedir fakat bu avantajlar, harekete rehberlik etmemektedirler. 1984 yılında başlayan sıvı yakıt değişim programından önce, Arjantin'in iyi teşhis edilmiş doğal gaz tüketim kültürü ve en popüler şehirlere ulaşmış boru hattı altyapısı vardı.

Arjantin'de doğal gazlı taşıt pazarı için ilk politika Aralık 1984 yılında çıkmıştır. Buna göre;

- SDG ve sıvı yakıtlar arasındaki geniş yakıt fiyatlandırma farkı,
- Teçhizatlar, prosedürler ve güvenlik için açık kurallar,
- SDG'e ve ses endüstrisi düzenleme kuralları doğrultusunda düzenleme için ilgili kurumlara verilen sınırlı hükümet rolü,
- Sertifikazasyon politikaları

Doğal gazlı taşıtındaki hızlı artış 1984 sonu ile Doğal gaz Devlet Kuruluşu'nun sahip olduğu iki adet doğal gazlı taşıt dolum istasyonu ve ilk dönüşümler olan birkaç hükümet taşıtı ve taksilerden vuku bulmuştur.

Kanada ve Yeni Zelanda'nın doğal gazlı taşıt tecrübelerinden farklı olarak, yüksek enflasyon oranları ve dış borç büyümesi doğrultusunda ne sübvansiyon veya ne de diğer baş ekonomik avantajlar sunulabilmiştir.

1) Endüstriye tedarik edilen benzin ve doğal gaz arasındaki fiyat farkı ile dönüşümler ve istasyonlar için teşvik sağlanabilir. Benzin ile karşılaştırıldığı zaman ilk olarak %65 tasarruf sağlanmış olup bugün ise %70'dir.

2) Yeni dolum istasyonlarına yatırım yaparak oluşan bilinçli özel ilgi. Yatırımcılardan biri doğal gazlı taşıt istasyonlarının yeni bir endüstriye girerek hızlı bir şekilde avantaj sağlamaya çalışan daha önce yakıt işinde olmamış kişilerden oluşur. Diğerleri ise Devlet Enerji Sekreterliği tarafından çıkartılmış

bir istasyon kuran tüccar veya petrol firmasının sahip olduğu dolum istasyonu ile diğeri arasındaki iki km.lik menzil limitini ve hem sıvı yakıt hem de gaz yakıtları beraber satabilecek ikili istasyonların olabilirliğini doğrultusunda yatırım yapmaya razıdırlar. Bu da 1985 Aralık ayında ortaya çıkmıştır. Kasım 1987'de taşımacılık sektöründe gaz yakıtların kullanımı yasasının onaylanması Ulusal Yarar Komisyonu'nun tavsiyesi ile yayınlanmıştır. Devlet Enerji Yetkilileri, özellikle taşımacılıkta kullanılan dizel yakıtın fiyatı üzerindeki sübvansiyonu kaldırmaya başladılar, sonra sıvı yakıt pazar talebini orta ve uzun vadede karşılamak için SDG yoluyla dizel yakıtın fikir değişimini sağladılar. Fakat bu önlem halen bitmedi.

3) Standartların gelişimi ve atölyeler, dönüşüm kitleri, silindirler, kompresör ve dispensırların başarılı ulusal özel endüstri için alan bir marka altında Dönüşüm Kiti Ambalajcıları tarafından organize edilmekte ve denetlemektedir. İthalatçılar ve Üreticiler ürünlerine ve tesisat prosedürlerine garanti ve güvenliğinden sorumludurlar Bunlar 1992'den önce Doğal Gaz Devlet Girişimi ve 1992'den sonra Doğal Gaz Düzenleme Kurulu tarafından güvenliği garanti etmek için standartlar kontrol edilmektedir.

4) Sertifikasyon politikaları, Doğal Gaz Düzenleme Kurulu tarafından karar verilir ve uluslararası bilinen Sertifikasyon Kurumları tarafından yürütülür.

1985 yılından 1999 yılına kadar Doğal gazlı taşıt gelişimi için 1.5 milyar $ yatırım sağlanmıştır. Bu yatırım ile 2002 Ekim ayına kadar 1,036 adet dolum istasyonu, birçoğu yerli üretimi kitlerden ve silindirlerden dönüştürülmüş 778.903 adet taşıt, %60'ı yerli üretimi kompresör ve dispensır, %80 yerli üretimi silindir ve işyeri kullanılmıştır.

Ayrıca indirek olarak ana boru hattı ve dağıtım ağında yeni yatırımlar için orantılı değeri hesaba katarak ölçülebilir bir teşvik doğal gazlı taşıtlara sağlanmıştır.

SDG yakıt satışları toplamı yıllık 601,519,000 $ olup toplam 1.85 milyar Nm^3 doğal gaz satılmaktadır. Tablo 2.17. Arjantin'de 1992 ile Ekim 2002 arasında yıllar itibariyle gaz satışını göstermektedir. Ülkeye sağladığı iş gücü ise 10,000 insana iş sağlamaktadır. Tablo 2.18.'de de belirtildiği gibi Ekim 2002 tarihi ile taşıt tiplerine göre toplam 778,903 adet taşıt bulunup; bunun % 83,37'si özel araçtır.

Tablo 2.17 Yıllar itibariyle Doğal Gazlı Taşıtlara Doğal Gaz Satışı

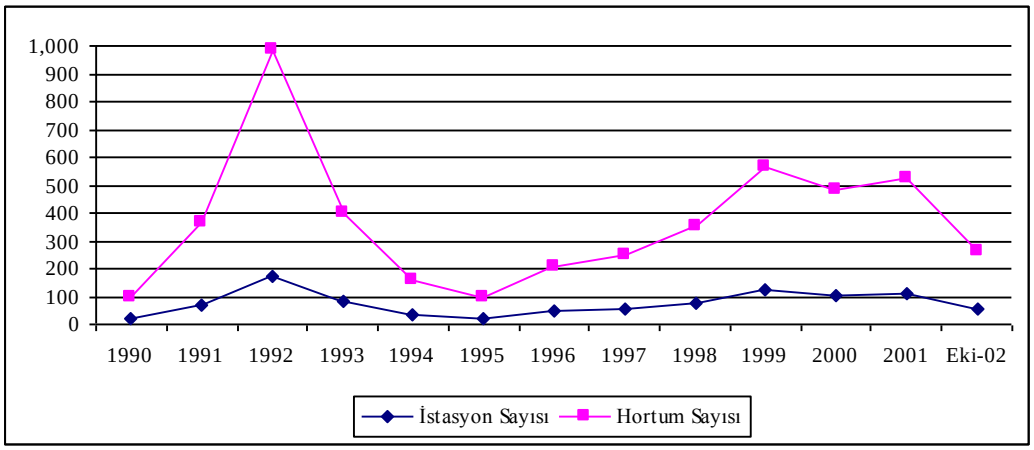
Yıl	Toplam Satış (m^3)
1992	571,613,639
1993	760,488,000
1994	940,371,000
1995	1,007,198,000
1996	1,091,846,000
1997	1,269,935,000
1998	1,411,854,000
1999	1,508,327,000
2000	1,681,059,000
2001	1,850,830,000
Eki-02	1,283,852,000

Tablo 2.18 Doğal Gazlı Taşıtların Dağılımı (Ekim 2002 tarihli)

Sektör	Sayı	Toplama Oranı
Özel	649,392	83.37%
Pick-Up	94,999	12.20%
Taksi	29,020	3.73%
Kamu	1,297	0.17%
Diğer	4,195	0.54%
	778,903	100.00%

1.1.1. Arjantin'de Doğal Gazlı Taşıt Dolum İstasyonu Ağı

Arjantin'de ilk SDG dolum istasyonu 1985 yılında Buenos Aires'in şehir merkezinde ve Ulusal Hükümet binasının 500 m ilersinde kurulmuştur. Merkezi konumu, SDG' nin ne kadar güvenilir bir yakıt olduğunu ve hükümetin doğal gazlı taşıtlar hakkında kararlılığını göstermeyi amaçlamaktadır. Yıllar itibariyle gelişen doğal gazlı taşıt sektörü dolum istasyon sayısını da arttırmış olup Şekil 2.19 ve Tablo 2.19'da 1984 ile Ekim 2002 arasında yıllar itibariyle açılan İstasyon sayısı, hortum sayısı ve kapasitelerini göstermektedir.



Şekil 2.19 Yıllar itibariyle İstasyon Sayısı ve Hortum Sayısı

Tablo 2.19 Yıllar itibariyle İstasyon Sayısı, Hortum Sayısı ve Kapasiteleri

Yıl	İstasyon Sayısı	Hortum Sayısı	m^3/h
1984	2	8	600
1985	2	10	1,700
1986	5	20	3,600
1987	16	70	11,600
1988	23	88	14,870
1989	21	88	16,314
1990	22	100	17,300
1991	69	367	66,240
1992	170	984	168,787
1993	82	398	70,367
1994	37	158	31,176
1995	22	100	17,780
1996	45	210	42,726
1997	55	248	47,174
1998	76	355	70,828
1999	124	567	121,732
2000	101	482	111,860
2001	111	526	119,275
Eki-02	53	264	60,457
	1,036	**5,043**	**994,386**

Sonrasında, yeni sıvı yakıtlı istasyonların inşaatı, Enerji Sekreterliği'nin düzenlemeleri doğrultusunda iki istasyon arasındaki uzaklık 2,000 m 'den az olması durumunda istasyon kuruluma izin verilmedi. Bu durum bir yasa tasarısı ile eğer istasyonda SDG de olacak ise belirli sayıda yeni istasyona sınırlama ile gereksinimleri giderecek şekilde izin verilmiştir.

Böylece, ilk SDG dolum istasyonları, Buenos Aires şehrinde bazıları şehir merkezinde diğerleri ise iyi konuşlandırılmış alanlarda belirli sayıda taksi müşterisine hizmet vermeye başladı. Şu an 10,173 taksi ve 6,000 taşıt Buenos Aires'de dolaşmakta olup hepsi SDG yakıtlı olmasına rağmen iki yakıt durumlarını korumaktadırlar.

Sistemin onaylanmış yüksek güvenliği ve SDG kullanılması ile %65 tasarruf, dolum istasyonlarında yatırımcıları çoğaltmış ve ilk periyoda 1985 ile 1991 arasında yatırımın geri dönüşü iki yıldan daha az bir sürede olmuştur. 1992'de şimdiki parasal istikrara güç sağlamak ve önceki hiper enflasyonu sona erdirmek için ekonomik programın başlatılmasıyla yatırımcıların hızla artışı rastlantılı bir şekilde aynı zamanda olmuştur.

Dolum istasyonlarına yatırım öncesi, dönüştürülmüş taşıt sayısını bekleyen yatırımcıların ikilemi, bağımsız bir pazar eğilimi olan kişiler yüzünden Arjantin

pazar güçleri tarafından tereddüt etmeksizin uyumlu oldurulmuşlardır. Eğer sadece geleneksel petrol pazarlamacıları ve doğal gaz distribütörleri yalnız hareket ederlerse, SDG' nin kullanılan durumu tümüyle umulandan farklıdır.

Dolum istasyonlarına yapılan yatırımın geri dönüşümü ile ilgili olarak bir örnek verirsek Buenos Aires'den 60 km güneyde olan La Plata şehrinin varoşunda kurulu olan dolum istasyonu Ağustos 1997'ye kadar 496,199 Nm^3 gaz satmıştır. Teçhizatlar, Saatte 550 Nm^3'lük 2 adet kompresör ve 8 adet dolum hortumundan oluşur. Bu teçhizatlara verilen toplam yatırım 950,000 $'dır. 24 saat açık olan istasyonda her 8 saatte bir 3 saha görevlisi ve 1 denetçi görev yapmakta olup toplam insan gücü günde 10 kişidir. Dolum istasyonu sahibinin karı her Nm^3 için 0.136 $ civarındadır. Yatırımın geri dönüşü 32 aydan 36 aya kadar değişmektedir.

Bu örnek kendi bayrağına sahip bağımsız ve büyük petrol zincirlerine ait olmayan net 6 istasyona yöneten bir tüccara aittir. Arjantin pazarında bu kategoride geleneksel petrol pazarlamacı halkası dışında izin verilen birkaç tüccar vardır.

Ortalama bir günde bu gerçek örneğin ortalama satış sonuçları aşağıdaki gibidir:

22:00 – 06:00 2,610 Nm^3

06:00 – 14:00 6,309 Nm^3

14:00 – 22:00 7,089 Nm^3

Teçhizatlar, maksimum oranda çalışmaktadır.

SDG'yi fazla kullanan taşıtlarda dönüşüme verilen bedelin geri dönüşü, bir yılda 120,000 km yapan bir taksi için Aralık 1999 SDG fiyatlarına göre Arjantin'de 50 günde olur. Bu hesaplama ile ilgili olarak kullanılan eşitlikler şu şekildedir.

(2 vardiya/gün) x (200 km/vardiya) x (300 gün/yıl) = 120,000 km/yıl (1.2a)

(1.05 $/$lt_{benzin}$) – (0.33 $/$lt_{SDG}$) = 0.72 $/$lt_{SDG}$ (1.2b)

(0.72 $/$lt_{SDG}$) / (10 km/$lt_{SDG}$) = 0.072 $/km (1.2c)

(1,200 $) / (0.072 $/km) = 16,666 km (1.2d)

(16,666 km) / (120,000 km/yıl) = 0.139 yıl = **50 gün** (1.2e)

Otomobil veya kamyonet veya pick up gibi SDG'yi orta durumda kullanan taşıtlarda dönüşüme verilen bedelin geri dönüşü, yılda 20,000 km yaptığı düşünülürse yukarıdaki denkleme göre 10 aydır.

Bugün Arjantin'de 1,036 adet SDG dolum istasyonu bulunmakta olup yılda 1,850 milyon Nm^3 SDG satılmaktadır. SDG ve ilgili aktivitelerden yılda yaklaşık 650,000,000 $ brüt gelir elde edilmektedir.

Dönüşümlerin sayısı, 1999 yılında ayda 5,000 adet ile dengelenmişti. Bu da, 500,000 aracın tam pazar dönüşümünün pik noktasında aylık olarak dönüşümlerin %70'ini temsil eder. Fakat Ekim 2002 tarihinde IANGV'nin istatistiklerine göre bu ayda 17,000 taşıta çıkmıştır.

Yerli SDG endüstrisi, Latin Amerika ve Asya ülkelerine ISO 9000 belgeli kompresör, dispensır teçhizatı, silindirler ve tam dönüşüm kitleri ihraç etmektedir.

Arjantin SDG gelişim sürekliliği, Arjantin'de üretilmiş otobüs ve parçalarla başlıca toplu taşımacılıkta SDG' nin olabilirliğini elinde tutmaktadır.

2.9.2. Arjantin'de Doğal Gazlı Taşıt Gelişimi için Gereklilikler

Gelecek SDG gelişimi, aşağıdaki değişkenlere bağlıdır.

1. Vergi Kararlılıkları
2. Otomotiv endüstrisinin yararları
3. Doğal gaz dağıtım şirketlerinin yoğun içeriği

- Yeni bir Dizel yakıt vergi politikası

Bunun için;

a) Daha fazla mali vergi geliri ararken aynı zamanda büyük pazar payında SDG yakıtlı otobüslerin gelişmesine yardımcı olmak

b) Bir alet gibi çevresel gelişimi ve minimum kirlilik bedelini geri almak

c) Petrol rafinerisinin işlem hacminin uyumunu aramak

Bu başlıkları açtığımız zaman;

a. 12 sent artı K.D.V. düzeyinde ki günümüzün Dizel yakıtı vergisi, taşıma problemleri her yandan çok düşük olduğunu dikkate almak gerekir. Çünkü, asfalt inşaatı ve bakımı, nispeten bu vergi artı taşımacılık ile yapılan direkt ve indirek bütün diğer etkilerden gelir. Yakıt vergileri, yol kullanımı için yapılacak bakımlar doğrultusundaki tek araçtır. Kullanıcılar sadece yakıtın kaynak bedelini için değil ayrıca yakıt tüketimi ile birleşik durumlardaki

yüklemiş fiyatı için de ödeme yapması gerekir. SDG temiz bir yakıt olup az kirlenme sağlar ve bundan dolayı toplumsal fiyatının değeri vardır.

b. Kirlilik masrafı vergi politikasını haklı göstermekte olup temiz alternatif yakıtların kullanımının bedeli belirlemek sosyo ekonomik çalışmalar ile sağlanmıştır. Diğer ülkelerdeki bazı çalışmalar doğrultusunda benzinin sosyal maliyeti 10 sent iken dizelin 21 sent ve SDG' nin ise 2 sent olarak belirlenmiştir.

c. Dizel yakıtı pazarının büyüme eğilimi, dizel ve benzin ihracatı ve ithalatında önemli sapmalara neden olarak petrol rafinerisi işlem hacmine tesir eder. Pazardaki daha çok alternatif yakıt, tüketim eğilimlerine uyum sağlamakta yardımcı olur.

Arjantin'de yolcu taşıma otobüsleri ve ağır iş taşıtları tiplerinin % 100'ü dizel yakıt ile güç sağlanmaktadır.

Dizel yakıtı için düşük vergi politikası, benzin ile fiyatlandırmasının oransızlığına istinaden, on yıl süresince tarım aktivitelerini ve düşük otobüs bilet ücretlerini desteklemek amaçlıdır. 1996'ının bir bölümü ve daha önceki yıllar boyunca, dizel yakıt fiyatı, otobüs müteahhitleri tarafından 0.18 $/lt + K.D.V. olarak ve diğer son tüketiciler tarafından 0.75 $ benzin yakıtına karşılık 0.26 $ olarak ödendiğini hatırlamak önemlidir. Sonra diğer bütün tüketiciler, (arabalar, pick-uplar, tırlar ve diğer lüks otomobiller dahil) bu segmentin dizel yakıt payının büyümesini ve avantajlarını almıştır.

Mali gelirin büyük miktarının kaybı, irrasyonel politika ve ilk endüstri'den son zamanlardaki çalışmanın bir sonucudur. Ticaret Sekreterliği, eğer yeni bir vergi sistemi bu meseleyi düzeltmez ise gelecek yıllarda benzer büyüklükte ek olarak mali gelirin büyük kaybını öngörmektedir.

Bu özel durumun, son on yılda SDG'de en başarılı ülke olduğundan Arjantin için kabul etmesi zor olmasına rağmen iyi sağlık ve çevre sonuçlarında karşılığı yoktur.

Bu doğru kontrol edilemez durum, petrol rafinerilerini yeterli olacak kadar daha çok ham petrol işlemeye zorlayarak ve daha çok dizel yakıtı ile birlikte daha çok benzin üreterek ülkenin ödemelerinin dengesini etkileyen bir "Pandora Kutusu" açmıştır. Benzin'in fazlalığı, ihraç edilmiştir ve her zaman değil ama uygun fiyatlarda satılmıştır ve bazen de dizel yakıt ihraç edilmiştir.

Buna rağmen, dizel yakıt vergisi üzerindeki bir artış, 1996'nın son aylarında yürürlüğe girmiş olup yeni hafif iş dizel yakıtlı taşıtlar için Ocak 1997'de %10 artı ilave vergi uygulanmıştır.

Fakat bütün bu ölçümler, düşük dizel vergi geleneği ve yerli ve yabancı otomobil endüstrisi tarafından güçlüce etkilenen pazarda hafif iş dizel yakıtlı taşıt alımı için eğilimi durdurmaya yeterli olmamıştır. Örnek olarak Brezilya, ürettiği hafif iş dizel yakıtlı taşıtları özellikle Arjantin'e ihraç edilmesine izin verirken ülkesinde satılmasına izin vermemektedir.

Arjantin'de SDG seçeneğinin gelişmesi, aylık dönüşümlerin sayısının sabit kalmasıyla olgunlaşma seviyesine yükselmiştir ve mevsimsel değişimler dışında hafifçe büyümektedir.

SDG' nin diğer uygulama alanları gelişmekte olması belirgin hale gelmesiyle iş hacmi büyümeye devam etmiştir.

- Sübvansiyonlar

SDG, Arjantin'de büyük endüstriyel tüketiciler için doğal gaz ile aynı vergi alınarak özendirici olarak sübvansiyon sağlanmamıştır. Pazar gelişimi, özellikle özel sektör tarafından yapılmıştır. SDG kentsel otobüs projesi için ileriki teşvikler, birkaç muhtemel alternatifte ağırlaştırılmıştır.

2.10. Mavi Koridor Projesi

Rus Vernadsky Vakfı tarafından geliştirilen ve Avrupa'da yük taşımacılığı yapılan ulaşım koridorları üzerinde SDG istasyon zinciri kurulması ile araç trafiğinden kaynaklanan kirliliğin azaltılmasını, ülkeler arası taşımacılık sektörünün geliştirilmesini amaçlamaktadır.

Global petrol rezervi ömrü 40 yıl iken gaz rezervlerinin ki 100 yıldır. Global petrol talebi, petrol üretimini aşmış olup Avrupa'daki gaz rezervi de petrol rezervini 4 kat aşmıştır. Bu açıklamalar altında mavi koridor projesinin önemi daha da artmıştır.

Bu projenin ana amacı şöyledir;

- Avrupa'da ekolojik durumu geliştirmek
- Sınırlar arası trafiğin verimini arttırmak

- Yakıt kaynaklarını aramak
- Yeni gaz pazarını geliştirmek ve korumak
- Taşımacılık rotalarına yakın bölgelerdeki gaz altyapısını geliştirmek
- Avrupa'daki karşılıklı ticari ve insancıl alışverişi geliştirmek

Proje aşağıdaki gereklilikler üzerine kurulmuştur.

- Uluslararası çevresel katı gereklilikler
- Güçlü doğal gaz kaynakları
- Avrupa'da gaz boru hattı altyapısının gelişmesi
- Doğal gaz motor yakıtlarının ekonomik sesliliği
- Doğal gazlı taşıt gelişimindeki ilerlemeler
- Avrupa'da Uluslararası Taşımacılık Geçitlerinin bulunması
- Jeopolitik görünüş – Avrupa'da yeni gerçek ve sonuç olarak, nakliye ve yolcu trafiğinin devamlı artışı

Otomotiv taşımacılığının çevresel etkileri, günümüzde kullanılan yakıt tiplerine göre toplam kirliliğin %85'i, atmosferik havanın kirlenmesinin % 95'i ve gürültünün %45'idir. Mavi koridor projesi ile bazı çevresel avantajlar ortaya çıkar. Bunlar;

- Karbonoksit emisyonlarında 3 kat azalma
- NO_x emisyonlarında % 30 ila % 40 azalma
- Katı partiküllü emisyonların 8 ila 10 kat azalma
- Kanserojen emisyonların 100 kattan fazla azalma
- Motor sesinde % 10 azalma
- SO_x emisyonu hiç yoktur.

Operasyonel avantajları ise;

- % 40 motor ömrünün artması
- Motor geri dönüşümü zamanının 1.5 kat artması
- Motor yağı ömrünün artması ve işletme maliyetlerinin % 40 ila % 45 azalması

- Motor dizaynının ana değişimleri olmaksızın doğal gaz yakıt kullanımı için potansiyeldir.

25 Kasım 2002'de Hollanda'da yapılan toplantı'ya Türkiye'den BOTAŞ yetkilisi ile birlikte 20 kadar iştirakçi katılmış ve Moskova - Varşova - Berlin arasındaki hattın uygunluğu üzerine yapılan araştırmaların sonuçları üzerinde durulmuştur. Bu hat 1850 km olup E30 karayolunun bir kısmını içerir. 2010 yılında bu hattaki günlük toplam Ağır İş Taşıtı 16.000 olacağı düşünülmektedir. Beyaz Rusya bölümünde yeterli sayıda dolum istasyonu vardır fakat Almanya, Polonya ve Rusya Federasyonundaki hattın bölümünde daha çok istasyona gerek vardır. Böyle bir istasyonun maliyeti 250.000 Euro civarındadır.

Tablo 2.20 Moskova – Berlin Koridoru – E30 Koridoru

Yakıt Çeşidi		Emisyon Miktarı (t. gün/yıl)	Emisyonda Azalma (t. gün/yıl)	Yakıt Gideri (Mil. euro gün/yıl)	Yakıt Tasarrufu (Mil. euro gün/yıl)	Yakıt Tasarrufu (Bin litre gün/yıl
Dizel	**Gün**	2,995.2		4.328		
	Yıl	1,093,248		1,579.8		
SDG	**Gün**	276.5	2,718.7	2.857	1.471	5,092
	Yıl	100,915	992,333	1,046.6	533.2	1,858,580

Motorin tüketimi = 0.442 litre / araç km;
SDG Tüketimi = 0.508 araç km;
Dizel Araçların Genel Emisyon Miktarı = 0.26 araç km;
SDG'li araçların genel emisyon miktarı = 0.024 kg / araç km

Moskova Berlin koridorunda SDG kullanılması durumda yıllık olarak 533.2 milyon EURO bir tasarruf elde edilecek olup ayrıca emisyon miktarında da yaklaşık % 91 azalma olacaktır. **(Tablo 2.20.)**

Mavi Koridor Projesi için Avrupa Birliği Altıncı Kalkınma Programı'ndan fon verilmesinin olasılığı olduğu ve 800 Milyon Euro olacağı düşünülmektedir. AB, 2020 yılında alternatif ve bio yakıt ile şimdiki yakıt kullanımının değişim hedefini % 20 olarak vermiş ve alternatif yakıtların kullanımı konusunda bir talimat yayınlamıştır. Bu da 2020'ye kadar doğal gaz ve 23 milyon doğal gazlı taşıtlar için pazarın %10'u demektir.

Mavi akım projesinde dört hat bulunmaktadır. Bu hatlar;

1. **Orta Rota:** Moskova – Minsk – Varşova – Berlin – Hannover – Frankfurt – Basel – Metz – Paris – St. Sebatian – Madrid – Lizbon – Oporto
2. **Kuzey Rotası :** Moskova – Helsinki – Stockholm – Oslo – Göteborg – Kopenhag

3. **Orta Doğu Rotası :** Moskova – Kiev – Budapeşte – Sofya – İstanbul
4. **Güney Rotası :** Moskova – Minsk – Varşova – Prag – Nuremberg – Münih – Verona – Roma – Palermo

Ayrıca 25 Kasım 2002'de E18 ve E105 yolları üzerinde olan Helsinki – St. Petersburg – Moskova koridoru, Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG) kullanımı için potansiyel olması nedeni ile Mavi Koridor Projesine eklenmiştir. Finlandiya, Rusya için önemli bir ticari ortaktır ve 1000 Rus tırı her gün Finlandiya'ya geçmektedir. St. Petersburg çevresinde SDG' nin büyük bir oranda üretimi olması bir avantaj olmuştur.

Projenin potansiyel iştirakçileri;

- ilgili hükümet kuruluşları
- gaz şirketleri
- müteahhitler ve gaz taşıtları ve ekipman üreticileri
- gaz dolum istasyonu üreticileri
- ulusal ve uluslararası hükümet dışı organizasyonlardır.

Projeyi tamamlamak için bir Rus sektörler arası iş grubu kurulmuştur. Bu grup Yabancı İşleri Bakanlığı, Ekonomi Bakanlığı, Taşımacılık Bakanlığı, Enerji Bakanlığı, Gazprom Şirketi, Vernadsky Vakfı ve Milli Doğal Gazlı Taşıt Organizasyonundan temsilciler içermektedir.

Projeye, güçlendirilmiş gelişim için Birleşmiş Milletler Avrupa için Ekonomik Komisyonu (UN ECE), Avrupa Güvenlik ve İşbirliği Komisyonu (OSCE), Avrupa Doğal Gazlı Taşıt Derneği ve Dünya İş Konseyi tarafından destek verilmektedir.

Şüphesiz projenin uygulaması, Avrupa'da birçok çevresel, ekonomik, sosyal ve insancıl çözüme olanak sağlayacaktır.

2.11. Türkiye'de Doğal Gazlı Taşıt

Türkiye 2005 yılına kadar çeşitli ülkeler ile "ya tüket ya da öde" şeklinde toplam 36.2 Milyar m^3 gaz ihraç edecek olup 2001 yılı Türkiye tüketimi 16 Milyar m^3'dür. Enerji Piyasası Denetleme Kurulu'nun yaptığı açıklamaya göre 2003 yılı tahmini doğal gaz tüketimi ise 23 milyar m^3 olacaktır. Doğal gaz boru hatlarının gelişimi son

yıllarda artmasına rağmen enerjinin dengelenmesine göre talebin az olduğu dönemlerde arz fazlası gazı "ya tüket ya da öde" prensibine bağlı kalarak cezai şartnamelere kalmadan tüketilmesi gerekmektedir. Bu noktada diğer ülkelerde olduğu gibi doğal gazlı taşıt pazarını geliştirmek gerekmektedir. Fakat Türkiye'de bu pazarın gelişimi için devletin herhangi bir katkısı yoktur. Aksine 2002'de doğal gazlı taşıtların kullandığı doğal gaza gelen vergiler nedeni ile taşıtlarında doğal gaz bulunan taşıt sahipleri kitlerini söktürmüşlerdir. Bu noktada gaz talebini karşılayan dolum istasyonları da iş görmez hale gelmiştir.

Türkiye'de sıkıştırılmış doğal gaz'ın fiyatı BOTAŞ toptancı fiyatının üzerine Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) gelmektedir ki bu vergi doğal gaz fiyatının yaklaşık olarak 1.5 katıdır. BOTAŞ fiyatı üzerinden %30 dağıtım şirketi payı, BOTAŞ + dağıtım şirketi toplam fiyatı üzerinden % 10 bayii payı ve bunların hepsinin toplamının % 18 KDV eklendiğinde doğal gazın fiyatı taşıtlar için BOTAŞ'ın satış bedelinin 3.42 katı etmektedir. Bu da yaklaşık 0.81 EURO demektir. Bu durumda hükümet sıkıştırılmış doğal gaz üzerine koyduğu vergiler ile pazarın gelişmesine destek vermemektedir. Ama eğer Türkiye, doğal gaz arz fazlasını tüketemez ise cezai şartlara uyarak harcamadığı gazın parasını vermekte ve bu pazardan aldığı vergiden daha fazlasını ithalatçılara ödeme riski doğmaktadır.

Tablo 2.21 Taşıtlar için Yakıt Karşılaştırılması

Yakıt	**Süper Benzin**	**Dizel**	**Sıkıştırılmış Doğal gaz (ÖTV = 434.187,-TL/m3)**	**Sıkıştırılmış Doğal gaz (ÖTV = 5.856,-TL/m3)**
Motor	1.6 litre	1.9 JTD	1.8 5V	1.8 5V
Yıllık Ortalama Kullanım (km)	15,000	15,000	15,000	15,000
Ortalama Tüketim (lt/100km)	8.60	6.40	5.80	5.80
Yakıt Fiyatı ($/lt)	1.02	0.76	0.81	0.34
Yıllık Yakıt Maliyeti	$1,316	$730	$705	$296

Tablo 2.21.'de süper benzin kullanan bir aracın yılda 15,000 km yapması durumunda toplam 1,306 $ yakıta vermektedir. Şuan uygulanan ÖTV bedeline göre yıllık aynı ortalama kullanım ile 705 $ yakıt tüketimi olacaktır. Aradaki fark 601 $ olup 2,000 $'lık bir doğal gazlı taşıt kitinin geri dönüşümü ancak 3 sene 4 ayda olmaktadır. Bu da doğal gaza dönüşümü bireysel sürücüler için azaltmaktadır. Fakat yılda 120,000 km yapan bir taksi (Tablo 2.21.'deki SDG'li taşıtta) için geri dönüşüm

168 günde olmaktadır. Aynı şartlar altında Arjantin'de geri dönüşüm 50 gündür. Türkiye'de ÖTV'nin 5,856.-TL/m^3 olması durumunda Arjantin'deki geri dönüşüm gün sayısına ulaşılabilir.

Türkiye'de uygulanan SDG tüketim vergisinin benzindeki vergiye oranı % 50'dir. Bu vergi oranı Belçika, İrlanda, Çek Cumhuriyeti, Polonya ve Belarus'da % 0'dır. İsveç'te % 10, Almanya ve İngiltere'de % 25 ve Rusya Federasyonu'nda % 50'dir. Hollanda'da ise % 100'dür. Vergilendirme hususunda Türkiye'de çok kötü değildir fakat bireysel kullanıcılar için geri dönüşümün yavaş olması pazarın gelişimini etkilemektedir.

Türkiye'de SDG'li taşıt konusunda ilk çalışmalar 1990'lı yılların başında Ankara ve İstanbul'da şehir içi toplu taşıma araçlarında, üniversitelerin desteğinde pilot bir çalışma ile yapılmıştır. Fakat başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Halen Türkiye'deki 5 dolum istasyonundan ikisi EGO ve İETT'ye aittir. Diğer istasyonlardan 2'si İstanbul'da halka açık istasyon olup en sonuncusu ise Fiat – Tofaş fabrikasındadır. 2002 yılında SDG'ye getirilen yeni vergi ile doğal gazlı taşıtlardaki kitler sökülmüş ve bu nedenle İstanbul'daki bir dolum istasyonu kapanmıştır.

Taşıtlarda Sıkıştırılmış doğal gaz kullanılabilmesi için yapılması gereken işlemler Resmi Gazeteye göre belirlenmiştir. Resmi Gazete'de yayınlanan yönetmelik değişikliğine göre, araçlarda dönüşüm montajı yapan firmalar, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'ndan "İmalat Yeterlilik Belgesi" almaları gerekmektedir. Bu firmalardan "Yakıt Sistemi Uygunluk Raporu" da istenerek dönüşüm montajları, projesine uygun olarak eğitilmiş uzmanlarca gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca, araçların bu yöntemle çalıştıklarını göstermek amacıyla, Türkiye Şoförler ve Otomobilciler Federasyonu ya da Makine Mühendisleri Odası'ndan alınacak ve üzerinde SDG yazılı etiketler, araçların ön ve arka camlarının sağ üst köşesine yapıştırılması gerekmektedir.

3. SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZI (LPG)

LPG, 1900 başlarında keşfedilmiştir. Yıllar boyunca, kolayca bulunabilir, taşınabilir ve verimli yakıt olması maksadıyla bu temiz yanmanın kullanımı için binlerce uygulama geliştirilmiştir. LPG, diğer enerjilerin güvenliğini ve verimini her gün on milyonlarca tüketiciye ulaştırarak aynı yararları sağlamaktadır.

Bu doğrultuda; sadece bu tek yakıt, LPG, Brezilya'daki aile ve Hindistan'da restoran sahibi için yemek yakıtı, İrlanda'da dükkan sahibi için soğutucu, Tokyo'da taksi için Oto LPG, Kanada'da aile evi için ısınma, Teksas'da çiftlik sahibi için otları yakmaya, dünyayı balonla hiç durmadan yalnız yolculuk için havalandırmak için ısı sağlamaya, Hollywood starları için saç spreyi yapmaya ve Everest tepesine çıkan dağcılar için hayat kurtarma yakıtı gibi değişik alanlarda kullanılarak hizmet vermektedir. Hatta Olimpiyat meşalesi bile LPG ile çalıştırılmaktadır.

3.1. LPG Nedir?

LPG'nin açılımı "Liquefied Petroleum gaz" yani sıvılaştırılmış petrol gazı demektir. Sıvı Gazlar denilen, hafif hidrokarbon ailesinden oluşmaktadır. Bu ailenin en çok kullanılan üyeleri, propan (C_3H_8) ve bütan (C_4H_{10}) dır. Diğer üyeler ise etan ve pentandır. Bu yakıtların ayrı pazarları vardır.

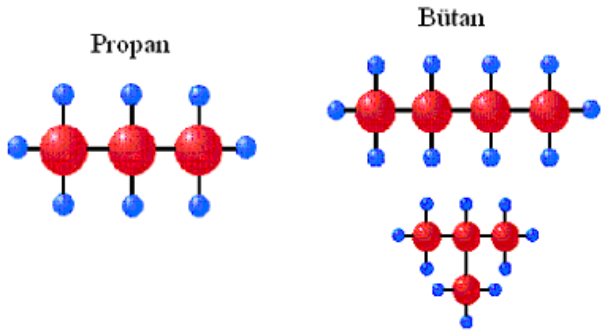
"Sıvılaştırılmış gaz" terimi doğada bulunan bütün cisimlerin sıvı, katı ve gazdan ibaret olduğu gerçeği ile aykırılık göstermektedir. Fakat, LPG'nin benzersiz karakteri, kendisini popüler ve geniş kullanımlı bir yakıt yapmaktadır. LPG normal sıcaklık ve basınçta gaz halde olmasına rağmen düşük basınç altında veya soğutulduğunda sıvıya dönüşmektedir. Sıvı haldeyken basıncı bir kamyon lastiği basıncının yaklaşık iki katı kadardır.

3.2. LPG'nin Yapısı

LPG'nin sıvılaştırılmasının sebebi, kolay ve verimli bir şekilde taşınması ve depolanması içindir. Bir birim sıvı haldeki LPG'nin ihtiva ettiği enerji, 270 birim gaz

halindeki LPG'ye eşittir. Eğer gaz halinde depolamak istersek sıvı haldeki depolanacak tankın 270 kat büyük tank kullanmak gerekir. Diğer bir deyişle, LPG, depolanması ve taşınması hatta yanıcı lüle ve motorda kullanıldığı zamanki temiz buharlı yakıtın bütün yararları için yoğunluğu vardır.

LPG, genellikle standart bir ısıtma ve pişirme amaçlı kullanım için propan ve bütan karışımından oluşmaktadır. Propanın buharlaşma sıcaklığı -45°C olup genel kullanım için daha çok yönlüdür. Bütanın buharlaşma sıcaklığı ise -2°C'nin üzerinde olup soğuk ortamda propan gibi buharlaşamayacağından propan bütan karışımı gerekmektedir. LPG daha titiz uygulama gerektiren özel amaçlı uygulamalarda da kullanılabilir. Yemek pişirme, aerosol iticileri ve otomotiv yakıtı gibi uygulamaları içermektedir.



Şekil 3.1 LPG'nin Kimyasal Modeli

LPG, genel olarak propan ve bütan hidrokarbonlarının belirli oranlarda karışımı ile elde edilmektedir. Şekil 3.1. de Propan ve Bütan'ın kimyasal modeli verilmektedir. LPG'nin oluşumunda bulunan tamamlayıcı parçalar;

Genellikle – Parafinik Hidrokarbonlar

Formülü – C_nH_{2n+2}

Propan C_3H_8

Bütan C_4H_{10}

İzo-Bütan C_4H_{10}

İzo-Pentan C_5H_{12}

Diğer Tamamlayıcıları – Olefinik Hidrokarbonlar (Olefinler)

Formülü – C_nH_{2n}

Propilen C_3H_6

Bütan C_4H_8

Butilin C_4H_8

gibi hidrokarbonlardan oluşmaktadır.

LPG'nin alt ısıl değeri, 11.200 kcal/kg olup verimi de % 92'dir. Türkiye'de LPG üç değişik biçimde pazarlanmaktadır. Bunlar;

1. Ticari Propan
2. Ticari Bütan
3. Ticari Bütan – Propan Karışımıdır.

Bu üç tip ürünün teknik özellikleri Tablo 3.1.'de verilmektedi.

Tablo 3.1 Sıvılaştırılmış Petrol Gazlarının (LPG) Yaklaşık Özellikleri

GENEL ÖZELLİKLER		BİRİM	TİCARİ PROPAN	TİCARİ BÜTAN	TİCARİ BÜTAN-PROPAN KARIŞIMI
Bileşimi			Başlıca propan (C_3H_8), Propilen (C_3H_6), etan, etilen, bütan ve bütandan meydana gelen hidrokarbon karışımıdır.	Başlıca bütan (C_4H_{10}), bütilen (C_4H_8) ve propandan meydana gelen hidrokarbon karışımıdır.	Ticari propan (C_3H_8) ve ticari bütandan (C_4H_{10}) meydana gelen hidrokarbon karışımıdır.
Kokusu			Orijinali kokusuzdur, etil merkepten (C_2H_5SH) ile kokulandırılmıştır.	Orijinali kokusuzdur, etil merkepten (C_2H_5SH) ile kokulandırılmıştır.	Orijinali kokusuzdur, etil merkepten (C_2H_5SH) ile kokulandırılmıştır.
Buhar Basınçları	20ºC	bar	9.2	1	3.5
	40ºC	bar	15.3	2.8	6.6
	45ºC	bar	17	3.4	7.5
	55ºC	bar	20.4	4.6	9.3
İlk Kaynama Noktası		ºC	-42	-9	-18
1 m³ Sıvının Ağırlığı		kg	509	582	547-573
Sıvı Halinde Suya Göre Nispi Yoğunluğu			0.509	0.582	0.56
Gaz Halinde Havaya Göre Nispi Yoğunluğu			1.5+D19	2.01	1.84
Molekül Ağırlığı		g/mol	44.1	58.1	53.5
Gaz Hacmi/Sıvı Hacmi			272	238	248
Alt Isıl Değer		kCal/kg	11,100	10,900	10,960
Tutuşma Sıcaklığı(Havada)		ºC	493-549	482-538	482-549
Buharlaşmadan Sonra Toplam Isıtma Değeri		kCal/kg	11,950	11,740	11,800
Maksimum Alev Sıcaklığı		ºC	1,980	2,008	2,000
%95'inin Buharlaşma Sıcaklığı		ºC	-38.3	2.2	2.2
Yanma Ürünleri	CO_2	%	11.6	12	11.9
	N_2	%	72.9	73.1	73
	H_2O	%	15.5	15	15.1
Maksimum Kükürt Miktarı		mg/kg	185	140	140
Bütan veya Daha Ağır Moleküllü Ürün	En çok	%-Hacim	2.5	_	_
Pentan veya Daha Ağır Moleküllü Ürün	En çok	%-Hacim	_	2	2
Propilen Miktarı	En çok	%-Hacim	_	_	_
100 ml.'nin Buharlaşmasıyla Kalan Artık Miktarı	En çok	%-Hacim	0.05	0.05	0.05
Hava Gaz Karışımında Patlama Sınırları	Alt	%	2.15	1.55	1.55
	Üst	%	9.6	9.6	9.6

Türkiye'de hava sıcaklığı bölgeden bölgeye değiştiğinden propan ve bütan karışımının tüm çalışma koşullarında uygun olacak şekilde ayarlanması gerekmektedir. Soğuk iklimli ülkelerde, LPG içerisindeki propan oranının artması ile sıvı fazdan gaz faza geçişi kolaylaştırır. LPG' yi yakıt olarak kullanan ülkelerdeki propan ve bütan oranları yaz ve kış aylarında farklı oranlarda kullanılmakadır. Tablo 3.2.'de de belirtildiği gibi Türkiye'de % 70 bütan ve % 30 propan karışımı kullanılmaktadır.

Tablo 3.2 Ülkelerdeki propan ve bütan karışım oranları

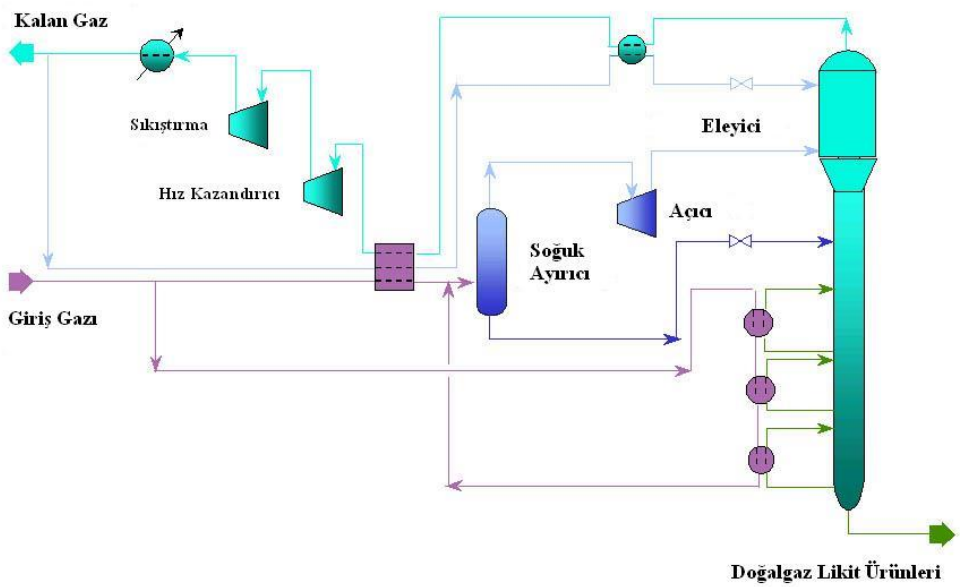
	Propan/Bütan Oranları (%)	
Ülke Adı	***Yaz***	***Kış***
Türkiye	30 / 70	30 / 70
Belçika	30 / 70	50 / 50
Almanya İngiltere İsviçre	Propan	Propan
Danimarka Hollanda	30 / 70	70 / 30
Avusturya	20 / 80	80 / 20
İsveç	50 / 50	Propan

3.3. LPG'nin Oluşumu

LPG, iki büyük enerji endüstrisinin ürünü olup birincisi doğal gaz işlemi ve ikincisi ise petrol arıtmadır. Doğal gaz topraktan çıkartılması sırasında birçok hidrokarbon gazlarının karışımından oluşmaktadır. Metan, "doğal gaz" adı altında satılan karışımda %90 bulunmaktadır. Kalan %10'nun yarısı propan, kalan yarısı da bütan ve etan gibi diğer gazlardan oluşmaktadır. Doğal gaz kuyularından elde edilen LPG her zaman ham petrol kökenli LPG'ye göre daha temiz ve verimlidir.

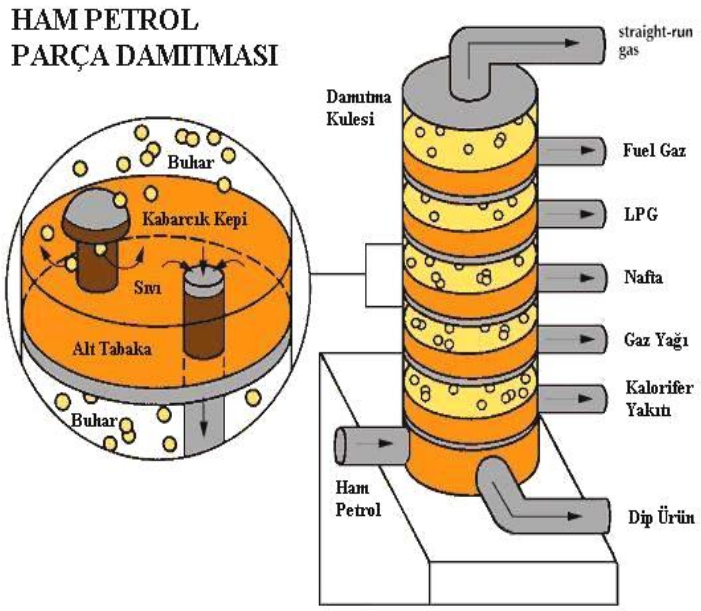
LPG, propan ve bütan gibi hidrokarbonları, doğal gaz işleme aşamasında uygun basınç atında sıvılaştırılmasıyla elde edilir. Şekil 3.2.'de doğal gazdan LPG elde edilmesini sağlayan makinenin şeması gösterilmektedir. LPG ve propan çıkartma için varolan üç proses, petrol emilmesi, bir turbo açıcıda kullanılan kriyojenik ve dış soğutmada kullanılan kriyojeniktir. Doymuş gazın hafif damıtık maddeleri ve mevcut basınç düşümü verilmiş bir turbo açıcı kullanılarak kriyojenik metot, daha efektif maliyet ve verimli yöntem olarak seçilmektedir. Bu yöntemde, gaz ilk önce moleküler bir kurutucu elekte kurutulmakya ve yaklaşık -30°C'e dondurulmaktadır. Sıvı ve buhar birbirinden ayrılır. Ayrılmış buhar bir turbo açıcıda kullanılamaz enerji

kalmaksızın gazın sıcaklığı, LPG bulma sıcaklığı olan -55°C ve propan bulma sıcaklığı olan -65°C'ye düşünceye kadar genişletilmektedir. Sonra sıvı ve gaz yeniden ayrılır ve ayırıcıya bırakılan zayıf doğal gaz yeniden sıkıştırılmakta ve daha sonraki sıkıştırmalar için kompresör istasyonuna yönlendirilmektedir. Tüketiciye iletilmek için HBJ boru hattına giriş yapılmaktadır. İki ayırıcıdan, kondense sıvısı, hafif kalıntı damıtıcı sütununda (HKM Sütunu) etan ve metan gibi az kalıntılar sıyrılarak damıtılmaktadır. LPG bulma modunda, HKM sütununun altı, LPG sütununun LPG ve ağır hidrokarbonlar (ilerde ki Pentan ve SBP çözücüleri damıtılır) içine ilerde ki aşamada damıtılmaktadır. Propan bulma modunda, LEF sütununun altındaki sıvı, propanın ayrıldığı propan sütununa beslenmektedir. Son ürünler, karayolu veya demiryolu ile tüketicilere gönderilektedir. Bütün propanın % 59'u bu yöntem ile çıkartılmaktadır. Geriye kalanı ise petrol rafineri edilirken çıkartılmaktadır.



Şekil 3.2 Doğal gazdan LPG elde edilmesi

Rafinerilerde üretilen LPG, ham petrolün kaynama noktasına kadar ısıtılması sonucunda elde edilmektedir ve hacimsel olarak işlenen ham petrolün %3'ü kadardır. LPG, diğer petrol ürünlerinin elde edilişi sırasında doğal olarak ortaya çıkmakta ve diğer ürünler oluşmadan önce ham petrolden ayrılmaktadır. Şekil 3.3.'de ham petrol parça damıtması ile petrol ürünlerinin elde edilmesi gösterilmektedir.



Şekil 3.3 Ham Petrol Parça Damıtması

Doğal gaz ve petrol üretim düzeninden LPG, boru hattı, gemi, demir yolu, kamyon taşımacılığı ve bölgesel taşıma kamyonları ile son kullanıcılara özelikli kaplarda taşınmaktadır. Soğutmalı gemiler, deniz taşımacılığında aynı şekilde soğutmalı terminallerden dağıtmaktadır. Bütün dünyada LPG taşıma hareketi bilgi gerektirmektedir. İyi geliştirilmiş endüstri, 40 yıldan fazla senede kurulmaktadır. Birçok durumda LPG sıvı halde taşınmakta ve depolanmaktadır. LPG'nin doğal buhar halinde kullanıldığı tek yer son kullanımdır.

3.4. LPG'nin Tarihi

1910 yılında, Pittsburghlu araba sahibi, satın aldığı bir depo benzinin eve gittiği zaman yarıya düşmesinden şikayetçi olarak kimyager Dr. Walter Snelling'in ofisine girişdir. Tüketicilerin bu konuda neden kandırıldığını hükümetin araştıracağını düşünmüştür. Çünkü, benzin, hızlı ve masraflı bir oranda buharlaşmaktaydı. Dr. Snelling, bu zor sorun üzerine zaman ayırmış ve buharlaşan gazların propan, bütan ve diğer hidrokarbonlar olduğunu keşfetmiştir. Bir eski sıcak su ısıtıcısının helezonlarını ve laboratuar ekipmanlarının diğer değişik tip parçalarını kullanarak LPG'yi bulabilmiştir. Dr. Snelling, benzini sıvıya ve gaz bileşenlerine ayıran bir imbik kurmuştur.

1912 yılında, LPG, evlerde yemek pişirmekteydi. LPG ile çalıştırılan ilk araba 1913 te hayata geçirilmiş ve 1915 yılında metal kesme işlemlerinde kullanılmaya başlamıştır. LPG ilk olarak 1920 yılında alev ile kesme ve pişirme işleri için pazarlanmaya başlanmıştır.

1927 de Amerika'daki LPG'nin toplam satışı 1 milyon galonu geçmiş ve 2. Dünya Savaşından sonra LPG'nin yıllık satışları 15 milyon galonun üzerinde olmuştur.

1930 larda, Sıkıştırılmış Gaz Derneği (CGA), Ulusal Yangın Koruma Derneğine (NFPA) öneri oluştumuştur ve tasarlamıştır. 1932 de ilk standartlar broşürü (No. 58) basım için kullanılmıştır.

Dr Snelling, kendi LPG patentini Phillips Petrol Firmasının kurucusu Frank Phillips'e sattığında değeri 50.000 $'dı. Bugün, LPG sadece Amerika'da yalnız başına 8 milyar dolarlık bir endüstri olup halen de büyümektedir.

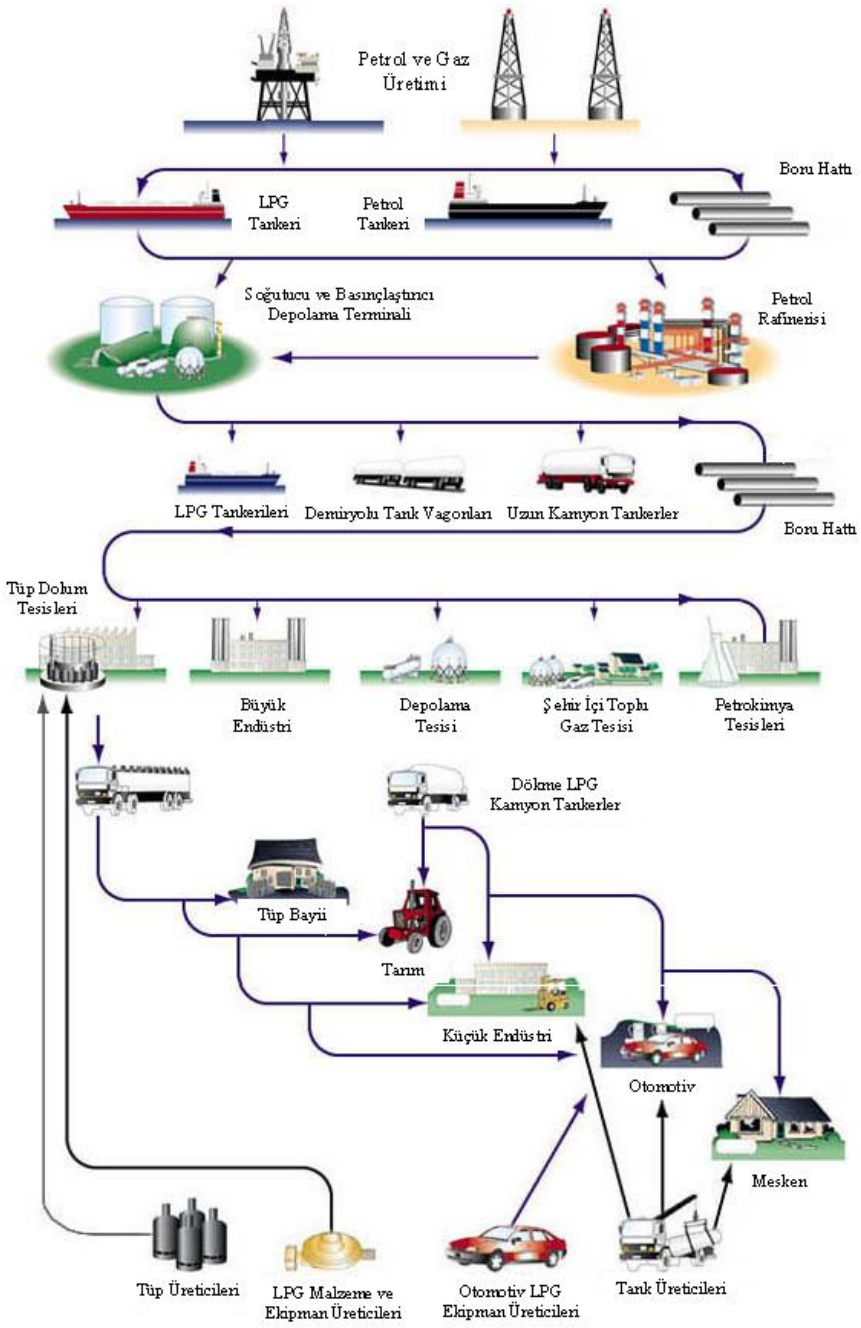
3.5. LPG Zinciri

LPG'nin tüketiciye ulaşması belirli bir düzen içerisinde olmaktadır. Petrol veya doğal gaz kuyularından çıkan petrol veya doğal gaz rafinerilere taşınarak işlenmekte ve LPG belirli metotlar kullanılarak ayrıştırılmaktadır.

Üretici ayağından çıkan LPG farklı taşıma organları kullanılarak ana dağıtıcılara veya büyük tüketicilere dağıtılmaktadır. Bu noktadan sonra asıl tüketiciye pazarlama işlemi başlamaktadır.

Bu noktada tüketiciler farklı ve çeşitlidir. LPG'nin kullanımı mesken ısınması, ticari kullanım, endüstriyel kullanım, otomobil yakıtı, tarımsal enerji ve pişirmeye kadar çeşitlilik göstermektedir.

LPG sadece gaz pazarlaması değil, LPG'nin kullanımı için gerekli olan ekipmanların üretiminde de sanayiye ek iş gücü sağlamaktadır. Doğal gazın olmadığı, temiz yakıtın ucuz yakıttan daha üstün çıktığı noktalarda LPG zincirinin **(Şekil 3.4.)** işlemesine ve büyümesine neden olmuştur.



Şekil 3.4 LPG Zinciri

3.6. LPG Depolama Tankları ve Ekipmanları

LPG talimatları ve standartları üretimi, yakıtın depolama, taşıma, kullanım ve iletim usulleri ve ilgili malzemeleri, birçok uluslararası, ulusal ve yerel otoriterler tarafından ciddi standartlara ve ayarlamalara tabi tutmaktadır. LPG kullanımının

uzun geçmişinden dolayı, talimatlar ve standartlar, yeni kullanıcıların bulunması ve yeni teknolojilerin gelişmesiyle birlikte gelişmeye devam etmektedir. Türkiye'de bu konuda TSE'nin çıkardığı birçok standart vardır. **(Tablo 3.3.)**

Tablo 3.3 Türkiye'de LPG ile İlgili TSE'nin Çıkardığı Standartlar

Standart	No	Yürürlük Tarihi	Açıklama
TSE	55	Kas-87	Tüpler - Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) İçin
TSE	902	Eki-71	Sıvılaştırılmış Petrol Gazlarında (LPG) Numune Alma
TSE	1105	Ağu-88	Sıvılaştırılmış Petrol Gazları ve Hafif Hidrokarbonlar-Yoğunluk veya Bağıl Yoğunluk Tayini - basınçlı Hidrometre Metodu
TSE	1298	Eki-74	Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Buhar Basıncının Tayini
TSE	1299	Eyl-74	Sıvılaştırılmış Petrol Gazlarının (LPG) Korozyon Etkisinin Tayini (Bakır Şerit Metodu)
TSE	1393	Ara-74	Sıvılaştırılmış Petrol Gazlarında (LPG) Uçuculuk Tayin Metodu
TSE	1394	Eyl-74	Sıvılaştırılmış Petrol Gazlarındaki (LPG) Toplam Kükürt Miktarının Tayini
TSE	1413		Sıvılaştırılmış Petrol Gazlarının (LPG) Birleşik Analizi Sonuçlarına Dayanarak Bazı Fiziksel Özelliklerinin Hesaplanması Metotları
TSE	1445	Ara-97	Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Taşıma Kuralları
TSE	1446	Nis-00	Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) - Depolama Kuralları
TSE	1447	Ara-73	Sıvılaştırılmış Petrol Gazlarında (LPG) Tortu Miktarının Tayini
TSE	1449	Ara-97	Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Doldurma ve Boşaltma Kuralları
TSE	1741	Tem-74	Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Rutubet Tayini Kobalt Bromür Metodu
TSE	1846	Şub-75	Hortumlar (Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) ve Havagazları)
TSE	2178	Mar-96	Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG)
TSE	2179	Nis-91	Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) - Kullanma Kuralları
TSE	5306	Kas-87	Kullanımdaki LPG Tüplerinin Muayene, Deney, Bakım Ve Tamiri
TSE	5906	Ağu-88	Koku Verici Maddeler - Gazlar İçin
TSE	6124	Nis-96	Ticari Propan ve Bütan - Gaz Kromatografisi ile Analizi
TSE	8038	Şub-90	Gaz Taşıma ve Dağıtım Boru Sistemlerinde Kokulandırma
TSE	9087	Nis-91	Petrol Ürünleri - Yakıtlar (Sınıf F) - Sınıflandırma BÖLÜM 3 : L tipi (Sıvılaştırılmış Petrol Gazları)
TSE	10624	Oca-93	Gaz Regülatörleri - Yanıcı Gazlar (Doğal gaz, Havagazı ve LPG) İçin
TSE	11896	Ara-95	Tanklar, Çelikten, Tek Cidarlı LPG Depolamak İçin (500 lt -11.000 lt, yer üstünde kullanılan)
TSE	11939	Oca-01	Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) - İkmal İstasyonu - Karayolu Taşıtları İçin - Emniyet Kuralları
TSE	12095	Kas-96	Motorlu Taşıtlar - Yakıt Sistemleri - Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Kullanılan ve Yerleştirilmesi (Bölüm 1)
TSE	12305	Haz-97	Motorlu Taşıtlar - Yakıt Sistemleri - Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Kullanılan ve Yerleştirilmesi (Bölüm 2)
TSE	ECE R 67	1996	Yanma Sistemlerinde Sıvılaştırılmış Petrol Gazı Kullanan Motorlu Taşıtların Özel Donanımlarının Onayları ile İlgili Hükümler

Layıkıyla iletildiğinde ve kullanıldığında LPG, güvenli bir yakıttır. LPG'nin karakteristikleri, düşük ateşlenebilme derecesi, yüksek yanma sıcaklığı, basınç altında sızdırmaz depolar isteyen bir yakıt ve yakıt sistemi, atmosfere bırakıldığında çabuk buharlaşma, pis koku, sızıntı yapması durumunda zehirli olmayan kokusu ve

toksik olmamasıdır. Yakıtın bu mevcut karakteristikleri, kazaya yol açmadan LPG'nin yararlarını denemeye yardımcı olur.

LPG'nin ilk yıllarında, endüstrinin yaratıcıları, LPG'nin eşsiz özelliklerini kabul etmişler ve 1920'den önce bile standartlar ve talimatların gelişim çalışmaları başlamıştır. Endüstrinin büyümüş olması ve daha çok kullanıcının meydana çıkması sürekli güvenliğin sağlanması için standartlar ve ayarlamaların geliştirilmesine daha çok zaman ayrılmasına neden olmuştur. Her yeni uygulama ve taşıma ortalaması gözden geçirilmeye ihtiyaç duyabilir böylece talimatlar ve uygulamalar yeni teknolojiler ile bağdaştırılabilir. Profesyonel organizasyonlar ve endüstri eksperleri, LPG'nin her mümkün uygulaması için güvenli uygulamaların çıkartılmasına sürekli destek olurlar.

Enerjinin bütün çeşitleri gibi LPG, kazaları önlemek için düzgün iletim ve kullanım gerektirir. 80 yıldan daha fazla ısı, ışık ve güç sağlayan LPG'nin, mükemmel güvenlik sicili yasal olarak da hiç bozulmamıştır. Ancak, esas özellik, bu tamamen güvenlik içinde öğrenilmiş uygulamalarda LPG kullanır. Aynı şekilde, kullanıcıların yakıtın özelliklerinin ve ekipmanların nasıl çalıştığının farkında olması gerekir. Acil durumda ne yapılmasını bilmek en önemlisidir. Eğitim ve bilinçli olma, tesadüfleri ve onun sonuçlarını engeller. LPG dağıtımı ve kullanım esasları, standartlar ve talimatlar ile tamamen öğrenilebilir. LPG standartları ve talimatnameleri, endüstrinin bütün dalları dahilinde güvenlik performansının geliştirilmek için sıkça araştıran olgun endüstrinin teknik uzmanlığını içermektedir.

1.1.1. LPG Stok Tankı ve Ekipmanları

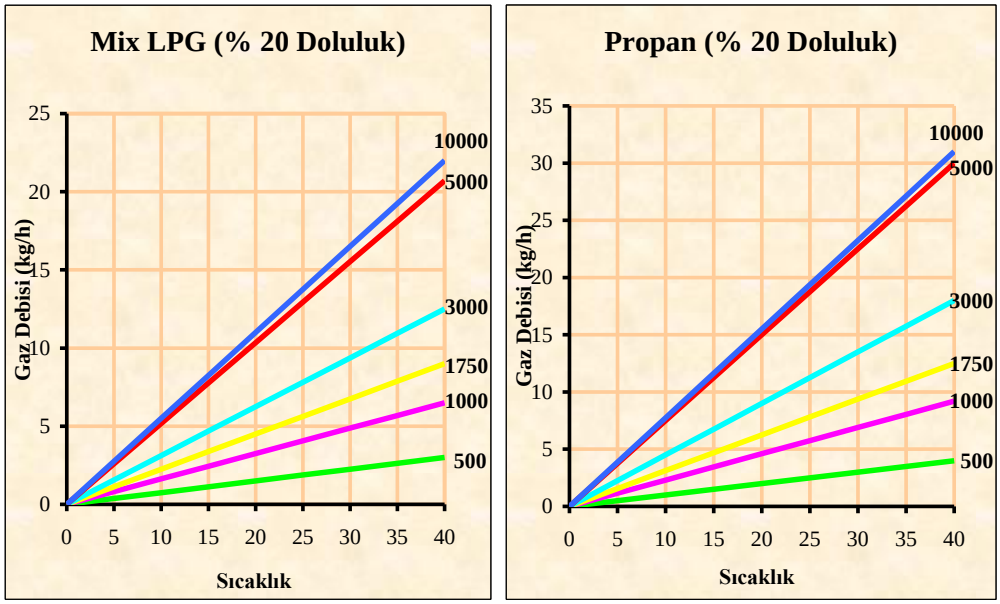
Tüketici depoları gerektiği kadar büyük ve elverişli olacak kadar küçük olmalıdır. Küçük dekoratif mumlar ve bütan ışıldaklarından büyük yeraltı mağaralarına kadar kullanılarak depolama ihtiyaçları giderilebilmektedir. Depolama tankları, sınırlı talimatlara ve şartlara göre toprak altı ve toprak üstü olabilir. Bütün dünyada en çok kullanılan küçük kullanımlar için depo, 6 – 12 kg.lık silindirler veya tüplerdir. Büyük mesken, ticari, zirai ve endüstriyel kullanıcılar, 500 ile 10000 lt tanklar veya dağıtım zincirindeki terminaller, ekonomik yoldan gerekli tüketici talebini ve fiili maliyeti karşılayacak daha büyük depolama tankları kullanılmaktadır.

Depolama tankların müşterinin ihtiyacı olan enerji veya gaz debisine göre ve bunlara bağlı olarak müşterinin gazının bitmeyeceği şekilde programlanmış gaz nakliyesine

göre seçilir. Tankların kendi başlarına verdikleri bir debi vardır. Bu değerler, tankın %20 doluluğuna ve 20°C sıcaklığa göre belirlenir **(Şekil 3.5.)**. Bu debiye bağlı kalarak müşteriye tank verilmektedir. İstenilen debi tankın verdiği debinin üzerine çıktığında daha büyük tank verilmekte veya bir buharlaştırıcı ünitesi tank sisteminin devamına kurulmaktadır. Bu noktada Türkiye'de TSE 1446'nın gerektirdiği kurallara göre, küçük tanklı sistemler denilen ve 1000 lt'lik tanktan 10.000 lt tanka kadar, büyük tanklı sistemler denilen 22 m^3 tanktan 180 m^3 tanka kadar ve daha da büyük 5.000 m^3 kürelere kadar kurulmaktadır.

Tesisin aylık LPG ihtiyacı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\text{Tesisin Aylık LPG İhtiyacı (kg/ay)} = \frac{\text{Tesisin Kurulu Kapasitesi (kCal/saat)}}{\text{LPG'nin Alt Isıl Değeri (kCal/kg)}} \times \text{Günlük Kullanım Süresi (saat/gün)} \times \text{Tesisin Aylık Çalışma Süresi (gün/ay)}$$

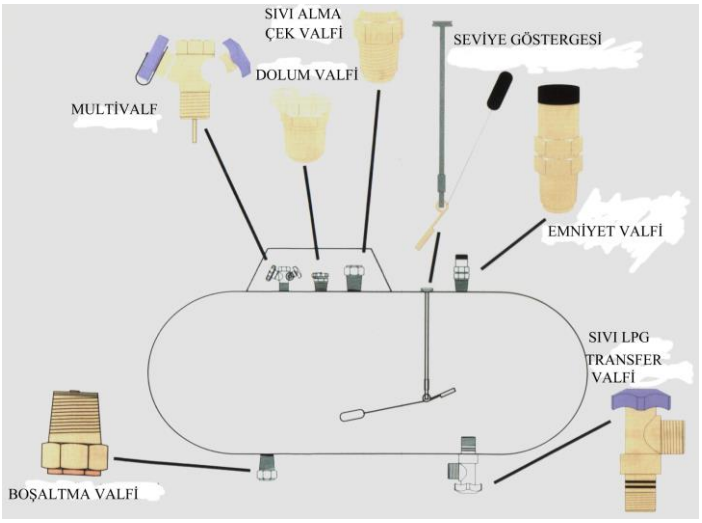


Şekil 3.5 Tank su hacmine göre Gaz Verme Debileri

Gaz, sıvı halde çelik veya alüminyumdan yapılmış depolarda basınç altında saklanmaktadır. Bu depolar, sıcaklıktaki değişimlere bağlı kalarak sıvı haldeki LPG'nin gelişimi için belirlenmiş maksimum sıvı kapasitesine izin verilen hacimden daha fazla doldurulmaz. Bunun en büyük sebebi, tanktaki LPG hem sıvı hem de gaz halinde bulunmak durumundadır. Gaz halindeki LPG, tankın içinde var olan basınç ile tanktan gaz tesisatda devam etmektedir. Tanktan gelen ısı, sıvı LPG'yi gaza çevirmeye yardımcı olmaktadır.

Depodaki LPG'nin basıncı, ortam sıcaklığı ile değişmektedir. Basınç, gazı kullanan tüketim noktalarının istediğinden çok daha fazla olması nedeniyle basınç regülatörü, yakıtı isteyen aletlere eş düşen basıncı ayarlamakta ve kontrol etmektedir. LPG, buharlaşmak için ortamdan ısı çeker bu nedenle, yıl boyunca sıcaklık değişimlerine yetecek doğru büyüklükte deponun seçilmesi önemli olmaktadır.

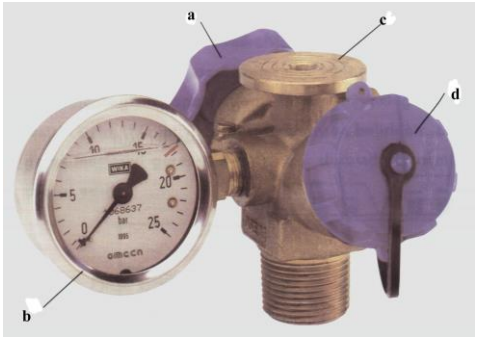
LPG tankları üzerinde; tanka kolaylıkla servis yapılabilmesini sağlayan ve sistemin güvenliğini kontrol altına alan ekipmanlar bulunmaktadır. Bu ekipmanların yerleri Şekil 3.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6 Tank Aksesuarları

1.1.1.1. Multivalf Grubu

Multivalf, servis ve emniyet işlevleri olan ekipmanları tek blokta toplayan bir valf grubudur. Şekil 3.7. bir multivalfi göstermektedir.



Şekil 3.7 Multivalf

a. Gaz Servis Valfi : Tanktan gaz almak veya gaz çekişini durdurmak için kullanılan manuel kontrollü valftir.

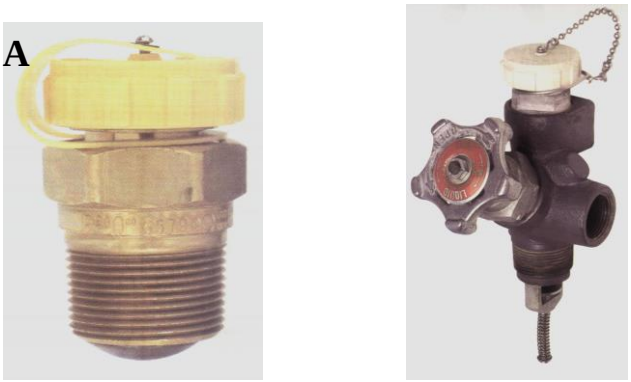
b. Manometre : Tank içerisindeki basıncı (0-25 bar) gösterir.

c. Sabit Seviye Purjörü : Dolum sırasında tanktaki sıvı seviyesi dolum limitine gelince yani tankın %80'i dolunca küçük bir miktar LPG'nin dışarı akmasını sağlayarak operatöre dolumu durdurmasını gösterir.

d. Gaz Dengeleme Valfi : İlk dolumdan önce tankın içindeki havanın alınması veya arıza durumunda tanktaki gazın tankere geri alınması için kullanılan valftir.

3.6.1.2. Dolum Valfi

Tanka dolum yapılabilmesi için kullanılan otomatik kapatmalı bir valftir. Dolum hortumunun tabancası ve getirdiği basınç iki kademeli olarak bu valfi açar, dolum sona erince valf otomatik olarak kapanır.



Şekil 3.8 Dolum Valfleri

Buharlaştırıcılı küçük tanklı dökmegaz sistemlerinde kullanılan dolum valfi ise Şekil 3.8 A'daki dolum valfinden farklıdır. Bu valfin üzerinde, buharlaştırıcıdan tanka dönen gaz LPG hattının tankla bağlantısını sağlayan bir nozul ve bu hattı açıp kapatan bir vana bulunur.

3.6.1.3. Seviye Göstergesi

Tankın içerisindeki LPG miktarının tank hacmine oranını yüzde olarak gösteren ekipmandır. (Şekil 3.9.)



Şekil 3.9 Tank Seviye Göstergesi

3.6.1.4. Diğer Tank Aksesuarları

Sıvı Alma Çek Valfi : Buharlaştırıcının kullanılmadığı ve toprakaltı küçük tanklı sistemlerde arıza durumunda tanktaki gazı tankere geri almak, veya buharlaştırıcılı toprakaltı sistemlerde buharlaştırıcının tanktan sıvı LPG ile beslenmesi amacıyla kullanılır. Tankın altına doğru uzanan bir borunun ucuna takılmıştır.

Sıvı LPG Transfer Valfi : Tanktan LPG'nin sıvı olarak alınmasını sağlayan valftir, özel durumlarda veya buharlaştırıcının sıvı LPG ile beslenmesini gerektiğinde kullanılır.

Emniyet Valfi : Tank içerisindeki basınç, maksimum çalışma basıncının üzerine çıktığında otomatik olarak açılarak, bir miktar gazın atmosfere atılmasını ve basıncın düşmesini sağlar. Emniyet valflerinin üzerinde mutlaka plastik şapka bulunmalıdır.

Boşaltma Çek Valfi : Tankın test ve bakımı sırasında boşaltılmasını sağlayan bağlantıdır.

3.6.2. Buharlaştırıcılar

Tankın debisinin yetmediği durumlarda tesisin ihtiyacı olan debiyi sağlayabilmek için tank sisteminin yanına veya devamına kurulan sistemlerdir. Geri dönüşlü ve dış beslemeli buharlaştırıcı olarak iki tiptedir.

3.6.2.1. Geri Dönüşümlü Buharlaştırıcı

Tanktan alınan sıvı LPG'nin, elektrik enerjisi kullanarak çalışan ısıtıcı eleman yardımıyla gaz fazına geçerek tekrar tanka dönmesini sağlayan basınçlı kaptır. Saatte 50, 100 veya 200 kg LPG buharlaştırabilen üç ayrı kapasitede üretilir. Seçilen buharlaştırıcı, tesisin birim saatteki en fazla LPG ihtiyacını karşılayabilmelidir. Ayrıca buharlaştırıcı kapasitesinin belirlenmesinde sistemin kurulduğu bölgedeki kış aylarının en düşük sıcaklık değeri de dikkate alınmalıdır.

Buharlaştırıcının çalışması, elektrik enerjisi ile ısınan rezistansın LPG'ye ısı transfer etmesi esasına dayanmaktadır. Buharlaştırıcı içerisinde; biri çalışmayı, diğeri emniyeti sağlayan iki adet termostat bulunur. Çalışma termostatı miks LPG için 25-30 °C'ye, propan için 10-15 °C'ye ayarlanmaktadır. Bu sıcaklık, tank içinde gerekli basınçta LPG bulunduğunun göstergesidir. Gaz tüketimi başladığında tank ile buharlaştırıcı içindeki gazın sıcaklığı ve basıncı düşerek çalışma termostatının, ısıtıcı

elemanı (rezistans) devreye sokmasını sağlar. Paslanmaz çelikten yapılmış rezistans, bir kılıf içerisine konularak izole edilir ve kesinlikle LPG ile doğrudan temas etmez.

3.6.2.2. Dış Beslemeli Buharlaştırıcı

Buharlaştırıcı; sıvı LPG'nin gaz haline dönüştürüldüğü, çelikten imal edilmiş basınçlı kaptır. Buharlaştırıcının içine yerleştirilen çelik çekme borulu serpantinden geçen sıcak suyun ısısını kullanan sıvı LPG, gaz fazına geçmekte ve tüketim noktalarına gaz fazında ulaşmaktadır.

Buharlaştırıcı için gerekli sıcak su ısıtıcı eşanjörlerden, LPG ile çalışan kazanlardan veya tesisin merkezi sıcak su sisteminden elde edilir. İkinci alternatifte kazanın LPG ihtiyacının sistemden karşılanması ile elektrikli eşanjörlere göre daha ekonomik bir çözüm sağlanmış olur. En ekonomik çözüm ise tesisin merkezi sıcak su sisteminin kullanıldığı yöntemdir.

200 kg/saat LPG kapasitesine kadar olan buharlaştırıcılarda elektrikli ya da LPG'li sıcak su ısıtıcı kullanılabilir. Bu kapasitenin üzerindeki buharlaştırıcılarda suyun ısıtılmasında elektrik kullanılması tercih edilmemektedir.

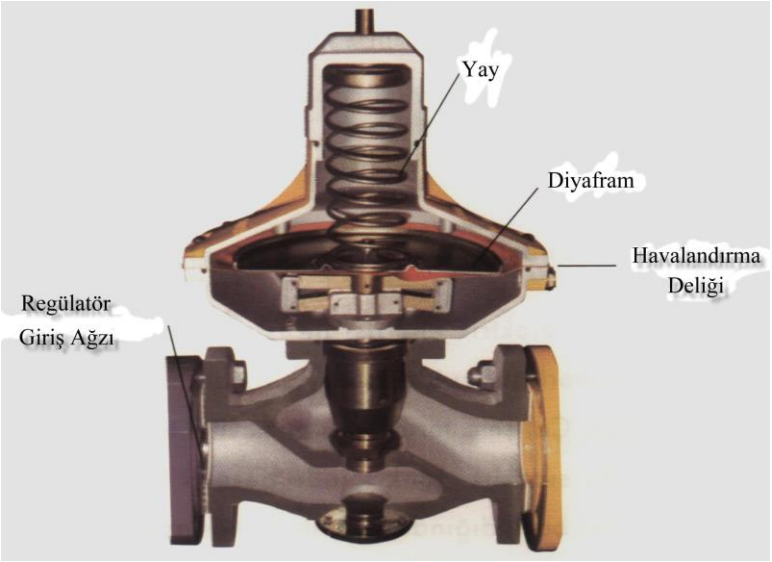
Buharlaştırıcılar, sıvı LPG seviyesi kontrol düzenlerine göre iki çeşit imal edilmektedir:

- Manyetik şamandıralı buharlaştırıcılarda sıvı LPG seviyesinin kontrolü, sıvı girişine konan ex-proof solenoid vananın manyetik seviye göstergesinden gelen sinyallere göre LPG girişini kapatıp açması ile sağlanır. By-pass sistemi ile çalışan bir tüp içinde sıvı seviye değişimini takip eden bir şamandıra mevcuttur. Şamandıra içindeki daimi mıknatıslar, ters kutup etkisi ile dış cidar üzerinde yerleştirilmiş kırmızı-beyaz renkli diskleri etkileyerek sıvı LPG seviyesinin izlenmesini sağlar.
- Mekanik şamandıralı modellerde ise sıvı girişi, buharlaştırıcının içine yerleştirilen mekanik mafsallı şamandıra, yay ve bilye yardımı ile kapanıp açılmaktadır.

3.6.3. Regülatörler

Regülatör, değişken basınçlarda gelen gazın basıncını sabit bir değere düşüren ekipmandır. Regülatörün çalışma prensibi, gazın daraltılmış kesitten geçerken hızının

artması ve bu sayede basıncının düşmesi esasına dayanır. Şekil 3.10.'da regülatörün kesit resmi gösterilmiştir.



Şekil 3.10 Regülatör Kesit Resmi

Tek regülatörün kullanıldığı "tek kademeli regülasyon" da basınç düşümü sadece tank çıkışında kullanılan regülatör ile sağlanmaktadır. Bu durumda regülatör, tüketim hatlarındaki basınç kaybı da dikkate alınarak tüketim cihazları için gerekli basınç değerini sağlayacak şekilde seçilmektedir. Fakat Türkiye'deki sistemlerde hem tank çıkışında, hem de tüketim noktaları öncesinde basıncı düşürmeye imkan sağlayan ve dünya standartlarında belirtilen "çift kademeli regülasyon" uygulanmaktadır.

Çift kademeli regülasyonda, birinci kademe regülatör tankın iç basıncındaki değişiklikleri karşılayacak bir yüksek basınç regülatörüdür ve çıkış basıncı 0.5 – 1.5 bar arasında ayarlanmıştır.

İkinci kademe regülatör ise, tüketim noktasında gerekli sabit basıncı (genellikle 30-500 mbar) sağlayacak düşük basınç regülatörüdür.

Çift kademeli regülatör sistemi sayesinde, sistemde verimli yanma ve sorunsuz işletme koşulları sağlanmış olmaktadır; tek kademeli sistemlerde karşılaşılan regülatörün donması problemi ortadan kalkmaktadır. Ayrıca çift kademeli sistemde tüketim hattındaki basınç değeri daha yüksek olacağı için boru çapları daha düşük tutulabilmektedir. Sisteme yeni tüketim noktalarının ilave edilmesi halinde ise, ilave ikinci kademe regülatörler kullanılarak artan kapasite birinci kademe regülatör tarafından karşılanabilmektedir. Bu sayede mevcut sistemi değiştirmeden kapasite

artışı gerçekleştirilmiş olmaktadır. Çift kademeli regülasyonun bir başka avantajı ise ikinci kademe regülatörler sayesinde her tüketim noktasının birbirinden bağımsız olarak çalışması ve herhangi birinde olabilecek yük değişikliklerine diğer tüketim noktalarının etkilenmemesidir.

3.7. LPG'nin Diğer Yakıt Tiplerinden Farkı

Ticari ve endüstriyel müşteriler, varolan yakıt tiplerinden değişik seçimlerde bulunabilirler. Bu yakıt tipleri:

- Kömür
- Doğal gaz
- Elektrik
- LPG
- Fuel-Oil

Bu enerji kaynaklarının hepsinin güçlü ve zayıf noktaları vardır. Bu yakıtlardan bazılarının, su ısıtma, fırın, pişirme ekipmanları, soğutma ekipmanları ve kojenerasyon sistemleri gibi bütün enerjiye bağlı işler için uygun değildir. Objektif bir bakış açışından, sadece LPG, doğal gaz ve elektriğin bütün uygulamaları yerine getiren seçeneklerde bulunabilmektedir. Fakat doğal gazın olmadığı alanlarda, sadece temiz yanmalı LPG, herhangi bir iş için ekonomiklik, verimlilik ve becerikliliği birleştirir. Bu yakıt tiplerini karşılaştırdığımızda;

Kömür; Kömür bol ve ucuzdur, fakat bu yakıtın enerji üretim miktarı nedeniyle verimsizdir. Ayrıca pis, iletimi zor ve kazan için kullanımı dışında depolama için büyük ölçüde kullanışsızdır. Yanan kömür asit yağmurlarına ve "sera etkisi" problemlerine katkıda bulunmaktadır. Bu yakıt tipi şu anda kullanılan çevreye en düşük derecede uygun olanıdır.

Elektrik; Elektrik iyi bir yakıt kaynağıdır, fakat bir sınırı vardır. Bugün, en kritik engellerden biri ihtiyaç duyulduğunda fiyat verimliliği sağlayan enerjinin yetersizliğidir. Elektrik gücü için yüksek talep, elektrik üretim tesislerinin üretim kabiliyetini aşması durumunda yükleme oransızlığı "voltaj düşüklüğüne" veya "kesilmeye" neden olmaktadır.

Milyonlarca ton kömür, katı yakıt buhar tesislerinde elektrik üretimi için yakılarak sera etkisi ve asit yağmurlarına neden olan toksik sülfür ve nitrojen oksitleri ortaya çıkartır. Buhar tesisleri için temiz hava standartlarını sağlamak amacıyla kirlilik kontrol sistemleri olan ve kazan yanma gazlarını temizleyen adına "gaz temizleyici" denilen ekipmanlar takmak zorunda kaldılar. Bu aletler tesisin verimine etki etmektedir ve tesisin ürettiği katı atıkların miktarı önemli şekilde artar.

Fuel-Oil; Bu iyi bir yakıt kaynağıdır, fakat bir kısım engelleri vardır. Alan ısıtımı için oldukça verimli olmasına rağmen su ısıtımı veya pişirme gibi kullanımlar için kullanışsızdır. Elbise kurutma ve klimatizasyon için kullanılamaz.

Rafine edilmesi sırasında bazı pislikleri kaldırılmasına rağmen yanan fuel-oil, havaya önemli derecede zararlı sera etkisi gazları çıkartır ve asit yağmurları üretimine neden olur. Kurallar, pahalı çift astar ve kaçak bulma parçaları gerektirir. Sızıntı olması durumunda, Fuel-oil çevresel olarak çok büyük hasara sebep olabilmektedir. Fuel-oil zehirlidir. Toprağın tamamen ölmesine ve suyun kirlenmesine neden olmaktadır.

Doğal gaz; Doğal gaz hidrokarbon yakıt ailesi içerisinde LPG'nin en yakın akrabasıdır, bütün uygulamalar için mükemmel bir yakıttır. Kullanımı ekonomik ve verimlidir. Ayrıca temiz yanmalı ve emisyonları çevre için çok küçük bir tehdit oluşturur.

Bununla beraber, pratik bakış açısıyla da taşınabilir değildir. Enerjisi, sadece doğal gazın bulunduğu veya ana doğal gaz girişine sahip alanlarda kullanılabilir.

LPG; LPG de mükemmel bir yakıttır. LPG'nin elektrik veya doğal gazdan bile daha avantajlı olmasını sağlayan özellik, her yerde, her zaman ve günün hangi vaktinde olursa olsun aynı oranda kullanılıyor olmasıdır.

Yükleme dengeleme problemleri tecrübe etmediğinden veya enerjisini üretmek için başka bir enerjiye ihtiyacı olmadığından, LPG elektriğe sorun olan aynı fiyat problemleri ile karşı karşıya değildir.

LPG, aynı zamanda diğer enerji kaynaklarından çevre açısından daha güvenlidir. Boru hattı standartlarını yakalamak için, neredeyse bütün kirleticiler, boruya girişine izin verilmeden önce kaldırılır.

LPG'nin ihtiyaçları karşılamasına sebep olarak çok iyi altı neden verilebilir. Bunlar;

a. LPG, çok geniş bir kullanıma sahiptir: Isınma, su ısıtma, pişirme, kuru temizleme vb. gibi. Aynı zamanda, taşıtlarda da kullanılır.

b. LPG, temiz yanmalı, meskenlerde ve ticari yerlerde yeraltında güvenli bir şekilde depolanabilecek kadar çevre dostu bir yakıttır.,

c. LPG ısıtma ekipmanları, verimli çalışabilecek şekilde dizayn edilmiştir. Bazı ekipmanlar, ısınma için harcanan bedelin % 96'sını geri alabilecek kadar yüksek verime sahiptir.

d. Elektrikten % 25 daha ucuza suyu ısıtabilirsiniz.

e. LPG ısıtma ve su ısıtma ekipmanları, özel bir direkt hava deliği sistemi eklenerek bacaya ihtiyaç duyulmaz. Bu yeniden inşa etmeye ve gereksiz inşaya gerek kalmayarak tasarruf sağlar.

f. LPG'nin depolama ve taşınma kolaylığı bulunmakta olup ülkemizin dört bir tarafından dolum tesisleri bulunmaktadır.

Yukarıda yararlı ve zararları anlatılmış olan yakıt tiplerinin fiyat karşılaştırılması LPG'ye göre Tablo 3.4.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.4 Alternatif Yakıtlar ile Geleneksel yakıtların fiyat karşılaştırılması (09/04/2003 fiyatlarına Göre)

Yakıt	Isıl Değeri	Verim	KDV Dahil			LPG Miks=100 ise
			Birim Fiyatı	TL/1000 kCal	Ucuzluk Sıralaması	
Doğalgaz/BOTAŞ (0,3-50 Milyon m³/yıl-Kesintili)	8,250 kCal/m³	92%	320,763 TL/m³	42,261	1	29
Doğalgaz/BOTAŞ (0.3-50 Milyon m³/yıl-Kesintisiz)	8,250 kCal/m³	92%	331,468 TL/m³	43,672	2	30
Nafta	10,500 kCal/kg	90%	417,624 TL/kg	44,193	3	31
Fuel-Oil 6 (Sanayi Yakıtı) / İstanbul	9,200 kCal/kg	82%	468,000 TL/kg	62,036	5	43
%1 Kükürt Fuel-Oil 6 (Sanayi Yakıtı) / İstanbul	9,200 kCal/kg	82%	530,000 TL/kg	70,255	7	49
Kalorifer Yakıtı / İstanbul-Trakya	9,700 kCal/kg	84%	846,000 TL/kg	103,829	8	72
Kalorifer Yakıtı / İstanbul	9,700 kCal/kg	84%	852,000 TL/kg	104,566	9	73
Miks LPG (Büyük Tank)	**11,200 kCal/kg**	**92%**	**1,476,438 TL/kg**	**143,288**	**10**	**100**
Elektrik / İstanbul *	860 kCal/kWh	99%	150,286 TL/kWh	176,516	12	123
LPG (45 kg.lık Tüp) / İstanbul	11,200 kCal/kg	92%	1,885,556 TL/kg	182,993	11	128
Motorin / İstanbul	8,620 kCal/lt	86%	1,482,000 TL/lt	199,914	13	140

3.8. LPG'nin Kullanım Alanları

Daha önceleri petrolden çıkan atık gaz olarak rafinerilerde yakılan Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG), daha kullanıma sunulanı bir asır bile olmadan birçok kullanım alanına sahip olmuştur. Dünyada kullanımı çok kapsamlı olan LPG, mesken, endüstri, taşımacılık ve kimya sektörüne hizmet vermektedir.

3.8.1. Mesken Kullanımı

LPG, insanlar tarafından evlerin soğutmak ve ısıtmak, su ısıtmak, yemek pişirmek, dondurmak, elbiseleri kurutmak, barbekü yapmak, ışık sağlamak ve gaz şöminelerinin önünde rahatlamak için kullanılmaktadır.

Şehir merkezinden çok uzak alanlardaki birçok ev, ihtiyatlı bir şekilde LPG tedarik edilen ve nerdeyse görünmeyen yer altı tanklarından enerji ihtiyaçları karşılanır. Arazi koşullarına ve yere göre tanklar pratik olmayan bir şekilde gömülen tanklar, evin oturum planı içerisine adapte edilir. Müstakil evlerin birçoğunda enerji ihtiyacı nasıl olacağı proje aşamasında düşünülmez. Bu nedenle LPG'li dökmegaz sistemleri için standartların öngördüğü emniyet mesafelerine, bazı projelerde yer bulunmaz. Bu noktada ısıtma sisteminin ihtiyaç duyduğu enerji tüp ile sağlanır.

Ev sahiplerinin gaz enerjiyi tercih etmelerinin nedenleri temiz, güvenilir ve elektrikten çok daha ekonomik olmasıdır. Ayrıca doğal gazın ulaşamadığı yere LPG ne şekilde olursa olsun ulaşmaktadır. Gazın bütün bu yararları ile gerçekten varolması ev sahiplerinin LPG' yi istemesine neden olmakta hatta yeni yapılan evlerde bile tercih nedenidir.

Bugünkü tüketiciler eskiden olmamasına rağmen cihazların verimi konusunda bilgi sahibi olmak ve enerji kaynaklarından en yüksek verimi en düşük aylık maliyet ile almak istemektedirler. LPG cihazlarında bu iki fayda da vardır. Bir karşılaştırma yapıldığında LPG sobası % 70, yüksek verimli LPG yakıtlı ısıtıcılar % 130,ve LPG'li su ısıtıcıları % 140 elektrikli eşlerinden daha az enerji kullanırlar.

Mesken kullanımda LPG en çok ev ısıtımında kullanılmaktadır. Bu sebeple ev sahiplerinin evlerini mümkün olan en verimli şekilde ısıtması çok önemli olmaktadır. LPG kullanıcılarına bu imkanlar verilmektedir. LPG ısıtma sistemleri, elektrikli ısıtma sistemlerine göre daha yüksek ısı ve daha büyük konfor vermekte, sistem

maliyetinin geri dönüşü daha kısa zamanda ve daha uzun kullanım ömürlü olmakta, daha az bakım istemektedir.

Bugün kullanılan LPG yakıtlı kazanlara verimini geliştirmek ve güvenliği arttırmak için ekipmanlar eklenir. Bu ekipmanları açtığımızda;

- **Elektronik Ateşleme:** Bekleme konumunda kaybolan enerjiyi yok etmektedir. Yakıt sadece istenildiği zaman kullanılmaktadır. Pilot bir elektrik kıvılcımı ile ateşlenir.

- **Hava Girişi Sıkıştırıcıları:** Bacaya takılan bir kapaktır. Isı talebi yeterli olduğu zaman geri kalan ısı hapsedilerek ev içerisinde sirkülasyon yapması için sıkıştırıcı kapanır. Isı ihtiyacı duyulduğunda, sıkıştırıcı brülör ateşlenmeden yanan dumanın kaçmasına izin vermek için açılır. Sıkıştırıcılar, brülör çalıştığı kadar açık kalır. Sıkıştırıcı kapalı ise brülörler çalışmaz.

- **Isı Değiştirici:** Kazan içerisinde gaz yakıcısına ev sahipliği eden metal bir bölmedir. Alev yakıcı tarafından üretilir ve bölmeyi ısıtır. Bölmenin dışı sıcak olduğu zaman bölmeyi çevreleyen havayı ısıtır ve sıcak hava da evi ısıtmada kullanılır. Geliştirilmiş dizaynlar verimi geliştirir ve daha sessiz işletim sağlar.

Mesken ısıtmada kullanılan yanma çeşitleri farklıdır. Bu yanma çeşitleri şu şekilde sıralanır.

- **Vuruşlu Yanma:** Kendi kendine sürekli vuruşlar tarafından üretilir. Bu sistemde hava ve yakıt bir sızdırmaz yanma bölümünde karıştırılır. Bir buji karışımı ateşler ve oluşan basınç yükselmesi hava-gaz supabını kapatır. Yanma ürünleri egzoz borusuna doğru hareketlenir ve yanma bölümünde basınç düşerek gaz –hava supabı yeniden açılır. Diğer yanma çevrimi bir önceki yanmadan kalan ısı ile ateşlenir. Bu işlem saniyede 60 defa tekrarlanır. Bu tip yanma sistemli ısıtıcıların % 91 ila % 97 çalışma verimi bulunmaktadır. Egzoz gazları 100 ila 200 fahrenheit derece olup PVC boru doğrultusunda iletilmesi için uygun sıcaklıktadır.

- **Atmosferik Yanma:** Eğer bir baca mevcut ise bu sistemin takılması pahalıdır. Daimi pilot ile cihazın kendi verimi % 60 ila % 65 arasındadır ve eğer elektronik ateşleme sistemi ile güçlendirilir ise % 63 ila % 70 olmaktadır. Özel hava girişi sıkıştırıcıları ile % 78 ila % 80 e çıkartılabilir.

- **Güç Yanması:** Bu sistemde, yanma bir üfürücü tarafından üretilir. Üfürücü yanıcı gazları bir delikten iter ve yanma havasının miktarını ayarlar. Sistemde baca çekişi yoktur. Bu kapalı çevrim kayıplarını düşürür ve verimi geliştirir. Birçoğu % 78 ila %80 verimle çalışır. Ek olarak ısı değiştirici kullanıldığında %90 ila %96 verim ile çalıştırılabilir.

- **Kapalı Yanma:** Bu sistemde yakılacak hava ortamdan değil dışarıdan alınır ve egzoz gazları da direk olarak dışarı verilir. Böylece yanma boyunca soğuk dış hava, sıcak ortam havası ile karışmaz. Bu da verimi arttırmaktadır. Bu yanma sistemli ısıtıcıların % 70 ila % 80 verimi vardır.

Sıcak hava sistemleri, sıcak havayı kanallar doğrultusunda sağlarlar ve bazı durumlarda, ısıtıcıdan yaşam alanları içine püskürtürler. Dayanıklı bir sistem olması nedeniyle işletme ömrü, elektrikli ısı pompalarından 5 – 10 yıl daha uzun olup ömrü yaklaşık 15 – 20 yıldır. Ayrıca, elektrikli ısıtıcı sistemlerinden sıcak hava sağlamada daha büyük konfor sunar. Sıcak hava sistemleri merkezi, yer ve duvar ve alan ısıtması olarak üçe ayrılmaktadır.

Merkezi ısıtmada bir ısıtıcıda ısıtılan hava fanlar ve kanallar vasıtasıyla evin her yerine sıcak hava üflenir. Günümüzde yüksek verimli birçok merkezi ısıtma sistemi bulunmaktadır. Kullanılan sistemlerde ısı transferi modülü, çiğlendirme veya geri kazanım üniteleri, ısıtıcılar, vuruşlu yanma kullanılmaktadır. Bunun dışında sistemin kurulum maliyeti yüksektir. Yüksek verimli ısıtıcılarda, baca gazı çıkışı ve hava girişi dikey veya yatay olabilmektedir. Bacaya gerek yoktur. Konvensiyonel ısıtıcılardan daha soğuk egzoz sıcaklığı olup PVC ile havalandırma verilebilir, yeni modeller küçük olup yerleşimde daha geniş rahatlığa sahiptir. Bu da evin ısıtma maliyetini azaltmaktadır.

Yer ısıtıcıları, geniş alanları ısıtabilir. Düşük bağlantı ve işletme maliyetine sahiptir. Merkezi yerleştirilmiş yer ısıtmaları; 16,000 kcal ısı giriş kapasitesi ile küçük evleri ısıtabilir. **Duvar ısıtıcıları;** duvar içine veya bölme duvarına yerleştirilir. 23,000 kcal ısı gibi yüksek bir giriş kapasitesi ile küçük bir evin ısıtılmasına gücü yeter.

Alan ısıtıcıları; bazı zamanlar ev içindeki özellikle ana yaşama aktivitelerinin olduğu alanları ısıtmak yeterlidir. Alan ısıtma ekipmanları tiplerinin ev ısıtma pazarında talebi artmaktadır. Özellikle;

- **Kumanda Panelli Isıtıcılar:** Montajı en basit ve pahalılar arasında en düşük fiyata sahip alan ısıtıcılarıdır. 1,500 den 18,000 kcal ısıya kadar giriş kapasiteleri ile bulunur.

- **Havalandırılmamış Oda Isıtıcıları:** Küçük bir gaz alevi bir hararet oluşturmak için seramik yanma plakasını ısıtır. Bu ünitedeki en önemli güvenlik sistemi, "oksijen tükenme sensörü" olup ısıtılan odada bulunan oksijen seviyesi % 3 düşmesi durumunda LPG kaynağı tümüyle kapatılır. Diğeri ise "düşük güvenlik valfi" denilen, alevin ve pilotun sönmeye başlaması durumunda LPG kaynağını kesen sistemdir.

- **Katalitik Oda Isıtıcıları:** Bu ısıtıcıda açık bir alev olmadan ısı üretilir. Hava ve LPG'nin ısı üretmek için platinyum katalizör ile reaksiyonudur. Alev olmadığı için havalandırma genellikle önemli değildir. Bu ısıtıcılar, yaklaşık 2,500 kcal ısı çıkış kapasitesi ile sınırlandırılmış olup garajlar ve sundurmalar için uygundur. Isının havalandırılmadan dışarı atılması nedeniyle % 100 yakıt verimi vardır.

Şömineler, ev sahipleri için romantik bir cihaz olmasına rağmen LPG'li şömineler ısıtıcı ünite olarak da kullanılabilir. Odunlu şöminelere göre daha verimli olan LPG'li şöminelerin % 100'e yakın bir verimi olup 18,000 kcal ısı üretir.

3.8.1.1. Hidrolik Isıtma Sistemleri

Konforun derecesi odadaki sıcak havanın doğal taşıması tarafından sağlanması hidrolik sistemlerin karakteristik üstünlüğüdür.

LPG'li hidrolik sistemlerde, suyu ısıtmak için bir kazan kullanılır. Isınan su, suyu taşıyan borular vasıtasıyla radyatörlere ve sıva dibi ısıtıcılarına basılır. Sonuç, evin her bir tarafını ısıtması nedeniyle sürekli bir ısıtma sağlamaktadır. Isıtma ekipmanlarına ulaşan su, soğur ve yeniden ısınması için kazana geri döner. Hidrolik sistemlerin çalışma maliyeti, ısıtılan alanlara giden borular bir kolektörde toplanarak daha ekonomik yapılabilir.

Hidrolik sistemleri, evdeki suyu ayrıca kaplıca ve havuz suyunu ısıtmak için kullanılır.

Kazanlar: Ev tipi kazanların giriş kapasiteleri 10,000 den 55,000 kcal'ye kadar değişik kapasitelerdedir. Daha küçük tipleri çardak veya banyo gibi alanın kısıtlı

olduğu yerlere monte edilebilir. Kazanları, kat ve apartman için ideal yapan özelliği ayrı ölçme için tasarım edilebilir olmalarındandır.

Bölgelere Ayırma: Bölgelere ayırma, ayrı yaşama alanlarını ısıtmayı sağlayan ısıtma sistemlerinin kabiliyetidir. Bu opsiyon, hidrolik ısıtma sistemlerinin en önemli avantajıdır. Genellikle, bölgelere ayırma üç sebepten yapılır:

(1) Evdeki değişik sıcaklıklar için ev sahibinin isteklerini sağlamak

(2) İç ısı kazançlarının değişimlerini telafi etmek

(3) Yakıt tüketimini azaltmak

3.8.1.2. Su Isıtıcıları ile Ev Isıtımı

LPG'li ısıtma sistemlerinde en önemli gelişimlerden biri alan ısıtımına kaynak olan su ısıtıcılarının kullanıldığı yedek sistemlerdir. Temelde, küçük bir dolaştırıcı su ısıtıcısından suyu çevirir ve su-hava değiştiricisi doğrultusunda dolaştırır. Sıcak suyun geçmesi ile ısı değiştiricisindeki ısınmış hava, evin içini ısıtmak için hava koridorlarından geçmektedir. Üniteler doğrudan havalandırmalı olduğundan dolayı baca istemez. Tamamen sızdırmaz yanma odasına sahip olması sadece güvenilir özelliği olması değil fakat evin herhangi bir yerine iyi bir şekilde montaj edilmesine izin verir.

3.8.1.3. Karma Isıtıcılar

Karma ısıtıcılar hem alan hem de su ısıtımını sağlar. Bir hava yetiştiricisi su ısıtıcısı tarafından kayıp ısıya el konulur ve evi ısıtmak için kullanılır. Bu üniteler, su ve merkezi ısıtma için % 90 verim ile ortaya çıkar.

Sistem bir su ısıtıcısı, hava yetiştiricisi ve pompa çevrimi kullanılır. Su ısıtıcısı ısı ihtiyacı olduğu zaman geleneksel olarak çalışır. Isıtıcıdan çıkan sıcak su, bir hava yetiştiricisindeki halka doğrultusunda dolaşır. Isıyı çeken halka üzerindeki hava bir fan vasıtasıyla estirilir ve sıcak hava evin içindeki kanallar içerisinde dolaştırılır.

3.8.1.4. Su Isıtımı

Su ısıtmak bugün birçok evde enerjinin ikinci en geniş kullanım alanıdır. LPG'li su ısıtıcıları düşük montaj ve çalışma maliyeti, yüksek verim, hızlı geri dönüşüm oranları ve küçük depolama alan gereksinimi gibi bir seri avantaj sunmaktadır. Diğer faydaları, daha ucuz su ısıtması ve pişirme maliyetidir. Elektrikten bağımsız olarak

sürekli sıcak su kaynağı, tam sıcaklık ayarı, boyut, montaj ve havalandırma seçeneklerinde geniş seçim olanağıdır.

3.8.1.5. Pişirme

İncelemeler, tüketicilerin yemek pişirirken gaz kullanmayı tercih ettiğini sürekli göstermiştir. Geniş çeşitlilikte kuzine, gaz ocağı ve fırınları ev sahiplerine, eşsiz ve fonksiyonel mutfak dizaynları şansı verir.

Bu cihazlar, düşük maliyetli ekonomik modellerden düşünülebilir. Kazanç, verim ve temizlik özelliğinin birleşmiş olduğu lüks ünitelere kadar bir çok büyüklükte ve şekillerde bulunmaktadır. Bugün, LPG yakıtlı pişirme aletlerinde birçok kolaylık ve enerji tasarrufu imkanları sağlamaktadır. Bu modeller;

- Fırınlar
- Kuzineler
- Lokanta tipi kuzineler
- Set üstü ocaklar

3.8.1.6. Elbise Kurutma

Gazlı Elbise Kurutucuları, işini daha iyi, daha hızlı yapmakta ve elektrikli modellere göre çok daha az elektrik tüketmektedir. LPG kurutucuları, zaman sensörleri ile elbiseyi koruma amaçlı olarak kurutma çevrimini tam zamanında durdurur. Bir gaz kurutucusunun işini elektrikli sisteme göre ¾ zamanda tamamlaması kayda değer özellik olarak ortaya çıkar ve muazzam para ve enerji tasarruf avantajı sağlar. Elbise kurutucuları bir çok ev sahibi için ihtiyaç olarak görülmektedir. Yüksek performanslı LPG yakıtlı kurutucuların değişik tiplerde ve bir çok enerji tasarrufu özelliği vardır. Alan tasarrufu, kullanışlılık ve kullanımda ekonomiklik için dizayn edilirler. Böylece, tüketicinin enerji verimli gaz kurutucuları aşağıdaki özelliklerle birleştirilmektedir:

- **Nem Algılama Kontrolleri:** Bu algılayıcılar kurutucu kazana ve havalandırmaya takılır. Bunlar nem seviyesini algılar ve yeterli seviyede kuruluğa ulaştığında kurutucuyu kapatır.
- **Pilotsuz Ateşleme:** Bu özellik ile pilot alevinde beklemedeki enerji sarfiyatını engeller.

- **Polimer Kaplama Kazan Mührü:** Bu özel kaplama proses boyunca ısınan havanın kazandan dışarı çıkmamasını sağlar.
- **Çok Yönlü Sıcaklık Ayarlama Kontrolleri:** Bu kontroller, elbise çeşidine göre sıcaklığı ayarlamaya izin vererek enerji tasarrufu sağlar.
- **Çapraz Hava Akış Modeli:** Bu seçenek düşük sıcaklıklarda daha çabuk kurutma sağlar.
- **Zaman Çevrimi:** Kullanıcıya sadece nemli kurutma istenildiğinde kısa zaman aralıklarında kurutucunun çalışmasına izin verir.

Diğer özellikler; yuvarlanma sonrası çevrim, soğuk düşüş çevrimi ve keten filtresi gibi verimi yükseltmek için dizayn edilmiştir. Bu gibi özellikler ünitenin kullanım ömrünü artırmakta ve bakım masraflarını düşürmektedir.

3.8.1.7. Klimatizasyon

Birçok LPG'li klimatizasyon üniteleri malzeme veya montajdan kaynaklanan bozukluklar için 10 yıl garantilidir. Karşılaştırıldığında, elektrikli klimalardaki kompresörler normalde bir ila beş yıl garantilidir.

Çok düşük bir güçle, herhangi bir gazlı soğutma ünitesi LPG ile çalıştırılabilir. Doğal gaz dışında tek alternatif yakıt LPG'dir.

LPG'li klima sistemleri, suyu veya su ve amonyak solüsyonlarını ekonomik bir biçimde soğutma absorbsiyonu sağlamak için dondurulmaktadır. Bu solüsyonlar ve soğutucular enerji randımanlı pompa ile dolaştırılır. Hiç bir oynak parçası olmaması nedeniyle sessiz ve titreşimsiz çalışmaktadır. Absorbsiyon soğutma sistemleri, elektrikli soğutma sistemlerine göre uygulamaların daha çok kapsamlı çeşitlilik üzerinde yüksek verim sağlamaktadır. Bu yüksek verim nedeni ile gaz sistemleri uygulama maliyetinde ekonomik avantajlar sunmaktadır.

Termostat soğuk istediği zaman bir gaz yakıcısı jeneratörü ısıtmak için ateşlenir. Jeneratördeki su ve amonyak solüsyonu kaynamaya başlar ve amonyak sudan ayrışır. Amonyak buharı jeneratörden çıkarak yoğunlaşma bobinine girer ve sıvı oluşur. Bu sıvı, sıcaklığı -238° C'ye düşüren bir kısıcıdan geçer ve bir yoğunlaşma bobinine girer.

Amonyak, yoğunlaşma bobininin dış yüzeyinden damlayan dondurulmuş sudan ısıyı kaldırır. Su soğumaya devam ederken, amonyak gaza yeniden dönüşür ve bir solüsyon soğutma emicisine girer.

Orijinal karışımdaki su jeneratörden emiciye basınçla taşınır. Sonra soğutulur ve amonyak ile doyurulur. Doyurulmuş solüsyon jeneratöre basılır ve çevrim tekrar eder.

3.8.1.8. Açık Hava Yaşamı

Milyonlarca LPG barbekü ızgaraları, dünyada kullanılmaktadır. LPG, açık hava yaşamının güvenlik, zevk ve konforunu artırmak için birçok değişik uygulamada kullanılır. Bu kullanımlar gaz feneri, yüzme havuzları ve kaplıca sularının ısıtılmasıdır. Açık havada birincil ısıtmadır.

3.8.1.9. Gelişmiş Enerji Sistemleri

Günümüz gaz teknolojisi icatlarının çeşitliliği, mesken kullanımında LPG kullanımını arttırdı. Kojenerasyon, yedek jeneratörleri, üçlü birleşmiş sistemleri ve gaz ısı pompalarındaki anlamlı buluşlar, gelişmiş LPG enerji sistemlerinin sayısını artırmaktadır.

3.8.2. Ticari Kullanım

Otel, motel, restoran gibi ticari kuruluşlar ile ev sahipleri LPG' yi evi ısıtmak ve soğutmak, su ısıtmak, pişirmek, dondurmak, elbise kurutmak, barbekü yapmak ve ışıklandırmak gibi nedenlerden dolayı kullanılmaktadırlar. Endüstride de alan ısıtması, pirinçle lehimleme, lehimleme, kesme, ısıl işlemler, tavlama, sertleştirme ve birçok diğer kullanımlar için LPG tercih edilmektedir. Petrokimya endüstrisinde ise LPG, plastik çanta gibi ürünler yapmada işleme hammaddesi olarak kullanılmaktadır. LPG, dünyanın en kullanışlı ve çok yönlü yakıtıdır. Mesken, ticari ve endüstriyel aletler için tercih edilen enerji kaynağı olarak yerini sağlamlaştırmıştır. Bunun nedeni LPG'nin temiz, verimli, güvenilir ve elektrikten daha ucuz olmasıdır. Ayrıca taşınabilir ve doğal gaz hattının gerçekte bulunmadığı her yerde yararlanılabilir.

LPG alıcıları, iyi kurulmuş ve değişik alanlara sahip büyük bir endüstriye sahiptir. Birçok iş dalı LPG'nin fiyat olarak en uygun birçok şeklinin avantajlarını kullanmaktadır. LPG, ticari sektöre, üretimi, yüksek alan ve su ısıtıcıları verimi doğrultusunda rekabetçiliği; pişirme aletlerinde ekonomik ve zaman tasarrufunu; soğutma sistemleri rahatlığını ve çevreciliğini; kojenerasyonda ve ısı pompalarında yüksek verim ve para tasarrufunu mükemmel bir şekilde arttırmaya yardım eder. LPG'nin bir çok kullanımı olmasına rağmen, sistem kurmadan önce kullanılacak sistem ve depolama tankı hakkında LPG sağlayıcıları ile görüşülmek gerekmektedir.

3.8.2.1. Isıtma

Alan ısıtımı için LPG kullanımı, elektriğe oranla daha düşük maliyet, geliştirilmiş ısı geçişi tasarımı, daha yüksek havalandırma opsiyonu ve geliştirilmiş yanma teknolojileri gibi birkaç nedenden dolayı artmıştır.

Ticari kullanım için dört değişik ısıtma uygulaması vardır.

- **Kazanlar:** Bu sistemler yüksek teknoloji doğrultusunda geliştirilmiştir. Bu gelişmeler, geliştirilmiş yanıcılar, daha verimli ısı geçişi sağlayan malzeme, tasarım ve elektronik kontrol üniteleridir. En ekonomik buluş, bir kaç kazanın beraber borular ile bağlanarak, bir seri oluşturulan modüler LPG kazan sistemidir. Bu tip sistemler, % 88'e kadar çıkabilen, yüksek çalışma verimine ulaşabilen mükemmel bir sistemdir. Büyük apartmanlarda değişken ısıtma ihtiyaçları için efektif bir yoldur.
- **Radyant (Kızıl Ötesi) Isıtıcılar:** Ticari kızıl ötesi ısıtıcılar, radyant ısıyı yüzey, taşıt, makine, insan gibi yerlere çarparak sıcaklığını yükselterek ısıyı sağlamaktadır. Isınan cisimler ikinci bir ısı kaynağı olan sıcak ortam havasını temin etmektedir. Bu tip sistemler, uçak hangarları, alışveriş merkezleri, depolar gibi geniş alanların ısıtılmasında kullanılır. Radyant ısıtıcılar, %84 ila % 90 verimli olmaları nedeniyle hava ısıtma sistemlerinin kullanılmasına göre daha ucuzdur. LPG, temiz yanmalı, ekonomik ve uzatılmış borulama sistemlerine ihtiyaç duymaması nedeniyle kızıl ötesi ısı elde edilmesi için tercih edilen bir yakıttır.
- **Düzenlenmiş Hava Sistemleri:** Bu sistemler, dışarıdaki havayı bir merkezi ısıtma aletinin egzozundan çıkan ısının hava tarafından tutulmasını sağlayan, bir ısı değiştiricisi ile getirilir. Örnek olarak, 10° C'lik hava, atık olarak ortamdan uzaklaştırılan 80° C'lik egzoz ısısına sahip bir ısı değiştiricisine yönlendirilir. Sonuç merkezi ısıtma düzeninde kullanılarak ısı ihtiyacı olan yerlerde sirküle edilen sıcak havadır. Bu tip düzenler % 100 verimli olup büyük binaların merkezi ısıtma sistemleri için mükemmel bir tercihtir.
- **Ünite Isıtıcıları:** Bu cihazlar geniş hacimli havanın ekonomik bir şekilde ısıtılması için mükemmel bir seçimdir. Ünite ısıtıcıları, dükkanlar, showroomlar, seralar, fabrikalar, depolar ve garajları ısıtmak için elverişlidir. Bu tip üniteler diğer enerji kaynakları ile çalışsa da LPG yakıtlı üniteler kolay montaj, düşük ilk yatırım ve çalışma maliyeti nedeniyle tercih edilir. Bu tip ısıtıcılar, bir motor, bir

üfürücü ve ısıtma elemanında oluşur. Sıcak hava, ayarlanabilen kontrol ile ihtiyaç duyulan alanlara yönlendirilir. Ayrıca üretim işleminde serbest bırakılan nemin soğuk duvarlardaki, tavanlardaki veya diğer soğuk yüzeylerdeki çiğleşmeyi önlemede de kullanılmaktadır.

3.8.2.2. Su Isıtma

Bugün yeni tip su ısıtıcı ürünleri, gerçekçi ve düşük çalışma maliyetli ekipmanlar bina ve iş sahipleri talepleri için dizayn edilir. Isıl verim ile, ticari gaz su ısıtma sistemlerinde % 90 seviyesinde ve çalışma maliyeti daha düşük olabilir.

LPG yakıtlı su ısıtıcı ekipmanları, uzun ömür, güvenilirlik ve ekonomiklik için iyi kazanılmış bir şöhrete sahiptir. Gaz su ısıtıcı sistemlerinin rakip enerji kaynakları üzerine sağladıkları maliyet avantajları, teknolojik gelişmeler doğrultusunda devam etmektedir.

Bu buluşlara daha verimli yakıcılar, geliştirilmiş ısı geçişi, geliştirilmiş bölme tasarımı, ısı kaybını düşürmek için daha iyi yalıtım ve acı su seviyesinin ayarlamasının yok edilmesi doğrultusunda büyük tank ömrü eklenebilir.

Su ısıtma donanımları, ısıtıcıdan çok sistem olarak anılması daha doğrudur. Bunun nedeni, birden daha fazla çok kısmın birleşmesidir. Bu sistemlerin kapasitelerinin doğru seçilmesi kritik bir iştir. Eğer kapasite az seçilir ise görevini yerine getirmez. Fazla seçilir ise atık enerji oluşur.

LPG'li su ısıtıcı sistemler ile diğer enerji kaynakları arasındaki en büyük fark işletme maliyetidir. LPG ile, maliyet yüksek talepler sırasında değişmez. Gaz su ısıtıcı sistemlerinin diğer avantajı ise sıcak suyu elektrikli modellere göre iki kat daha hızlı elde etmesidir. Ticari gaz su ısıtıcılarının kazanma verimi % 94 ün üzerindedir.

3.8.2.3. Pişirme

LPG'nin popülaritesi, mevcut mavi alevi, uygun sonuçlar ve temizliği ile sağlanan ısı kontrolleri nedeniyle artmaktadır. Üreticiler, enerji maliyetini belirli bir doğrultuda tutmaya yardım edecek daha küçük, daha hızlı ve daha çok enerji verimi olan ekipmanlar yapmaya devam etmektedirler. Lokantaların enerji sarfiyatlarının üçte biri yemek yapımından ortaya çıkmakta olup, enerji kaynaklarının maliyete tesir edicidir.

LPG'li pişirme ekipmanları, ticari mutfak planlarına yüksek derecede tasarım rahatlığı vermektedir. Bir çok tip, büyüklük ve düzende ticari LPG ocak ve fırınları seçilmektedir. Aralarında buhar masaları, barbeküler, pişirim tavaları, tavalar, kebap ocakları, çörek tepsileri, yemek ısıtıcıları, çorba istasyonları, buhar yapıcılar, şekerleme fırını, kızartma fırını, pizza fırını, döner fırınlar ve döner tepsi fırınlarıdır. Ayrıca, yüksek teknoloji fırınlarda mevcuttur. Bir ünite, titreşimli yanmanın yüksek verimine önem vermektedir. Diğeri pişirme zamanını azaltmak için tava ve ızgarayı birleştirmektedir.

3.8.2.4. Soğutma

Gaz alan soğutma sistemler, elektriğe göre maliyet alternatifi ile ticari işler ve bina sahiplerine yeni gelişmeler sağlar. Teknolojik ilerlemeler nedeni ile daha çok ticari tesis LPG'li soğutma sistemleri kurulmasını sağlamaktadır.
Değişik tipte LPG'li soğutma sistemleri bulunmaktadır. Bunlardan;

- **Emilme Soğutumu:** Bu sistemler performans katsayısı, tam kapasitede çalışması halinde 1.4 kadar yüksek ve işletme yüklemesi % 60 olması halinde 2.0 olmaktadır. Bu yüksek verimi düşük LPG fiyatı ile birleştirdiğinde, bu ünitelerin işletme maliyeti elektrikli soğutma sistemlerine göre bir bölü üçten bir bölü dörde azalmaktadır. Diğer önemli avantajı ise, LPG emme soğutma sistemleri, çevrece tehlikeli olan kloroflurokarbon (CFC) çıkartımı dışında hava kontrolünde verim sağlamaktadır. CFC'ler, ozon tabakasının incelmesinden sorumlu olan insan yapısı bir kimyasaldır. Birçok elektrikli soğutma sistemleri, CFC'yi soğutucu olarak kullanmaktadır. Emme soğutucuları için LPG kullanımı son kullanıcılara hava kirlenmesinde ve sağlık problemlerinde payı olmaması nedeniyle güven vermektedir.
- **Soğutucu/Isıtıcı:** Bu üniteler sadece soğutulmuş suyu soğutma için değil ayrıca alan veya su ısıtımı için termal enerji üretimi içinde kullanılmaktadır. Soğutma ve ısıtma aletleri tek bir ünitede, soğutucu/ısıtıcı, konvensiyonel alan ısıtıcısı ve hava kontrolöründen daha az yüzey alanı kullanmaktadır.
- **Kurutucu Soğutma Sistemleri:** Kurutucu veya nem gidermek, soğutucu sistemleri düşük nem seviyesinde tutmanın ve gerçekleştirmenin zor olduğu durumlarda kullanılır. Bu sistemler, tam soğutma ihtiyaçlarını düşürmede konvensiyonel ısıtma ve soğutma ile birleştirilebilir. Kurutucu soğutma, süper

marketler, kaplıcalar ve düşük nem ortamları gerektiren üretim işlemleri için idealdir.

Yukarıda bahsedilmiş olan LPG'li soğutma sistemleri çok az hareketli parçaya sahiptir. Bu çok az titreşim ve sessiz işlemin sonucudur. Bu bütün çalışma kapasitelerinde sadece optimum verimde veya yakın çalışmada tasarlanmış olan, elektrikli sistemler ile üzerinde eklenmiş bir avantajdır.

3.8.2.5. Elbise Kurutma

Birçok gaz yakıtlı elbise kurutucu tasarımları geniş çeşitlilikteki donanımlar ile ısmarlanabilir. Ünite büyüklükleri de çeşitlik göstermektedir. Elbise kurutucuları, apartmanlarda, müstakil evlerde, çamaşırhanelerde, oteller, moteller, hastahanelerde, kolejlerde, kamp alanlarında ve bunun gibi yerlerde kullanılır.

Bu kurutucular, elektrikle güçlendirilmişlere göre daha ekonomiktir. LPG'li kurutucular, pilotsuz ateşleme, nem algılama kontrolörleri ve özellikle kaplamalı kazan mührü gibi yüksek teknoloji ekipmanları uygulanarak, elektrikli kurutuculara göre sahibine % 65 kazandırır. Ayrıca, LPG kurutucuları, elektrikli modellere göre yaklaşık üç bölü dört zamanda kurutma işlemini tamamlar.

3.8.2.6. Kojenerasyon

Kojenerasyon, elektrik üretiminden çıkan atık ısının zapt edildiği sistemdir. Elektrik üretimi sadece % 30 verimi olan verimsiz bir işlemdir. Ayrıca, kendine özgü faydalı bir şirket yaparak ticari ve endüstriyel beceriyi mümkün kılar. Kömür ve Fuel-oil'den elektrik üretimi atık enerjinin zapt edilmesi işi için imkan bırakmaz üstüne üstlük üzerine maliyet bile çıkartır. Eğer iş, LPG kojenerasyon sistemi ile elektrik üretmek ise her ne şekilde elektrik üretimi verimi % 70 lere çıkmaktadır. Böylece %30 verimi kullanmak yerine sadece % 30 kayıp olmaktadır.

Kojenerasyon sisteminde ilk yatırım maliyeti, hızlıca geri dönmektedir. Ayrıca, iş ihtiyaçtan daha fazla elektrik üretmesi durumunda farklı şirketlere veya elektrik şirketlerine elektriği satma imkanı sunduğunu da söylemek gerekir.

3.8.2.7. Gazlı Isı Pompaları

Gaz teknolojisindeki en büyük buluşlardan biri gazlı ısı pompalarıdır. Gaz Araştırma Enstitüsüne göre, gazlı ısı pompalarının soğutma verimi % 120 ve ısıtma verimi

% 150 dir. Benzerlerine, elektrikli ısı pompalarına göre, işletme maliyeti, çalışma ömrü çevrimi veya geri dönüşüm periyodu karşılaştırıldığında rekabet edilemez.

Elektrikli ısı pompaları 1950 den beri vardır. Ilıman sıcaklıklar altında elektrikli ısı pompaları verimli çalışmasına rağmen 0° C'den düşük sıcaklıklarda yardımcı bir ısıtıcı ünite olmadan elverişli ısı sağlayamazlar. 0° C'nin üzerindeki sıcaklıklarda, yaz aylarında alan ısıtımı için dış havadaki ısıyı alarak yüksek verimlere ulaşmakta ve soğutma sağlamak için binadaki ısıyı alarak verimli bir şekilde çalışmaktadır.

Gazlı ısı pompası, her türlü iklimde üstündür. Donma sıcaklığının altındaki sıcaklıklarda elektrikli ısı pompalarından daha ekonomik alan ısıtımı sağlaması için tasarlanmıştır. Gazlı ısı pompaları, yaz soğutma yüklemelerini çarpıcı bir şekilde ekonomik gaz soğutumu sağlayarak azaltır. İlk yatırım maliyeti, ısıtma ve soğutma birleştirilmiş tek parça LPG yakıtlı ekipmanlarından meydana geldiğinden düşürülmüştür. Gazlı ısı pompası, uzun ömürlüdür. Sık sık ve pahalı bakım ihtiyacı olan elektrikli ısı pompalarına göre daha az hareketli parçası vardır.

3.8.3. Endüstriyel Kullanım

LPG'nin endüstriyel yakıt olarak ün kazanması, LPG'nin diğer enerji kaynaklarına hatta doğal gaza göre çok yönlü bir yakıt olmasından kaynaklanmaktadır. Belki de LPG'nin en büyük avantajı mazot ve fuel-oil gibi depolanması durumunda kalitesini veya miktarını yitirmemesinden kaynaklanmaktadır. Bu da sivil toplumun jeneratörlerine, pişirme, ısıtma ve su ısıtmada tercih etmelerine neden olmaktadır.

3.8.3.1. LPG Yakıtlı Forkliftler

LPG, toksik olmadığı ve çok az kirliliği olan bir yakıt olması nedeniyle güvenilir biçimde forkliftlerde kullanılabilmektedir. LPG, fabrika ve depolarda işçileri sıcak tutmak; endüstriyel üretim işlemleri için ısı sağlamak ve kaynak verimli maliyet etkin su ısıtmak için kullanılmaktadır. Ve LPG'nin temiz yanmalı yakıt olması nedeniyle her tip yakıt yanıcısı için ideal bir enerji kaynağıdır.

Maliyet açısından, depo ve fabrikaların malzeme taşınma gereksinimleri için LPG ile güçlendirilmiş forkliftlerden daha iyi bir yol yoktur. LPG ekipmanları ilk yatırım maliyeti, diğer yakıt tipleri ile güçlendirilmişlerden % 35 daha azdır.

LPG yakıtlı forkliftler, diğer enerji kaynakları ile yakıt sağlanmışlara göre daha hızlıdır. Bu forkliftin dolu veya boş olması ile değişmemektedir. Performans seviyesi kazanmış LPG'li forkliftler basit bir dolum prosedürü ile günde 24 saat rahatça işini

yapabilmektedir. Maliyet performansı esas alındığında, benzinli, elektrikle güçlendirilmiş ve sıkıştırılmış doğal gazlı kaldırma kamyonları LPG yakıtlı kaldırma kamyonları kadar ekonomik değildir.

LPG'nin çok temiz bir yakıt olması forkliftin kullanıldığı binadaki havalandırmanın artırılmasına gerek yoktur. LPG motoru tam anlamıyla ayarlandığında egzoz gazı ortadan kaldırılır. Bu nedenle, kaldırma kamyonlarının kapalı çalışma alanlarında kullanımı büyük bir avantajdır. Temiz yanmalı LPG'nin diğer yararı bakım masraflarını azaltılmasıdır. Motor ömrü, benzin yakıtlı motorlara göre iki veya üç kat daha fazladır.

Ayrıca LPG, çok güvenli bir yakıttır. Depolar, yakıt hatları ve karbüratör parçaları, katı özellikler ile yapılır. Gömme güvenlik sistemi, bir kaza olması durumunda yakıtı otomatik olarak kapatan shut-off vanası ile sağlamaktadır. Bununla birlikte, LPG'nin buharlaşması ve atmosferin içine yakıtın döküntü kaybı yoktur.

3.8.3.2. Alan Isıtması

İş sahiplerinin gerçekçi maliyet tasarrufu sağlandığı ticari ve endüstriyel uygulamalarının kullanıldığı yerlerde mesken sektöründe kullanılan aynı yüksek verimli ısıtma sistemleri kullanılır.

Çalışma maliyetindeki istikrarlı maliyetleri, büyük endüstriyel becerinin gün ve gün çalışmalarında özellikle önemlidir. 50,000 m^2 lik yüksek tavanlı, geniş açık alanlara ve sık sık kapısı açık olan tesislerde düşük maliyet kararsızlıkları tesis müdürü için doğruluğunu finansal olarak kanıtlamayı gerektirmektedir.

LPG, bu konuda fırsatlar sağlamaktadır. Bu maksat için üç ısıtma metodu vardır. Bunlar:

- Radyant Sistemler
- Ünite Isıtıcıları
- Düzenlenmiş Hava Sistemleri

3.8.3.3. Su Isıtıcıları

Sıcak su ve buhar sistemlerinin ikisinin de endüstriyel tesislerinde bir çok kullanımı vardır. Kafeteryaların, üretim işlemlerini, yağmurlama sistemi tanklarının ısıtma sistemlerinin donması, alan ısıtımı, temizlenmesi ve sterilize olmasına engel olmak için kullanılır.

Boyutlandırma, teçhizat seçimi ve tesisatı mümkün olan en yüksek verimi gerçekleştirmekte ve tesisin dikkate değer ihtiyaçları üzerine kurulmaktadır. Bütün sektörler düşünüldüğünde endüstriyel tesislerdeki su ısıtıcılarının verimleri % 90 mertebesindedir.

LPG yakıtlı buhar kazanları, endüstriyel tesislerde bir çok uygulaması mevcuttur. Bu tip kazanlar tekstil sektöründe kumaşı boyamak; bir kafeteryada bulaşık yıkama tankı; pişirme işlemleri ve nemli ısı kullanılan ısıtma masaları için kullanılır.

3.8.3.4. İşletme Isıtımı

LPG'nin en takdire değer özelliğinden biri temiz yanmalı olmasıdır. Hiçbir şekilde kalıntı bırakmadığından temizlik, yüksek enerji ısısı ve kusursuz sonuç gerektiren endüstriyel işlemlerde değerlidir. Birçok endüstri, LPG' yi güç işleme fırınlarda, ocaklarda ve tuğla ocaklarında halen kullanmaktadır.

Sıcak Hava Katma Fırını: Malzemenin harmanları işlenmesi için bu fırınların içine yerleştirilir.

Sürekli Ocak: Malzemeler sürekli işlenir ve bir konveyör üzerinde bu ocaklara doğru hareket eder.

Doğrudan Ateşlemeli Fırın: Bu fırınlar, LPG'nin en çok tercih edildiği endüstriyel kullanımıdır. Yanmanın ürünleri, hareket ettirilen malzemeler ile doğrudan ilişki içerisindedir. LPG'nin temiz yanma nitelikleri, fuel-oil gibi az temiz yakıtlarda kusurlu sonuçların üretildiği yerlerde doğrudan yanma durumunda kullanılmasına izin verir.

Cam Tesisi Fırınları: LPG, cam tesislerinde ergitme fırını, tavlama fırını ve temperleme fırınına güç veren yakıt olarak kullanılmak üzere, enerji kaynağı olarak tercih edilmektedir.

Metallerin Tavlanması: LPG, düşük karbonlu çeliklerin ısıtma işlemi, bakırın tavlanması, çeliğin lehimlenmesi ve demirsiz metallerin çelik lehimi ve düşük karbonlu çelik tozlar için kullanılır.

Vasıtalı Ateşleme Fırınları: Bu fırınlarda, yanma ürünleri ısıtılmış parçalar ile ilişkiye girmemektedir. Bu tip fırınlar, kapalı pota, radyant tüp ve sızdırmaz pota içermektedir.

Tuğla Ocağı: En genel LPG endüstriyel uygulamalardan biri her tip tuğla ocağının bütün tipleri için ısı sağlanmaktadır.

Fırınlar: Ayrıca LPG, dolgu içinde fırınlamak, kurutmak ve şekil vermek için fırın ateşlenmektedir.

İşleme Isı Kurutucuları: Bu ünitelerin bazıları, sprey kurutucuları, oda kurutucuları, devirme kurutucuları, konveyör kurutucuları, kağıt kurutucuları, tavalı kurutucuları, döner kurutucuları ve tünel kurutucularıdır.

3.8.3.5. Endüstriyel Yakıcılar

Endüstriyel uygulamaların kullanımı için LPG ile çalışan birçok yakıcı vardır. Batırma ısınımından doğrudan alev ısınımına kadar birçok yolda kullanılan bu yakıcıların bazılarının özlü anlatımları aşağıda listelenmiştir.

Ergitme Alevi Lülesi: Doğrudan alev ısıtımı için katmerler içinde genellikle kullanılması durumunda değişik şekillendirilmiş alevler üretmektedirler.

Körük Yakıcıları: Fırınların, kazanların ve ocakların yanma çemberleri, içine doğru yanmaktadır.

Düz veya Spiral Alev Yakıcıları: Hem radyant hem de konveksiyon geçişi olan fırınlarda kullanılmaktadır.

Tüplü Yakıcılar: Sıvı seviyeleri altında veya atmosfer kontrollü fırınlar, tüplü yanıcılar daldırma ısıtma sağlamaktadır.

Parlak Alevler: Parlak alevler büyük metallerin ve cam ergitme fırınlarında kullanılmaktadır.,

Radyant Yakıcılar: Radyant yakıcılar, akkor seramik yüzeylere düzgün ısı geçişinin yüksek oranda sağlanmasında kullanılmaktadır.

Yüzük Yakıcıları: Birçok eş merkezli yüzükleri içerebilir.

Lehim Yakıcısı: Açık veya kapalı hava operasyonları, lehim yakıcıları kollu lehimler, hava ısıtıcıları, ön ısıtıcılar ve yakın kullanımlar olarak kullanılabilir.

Tünel Yakıcıları: Ortadan büyük işlemler ısı fırınları, tünel yakıcıları, genellikle parçalar halinde gruplandırılır ve ünitenin bir yan duvarına sabitlenir.

3.8.4. Taşıtlarda Kullanım

LPG'nin ticari ve endüstriyel sektörlerde bir çok uygulama şekli ve kullanımı dışında taşıtlarda geleneksel yakıtlar olan benzine ve dizel yakıta alternatif yakıt olarak geniş bir şekilde kullanılmaktadır.

Halen kullanılmakta olanlar ve geliştirilme aşamasında bulunan tüm alternatif ürünler arasında, Oto LPG, çevre performansı, araçlara montaj kolaylığı, kullanıldığı

araçların sürüş rahatlığı ve performans bakımından "geleneksel" yakıtlarla karşılaştırıldığında en iyi alternatif yakıt olarak görülmektedir.

Benzinli motorlar, kolayca Oto LPG'ye çevrilebilmekte ve Oto LPG'nin aşağıdaki avantajlarından yararlanılabilmektedir:

- Motor yağının daha az kirlenmesi
- Buji ömürlerinin uzaması
- Benzindekine benzer sürüş rahatlığı

Dizel yakıtlı motorların Oto LPG'ye çevrilmesi durumunda sağlanacak avantajlar şunlardır:

- Motor gürültü düzeylerinin azalması
- Rahatsız edici mazot kokusunun kesilmesi
- Motor ömrünün uzaması

Oto LPG'ye çevrilen her iki tip motor da aşağıda belirtilen, çevre için taşıdıkları avantajlardan yararlanırlar:

- Temiz ve yüksek verimli yanma,
- Tüm ticari yakıtlar arasında ömrü boyunca en düşük sera gazı emisyonuna yol açan yakıtlardan biri,
- Asit yağmurlarının en önemli nedeni olan kükürt di oksit düzeylerinin önemsiz derecede olması,
- Yanma sırasında düşük partikül oluşumu,
- Dökülme, saçılma durumunda, Oto LPG'nin hızla buharlaşması nedeniyle toprağa ve suya daha az zarar vermesi,

Birçok büyük taşıt üreticisi (Orijinal Ekipman Üreticileri (OEM'ler) Oto LPG konusundaki gelişmelerle etkin şekilde ilgilenmeye devam etmektedir. İlk dönemde, taşıtlar için Oto LPG dönüşüm takımları, bu konuda uzmanlaşmış şirketler tarafından geliştirilmiş ve pazarlanmıştır. Ancak, Oto LPG'nin kullanımı yaygınlaştıkça ve teşvik eden devlet sayısı arttıkça, büyük OEM'ler kendi araçlarında OEM Oto LPG sistemlerini geliştirme ve pazarlama ile daha fazla ilgilenmeye başlamışlardır.

Konuyla ilgilenen OEM'lerin gelişim aşamaları şöyledir:

- Üreticinin, uzman tedarikçiler tarafından kaydedilen gelişmeleri ve hükümetlerin alternatif yakıtlara bakış açısını değerlendirdiği kısa izleme dönemi,
- Üreticinin, Oto LPG ile ilgilenerek ve bir uzman tedarikçinin donanımını tavsiye ederek pazarı test ettiği bir OEM sistem onayı,
- Üreticinin, araçlarına takılı, onaylı yakıt tadil sistemiyle bağlantılı olarak kullanıldığında, ürününe garanti verdiği üçüncü taraf sözleşmesine ilişkin OEM garantisi (tam garantinin korunduğu Özel Etiket yaklaşımı),
- OEM'in araç üzerinde gerekli değişiklikleri ya üretim hattının dışına kaydırarak yaptığı ya da aracı üretim hattından çıktıktan hemen sonra alıp üzerine bir dönüşüm takımı monte ettiği çevrim dışı montaj aşaması, (Bu durumda, aracın garantisi tümüyle OEM tarafından desteklenir. Bu gelişmenin en güçlü gerçekleştiği yer, Renault ve Citroen'in çok sayıda Oto LPG ile çalışan otomobil (iki farklı yakıt türünü de kullanabilen çift yakıtlı modeller) ürettiği Fransa'dır.)
- OEM'in dönüştürme aksamını, montaj hattı üzerinde, diğer donanımın yapımı sırasında monte ettiği aşama, (Bu çift yakıt yaklaşımı, OEM'in kendi ürettiği araçların, hala yeterli bir Oto LPG dolum alt yapısının bulunmadığı ülkeler de dahil olmak üzere her yerde çalışmasını istediği durumlarda, yalnızca kullanabilen araçlara tercih edilmektedir.)
- Yaygın olarak sözü edilen son seçenek OEM'in, aracın diğer aksamını yalnızca Oto LPG ile çalışacak biçimde tadil etmeye başladığı, Oto LPG'ye göre optimize edilmiş tek yakıtlı araç üretimi gibi görünmektedir. Bu araçlarda benzin donanımı hiç bulunmayacaktır ve motorun iç yapısı, Oto LPG'ye optimum uyum sağlayacak şekilde düzenlenecektir. Bu yaklaşıma bir örnek, Nissan ve Toyota'nın yalnızca Oto LPG kullanan taksiler ürettiği Japonya'da görülmektedir. Ayrıca, ABD'de Ford yalnızca Oto LPG ile çalışan bir kamyonet, Kanada'da Chrysler da benzer bir van üretmektedir. Ancak, OEM'ler , yalnızca LPG kullanan araçların pazarlamasında sınırlı Oto LPG dolum alt yapısını bir kısıtlama olarak gördüklerinden, ürettikleri araçların çift yakıtlı olmasını istemektedirler.
- Oto LPG kullanan otobüsler gibi, ağır hizmet alanlarında çalışacak taşıtlar için tüm OEM'ler, tek yakıtlı araçlar üretmeyi benimsemek eğilimindedir.

- Bu nedenle gelecekteki gelişmelerin, otomotiv LPG Yakıtlı binek otomobillere ve taksilere yönelik talebin artması, OEM'lerin çift yakıtlı seçeneği benimsemeleri şeklinde olacağı beklenmektedir. OEM motor yönetim sistemi benzin için optimize edilmeye ve Oto LPG kullanımı için, örneğin ana kablo sisteminin Oto LPG'ye uyarlanması gibi, yollarla ayarlanma/değiştirilmeye devam edecektir.

Bugün Oto LPG için komple dönüşüm takımları üretmekte olan uzman şirketlerin gelecekte, OEM'lere Oto LPG kullanımına özel bileşenler sağlayacak şekilde gelişmeleri gerekecektir.

OEM'ler uluslar arası bağlantılarla "dünya otomobili" kavramını gittikçe daha çok kullanırken, en son teknolojili araç üretimini desteklemek için dünyanın dört bir yanındaki gelişmelerden de yararlanmaktadır. Araçlarda Oto LPG kullanımı, bu gelişmelerin yaygınlaşması sayesinde artmaktadır.

3.9. Hafif ve Ağır Hizmet Araçlarında Oto LPG Donanım Teknolojisi

Yanmalı motorlarda alternatif yakıtların kullanılması yeni değildir. Oto LPG, çevresel dost niteliği nedeniyle karayolu taşımacılığında kullanılacak en çekici alternatiflerden biridir. Bu yakıtın kullanılabilirliği başarıyla kanıtlanmıştır. Dünyada birçok hafif ve ağır hizmet aracı bu yakıtla çalışmaktadır.

Teknoloji düzeyi yıllar içinde önemli bir gelişme kaydetmiştir. Yetmişli yıllarda, egzoz gazı emisyonlarındaki önemli iyileştirmeler sonucunda çok basit sistemler ortaya çıkmıştır. Temiz benzin teknolojisinin (örneğin üç yollu katalizör) geliştirilmesi nedeniyle Oto LPG sistemlerinin de gelişmesi gerekmiştir. Bu da, öncelikle elektronik kontrollü sistemlerin geliştirilmesi ve daha sonra, kendi kendine uyarlanabilen kontrol düzenini içeren daha da gelişmiş sistemlerin ortaya çıkması ile sonuçlanmıştır.

Ağır hizmet uygulamalarına özel sistemler de geliştirilmiştir. Yıllar içinde ağır hizmet pazarı büyük önem kazanmış ve bazı OEM'ler, özel Oto LPG motorlarının geliştirilmesi üzerinde çalışmaya başlamışlardır.

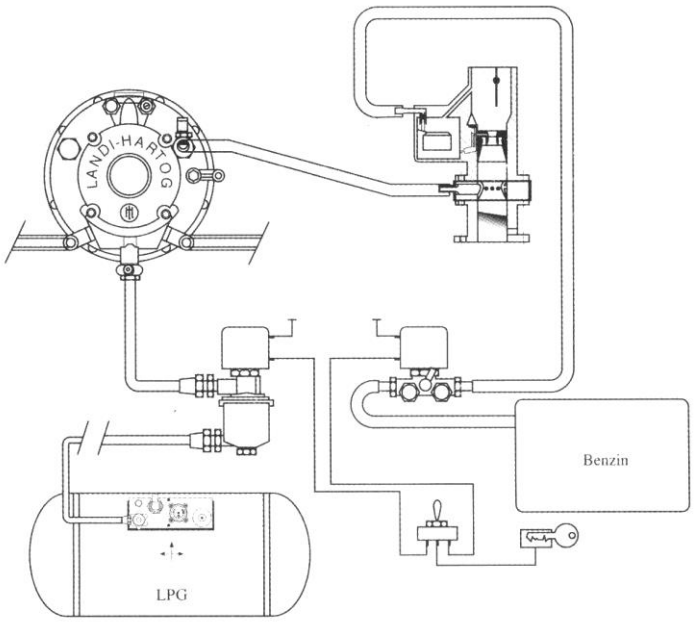
Pazarda mevcut çeşitli sistemlerin ilkeleri ana hatlarıyla ortaya konulmakta, farkları vurgulanmakta ve bu sistemlere örnekler verilmektedir.

3.9.1. Hafif Hizmet Araçları İçin Oto LPG Donanımları

3.9.1.1. Oto LPG Yakma Sistemleri (birinci jenerasyon)

Araçların sıkı emisyon standartlarına uymasının şart koşulmadığı ülkelerde, geleneksel Oto LPG sistemleri kullanılmaktadır. Tipik bir geleneksel Oto LPG sistemi Şekil 3.11. de gösterilmiştir. Bu mekanik sistemler "birinci jenerasyon" olarak bilinmektedir.

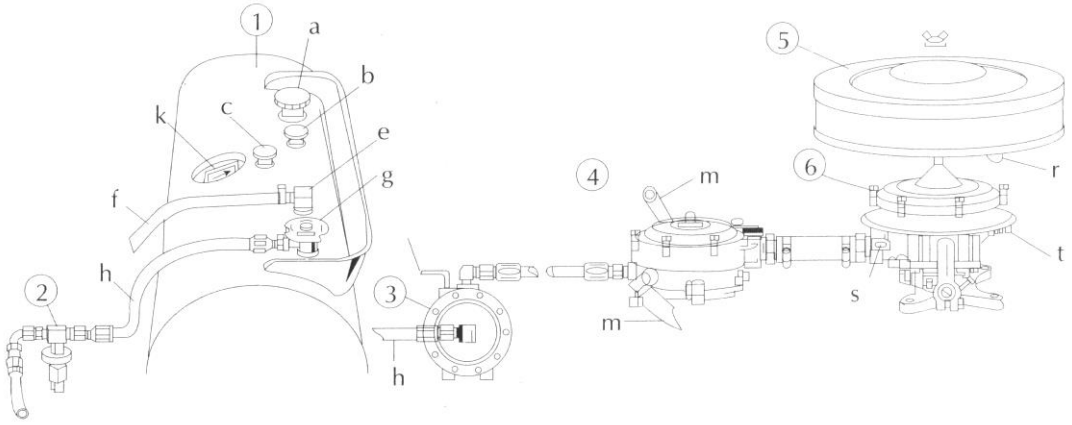
Bu sistemler, kaputun altında bir elektromanyetik LPG kesme valfı, bir buharlaştırıcı/basınç regülatörü ve bir karışım biriminden oluşur. Bu sistem çift yakıtlı bir araca monte edildiğinde, LPG kullanımına geçildiğinde kapanan ve benzin kullanımına dönüldüğünde açılan bir elektromanyetik kesme vanası da benzin yakıt hattı içine yerleştirilmektedir. LPG kesme vanası, buharlaştırıcı/basınç regülatörünün hemen önüne monte edilir ve basınç regülatörü motor soğutucusu tarafından ısıtılır. Isıtma, sıvı LPG'nin buharlaşması sırasında oluşan büyük sıcaklık düşüşü nedeniyle regülatörün donmasını önlemek amacıyla yapılmaktadır. Regülatörden gelen buharlaştırılmış LPG, benzin karbüratörünün hemen üstünde yer alan karıştırma biriminde hava ile karıştırılır. Buradan da, bir kuru gaz/hava karışımı olarak motorun içine çekilir. Oto LPG miktarı, basınç regülatörü ve karıştırma birimi grubu tarafından belirlenir. Bir aracın Oto LPG'ye dönüştürülmesinin en kolay şekli bu sistemdir.



Şekil 3.11 Landi Renzo Mekanik LPG sistemi (birinci jenerasyon)

Landi Renzo'nun sistemine benzeyen diğer birinci jenerasyon donanımlara örnekler, hepsi İtalyan yapımı olan Lovato, Bedini ve Tartarini'dir.

Şekil 3.12. de gösterilen IMPCO LPG sistemi forkliftler ve diğer endüstriyel makinelerde hala kullanılmaktadır.



1: LPG motor yakıt deposu
- (a) Doldurma Valfi,
- (b) Buhar Dönüş Valfi,
- (c) %10 kayıp valfi,
- (e) Tahliye Valfi, Basınç Emniyet Valfi,
- (f) Araç dışına boşaltma valfi,
- (g) LPG valfi, LPG tüketim valfi,
- (h) LPG yüksek basınç hortum hattı,
- (k) Yakıt göstergesi

2: SS802 Hidrostatik tahliye valfi,

3: VFF30 Vakum yakıt kilidi ve filtresi
- (h) LPG giriş hattı
- (i) Karıştırıcı içindeki hava valfı vakum kapısına bağlantı,

4: IMPCO EBP model konvektör
- (m) Motor su girişi ya da çıkışı

5: IMPCO AF1-7 hava filtresi

6: IMPCO *CA225 model karbüratör
- (t) Rolanti ayar anahtarı
- (s) Balans hattı bağlantısı

Şekil 3.12 IMPCO Mekanik LPG Sistemi (birinci jenerasyon)

Dünyada, birinci jenerasyon Oto LPG donanımları, Eski Sovyetler Birliği , birçok Afrika ve Ortadoğu ülkesi gibi, ağır emisyon koşullarının aranmadığı ülkelerde hala kullanılmaktadır.

3.9.1.2. Elektronik Kontrollü Oto LPG Yakma Sistemleri (İkinci jenerasyon)

Çeşitli ülkelerde egzoz emisyonlarına ilişkin kısıtlamaların gittikçe artması üzerine, donanım imalatçılarından Oto LPG dönüşüm tasarımlarını büyük ölçüde iyileştirmesi istenmeye başlanmıştır.

Modern teknoloji, geleneksel Oto LPG sistemlerindeki eksikliklerden bazılarının giderilmesine yardımcı olmuştur. Ana gaz akış miktarının hassas bir elektronik kontrolle tamamlandığı sistemle geliştirilmiştir. Bu sistemlerde gaz akış miktarı, hala birinci jenerasyon sistemlerdeki gibi basınç regülatörü ve gaz karıştırıcısı tarafından yapılmaktadır, ancak analog ve sayısal kontrollüdür. Bu tip sistemler 3 yollu katalizörle donatılmış araçlarda kullanılmaya uygundur.

Bu sistemlerin bazıları kendiliğinden ayarlama gibi üçüncü jenerasyon özelliklerine sahiptir ve ayarlanamamaktadırlar. Oto LPG sistemlerinin kendi kendine öğrenme özellikleri nedeniyle, ömürleri boyunca ayarlanmasına gerek kalmamaktadır.

Bu sistemler yalnızca, şirketlerin sattığı Oto LPG'nin propan/bütan oranlarının yıl içinde farklı dönemlerde değişmesi yanında, bir ülkeden , iklim koşulları farklı diğer bir ülkeye geçildiğinde de değişmesi nedeniyle gerekli uyarlamaların yapılabilmesi için kontrol parametrelerinin değiştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Bu kendi kendine öğrenme özellikleri ile Oto LPG'nin, aracın ömrü boyunca çevreyi çok az kirletmesi temin edilmiş olmaktadır.

İkinci jenerasyon donanım üreticilerinin büyük bölümü Tablo 3.5. de gösterilmiştir. Tabloda ayrıca, hangi sistemlerin elle ayar gerektirmeden kendi kendine öğrenme özelliğine sahip olduğu da belirtilmiştir.

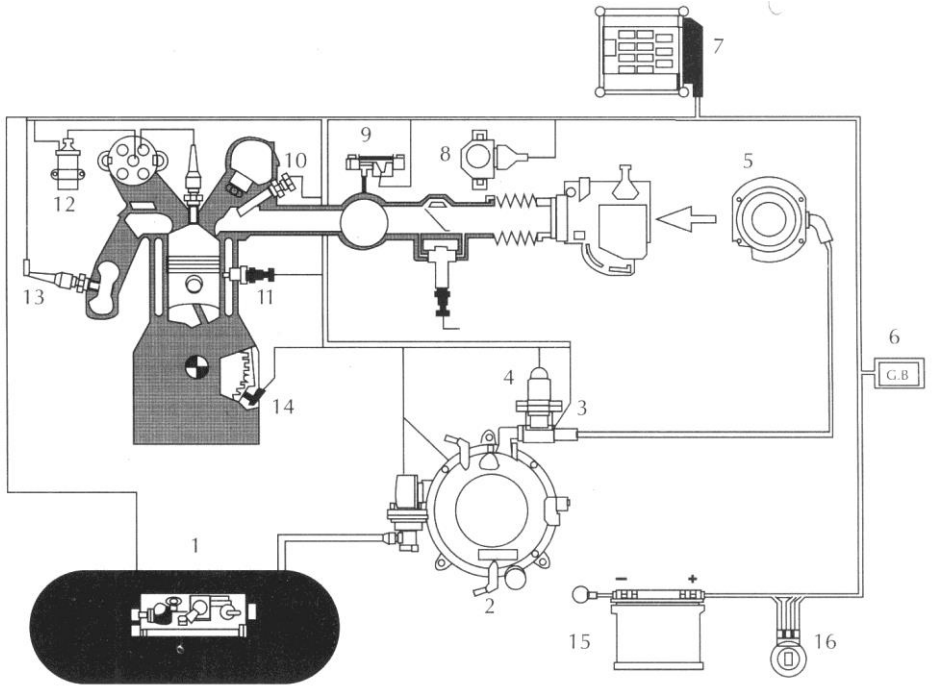
Tablo 3.5 İkinci Jenerasyon Donanımlar

Donanım Marka ve Tipi	Kendiliğinden Öğrenme Ayarlanmama	Ülke
AG Autogaz ALC Sistemi	Yok	Hollanda
Aisan LPG Sistemi	Yok	Japonya
BRC LPG Sistemi	Yok	İtalya
Eurogas Landi Renzo	Yok	Hollanda
Koltec Sistemi	Yok	Hollanda
Nikki LPG Sistemi	Yok	Japonya
AG Autogaz DGC Sistemi	Var	Hollanda
Eurogas EAS Sistemi	Var	Hollanda
Impco ADP Sistemi	Var	ABD
Landi Hartog LLC Sistemi	Var	Hollanda
LPGas Techniek Zevenaar	Var	Hollanda
Mogas Ecolex Sistemi	Var	Kanada
Necam Sistemi	Var	Hollanda
Prins AFS Sistemi	Var	Hollanda
Vialle AMS Sistemi	Var	Hollanda

Sistemlerin Açıklanması

- Hollandalı donanım üreticisi Eurogas'ın, analog, elektronik kontrollü bir Oto LPG sistemi bulunmaktadır. Elektronik birimin giriş sinyalleri, motor devri ve lambda algılayıcısından sağlanmaktadır. Elektronik birim, basınç regülatörü ile karıştırma birimi arasında bulunan kuru gaz hortumu içindeki ana akımı ayarlayan bir sayısal doğrusal çalıştırıcıyı (kademeli motor) kontrol eder. Sistem kapalı devre kontrollü olarak çalışır. İkinci jenerasyon Eurogas LPG sisteminin yerleştirilme planı Şekil 3.13. de verilmiştir.

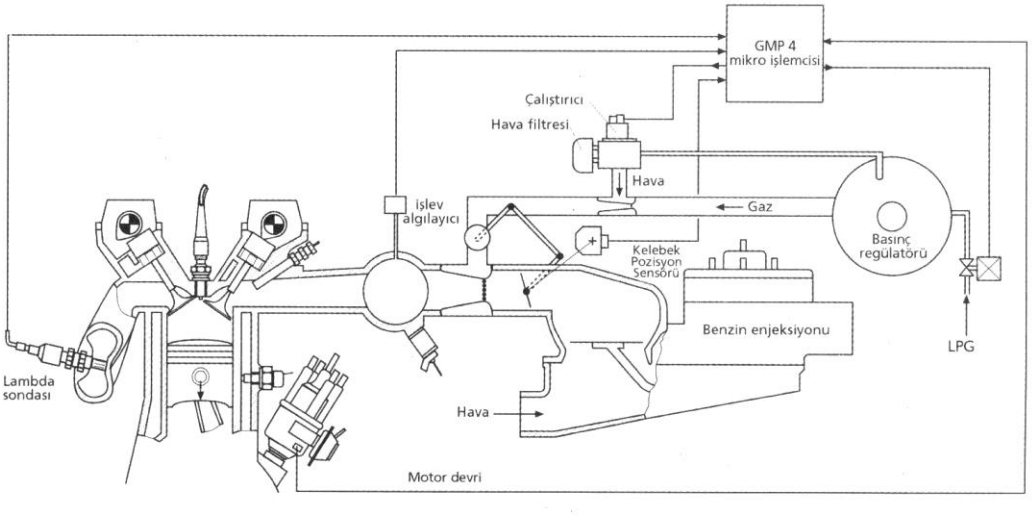
Benzer ikinci jenerasyon sistemler AG Autogas ALC sistemi, BRC LPG sistemi ve Koltec sistemidir. Bu sistemlerde uyarlama kontrolü bulunmaz.



1. Depo
2. Soğutucu
3. Gaz çıkıcı
4. Gaz kontrol valfi
5. Gaz karıştırıcı
6. Yakıt Anahtarı
7. ECU (Elektronik Kontrol Birimi)
8. TPS (Karbüratör Konum Algılayıcısı)
9. MAP algılayıcı (Manifold Mutlak Basıncı)
10. Benzin enjektörü
11. Soğutucu algılayıcı
12. Ateşleme bobini
13. Oksijen algılayıcısı
14. Krank mili algılayıcısı
15. Akümülatör
16. Kontak Anahtarı

Şekil 3.13 Elektronik kontrollü Eurogas LPG sisteminin yerleştirme planı

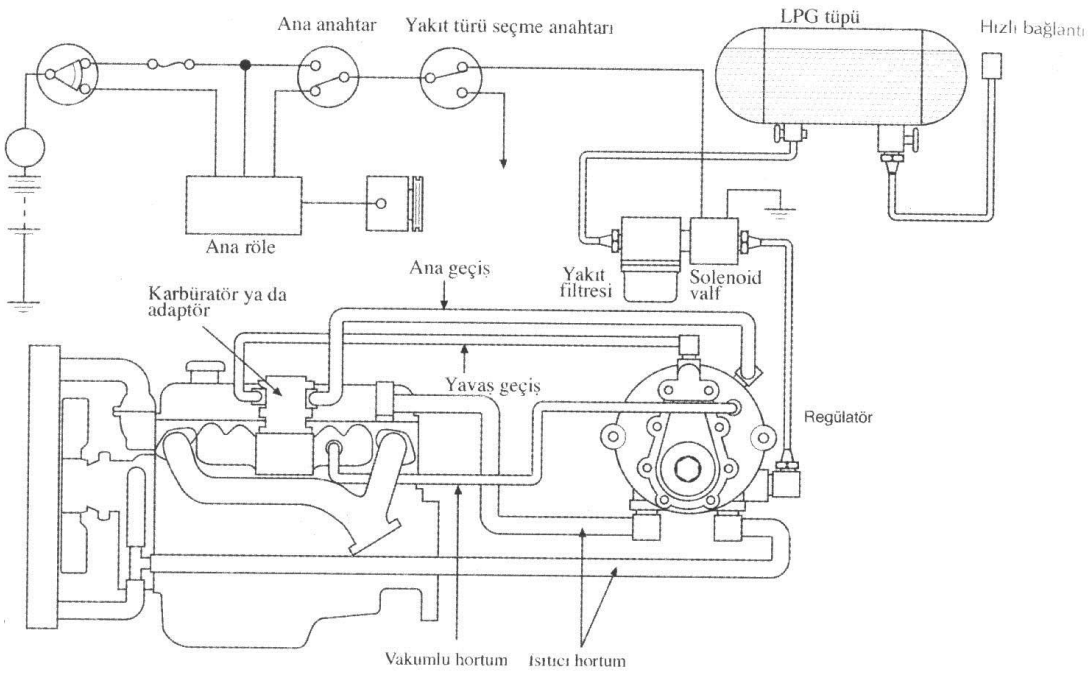
- Necam'ın ikinci jenerasyon donanımlarında, hava filtresi ile karıştırma ünitesi arasına yerleştirilmiş ek hava emme ağzı arasına yerleştirilmiş ek hava emme ağzı arasına monte edilen bir sayısal doğrusal çalıştırıcı (DLA), mikroişlemci tarafından kontrol edilmektedir. Oto LPG'nin ana ölçüm işlemi, doğrudan doğruya kelebek valfın konumuna bağlı bulunan bir supap tarafından kontrol edilir. Kelebek valf ne kadar açılırsa, karıştırma birimine o kadar çok Oto LPG girmektedir. Sistem, tüm çalışma için zengin bir karışım elde edilecek şekilde ayarlanmaktadır. Ek hava girişinin ayarlanması, açık ve kapalı devredeki sayısal doğrusal çalıştırıcı tarafından gerçekleştirilir. Şekil 3.14., mikroişlemci (sayısal olarak) kontrollü bir Necem Oto LPG sisteminin şemasını göstermektedir.



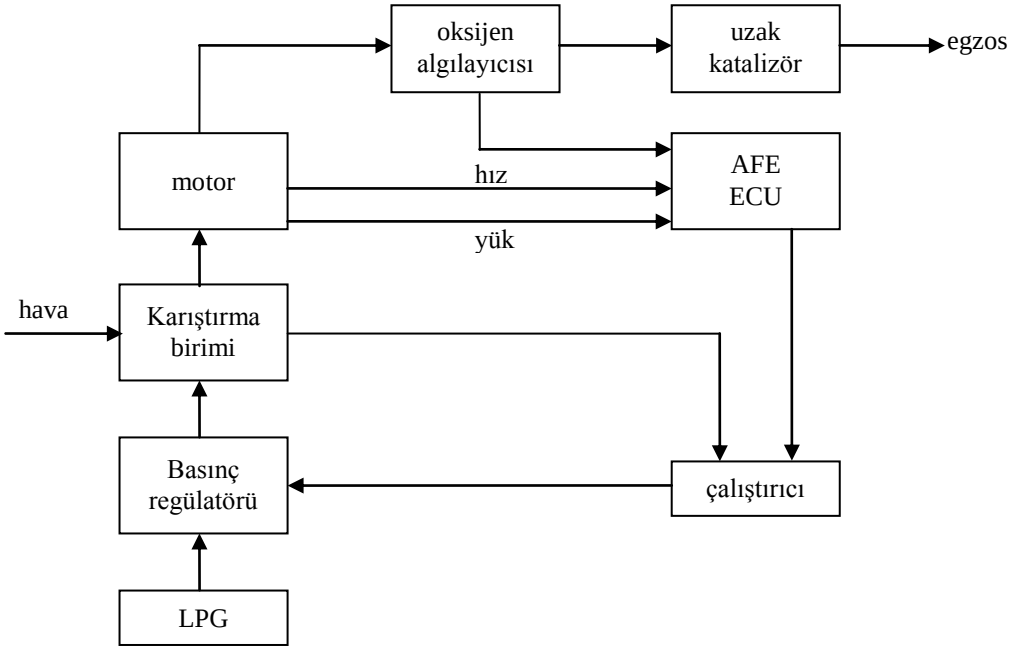
Şekil 3.14 Mikroişlemci kontrollü Necam LPG sistemi

- Diğer sayısal kontrollü sistemler, standart bir basınç regülatörü ve karıştırma birimi ile birlikte çalışmaktadır. Mikroişlemcinin giriş sinyalleri; motor devrinden, manifold basıncından ve lambda algılayıcısından türetilmektedir. İkinci jenerasyon, sistemlerin çoğunda, mikroişlemci, ya açık ya da kapalı devre yöntemine göre bir DLA'i kontrol eder. Bu çalıştırıcı, basınç regülatörü ile karıştırma birimi arasına yerleştirilmiş olan, kuru gaz hortumu içine monte edilmiş değişken huzmeyi ayarlar. Vialle AMS, AG Autogas GDG, Eurogas EAS ve Prins AFS sistemleri bu ilkeye göre çalışmaktadır.

- Japonya'da Oto LPG, özellikle taksilerde kullanılan çok tanınmış bir otomotiv yakıtıdır. Kullanılan sistemler, halen kullanılmakta olan iki değişik markayı taşıyan ikinci jenerasyon sistemler, bunlar da "Aishin, ve Nikki" dir. Otomotiv LPG Yakıtlı araçların çoğunluğu, Nissan ve Toyota gibi OEM'ler tarafından üretilen tek yakıtlı araçlardır. Oto LPG sistemi; bir basınç regülatörü ile kelebek valf yuvası dahil olmak üzere Oto LPG karbüratörünün tamamı ve bir sayısal doğrusal çalıştırıcı ile bağlantılı bir elektronik kontrol biriminden oluşmaktadır. Araca entegre edilen bir elektronik kontrol birimi, kapalı devredeki lambda algılayıcısını kullanarak hava/yakıt oranını kontrol eder. Çeşitli Toyota ticari otomobil tiplerinde kullanılan Aisan LPG yakıt sisteminin şematik bir planı Şekil 3.15. de verilmiştir.



Şekil 3.15 Aisan LPG sistemi (ikinci jenerasyon)



Şekil 3.16 Impco ADP (Uyarlanabilir Sayısal İşlemci) sistemi

- Impco'nun ADP'si (Uyarlanır Sayısal İşlemci) de ikinci jenerasyon bir Oto LPG sistemidir. Elektronik kontrollü kapalı devre geri besleme sistemi ile donatılmış geleneksel bir karbüratörden oluşur ve karışım ünitesine LPG akışını kontrol etmek için manifold mutlak basıncını ve motor devrini kullanır. ADP, kapalı

devre içinde hava/yakıt oranı kontrolünü düzeltmek için oksijen algılayıcı sinyalini kullanmakta ve ayrıca, lambda algılayıcısından gelen sinyali işlemcinin belleğinde saklamaktadır. Bu sinyal oradan da, motor koşulları değişince, kapalı devre stratejisinin güncelleşmesinde kullanılabilmektedir. Bu strateji, birçok OEM tarafından kullanılan yakıt kontrol stratejilerine benzemektedir. Soğuk çalışma, yanıt süresi ve montaj tanısı gibi uyarlanır işlevler ADP yazılımı ile entegre edilmiştir. Şekil 3.16., Impco ADP sisteminin düzenini göstermektedir.

- Birçok ülkede hafif hizmet araçlarının Oto LPG ile çalışacak şekilde dönüştürülmesi için Hollanda, İtalya, ve Amerika yapımı donanımlar birlikte kullanılmaktadır. Bu da, basınç regülatörü ve lamada kontrol donanımı ithal ediliyor ve karıştırma birimi yerli dağıtıcı tarafından optimize ediliyor demektir. Çeşitli donanım/araç bileşimlerinin kalibrasyonu yerli dağıtıcı tarafından yapılır; bu ilkeye iyi bir örnek Avustralya'daki Apollo Gas'dır.
- Mogas Ecolex Sistemi, kapalım devre kontrollü tek ya da çift yakıtlı araçlar için bir dönüşüm sistemidir. Her ayrı motor ailesi için özel olarak tasarlanmış bir Mogas venturi karıştırıcısı kullanır. Kontrol sistemi kendinden uyarlanma yeteneğine ve dahili tanı işlevine sahiptir.

3.9.1.3. Oto LPG enjeksiyon sistemleri (üçüncü jenerasyon)

Motor taşıt endüstrisi halen, gelecekteki emisyon standartlarına uyabilmek için, gelişmiş yakıt enjeksiyon ve motor yönetim sistemlerine sahip yeni motorlar geliştirmektedir. Pazara sürülen hemen hemen tüm yeni araçlar, yakıt, ateşleme ve egzoz işlemlerini kontrol eden gelişkin motor yönetim sistemleriyle donatılmıştır. Dahili Tanı sistemleri (On Board Diagnostics;OBD) bir süre önce kullanılmaya başlanmıştır.

Bir benzin motorunun emme manifoldu havayı motora, yüksek bir hacimsel verim elde edilecek şekilde taşımaktadır. Port enjeksiyonu kullanıldığında, benzin emme valfinin hemen önünden püskürtülür ve böylece tasarım ve kullanım sırasında, giriş hava sistemi içindeki patlayıcı karışımların dikkate alınması gerekmez. Tek noktalı bir Oto LPG sistemi ile Oto LPG'ye dönüştürülmüş araçların emme manifoldu içinde patlayıcı bir karışım bulunmaktadır. Aracın ateşleme sistemi hatalı çalışacak olursa karışım emme manifoldu içinde kendiliğinden ateş alabilir. Bu da benzin enjeksiyon ve giriş havası sisteminde, özellikle plastikten yapılmışsa hasara yol açabilmektedir.

Bu istenmeyen ateşlemeyi engellemek için bir çok Oto LPG donanım üreticisi, emme girişlerinin içinde püskürtme yapan çok noktalı Oto LPG enjeksiyon sistemleri ve yanlış ateşlemeyi her durumda önlemeye yönelik, çok hassas yakıt ölçümü gerçekleştiren tek noktalı enjeksiyon sistemleri geliştirmiş ve üretmeye başlamıştır.

Bu mikroişlemci kontrollü enjeksiyon Oto LPG enjeksiyon sistemleri, çoğu sıfır basınçlı ikinci jenerasyon sistemlerinin aksine, aşırı gaz basıncıyla işlemekte olup kendi kendine öğrenme yeteneğine sahiptirler ve elle ayar olanakları bulunmamaktadır. Bunlar üçüncü jenerasyon Oto LPG donanımları olarak anılmaktadır. Bu sistemlerde Oto LPG ya gaz ya da sıvı durumda püskürtülmektedir.

Sistem çeşitli şekillerde kurulabilmektedir:

Tek noktalı enjeksiyon -sürekli

-zamanlı

Çok noktalı enjeksiyon -sürekli

-eş zamanlı

-ardışık zamanlı

-yarı ardışık zamanlı

Tablo 3.6. da, üretim ya da geliştirme aşamasında bulunan üçüncü jenerasyon donanımlara genel bir bakış yer almaktadır.

Tablo 3.6 Üçüncü jenerasyon Oto LPG enjeksiyon sistemleri

Impco AFE	Gaz	tek noktalı sürekli	ABD
GFI Propan Yakıt Sistemi	Gaz	tek noktalı/çok noktalı sürekli	Kanada
Lotec/Necam MEGI Sistemi	Gaz	çok noktalı sürekli	Hollanda
LPG Techniek Zevenaar	Gaz	çok noktalı sürekli	Hollanda
Prins YPS Sistemi	Gaz	çok noktalı sürekli	Hollanda
Landi Renzo IGS Sistemi	Gaz	çok noktalı sürekli	İtalya
Impco AFE Multipoint	Gaz	çok noktalı	ABD
Mogas Ecolex Sistemi	Gaz	çok noktalı-eş zamanlı	Kanada
AG Otogaz DGI Sistemi	Gaz	çok noktalı-eş zamanlı	Hollanda
Vialle LPi Sistemi	Gaz	çok noktalı-ardışık	Hollanda
Tartarini Metafuel Sistemi	Gaz	çok noktalı-ardışık	İtalya

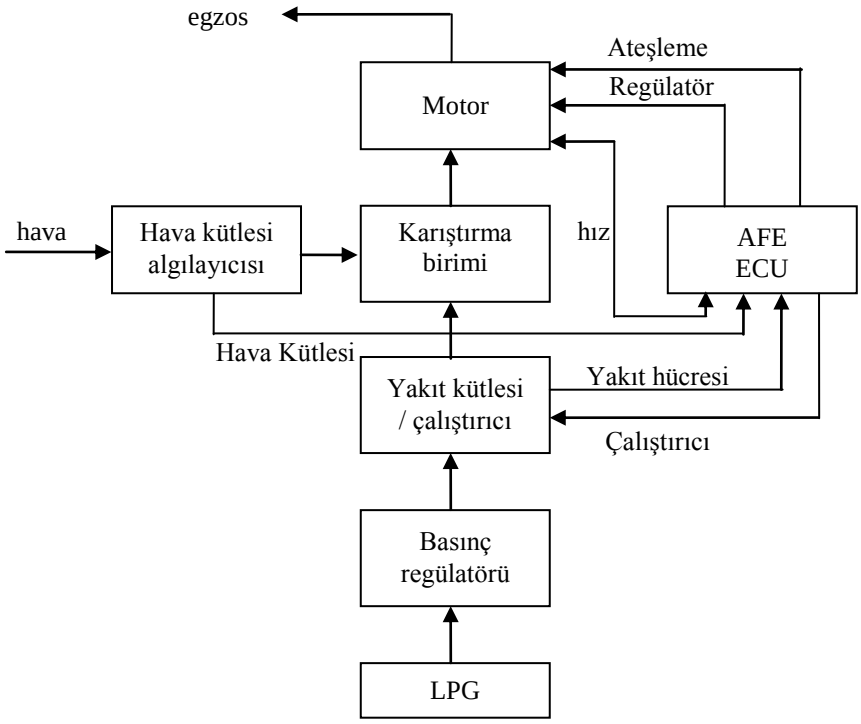
OBD (Dahili Tanı Sistemi)'ye ek olarak, enerji tüketimi ve egzoz emisyonları konusunda gerekli donanımlara sahip modern benzinli araçlar sayesinde ulaşılan performans sürekli artmaktadır. Bu nedenle, Oto LPG dönüşümünün avantajından yaralanabilmesi için Oto LPG üreticileri ile OEM'ler arasında yakın işbirliği gerekmektedir. Özellikle, OEM'lerin motor yönetimi alanındaki bilgileriyle

bağlantılı olarak, mikroişlemci kontrollü Oto LPG enjeksiyon sistemleri geliştirilmektedir.

Tek Noktalı Sistemler

- IMPCO Alternatif Yakıt Elektroniği (AFE; Alternate Fuel Elektronics) Sistemi

AFE, tümüyle elektronik kontrollü ve motor devri/yoğunluk ölçümü sistemini kullanan mikroişlemci tabanlı bir motor sistemidir. AFE sistemi, motora giden yakıt miktarını sürekli olarak ölçmek için gaz kütledi algılayıcı teknolojisini kullanır. Şekil 3.17., AFE sisteminin bir düzenleniş şemasını göstermektedir.



Şekil 3.17 Impco AFE LPG sisteminin şeması

Hız yoğunluk sistemi ve gaz kütle akışı kullanılarak belirlenen hava akış sinyalleri, dahili elektronik kontrol birimine (ECM) aktarılır. ECM, sinyalleri işleyerek doğru hava/yakıt oranını hesaplar. Hesaplanan değer, bilgisayarın E-PROM'unda saklanan hedef hava/yakıt oranı kalibrasyonu ve oksijen algılayıcısından gelen geri besleme sinyali ile karşılaştırılır. Gerçek ve istenilen hava/yakıt oranı değerleri arasında fark varsa, gaz valfi, motorun tam olarak stokiyometrik değerde (lamada=1) çalışmasını sağlayacak şekilde hassas olarak ayarlanır. Kuru gaz, karbüratör gövdesinin atmosfer tarafına monte edilmiş özel tasarımlı bir dağıtım halkasına düşük bir basınçta

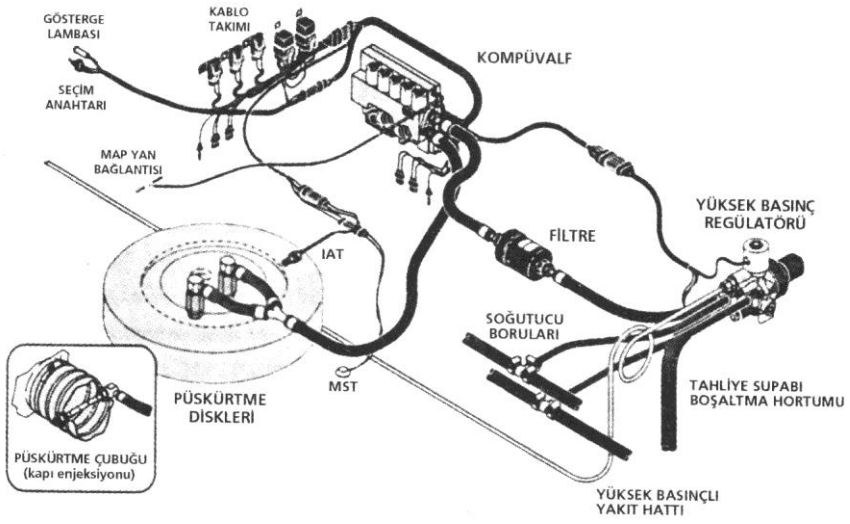
beslenir. Bu yaklaşım, hem karbüratör gövdeli hem de port enjeksiyonlu motorlar için kullanılmaktadır.

ECM, OEM bilgisayarı ile arabirim oluşturarak, ateşleme zamanlamasının kontrolünü sağlarken motor kontrol sisteminden gelen algılayıcı okuma değerlerini toplayarak yakıtlar arasında pürüzsüz bir geçiş sağlar. Benzin donanım sinyallerini, AFE sisteminin ECM'ine götürmek için elektrikli bir ara birim kullanılarak aracın kablo sistemine montaj gerekliliğini ortadan kaldırır. Dahili ECM'de yer alan tüm yazılım Impco tarafından önceden programlanmıştır ve her motor/araç tipi için uygun bir E-PROM verilmektedir. ECM'in motorun kapalı devre geri besleme sisteminin performansına dayanan, kendi uyarlanır öğrenme programı bulunur. AFE sistemi ateşleme kontrolü gibi çeşitli özelliklere sahiptir.

Yakın gelecekte Impco bu teknolojinin kapsamını, yeni geliştirilen çok noktalı zamanlı, sıralı kuru gaz (buhar) Oto LPG enjektörlerinde de kullanılacak şekilde genişletecektir.

- Gift Propan Yakıt Sistemi

GFI Kontrol Sistemlerinin Gaz Yakıt Enjeksiyonu (GFI), OEM standartlarına göre tasarlanmış bir bilgisayarlı yakıt püskürtme sistemidir. GFI sisteminin bir şeması Şekil 3.18. de verilmiştir. Sistem bir karbüratör gövdeli kuru gaz enjeksiyon sistemi olarak kullanılabilir. Çok noktalı bir kuru gaz enjeksiyon sistemi de geliştirilme aşamasındadır.



Şekil 3.18 GFI LPG enjeksiyon sisteminin şeması

Depodan gelen Oto LPG kombine buharlaştırıcıya sahip bir basınç regülatörüne akar. Kuru gaz halindeki LPG' yi, ayarlanmış bir aşırı basınçta kontrol eden basınç regülatöründen çıkan kuru gaz, bir filtreden geçerek bilgisayarlı sayaç valfına (kompüvalf) ulaşır.

Kompüvalf (ya da sayaç valfı), 5 i yüksek, 2 si alçak akışlı olmak üzere 7 enjektör kullanan, kendine özgü bir tasarıma sahiptir. Yüksek akışlı enjektörlerin hepsi, o sıradaki her enjektörle belirli miktarda bir yakıt geçirecek ve böylece, en yüksek akış birimi en alçak akış biriminin debisinin on katına sahip olacak ve bir önceki enjektörden daha fazla yakıtın geçmesine olanak sağlayacak şekilde ayarlanır. Bunlar büyük akış değişiklikleri için bir açma/kapama işlemi gerçekleştirmektedirler ve yalnızca GFI tasarımında bulunmaktadır.

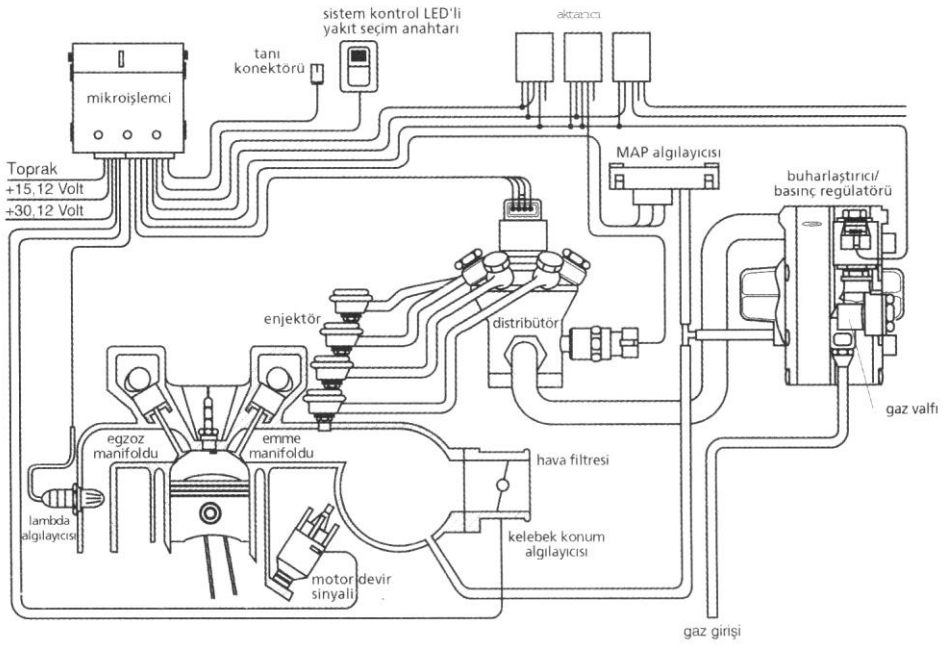
Bu kompüvalf, hava filtresi için (karbüratör gövde enjeksiyonu) ya da hemen giriş valfının önünde bulunan emme manifoldu içine (port enjeksiyon) püskürtülen yakıt miktarını kontrol etmektedir. Gereken hava/yakıt oranını kontrol etmek için kompüvalf hem yakıt hem de hava akışları için yoğunluk hesaplamaları kullanılır. Kompüvalf ayrıca, yalnızca Oto LPG için üretilmiş araçlarda buji avansını da kontrol edebilmektedir. Özel işlevler için ek giriş ve çıkış kanalları kullanılabilir. Mikroişlemci yazılımı, motor yaşlanması, yakıt sıcaklığı, hava basıncı ve yakıt bileşimini telafi etmek için kendi kendine öğrenme işlevinden oluşmaktadır. GFI sistemine sahip çift yakıtlı araçlarda Oto LPG kullanıldığındaki performans , benzin kullanıldığında elde edilen performansa çok yakındır. GFI sistemi ayrıca, ağır hizmet uygulamaları için kullanılabilir. Gerektiğinde, gaz verme zenginleştirmesi, yavaşlamada yakıtın kesilmesi ve soğuk çalıştırma zenginleştirmesi özellikleri de uygulanabilmektedir.

Sürekli enjeksiyonlu çok noktalı sistemler

- MEGI LPG Sistemi

Mega enjeksiyon sistemi olarak da anılan MEGI sistemi (Multipoint Electronic gaz Injection; Çok Noktalı Elektronik Gaz Enjeksiyonu) Koltec ve Necam tarafından TNO ile birlikte geliştirilmiş ve OEM standartlarına göre tasarlanmıştır. Bu sistem Oto LPG' yi gaz halinde püskürtür. Sistemin ana amacı, erken ateşlemenin ve sonuçlarının önlenmesidir. Diğer amaçları ise daha doğru ölçüm, tekrarlanabilirlik ve

bu sistemle donatılmış araçların güvenilirliğidir. Şekil 3.19. da MEGI sisteminin bir şeması görülmektedir.



Şekil 3.19 MEGI noktalı kuru gaz enjeksiyon

MEGI sisteminde, depodan gelen Oto LPG iki aşamalı bir basınç regülatörü tarafından, doğru aşırı basınçta kontrol edilir. Bir gaz sayaç birimi her silindire aynı miktarda yakıt beslenmesini sağlar. Oto LPG daha sonra her silindirin giriş valfının hemen önünde, enjeksiyon boru sistemi ve bir enjeksiyon valfı yardımıyla püskürtülür.

Benzin enjektörleriyle kombine olan Oto LPG enjeksiyon sistemi, motorun benzinle kusursuz olarak çalıştırılması ve çalıştırıldıktan sonra bir yakıt tipinden diğerine sorunsuz bir geçiş sağlama amacıyla kullanılabilir. Oto LPG enjeksiyon sistemi mikroişlemci kontrollüdür, kendi kendine öğrenme özelliğine sahiptir ve ayarlanmaz. Performans, emisyon ve yakıt tüketimini gösteren sinyaller, mikroişlemci tarafından ölçülür ve bir çalıştırıcı konumuna dönüştürülür. Mikroişlemci , öncelikle motor devir sinyali ve manifold mutlak basıncına (MAP) duyarlıdır. Kullanılan diğer parametrelerde, kelebek valf konumu, lamada algılayıcısı ve giriş havası, su ve yakıttan ölçülen sıcaklıklarıdır. Mikroişlemci, gaz sayaç birimi üzerine monte edilmiş olan ve püskürtülen yakıt miktarını ölçen sayısal doğrusal çalıştırıcıyı (kademeli motor) kontrol eder.

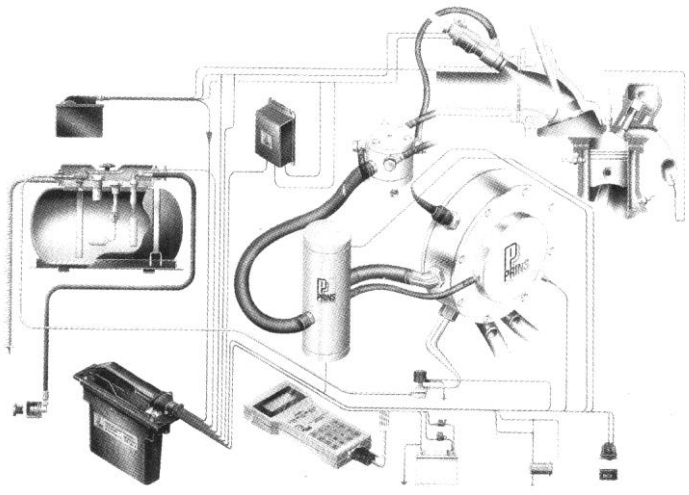
Çalıştırıcı, farklı giriş sinyalleri ve mikroişlemci içindeki kendi kendine öğrenme çizelgeleri tarafından kontrol edilebilir. MEGI sistemi, kendi motor yönetim sistemi ile donatılmıştır ve bu nedenle sistemin, orta ve ağır hizmet motorları gibi tek yakıtlı motorlar için kullanılması mümkündür. Bu uygulamalarda MEGI sistemi, eksiksiz bir bağımsız motor yönetim sistemiyle donatılmıştır. Koltec MEGI sistemi; uyarlanır öğrenme modu, yakıt kesme tipine bağlı olarak özel lamada kontrol stratejileri, ateşleme kontrolü ve tanı sistemi gibi özel işlevlere sahiptir.

- Landi Renzo IGS Sistemi.

IGS sistemi bir sürekli kuru gaz enjeksiyon sistemidir. Yakıtı, çok noktalı yakıt kanalı içinden püskürtülür. Mikroişlemci kontrollü kendinden uyarlanır sistem, yakıtı, iki doğrusal çalıştırıcı yardımıyla ölçer. Kendi kendine tanıma yeteneğine sahip bir OBD sistemi, tüm sistemin performansını kontrol eder.

- Prins YPS Sistemi

Bu çok noktalı sistemin enjektörleri, emme manifoldu ve ilk benzin enjektörleri arasına monte edilmektedir. Doğru gaz miktarı bir sayaç birimi tarafından ayarlanır ve gaz, bu sayaç biriminden sonra bir basınç kontrol aygıtı üzerinden dağıtılır. Enjeksiyon zamanlaması ve enjeksiyon miktarı özel bir kontrol birimi tarafından, yine ilk benzin kontrol modülünden alınan bilgiler kullanılarak kontrol edilir. (Şekil 3.20.)

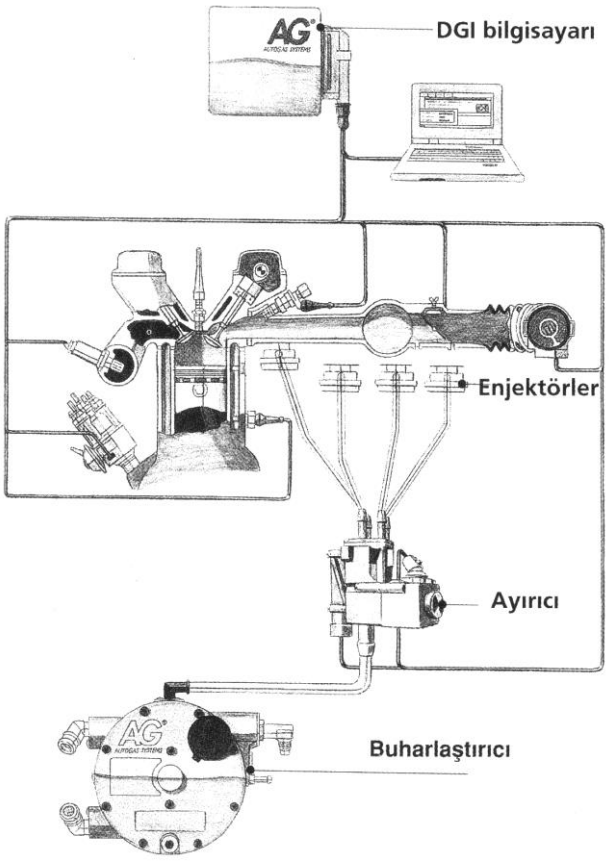


Şekil 3.20 Prins YPS sistemi

(a) Çok noktalı zamanlamalı eşzamanlı sistemler

- Oto LPG DGI Sistemi,

DGI, çok noktalı Oto LPG enjeksiyon sistemidir. Oto LPG bir delik sayacı ve bir ayırıcı yardımıyla ölçülmekte ve silindirlere dağıtılmaktadır. (Şekil 3.21)

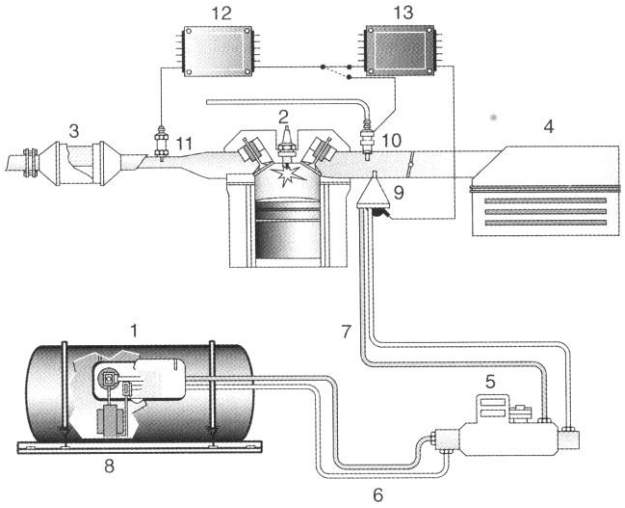


Şekil 3.21 Oto LPG DGI Sistemi

(b) Sıvı çok noktalı sıralı sistemler

- Vialle LPi Sistemi.

Şekil 3.22., Vialle LPi (Liquid Propane Injection; Sıvı Propan Enjeksiyonu) sistemini göstermektedir. Sistem önceleri, bir 'tek noktalı Enjeksiyon' sistemi olarak uygulanmaktaydı. Ancak, erken ateşleme sonuçlarını önlemek için çok noktalı enjeksiyon modelinin uygulanmasına karar verilmiştir. Burada ana amaç, benzin enjeksiyonu ile aynı kontrol stratejisine ve işlevine sahip bir sistem geliştirmek, hatasız ölçüm, tekrarlanabilirlik ve güvenilirlilik olmuştur. Sistemin çalışması sırasında, iki yakıt da sıvı halde püskürtüldüğü için, Oto LPG kullanırken benzinli motor yönetim sisteminin verdiği bilgiler kullanılmaktadır.



1. Depo
2. Yanma odası
3. Katalizör
4. Hava Filtresi
5. Basınç regülatörü
6. Besleme Hattı
7. Dönüş (Yakıt) hattı
8. Pompa
9. LPG enjektörü
10. Benzin Enjektörü
11. Oksijen algılayıcısı
12. Benzin EKB (Elektronik Kontrol Birimi)
13. LPG EKB (Elektronik Kontrol Birimi)

Şekil 3.22 Vialle Sıvı Propan Enjeksiyon Sisteminin (LPi) şeması

LPİ, sistemi depo içine yerleştirilmiş olup, yakıtı sıkıştırma ve dip besleme enjektörleri yakınında buharlaşmasını önlemek için dolaştıran bir yakıt pompasından oluşmaktadır. Yakıt dönüş hattı içindeki enjektörlerin iniş yönüne bir basınç regülatörü yerleştirilmiştir. Bu sayede yakıt basıncı, yakıt sisteminin içinde buhar oluşmasını önlemek için, o an ki depo basıncının 5 bar üzerinde tutulur.

Oto LPG enjektörleri, emme manifoldunun emme kanalları içinde yerleştirilmiştir ve her giriş valfının önünde sıralı olarak püskürtülür. Enjektörler tarafından kullanılan yakıt, basınç ayar biriminden geçerek depo içine geri gönderilir. Oto LPG enjektörlerine gönderilen sinyal, benzin mikroişlemci sinyalinden elde edilir. Bu, her iki enjektörün birbirine benzer özelliklere sahip olması sayesinde gerçekleşmektedir. Benzin enjektör sinyali, Oto LPG mikroişlemcisi için bir girdi olarak kullanılır.

En önemli ek girdi parametresi Oto LPG basıncıdır. lamada algılayıcısı, benzin mikroişlemcisine bağlı kalır ve mikroişlemci böylece motoru sürekli olarak kontrol eder. Oto LPG sistemi mikroişlemcinin komutlarına uyduğu sürece mikroişlemci olağan dışı bir durum saptamayacaktır.

Mevcut benzin mikroişlemcisi temel hesaplamalar yapar ve lamada kontrol stratejisi gibi araca özgü işlev özelliklerini kullanır. LPi sistemi OEM standartlarına uygun olarak geliştirilmiştir ve orta ve ağır hizmet uygulamaları için de

kullanılabilmektedir. LPi sisteminin, dahili tanı, kendi kendine öğrenme modu, yavaşlamada yakıt kesme, ateşleme kontrolü ve egzoz klapesi kontrolü gibi bir çok işlevi bulunur.

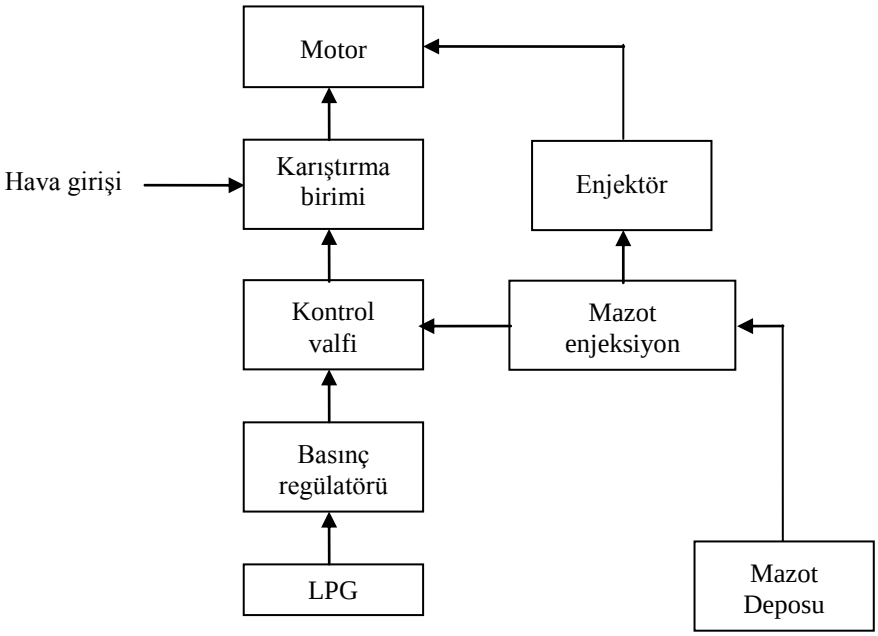
- Tartarini Metafuel Sistemi.

Bu sistem de sıvı Oto LPG' yi emme manifoldu içine püskürtür. Çalışma ilkesi, Vialle sistemine benzer.

3.9.2. Ağır Hizmet Araçları İçin Oto LPG Donanımları

3.9.2.1. Ağır Hizmet Uygulamaları Mazot Yerine Oto LPG Sistemlerinin Kullanımı

Oto LPG, Mazot – Oto LPG seçeneği bulunan ya da tek yakıt olarak Oto LPG'yi kullanan ağır hizmet motorlarında kullanılabilmektedir. Mazotun ve Oto LPG'nin karışık olarak kullanıldığı durumlarda dizel motorunun kendisinde herhangi bir tadilat yapılmamakta, mazot yakılma ilkesi korunmakta ve yalnızca Oto LPG kullanımına yönelik ikinci bir yakıt sistemi motora monte edilmektedir. Püskürtülen mazot miktarı azaltılır ve motorun özgün performans düzeyi, emme havası içine gereken miktarda Oto LPG karıştırılarak elde edilir. Bu karışım, mazotun püskürtülmesi ile ateşleme başladıktan sonra, silindirin içinde yakılır. Doğal emmeli bir dizel motoru için böyle bir sistemin şeması Şekil 3.23. de verilmiştir.



Şekil 3.23 Çift yakıtlı Mazot-LPG sisteminin şeması

Bu yolla ancak sınırlı miktarda mazot yerine Oto LPG kullanılabilmektedir. Enerji cinsinden belirtilecek olursa, bu miktar %35 ile %40 arasında değişmektedir. Örneğin bir belediye otobüsünde, ortalama kullanım %25 kadardır. Woodwardf Automotive bu sistemleri satmaktadır. Yetmişli yıllarda, yüzlerce otobüs üzerinde uygulama yapan Viyana belediyesi, Mazotlu motorları Oto LPG'li motorlarla takviye etme konusunda geniş deneyim kazanmıştır. Sistem, %100 mazota geçiş olanağı varolmak üzere, geliştirilmiştir. Ama sürekli olarak daha ağırlaşan emisyon sınırlarına uyabilmek amacıyla Viyana belediyesi, Oto LPG motorlarını, son jenerasyon dizel motorlarla elde edilenden daha iyi performansları elde edecek şekilde iyileştirmeye karar vermiştir. Bugünlerde, Viyana'daki otobüsler 2. ya da 3. Jenerasyon Oto LPG donanımıyla çalışmaktadır. Bu nedenle, bu teknoloji Avrupa'da artık kullanılmaktaysa da, özellikle emisyon standartlarının Avrupa'dakinden daha gevşek tutulduğu ülkeler için, maliyet oranının uygun olduğu unutulmamalıdır.

3.9.2.2. Özel ağır hizmet uygulamaları için Oto LPG sistemleri

Başka bir dönüşüm yaklaşımı da dizel motorunun bir Otto motoruna çevrilmesidir. Bu yaklaşım daha köklüdür. Ve daha sonra mazot kullanma olanağını ortadan kaldırır. Motor, çoğu kez OEM ile işbirliği yapılarak, gaz yakıtlı bir motor olarak geliştirilir. Bir başka deyişle, mazottan Oto LPG'ye komple bir dönüşüm gerçekleşmektedir.

Tablo 3.7 Ağır hizmet motorları için Oto LPG donanımları

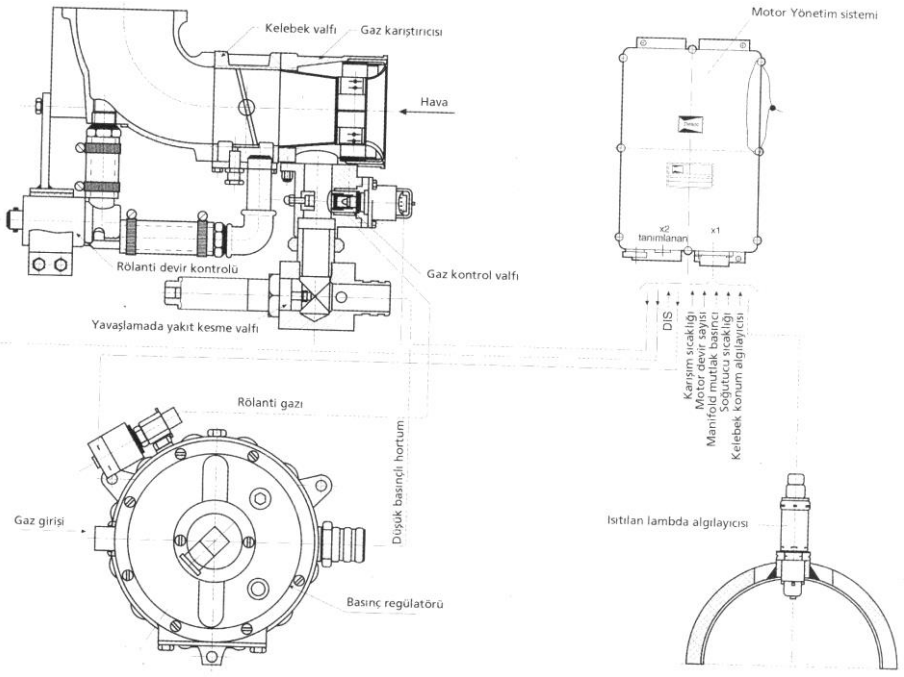
Donanım Markası ve Tipi	Gaz Sıvı	Yakma Sistemi Enjeksiyon Sistemi	Üretildiği Ülke	Açıklama
Woodward LPG	Gaz	gaz karıştırıcı / kontrol valfı	Hollanda	Şekil 3.24.
Woodward Tecjet	Gaz	tek noktalı sürekli	Hollanda	Şekil 3.25.
Impco AFE	Gaz	tek noktalı sürekli	ABD	Şekil 3.17.
GFI Propan Yakıt Sistemi	Gaz	tek noktalı / çok noktalı sürekli	Kanada	Şekil 3.18.
Mogas Ecojet Sistemi	Sıvı	çok noktalı zamanlamalı sıralı	Kanada	-
Vialle LPi Sistemi	Sıvı	çok noktalı zamanlamalı sıralı	Hollanda	Şekil 3.22.

Oto-LPG motoru bir çok açıdan dizel motorundan farklıdır. Dizel yakıt sistemi artık tümüyle devreden çıkmakta ve yakıt pompası, yakıt boruları ve enjektörler çıkarılmakta, silindir başlığı, bujiler takılabilecek şekilde uyarlanmakta ve pistonun şekli de değiştirilerek sıkıştırma oranı düşürülmektedir. Dizel yakıt sistemi yerine, bir Oto LPG yakma veya Oto LPG enjeksiyon sistemi takılır. Son olarak devir regülatörü uyarlanır ve püskürtülen mazot miktarının kontrol edilmesi yerine, emme manifoldu içindeki kelebek valf, mekanik ya da elektronik devir regülatörü

tarafından çalıştırılır. Şekil 3.24., otobüslerde kullanılmak üzere düşünülmüş, mikroişlemci kontrollü bir lamada kontrol valfı ve 3 yollu katalizör kullanılan modern bir Oto LPG motorunun bileşenlerinin şemasını göstermektedir. Tablo 3.7. da mevcut sistemler ve özellikleri özetlenmektedir.

Ağır hizmet uygulamaları için yalnızca sistemleri satan çok az sayıda şirket vardır. Bu şirketlerden biri, iki farklı Oto LPG sistemi geliştirmiş olan Woodward Automotive'dir. Biri, kendi kendine öğrenme yeteneğine sahip bir ikinci jenerasyon sistem (Şekil 3.24.), diğeri de Tecjet sistemi olarak anılan bir üçüncü jenerasyon tek noktalı enjeksiyon sistemidir. (Şekil 3.25.)

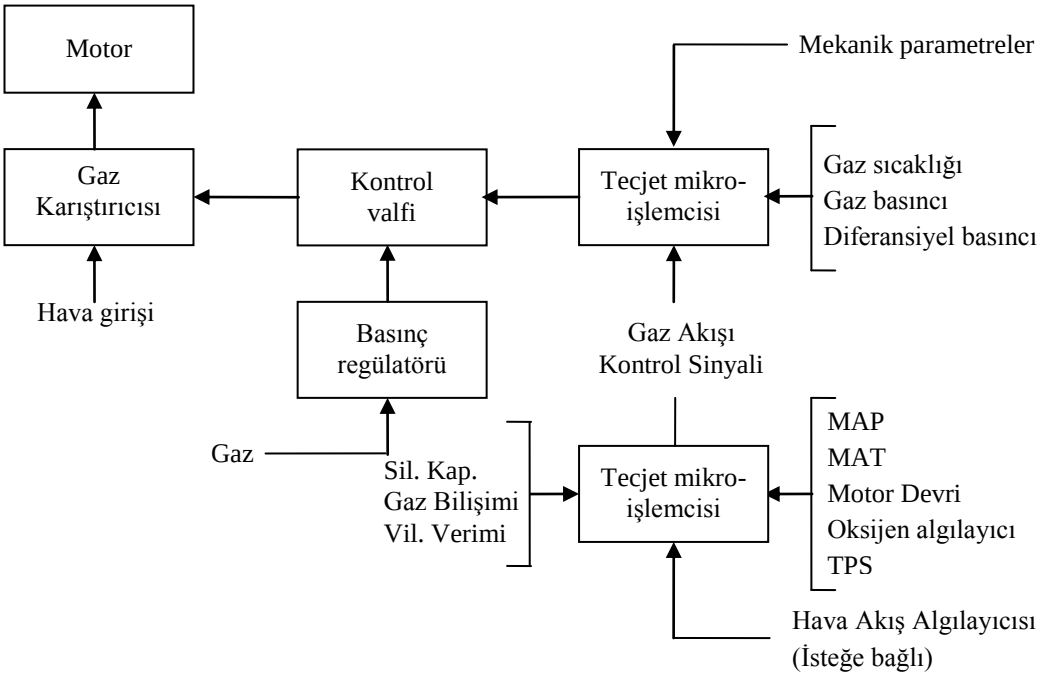
Şekil 3.24. de görülen ikinci jenerasyon sistem, hava/yakıt oranını ve motor rölantide iken motor devrini kontrol eden bir sistemle donatılmıştır. Ayrıca, yavaşlama sırasında gaz beslemesi de kesilmektedir. Turbo kompresörlü motorlarda egzoz klapesi valfı, gerekli tork eğrisinin elde edilebilmesi için, türbine giden egzoz akışını kontrol etmektedir. Ateşleme avansı aynı elektronik kontrol modülü tarafından kontrol edilmektedir.



Şekil 3.24 Turbo kompresörlü bir motor için üretilmiş Woodward ağır hizmet LPG kontrol sisteminin şeması

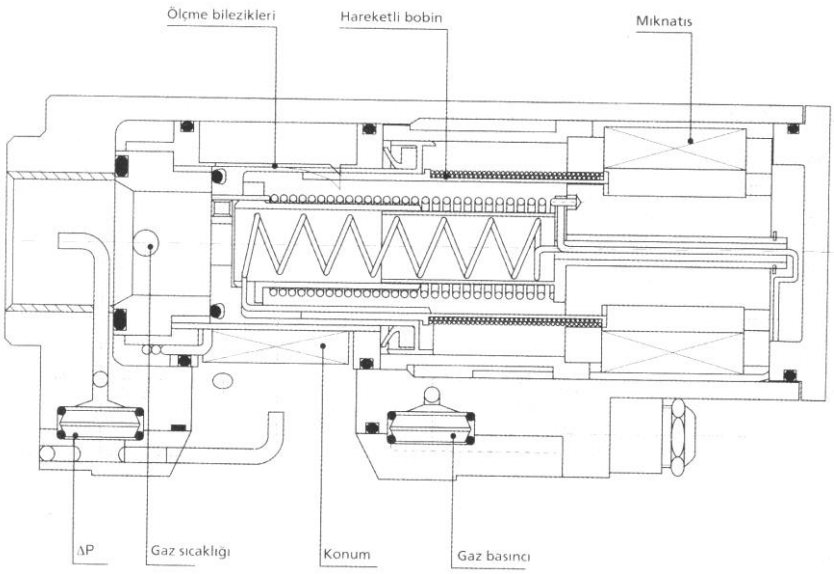
Woodward, Oto LPG' yi gaz halde püskürten ve yalnızca ağır hizmet uygulamalarına özel bir 'tek noktalı enjeksiyon' sistemi geliştirmiştir. Bu sistem tek noktalı

enjeksiyonun avantajlarını homojen bir Oto LPG hava karışımının avantajlarıyla birleştirmektedir. Şekil 3.25., bu Tecjet sisteminin bir şemasını göstermektedir.



Şekil 3.25 Woodward Tecjet sisteminin şeması

Tecjet sistemi, her yükte ve hız durumunda hava/yakıt oranını kontrol eden ve istenilen Oto LPG debisine ve ağır hizmet motorları için geçerli diğer işlevler (motor devri, egzoz klapesi kontrolü ile ateşleme zamanlaması gibi) için bir çıkış sinyali üreten mevcut motor yönetim sistemi (ECM) ile kombine çalışır.



Şekil 3.26 Tecjet sisteminin, çalıştırıcı ve algılayıcılarla donatılmış LPG kontrol valfı

Tecjet Oto LPG sayaç sistemi, elektronik kontrol birimin, çalıştırıcı ve algılayıcılarla donatılmış Oto LPG valfını içermektedir. Elektronik kontrol birimi, motor yönetimi çıkış sinyalinden gelen, giriş sinyaline dönüştürür ve sonra Oto LPG valfını doğrusal bir çalıştırıcı üzerinden kontrol eder. Şekil 3.26., Tecjet sisteminin, çalıştırıcı ve algılayıcılarla donatılmış Oto LPG kontrol valfını göstermektedir.

Bu bölümün birinci kısmında bahsi geçen bazı hafif hizmet Oto LPG sistemleri, aynı zamanda ağır hizmet uygulamaları için de kullanılmaktadır. Bu sistemlerde; ateşleme zamanlaması, egzoz klapesi ayarı ve diğer gerekli dönüştürme işlevleri için geniş kapsamlı bir donanım yazılıma sahiptir.

- Vialle LPi Sistemi

Hafif hizmet Lpi sistemi (Şekil 3.22.), ağır hizmet uygulamaları için de uygundur. Hollandalı motor üreticisi DAF, bu sistemi belediye otobüsleri ve kamyonlar için ürettiği, kendi Oto LPG motorlarında kullanmaktadır. Ağır hizmet modelinde kontrol, özel olarak öngörülmüş bir bilgisayar tarafından yürütülür.

- Mogas Ecojet Sistemi

Mogas Ecojet sistemi de bir sıvı çok noktalı enjeksiyon sistemidir. Sistemin tanıtımı, 8.3 litrelik bir Cummins ağır hizmet motorunun dönüşümünde kullanılarak yapılmış ve motor bir Kenworth kamyonuna yerleştirilmiştir. Sistem halen deneme aşamasındadır.

3.10. Oto LPG İstasyonları

Birçok ülke halen LPG'yi evsel, ticari ve endüstriyel alanlarda bir ısı kaynağı olarak kullanmaktadır. Halen bu "geleneksel ürün"ün ithalat, üretim, depolama ve dağıtımının gerçekleştirilmesinde kullanılmakta olan tesis ve donanımlar, Oto LPG için gerekenlerin tam olarak aynısı olup yalnızca, dağıtım kapasitesini karşılayacak şekilde elden geçirilmeleri yeterli olacaktır.

LPG kullanımının en büyük avantajı, kolay depolanıp taşınabilmesidir. Bu avantaj, herhangi bir pazara ikmal veren bir LPG istasyonu veya tesisinin, besleme boru hatları ya da üretim tesisleri gibi büyük destek altyapıları gerekmeksizin basitçe ve öz kaynaklarla kurulabilmesini sağlamaktadır. Tüm dünyada bir çok pazarda Oto LPG satışında halen, mevcut benzin istasyonları kullanılmakta, bu istasyonlarda araç

sürücülerine, benzin ve mazot satışıyla bağlantılı, rahat ulaşılabilir yerler, araç servis olanakları ve marka güveni gibi tüm alışılmış kolaylıklar sunulmaktadır.

Bir Oto LPG istasyonunda en azından şu birimlerin olması gerekir:

- Oto LPG'nin depolanacağı ve planlanan satış kapasitesine uygun bir yerüstü ya da yer altı tankı. (Şekil 3.27.)
- Oto LPG' yi depolama tankından arabalara pompalayacak bir pompa. Pompa yerüstünde ya da bazı yer altı tankları için tank içinde (dalgıç pompa) bulunabilir. (Şekil 3.28. ve Şekil 3.29.)
- Araçlara verilen gaz miktarını, hatasız faturalandırma sağlayacak şekilde kontrol eden bir dispanser.

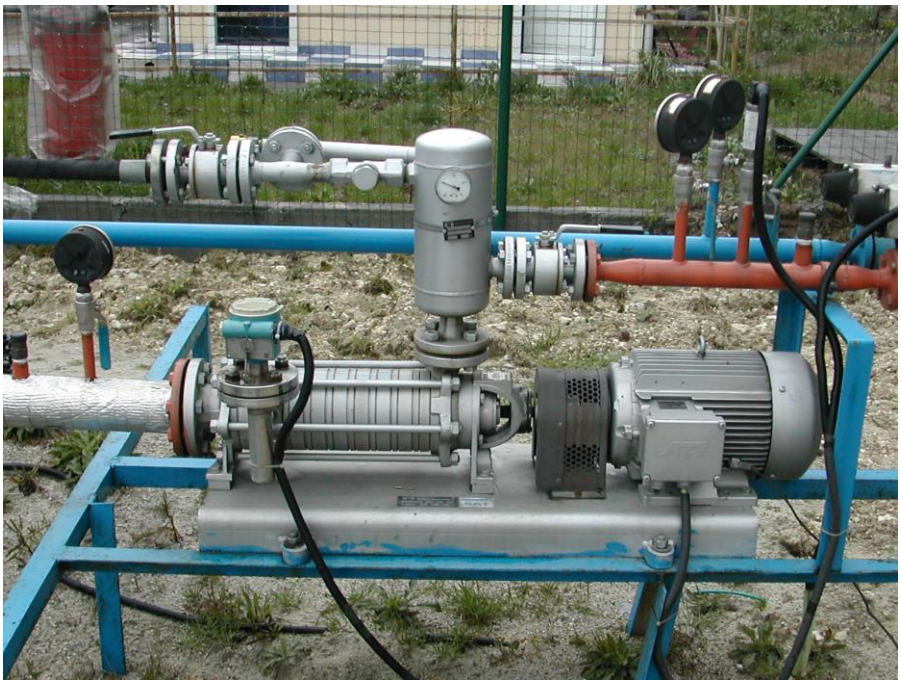
İstasyonda yangın söndürücü, yangın güvenliği valf sistemi ve acil durum kapama valfı bulunmalıdır.



Şekil 3.27 Otogaz Tankı Aksesuarları



Şekil 3.28 Otogaz İstasyonu Tank Sahası



Şekil 3.29 Otogaz Tankı Pompası

Düşük maliyetli olmaları nedeniyle, Oto LPG istasyonları kolayca kurulabilen ve Pazar dengelerinin değişmesi durumunda hızla yerleri değiştirilebilen, ekonomik geleceğe sahip birimler özelliği taşırlar. Boru hatları, yüksek basınç kompresörü, bir sıra depolama tankı ve bir satış pompası gerektirebilen ve yüksek işletme maliyetleri ile çalışan CNG istasyonlarının 250.000 USD ya da üzerinde çıkan maliyete karşılık Oto LPG istasyon maliyeti yaklaşık olarak 80.000 USD düzeyinde kalmaktadır. CNG'nin araçlara doldurulma hızı da LPG'den daha düşüktür.

Otobüs şirketlerinin kendi özel dolum tesisleri ve benzeri ağır hizmet alanına yönelik uygulamalarda, alt yapı maliyet farkı daha da belirginleşmektedir. Şirket bünyesinde 100 kadar otobüse hizmet edecek bir tesisin, 3 dakika içinde bir otobüsün yakıt ikmal işlerini bitirmesi gerekiyorsa; böyle bir Oto LPG istasyonunun yatırım maliyeti yaklaşık 200.000 USD kadar olmaktadır. Aynı özelliklerde bir CNG dolum istasyonunun ise bu maliyet, şirketin dolum modeline bağlı olarak 425.000 USD'den başlayıp 1.000.000.000 USD'ye kadar çıkabilmektedir. Hızlı dolan LPG ile bir otobüsün yakıt ikmali 3 dakikadan az zaman alırken CNG'de bu işlem, ucuz bir dolum modeli kullanılıyor ise 10-15 dakika sürmektedir.

3.11. Dünya'da LPG'nin Gelişimi

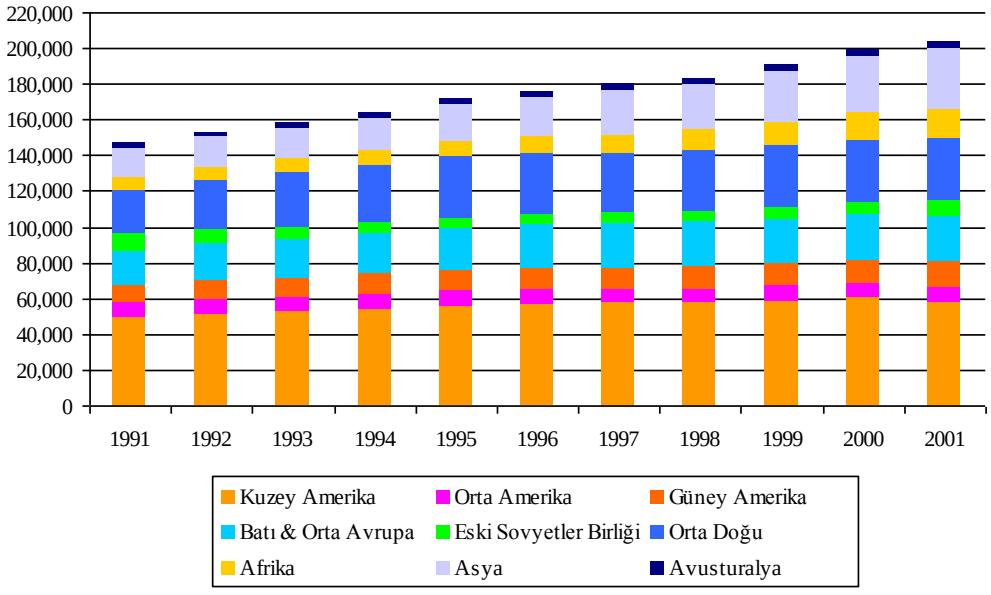
20. yüzyılın başına kadar ayrıştırılmayan ve rafine edilirken yakılan LPG'nin tüketim alanlarının gelişimi çok hızlı olmuştur. Yanması sonucu çıkan emisyonların az ve LPG'nin taşınabilir bir yakıt olması gelişiminde en büyük etkenler olmuştur.

2001 Dünya LPG üretimi 203, 411 bin ton seviyesindedir. Bu üretimin % 28'i Kuzey Amerika bölgesinde gerçekleşmiştir. Kuzey Amerika'dan sonra üretim % 17 şer ile Orta Doğu ve Asya bölgelerinde gerçekleşmektedir. (Tablo 3.8. ve Şekil 3.30).

Tablo 3.8 Dünya LPG Üretimi

(Bin ton)	1991	1996	2000	2001	2000/2001 (%)	Toplama Göre %
Kuzey Amerika	48,975	57,220	60,338	57,737	-4.5%	**28%**
Orta Amerika	8,554	8,489	7,990	8,612	7.2%	**4%**
Güney Amerika	9,756	11,314	13,130	13,965	6.0%	**7%**
Batı & Orta Avrupa	19,357	24,469	25,749	26,261	1.9%	**13%**
Eski Sovyetler Birliği	10,000	5,639	7,036	7,987	11.9%	**4%**
Orta Doğu	23,970	34,257	35,027	35,554	1.5%	**17%**
Afrika	7,452	8,957	14,442	15,443	6.5%	**8%**
Asya	15,833	22,217	32,088	34,344	6.6%	**17%**
Avustralya	2,669	3,087	3,395	3,508	3.2%	**2%**
Toplam Dünya	**146,566**	**175,649**	**199,195**	**203,411**	**2.0%**	**100%**

Dünya LPG tüketimi, 2000 yılına göre 2001'de % 2 büyümüştür. Buna rağmen LPG'nin en çok üretildiği Kuzey Amerika bölgesinde % 4.5 azalmıştır. Üretimdeki en büyük artış Asya bölgesinde olmuş 2000 senesine göre 2,256 bin ton (%6.6) artmıştır.



Şekil 3.30 1991 – 2001 yılları arası Kıtalara göre Dünya LPG Üretimi

Tablo 3.9 Dünya LPG Üretiminde İlk Yirmi Ülke

Ülke	2000 (bin ton)	2001 (bin ton)	2000-2001 Değişimi	Toplamdaki Yüzdesi
Dünya	**199,195**	**203,411**	**2.1%**	**100.0%**
İlk 20 Ülke	**161,973**	**165,542**	**2.2%**	**81.4%**
ABD	48,418	**46,810**	-3.3%	23.0%
Suudi Arabistan	18,090	**18,236**	0.8%	9.0%
Kanada	11,920	**10,927**	-8.3%	5.4%
Cezayir	9,100	**9,910**	8.9%	4.9%
Çin	8,553	**9,241**	8.0%	4.5%
Meksika	6,997	**7,605**	8.7%	3.7%
Hindistan	6,057	**6,660**	10.0%	3.3%
İngiltere	6,490	**6,450**	-0.6%	3.2%
Rusya Federasyonu	5,760	**6,359**	10.4%	3.1%
BAE	6,200	**6,285**	1.4%	3.1%
Japonya	4,499	**4,927**	9.5%	2.4%
Brezilya	4,359	**4,826**	10.7%	2.4%
Norveç	3,245	**4,205**	29.6%	2.1%
Venezüella	4,013	**4,118**	2.6%	2.0%
İran	3,406	**3,370**	-1.1%	1.7%
Tayland	3,011	**3,357**	11.5%	1.7%
Avustralya	3,200	**3,300**	3.1%	1.6%
Kuveyt	2,980	**3,075**	3.2%	1.5%
Fransa	3,051	**3,008**	-1.4%	1.5%
Güney Kore	2,624	**2,873**	9.5%	1.4%
Geriye Kalan	**37,222**	**37,869**	**1.7%**	**18.6%**

Dünya LPG üretiminde en büyük paya ABD sahiptir. Dünya LPG üretiminin % 23 ü ABD'de gerçekleştirmektedir. Aynı bölgede bulunan Kanada ise dünya üçüncüsü olup dünya LPG üretimi toplamına göre % 5.4 LPG üretilmektedir. Petrol rezervlerinin çok olduğu Suudi Arabistan, % 9.5 LPG üretimi ile ikinci sıradadır. ABD'lerinde 2001 yılında rafine edilen 351.7 milyon ton petrol ve 555.4 milyon m^3 doğalgazın 46.8 milyon tonu LPG olarak açığa çıkmaktadır. Dünya LPG üretimindeki ilk yirmi ülke ile ilgili üretim karşılaştırılması Tablo 3.9.'da gösterilmiştir.

Dünya LPG tüketimi 2001 yılı itibariyle 199,3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 1991-2001 döneminde Dünya LPG talebinde yıllık ortalama %3.5 lik bir büyüme gerçekleşmiştir.

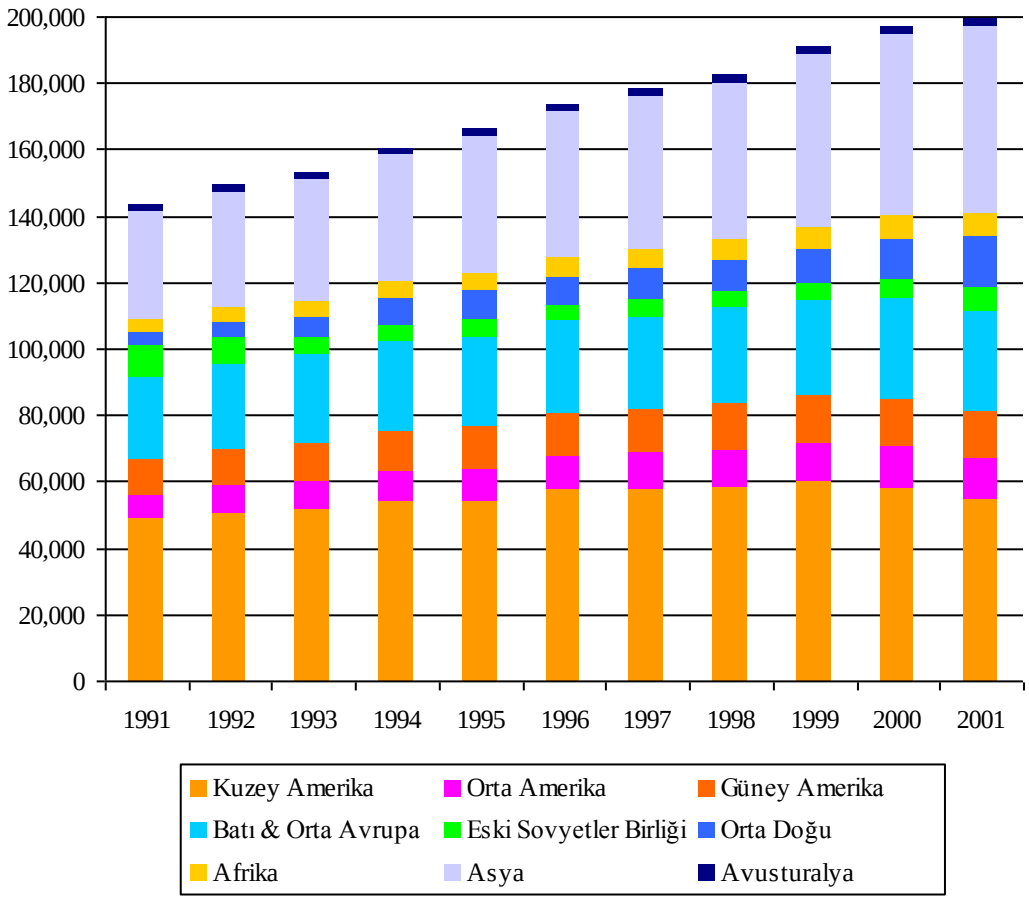
Bu doğrultuda tüketim miktarı ile LPG'nin Dünya Birincil Enerji tüketimi içinde payı 2001 de % 2.44 seviyesinde olmuştur. Bu 1999 yılında % 2.4 ve 2000 yılında %2.42 seviyesinde olmuştur. Dünya'da LPG'nin tüketiminin büyüme hızı yavaşlasa da halen büyümeye devam etmektedir.

Dünya LPG tüketiminin % 56'sı Kuzey Amerika ve Asya bölgesinde gerçekleşmiştir. 2001 senesinde Kuzey Amerika bölgesindeki üretim ve tüketimin dünya üretim ve tüketimindeki payı aynıdır. Buradan oturmuş ve kendi kendine

yetmekte olan bir pazarın Kuzey Amerika bölgesinde oluştuğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu bölge gibi Güney Amerika bölgesinde de üretim ve tüketim payları dünya toplamına göre eşit olması nedeniyle oturmuş bir pazara sahiptir. Kuzey Amerika ve Asya'dan sonra dünya tüketiminde % 15 lik paya sahip olan Batı & Orta Avrupa bölgesi bulunmaktadır. (Tablo 3.10. ve Şekil 3.31).

Tablo 3.10 Dünya LPG Tüketimi

(bin ton)	1991	1996	2000	2001	2000/2001 %	Toplama Göre %
Kuzey Amerika	48,640	57,546	57,889	55,028	-5.2%	28%
Orta Amerika	7,357	10,062	12,341	11,800	-4.6%	6%
Güney Amerika	10,660	13,019	14,811	14,714	-0.7%	7%
Batı & Orta Avrupa	25,006	27,525	29,947	30,145	0.7%	15%
Eski Sovyetler Birliği	9,261	5,032	6,177	6,902	10.5%	3%
Orta Doğu	3,807	8,743	12,264	14,941	17.9%	7%
Afrika	4,469	5,486	7,127	7,492	4.9%	4%
Asya	32,599	44,009	54,218	56,049	3.3%	28%
Avustralya	1,778	2,229	2,481	2,264	-9.6%	1%
Toplam Dünya	**143,577**	**173,651**	**197,255**	**199,335**	**1.0%**	**100%**



Şekil 3.31 1991 – 2001 yılları arası Kıtalara göre Dünya LPG Üretimi

Orta Amerika, Batı & Orta Avrupa ve Asya tüketimi üretiminden yüksek olan bölgeler olup LPG teminini Eski Sovyetler Birliği, Orta Doğu ve Afrika bölgesinden sağlamaktadırlar.

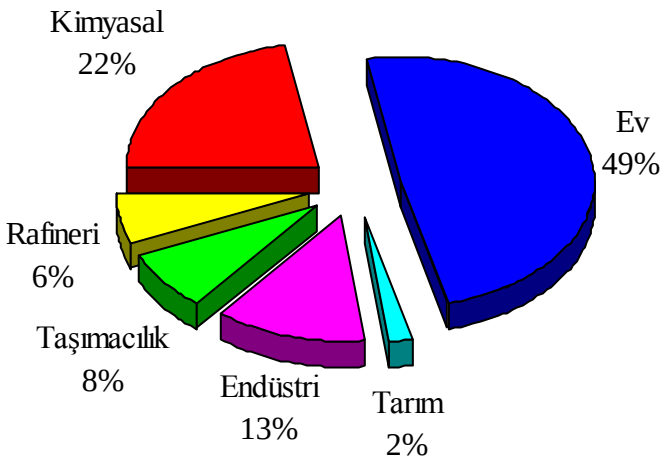
Dünya LPG tüketiminde 2001 yılı verilerine göre ilk 20 ülkeye bakıldığında ABD ilk sırayı almaktadır. ABD'lerinde tüketilen gazın % 41.5 kimyasal ve % 25 de evsel amaçlı kullanılmaktadır.

ABD'nden sonra LPG tüketiminin en çok olduğu ülke Japonya'dır. Japonya'nın ürettiği LPG 2001 kayıtlarına göre 4,927 bin ton olmasına rağmen tükettiği LPG 18,829 bin tondur. Japonya tükettiği gazda dışa bağımlı olup tükettiği gazın % 73.8 ini ithal etmektedir.

Japonya'dan sonra gelen Çin ise ürettiği 9,241 bin ton LPG'ye karşılık 14,201 bin ton LPG tüketmektedir. İlk 20 ülke ile ilgili tüketim karşılaştırması Tablo 3.11.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.11 Dünya LPG Tüketiminde İlk Yirmi Ülke

Ülke	2000 (bin ton)	2001 (bin ton)	2000-2001 Değişimi	Toplamdaki Yüzdesi
Dünya	**197,255**	**199,335**	**1.1%**	**100.0%**
İlk 20 Ülke	**161,943**	**163,079**	**0.7%**	**81.8%**
ABD	51,898	49,434	-4.7%	24.8%
Japonya	18,950	18,829	-0.6%	9.4%
Çin	13,355	14,201	6.3%	7.1%
Meksika	10,462	10,066	-3.8%	5.0%
Suudi Arabistan	5,640	7,986	41.6%	4.0%
Hindistan	6,478	7,170	10.7%	3.6%
Brezilya	7,002	6,972	-0.4%	3.5%
Güney Kore	6,740	6,578	-2.4%	3.3%
Kanada	5,991	5,594	-6.6%	2.8%
Rusya Federasyonu	4,780	5,389	12.7%	2.7%
Türkiye	4,483	3,835	-14.5%	1.9%
İtalya	3,872	3,806	-1.7%	1.9%
İngiltere	3,359	3,783	12.6%	1.9%
Fransa	3,757	3,702	-1.5%	1.9%
Almanya	2,761	2,983	8.0%	1.5%
Venezüella	2,899	2,892	-0.2%	1.5%
Tayland	2,284	2,568	12.4%	1.3%
Mısır	2,500	2,550	2.0%	1.3%
İspanya	2,496	2,431	-2.6%	1.2%
İran	2,236	2,310	3.3%	1.2%
Geriye Kalan	**35,312**	**36,256**	**2.7%**	**18.2%**



Şekil 3.32 2001 yılı Sektörlere göre LPG'nin Dağılımı

Tablo 3.12 2001 yılı Sektörlere göre İlk Yirmi Ülkenin LPG Tüketimi

Ülke	Ev	Tarım	Endüstri	Taşımacılık	Rafineri	Kimyasal	Toplam
Toplam Dünya	**97,423**	**3,939**	**25,629**	**15,415**	**12,746**	**44,183**	**199,335**
İlk 20 Ülke	**74,562**	**3,733**	**20,947**	**11,580**	**12,746**	**39,511**	**163,079**
ABD	12,373	2,763	4,962	750	8,066	20,520	49,434
Japonya	7,716	0	7,291	1,538	0	2,284	18,829
Çin	11,931	0	1,880	390	0	0	14,201
Meksika	7,809	45	988	1,042	0	182	10,066
Suudi Arabistan	970	0	0	0	820	6,196	7,986
Hindistan	6,750	0	350	0	0	70	7,170
Brezilya	5,578	15	1,379	0	0	0	6,972
Güney Kore	2,307	0	588	3,326	0	357	6,578
Kanada	1,225	120	415	350	1,981	1,503	5,594
Rusya Federasyonu	1,400	0	0	700	0	3,289	5,389
Türkiye	1,953	17	635	1,230	0	0	3,835
İtalya	2,292	20	100	1,394	0	0	3,806
İngiltere	602	123	343	50	868	1,797	3,783
Fransa	1,754	553	560	210	0	625	3,702
Almanya	1,191	0	562	14	123	1,093	2,983
Venezüella	848	0	106	10	888	1,040	2,892
Tayland	1,430	0	335	248	0	555	2,568
Mısır	2,380	0	170	0	0	0	2,550
İspanya	2,043	77	283	28	0	0	2,431
İran	2,010	0	0	300	0	0	2,310
Diğer	**22,861**	**206**	**4,682**	**3,835**	**0**	**4,672**	**36,256**

Sektörlere göre LPG tüketimine bakıldığında LPG, mesken müşterilerin evlerinin ısıtımı ve pişirme için kullanıldığı görülmektedir. (Şekil 3.32) Daha sonra kimyasal amaçlı kullanım % 22 ile yerini almaktadır. Kimyasal amaçlı kullanılan LPG

deodorant , böcek ilacı gibi sprey şeklinde kullanım esaslıdır. Ve kimyasal olarak tüketiminin % 46 sı ABD'nde gerçekleşmektedir. Aynı şekilde rafineri tüketiminin % 63 ü ABD'nde gerçekleşmektedir. Üretimde ilk sıralarda olan bir çok ülkede tüketim aynı oranda olmamaktadır. Tablo 3.12.'de 2001 yılı sektörlere göre ilk yirmi ülkenin LPG tüketimi gösterilmiştir.

3.12. Türkiye'de LPG'nin Gelişimi

LPG ülkemizde yakıt olarak kullanılmasına 1960'lı yıllarda başlanmış olup ilk önceleri Marmara bölgesi, daha sonrada diğer bölgelerimizde hızla yaygınlaşması, mutfak kullanımında birincil enerji kaynağı olarak yerini almasını sağlamıştır. Bu dönemlerde ülkemizde sadece bazı büyük şehirlerde ve kısıtlı olarak evsel tüketime verilen hava gazının, sanayi için bir alternatif yakıt olma durumunun bulunmayışı, dünyada da doğal gaz kullanımın henüz yeni ve yeterince yaygın olmaması sebebiyle, muhtelif kullanımlara uygun gaz yakıcı sistemler bulunmamaktaydı. Ayrıca Tüpraş tarafından ithal edilen veya üretilen LPG'nin kısıtlı miktarlarda şirketlere verilen tahsisler doğrultusunda temin edilmesi, depolama imkanları ve sevkıyatının da sadece belirli bölgeler için mümkün olması, LPG'nin sanayide kullanımını sınırlamakta, cam ve seramik sanayi gibi sadece bazı özel prosesler için kullanımını cazip kılmaktaydı.

Ancak LPG sektöründe faaliyet gösteren firmalar ile Tüpraş'ın bu konudaki çalışmalarının 40 yıla yaklaşan bir dönem içinde hızla gelişmesi, depolama ve ikmal imkanlarını yurt sathında hizmet verilebilecek hale getirerek, toplam LPG tüketiminin yıllık 3 milyon ton sınırına ulaşması, ülkemizi LPG kullanımında Avrupa genelinde lider ülkelerden biri haline getirmiştir.

Ayrıca 1980'li yıllarda başlayarak hızla genişleyen ve gün geçtikçe artan doğal gaz kullanımı, beraberinde bir çok proje ve montaj firmasının kurulması ile, her türlü kullanıma uygun gaz kontrol ve yakıcı cihazları da bol miktarda bulunabilir hale getirmişti. Kısacası doğal gazın ülkemizde yaygınlaşması başlangıçta düşünüldüğünün aksine LPG sektöründe bir daralmaya sebep olmamış, aksine gaz kültürünün oluşmasındaki hızlı katkılarıyla dökme LPG kullanımını çoğaltmıştı.

1996 yılında mevcut tüplü ve dökme segmentine ilaveten devletin izin vermesiyle Oto LPG segmenti de pazara girmiş ve 2001 yılındaki 3.880 milyonluk LPG satışlarının % 33 lük pazar payına sahip olmuştur. LPG fiyatının artışlar nedeniyle

kan kaybeden şirketler için yeni bir gaz satış kapısı olmuştur. Bugün itibarıyla 48 LPG dağıtım firmasının faaliyet gösterdiği LPG pazarı şu üç segmentten oluşmaktadır:

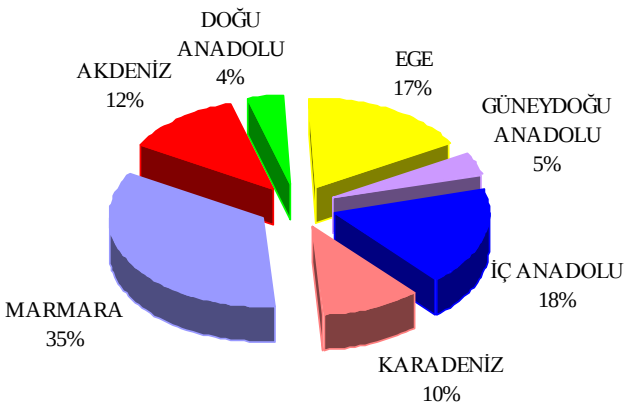
- Tüplü LPG
- Dökme LPG
- Oto LPG

Tüplü LPG: Ortalama yıllık büyüme hızı % 2.2 (1994-2001) olan pazar doyma noktasındadır. Kamp (2kg), Ev (12kg), Ticari (24kg) ve Sanayi (45kg) tipinde 4 farklı tüp ile pazarlanmaktadır.

Dökme LPG: Ortalama yıllık büyüme hızı % 24 (1994-2001) olan pazar halen büyüme potansiyeli içindedir. Küçük tank ve büyük tank sistemler olarak pazarlanmaktadır.

Oto LPG: Türkiye'de resmi olarak 1998 yılında oluşan pazar olağandışı bir büyüme ile 2001 yılı itibarıyla 1.3 milyon tonluk bir hacme ulaşmıştır ve geleceği uygulanacak politikalara bağlıdır.

LPG tüketimi 1991-2000 döneminde yıllık ortalama %12 artmıştır. Fakat 2001 yılında LPG'ye gelen zamlar nedeniyle piyasa 2000 yılına göre % 13 küçülmüştür. 2002 yılında da bu küçülme devam etmiştir.



Şekil 3.33 Türkiye'de Coğrafi Bölgelere LPG tüketim Payları

Tablo 3.13 Türkiye'de Coğrafi Bölgelere ve Segmentlere Göre LPG Tüketimi

COĞRAFİ BÖLGE	TÜPLÜ	ISINMA	SANAYİ	ELEKTRİK	OTOGAZ	TOPLAM
AKDENİZ	197,341	1,799	96,460	3	180,826	**476,429**
DOĞU ANADOLU	98,443	48	3,829	0	40,369	**142,689**
EGE	268,740	1,683	236,804	23,464	138,928	**669,619**
GÜNEYDOĞU ANADOLU	97,032	114	9,253	0	64,306	**170,705**
İÇ ANADOLU	295,390	3,105	100,432	4,845	279,561	**683,333**
KARADENİZ	198,453	1,281	37,781	137	162,107	**399,759**
MARMARA	606,090	19,605	287,620	8,068	416,444	**1,337,827**
TOPLAM	**1,761,489**	**27,635**	**772,179**	**36,517**	**1,282,541**	**3,880,361**

Türkiye'de coğrafi bölgelerdeki LPG tüketimine baktığımızda sanayileşmenin en çok olduğu Marmara Bölgesinde % 35 lik pay görülmektedir. Marmara Bölgesindeki LPG tüketiminin toplam bölge tüketimine göre tüplü olarak %45 ve otogaz olarak % 31 gerçekleşmektedir. Bölge toplam tüketimin bölge nüfusuna oranı 77 kg'dır. Marmara bölgesinden sonra nüfusun diğer yoğun olduğu bölge olan İç Anadolu Bölgesi gelmektedir. Bu bölgede de bölge toplam LPG tüketimi içerisinde % 43 tüplü ve % 41 otogaz tüketimi gerçekleşmektedir. Tablo 3.13.'de Türkiye Coğrafi Bölgeleri'ndeki kullanım şekillerine göre LPG tüketimi verilmiştir. Şekil 3.33.'de ise Coğrafi Bölgeler'in toplam LPG tüketimindeki payları gösterilmiştir.

Türkiye'de LPG'nin en çok tüketildiği bölge olan Marmara Bölgesinde tüketim/nüfus oranının en yüksek olduğu il 150 kg.yıl/kişi ile Amasya'dır. Onu Bolu 125 kg.yıl/kişi ile izlemektedir.

Doğal gazın kullanıldığı şehirlerde kişi başına düşen yıllık LPG miktarı İstanbul'da 81 kg, Ankara'da 73 kg, Kocaeli'nde 103 kg, Eskişehir'de 54 kg ve Bursa'da 57 kg düşmektedir. Bu iller tüketim sıralamasında ilk 24 arasında bulunmaktadır.

Türkiye'de LPG tüketimi başlıca şu faktörlerden etkilenmektedir:

- Kentleşme
- Gayri Safi Milli Hasıla
- Tüketici Alışkanlıkları
- Sanayileşme
- İklim
- Rakip Ürünler
- Fiyat

Türkiye 2001 yılında LPG tüketiminde 3,880 bin ton kullanım ile Avrupa ülkeleri arasında birinci sırayı almıştır. Türkiye'yi İtalya, İngiltere ve Fransa izlemiştir.

3.13. Dünya'daki Oto LPG Pazarı

Tüm dünyada hükümetler,özellikle çevrenin korunması açısından sunduğu avantajlar sebebiyle alternatif yakıtların, geleneksel fosil türevli yakıtlara tercih edilmesi yönünde, halkı teşvik etmiş ve etmektedir.

Bazı ülkelerde 1970 lerin başlarında yaşanan "Ortadoğu Bunalımı" sırasında geleneksel yakıtların temininde yaşanan sorunlar ve 1980 li yıllar boyunca dünyada yaşanan petrol krizleri, alternatif yakıtların geliştirilmesinde itici bir etken oluşturmuştur. Ancak asıl tetik görevini, 1992 Rio de Janerio Dünya zirvesi ve Aralık 1997 Kyoto Toplantısı gibi BM Konferansları sayesinde, gittikçe büyüyen "çevre bilinci" göstermiştir. Uluslararası gelişmeler, özellikle hava kirliliği yaşanan kentlerde "sera" etkisi yaratan gazlar, araç yakıtlarından kaynaklanan foto kimyasal duman konusunda ciddi önlemler almaları için yöntemler üzerinde sürekli partiküller ve bir baskı doğmasını sağlamıştır.

İlk zamanlarda fantezi gözüyle bakılan bir alternatif yakıt olan Oto LPG, bugün otomotiv sektörü için en önemli ve en geniş ölçüde kabul gören alternatif yakıttır. Ve 38 i aşkın ülkede 8 milyondan çok araca enerji sağlamaktadır. Oto LPG asıl gelişme fırsatını, LPG' yi düşük fiyatlarla pazarlayan ülkelerde bulmuştur. Bu ülkelerin başında İtalya, Hollanda, Japonya, Avustralya gibi ülkeler gelmektedir.

Daha yetmişlerde ve seksenlerin başında, hatırı sayılır düzeyde düşük egzoz emisyonları ile dikkati çeken Oto LPG, geleneksel motor teknolojilerindeki iyileşmeye ve emisyon sınırlandırma standartlarına rağmen, hayati konularda hala liderliğini korumaktadır. Bu nedenle, her gün daha çok sayıda taşıt tedarikçisi (otomobil üreticileri, ithalatçıları), oto LPG'nin kentlerde hava kirliliğinin önlenmesi açısından taşıdığı, doğruluğu kanıtlanmış avantajları görmekte ve Oto LPG kullanan geniş bir model yelpazesi sunmaktadır. Onlar da , Oto LPG'nin lojistik gereklilikleri ve diğer geleneksel yakıtlara benzer satış altyapısı ile, diğer alternatif yakıtlara oranla taşıdığı avantajların üstünlüğünü kanıtladığını görmüşlerdir.

Bugün dünyada kullanılmakta olan benzin ve damıtılmış yakıtların başlıca alternatifleri şunlardır:

- Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (Oto LPG)
- Basınçlı Doğal Gaz (CNG)
- Etanol
- Metanol
- Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (SDG)

Gelecekte Elektrik ve Hidrojenle çalışan taşıtlar da; menzilleri, performansları ve sürüş koşullarının iyileştirilmesi durumunda bu listeye eklenebilecektir.

Dünyanın en önemli alternatif otomotiv yakıtı olarak Oto LPG; benzin ve diğer yakıtlardaki teknolojik gelişim yarışından kopmamış ve pazardaki konumunu korumuştur. Oto LPG teknolojilerindeki gelişmeler ile benzin ve diğer dizel motorların performansında son zamanlardaki gelişmelere karşın, Oto LPG avantajlarını devam ettirmiştir.

Diğer alternatif yakıt teknolojileri henüz emekleme çağındadır ve uzun vadede yaşama olanakları bulunmakla birlikte, Oto LPG'nin "anında ve her yerde" bulunabilme özelliğine sahip değillerdir. Bahse konu alternatif yakıtlar, yanma sırasında ortaya çıkan zehirli maddeler (metanol, etanol) sebebiyle çevre üzerinde neden oldukları zararlı etkiler (etanolun sera gazı üretmesi) ve yüksek alt yapı maliyetleri (CNG ve LNG) gibi çözümlenememiş sorunları sebebiyle LPG'ye rakip olamamaktadır. Bunların genel olarak düşük enerji oranına sahip olması ve dolayısıyla kabul edilebilir bir seyir uzaklığı sağlanabilmesinin yanı sıra, ağır yakıt depoları kullanılmasını gerektirmesi araçların yük kapasitelerinin artmasına yol aşmaktadır. Önemli bir diğer nokta ise; benzinli araçlarda alternatif yakıtlardan farklı olarak, Oto LPG kullanımı için gerekli tadilat ya da optimizasyonun kolayca yapılabilmesidir. Diğer alternatif yakıtlar ise benzer bir performans gösterebilmek için çok sayıda değişiklik veya optimizasyon işlemi gerektirmektedir. Oto LPG çevrenin korunması açısından taşıdığı avantajı hemen göstermeye başlar.

Oto LPG, yüksek verim/maliyet oranı; standart motorlarda yapılan küçük değişikliklerle ulaşılan çok iyi emisyon performansı ve uygun dağıtım ağı sayesinde, bir numaralı alternatif otomotiv yakıtı olarak tanınmaktadır. Bu bağlamda, dünyanın dört bir yanında, bir çok ülkede şimdiden çok gelişmiş Oto LPG pazarları oluşmuş durumdadır.

Oto LPG'nin dünya çapındaki toplam tüketim miktarı yılda 15 milyon tonu aşmaktadır. Oto LPG' yi kullanan ülkeleri, tüketim miktarlarını, halen kullanılmakta olan Oto LPG'li araç ve Oto LPG istasyonu sayılarını içeren eksiksiz bir liste Tablo 3.14. de verilmiştir.

Tablo 3.14 Oto LPG Tüketimi, LPG'li Taşıtlar ve Oto LPG Dolum İstasyonları

Ülke	2001 Tüketimi (bin ton)	Taşıt Sayısı			Dolum İstasyonu Sayısı (2001)
		1999	2000	2001	
Avusturya	14	1,450	2,000	2,000	15
Cezayir	217	70,000	70,000	95,000	252
Avustralya	1,370	555,000	590,000	600,000	3,500
Beyaz Rusya	27	10,000	16,000	18,000	30
Belçika & Lüksembourg	100	80,000	85,000	90,000	625
Bulgaristan	215	80,000	120,000	165,000	1,000
Kanada	350	100,000	100,000	100,000	2,500
Çin	390	50,000	65,000	84,670	206
Hırvatistan	13	12,000	12,000	13,000	32
Çek Cumhuriyeti	70	145,000	150,000	150,000	350
Danimarka	10	1,250	2,750	2,770	51
Dominik Krallığı	84	9,000	12,000	15,000	30
Fransa	210	180,000	200,000	210,000	1,962
Almanya	14	6,500	8,000	10,000	300
Yunanistan	16	3,500	3,750	3,750	34
Honkong	111	1,700	5,000	14,100	20
Macaristan	39	29,000	60,000	100,000	350
Endonezya	1	1,700	2,000	2,000	5
İran	300	70,000	75,000	75,000	41
İrlanda	2	1,200	1,200	1,000	150
İtalya	1,394	1,200,000	1,234,000	1,250,000	2,052
Japonya	1,538	295,000	290,000	287,540	1,862
Meksika	1,042	320,000	350,000	400,000	1,363
Hollanda	521	325,000	323,000	360,000	2,200
Yeni Zelanda	25	15,000	10,000	10,300	650
Norveç	6	400	400	400	31
Pakistan	30	15,000	25,000	65,000	20
Polonya	800	450,000	470,000	700,000	2,900
Portekiz	20	33,000	37,000	37,000	172
Rusya Federasyonu	700	250,000	400,000	500,000	400
Güney Kore	3,326	786,000	1,214,000	1,428,000	846
İspanya	28	8,000	7,600	7,100	40
Srilanka	14	12,000	15,000	18,000	20
İsveç	1	500	200	200	11
Tayvan	14	25,000	20,000	20,000	10
Tayland	248	12,500	40,000	40,000	60
Tunus	24	6,000	6,000	6,000	8
Türkiye	1,230	500,000	950,000	975,000	3,300
Ukrayna	44	20,000	22,000	25,000	100
A.B.D.	750	266,000	272,190	276,600	3,320
İngiltere	50	18,000	39,000	65,000	1,012
Venezüella	10	12,000	12,000	12,000	15
Çeşitli Ülkeler	47	40,000	50,000	50,000	115
TOPLAM	**15,415**	**6,016,700**	**7,367,090**	**8,284,430**	**31,960**

Özetle, en gelişmiş Oto LPG pazarına sahip olan 10 ülke 3.15'de verilmiştir.

Tablo 3.15 Yıllık Tüketim Olarak Halen En Gelişmiş Oto LPG Pazarları

Ülke	Tüketim (bin ton)			Taşıt Sayısı			Dolum İstasyonu Sayısı		
	2000	2001	Değişim	2000	2001	Değişim	2000	2001	Değişim
G. Kore	3,025	3,326	10%	1,214,000	1,428,000	18%	688	846	23%
Japonya	1,603	1,538	-4%	290,000	287,540	-1%	1,866	1,862	0%
İtalya	1,141	1,394	22%	1,234,000	1,250,000	1%	2,034	2,052	1%
Avustralya	1,484	1,370	-8%	590,000	600,000	2%	3,500	3,500	0%
Türkiye	1,282	1,230	-4%	950,000	975,000	3%	2,300	3,300	43%
Meksika	860	1,042	21%	350,000	400,000	14%	1,200	1,363	14%
Polonya	605	800	32%	470,000	700,000	49%	2,150	2,900	35%
A.B.D.	720	750	4%	272,190	276,600	2%	3,271	3,320	1%
Rusya Fed.	600	700	17%	400,000	500,000	25%	580	400	-31%
Hollanda	570	521	-9%	323,000	360,000	11%	2,100	2,200	5%

Bu ülkelerde , otomotiv pazarlarının çeşitli kesimleri farklı gelişme aşamalarında bulunmaktadır. Bazı ülkelerde, hangi alanların Oto LPG'nin avantajlarından yararlanacağını pazarda güç sahibi olanlar belirlemektedir. Diğer ülkelerde ise hangi kesimlerin ele alınacağını yönetimler belirlemiş ya da sıkı bir denetim altına almıştır. Tablo 3.16.'da, ilk 10 ülkenin kendi pazarlarını nasıl geliştirdiklerini göstermektedir.

Tablo 3.16 Çeşitli Tüketici Pazarlarında Oto LPG'nin Mukayeseli Önemi

Ülke	Taksiler	LD Otolar	LD Filolar	HD Otobüsler	HD Kamyonlar
Güney Kore	+ + +		+		
Japonya	+ + +	+			
İtalya	+	+ + +		+	
Avustralya	+ +	+ +	+		
Türkiye	+ + +	+ +	+		
Meksika	+		+ + +		
Polonya	+	+ + +		+	
A.B.D.			+ + +		+
Rusya Federasyonu		+	+		+ +
Hollanda			+ + +		+

LD : Light Duty (Hafif Hizmet) + = düşük + + = orta + + + = yüksek
HD : Hight Duty (Ağır Hizmet)

Beklenildiği gibi, diğer ülkeler alternatif yakıtlar konusundaki konumlarını ve performanslarını değerlendirmektedir. Yine, Oto LPG bu ülkeler için:

- Çevreyi , özellikle kentlerindeki hava kalitesini iyileştirmek,
- Stratejik alternatif yakıt kullanımına olanak sağlamak,
- Bir evsel, ticari ve endüstriyel yakıt olarak zaten yaygın şekilde kullanılmakta olan bir ürünün kullanım alanını genişletmekte en geçerli seçeneği oluşturmaktadır.

Bir ülkede herhangi bir alternatif yakıt programının gelişmesi her şeyden önce açık ve tutarlı bir devlet politikasına bağlıdır. Aşağıda, Oto LPG'nin gelişimini desteklemeye yönelik olarak dünyada uygulanmakta olan devlet teşviklerinin güncel bir tablosu verilmiştir.

1.1.1. Avrupa

Almanya

Kalabalık kent bölgelerinde temiz yakıtların kullanımını artırmak için, Oto LPG'ye uygulanan satış vergileri 1996 da %60 oranında azaltılmıştır, bu yüksek oranlı indirim beş yıllık sürenin dolacağı 2000 yılında sona erdirilmiştir. LPG yakıt endüstrisi, bu sürenin , Oto LPG pazarına dev yatırımlar yapmak için çok sınırlı olduğunu düşünmektedir ve vergi indirimi faaliyetlerinin doğmasını sağlamamıştır.

Oto LPG vergi indirimi süresini 2009 yılına kadar uzatmak için yasal bir girişimde bulunulmuş ve henüz karara bağlanmamıştır. Bu girişimin sürdürülmesi, 1998 Eylül seçimlerinden sonra kurulacak yeni Hükümete bağlı olacaktır. Fransa, Belçika ve Hollanda'daki gelişmelere bakıldığında, Almanya Hükümetinin de Oto LPG 'nin avantajlarının farkına varacağı ve gaz yakıtlar için daha uzun bir süre vergi indirimi süresine izin verileceği beklenmektedir. Otomobil sayısı ile Avrupa Birliği ülkeleri arasında en üst sırada yer alan Almanya'da , Oto LPG kullanımı için büyük bir potansiyel mevcuttur.

Finlandiya

Oto LPG satış vergisi uygulanmamaktadır, ancak Oto LPG için karayolu taşıt vergisi, dizel için uygulanan vergiden 20 kat daha yüksektir. Oto LPG endüstrisi, Oto LPG kullanan kent içi toplu taşıma otobüsleri için yüksek vergilerin hafifletilmesi amacıyla Hükümetle görüşmüştür ve Hükümet, temiz yakıtlı taşıtlar için karayolu vergisini kaldırmak üzeredir

Fransa

1996 dan beri, gaz yakıtların kullanımını desteklemek, ulusal bir politika olarak benimsenmektedir. 1996 da Oto LPG üzerindeki satış vergisi önemli oranda düşürülmüştür. 1997 de devlet tarafından, Oto LPG ile çalışan araçlara, taşıt ve yakıt istasyonu donanımı için yalnızca bir yıl süreli amortisman uygulanabilmesi gibi daha fazla avantaj sağlayan Temiz Hava Yasası kabul edilmiştir.

Yılda belirli hacimlere ulaşan taksiler ve otobüsler için vergi muafiyetleri bulunmakta ve Oto LPG kullanan taşıtların, diğer araçların ve ancak gün aşırı kullanılmasına izin verildiği kirliliğin zirveye ulaştığı günler de dahil olmak üzere, her gün trafiğe çıkmasına izin verilmektedir.

1998 den başlayarak belirli durumlarda, Oto LPG 'ye ödenen KDV'nin tamamının geri alınması olanağı bulunmaktadır ve yerel makamların , Oto LPG ile çalışan otomobiller için taşıt ruhsat vergisinin azaltılmasına/kaldırılmasına izin verilmektedir.

2002 Ocak ayında Oto LPG'li taşıt pazarının gelişimi için 1,525 EURO'luk bir vergi indirimine başlamışlardır. 1992 öncesi taşıtların Oto LPG'li taşıt ile değiştirilmesi durumunda bu indirime ek olarak 700 EURO daha ek indirim sağlanmaktadır.

Hollanda

Oto LPG'ye çok düşük vergi uygulanmakta, ama dizel ve Oto LPG için yıllık karayolu vergisi zamlı tahsil edilmektedir. Hükümet tüm otomobillerin %10 unun Oto LPG ile çalışmasını kabul etmektedir ve bu amaçla ek vergide değişiklik yapmıştır. Benzin/Oto LPG kullanımının ortalama denge noktası yılda 22 000 km iken, Benzin/dizel kullanımında bu nokta yılda 24 000 km olmaktadır.

1998 Nisan ayında, Hollanda Hükümeti ile kamu taşımacılık şirketleri arasında, yakın bir gelecekte bir sözleşmeye çevrilecek olan, bir niyet beyanı imzalanmıştır. Ana hedef, gaz yakıtlarla çalışan yeni otobüslerin, 2003 yılına gelindiğinde otobüs sayısının %50 sine ulaşmasıdır. Bu çabayı bir kat daha desteklemek için Avrupa Birliği, Hollanda'nın kamu taşımacılığında Oto LPG'ye uygulanan satış vergisini azaltmasına izin vermeyi kararlaştırmıştır.

Dizel yakıtı kamu taşımacılığında hala karayolu vergisine tabi olmaya devam ederken, Hollanda hükümeti şimdiden, bu sınıfta gaz yakıtlardan karayolu vergisi almayı bırakmış bulunmaktadır.

İngiltere

İngiltere'de 28 Kasım 1995 te yürürlüğe giren bütçede benzin ve mazota uygulanan vergiler %9,5 arttırılırken, Oto LPG'ye uygulanan vergi, "önemli kirletici maddeler için emisyon düzeyleri belirgin derecede düşük" olduğu için azaltılmıştır. O zamandan beri Oto LPG güçlü bir konum kazanmıştır. 1998 bütçesinde, gaz yakıtlara

uygulanan satış vergisi dondurulmuştur. Benzin ve mazot vergileri enflasyonun %6 üzerinde olacak şekilde arttırılmış, karayolu vergisinin gazla çalışan taşıtlar için azaltılacağı ve taşıtların Oto LPG'ye dönüşüm maliyeti göz önünde bulundurularak vergi yükünde hafifletme sağlanacağı duyurulmuştur.

Vergi muafiyeti, sürücülerin daha az taşıt kullanması ve daha temiz yakıt kullanmaları için çok güçlü bir uygulama olması Londra'da her ikisinin de uygulanmasında etken olmuştur. Sürücüler Londra Merkezine girememekle senede 1,300 pound kazanmakta ve bu da dönüşüm için gerekli olan bedele tekabül etmektedir.

İspanya

Çok düşük satış vergisine tabi olan Oto LPG'ye yalnızca kamu taşımacılığında (taksi ve otobüsler) izin verilmektedir. Diğer taşıtlar için Oto LPG kullanımındaki yasak kaldırılmış olmakla birlikte, kamu taşımacılığı kullanılmayan araçlarda Oto LPG'ye, benzin ve mazota uygulanandan daha yüksek satış vergisi uygulanması nedeniyle avantajını kaybetmektedir.

Oto LPG endüstrisi halen hükümetle, özel otomobillerde kullanılan Oto LPG üzerindeki satış vergilerinin gevşetilmesi için görüşmelerini sürdürmektedir.

İtalya

Oto LPG'ye uygulanan karayolu vergisi zammı kaldırılmıştır. Yoğun kirlilik zamanlarında, belirli bölgelerde, benzinli/mazotlu otomobiller trafiğe gün aşırı çıkmak zorunda bırakılmaktadır. Oto LPG kullanan otomobiller bu önlemden muaftır.

Portekiz

Oto LPG'ye uygulanan satış vergisi, hükümetin, daha temiz alternatif yakıtlar kullanımını özendirmeye yönelik vergi ve çevre politikalarının sonucu olarak azaltılmıştır. Pazarın büyümesinde bu politikaların yaralı olduğu düşünülebilir.

Yunanistan

Oto LPG'ye büyük kentlerde, diğer yakıtlarla çalışan geleneksel otomobillerin ancak günaşırı kullanılabildiği yoğun kirlilik dönemlerinde bile çalışmaları kısıtlanmayan taksilerde izin verilmektedir. 1996 yılında Ulaştırma, Çevre, Ticaret ve Ekonomik İlişkiler Bakanlıkları ve Yunan LPG Birliği'nin katkılarıyla kurulan, bir Bakanlıklar

Arası Kurul 1998 Mayıs ayında, diğer taşıt sınıflarının da Oto LPG kullanmasına izin veren bir anlaşmaya varmıştır. Bu yasanın 1998 yılı sonuna kadar onaylanması beklenmektedir.

3.13.2. Asya

Çin

Pekin, Şanghay, Nanjing ve Wuxi'nin de aralarında bulunduğu bir dizi kent 1995 ve 1996 yıllarında, her birinde 10-30 devlet aracının (öncelikle OEM destekli tadilatlar yapılan otobüs ve taksiler) kullanılmasıyla gerçekleştirilen Oto LPG denemeleri yapmıştır. Kentlerdeki hava kirliliği, bu denemelerin ardında yatan itici güç oluşturmaktadır. Kamu taşımacılığı için devlet yardımları açıklanmış ve Oto LPG kullanan otomobil sayısı yavaş yavaş artmıştır. Çin'in dünyanın en büyük Oto LPG pazarı olması kuvvetle muhtemeldir.

Şanghay'da motosikletlerin de LPG kullanması için çalışmalar yapılmaktadır. Bu doğrultuda 2002 senesinde yapılan araştırmada 2 kilogramlık bir LPG deposu montaj yapılmış Oto LPG'li motosikletin menzili 180 km'den fazla olmuştur. Ayrıca çıkan emisyonlar bakımından Şangay kenti emisyon standart tablosuna göre % 90 emisyonlarda azalma görülmüştür. Eğer çalışma meyvaları verirse, ülkedeki emisyon miktarı gözle görülür biçimde azalacaktır.

Endonezya

Endonezya Enerji ve Maden Bakanlığı Oto LPG' yi temiz yakıt olarak kabul etmiştir. Temmuz 1995 ten beri Jakarta/Surabaya'da taksilerde Oto LPG'nin kullanımını desteklemiş ve yeni taksiler Oto LPG'ye dönüştürülmüştür. İlk etapta taksiler, daha sonra şehir içi otobüsleri gündeme alınmıştır. En önemli sorun Oto LPG dağıtım sisteminin kurulumundaki maliyet yüksekliği olmasına karşın pazarın belli bir şekilde büyümesi beklenmektedir.

Güney Kore

Oto LPG'ye yalnızca taksiler, otobüsler ve kamyonlarda izin verilmekte olup, satış fiyatı benzinin üçte biri kadardır. Çevre Bakanlığı, kentsel toplu taşıma otobüsleri ve büyük kamyonların dizel yerine Oto LPG kullanmasını sağlama niyetindedir. Bu sağlanırsa, Kore'de Oto LPG pazarının büyüme hızı da artacaktır.

2001 senesinde 214,000 taşıtın dönüşümü yapılmış olup bu 2000 senesine göre % 50 daha azdır. LPG firmalarının bekle ve gör politikaları nedeniyle pazarın hızı yavaşlamış ve ayda 14,000 taşıt dönüşümüne düşmüştür.

Hindistan

Hükümet otomotiv yakıtı olarak Oto LPG kullanımına izin vermek üzere çıkaracağı bir dizi kural ve yönetmeliğin hazırlıklarına başlamış olup; yasaların 1998 yılı içinde çıkmış olması beklenmektedir. Bu nedenle, henüz gerçek teşvikler yoktur, ama beklenti Oto LPG'nin satışına izin verildikten sonra bunların da uygulanacağı yolundadır.

Halen EURO II emisyon normunu kullanan Hindistan 2005 yılı itibariyle EURO III emisyon normuna ve 2010 yılı itibariyle de EURO IV emisyon normuna geçmeyi düşünmektedir. Asya genelinde EURO IV emisyon normuna 2006 ve 2007 yıllarında geçilecek olması Hindistan'ın doğrudan 2005 yılında EURO IV emisyon normuna geçmeye itmektedir.

Hong Kong

En büyük kısıtlayıcı etkenlerden biri, LPG kullanan araçların tünelleri kullanmasının yasak olmasıydı. Hükümet ve endüstri temsilcilerinden oluşan bir ekip konuyu tüm yönleriyle araştırmış ve Honkong'da taksi ve otobüslerin Oto LPG veya elektriğe geçmeleri için maddi destek sağlanmıştır. 2001 senesinde 18,000 taksinin % 75'ine toplam 40,000 HK $ hibe dizelden Oto LPG'ye geçtikleri için hibe edilmiştir.

Ayrıca 10 yaşından büyük taşıtların Oto LPG'ye geçmeleri durumunda aynı mali destekten yararlanabilecekleri söylenmiştir. 10 yaşından küçük taşıtlar için ise 2004 e kadar taşıtlarını Oto LPG'ye dönüştürmeleri durumunda aynı imkanlardan yararlanabilecekleri iletilmiştir. Özel minibüslerin de taşıtlarını Oto LPG'li modeller ile değiştirmeleri halinde ilk trafik tescil vergisinden muaf tutulacakları iletilmiştir.

Otogaz pazarında 2001 yılında 111,000 ton LPG satılmış iken Hong Kong'da LPG'li taşıtlar için yapılan destekler sonucunda 2004 yılında LPG'nin 250,000 tona ulaşması beklenmektedir.

Japonya

Japon Orijinal Ekipman Üreticileri (OEM'ler) Nissan ve Toyota, yalnızca Oto LPG kullanan fabrika yapımı taksiler üretmektedir. Tüm taksilerin %95 i Oto LPG ile

çalışmakta ve her yıl bu özelliğe sahip 45.000 kadar yeni taksi üretilerek, mevcut taksilerin yerini almaktadır.

Japonya'nın aralarında Tokyo'nun da bulunduğu, belirlenmiş altı bölgesinde kamyonetlere uygulanan sıkı NOx sınırlamaları ve NOx onayı bulunmayan otomobillerin kullanma yasağı Oto LPG'nin kullanımını özendirmektedir.

1995 ten itibaren ECO istasyonları olarak anılan tesisler kurulmaya başlanan Oto LPG donanımı için, 500.000 USD tutarında bir maksimum yıllık tutar kullanılabilmektedir.

Hükümet taşıt dönüşümlerine, taşıt alımlarına ve dolum istasyonu kurulumlarına mali destek vermekte ve sıkı uygulamalar ile şehir merkezlerini de kötü emisyonları düşürmeye çalışmaktadır.

Tayvan

Tayvan, resmi olarak 1995 Nisan'ından bu yana, Oto LPG kullanan taşıtların trafiğe çıkmasına izin vermektedir ve Oto LPG fiyatı benzin fiyatının %60 ı kadardır. Hükümet ticari araçlarda Oto LPG kullanılmasını özendirmekte kararlıdır. Oto LPG kullanan araçlar için hükümet yakıt kullanım ve kirliliği önleme harçlarında indirim uygulamaktadır. Hükümet, mevcut araçların LPG kullanan eni bir araçla değiştirilmesi için araç başına 1900 USD, LPG kullanacak şekilde tadil edilmesi içinse araç başına 750 USD teşvik ödemekte, ikinci durumda çoğu kez, yerel yönetim veya belediyelerden de ikinci bir 750 USD yardım alınabilmektedir. Merkezi hükümet ayrıca, Oto LPG dolum istasyonlarının çoğalabilmesi için bu tür istasyonların kurulmasında da mali yardım sağlamaktadır.

3.13.3. Kuzey Amerika

ABD

ABD'de karayolu taşımacılığında hafif hizmet taşıtları tarafından tüketilen başlıca yakıt benzin olup mazot hemen hiç kullanılmamaktadır. Federal hükümetin, alternatif yakıtların kullanımının zaman içinde yeni filo satışlarındaki yüzdelerinin artmasını sağlamaya yönelik programları vardır. Ayrıca, bazı eyaletlerde (örneğin Kaliforniya ve Teksas) kendi programlarını yapmışlardır. Ancak, ABD'de alternatif yakıt kullanımının yasayla dikte edildiği ve bir çok alternatif yakıtın benzine göre herhangi bir mali avantajı bulunmadığı unutulmamalıdır.

1996 yılı sonlarında Başkan Clinton, Kongre tarafından onaylanan ve hükümet birimlerinin alternatif yakıtlı araçlar satın almasını ve uygun olan tüm araçlarda alternatif yakıtlar kullanmasını isteyen, EPA Temiz Yakıtlı Filolar programı adı altında bir tebliğ çıkarmıştır.

Bazı eyaletlerde alternatif yakıtlı araçların satın alınmasında vergi kredisi uygulaması başlamıştır. Kongre tarafından kabul edilen PERA (Propan Öğretim Araştırma Yasası), tüm propan satışlarından çevrenin korunmasında yararlı bir ürün olarak propan kullanımını özendirmek için fon alınmasını onaylamıştır. Sonuçta, teknik araştırma ve geliştirme, eğitim, güvenlik ve öğretimi yürütecek bir endüstri kurulu olarak PERC (Propan Öğretim Araştırma Konseyi) kurulmuştur.

ABD'de aksayan başlıca husus, OEM Otomotiv LPG Yakıtlı taşıtların belirgin eksikliği ve dalgalanan yakıt maliyeti olmaya devam etmektedir.

Kanada

Oto LPG satışı 1980 de ikinci petrol krizinden sonra ve özellikle hava kirliliğine yönelik endişelerin artması nedeniyle başlamıştır. Propan dönüşümü için 400 Kanada Doları tutarında bir federal yardım ve bazı vilayetlerde vergi istisnaları ile desteklenen başlangıç, sağlıklı olmuştur. 1985 te federal hükümet yardımları durdurmuş ve çoğu vilayet de tanınan avantajları geri almıştır. Sonuç olarak, propana dönüşüm oranı 1985 yılında tepe değerlerine ulaşmış ve pazar, 5,000 e yakın dolum istasyonuna ulaşmıştır. Toplam pazar 1994 e kadar büyümeye devam etmiş ve sonra, dönüştürülen araç sayısının çok düşük kalması nedeniyle azalmıştır. Federal hükümetin çevre korumaya yönelik amaçlarla otomotiv propanı konusundaki ilgisi hala güçlüdür ve tüm Alternatif Yakıtlı Taşıtların kullanımını tüm Kanada çapında özendirmek için, aralarında Kanada Propan Gazı Derneğinin de bulunduğu çok sayıda alternatif yakıtlı taşıt endüstrisi grubu oluşturmuştur. Yeni unvanları olan "Kanada Alternatif Taşımacılık Yakıtları Ortaklığı" adı altında bu gruplar OEM geliştirmelerini ve diğer ilgili konuları tartışmayı planlamaktadırlar. Federal hükümet ve bu grubun güçlerini birleştirmeleri durumunda Oto LPG pazarı yeniden büyümeye başlayacaktır.

Aralık 2002 de Kanada hükümeti, resmi araç filolarının sera gazı etkilerini azaltma amaçlı olarak fabrika çıkışlı Oto LPG'li taşıtlar ile değiştirilmesine karar verilmiştir.

3.13.4. Diğer Bazı Ülkeler

Avustralya

Tüm gazlı yakıtların tamamen vergiden muaf olması nedeniyle, Oto LPG'nin satış fiyatı benzin ve mazottan %50 ila 60 arasında daha düşüktür.

1996 Şubat'ında Koalisyon partileri (1998 de Hükümet olmuştur), 1996 seçimlerini kazanmaları durumunda "CNG ve LPG için petrol ürünleri satış vergisinden beş yıl süreyle muafiyet uygulaması gerçekleştireceklerini, bunun ilk etabının 1 Temmuz 1996 da başlayacağı ve 1 Temmuz 1998 e kadar kesintisiz uygulanacağı" şeklinde bir politika açıklamışlardır. Ne yazık ki, yeni hükümet, 2003 e kadar sürekli bir vergi muafiyeti statüsü sağlayacak olan bu politikayı LPG pazarlayıcıları için uygulamaya koymamıştır. Bunun yerine, LPG' yi vergilendirme konusuna eğilmeyerek, LPG vergisiz olması avantajının korunmasını sağlamış ve endüstri çevrim ekipmanlarının satış vergisinin olmaması avantajına sahip olmuştur. Bu nedenle, Avustralya'da Oto LPG pazarı büyümeye devam etmektedir ve artık olgunlaşmıştır.

14 Mayıs 2002 tarihinde Avustralya Otogaz Endüstrisinin yaptığı lobi çalışmaları doğrultusunda Oto LPG'ye uygulanması düşünülen tüketim vergisi yasa tasarısı reddedilmiştir.

Güney Afrika

Tüketim en alt düzeyde seyretmekle birlikte, endüstri koşullarını iyileştirmek için çalışmaktadır.

İsrail

Bazı LPG pazarlama şirketleri Oto LPG'nin bir motor yakıtı olarak kabul edilmesini sağlamaya çalışmaktadırlar.

İran

İran'ın başkenti Tahran yüksek derecede hava kirliliğinden etkilenmektedir ve hükümet, özellikle taksilerde olmak üzere, Oto LPG kullanımını teşvik etmektedir.

Türkiye

1996 yılında Oto LPG üzerindeki kısıtlamalar taksilerde kaldırılmış olup; taksiler bu gün Oto LPG kullanabilmektedir ve Pazar, devletin vergilendirmedeki haksızlıklarına rağmen önemli ölçüde büyümüş ve büyümektedir.

3.14. Türkiye'deki Oto LPG Pazarı

İlk olarak yakacak ihtiyacını karşılamak üzere pazarlanan LPG, daha sonra araçlarda yakıt olarakta kullanılmaya başlanmış, fakat LPG'nin araçlarda tehlike arzetmesi sonucu yasaklanmış, daha sonra geliştirilerek gerekli önlemler alınmış (4 mm sacdan yapılan sabit depolar gibi) ve yasal olarak araçlarda bir yakıt sistemi olarak uygulanmaya başlamıştır. LPG kullanımı maliyet olarak benzinden çok daha düşük olduğu için oldukça rağbet görmüş, ardından da haliyle benzin firmaları tarafından baltalanmaya çalışılmıştır. Fakat bir müddet sonra (BP, SHELL, TÜRK PETROL gibi) benzin firmaları da LPG'ye destek vermeye ve bu işten para kazanmaya başlamışlardır.

Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından 29.06.1995 tarihinde, Araç İmal Tadil Montaj Yönetmeliği (AİTM)'nin 119. maddesi değiştirilerek araçlarda LPG kullanımına izin verilmiştir. 28.05.1996 tarihinde bu yönetmeliğin uygulama usul ve esaslarını belirleyen bir tebliğ yayınlanmış, bu tebliğ 28.11.1998 tarihinde yeniden düzenlenmiştir. Buna düzenlemeye göre, LPG dönüşümü yapan firmaların TSE'den "Hizmet Yeterlilik Belgesi" almaları koşulu getirilmiştir. Ayrıca TSE, Uluslararası ECE R67 standartından yararlanarak teknik standartlar hazırlanmıştır.

Bireysel düzeyde tercih sebebi ekonomik oluşu, toplum düzeyinde tercih sebebi ise, çevreyi kirletmemesidir. Talebin çok olması, benzin satışlarını düşürüp de benzinden kazanılan vergi miktarı azalınca (benzinin vergisi %40, LPG'nin %17'dir) devlet vergi kayıplarını karşılamak için LPG'deki vergiyi de arttırmak istemiş, fakat halkın tepkisi üzerine geri adım atmıştır.

Halen Avrupa'nın bir çok ülkesinde yaklaşık 3.5 milyon LPG'li araç kullanılmakta, hatta kullanımı için teşvik bile verilmektedir. En son, Peugeot firması 406 modelinde LPG'yi test edip olumlu sonuç almış ve bu LPG kullanan araçları trafiğe çıkarma aşamasına gelmiştir. Ülkemizde de Tofaş, Proton gibi firmalar fabrikasyon LPG'li araçlarını satışa sunmuş ve büyük ilgi görmüşlerdir.

LPG'nin fiyatı, tüm dünyada, benzin fiyatının yaklaşık üçte biriydi. Aradaki farkın bu kadar fazla olmasının nedeni, hükümetlerin benzin ve mazotu kolay tahsil edilen dolaylı vergi kaynağı olarak görmesi ve yüksek fiyatlarla satmasıydı. Ayrıca bu yakıtlardan, 04 Ağustos 2002'ye kadar ATV (Akaryakıt Tüketim Vergisi) adı altında yüksek bir vergi daha alınmaktaydı.

LPG aynı zamanda mutfaklarda da kullanılmaktaydı. Dolayısıyla bir toplumu oluşturan bütün ailelerin bütçesi dikkate alınarak benzin ve diğer enerji kaynakları için uygulanan vergi ve diğer ek mükellefiyetler LPG için uygulanmamaktaydı.

Böylelikle LPG, arz talep dengesi içerisinde global fiyata kavuşmaktaydı.

2000 yılında LPG'ye uygulanan sübvansiyon nedeniyle LPG`li araç sayısının 800 bini aştığı, tüketimin de yıl sonunda 3.8 milyon tonu ithalat olmak üzere 4.5 milyon tona ulaşmış olup bunun ise Hazine`ye yükünün yılda 575 milyon doları bulması sıkıntı yaratmıştı.

2000 yılında Tüpraş`ın benzin stoklarının ciddi boyutlara ulaşması ve LPG ithalatında sübvansiyonun ödenememesi nedeniyle Hazine Müsteşarlığı, Maliye Bakanlığı ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı arasında gerçekleştirilen toplantılarda, LPG`de sübvansiyonun kaldırılması yönünde görüş birliğine varılmış ve konu Bakanlar Kurulu`na iletilmişti. Sübvansiyonun kaldırılması isteminin altında yatan gerekçeler ise AFİF`ten ödenmesi gereken sübvansiyon miktarının 7 ayda 100 trilyon liraya ulaşmasına karşılık fonda yeterli kaynak bulunamaması ve dolayısıyla Tüpraş`a ödenememesi, LPG tüketiminin hızla artması ve benzin tüketiminin azalması sonucu, benzin stoklarındaki aşırı artış olarak sıralanıyordu. Bunun sonucu olarak, LPG`ye uygulanan sübvansiyonun bütçe hedefleri ve program taahhütleri çerçevesinde devam etmesinin mümkün olmadığı yönünde görüş birliğine varılmıştı.

Petrol fiyatlarının artmasına paralel olarak LPG`de sübvansiyon miktarı ton başına 114.43 dolara ulaşması ve AFİF`te yeterli kaynak bulunmaması nedeniyle Tüpraş`a sübvansiyonla ilgili herhangi bir ödeme yapılamıyordu. Alacağını tahsil edemeyen kuruluşun bütçe için büyük öneme sahip ATV ödemelerinde de sıkıntıya girebileceği belirtiliyordu. Sübvansiyonun aylık maliyetinin yaklaşık 40 milyon dolar (yaklaşık 26 trilyon lira) olduğu, sübvansiyon miktarının bu seviyelerde devam etmesi durumunda bütçeye 2000 yılı sonuna kadarki dönemde gelecek yükün 575 milyon doları aşabileceği tahmin ediliyordu.

Yıllık sübvansiyon maliyetinin 575 milyon dolar olması beklenirken, benzin satışlarının azalmasıyla birlikte meydana gelen vergi kaybının da buna eklenmesiyle devletin yıllık kaybı 1.3 milyar dolara ulaşıyordu. "Petrolün kaymağı" olarak tabir edilen LPG`nin Türkiye`deki üretim miktarı 700 bin tonu geçmezken, 4 milyon tonu geçen tüketim, 3 milyon 800 bin tonu bulan ithalatla karşılanıyordu.

LPG tüketiminde İtalya`nın önünde birinci sıraya oturan Türkiye`de toplam yakıt tüketiminin yüzde 11`ini LPG oluşturmakta olup bu oran diğer Avrupa ülkelerinde yüzde ortalama yüzde 5 civarında seyrediyordu. LPG Türkiye`de Avrupa ülkelerinden daha ucuz satılırken, AB ortalama satış fiyatının 40 cent olduğu, Türkiye`deki satış fiyatının ise 30 cent düzeyinde olduğuna dikkat çekmekte idi.

Şimdiye kadar LPG`nin sübvanse edilmesinde mutfak tüpünün göz önüne alındığına dikkat çekilirken, sübvansiyonun kaldırılması halinde, bunun yılda 7 tüp LPG tüketen 4 kişilik bir aileye yıllık binecek ek yükün 25 doları geçmeyeceği de hesaplanmıştı.

LPG'nin fiyatı ile ilgili ilk düzenleme de, 29.01.2000 tarih ve 23948 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 4503 sayılı Katma Değer Vergisi Kanunu, Harçlar Kanunu, Finansman Kanunu, Akaryakıt Tüketim Vergisi Kanunu, Kurumlar Vergisi Kanunu, Vergi Usul Kanunu ve 4481 Sayılı Kanunda Değişiklik Yapılması Hakkındaki Kanun ile gerçekleştirilmişti. Bu düzenleme ile akaryakıt fiyatlarına uygulanan ATV oranlarını artırma yetkisini Bakanlar Kuruluna vermişti. Aynı düzenleme ile araç muayene harçlarının LPG'li araçlardan da 7.460.000,-TL olarak alınmasını ve bunun 20 kata kadar artırılabileceğini öngörmüştü.

2.7.1984 tarihli ve 492 sayılı Harçlar Kanununun mükerrer 138 inci maddesinin dördüncü fıkrasında yer alan 'on katına artırma' ibaresi yerine 'yirmi katına' şeklinde değiştirilmiş ve (9) sayılı tarifenin 'V-Teknik Muayene Harçları' başlıklı bölümüne, 'muayenelerinden (7.460.000 TL)' bendinden sonra gelmek üzere 'LPG tesisatı bulunan taşıtların yukarıdaki bent uyarınca yapılacak muayenelerinden (7.460.000 TL)' bendi eklenmişti.

Bakanlar Kurulu bu yetkisini bir kararname ile kullanarak, 10 Temmuz 2000 tarihinden itibaren geçerli olmak üzere sadece araçlarda kullanılan LPG'nin KDV oranını %17 den son sınır olan %40 a çıkarmış ve fiyatının da 201.000 TL olmasını öngörmüştür. Ancak bu düzenlemeye ATV artışı dahil edilmeyerek mutfaklarda, sanayide ve ısıtmada kullanılan LPG'nin fiyatının artmasının önüne geçmişti. Yine aynı düzenleme içerisinde LPG'li araç muayene ücreti 20 kat arttırılarak 149.200.000 TL. yapılmıştı.

Siyasi iktidarın bu kararname ile ilk bakışta yasal bir yetkiyi kullandığı söylenebilirse de, yasal olanın, her zaman duruma uygun olmaması gibi bir olasılığı da göz ardı

etmemek gerekir. Yapılan bu düzenlemeler de aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı duruma en uygun düzenlemeler değildir:

1. Evvelemirde sadece LPG kullanan araçların muayene ücretinin artırılması anayasal bir ilke olan eşitlik ilkesini ihlal etmektedir. Yukarıda belirtildiği gibi LPG kullanımının kullanıcıya getirdiği maddi avantajlar bu yüksek muayene ücretini karşılamaktaydı. Ancak yüksek model, ithal araçlarda bizzat mülkiyet vergisinden bile fazla tutan muayene ücreti, bu haliyle vergi hukuku ilkelerini de ihlal etmekteydi.
2. LPG'nin araçlarda kullanımının bu şekilde engellenmesi, tüketicinin ucuz ulaşım hakkının da elinden alınması anlamına gelmekteydi. Gerek ticari taksi kullanımında ve gerekse bireylerin kendi özel otolarındaki kullanımında LPG nedeniyle oluşan ucuz ulaşım imkanından böylelikle yoksun kalınmaktaydı.
3. Yukarıda örnekleri verildiği şekilde batıdaki tüketicinin LPG kullanımına yönelmesi halinde elde edeceği vergi iadesi, ucuz ulaşım gibi olanaklar Türkiye tüketicisinden esirgenemez. Türkiye tüketicisi ikinci sınıf tüketici değildir ve bu nedenle batıdaki tüketicilerin tabi olduğunu talep etmekteydi.
4. 1985 tarihli Birleşmiş Milletler Tüketici Hakları Evrensel Beyannamesi ile kabul edilen evrensel tüketici haklarından biri olan sağlıklı bir çevrede yaşama hakkı da bu düzenlemeler nedeniyle ihlal edilmekte, yukarıda da belirtildiği gibi hava kirliliği bakımından tercih edilen LPG kullanımının önüne geçilmekle çevre sağlığı tehdit altına girmekteydi.

Yukarıda sözü edilen bu düzenlemelerden sonra sadece araçlarda kullanılan LPG'nin fiyatının arttırılmasına yönelik yasal imkanlar bitmiş olmaktaydı. Bu ayarlamaların dışında LPG'nin fiyatında yapılacak ayarlamalar beraberinde konutlarda, işyerlerinde ve sanayide de kullanılan LPG'nin fiyatının arttırılması anlamına gelecekti. Evlerde kullanılan LPG'nin tüketiciye satış fiyatının 15.000.000 TL. olması gibi anormal bir durum meydana gelecekti.

Nitekim Bakanlar Kurulu, Enerji Bakanının teklifi ve başbakanın onayı ile LPG'nin tümü üzerindeki istikrar fonunu kaldırarak tüm alanlardaki kullanımını yaklaşık %30 civarında artırabilme kararı almıştı. Bu kararın uygulamaya konulması halinde, yukarıda belirttiğimiz durum meydana gelecek ve mutfak tüpü, sanayi gazı ve araçlarda kullanılan LPG aynı anda zamlanacaktı. Sonuç olarak, 2000 yılının Eylül

ayından itibaren haftalık olarak LPG'ye zam gelmiş ve 2000 yılı sonunda LPG'nin fiyatı yıl başına göre % 68 artmıştır. 2001 yılında % 150 ve 2002 yılında ise % 59 artmıştı.

Ülkemizde bugün itibariyle 4 milyon ton dolayında LPG tüketimi söz konusudur. Bu tüketimin perakende fiyatlarla değeri. KDV hariç olmak üzere 6 katrilyona yaklaşmaktadır. Dolayısıyla, anılan tüketim nedeniyle, kişi ve kuruluşların ödedikleri KDV tutarı l katrilyona yaklaşmaktadır. Bu fiyat, içerisindeki Özel Tüketim Vergisini de dikkate alırsak vergi yükünün boyutlarının ne olduğu kolayca anlaşılacaktı.

LPG üzerinden alınan vergilere baktığımızda temel vergilendirme ilkelerine aykırı bir şekilde vergiden (ÖTV), vergi (KDV) alındığı görülmekteydi. ÖTV öncesinde alınan benzeri vergilerden (ATV, AFİF) ayrıca vergi alınması uygulaması bulunmazken, ÖTV ile birlikte böyle bir uygulamaya geçilmesi anlaşılabilir bir durum değildir.

2002 yılı içerisinde tüketilen LPG'nin 3,864,000 ton olduğu ve bu tüketimin % 70 inin (2,704,000 ton) tüp ve dökme gaz, % 30 unun (l,282,000 ton) Oto LPG olduğu belirtilmektedir. Bu gün itibariyle bu tüketimin vergisel yükünü hesaplayacak olursak; (1 ton 630,000,000. TL) 2 katrilyon 860 trilyon 396 milyon TL'dir. Oransal olarak bakıldığında tüp gazda % 110 lar düzeyinde Oto LPG'de ise %140 lar düzeyinde vergi yükü bulunmaktadır.

Anayasamızın, vergisel yükümlülükleri düzenleyen 73 üncü maddesi şöyledir;

Madde 73. Herkes, kamu giderlerini karşılamak üzere, mali gücüne göre, vergi ödemekle yükümlüdür.

- Vergi yükünün adaletli ve dengeli dağılımı, maliye politikasının temel amacıdır.
- Vergi, resim, harç ve benzeri mali yükümlülükler kanunla konulur, değiştirilir veya kaldırılır.

Madde metninde de görüldüğü üzere vergilendirmede ana ilke verginin mali güce göre ödenmesidir. LPG vatandaşlarımızın tamamına yakın bir kısmı tarafından tüketilmektedir. Ülkemizdeki gelir dağılımı göz önünde bulundurulursa, böyle bir vergi yükü Anayasa'da belirtilen devletin temel niteliklerinden olan Sosyal Hukuk

Devleti ilkesine ve Anayasa'nın 73 üncü maddesinde belirtilen vergilendirme esasına aykırı bir durumun ortaya çıktığı kaçınılmazdı.

Dolaylı vergilerin genel karakteri olan bu durum, LPG tüketiminde daha da belirgin hal almaktadır. Bu nedenle LPG tüketimi üzerinden alınan bu vergilerin azaltılması, en azından artırılmaması gerekmektedir. Zira LPG'yi yoğun olarak kullanan vatandaşlarımızın %80 lik kısmı gelir düzeyi düşük kişilerdir. Ülkemiz nüfusunun yoksulluk sınırı altında yaşayan büyük çoğunluğu için LPG zorunlu tüketim maddesidir. Yaklaşık 700-800 bin dolayındaki LPG'li aracın en az % 90 ı düşük model araçlardır ve fakir diye adlandırdığımız vatandaşlarımızca kullanılmaktadır.

Kullanım alanları itibariyle fiyat farklılıklarının yaratılmasındaki sakınca olarak Türkiye'de Oto LPG kullanımı 90 lı yılların başında başlamış ve hızla yayılmıştır. Bunun nedeni LPG'nin yukarıda belirtilen özellikleri ve maliyetlerdeki uygunluk olmuştur. Nisan 2001 dönemine kadar diğer alanlarda kullanılan LPG ile Oto LPG olarak kullanılan LPG arasında her hangi bir fiyat farkı yok iken, Anayasamızın vergilendirmeye ilişkin temel ilkeleri yok sayılarak, sadece ve sadece finansman ihtiyacı nedeniyle Oto LPG'nin KDV oranı % 18 den % 40 a çıkarılmıştır.

Muhteviyatı ve temindeki şartları itibariyle aynı mallar olan Oto LPG ve tüplü/dökme gaz arasında, sadece kağıt üzerinde, kullanım yerlerine göre isimlerinin farklı olması nedeniyle vergisel açıdan böyle bir farklılaştırma yapılması hukuken dayanaksız bulunarak, vergi oranındaki artış kararı Danıştay tarafından iptal edilmiştir. Danıştay tarafından iptal edilen bu uygulama, ÖTV uygulaması ile yeniden gündeme gelmiştir.Bu gün itibariyle tüplü ve dökme gazdan alınan ÖTV 463,875.-TL/kg iken Oto LPG'den alınan ÖTV 687,995.-TL/kg olmuştur. Yukarıda belirtildiği üzere bu durum başta Anayasa'ya ve genel vergilendirme ilkelerine aykırıdır. Ayrıca kanun metninde yer alan listelerde böyle bir ayrımda söz konusu değildir. Dolayısıyla yapılan uygulama kanun hükümlerini genişletmektir.

Uygulamanın diğer bir sakıncası ise bırakacağı kar dikkate alınırsa, tüplü/dökme gaz olarak alınacak LPG'nin Oto LPG olarak satılmasıdır. Konu ile ilgili olarak, gerek ilgili resmi kurumlarca gerekse firmalarca yapılan denetimlerde bu yöntemin kötü niyetli, rantiyeci, haksız kazanç peşinde koşan ve sayıları gün geçtikçe artan firmalar veya kişiler tarafından ciddi anlamda tevessül edildiği görülmektedir. Konuyla ilgili olarak bir örnek verecek olursak; 1 ton LPG için 264,461,600.-TL'lık tutar devletin

kasasına girmesi gerekirken satıcının cebinde kalmaktadır. Örnekten de anlaşılacağı gibi 1.5-2 milyon ton gibi bir Oto LPG pazar büyüklüğü göz önüne alındığında, kontrolü, tespiti oldukça zor ve cezai müeyyideleri oldukça hafif olan bu yöntem, devleti ciddi vergi kaybına uğratırken, piyasada çok ciddi bir haksız rekabet ortamı doğurmaktadır. Öte yandan vatandaş(tüketici) tarafından her iki durumda da tam ödenen bu dolaylı vergiler devlet kasasına ulaşmadan haksız kazanç peşinde koşanların cebinde kalmaktadır.

ÖTV açısından LPG ve Doğal gaz karşılaştırması; LPG'nin bir başka rakibi olan doğal gazdan 2002 yılı son ayları itibari ile 1000 kalori elde edebilmek için tüketici doğal gaza 6,042.TL vergi öderken LPG'ye 55,106.TL vergi ödemektedir. Başka bir ifadeyle doğal gazdan sadece %2 ÖTV ve %18 KDV alınırken bu oran, LPG tüplü ve dökmede %104 artı %18 KDV'dir. Ve kısaca diğer önemli bir sorun da halen yaklaşık 13 USD'ye mal olan 12 Kg.lık depozito mutfak tüpünün piyasada 3,000,000.-TL gibi çok düşük fiyata satılarak devlet vergi kaybına uğratılmakta ve ayrıca haksız rekabet, rakip firmaların birbirlerinin tüplerini pres yaparak hurdacıya vermeleri nedeni ile milli ekonomiye zarar ve ayrıca yurt dışına satılarak sektörü mali kayba uğratmaktadırlar. Tüpün maliyet bedeli üzerinden satılmasının zorunlu hale getirilmesi bahsedilen zararları ortadan kaldıracaktır.

LPG üzerindeki vergi yükünün hafifletilmesi, Devletimizin Sosyal Hukuk Devleti olması ve Anayasamızdaki vergilendirme ilkesinin gereğidir. Hukuki dayanak ve adalet anlayışından uzak olarak uygulamaya konulan Oto LPG ve tüplü/dökme gaz arasındaki ÖTV farklılığının ortadan kaldırılarak fiyat denkliğinin gerçekleştirilmesi elzemdir. ÖTV 'nin her iki kullanım alanı itibariyle 540,000.- TL olarak uygulanması halinde, geçiş sürecindeki hazine kaybının giderilmesi sağlanabilir. Bunun anlamı Oto LPG'den alınan ÖTV 'nin 147,000.- TL düşürülmesi ve diğer LPG 'den alınan ÖTV'nin 75,000.-TL artırılması olup, bu artışın 12 kg 'lık bir tüpün perakende fiyatına yansıması ise 1.6 milyon TL olacaktır.

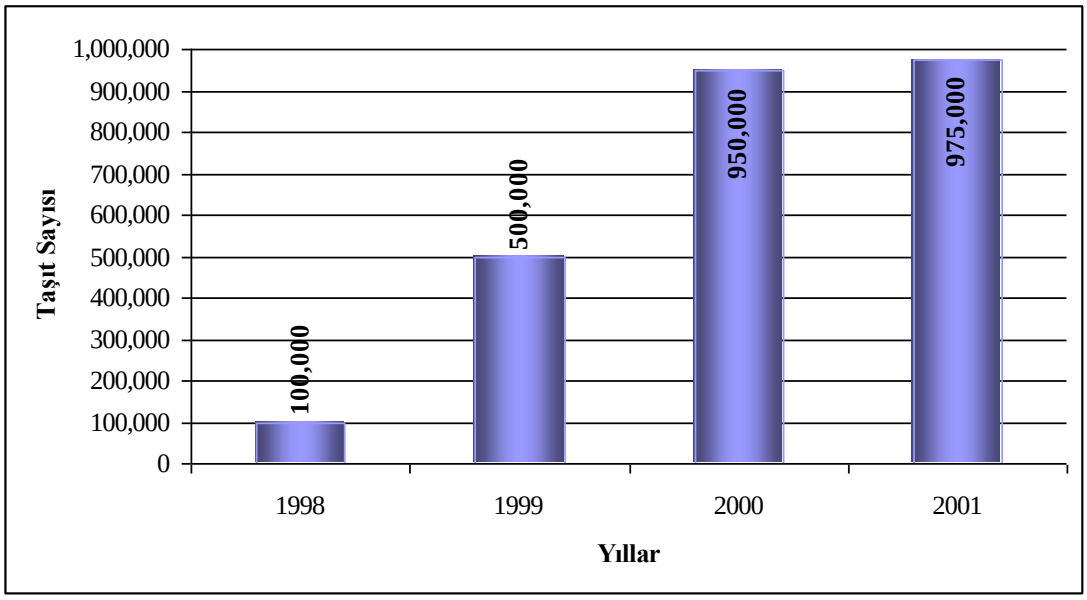
Aslına bakıldığında sağlıklı çevre Türkiye tüketicisinin de hakkıdır. Bunun için alternatif yakıt olan LPG'nin araçlarda kullanımı, aynen Batıda olduğu gibi teşvik görmeli, kolaylaştırılmalı, ucuzlatılmalıdır. LPG fiyatı sübvanse edilmeli, kullanıcıya vergi iadesi olanağı sağlanmalı, otomobil ithalatında bir seri ithalatın LPG'li otomobil olması zorunluluğu getirilmelidir.

LPG kullanımı çok büyük oranda esnaf kesiminde yaygındır. Montaj servislerinin raporlarına göre, dönüşüm yaptıran özel araçların % 40 ı TOFAŞ Kartal ve RENAULT Toros marka araçlardır. Esnaf ve küçük ölçekli işletmelerde en önemli giderlerden birisi nakliye ve ulaşımdır. LPG kullanımı sayesinde bu kesimin nakliye maliyeti 2000 öncesinde 3 te 1 e inmişken şuan 3 te 2 sine tekabül etmektedir.

Bu durum ayrıca, piyasada benzin masrafından kaynaklanan psikolojik gerilimi ortadan kaldırarak ticari akışı rahatlatmaktadır. Nakliye giderlerinin bu derece azalması küçümsenemeyecek bir hareketliliğe ve bu hareketlilik de katma değer üretimine katkıda bulunmaktadır.

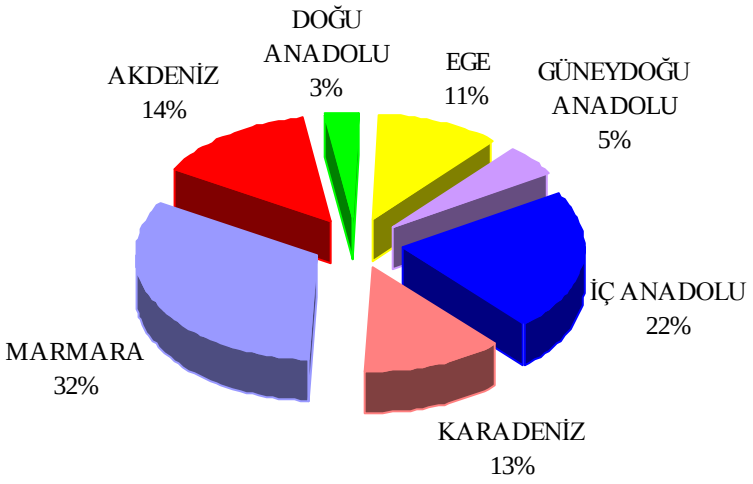
LPG üzerinde kopartılan her fırtına esnaf ve dar gelirli kesimi gerilime itmektedir. LPG'nin alternatif ve ucuz yakıt olarak kullanılmasının önüne geçilmesi, bu ekonomik faydalarını da bertaraf edecektir.

Türkiye'de toplam 7 milyon motorlu taşıt bulunmaktadır. Bu motorlu taşıtlardan 4.6 milyonu otomobil sınıfı araçlardır. Bu taşıtlardan, 975,000'i LPG'li taşıttır. Yıllar itibariyle LPG'li taşıt gelişimi Şekil 3.34. de verilmiştir.



Şekil 3.34 Yıllar itibariyle LPG'li taşıt gelişimi

Toplam LPG tüketiminde Oto LPG'nin payı 1994 yılında % 14 tü. 1998 yılında ise bu pay % 33 e yükseldi. Daha sonra 1999 ve 2000'de % 30 un altına indi ve 2001 yılında yeniden % 33 e yükseldi.



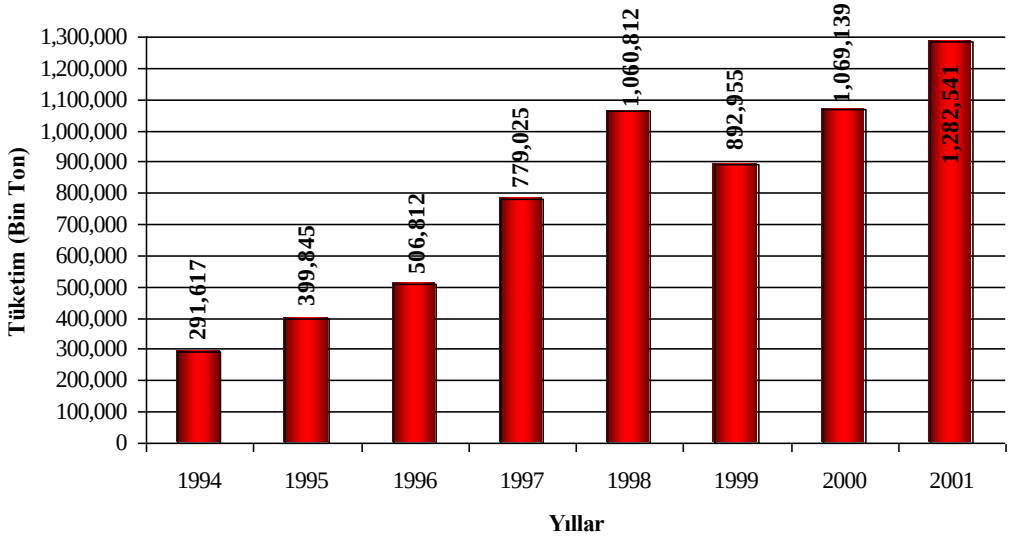
Şekil 3.35 Türkiye Coğrafi Bölgelerinde LPG Tüketim Payları

Tablo 3.17 Türkiye LPG'li taşıtların LPG tüketimi, Özel Taşıt Sayısı ve Taşıt Başına düşen LPG Miktarı

	OTO LPG SATIŞI (Bin Ton)	ÖZEL OTOMOBİL (Adet)	OTO LPG / ÖZEL OTOMOBİL (kg/1 adet taşıt)
AKDENİZ	180,826	535,552	338
DOĞU ANADOLU	40,369	121,164	333
EGE	138,928	713,931	195
GÜNEYDOĞU ANADOLU	64,306	137,475	468
İÇ ANADOLU	279,561	1,025,657	273
KARADENİZ	162,107	367,290	441
MARMARA	416,444	1,521,111	274
Toplam	1,282,541	4,422,180	290
Bilinen	1,282,541	975,000	1,315

Bölgeler itibariyle Oto LPG satışlarına bakıldığında tüketimin en çok olduğu bölge taşıt sayısının da en çok bulunduğu Marmara Bölge'sindedir. Marmara Bölgesinin en büyük avantajı İstanbul, Kocaeli ve Bursa gibi sanayileşmenin çok olduğu üç ili bölge sınırları içinde bulunmasıdır. Sanayileşmenin çok olduğu bölgede nüfusta fazla olup, kullanımda olan taşıt sayısı da fazladır. Bu noktada LPG'ye dönüşmüş taşıt sayısı da çoktur. Özellikle ticari kulanım amaçlı taşıtlar olan taksi ve taşıma amaçlı station tip taşıtlarda LPG'nin kullanımı fazladır. LPG ile benzin arasındaki fark ne kadar az olsa bile İstanbul'daki yüksek yakıt tüketimli benzinli arazi taşıtları ve benzin tüketimi fazla olan 6 silindir ve üzeri taşıtlarda LPG'nin tüketimini

artırmaktadır. Türkiye coğrafi bölgelerine göre Oto LPG satışı Tablo 3.17. ve Şekil 3.35'de gösterilmektedir.



Şekil 3.36 Yıllar itibariyle Oto LPG Tüketimi

Toplam Oto LPG tüketimi ise Şekil 3.36.'da 1994 ile 2001 yılları arasındaki tüketim gösterilmiştir. Bu tabloda Oto LPG kullanımı sürekli bir 1998 yılına kadar sürekli bir artış göstermiş olup 1999 yılında LPG üzerine oynanan vergi oyunları ile düşmüş ve daha sonra yeniden artmıştır.

2000 yılından itibaren Oto LPG satışlarında dolum istasyonları bazında gelişim sağlanabilmesi için taşıt sahiplerine LPG'nin dışında bazı promosyonlar verildi. Fakat bu tip promosyonlar LPG taşıt sayısını artırma amaçlı değil mevcut müşterileri kendi istasyonlarına çekme amaçlı olmuştur. Bu tip uygulamalar, gaz şirketleri arasındaki rekabeti artırmış ve gaza karşılık gaz promosyonuna kadar gitmiştir. Asıl kullanıcılar olan taksiler için bu tip promosyonlar pazarın gelişimi için yararlı olmuştur.

Tablo 3.14.'de de görüldüğü gibi Dünya LPG Derneği'nin kayıtlarına göre Türkiye'de bulunan LPG'li taşıt sayısı 975,000 olduğu bildirilmiştir. Fakat taşıt başına tüketime bakıldığında 1,315 kg, yaklaşık 2,630 lt'lik bir tüketim söz konusu olup bu, bir taşıt için çok yüksek bir tüketimdir. Türkiye'de halen dönüşümü ruhsatına işlenmemiş birçok LPG'li taşıt bulunmaktadır. Bu noktada Türkiye'de yasal zorunluluk olmasına rağmen özellikle küçük şehirlerde maddi sıkıntılar

sonucunda ruhsata dönüşümün işlenmesi işleminin, maliyetinin yüksek olması nedeniyle, bu yasayı uygulamada sıkıntı yaşanmaktadır.

LPG'li taşıt pazarı geliştikçe LPG dolum istasyon sayısı da artmıştır. LPG istasyonlarında standartlar net bir şekilde oluşana kadar çok sıkıntı yaşanmıştır. Birçok gaz firması standartlar oluşmadığı için pazara geç girmiştir. 2001 yılı sonu ile yaklaşık 3,300 LPG istasyonu bulunmaktadır. Fakat Türkiye'de Oto LPG fiyatının LPG'nin asıl fiyatından yüksek olması sebebiyle kaçak LPG istasyonu sayısı da çok fazladır.

Bu tip istasyonlarda depolama ve dolum standartlar, hiçe sayılarak zaten tehlikeli bir endüstri olan LPG sektöründe insan hayatına zarar verilmektedir. Kaçak istasyonlarda küçük bir depolama tankı mahalle arasında bir yere hemen önüne de dispensır kurularak hizmet vermektedir. Zaten kaçak olan istasyonun, taşıta yapılan dolum sırasında dispanserin ne kadar gaz verdiğini, doğruluğunu da sorgulanmalıdır..

48 firmanın hizmet verdiği sektörde istasyonlara yapılacak olan ve emniyeti sağlayacak yatırımları kısarak veya bayinin yapması söylenerek kazalara davetiye çıkarılmaktadır. Bu noktada standartların kontrolü aşamasında TSE alamayan istasyonların standartları oluşturana dek hizmet vermemesi gerekir.

Sonuç olarak LPG'li taşıt pazarı gelişimi Türkiye'de doyum noktasına gelmiş diyemeyiz. LPG üzerindeki verginin azaltılarak piyasaya satılması zaten kan kaybeden sektör için büyük bir gelişime neden olacaktır.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1. Doğal Gaz ile İlgili Sonuçlar

Doğal gaz'ın bulunuşu 1900 lü yıllardan önce olmasına rağmen taşınmasında yaşanılan sıkıntılar nedeniyle ancak II. Dünya Savaşı'ndan sonra değeri artmıştır. Bu nedenle halen doğal gaz rezervleri 100 yıldan fazla kullanılabilecek düzeydedir. Doğal olarak geleneksel yakıtlara göre daha uzun bir geleceğe sahiptir. Bu yakıtın temiz emisyon değerleri kullanım değerini daha da arttırmaktadır. Kullanım alanlarındaki çeşitliliğin fazla olması bu sanayide olan iş gücünü arttırmaktadır.

Türkiye'de doğal gaz farklı ülkelerden boru hattı veya LNG olarak gemiler ile getirilmektedir. Ayrıca az da olsa Trakya bölgesinde doğal gaz kuyularından çıkarılmaktadır. Türkiye'deki kullanımı daha çok elektrik kullanımı üzerine olmasının yanı sıra mesken kullanımında ve sanayide enerji kaynağı olarak da kullanılmaktadır.

Türkiye'de taşıtlarda kullanımı çok düşük olan doğal gaz, benzin ve dizel motorları için çok uygun bir yakıt olup fakir karışımlarda çalışma imkanı sağlandığından yüksek verim sağlanmakta ve daha az kirletici egzoz gazları ortaya çıkartmaktadır.

Doğal gaz sahip olduğu yüksek oktan sayısı nedeniyle Otto ilkesi ile çalışan motorlar için uygun bir yakıttır. Ancak benzine oranla birim kütlesinin sahip olduğu enerji yoğunluğu daha fazla olduğu halde, stokiyometrik oranlardaki karışım enerji yoğunluğu benzine oranla daha düşüktür. Bu nedenle aynı motordan alınan güç, doğal gaz kullanıldığında düşmektedir. Ayrıca yanma hızının düşük olması ısıl verim açısından olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Dünyadaki SDG'a geçiş tecrübeleri göz önüne alındığında Türkiye'de bu geçişin yaşanması için en önemli unsurun doğal gaz işindeki paydaşların bir araya gelmesi olduğu açıktır. Bu anlamda ilk yapılması gereken Avrupa Birliği normları dikkate alınarak yönetmelikler hazırlamaktır. Bu konuda Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı ve Ulaştırma Bakanlığı birlikte kısa, orta ve uzun vadeli planlar yapmalı, ayrıca ilgili kamu kuruluşları ve tüzel kişiler ile görüş alışverişini

hızlandırmalı ve sürekli hale getirmelidir. Bu plan çerçevesinde BOTAŞ'ın sağlıklı bir SDG pazarı oluşumu ile ilgili olarak;

- Hedef araç kitlesi belirlenmeli, toplu taşım araçları, ticari taksiler ve nakliye araçlarına öncelik verilmeli ve SDG kullanımı teşvik edilmelidir.
- ÖTV miktarları araç dönüşüm amortizasyon süreleri dikkate alınarak makul bir seviyeye çekilmelidir.
- EPDK, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı SDG'nin araçlarda kullanımı için gerekli yasal düzenlemeyi öncelikli olarak yapılmalıdır.
- Araç ve tesisler için TSE standartlarının hazırlanması tamamlanmalıdır.
- Avrupa'da olduğu gibi araç ve istasyon dengesinin doğru olarak kurulabilmesi için öncelik büyük şehirlerde olmak üzere uluslararası ve devlet karayolu ağında planlı ve programlı dolum istasyonu ağı planı ve stratejisi oluşturulmalıdır.
- İstasyon ağının montaj ve bakım aşamasında üniversitelerden ve tecrübeli Avrupa şirketlerinden teknik konularda destek alınmalıdır.
- AB ile işbirliği imkanları araştırılmalı, FP6 kapsamında ENGVA tarafından finansal destek sağlanabilecek kapsamlı projeler üretilmelidir.
- Araç dönüşümlerinin sağlıklı yapılabilmesi ve doğal gazın avantajlarından en yüksek seviyede yararlanabilmek amacıyla yerli üreticiler teşvik edilmeli, üniversiteler ve organize sanayi kuruluşları ile işbirliği yapılmalı ve desteklenmelidir.
- Yapılmış olan planlar doğrultusunda doğal gazlı araçların pazarlanabilmesi için etkili imaj kampanyaları düzenlenmeli ve bu kampanyalara destek sağlanmalıdır.
- Her şeyden önce, alternatif yakıtların kullanımının teşviki amacı ile gelişmiş devletlerde olduğu gibi devlet tarafından alternatif yakıt politikası geliştirip belirlenmeli, SDG ve diğer alternatif yakıtlara halkın yönelimi sağlayacak güven unsurları oluşturmalıdır.

4.2. LPG ile İlgili Sonuçlar

1900 lü yılların başında bir tesadüf sonucu bulunan LPG, sanayinin her noktasında kullanılmaya başlanmıştır. Doğal gaza göre kullanımı daha düşük montanda olmasının en büyük nedeni fiyatının yüksek olmasıdır. Temiz yakıt isteyen kişiler ve sanayi kuruluşları için doğal gaz boru hattı olmayan alanlarda kullanımı yüksektir.

Türkiye doğal gazın, ülke doğal kaynakları arasında olmadığı bir ülke olması nedeniyle enerji problemini 1950 lerden beri LPG ile çözmektedir. Bu nedenle yerel firmalar ile birlikte toplam 48 adet LPG şirketini barındıran bir iş koluna sahiptir. Güvenliğin önemli bir yer teşkil ettiği bu sanayide daralan pazarda bu kadar çok firmanın iş tutması bu sanayide güvenilirliği sorgulamaktadır.

Türkiye'de ve dünyada Oto LPG gelişim göstermektedir. Fakat Türkiye'de yaşanan mali sıkıntılar bir ana ihtiyaç maddesi olan LPG'nin üzerine kara bulutlar gibi çökmüştür. Buna rağmen Oto LPG pazarı yıl ve yıl artmaktadır. Bu sektördeki en önemli sıkıntı LPG kullanan taşıtların belirli bir standarda sahip olmaması ve özellikle kırsal alanlarda yapılan dönüşümlerin kontrollerinin yapılamamasıdır.

Sağlam bir Oto LPG pazarına sahip olabilmek için bazı paydaşların beraber çalışması gerekmekte ve özellikle hükümetin bu sektör üzerindeki baskılarını ve yükünü geri çekmek zorundadır.

1994'den beri gelişen Oto LPG sektörü kendi haline bırakılmış ve sektöre zara verecek uygulamalar olmuştur. Bu uygulamaları düzeltmek için yönetmelikler ve kanunlar çıkmasına rağmen yaptırımı hususunda sıkıntılar bulunmaktadır. Oto LPG'nin sağlıklı olarak gelişmesi için aşağıdakileri gerçekleştirmek gerekmektedir. Bunlar;

- İstasyon kurulumlarında TSE'nin kontrollerinin çoğalması ve uygun olmayan istasyonların uygun hale gelene kadar kapatılması,
- Kaçak istasyonların çevre güvenliğini hiçe saymasını engelleme amaçlı ile yerel yönetimlerin bu tip istasyonlara kalıcı yaptırım sağlaması,
- Kaçak istasyonların vergi kaçırarak mali açıdan sıkıntı yaratmasının engellenmesi,
- Kullanılan gazın Miks LPG olması ve sanayide kullanılan gaz ile aynı olmasına rağmen ikisinden de alınan ÖTV'nin farklı olmasının engellenmesi,
- Oto LPG olarak kullanılan gazdaki ÖTV'nin fazla olması anayasanın 73. maddesindeki mali güce ve tüketiminin halkın büyük bir kısmı tarafından yapılması nedeniyle oluşan haksızlığın giderilmesi,
- Taşıtlara takılan dönüşüm sistemlerinin kontrollerinin yapılması,

- Her sene Makine Mühendisleri Odası tarafından yapılması gereken kaçak testlerinin yapılması için yaptırım yapılması,
- Türkiye'de genellikle kullanılan birinci nesil dönüşüm kitlerinin karbüratör ayarsızlıkları nedeniyle temiz emisyonlar yerine benzinden bile daha zararlı emisyonlar çıkarmasıdır.

4.3. Ortak Sonuçlar

Sonuç olarak bu iki enerji kaynağının önünde halen engeller bulunmaktadır. Özellikle hükümetlerin vergi politikaları nedeniyle her iki yakıtın da gelişimi sancılı olmaktadır.

Dünyada her iki enerji kaynağının birlikte kullanıldığı ülke İtalya ve ABD'dir. ABD'nin büyük ve parçalı bir ülke yapısına sahip olması her iki enerji kaynağının da kullanılmasına izin verirken İtalya Küçük yüzölçümüne rağmen bu iki enerji kaynağını benimsemektedir. Doğal gazlı taşıtlarda dünya lideri olan Arjantin'de ise Oto LPG hiç yoktur.

Bu iki enerji kolunu Türkiye beraber İtalya gibi götürebilecek mi? Sorunun cevabı ise; paydaşların beraber ve adil çalışması durumunda her iki enerji kaynağı da Türkiye'deki taşıtlarda kullanılabilir.

KAYNAKLAR

A) Kitap ve Kitap Bölümleri için gösterim

AYGAZ A.Ş., 1999. AYGAZ Dökme LPG Sistemleri, Atlan Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti., İstanbul.

Dünya LPG Birliği, 1999. Oto LPG Daha Temiz Bir Gelecek İçin Bugünün Yakıtı, İstanbul.

Natural Gas Supply Association, 2002. Overview of Natural Gas, web sitesi http://www.naturalgas.org

World LP Gas Association, 2002. About LP Gas, web sitesi, www.worldlpg.com **(members area)**

B) Tezler için gösterim

Saka, B., 1999. Benzinli Motorlarda Yeni Bir Hava-Yakıt Karışım Modeli Üzerine Deneysel Çalışma, *Bitirme Projesi,* İ.T.Ü. Makine Fakültesi, İstanbul.

Çeviköz, B.M., 1996. Alternatif Motor Yakıtları ve LPG'nin Motor Yakıtı Olarak Benzinle Deneysel Olarak Karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi,* İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

C) Süreli Dergilerdeki Makaleler için gösterim

World LP Gas Association, 2002. Autogas Updates, *Global Autogas Industry Network,* **Vol. 2, No. 1,** 15 April, s. 1-7

World LP Gas Association, 2002. Autogas Updates, *Global Autogas Industry Network,* **Vol. 2, Issue. 2,** 15 June, s. 1-7

World LP Gas Association, 2002. Autogas Updates, *Global Autogas Industry Network,* **Vol. 2, Issue. 3,** 30 September, s. 1-7

World LP Gas Association, 2002. Autogas Updates, *Global Autogas Industry Network,* **Vol. 2, Issue. 4,** 15 December, s. 1-7

World LP Gas Association, 2002. Autogas Updates, *Global Autogas Industry Network,* **Vol. 3, Issue. 1,** 20 March, s. 1-7

D) Akademik Konferanslarda Sunulan Bildiriler için gösterim

Andreevskiy A., 2001. The Blue Corridor Project Presentation, *CAI Launch Workshop*, Bratislava, Slovakia, April 19.

Arıkan Ş., 2002. Araçlarda Doğal Gaz Kullanımı, *1. İzmir Doğal Gaz Günleri*, İzmir, Türkiye, Aralık 13-15

Bildacı G., 2002. Türkiye Doğu ve Batı Arasında Bir Enerji Köprüsü, *V. Avrasya Zirvesi*, İstanbul, Türkiye, Eylül 24

Firacche J.C., 2000. An overview of the Argentine NGV experience, *Presentation to the World Bank Workshop on CNG Vehicles*, Washington, DC, March 2-3

Gozzi G., 2002. Diffusion of Natural Gas Vehicles İn Italy, World NGV 2002, Washington, USA, October 8-10

Kalkan D., 2003. ÖZELLEŞME SÜRECİNDEKİ DOĞAL GAZ PİYASASI ve KOÇ STATOIL GAZ, AYGAZ A.Ş. Bilgilendirme Toplantısı, İstanbul, Türkiye, 11 Aralık

Bel S.S., 2002. LPG (Likit Petrol Gazı), ODTÜ, Ankara, 18 Ekim

Wright R., 2002. Autogas Statistics and Australian Perspective, GAIN Council Meeting, web sitesi, www.worldlpg.com(members area), Bangkok, October 23

E) Akademik Konferanslarda Yayınlanmış Bildiriler için gösterim

Andreevskiy A., 2001. "Blue Corridors" in Europa, The Ninth Osce Economic Forum, Prague, June 15-18.

Chantelot E., 2002. The Role Of LP Gas In Meeting The Goals Of Sustainable Development, *Presentation for the UNECE working party on gas* , Geneva, January 22-23.

ESMAP, 2001. International Experience with CNG Vehicles, *South Asia Urban Air Quality Management Briefing Note No. 2*, October

F) Raporlar

World LP Gas Association, 2003. Statical Review Of Global LP Gas 2002, web sitesi, www.worldlpg.com**(members area)**

World LP Gas Association, 2002. Statical Review Of Global LP Gas 2001, web sitesi, www.worldlpg.com**(members area)**

BP, 2002. BP Statistical Review of World Energy, web sitesi www.bp.com

Cámara Argentina del Gas Natural Comprimido, 2003. Estadísticas del GNC, web sitesi http://www.gnc.org.ar/Estadisticas_y_Estaciones.pdf

İANGV, 2003. International Natural Gas Vehicle Statistics, web sitesi http://statistics.iangv.org, March

Energy Information Administration, 2002. International Energy Outlook 2002, web sitesi http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484(2002).pdf,s.43-66

BOTAŞ, 2003. Doğalgaz Boru Hattı Faaliyetleri, web sitesi http://www.botas.gov.tr/faliyetler/faliyetler.html, Şubat

Devlet İstatistik Enstitüsü, 2003. Türkiye İllere göre Nüfus, Araç Sayısı ve Elektrik Üretimi, web sitesi http://www.die.gov.tr, Mart

TEAŞ, 2001. Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimi, http://www.teas.gov.tr, Mart

Seisler Dr. J. M., 2000. INTERNATIONAL NGV MARKETS, web sitesi http://www.iangv.org/html/sources/sources/reports/IntlMkts.200SEISLER.doc, March

Energy Information Administration, 2002. Turkey Country Analysis Brief, web sitesi http://www.eia.doe.gov/cabs/turkey.html#recent, July

INPUT Araştırma ve İletişim A.Ş., 2002 Petrol Sektör Raporu, s. 28-33, Türkiye, Ocak

Akkan E., 2000. Dünya ve Türkiye'de LPG, web sitesi http://www.kojenerasyon.com/haber/ea/main.htm, İstanbul, Türkiye

G) Harita v.b.

BOTAŞ, 2002. *Doğal Gaz Boru Hattı Sistemi ,* www.botas.gov.tr, Ankara.

H) Standartlar

TS-1446, 2000. Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) - Depolama Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Kastamonu'nun Çatalzeytin ilçesinde doğdu. Anne ve babası Endüstri Meslek Liselerinde öğretmenlik yaptığı için İzmit'in Karamürsel ilçesinde ilkokul 4. sınıfa kadar okudu. Daha sonra ailesinin görev değişikliği nedeniyle İstanbul'a geldi ve Bahçelievler İlkokulu'nda ilk öğrenimini bitirdi. Orta öğreniminin İngilizce Hazırlık Sınıfını Özel Şener Lisesi'nde bitirdikten sonra burslu olarak Özel Tercüman Lisesi'ne geçti ve bu okulda orta öğrenimini bitirdi. Lise öğrenimini Pertevniyal Lisesi'nde yaptı. 1995 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümü kazanarak 1999 yılında mezun oldu. Yine 1999 yılında üniversitede branşlaştığı bölüm olan Otomotiv üzerine Yüksek Lisans yapmaya başladı. Bu arada 1999 yılından itibaren AYGAZ A.Ş. Trakya Bölge Müdürlüğü'nde Dökmegaz Satış Sorumlusu olarak çalışmaya başladı. Halen AYGAZ A.Ş.'de Dökmegaz Satış Sorumlusu olarak çalışmaktadır.