

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



BELEDİYELERDE ALTERNATİF YAKIT SİSTEMLERİ
VE ULAŞIMDA DOĞAL GAZ KULLANIMI

Yüksek Lisans Tezi
Ali ŞAR

Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler Bölümü
Mahalli İdareler ve Yerinden Yönetim Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Filiz KATMAN

İSTANBUL, KASIM 2015

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



BELEDİYELERDE ALTERNATİF YAKIT SİSTEMLERİ
VE ULAŞIMDA DOĞAL GAZ KULLANIMI

Yüksek Lisans Tezi
Ali ŞAR

Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler Bölümü
Mahalli İdareler ve Yerinden Yönetim Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Filiz KATMAN

İSTANBUL, KASIM 2015



T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler Ana Bilim Dalı Mahalli İdareler ve Yerinden Yönetim Tezli Yüksek Lisans Programı **Y1212.180026** numaralı öğrencisi **Ali ŞAR**'ın "**BELEDİYELERDE ALTERNATİF YAKIT SİSTEMLERİ VE ULAŞIMDA DOĞALGAZ KULLANIMI**" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 05.11.2015 tarih ve 2015/21 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından **aybır.iz** ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak **kabul** edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi :23/11/2015

1)Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Filiz KATMAN

2) Jüri Üyesi : Prof. Dr. Uğur TEKİN

3) Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Ateş USLU

Ö. Kater
.....
Uğur Tekin
.....
Ateş Uslu
.....

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans “ Belediyelerde Alternatif Yakıt Sistemleri ve Ulaşımında Doğal Gaz Kullanımı” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (23/11/2015)

Ali ŞAR

ÖNSÖZ

Endüstriyel gelişmeler ve nüfus artışıyla birlikte, enerji gereksinimi sürekli ve hızlı bir artış göstermektedir. Kömür, petrol gibi rezervleri sınırlı fosil kaynaklı enerjiler yanında yeni enerji kaynakları bulunmasını gerektirmektedir. Yeni enerji kaynakları arasında doğal gaz büyük potansiyele sahiptir.

Son yıllarda, toplumların çevre problemlerine olan ilgisinin artması nedeniyle, hava, toplum hayatının vazgeçilmez bir ögesi olarak göz önüne geldi. Bu nedenle hava kirliliği bir toplum problemi olarak düşünüldü. Bu ilgi, sadece kirlilikten dolayı değil, aynı zamanda kirliliğin ortaya çıkardığı zararlı sonuçlardan dolayı da olabilir. Böylece, bazı ülkelerdeki kanunlar, özellikle halkın yaşadığı bölgeleri direkt olarak kirleten kampanya ve organizasyonları, bireysel veya gruplar halinde dava etmelerine müsaade etmektedir.

Böylece artan çevre bilincine ve mevcut enerji kaynaklarının biteceği kuşkularına paralel olarak özellikle gelişmiş ülkelerde hükümetlerin yaptırımları, üniversitelerin yönlendirmeleri üretici firmaları çevreyi kirletmeyen, alternatif yakıtlı ve tahrikli ürünlerin imalatına sevk etmiştir.

Bu amaçla ulaşımda doğal gaz kullanımı esnasında enerjinin faydalı enerjiye dönüşüm oranı araştırılmış ve çevreye ve ekonomiye olan avantajları incelenmiştir.

Araştırmanın gerçekleştirilmesinde görüş ve önerileriyle çalışmama yardımcı olan, sorularıma içtenlikle cevap veren ve her türlü desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Yrd. Doç. Dr. Filiz Katman'a teşekkür ederim.

Aynı zamanda kaynak bulma aşamasında yaptıkları katkılardan dolayı; meslektaşlarıma, devamlı arkamda manevi gücünü hissettiğim aileme ve anlayış, destek, ilgi ve katkılarıyla her zaman yanımda olan arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Kasım, 2015

Ali ŞAR

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. BELEDİYELER AÇISINDAN ALTERNATİF YAKIT SİSTEMLERİ	5
2.1 Kentsel Hizmet Sunumunda Belediyeler ve Büyükşehir Belediyeleri.....	5
2.1.1 Belediyelerin yönetsel pozisyonları.....	6
2.1.2. Büyükşehir belediyelerinin görevleri.....	7
2.1.3 Ulaşım hizmetleri.....	9
2.2 Fosil Yakıtlar ve Çeşitleri.....	10
2.2.1 Benzin	10
2.2.2 Etanol.....	11
2.2.3 Dizel.....	12
2.2.4 Hidrojen	12
2.2.5 Sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG).....	13
2.2.6 Sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG).....	14
2.2.7 Sıkıştırılmış doğal gaz (CNG)	14
2.3 Doğal Gazın Motor Yakıtı Olarak Kullanımı.....	14
2.3.1 LNG (Sıvılaştırılmış doğal gaz).....	15
2.3.2. ANG (Soğurulmuş doğal gaz)	16
2.3.3 CNG (Sıkıştırılmış doğal gaz)	16
2.3.3.1 CNG'nin fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	17
2.3.3.2 CNG'nin diğer yakıtlarla karşılaştırılması	18
2.3.3.3 CNG'nin avantajları	20
2.3.3.4 CNG'nin dezavantajları	21
3. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE DOĞAL GAZ KULLANIMI VE	
TÜRKİYE'DEN ÖRNEKLER	22
3.1 Türkiye'de CNG Kullanımına Yönelme	22
3.1.1 Çevre kirliliği açısından	22
3.1.2 Ekonomi açısından.....	23
3.1.3 Kamu sağlığı açısından.....	24
3.1.4 Güvenlik açısından	25
3.2 Dünyada Doğal Gaz	26
3.3 Türkiye'de Doğal Gaz	30
3.4 Dünyada Doğal Gaz Rezervleri.....	34
3.5 Türkiye'nin Doğal Gaz Potansiyeli	35
3.6 Doğal Gazın Taşıt Yakıtı Olarak Kullanımı.....	38
3.7 Türkiye'den Örnek Uygulama.....	41

3.7.1 Borusan Lojistik.....	41
3.7.2 Türkiye'de doğal gaz'lı araç üretimi.....	43
3.7.3 Toplu taşımada doğal gazlı araçlar	44
3.7.5 Kocaeli Büyükşehir Belediyesi.....	44
3.7.6 İstanbul Büyükşehir Belediyesi	45
3.7.7 Gaziantep Büyükşehir Belediyesi	45
3.8 Avrupa Birliği Uyum Süreci ve Emisyon Değerleri	45
3.9 Türkiye'deki Emisyon Standartları	49
3.9.1 Türkiye'de taşıtlardan kaynaklanan kirleticilere getirilen sınırlamalar	49
3.9.1.1 Boş ağırlığı 3500 kg'dan az olan benzin ve dizel motorlu taşıtlar için tip testi sınırlamaları.....	49
3.9.1.2 Boş ağırlığı 3500 kg'ı geçen dizel motorlu taşıtlar için tip testi sınırlamaları.....	49
3.9.1.3 Türkiye'de trafikteki taşıtların egzoz emisyonlarının periyodik kontrolü	51
3.9.2 Yakıtlara getirilen sınırlamalar	51
4. DÜNYADA CNG KULLANIMI VE ULUSLARARASI ÖRNEKLER.....	53
4.1 Dünyadan OTO-CNG Devlet / Belediye Uygulamaları.....	53
4.1.1 İspanya / Barselona - Madrid.....	53
4.1.2 Yunanistan / Atina	54
4.1.3 Fransa / Paris - Nice.....	54
4.1.4 İtalya / Milano - Bologna.....	55
4.1.5 Amerika Birleşik Devletleri (ABD).....	55
4.2 Dünyadan Örnek OTO-CNG Filo Uygulamaları.....	56
4.2.1 DHL	56
4.2.2 UPS	57
4.2.3 Monoprix	57
4.2.4 AT&T.....	57
4.2.5 Coca-Cola	58
4.2.6 Tesco	58
4.2.7 TNT.....	58
4.2.8 Sainsbury's.....	59
4.2.9 CNG'li araç yarışları.....	59
5. SONUÇ.....	60
KAYNAKLAR	62
ÖZGEÇMİŞ.....	67

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ANG	: Soğurulmuş Doğal Gaz
BOTAŞ	: Boru Hatları ile Petrol Taşıma Şirketi
CNG	: Sıkıştırılmış Doğal Gaz
CO	: Karbon Monoksit
CO₂	: Karbon Dioksit
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EURO	: Avrupa Topluluğu Gaz Emisyon Standartları
H₂	: Hidrojen
HYO	: Hava Yakıt Oranı
LNG	: Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
LPG	: Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
N	: Azot
O₂	: Oksijen
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
USD	: Amerika Birleşik Devletleri Doları

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 : Egzoz gazı emisyon değerleri.....	19
Çizelge 2.2 : Yakıt ekonomilerinin karşılaştırılması	20
Çizelge 3.1 : 2007-2012 yılları doğal gaz üretim miktarları (milyon Sm ³).....	31
Çizelge 3.2 : 2011 ve 2012 yıllarında üretilen doğal gazın aylık karşılaştırması....	32
Çizelge 3.3 : 2013 yılı Türkiye doğal gaz rezervleri	34
Çizelge 3.4 : 2005-2012 Arası Tüketim Verileri (Milyar m ³).....	40
Çizelge 3.5 : Yolcu taşıtları için Avrupa Birliği Emisyon Standartları (g/km).....	46
Çizelge 3.6 : Benzinli hafif ticari araçlar için Avrupa Birliği Emisyon Standartları (g/km).....	47
Çizelge 3.7 : Dizel hafif ticari araçlar için Avrupa Birliği Emisyon Standartları (g/km).....	48

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 : LPG buhar basınçları.....	13
Şekil 2.2 : Kriyojenik doğal gaz tankı	15
Şekil 2.3 : ANG Depolama Prensibi.....	16
Şekil 2.4 : CNG Tankı	17
Şekil 3.1 : Doğal Gazlı Araç.....	25
Şekil 3.1 : 2012 Yılı Dünya İspatlanmış Doğal Gaz Rezervi, (İlk On Ülke)	28
Şekil 3.3 : Küresel olarak en fazla doğal gaz rezervine sahip ilk 10 ülke	35
Şekil 3.4 : Yıllar itibariyle Türkiye doğal gaz arzı	36
Şekil 3.5 : Doğal gazla çalışan çekici	41
Şekil 3.6 : Araç motoru.....	43
Şekil 3.7 : Doğal gazla çalışan toplu taşıma araçları	44
Şekil 4.1 : İspanya / Barselona – Madrid’ de doğal gazla çalışan toplu taşıma araçları	53
Şekil 4.2 : Yunanistan / Atina’ da doğal gazla çalışan toplu taşıma araçları.....	54
Şekil 4.3 : Fransa / Paris – Nice’ de doğal gazla çalışan toplu taşıma araçları	54
Şekil 4.4 : İtalya / Milano – Bologna’da doğal gazla çalışan toplu taşıma araçları	55
Şekil 4.5 : Almanya OTO-CNG filo uygulamaları.....	56
Şekil 4.6 : Birleşik Arap Emirlikleri OTO-CNG filo uygulamaları	57
Şekil 4.7 : Coca-Cola OTO-CNG filo uygulamaları	58
Şekil 4.8 : TNT OTO-CNG filo uygulamaları.....	59
Şekil 4.9 : Yarış araçları OTO-CNG filo uygulamaları.....	59

BELEDİYELERDE ALTERNATİF YAKIT SİSTEMLERİ VE ULAŞIMDA DOĞAL GAZ KULLANIMI

ÖZET

Petrol rezervlerinin her geçen gün azalıyor olması, dünya ülkelerinin önümüzdeki yıllarda petrol temini konusunda bir çıkmaza sürükleneceğinin kaçınılmaz olması, bütün bunların yanı sıra fosil kaynaklı yakıtların çevre üzerinde sahip olduğu olumsuz etki ve tahrip edici özellikler, birçok ülkeyi ve kuruluşu alternatif enerji kaynakları konusunda arayış içerisine itmiştir. Doğal gaz, 1970'li yıllarda yaşanan bir enerji darboğazından sonra birçok ülke tarafından gündeme gelmiş ve alternatif bir enerji kaynağı olarak kendine yer bulmaya başlamıştır. Rezerv ve temin bakımından bol olması, bunun neticesinde maliyetler yönünden fosil kökenli yakıtlardan çok daha avantajlı olması, hem çok temiz, hem de çok verimli yanma özelliklerinin olması bu yakıt türünün kullanımını oldukça arttırmıştır. Doğal gazın araçlarda alternatif bir yakıt olarak kullanılması da, zaman içerisinde gelişmiş ve pratikte kendine ciddi oranda yer bulmaya başlamıştır.

Bu tez çalışmasında belediyelerde alternatif yakıt sistemleri ve ulaşımda doğal gaz kullanımını araştırılmıştır. Bu perspektiften bakılarak doğal gazın belediye parkında bulunan hizmet araçlarında kullanılmasının hem emisyon, hem de maliyet açısından önemi vurgulanmıştır. Konuya teşkil etmesi nedeniyle belediyelerin çevre kirliliği ve toplu ulaşıma ilişkin yasal çerçevesi ortaya konulmuştur. Belediyelerin ulaşım ve çevresel sorumluluklarına karşı CNG kullanımı ve ülkemizde CNG kullanımının çevre kirliliği açısından getireceği avantajlar ve dezavantajları incelenmiştir. Diğer yakıtlarla fiyat karşılaştırması yapılmış, toplu taşımacılıkta CNG kullanımına örnek uygulamalar incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Belediye, Doğal Gaz, Alternatif Yakıt, Doğal Gazlı Taşıtlar, CNG.

ALTERNATIVE FUEL SYSTEMS IN MUNICIPALITY AND THE USE OF NATURAL GAS IN TRANSPORTATION

ABSTRACT

Due to running out of oil reserves day by day, inevitability of the state leaders being dragged into a stalemate in the supply of oil in the coming years, moreover negative impact and destructive characteristics of fossil fuels on the environment have led many countries and organizations into the quest for alternative energy sources. After energy shortage in 1970, natural gas has been mentioned by many countries and become an alternative energy resource. In terms of vast reserves and supply, and being more advantageous in cost due to such reasons more than fossil fuels, being clean and effective increased the use of natural gas significantly. The use of natural gas as an alternative fuel in the vehicles also improved over time and it has started to find a significant place in practice.

In this study, alternative fuel systems in municipalities and the use of natural gas in transportation will be analyzed. In this perspective, the importance of the use of natural gas in service vehicles in the municipality parks will be emphasized both in terms of emission and cost. Legal framework on environmental pollution and public transportation of the municipalities will be provided. CNG use by the municipalities with regard to transportation and environmental responsibilities of the municipalities, also advantages and disadvantages of CNG use with regard to environmental pollution will be analyzed. Price comparison with other fuels will be provided and best practices in the CNG use in public transportation will be analyzed.

Keywords: Municipality, Natural Gas, Alternative Fuels, Natural Gas Vehicles, CNG.

1. GİRİŞ

Son 150 yıldır, insanoğlunun faaliyetleri ile dünya atmosferinin dengesinde değişikliklere neden olan fosil yakıtlar, çevre için önemli ve geri dönüşümü olmayan tehlikeler yaratmaktadırlar. Hem tükenbilir enerji kaynağıdır hem de küresel ısınmayı arttırmaktadırlar. Bu yakıtlar, sera gazları olarak adlandırılan CO₂, metan, ozon vb. gazların atmosferdeki miktarında hızlı bir artışa neden olmaktadır. Atmosferdeki gaz artışı, yer altı su kaynaklarının hızla kullanılamaz hale gelmesi, okyanus ve denizlerin kirlenmesi, küresel ısınma ile buzulların hızla erimesini tetiklemektedir. Buna benzer birçok olumsuz etkiler, insanoğlunun kendine nasıl bir gelecek hazırladığı ve dünyamızı nasıl bir tehlikeye attığı anlatmaktadır.

Teknolojik ilerlemenin bir göstergesi olan enerji talebindeki artış dünyamızı hava kirliliği sorunlarıyla karşı karşıya bırakmaktadır. Hava kirliliğinin oluşmasında en büyük etken tüketilen enerjidir. Dünyada fosil yakıtlardan petrol ve kömürün kullanımı doğal gaza göre daha eski olup; yanma sonucu meydana gelen kirlilikler uzun yıllardan beri bilinmektedir.

Hava kalitesinin bozulması yeni bir olgu değildir. 19. yüzyılın ortalarından itibaren büyük şehirlerin atmosferi yakma sistemlerinde kullanılan düşük kaliteli fosil yakıtlar sonucu özellikle kış aylarında devamlı olarak kirletilmiştir. Günümüzde bu problem halen devam etmekte birlikte, sanayi tesislerinin ve motorlu araçların emisyonları da bu problemin artışına katkı sağlayan diğer kaynaklar durumundadır.

Şehirlerde nüfusun artması, kentsel büyüme, endüstrinin gelişmesi ve yaygınlaşması, motorlu araç sayısının artması beraberinde hava kirliliği problemini de getirmiştir. Gün geçtikçe artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamak için birçok teknolojik yenilikler elde edilmiştir. Yaşanan bu gelişmeler trafiğe çıkan taşıt sayısında artışa neden olmuştur. Gerek fiziksel özelliklerinin yanma için oldukça elverişli olması ve gerekse kimyasal bileşiminde toksisite yaratacak maddelerin bulunmaması doğal gaz kullanımının en önemli tercih sebebidir.

Dünyada özellikle de gelişmekte olan ülkelerde pek çok kent hızlı büyüme ile karşı karşıyadır. Çevresel politika ve eylemlerin yokluğu veya yetersizliği, büyümeyle birlikte sosyal, ekonomik ve ekolojik maliyetleri de arttırmaktadır. Daha fazla nüfus, daha fazla sanayi ve daha fazla motorlu araç bazı şehirlerde önemli bir çevre problemi olan hava kirliliğinin daha da artmasına neden olmaktadır. Hava kirliliğinin kaynakları fosil kaynaklı yakıtların (kömür, fuel-oil, odun, benzin gibi) kullanımına bağlı olarak insan aktivitelerinin yanmasının sonucu olarak meydana gelen partiküller, azot oksitleri, kükürt dioksit, kurşun, hidrokarbonlar, karbon oksitleri vb. olmaktadır.

Motorlu taşıtların; insanlara sağladığı ulaşım rahatlığı, hareket özgürlüğü büyüktür. İnsanın hayatında büyük bir yere sahip olan araçlarda kullanılan enerjiler büyük oranda fosil kökenli yakıtlardan elde edilmektedir. Fakat taşıt egzozundan çıkan gazlar şehrin havasını ve tüm atmosferi kirletmektedir. Beraberinde sera etkisi denilen ve gittikçe büyüyen bir tehlike olmaktadır. Havayı kirleten motorlu taşıtlar ciddi ve geciktirilemeyecek boyuta ulaşmıştır. Bunun sonucu olarak kullanılan taşıtların yakıt sistemlerinde kullandıkları yakıtlar ve bu yakıtların özelliklerine bağlı olarak ürettikleri sera gazları arasında yer alan karbon dioksit emisyonlarının azaltılması yönündeki çalışmalar küresel ısınma sorunu ile gündeme gelmiştir. Karbon dioksit, gazının %60 oranında sera etkisine neden olması sebebiyle diğer gazlar içinde en büyük orana sahiptir.

Şehir içi toplu taşımacılıkta kullanılan toplu taşıma ve diğer araçlar için sıkıştırılmış doğalgaz, potansiyeli en yüksek alternatif yakıt olarak görülmektedir. Doğalgazın şehir içi toplu taşımacılıkta kullanılması Hindistan, Arjantin, Brezilya, İran ve Pakistan gibi ülkelerde oldukça yaygınlaşmıştır. Avrupa'da ise, Avrupa komisyonunun aldığı kararlara göre 2020 yılına kadar geleneksel kullanılan yakıtların yerine %20 oranında alternatif yakıt kullanılması ön görülmüştür.

Karbon dioksit (CO₂) gazı ısının kaynağı ve sera etkisini en çok ortaya çıkaran gazdır. Çeşitli miktarda CO₂ gazı her yanma tepkimesinde farklı şekillerde meydana gelir. Yanmanın olmadığı durumlarda ortaya çıkan karbon gazı da ozon tabakasına tahribat verir. Bundan dolayı sebepler tüm dünya birçok önlemlerin alınması gerektiğine karar vermişlerdir. Dünya nüfusundaki artış, sanayileşmenin artması ve buna paralel olarak teknolojinin gelişmesi ve enerjilerin bilinçsiz bir şekilde kullanılması dünyadaki enerji kaynaklarının hızlı bir şekilde tükenmesine neden

olmaktadır. Petrol krizleri, dünya üzerinde bulunan petrol yataklarının belli yerlerde toplanmış olması ve belirlenen stratejilerden dolayı meydana gelmektedir. Kalkınmakta olan ve petrolü bulunmayan ülkeler, enerji ihtiyaçlarını zor şartlarda karşılamaktadırlar. 1973 petrol krizi ve 1991 Körfez Savaşı; dünya petrol fiyatlarının artmasına sebep olmuş ve özellikle ekonomik güçleri zayıf olan ülkelerin ekonomilerini sarsmıştır. Ülkemiz de petrol fiyat dalgalanmalarından en fazla etkilenen ülkeler arasındadır. Petrol kökenli olmayan alternatif motor yakıtlarının üretilmesi ve kullanılmaya başlamasıyla, petrole olan bağımlılık azalabilecek ve özellikle kalkınmakta olan ülkeler gelecekte olabilecek enerji krizlerini daha kolay atlatabileceklerdir.

Belediyelerde çalışmakta olan toplu taşıma araçlarının parçacıkları ve yüksek emisyonları sonucunda insanların sağlığı bozulmaktadır. Her şekildeki şehir içi araçların yalnızca ekonomik sebepten ve kullandıkları yüksek emisyonlardan dolayı sağlığı ciddiye almayan ve birçok hastalığı beraberinde getirmesine sebep olmuştur. İnsanların sağlığına zarar veren sigara gibi, havayla karışan yakıt emisyonları da insan sağlığına ve çevreye zararlıdır. Sigaranın zararları için Türkiye’de gösterilen duyarlılık, araç emisyonları için de gösterilmelidir. Bu sebepten sıkıştırılmış doğal gaz (CNG), düşük emisyon ve sıfır partikül değeri ile insan sağlığına zarar vermeyecek bir yakıttır.

Alternatif enerji kaynaklarının taşıtlarda kullanımı son zamanlarda önem kazanmıştır. Fosil yakıtlara seçenek doğal gaz üzere diğer yakıtlardan daha az emisyon üretmektedir. Petrolden elde edilen yakıtların daha fazla emisyon değeri oldukça yüksektir. Fakat doğal gazın ise diğer yakıtlardan daha az emisyon ürettiği bir gerçektir. Yoğun rezervi olan doğal gazın kullanımı ucuz ve çevre dostu olmasından dolayı Türkiye ve dünyada kullanılması ülke ekonomisine avantaj sağlamaktadır. Kullanılacağı zaman ek olarak rafineri işlemi gerektirmemektedir. Doğrudan motor yakıtı olarak kullanılabilir. Bu alternatif yakıtın, şu anki teknolojinin önemli bir yapısal değişikliği gerekmeden, direk olarak kullanılması artı bir avantajdır. Devletler, otomobil üreticileri, petrol firmaları, çevre koruma örgütleri, araştırmacılar taşıtların ürettiği kirliliği azaltmak veya petrol kökenli yakıtlar yerine daha temiz bir yakıt kullanmak üzere araştırmalar yapmaktadırlar. CNG yakıtı tercih edildiğinde güvenliği ve avantajları yüksek düzeydedir. Türkiye birçok taşıma da talebin en büyük kısmı karayolu taşıtları oluşturmaktadır. Bunun

için belediyelerin bu konuda eylem ve strateji planlarında konuların gerçekleşmesi için çalışma başlatmalıdır.

Bu çalışmada taşıtlarda kullanılan alternatif yakıtların (doğal gaz, hidrojen, LPG ve alkoller) özellikleri, belediyelerde ve ulaşımda doğal gaz kullanılabilirlikleri üzerinde durulacaktır. Belediyelerde ulaşımda doğal gaz kullanımının yaygınlaştırılması ve doğru yöntemlerle kullanılması üzerinde durulmuş, bu konuda yapılan tespitler araştırılarak, karşılaşılan problemlerle ilgili çözüm önerileri sunulmuştur.

Aynı zamanda, belediyelerin doğal gaz yakıt sistemleri ile ilgili kısa zamanda çalışmalar yapması ve buna hazırlıklı olmayı sağlayacağı için ülke ve kullanıcılar açısından önemli katkıda bulunacak ve çalışmalara yeni bakış açıları getirecektir. Bu nedenle araştırma bir ilk olması ve bir eksikliği gidermesi bakımından önemlidir.

Motorlu araçlardaki yakıt sistemleri ile ilgili yapılan performans analizi ve doğal gaz kullanımının avantaj ve dezavantajları yönünden değerlendirilmiş ve doğal gazın özellikleri, çalışma prensibi ve CNG yakıt sisteminin çalışması incelenmiştir. Bu çalışmada; daha önceden yapılan deneysel ve sayısal çalışmalar, makaleler, kitaplar ve gazete haberlerinden yararlanılmıştır.

2. BELEDİYELER AÇISINDAN ALTERNATİF YAKIT SİSTEMLERİ

2.1 Kentsel Hizmet Sunumunda Belediyeler ve Büyükşehir Belediyeleri

Küreselleşme süreci, ulus devletlerin kamu hizmetleri sunmadaki işlevlerinin tekrardan gözden geçirilmesine neden olmuştur. İnsan haklarının modern anlamdaki gelişim sürecine bakıldığında da hem ulus devletin hem de yerelleşme kavramının algılanmasında değişiklikler olmuştur. İnsanın değerli bir yaşam sürdürme haklarının tanınması ve arzularını yerine getirilmesinin yasal yollarının neler olduğu hakkında uluslararası bir kararın bulunması demokrasinin tarifinde farklılıklara müsaade veren bir düzen olması vurgusunun öne geçmesini gerektirmiştir (Tekeli, 2003, s.5-15.). Böylece, yerel yönetim anlayışında da gerçekleştirilmesi gereken amaçlar bu çerçevede ortaya çıkmıştır. Çağdaş yerel yönetim anlayışında gerçekleştirilmek istenen amaçlar düşünüldüğünde, yerel yönetimlerin yeterliliği ya da başarısı özgürlüğü, etkinliği, demokrasi ya da katılımı gerçekleştirme ölçütlerine göre değerlendirilmektedir (Tekeli, 1983, s. 3-22).

Türkiye’de kamu hizmetlerinin büyük bir kısmı merkezi idare tarafından verilmektedir; ancak kentsel hizmetler, özellikle gündelik hayatı ilgilendiren hizmetler, yerel yönetimler tarafından verilmektedir. Türkiye’de yıllar içerisinde sosyo-ekonomik gelişmelere bağlı olarak belediye sayısı hızla artmıştır; ancak bu artış, belediye sınırları içerisinde yaşayan nüfusun da aynı oranda artışı anlamına gelmemektedir (Tortop, Aykaç, Yayman, Özer, 2006, s.51). Bu nedenle yalnız nüfus ölçütünü kullanan bir tanıma göre, bu birimler “kent” bile sayılamazlar (Keleş, 2000, s.25).

Günümüzde belediyeler, kentsel hizmetlerin sunumunda en etkili yerel yönetimlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu amaçla, yerel yönetimde etkinliğin artırılmasına üç faktör öne çıkmaktadır: Birincisi, en cazip (optimal) sınırlarının, hizmet alanlarının ve büyüklüklerinin tekrar düşünülmesidir. İkincisi, yerel yönetimlerdeki birimlerin sayısında kısıtlama getirilmesi, bu yoldan çıkar ve para savurganlığının önüne geçilmesidir. Son olarak da, yerel birimlerin her birine, yapabilecekleri görevlerin verilmesidir. (Keleş, 2000, s.22). Kentsel hizmetlerin

sunulmasında ise belediyeler ön plana çıkmıştır; çünkü kent sakinlerinin yerel ve ortak istekleri belediyeler aracılığı ile yerine getirilmektedir. Böylece, kentsel hizmetlerin sunumu kent sakinlerinin kentli haklarını kullanma düzeyi ile şekillenmektedir. Ayrıca kentsel hizmetler, kent sakinlerinin yaşam kalitelerini ölçme hususunda önemli bir unsur olmaktadır.

2.1.1 Belediyelerin yönetsel pozisyonları

Belediyelerin yönetsel pozisyonları düşünüldüğü zaman devletle halk arasında, halka en yakın olan yönetim birimleridir. Diğer bir ifadeyle bireylerin devlete ulaşabilmek için çıkabilecekleri en üst makam olan belediyeler bu pozisyonları ile halkın tek aracı vasıtasıyla devlete seslerini ulaştırabilecekleri bir konumdadır. Bu konumlarından dolayı belediyelerin, halkın yönetsel açıdan en fazla benimsediği kuruluşlar olduğunu söylememiz mümkündür. Son yıllarda uluslararası camiada yönetime ilişkin katılımcı ve demokratik bir takım açılımlar yapılmakla beraber, belediyelerin bahsettiğimiz önemlerine binaen, yerel yönetimlere yönelik ve bu yönetim birimleri içinde de belediyelere dair yeni düzenlemeler getirilmektedir(Tortop v.d. 2006, s.150). Belediyelerin önemini salt halk açısından düşünmek yanlış bir durumdur. Nitekim belediyeler, demokrasinin var olduğu ülkelerde vazgeçilmez olan yerel yönetim birimleridir. Bahsedilen şartta haiz ülkelerde bu yönetsel birimler ne kadar güçlü olursa, halkın benimsemesi sayesinde, demokrasiye olan inanç ve katılım o kadar fazla olur. Bu durum da belediyelerin gücünün ülkenin demokrasisine güç kattığının göstergesidir (Kılıçkaya, 2007, s.1.).

Türkiye’de belediye ve büyükşehir belediyesi olmak üzere iki tür belediye vardır. Belediyeler il, ilçe ve belde belediyeleri olarak kademelenmiştir. Büyükşehir belediyeleri de ilçe büyükşehir belediyesi ve büyükşehir belediyesi olmak üzere iki kademelidir.

5393 Sayılı Belediye Kanunu’nda, belediyelerin organları; “Belediye Başkanı”, “Belediye Meclisi” ve “Belediye Encümeni” olarak belirlenmiştir. 3194 sayılı İmar Kanunu, “Mücvir Alan” ile yerel yönetimin belediyenin yakın çevresindeki faaliyetlerini denetleme ve plansız yapılaşmayı önleme fırsatı vermiştir. Mücvir alanların belediye sınırına bitişik olması zorunluluğu bulunmamaktadır. Bu alanlar köyleri de kapsayabilir. 3194 sayılı kanunun 5’inci maddesinde ilgili idare tanımında “belediye ve mücvir alan sınırları içinde belediye, dışında valilik” olarak belirlenmiştir. Bu anlamda yetkili iki tüzel kişiliğin sorumluluk alanları netleşmiştir.

İlgili yasanın 15. maddesinde ise belediyelerin yetki ve imtiyazları detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Bu maddeyi özetlersek;

Kanun maddesinde belediyelerin yetki ve imtiyazlarının kullanımı konusunda üzerinde durulan husus genelliktir. Diğer bir ifadeyle belediye sunduğu hizmetlerde, yetki sınırları içinde kalan herhangi bir birim/birey için, özel durumlar hariç, ayrıcalık tanıyamaz veya hizmet vermeme gibi bir keyfiyete giremez. Özel durumlar konusunda ise yerleşkeler açısından meydana gelebilecek olan olumsuz durumlar nedeniyle acil hizmet götürülmesinin gerekliliği, bireyler açısından ise hastalık, yaşlılık, bakıma muhtaçlık gibi durumlar ele alınabilir (Tortop v.d., 2006, s.150).

Belediyelerin hizmetleri açısından ele alınması gereken bir diğer husus, 1580 Sayılı Belediye Kanunu incelendiği zaman, belediyenin gelirleri oranında üstüne düşen zorunlu görevleri tamamlaması gerektiğinden, bunların tamamlanmasının ardından ise isteğe bağlı yeni görevler üstlenebileceğinden bahsedilmesidir. Ancak 5393 Sayılı Yeni Belediye Kanunu ile mali duruma dair düzenlemeler sonrası götürülecek olan ihtiyaçlarda hizmetlerin ne denli öncelikli olarak sunulması gerektiğine de dikkat edilmesinden bahsedilmektedir.

2.1.2. Büyükşehir belediyelerinin görevleri

Kentleşme sürecinde, Türkiye kentlerine olan hızlı yığılmalar dolayısı ile başta altyapı hizmetleri olmak üzere kentsel hizmetlerin sunumunda ve bu kentlerin yönetiminde belediyeler yetersiz kalmıştır. Ayrıca bu dönemde, ortaya çıkan en önemli sorunların başında kırsal kesim ve kent arasında ya da bölgesel anlamda ortaya çıkan dengesizlikler ile kırsal yerleşimlerden gelenlerin kent yaşamındaki yaşadığı sorunlar gelmektedir. Bu birimler arasındaki fiili eşitsizlikleri giderebilmek amacıyla izlenen yöntemlerden biri, yerel yönetimlerin görevlerinden bir bölümünün, özel amaçlı kimi birimlere ya da bir üst düzeyde bulunan yönetime devretme çalışmasıdır (Keleş, 2000, s.22). Şehirlere gelen insanların hayat standartlarının yüksek olması için bu temel problemlerin çözülmesi gerekmektedir (Tortop, Aykaç, Yayman, Özer, 2006, s.51). Bu nedenle, büyük kentlerin yönetiminde büyükşehir belediyelerine ihtiyaç doğmuştur. Türkiye’de büyükşehir yönetimi uygulamaları 1984 yılında başlamıştır ve günümüzde otuz büyükşehir belediyesi bulunmaktadır. 1982 Anayasası’nın 127. maddesine göre, ”Kanun, büyük yerleşim merkezleri için özel yönetim biçimleri getirebilir” denmektedir. Metinden de anlaşılacağı üzere büyükşehir belediyeleri konusunda açıkça bir düzenleme bulunmamaktadır.

Günümüzde ise büyükşehir belediyeleri hususunda başlıca düzenleme, 2004 tarihli 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu'dur.

Büyükşehir belediyesinin görev, yetki ve sorumlulukları Kanun'un 7.maddesinde düzenlenmiştir. Genel itibariyle bu belediyelerin görev, yetki ve sorumlulukları 5393 Sayılı Kanun ile paralellik göstermektedir. 5393 Sayılı Kanunu'na ek olarak kentli hakları çerçevesinde kentsel hizmetlerle ilgili bazı düzenlemeler yer almaktadır. Bunlar:

Kanunun a bendinde, "İlçe ve ilk kademe belediyelerinin görüşlerini alarak büyükşehir belediyesinin stratejik planını, yıllık hedeflerini, yatırım programlarını ve bunlara uygun olarak bütçesini hazırlamak" ifadesi ile büyükşehir yönetimlerinin eşgüdümü sağlama konusundaki tutumu belirtilmiştir. İmar uygulamalarının asıl sahibinin kent yönetimleri olması, yerel yönetimleri İmar Hukuku'nda göz ardı edilemeyecek kurumlar durumuna getirmektedir (Keleş, Mengi, 2003, s.23). Bu nedenle, büyükşehir belediyeleri de bazı yükümlülüklerle sahiptir. Kanunun (b) bendinde büyükşehir belediyelerinin, çevre düzeni planlarıyla uyumlu olarak imar planlarını hazırlanması veya uygulanması konusundaki yükümlülükleri ifade edilmiştir. Böylece, anakentlerin yönetiminde kentsel hizmetlerin kapsamı genişlemekte ve kent plancılığının önemi artmış olmaktadır. Bu anlamda, 7.maddenin (c), (f), (g) ve (u) bentlerinin kentsel planlama ile doğrudan ilgili bölümleri olduğu söylenebilir.

Kent planlama kavramının günümüzde, sadece kentsel politika üretenlerin ışığında bazı teknokratların nesnel olarak ortaya koyduğu bir planlama olduğu anlamı bulunmamaktadır. Bir kent planında bazı temel öğelere birbiriyle ilişkili yer verilir, bunlar (Keleş, 2010, s.160-161). Önerilen arazi kullanma biçimlerinin yeri ve niteliği, kültür ve eğlence yaşamı için gerekli alanlar, ulaşımaya ayrılacak alanlar, kamu hizmetlerine ayrılmış yapılar, kimi yerel kamu hizmetlerine ayrılmış yerler, bu sıralanan unsurlarla ilgisi olsun ya da olmasın, gecekonduların temizleme, dönüşüm ve önleme bölgeleri, yer bölümleniminin (parsellemenin) denetim alanları ve araçları, trafik sıkışıklığının giderilmesi, uzun vadeli imar izlenceleri de, kent planının birer ögesidirler. Böylece kentsel planlamanın kapsamı daha da genişlemektedir; yani Kanun'un 7.maddesi bütünüyle, altyapı hizmetleri ile ilgili 8. ve ulaşım hizmetleri ile ilgili 9.maddesinin genel itibariyle kentsel planlama unsurlarını ve kentsel hizmetleri kapsadığı söylenebilir.

Belediyelerin görev, yetki ve sorumlulukları, 5393 Sayılı Belediye Kanunu ve 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu dışında bazı kanunlarla da düzenlenmiştir. Günümüzde hayata geçirilmiş 775 Sayılı Gecekondu Kanunu, kalkınma planının katıldığı standartlara esas şartlarıyla uyumuş olan bir gecekondu stratejisi getirmiştir (Keleş. 982, s.507). 1593 Sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu, Belediye Kanunu'nda belediyelere sağlıkla ilgili verilen görevlerin tekrarlandığı ve Belediye Kanunu gibi bazı değişikliklerle günümüzde de yürürlükte olan kanundur (Görmez, 2007, s.156).

2872 Sayılı Çevre Kanunu'nun 3.maddesinin (a) bendinde, "Başta idare, meslek odaları, birlikler ve sivil toplum kuruluşları olmak üzere herkes, çevrenin korunması ve kirliliğin önlenmesi ile görevli olup bu konuda alınacak tedbirlere ve belirlenen esaslara uymakla yükümlüdürler." ifadesi yer almaktadır. Bu kanunda çevre koruma sorumluluğunun kapsamı geniş tutulmuştur ve yerel yönetimler de bu çerçevede belirli yükümlülüklerle sahiptir. Ayrıca, 3194 Sayılı İmar Kanunu, 5366 Sayılı Yıpranan Tarih ve Kültürel Taşınmaz Varlıkların Yenilenerek Korunması ve Yaşatılarak Kullanılması Hakkındaki Kanun ve 7269 Sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun'un (Afet Kanunu) belediyelere bazı görev, yetki ve sorumluluklar veren düzenlemeler arasında yer aldığı söylenebilir.

2.1.3 Ulaşım hizmetleri

Ulaşım, insanların temel ihtiyaçlarından ve yaşam kalitesini belirleyen başlıca unsurlardan biridir. Kentsel yaşamda da insanların kültürel ve sosyal etkileşimini, iletişimini sağlamalarında da ulaşım hizmetleri gerekmektedir. Ulaşım, üretilen mal ve hizmetlere erişebilme ve bu mal ve hizmetleri sağlamak bakımından önemlidir. Bununla beraber, ulaşım hizmetlerinin kalitesi ulaşımın ihtiyaçları giderebilmesi, hızı, güvenliği, vb. özellikleri ile ulaşım hizmetlerinin kalitesi belirlenebilmektedir.

Avrupa Kentli Hakları Bildirgesi'nin dolaşım başlıklı 5.maddesine göre; toplu taşıma, özel arabalar, yayalar ve bisikletliler gibi tüm yol kullanıcıları arasında birbirinin hareket kabiliyetini ve dolaşım özgürlüğünü kısıtlamayan uyumlu bir düzenin sağlanması (Erbay, Yener, 1999, s.78) öngörülmüştür. Avrupa Kentsel Şartı'nın ulaşım ve dolaşım başlıklı 1. ilkesine (Erbay, Yener, 1999, s.120) göre özellikle özel araçlarla, seyahat hacminin azaltılması gerekliliği; dolaşım, yaşanabilir bir kent oluşturmaya yönelik bir biçimde düzenlenmeli ve çeşitli ulaşım alternatiflerine izin vermeli; sokağın sosyal bir arena olarak algılanması; sürekli bir eğitim ve öğretim

çabası gerekliliği şeklinde ulaşım ve dolaşım ilkeleri özetlenmiştir. 5393 Sayılı Belediye Kanunu'nun 14. maddesine göre belediyeler bir altyapı hizmeti olarak ulaşım hizmetlerini yapar veya yaptırır. 5216 Sayılı Kanun'un 7. maddesinde, büyükşehir belediyelerinin ulaşım ana planlarını yapmak, yaptırmak ve uygulamak; toplu taşıma hizmetleri için gereken planlamayı ve koordinasyonu yapmak gibi yükümlülükleri belirtilmiştir. TÜBA Çevre Komitesi'nin hazırladığı raporda ulaşım hizmetleri kapsamında; toplu taşıma hizmetlerinin gelişmişlik düzeyi, günlük yaşamda ulaşımında kaybedilen zaman, trafik kazalarında ölenlerin (Tekeli, 2003, s.28) sayısı ölçütlere yer verilmiştir.

Urban Audit kapsamında seyahat ve ulaşım ile ilgili göstergeler (BİB, 2006, s.39-40) kent merkezine gelen kişiler, kent merkezinden giden kişiler, kamusal toplu taşıma ağının uzunluğu (kilometre-km), kamusal toplu taşıma ile kat edilen toplam günlük kilometre, kamusal ulaşım arzı (yer sayısı kat edilen km), kayıtlı özel araç sayısı, ölümle veya ciddi yaralanma ile sonuçlanan karayolu trafik kazası sayısı, metro veya tren, özel araç, otobüs, tramvay, motosiklet, bisiklet, yürüyerek (yayan olarak) ve diğer yollarla yapılan işe gidiş seyahatlerinin yüzdesi, motorlu taşıt kullananların sayısı, ortalama işe gidiş süresi (dakika-dk), trafiğin yoğun olduğu dönemde kent içi araç trafiğinin ortalama hızı (km/saat), trafiğin yoğun olduğu dönemde ortalama otobüs bekleme süresi (dakika-dk), havayolu, demiryolu, karayolu ve birden çok yol ile erişe bilirliktir. Ayrıca, 1000 kişiye düşen kayıtlı özel araç miktarı, 1000 kişiye düşen ciddi karayolu kazası, banliyölerden kent merkezine çalışmaya gelenlerin oranı, kent merkezinde oturup banliyölere çalışmaya gidenlerin oranı, toplam kentsel alana oran olarak kamusal toplu taşıma ağının uzunluğu, kişi başına kamusal toplu taşıma ağının uzunluğu, kent merkezinin gündüz nüfusunun gece nüfusuna oranı, bir günde kişi başına kamusal toplu taşımacılıkta kat edilen km miktarı (BİB, 2006, s.39-40) olarak yer almaktadır.

2.2 Fosil Yakıtlar ve Çeşitleri

2.2.1 Benzin

Birçok hidrokarbon karışımından oluşan, diziliş sayısında 4-10 karbon bulunan ve kaynama noktası 35-200 °C olan ham petrolün damıtılması ile elde edilen bir motor yakıtıdır. Benzin, buji ile ateşlemeli motorlarda yakıt olarak kullanılır. 0.70-0.78 yoğunluğa sahiptir. Benzin de bazı özellik ve kullanım alanına göre değişik isimler

almaktadır. Örneğin, uçak benzini, süper benzin, normal benzin ve ayrıca kurşunlu ve kurşunsuz benzin diye de isimlendirilmektedir. Kurşunsuz benzin renksiz ve saydamdır. Kurşun tetra etil katılmış benzin toksik etkiye sahiptir (Hirao, Pefley 1988).

2.2.2 Etanol

“Etanol, petrol ürünlerinin harcamasını hafifletmek veya hava kirliliğini azaltmak için, benzinle değişik oranda karıştırılıp kullanılır. En fazla uygulama E10 ya da E85 diye bilinen sırasıyla %10 ve %85 etanol içeren karışımlardır.” (<http://tr.wikipedia>).

Etanol motorlarda tek başına ya da benzine karıştırılarak kullanılabilir. Oksijen içermesi nedeniyle çevre için daha temiz bir yakıt türüdür. Etanolün buharlaşma ısısının, oktan sayısının ve kendi kendine tutuşma sıcaklığının yüksek olması buji ile ateşlemeli motorlarda motor performansını olumlu yönde etkilemekte ve sıkıştırma oranını artırmaya olanak sağlamaktadır. Düşük Reid buhar basıncı, depolama ve taşıma esnasındaki güvenliği artırmaktadır. Bu olumlu özelliklerinin yanı sıra etanolün benzine göre ısı değeri daha düşüktür. Bu nedenle etanol kullanımında aynı miktar enerji için daha fazla yakıtın motora verilmesi gerekir. Bu özellik hacimsel yakıt ekonomisinin düşük olmasına sebep olur. Düşük buharlaşma basıncı ve yüksek buharlaşma ısısı, soğukta ilk hareket ve ısınma süresindeki performansı olumsuz etkiler (Topgül, Yücesu, Çınar, 2004, s.345-355).

Benzinli motorlarda hacimsel olarak %7-10 arasında etanol ile benzinin karıştırılması Kuzey Amerika’da yaygın olarak uygulanmaktadır. 1970’den beri üretilen araçlarda yakıt karışımının %10 etanollü (E10) olması yakıt sisteminde herhangi bir değişiklik yapılmadan kullanılmasına imkân vermektedir. Bütün üreticiler E10 karışımının kullanılmasını onaylamakta ve taşıtlarına bu yakıt için garanti vermektedirler (Acaroğlu, Oğuz, Ünaldı, 2004, s.202).

Etanol, özel olarak üretilmiş araçlarda %85 etanol - %15 benzin karışım oranına kadar, yüksek karışım oranlarında kullanılabilir. Bu araçlar %100 etanol veya %85 sınırına kadar her oranda etanol-benzin karışımı olarak çalıştırılabilmektedir. Bu nedenle bu taşıtlar esnek yakıtlı taşıtlar olarak adlandırılır (Acaroğlu, Oğuz, Ünaldı, 2004, s.203).

Etanol düşük oranlarda dizel motorlarda da kullanılabilir. Etanolün dizel yakıtı içerisindeki çözünürlüğü sıcaklığa, dizel yakıtın hidrokarbon kompozisyonuna ve

karışımdaki su miktarına bağlıdır. Yaklaşık olarak 10 °C'nin altındaki sıcaklıklarda iki yakıt ayrılmaktadır. Bu değer karışımdaki etanol miktarına göre değişmektedir. Ayrıca yüksek seviyelerde etanol içeren yakıtlar dizel motorların çalışmasında özel teknik zorluklar gösterir. Örneğin yüksek seviyede etanol karışımı kullanımı, yakıt karışımının kendi kendine tutuşmasını zorlaştırmaktadır. Dizel motorlarda yüksek seviyede etanol karışımı kullanabilmek için ya alkolün tutuşma kabiliyetini artıran (setan sayısını artırıcı) katkı maddesi kullanılmalı ya da motor üzerinde değişiklik yapılmalıdır (Acaroğlu, Oğuz, Ünaldı, 2004, s.203).

2.2.3 Dizel

Türkiye'de karbon atomu sayısı 8 ile 16 arasında, sıvı HC bileşenlerinin ihtiva eden ve az tutarda azot, kül, kükürt ve su içeren dizel yakıtı mazot olarak adlandırılmaktadır. Dizel yakıtı ise bölüntü kulesinde yaklaşık olarak 160 °C'de başlayan bütünü 391 °C'de buharlaşır ve ham petrolden arındırılıp elde edilir. Dizel yakıtının kapalı formülü ise; $C_{1226}H_{23.29}S_{0.0575}$ 'dür. Bu formülde kütleli bileşimi;

C= 0.8538 kg, H=0.1355 kg S=0.171 kg'dır (Altun, 2004, s.7).

2.2.4 Hidrojen

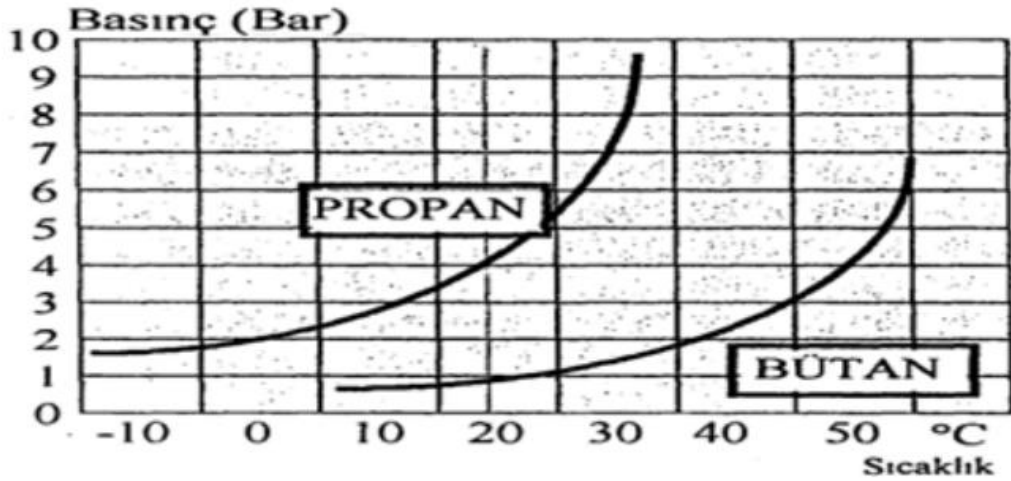
İçten yanmalı motorların araçlarda kullanımı modern yaşamda önemli bir yer teşkil etmektedir. Ancak, ortama yaydıkları kirleticiler nedeniyle her geçen gün insan sağlığını daha çok tehdit etmektedirler. Artan petrol fiyatları, emisyon miktarlarının kanunlarla sınırlanması içten yanmalı motorlarda alternatif yakıt arayışını zorunlu kılmıştır. Hidrojen karbon içermeyen oldukça temiz bir yakıt olmasına karşın, günümüz içten yanmalı motorlarında depolama ve elde edilme maliyetinden dolayı yaygın olarak kullanılamamaktadır. Ancak, günümüzde hidrojen Kanada'da ve Avrupa ülkelerinde devlet teşvikiyle geçiş aşamasındadır ve hidrojene büyük yatırımlar yapılmaktadır. Başta BMW, Mazda, MAN, Ford gibi otomotiv devleri olmak üzere, Avrupa ve Kanada'da birçok firma günümüz motorlarının hidrojene dönüştürülebilmesi üzerine çalışmalar yapmaktadırlar; hatta bazıları ürünlerini piyasaya sürmüşlerdir.

Hidrojenin alt ısı değeri kütleli olarak ele alındığında oldukça yüksektir; ancak hacimsel olarak alt ısı değeri diğer yakıtlara göre oldukça düşüktür. Bu özellik hidrojenli motorlarda alınabilecek maksimum gücü sınırlamaktadır. Bu sorunun üstesinden yanma odasına hidrojeni "direkt püskürtme yöntemi" ile daha yüksek

basınçta göndererek ve silindir hacmini büyüterek gelinebilir. Silindir hacmi artırılmasında, hidrojenin yüksek yanma hızından dolayı silindir çapından çok strokun artırılması daha uygundur. Karbürasyonlu sistemlerde hidrojenin düşük hacimsel alt ısı değerinden dolayı, alınabilecek güç oldukça sınırlıdır. Hidrojenin ek yakıt olarak sanayi tipi elektroliz üniteleriyle kullanılmasında ise, emisyonlarda çok ufak değişiklik olmakla beraber, motorların performansında önemli miktarda düşüş gözlenmektedir (Usta, 2010, s. 30).

2.2.5 Sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG)

Ulaşımında yakıt olarak LPG 1930'lu yıllardan beri kullanılmaktadır. LPG ile çalışan motorlar genellikle buji ile ateşlemeli motorlardır (Gündoğan, 2005, s.45-51). Propan ve bütanın ayırt edici özelliklerinden biri buharlaşma basıncıdır. Buharlaşma basıncı; sıvının kapalı hacimdeki buhar ile dengede olduğu basınçtır (Makine Mühendisleri Odası Mühendis El Kitabı, 2000, s.2-3).



Şekil 2.1: LPG buhar basınçları

Kaynak: Buhar Basıncı - Bio Lab, (Erişim) <http://www.biolab.com.tr/TR,1549/buhar-basinci.html>. 05.Eylül.2014.

LPG'nin ısı değeri, diğer gazlara göre daha yüksektir. LPG'nin yüksek ısı değerlere sahip olması önemli bir avantajdır. Fakat daha dikkatli kullanmayı gerektiren bir faktördür. Örneğin bütanın 0°C'deki buhar basıncı 0,2 bar ve 15°C'de 1.05 bardır (Şekil 2.1). Sıcaklık arttıkça basınç artar ve LPG ile dolu olan bir ortamda sıcaklık arttıkça basıncında artmasına ve içinde bulunduğu tankın patlamasına sebep olabilir (Makine Mühendisleri Odası Mühendis El Kitabı, 2000, s.2-3).

2.2.6 Sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG)

Doğal gazın boru hatları ile iletiminin mümkün olmadığı durumlarda -159°C ile -162°C aralığına kadar (bileşenine bağlı olarak) soğutularak sıvı hale (LNG) getirilip özel gemiler ile taşınması dünya genelinde son dönemlerde önemli hale gelmiş bulunmaktadır. Arz güvenliği açısından, BOTAŞ tarafından 1994 yılından itibaren Cezayir'den ve 1999 yılından itibaren Nijerya'dan LNG ithal edilmeye başlanmıştır. Son yıllarda boru hatları ile gaz tedarik ettiğimiz ülkelere olan Rusya ve İran'da yaşanan teknik ve siyasi sıkıntılara bağlı olarak oluşan kriz sonrasında LNG'nin ve gazın depolanması hususu önemini bir kez daha ortaya çıkarmış bulunmaktadır (Deli, 2013, s.21).

5784 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile LNG ithalatı, bazı piyasa katılımcılarına ve BOTAŞ'a serbest bırakılmıştır. İlgili kanun yasalaşmadan önce, kanun ile yapılmamış ithalat (spot LNG) etkinliği düzenleme altına alınmış ve alınacak tek bir ithalat (spot LNG) lisansı ile birden fazla ülkeden ithalat yapılabilmenin önü açılmıştır. LNG'nin depolanması ve gazlaştırılarak ana iletim hatlarına gaz gönderiminin yapılması BOTAŞ LNG terminali (Marmara Ereğlisi) ve Ege Gaz (Aliağa) tarafından yürütülmektedir.

2.2.7 Sıkıştırılmış doğal gaz (CNG)

Doğal gazın meydana gelmesi yaklaşık 200 milyon yıl daha öncesine dayanır. Bitki, hayvan ve deniz canlılarının çürümesiyle meydana gelmiştir. Isı ve basınç altında yavaş bir şekilde çürüyüp meydana gelen bazen de binlerce metre kalınlıkta çamur ve kum tabakalarının arasında olan enerji olarak çok zengin materyallerden oluşan kaya tabakalarının içinde doğal gaz konsantrasyonları meydana gelmişlerdir (Özcan, 2010, s. 12). CNG ile ilgili ayrıntılı bilgi tezimizde anlatılacaktır.

2.3 Doğal Gazın Motor Yakıtı Olarak Kullanımı

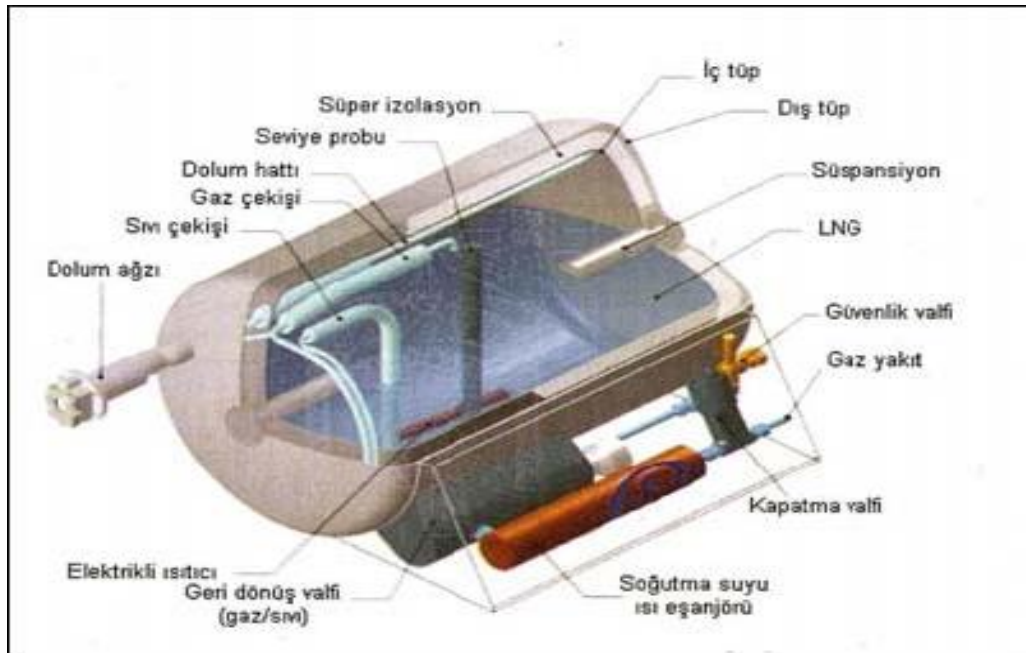
Doğal gaz kullanımı taşıtlarda ilk olarak 1930'da İtalya'da başlamış ve son 10 yılda ise yeni teknoloji ile üretilmiş araçlar ile kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. 1990 yılında BOTAŞ ve Ankara Büyükşehir Belediyesi desteğiyle ODTÜ'de mevcut belediye otobüslerin de doğal gaz kullanımı için çift yakıt sistemi geliştirilmiştir. Benzer bir çalışma da İstanbul'da belediye otobüslerinin doğal gaza dönüşümü için başlatılmış, ilk etapta 100 otobüsün dönüşümü yapılmıştır (Sözber, 1991, s.28).

Doğal gazın benzine göre oktan sayısı daha yüksektir. Silindirlerde daha yüksek termik verim elde edilir. Partikül oluşmaması, yağ ile karışmaması daha uzun motor ömrü sağlar. Doğal gaz ile çalışan motorların bakımları daha az maliyetlidir. Temiz bir yakıt olması nedeniyle motor ömrünü uzatır. Zamanla oluşan yakıt tüketimi artışı olmamaktadır. Özel motor bakımları gerektirmemektedir. Sadece doğal gaz kitinin periyodik bakımları yapılabilir.

Doğal gazla çalışan motor benzinle veya motorinle çalışan motora göre daha uzun ömürlüdür. Doğal gazla çalışan motor daha az bakım ister. Doğal gaz LPG, Motorin veya Benzin ile karıştırıldığı zaman meydana gelen artırım en yüksek düzeyde olmaktadır. Doğal gaz taşıtlarda sıvılaştırılarak (LNG), absorbe edilerek (ANG) veya basınç altında (CNG) depolanabilir (Çetinkaya, 2007, s.24).

2.3.1 LNG (Sıvılaştırılmış doğal gaz)

Doğal gaz -160°C 'de likit olarak kriyojenik tanklarda depolanabilmektedir. Depolama basıncı 3-6 bar olup, sıvılaştırılmış doğal gaza LNG (*Liquid Natural Gas*) adı verilmektedir. Şekil 2.2'de kriyojenik doğal gaz tankı görülmektedir.



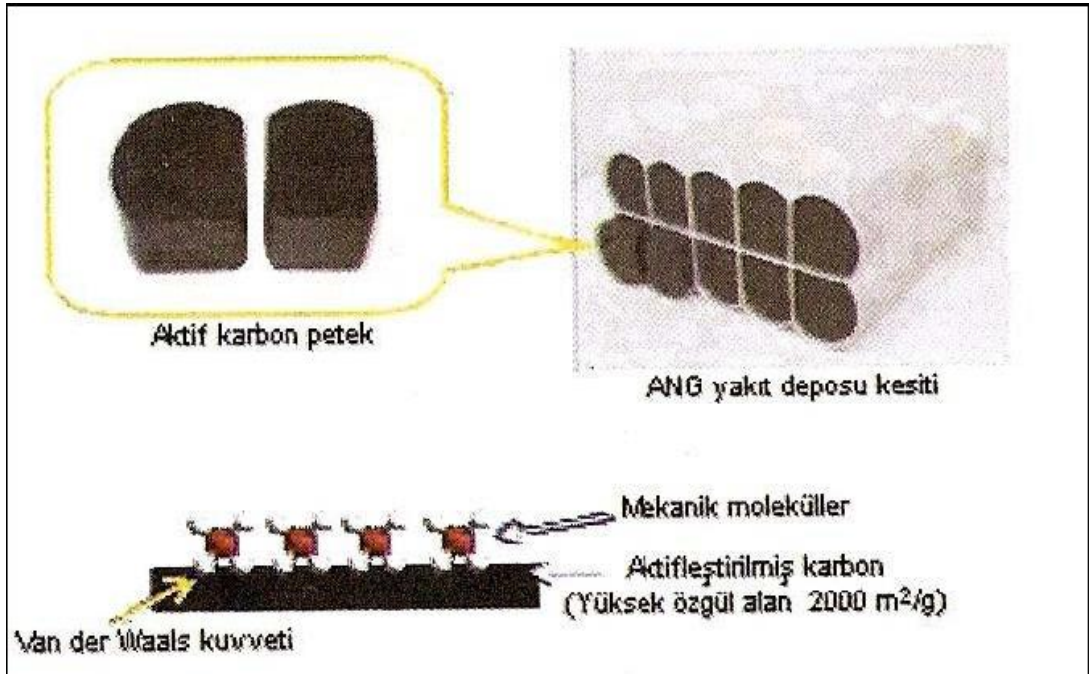
Şekil 2.2: Kriyojenik doğal gaz tankı

Kaynak: Doğal Gaz Sıvılaştırma Yöntemleri (Erişim) http://www.journalagent.com/pajes/pdfs/PAJES_1_3_137_144.pdf 24 Ağustos 2014).

Gemilerle taşımada tankerlerde, doğal gazın sıvı hale gelmesi için -160°C ye kadar soğutulur, böylece yakıtın enerji yoğunluğu artırılır. LNG' nin genleşme oranı $1/600$ 'dür. Yani 1 m^3 LNG 600 m^3 doğal gaz'a eşdeğerdir. LNG, genel olarak, fazla yakıt tüketimi olan araçlara uygundur.

2.3.2. ANG (Soğurulmuş doğal gaz)

21°C de, 35 bar basınçta sıkıştırılmış gazdır. ANG deposu, aktive edilmiş karbonun yüksek miktarda soğurulmasını sağlar. ANG uygulaması hem araç üzerinde, hem de istasyonlarda yapılan depolama için ilgi çekicidir. Geleneksel CNG depolama yöntemine göre ana fark, daha yüksek metan depolama hacmidir (35 barda CNG'nin 4 katı). Şekil 2.3'te ANG depolama prensibi görülmektedir.



Şekil 2.3: ANG Depolama Prensibi

Kaynak: S. Çetinkaya. (2003). "Benzin ve Dizel Motorlarının Doğal gaz Motoruna Dönüştürülmesi" *LPG ve CNG Uygulamaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, TMMOB Yayını, s.98.

2.3.3 CNG (Sıkıştırılmış doğal gaz)

Yüksek basınç altında sıkıştırılmış doğal gaza CNG (*Compressed Natural Gas*) denmektedir. Araçlarda yüksek basınç gaz tanklarında depolanmaktadır. (Şekil 2.4).

Depolama basıncı 200–250 bar kadardır. 250 barda atmosfer basınç ve sıcaklığındaki doğal gaza oranla $1/200$ hacim kaplar (Çetinkaya, 2007, s.99). CNG yakıtı olan

aracın tam yükte kat edeceği mesafe, tankların basınç ve hacmine bağlıdır. CNG genellikle, küçük araçlara veya kısa mesafeli seyahatler için uygundur.



Şekil 2.4: CNG Tankı

Kaynak: S. Çetinkaya, (2003). “Benzin ve Dizel Motorlarının Doğal Gaz Motoruna Dönüştürülmesi” *LPG ve CNG Uygulamaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, TMMOB Yayını, s.98.

Doğal gazın esas bileşenlerini oluşturan metan (CH_4), etan (C_4H_{10}), ve propan (C_3H_8) gibi hidrokarbonların yanında, bazı bileşenlerde azot (N_2), karbondioksit (CO_2), hidrojen sülfür (H_2S) ve helyum (He) gibi gazlara 2.3.3.1 CNG’ nin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Doğal gaz, kokusu ve rengi olmayan, yanıcı özellik taşıyan ve havadan ağır bir gazdır. Bir hidrokarbon bileşiği olan doğal gazın içeriğinde; metan, etan, azot, propan ve az miktarda karbondioksit gazı bulunur. rastlanabilmektedir (PETGAZ, 1995, s.15).

Doğal gaz yatağından tedarik edildiği şekliyle kullanılabilen bir yakıt değildir. Kullanıma uygun hale getirilmesi için, içeriğindeki istenmeyen maddelerin, kimyasal işlemler yardımıyla ayrıştırılması gerekmektedir. (kül gibi katı) atık maddeler meydana getirmez. Dolayısıyla, fosil yakıtlar içinde çevreye daha uyumlu bir enerji çeşidini oluşturmaktadır (Genceli, 1989, s.45).

Doğal gaz, yer altında doğal olarak oluşan hidrokarbon gazları yahut petrol gazlarını ifade etmektedir. Doğal gaz yatakları genellikle petrol yatakları ile birlikte bulunmaktadır. Petrol yatakları ile birlikte bulunan doğal gaz yataklarının petrol yataklarının büyüklüğü ile doğrudan bir bağı yoktur. Az ya da çok miktarda bulunabilmektedir. Bunun yanında doğal gazın varlığının petrolün yeryüzüne

çıkarılmasını kolaylaştırıcı etkisi bulunmaktadır. Genellikle yer altında serbest gaz halinde, petrol içerisinde eriyik vaziyette yahut yeryüzünün 2000 metreden daha derinliklerinde sıvılaşmış gaz halinde bulunabilmektedir (World Energy Council, 2004).

Doğal gaz, petrol gibi yeryüzünden, yeraltına uzanan sondaj kuyuları vasıtasıyla çıkarılabilmektedir. Bu işlemden sonra, kullanıma hazır hale getirilmesi için, bir takım kimyasal ayrıştırma işlemlerinden geçirilmesi ve içerisindeki katı ve sıvı maddelerden arındırılması gerekmektedir. Bu işlemlerin bir kısmı, sondaj kuyusu ile birlikte kurulan tesislerde yapılırken, bir kısmı da kurulan taşıma sistemi ile birlikte en yakın petrol işleme sahasına götürülerek, orada ayrıştırma işlemine tabi tutulmaktadır. Doğal gazın içerisinde var olan etan ve propan gibi hidrokarbonların doğal gazın tüm bileşenindeki oranı içerisinde yüksek miktarlarda bulunması halinde, ayrıştırma işlemi sonucunda birbirlerinden ayrı hammaddeler olarak işlenip, kullanıma sunulabilmektedirler (Genceli, 1989, s.45).

Doğal gaz içten yanmalı motorlarda kullanılmasında yanma sonucunda sıcaklıkta düşme meydana gelmektedir. Yanma sonucuna sıcaklık düşerse NO_x emisyonunda azalma olacaktır. Bununla birlikte doğal gazın kullanılması, motorlu araçlarda gürültü devrinde azalma meydana gelecektir. Doğal gaz oldukça temiz ve özgülüğü sabit olan bir yakıttır. Çevre kirliliği yapmayan bir gazdır. Basıncı düşürmek, sıvı yakıtı gaz haline getirmek ve uygun şartlarda motora vermek için özel bir donanıma gerek kalmamaktadır (Acaroğlu, 2003, s.75).

Genelde doğal gaz içinde nem bulunmaz. Bu yüzden doğal gazın korozyon tesiri olmaz. Fakat birtakım kesimlerde çıkartılan doğal gazlarda bazen neme rastlanmaktadır. Rastlanan bu nem motor için korozyon tehlikeli bir durum olabilmektedir (Ergeneman ve Soruşbay, 1990, s.3).

2.3.3.2 CNG'nin diğer yakıtlarla karşılaştırılması

CNG ile benzinde bazı asal farklar vardır. CNG, motoru gaz olarak besleyen metan, etan ve az miktarda propan karışımı vardır. Böylelikle karışım en uygun şekilde basitleşmekte, bunun yanında emilen hava ile karışması kolay olmaktadır. Normal sıvı yakıtın tersine CNG, emme zamanında gaz halinde olduğu için daha büyükçe hacme yayılır.

CNG diğer yakıtlara nazaran motor çalıştığı süresince atmosfere verdiği zarar temiz olduğu için daha azdır. Bu sebeple motorun karterini ve yanma odasını kirletmez. Böylelikle motorun ve ateşleme bujilerinin ömrünü uzatmaktadır. CNG, kullanıldığında yakıt pompası kullanılmaz. Çünkü depo içinde basınçlı olur. Diğer akaryakıt ürünleri katkı malzemelerine ihtiyaç vardır. Ama CNG’de böyle katkı malzemeleri bulunmaz. Oktan seviyesinin yüksek olmasından dolayı benzine nazaran daha düzenli bir yanma meydana gelir. CNG yakıtında kullanılan karbüratör, diğer yakıtlardaki gibi bakım ve temizleme servisine ihtiyaç duyulmaz. CNG, enjeksiyonlu motorlarda da kullanılabilir.

CNG, motorlarda oluşabilecek aşınmayı azaltır, gürültüyü engeller ve motor yağındaki değişmeyi 2-3 kat azaltır. Dolayısıyla filo işletmeleri için servis ve bakım süreleri azaldığından CNG yakıtı ekonomik olmaktadır. Akaryakıt, motorda akıntı ve sızıntıya sebep olur. Fakat CNG yakıtı araç tesisatlarında emniyetli bir sistem olduğu için buharlaşma, sızıntı, akıntı ihtimali olmadığından ekonomik bir kayıp da olmamaktadır. Egzoz emisyonlarında da dizele ve benzine nazaran çok azdır.

Yapılan araştırmada emisyon değerleri yakıt türlerine göre (soğuk ve sıcak motor için farklı şekilde) karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların karşılaştırılması (Boran, Yeşil ve Gülleci, 1998, s.52) Çizelge 2.1’de sunulmuştur.

Çizelge 2.1: Egzoz gazı emisyon değerleri

Yakıt Türü	CO(g/km)		CO ₂ (g/km)		HC (g/km)		NO _x (g/km)	
	Soğuk	Sıcak	Soğuk	Sıcak	Soğuk	Sıcak	Soğuk	Sıcak
Benzin	1.97	0.45	224	218	0.27	0.10	0.18	0.13
LPG	1.01	0.53	211	192	0.15	0.09	0.15	0.10
CNG	0.36	0.34	203	189	0.37	0.17	0.17	0.14
Dizel	0.68	0.49	241	222	0.12	0.09	0.78	0.74

Kaynak: Dönmez, Semercioğlu, Cömert, Üzülmez, 2009, s.86.

Yakıt ekonomisi yönünden yapılan karşılaştırmalar Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2: Yakıt ekonomilerinin karşılaştırılması

	Benzin	LPG	CNG	Motorin
Son satış fiyatları (TL)	3,0	1,8	1,20	2,2
Yakıt tüketimi (lt/100km)	7,50	9,00	7	7
Tüketim miktarı (TL/100km)	22,5	16,2	8,4	15,4

Kaynak: Dönmez, Semercioğlu, Cömert, Üzülmez, 2009, s.86.

Doğal gaz m³ ya da kg olarak satılmaktadır.

1 Kg doğal gaz yaklaşık 1,33 m³ gelmektedir.

1 m³ Doğal gaz, 1,1 Lt. Benzin veya 1 Lt. Motorin'e eşdeğerdir.

1 m³ NG = 1,1 Litre Benzin (1 kg NG = 1,33 Litre Benzin).

1 m³ NG = 1,3 Litre LPG.

1 m³ NG = 1,0 Litre Motorin (1 kg NG = 1,22 Litre Motorin).

1 Lt LPG = 0,83 Litre Benzin.

2.3.3.3 CNG'nin avantajları

- Diğer yakıtlara göre ucuzdur.
- CNG boru hatlarıyla çok kolay bir şekilde taşınabilir ve zorunlu olduğunda bir doğal gaz kompresörü eklenip dolum yapılabilir.
- Kullanımdan önce istenmeyen yapıların giderilmesi için fazla rafinasyon işlemi gerektirmemektedir.
- Kolay ve temiz bir yakıt dolum işlemi vardır.
- Yüksek bir bakım maliyeti gerektirmez.
- Sızıntı durumunda havadan hafif olması nedeniyle çabucak yayılarak dağılır ve benzin veya dizel yakıttan farklı olarak havada sadece %5 ile %15 konsantrasyon aralığında yanabilir.
- Araçlar için CNG yakıt tankları benzin depolarına göre daha sağlam tasarıma sahiptir. CNG depoları ciddi kazalarda dahi sağlam kalabilir.
- CNG kullanan taşıtlarda, sera gazı etkisi yapan emisyonlarda büyük azalma görülür.
- Dolum esnasında CNG yakıt sistemleri tam yalıtıldığı için çevreye zarar veren madde yayılmaz.

2.3.3.4 CNG'nin dezavantajları

- CNG dolum istasyonları kapsamlı değildir ve alt yapının yeterli olamaması nedeniyle kurulması da masraflıdır.
- Yakıt tüpleri büyük boyutlu olduğu için bagajın boyutunu kısıtlamakta ve sonuç olarak kısıtlı sürüş aralığı olmaktadır.
- Hidrokarbonlara göre taşınması maliyet açısından uygun olmamaktadır. Bunun için ağır kaplar, düşük T ve yüksek P kompresörler/ soğutucular gerekmektedir.
- Tabii emişli motor olduğundan dolayı ısınma etkisi ve CH₄ sera etkisi olduğundan CO₂'ye oranla 20 kez daha kötüdür.
- NOx emisyon sorunları oluşabilmektedir.
- Doğal gaz'ın yakıt olarak araçlarda kullanımı diğer rakiplerine oranla çok daha pahalı olmaktadır. Ayrıca diğer bir hususta değişim ücretleri de dizellere nazaran daha yüksek maliyetlidir.
- Ayırıcı niteliklerinden dolayı araçların verim gücünü bir adım
- Karakteristiklerine de bağlı olarak taşıt performansını bir miktar azaltmaktadır.
- Depolama yapıldığında sızıntı ve dökülme tehlikesi vardır. Eğer sızıntı durumunda ortam havalandırılmadığında, kıvılcım olduğunda patlama ve yanma riski vardır (Boles, 2006).

3. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE DOĞAL GAZ KULLANIMI VE TÜRKİYE'DEN ÖRNEKLER

3.1 Türkiye'de CNG Kullanımına Yönelme

Bu bölümde CNG'nin nerelerde kullanıldığını, avantajları, Türkiye'de neden CNG kullanılması gerektiği, CNG'nin dünya ve Türkiye'deki durumu incelenecektir.

3.1.1 Çevre kirliliği açısından

Ekonomik etkinliklerin çoğalması, belli yerlere yığılması ve buna paralel olarak nüfus hareketlerinin ortaya çıkması giderek daha çok enerji kullanımını gerektirmiştir. Enerji gereksiniminin artması, ideal orandan yanmanın yüksek olması beraberinde hava kirliliğine sebep olmuştur. Kentlerdeki kirlilik kentte kullanılan ısıtma sistemine ve motorlu araç sayısına göre değişmektedir. Endüstri kaynaklı kirlilik endüstri kuruluşlarının belli bölgelerde yoğunlaşması, özellikle gelişmekte olan ülkelerde çevre dostu teknolojilerin kullanılmaması ve maliyeti nedeniyle yeterli tedbirleri alamamasından kaynaklanmaktadır (Keleş, 1982, s.87). Günümüzde, hava kirliliğinin nedenleri başında, plansız ve kontrolsüz gelişen araçların oluşturduğu egzoz gazlarından kaynaklandığı iyice anlaşılmıştır.

Doğal gaz kullanımı çevreyi kirliletmeyen ekonomik ve teknik avantajlara sahiptir. CNG; LPG ve tüm fosil yakıtlardan (fueloil, dizel) daha çevre dostu bir yakıt olmaktadır. Araçların doğal gazla çalışması, hidrojen haricinde kullanılan diğer yakıtlardan ve elektrikle çalışan taşıtlardan dahi daha az emisyon düzeyine sahip olmaktadır (TMMOB, 2008).

CNG'nin diğer yakıtlarla (dizel ve benzin) karşılaştırdığımızda daha çevreci olduğu şu şekilde özetlenebilir: (Çetinkaya, 2003).

- Doğal gaz en az kirliletici yanan yakıttır.
- Ultra Low Emisyonlu Taşıtlar (ULEV), egzoz emisyonlarının takibi için bazı teknolojik öneriler getirmiştir. Doğal gaz emisyonu bu standartların bile altında kalmıştır.

- Doğal gazlı araçların çoğu Süper Ultra Low Emisyonlu Taşıt (SULEV) standartlarını uymakta ve ortaya çıkarılan güç başına emisyonlar göz önüne alındığında elektrikli araçlardan dahi temiz olmaktadır.
- Doğal gaz, araçlarda kullanıldığı zaman partikül emisyonları geleneksel olan dizel yakıt motora kıyasla %65-90 azalmış olmaktadır.
- Kamyon ve otobüsler doğal gaz kullandığı zaman güncel olan emisyon standardını rahatlıkla karşılar.
- Otobüslerde ve ağır kamyonlarda doğal gaz kullanıldığı zaman, dizel motorlarda en büyük sorun olan Nox'lerde 2/3 yaklaşık azalma olmaktadır.
- Diğer alternatif yakıtlara bağlı olarak doğal gaz %25 daha az karbon monoksit ve %90 daha az azot üretmektedir.
- Alternatif yakıtlar aldehit ve diğer hava toksinlerini içerir. Fakat doğal gaz temiz yanan bir yakıttır ve bu maddeleri içinde barındırmaz.
- Diğer yakıtlarla çalışan motorlar gürültü kirliliğine neden olur. Doğal gazın ise gürültü oranı %30'un altındadır.
- Hava kirliliğine yol açan yakıtlar, temel özellikleri göz önüne alındığında dünyanın birçok ülkesinde taşıma araçları, taksi ve otobüslerde doğal gazlı taşıtlar kullanılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde doğal gaz kullanılmasının en önemli sebepleri, hava kalitesi ve insan sağlığının göz önünde bulundurulmasıdır.
- CO oranı %0 değerine çok yakın olduğu için çevreye dost bir alternatif yakıttır.

3.1.2 Ekonomi açısından

“Dünyada uzun yıllardır kullanılan doğal gazın Türkiye’de kullanımı 1980’li yıllarda başlamıştır. Çünkü bu yıllarda sanayileşme, kentleşme ve nüfus artışı gibi etkenlerin

sonucunda doğal gaz rağbetinde ehemmiyetli artışlar olmuştur.” (<http://www.journalagent.com>).

Avrupa’da doğal gaz pazarı olarak süratle gelişirken, Türkiye ilk olarak 1984’de SSCB ile doğal gaz anlaşmasını yapmıştır. Ardından diğer enerji kaynaklarına kıyasla doğal gazın yüksek kalitesini verimliliğini kısa sürede görmüş ve doğal gaza olan kaynaşması hızlı bir şekilde artmıştır. Doğal gaz Türkiye’de konut sektöründe büyük ölçüde yerli ve ithal kömür ile LPG’yi; sanayi sektöründe ise fueloil ve LPG’yi ve son olarak da esas konumuz olan taşıtlarda da CNG’yi ifade etmektedir.

“Türkiye’de doğal gazın konutlarda kullanımına ilk olarak 1988 yılında Ankara’da başlanmış ve daha sonra 1990’lı yıllarda, İstanbul, Bursa, Eskişehir ve Kocaeli illerinde de doğal gaz kullanımına geçilmiştir.” (<http://www.journalagent.com>).

CNG patlama riski bulunmayan ve yakıt şeklinde 650°C’de yanan gazdır. CO ölçüğü %0 olduğu için çevreye dost bir seçenekli yakıt durumundadır. Avrupa Birliğinde egzoz emisyon standardı olmuş olan Euro5’i uygulama ekonomik olan bir yakıttır. Petrol bilindiği gibi rezervi tükenmektedir. Doğal gaz ise 130 yıllık tahmin edilen rezervi vardır. Sanayide ve konutlarda tasarrufu dışında ulaştırma sektöründe de tasarrufu alternatif yakıt olma özelliğini çekici hale getirmektedir. Öte yandan ülkemizde sözleşmeyle satın almak için üstlendiği ve parasını ödemeye devam ettiği doğal gazın, %30’unu kullanması ülke iktisadına çok büyük parasal bir masraf getirmektedir (<http://www.otosatissonrasi.com>). Ekonomik üstünlüklerini özetlersek; hazır bir şekilde elde edilebilir olması, düşük maliyeti, halen var olan iletim ve dağıtım sistemlerinden yararlanılabilir olmasıdır.

3.1.3 Kamu sağlığı açısından

Hızlı kentleşmeyle beraber toplu taşıma araçlarında artış olmuş ve partikülleri ve yüksek emisyonları sonucunda insanları sağlığını bozmaktadır. Bu taşıma araçlarının sırf ekonomik nedenlerden dolayı kullanılması yüksek emisyonlu ve halkın sağlığı açısından zararlı olan bu araçlar birçok hastalığa sebebiyet vermektedir. Sigara insanlara ne kadar zararlıysa havayı kirleten yakıt emisyonları da bir o kadar zararlıdır. Sigaranın sağlık açısından zararları için yapılan duyarlılık araç emisyonları için de gösterilmelidir. Bu açıdan CNG sıfır partikül değeri ve düşük emisyon gazı ile halk sağlığını koruyan yakıt olmaktadır (<http://www.ozakotomotiv.com>).

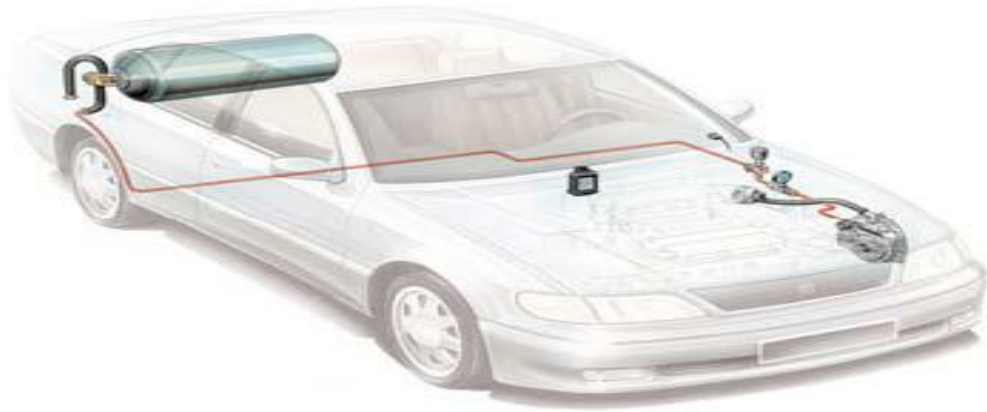
3.1.4 Güvenlik açısından

Doğal gazlı araçlar için güvenlik birimi olarak belli başlı iki esaslı konudan bahsedilebilir: (<http://makina.beun.edu.tr>).

- Bu doğal gaz yakıt sistemlerinin hususî tasarlanması
- Doğal gazlı araçların fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Taşıtların doğal gazlı yakıt şeklinde kullanılması benzin gibi sıradan yakıtları kullanan araçlar gibi güvenilirdirler. Amerika vb. ülkeler okullarda güvenli olmasından dolayı okul otobüslerinde doğal gazlı araçları seçmişlerdir. Nedeni ise kaza olduğu zaman doğal gaz sıvı yakıtlar gibi açığa çıkmamaktadır. Çıktığı takdirde havaya karışır ve kaybolur. Sıvı yakıtlar ise zemin alana yayılır ve yangın olasılığı bayağı yüksek olmaktadır. Amerika'da yapılan araştırmada ölümlü kazalarda doğal gazlı araçlar yer almamıştır. Diğer yakıtlarda ölüm oranı 100 milyon mil başına düşen ölümlü kaza oranı 2,2'dir (<http://cdn.igdas.com.tr>).

Bu doğal gazlı araçlardaki yakıt depoları, diğer araçları yakıt depolarına oranla tedbirli ve tank yapılırken kompozit maddeler sayesinde kimyasal etkilerde daha ihtimamlı yapıdadır. Doğal gazda gazın sızma olanağı sıfırdır. Çünkü yakıt dolum ve kullanımında buharlaşma oranı çok az ve sıfıra yakındır. Tank delindiğinde dahi, havandan daha hafif bir olduğu için direkt olarak atmosfere karışır.



Şekil 3.1: Doğal Gazlı Araç

Kaynak: İGDAŞ, Doğalgazın Araçlarda Kullanımı (Erişim) http://cdn.igdas.com.tr/Web/Content/DogalgazinAraclardaKullanimi_OTO_DOGALGAZ_CNG.pdf. 05 Ağustos 2014.

“Doğal gazın tutuşma sıcaklığı 650 °C, benzinin ise tutuşma sıcaklığı 350°C’dir. Bu sebeplerden dolayı güvenliği fazladır. Ayrıca hava ile %5–15 arası hacimsel bir karışım oluşturulmadan doğal gazın patlaması mümkün değildir. Düşük yanma aralığı ve Yüksek tutuşma sıcaklığı sebebiyle doğal gaz diğer sıvı yakıtlarla karşılaştırıldığında kaza anında güvenlik açısından en güvenilir yakıttır” (<http://makina.beun.edu.tr>).

3.2 Dünyada Doğal Gaz

“20. yüzyılın başlarında itibaren sanayinin gelişmesi ve ulaşım sektöründe içten yanmalı motorların kullanılmaya başlanması ile petrol esaslı yakıtların tüketimi hızla artmıştır. Petrol esaslı yakıtlar geçtiğimiz yüzyılda kaynağından çıkarılması, elde edilmesi ve taşınabilirliği açısından kullanımı en kolay ve en ekonomik enerji kaynaklarından bir olmuştur. Fakat 21. yüzyıl başlarında petrol esaslı yakıtların ekolojik çevreye ne derece zarar verdiği görülmüştür. Ayrıca petrol esaslı yakıtların tüketiminin hızla artması ve kaynakların hızla tükenmesi petrol fiyatlarında anormal artışlara sebep olmuştur. Bu ve benzeri sebeplerden dolayı petrol esaslı yakıtlar tartışılır hale gelmiş ve alternatif yakıtların geliştirilmesi için değişik araştırmalar gerçekleştirilmiştir” (<http://www.tpao.gov.tr>).

Çevre kirliliğiyle ve hızlı sanayileşme 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren oldukça temiz bir yakıt olan doğal gaz ihtiyacının çoğalmasına sebep olmuştur. Doğal gaz yakıtı (CNG) 2030 yılı birincil enerji atraksiyonuna göre talebin artacağı avantajlı bir yakıt haline geleceği beklenmektedir.

“Dünya enerji talebinde son 10 yılda beklenen ortalamanın %2,5’lik yıllık artış 2030 yılına kadar oranın %1,6’ya düşeceği, en yüksek artışta ise %7,6’yla yenilebilir enerjide olacağıdır. Fosil yakıtlardan doğal gazda %2 ile yüksek seviyede artış beklenmektedir. Bunu sırasıyla kömür (%1,2) ve ham petrol (%0,8) takip edecektir” (<http://www.tpao.gov.tr>).

“Doğal gaz dünya çapında, 2010’da 3,3 trilyon, 2011’de ise 2,3 trilyon m³ çıkarılacak gaz rezervi bulunmuştur. Bu durumda, İran’da 600 milyar m³ ve Doğu Afrika’da 500 milyar m³ büyüklüğünde doğal gaz rezervi bulunmuştur. Dünya çapında ispatlanmış mevcut doğal gaz rezervleri, keşfedilmeyen rezervler de dâhil olmak üzere teknolojik olarak çıkarılacak geleneksel doğal gaz rezervi, 2011 yılında 2010 yılına oranla yaklaşık 60 trilyon artış göstererek 462 trilyon m³ düzeyine

gelmektedir. Geleneksel olmayan teknolojilerle çıkartılacak doğal gazla ilgili rezerv tutarı ise 200 trilyon m³ kaya gazı, 81 trilyon m³ sıkışık gaz, 47 trilyon m³ kömür yatağı metan gazı olarak sıralanmıştır” (<http://www.enerji.gov.tr>).

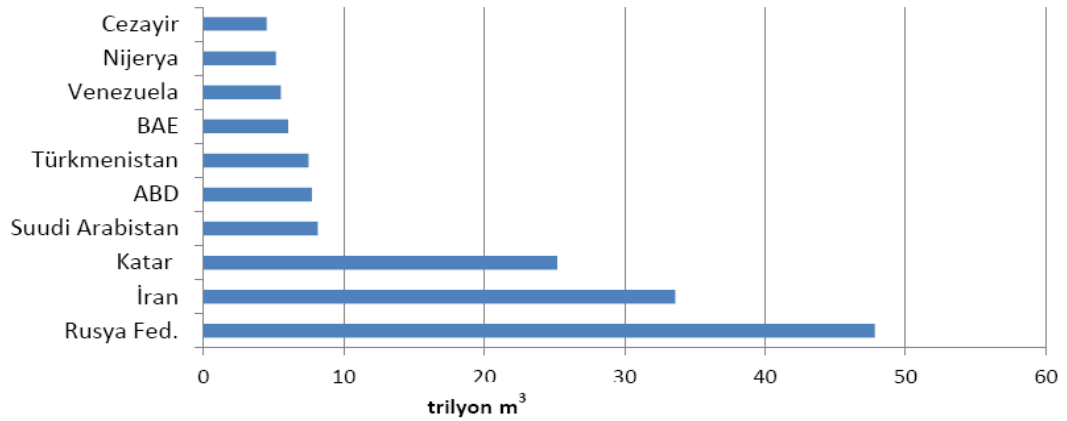
“Dünyada doğal gaz rezervleri açısından ilk sırada Orta Doğu, ikinci sırada Avrupa ve Asya bölgeleri yer alır. Ülkeler bazında %32,1’lik pay ile Rusya birinci, %15,3’lük pay ile İran ikinci gelir. Dünyada yaklaşık olarak 180 trilyon m³ gaz rezervinin olduğu tahmin edilmektedir” (<http://www.enerji.gov.tr>). 2005’te 2,7 trilyon m³ olan dünya toplam doğal gaz tüketiminin, 2003–2030 döneminde, %2,1 oranındaki yıllık ortalama artış hızıyla, 2020’de 4 ve 2030’da 4,8 trilyon m³ düzeylerine ulaşacağı tahmin edilmektedir. Dünyada ortaya çıkarılan doğal gaz kaynaklarının yaklaşık %80’i sadece 10 ülkede bulunur ve bu rezervlerin %37,5’i ise, BDT (Birleşik Devletler Topluluğu)’de yer alır. Rusya ve BDT, Batı Avrupa gaz ihtiyacının %23’ünü, Orta ve Doğu Avrupa ihtiyacının da %55’ini karşılar (Pala, 2007, s.531-536).

Küresel doğal gaz talebi ile dünya doğal gaz üretim niceliklerinin orantılı bir şekilde artış göstermektedir. Dünya mevcut doğal gaz üretimini 2012’de 3,3 trilyon m³ iken 2035’de 4 ile 5,3 trilyon m³ seviyede olması tahmin edilmektedir. Doğal gaz üretimindeki büyük payın 2035 yılı itibariyle değişen iklim ve enerji stratejilerinin uygulamasıyla ilgili olacaktır.

Dünya enerji üretiminin yaklaşık %12’si Rusya tarafından gerçekleştirilmektedir. Enerji alanındaki en önemli aktörlerden biri olan Rusya enerji kaynakları çeşitliliği, doğal gaz rezervleri bakımından sahip olduğu bu avantajlı durumu enerji piyasasındaki konumunu daha da güçlendirmekteydi. Fakat Kuzey Amerika’nın 2015-2020 yılları arasında doğal gaz üretiminde Rusya’yı geride bırakarak birinci sıraya çıkması beklenmektedir. Çünkü doğal gaz üretiminin Kuzey Amerika’da artması LNG ihracatının da artmasına sebep olacaktır. Bu durumda LNG fiyatları ve dünya pazarında önemli etkisi olacaktır (<http://www.tpao.gov.tr/>).

Avrupa’da geleneksel metotlarla doğal gaz imalatında düşme görülmekte, fakat 2020 yılında bilhassa Polonya’nın da yıllık 20 milyar m³ doğal gaz üretimi yapması ayrıcalıklı bir konuma gelmesine sebep olmuştur. Öte yandan Uluslararası Enerji Ajansı, Doğu Akdeniz’de üretim varlığı gizli olan doğal gaza dikkat çekmektedir. Son dönemde keşfi yapılan Tamar ve Leviathan sahaları, toplam da 740 milyar m³ rezerv potansiyeli bulunmaktadır. İsrail’de ise doğal gaz üretiminde 2020’de 10

milyar m³, 2035'te ise 19 milyar m³ aşamasına gelmesi beklenmektedir. Avrasya ve Doğu Avrupa Bölgesinde doğal gaz üretiminin en önemli artışın ise Türkmenistan, Azerbaycan ve Rusya'da olduğu tahmin edilmektedir. Bu ülkelerde 2012'de toplam 672 milyar m³ doğal gaz üretim miktarının 2035 yılında 850 milyar m³ seviyesine ulaşacağı düşünülmektedir. Diğer yandan, Türkmenistan'daki doğal gaz üretiminin yükseldiği gözlemlenmekte olup, 2012 yılında 64,4 milyar m³ olan doğal gaz üretiminin 2020 yılına doğru 100 milyar m³'e ulaşması beklenmektedir. Azerbaycan üretiminin Şah Deniz II sahasındaki genişlemelerle 2035 yılında 50 milyar m³'e çıkması, Özbekistan'ın ise 60-70 milyar m³ arası üretiminin devam etmesi öngörülmektedir (<http://www.tpao.gov.tr/>).



Şekil 3.1: 2012 Yılı Dünya İspatlanmış Doğal Gaz Rezervi, (İlk On Ülke)

Kaynak: Doğal Gaz Sektör Raporu 2013 Yılı Ham Petrol, (Erişim) <http://www.tpao.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/2013-sektor-rapor-mayis-tr.pdf>, 05 Ağustos 2014.

Bugün birçok ülke üretici ve tüketici durumda olarak enerji tüketimindeki potansiyelini keşfettiklerinden doğal gazın önemi gün geçtikçe artmaya başlamıştır. Küresel doğal gaz talebi ile dünya doğal gaz üretim rakamlarında orantılı biçimde arttığı söylenebilir. Dünya toplam enerji tüketiminin % 21'ini doğal gazla karşılamaktadır. Bu teknik faaliyetler geliştiği ve talepler devam ettiği sürece, 2030 yılında doğal gaz % 25-30'luk miktarını karşılayabilecek durumda olacaktır. Buna ek olarak, çevreyi kirleten ana faktör doğal gaz dumanı içerisinde bulunmaması uluslararası alandaki payını ciddi derecede artacaktır. Uluslararası enerji sektöründeki gelişmeler sonucunda aşağıdaki durum ortaya çıkmaktadır (<http://www.worldenergyoutlook.org>):

- Petrol kaynakların sınırlı olması, klasik anlamdaki doğal gaz ve petrol şirketlerinin yerine artık bir enerji şirketi olma yoluna girmişlerdir. Çünkü enerji sektörünün, dünya ekonomisinin temel sektörlerinden biri olduğu belirtilebilir;
- Dünya enerji piyasasında doğal gaz, özel konuma sahiptir. Çünkü doğal gaz 2030 yılından itibaren dünya enerji tüketiminde petrolden daha fazla paya sahip alacağı yönünde bir düşünce vardır;

Doğal gaz konusu dünya ekonomisinin gelişmesinde başta gelen konularındandır. Doğal gaz piyasası dünya enerji piyasası şekillenmesini sağlayan en önemli sektör olmasının nedenlerinden bazıları şunlardır: (Bayraç, 1999, s.2).

- Enerji güvenliğine ilişkin fosil yakıt fiyatlarının yükselmesi ve emisyon gazlarının artması karşısında yeni enerji kaynağı olarak sınıflandırılan doğal gazın önemi anlaşılmaktadır. Birçok ülkede hükümetler tarafından doğal gaz kullanımı teşvik edilmektedir. Diğer yandan doğal gazın enerji piyasasına %20 oranında daha ucuz fiyat ile girmesi için çaba gösterilmektedir.
- Doğal gaz alımı ile ilgili anlaşmalarındaki ithal fiyat; ekonomik, teknik, politik, sosyal ve ticari etkenler benzer faktörlerin bileşiminden oluşmaktadır. Doğal gaz taşıma sistemi, özel donanım büyük mevduat gerektiren ücretler ile gerçekleştirilmektedir. Bundan dolayı; doğal gazın ticareti serbest piyasada olmamak ve devletlerarası ikili protokolle anlaşma yapılmaktadır.
- Doğal gaz alım mutabakatları genelde, uluslararası ticaret ve ekonomik işbirliği ilişkilerine bağlıdır. Alım-satım anlaşmalarının bu durumu, doğal gaz fiyatlarındaki aşırı bulanım dönemlerini önlemektedir.
- Doğal gaz rezervlerinin petrole oranla daha ucuz ve uzun ömürlü olması ve petrol ve petrol ürünleriyle rekabet sağlanmasında önemli bir faktör olmaktadır.

- Enerji ekonomistlerine göre doğal gazın iç piyasa da maliyetleri diğer yakıtlara oranla rekabet edecek düzeyde cazip olduğu ve kullanımı ekonomiyi olumlu bir şekilde etkileyecektir.
- Gaz arz sisteminde gelişen en önemli yararlarından bir diğeri de, ölçek tasarrufudur. İletim hattındaki boru kapasitesi büyütülüp 4 kat artırılması, yatırım maliyetini %60-90 oranında etkilemektedir. Ayrıca, ilave havalandırıcı yatırımı yapıldığında, toplam yatırım tutarının %15-25'i arasında bir mali artış olur, diğer yandan kapasite %40-80 arasında artmaktadır.
- Doğal gazın kullanılabilir olmasının diğer bir sebebi de, kendine has çevre dostu ve teknik avantajlarının ticari, sanayi ve kamu sektörleri tarafından tanınmasından dolayı, pazarlama fırsatını kendisi yaratmaktadır. Endüstride seramik üretimi, cam üretimi, boya kurutma ve özel çelik kategorileri doğal gazın, diğer yakıtlar ile kıyaslandığında teknik anlarak üstün olduğu birçok süreçlerden birkaçıdır. Ticari alanda ve ev kullanımında ise; sıcak su, mutfak ve mekân ısıtılması olmak üzere birkaç yakıtı tek başına yerine getirebilmektedir.
- Rusya'daki Çernobil kazasının ardından Nükleer enerji programları kısıtlanmaya başlaması, elektrik üretiminde doğal gaz kullanımının öncelikli olmasına neden olmuştur. Örneğin; Almanya, İtalya ve Fransa'da 1995 yılından sonra, bu üç santralden birinin doğal gaz toplu çevrim santrali olmasına karar alınmıştır.

3.3 Türkiye'de Doğal Gaz

Türkiye'nin doğal gaz ilk kez 1970'de Kumrular bölgesinde bulunmuş ve kullanılmaya ise 1976'da Pınarhisar Çimento Fabrikası'nda kullanılmıştır. 1975'de Çamurlu sahasında doğal gazın bulunması ile 1982'de Mardin Çimento Fabrikası'nda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ancak boru hattı inşasından sonra üretim ve rezerv miktarı düşük olduğu için kısıtlı miktarda kullanılabilmiştir (<http://www.textara.com>).

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yapılacak politikalar ile dışa bağımlılığın önemli ölçüde azalacağı öngörülmektedir. Bu bağımlılığı azaltmak adına 2023 hedeflerinde, % 46 payı olan doğal gazın payının % 25'e indirilmesi hedefler arasında yer almaktadır. Ancak bunun için ciddi yatırımlar yapılması gerekmektedir. Burada enerji piyasası düzenleme kurumu (EPDK); devreye girmiş Trakya ve Batı Karadeniz, Güney Doğu Anadolu'da çıkarılan doğal gaz, üretilen bölgelerde bulunan ticaret ve sınaî yapılara, dağıtım işletmelerine, ithalatçı işletmelere ve toptan satış işletmelerine görev verilmektedir.

“Daha tamamen fosil yakıt olan ham petrolün yerini tutabilecek bir yakıt olan ve onun yerini gelebilecek iyi bir enerji kaynağı olan doğal gaz bulunabilmiş değildir. Bu noktada yalnızca bu kaynaklara olan yönelim azaltılabilir ancak tamamen ortadan kaldırılması mümkün görünmemektedir. Çünkü ülkemizde doğal gaz rezervi 2012'de 6,84 milyar m³'tür. Şimdiki üretim seviyesine bakıldığında yurtiçindeki doğal gaz rezervindeki süre 10,3 yıldır” (<http://www.tpao.gov.tr>).

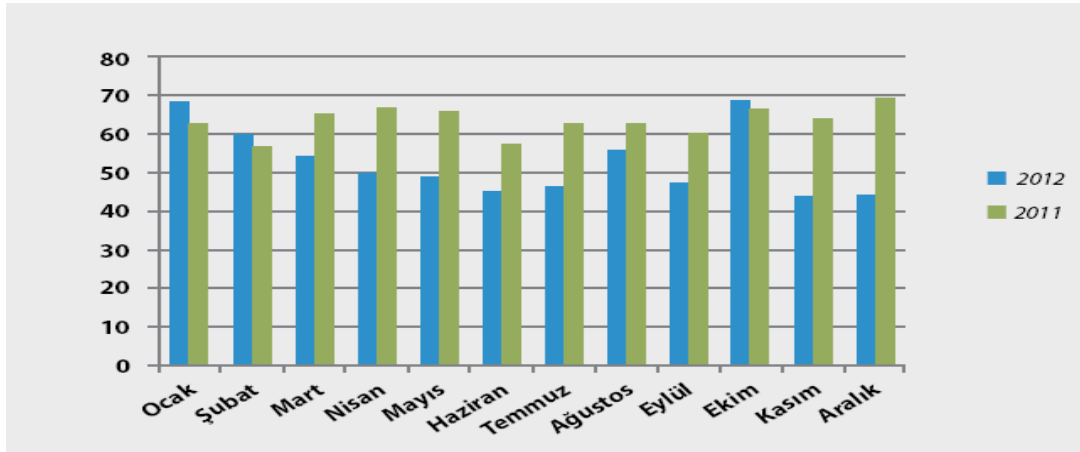
Çizelge 3.1: 2007-2012 yılları doğal gaz üretim miktarları (milyon Sm³)

Yıllar	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Miktar	874	969	684	682	759	632

Kaynak: EPDK, doğal gaz piyasası sektör raporu (2013), (Erişim) http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r+Raporu%2FSektor_Raporu_BOTAS_2013.pdf 10 Ağustos 2014.

2012 yılında şirketlerce gerçekleştirilen üretim miktarı 2011 yılına göre %16,7 kıyasla düşüş olmuştur.

Çizelge 3.2: 2011 ve 2012 yıllarında üretilen doğal gazın aylık karşılaştırması



Kaynak: EPDK, doğal gaz piyasası sektör raporu (2013), (Erişim) http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r+Raporu%2FSektor_Raporu_BOTAS_2013.pdf 10 Ağustos 2014.

Çizelge 3.2’de 2011 yıllarında üretim miktarı aylık tabanda fazla bir değişim göstermemiştir. 2012 yılında bilhassa Ocak ve Ekim aylarında ise üretim miktarı aylık ortalamanın seviyesinin üzerinde olmuştur. Türkiye’de doğal gaz alanında faaliyet gösteren kuruluşları şöyle özetlenebilir:

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO)

Türkiye’de doğal gaz kullanımının yaygınlaşması depolama ihtiyacını beraberinde getirmiş ve TPAO’nun Trakya yarımadasındaki gaz sahalarının depo olarak kullanılması gündeme gelmiştir. Depolama ile ilgili olarak Türkiye’de doğal gaz iletiminden sorumlu BOTAŞ ile TPAO arasındaki ilk protokol, Kuzey Marmara Sahasını üretime alma çalışmaları devam ederken 06.08.1996 tarihinde imzalanmıştır. Daha sonra 18.10.1996 tarihinde 2. Protokol, 14.07.1997 tarihinde yatırım anlaşması ve nihayet 21.07.1999 tarihinde “Doğal gaz Depolama ve Yeniden Üretim Hizmetleri Anlaşması” imzalanmıştır (Tirek, Abravcı, Karaman ve Uysal, 2005, s.45).

Yapılan anlaşma içeriğinde, Kuzey Marmara Sahasında 1,3 Milyar Sm³ ve Değirmenköy Sahasında 0,3 Milyar Sm³ olmak üzere toplam 1,6 Milyar Sm³ gaz depolanması, bunun için de Kuzey Marmara sahasında 1,648 Milyar Sm³, Değirmenköy Sahasında ise 0,232 Milyar Sm³ olmak üzere toplam 1,880 Milyar Sm³ yastık gazı bırakılması öngörülmüştür. Anlaşma süresi, tesisler devreye alındıktan sonra yaklaşık 1 yıllık gelişme dönemini takiben, 15 yıldır. Kuzey Marmara sahasında bedeli BOTAŞ tarafından ödenmek üzere yastık gazının rezervuarda

bırakılmasına, Değirmenköy için ise tesisler devreye alındıktan sonra BOTAŞ tarafından temin edilecek yastık gazının rezervuara enjekte edilmesine karar verilmiştir (Tirek, Abravcı, Karaman ve Uysal, 2005, s.45). Anlaşmada sahaların doğal gaz deposuna dönüştürülmesi için gerekli bütün yatırımların TPAO tarafından gerçekleştirilmesi, tesislerin TPAO tarafından işletilmesi, depolanan gaz için sözleşmede tespit edilen birim fiyat üzerinden ücret ödeme ve her yıl depolama kapasitesinin en az %80'inin kullanılması yükümlülüğü bulunmaktadır.

TPAO'nun Kuzey Marmara Doğal gaz Sahası, 1988 yılında Marmara Denizi'nde İstanbul ili, Silivri ilçesinin 5,5 km batısında, kıyıdan yaklaşık 2,5 km açıkta ve 43 m su derinliğinde açılan KM-1 kuyusu ile keşfedilmiştir. Sahadan doğal gaz üretimine 1997 senesinde 5 adet kuyu ile bu kuyuların bağlandığı ve 43 m su derinliğine yerleştirilmiş 1 adet insansız platform kullanılarak başlanmıştır.

Değirmenköy Doğal Gaz Sahası ise, Değirmenköy beldesine yaklaşık 6 km mesafede, kıyıdan 15 km ve Kuzey Marmara Sahasından yaklaşık 16,2 km uzaklıktadır. Saha 1994 yılında DK-1 kuyusu ile keşfedilmiş olup 600 Milyon Sm³ olarak hesaplanan yerinde gaz miktarı belli bir süre gaz üretiminden sonra 750 Milyon Sm³ olarak düzeltilmiştir. Sahadan doğal gaz üretimine 1995 senesinde başlanmış olup 2004 sonu itibari ile 579,4 Milyon Sm³ gaz üretilmiştir.

Depolama tesisleri mevcut ve planlanan kapasite bilgilerine göre halen 15 Milyon Sm³ günlük üretim kapasitesinde olan tesisin planlanan FAZ 1-2 ve 3 yatırımları ile 40 Milyon Sm³ günlük üretim kapasitesine çıkartılması için çalışmalar devam etmektedir. FAZ 1-2 ve 3 projeleri ve diğer sahalardaki depolama faaliyetlerinin de kapasiteye dâhil edilmesi ile toplamda yıllık 3,5 Milyar Sm³ depolama hacmine ulaşılması planlanmaktadır (<http://www.enerji.gov.tr>).

Boru Hatları ile Petrol ve Doğal Gaz Taşımacılığı Anonim Şirketi (BOTAŞ)

BOTAŞ, 1974 tarihinde Irak petrolünün Akdeniz'e taşınması amacıyla TPAO tarafından kurulmuştur. 1995 yılındaki bir kararla (95-6526 sayılı 08/02/95 tarihli Bakanlar Kurulu Kararı) TPAO'ya bağlılığı ortadan kaldırılmıştır (<http://www.botas.gov.tr>). BOTAŞ, doğal gazın ülke içi ve dışı ticaretini yapan, boru hatları yapımı ve işletmeciliği alanlarında faaliyette bulunan kamuya ait stratejik kuruluşlardan biridir. Bugün dünyada enerji şirketleri içerisinde en etkin olanları dikey bütünleşik enerji şirketleridir. Bu kapsamda TPAO ve BOTAŞ'ın bütünleşmesi

halinde daha etkin bir konuma yükseleceği açıktır. Arama, üretim, işletim, taşıma, ihracat, ithalat ve pazarlama faaliyetlerinin aynı bütünleşik şirket çerçevesinde yapılması hem masrafları azaltacak, hem de kaynak sorununa çözüm getirmiş olacaktır.

Çizelge 3.3: 2013 yılı Türkiye doğal gaz rezervleri

Şirket	Rezervardaki Gaz(*)	Üretilabilir Gaz	Kalan Üretilbilir Gaz
T.P.A.O.	16 267 954 165	12 050 635 459	3 972 681 642
N.V.Turkse Perenco	340 680 073	340 680 073	
Amity Oil İnt. & T.P.A.O	1 924 833 289	1 586 975 398	86 853 167
Thrace Basin & Pinnacle Turkey & Corp.	5 320 873 992	4 828 601 173	2 299 472 242
Tiway& T.P.A.O.&Foinavon& Petrol Ofisi A.Ş.	1 336 910 000	1 005 490 000	143 089 510
TransAtlantic&Petrako& Valeura Energy	140 993 784	133 253 784	9 796 449
Arar	240 013 267	192 013 267	190 588 584
Tiway-TEMI	161 400 000	141 600 000	135 316 297
Petrogas	27 533 214	27 533 214	40 208
Amity Oil İnt.	17 656 097	17 656 097	3 539
Maya & Çalık Enerji & Petrogas	1 049 720	1 049 720	
Toplam	25 779 897 601	20 325 488 185	6 837 841 638

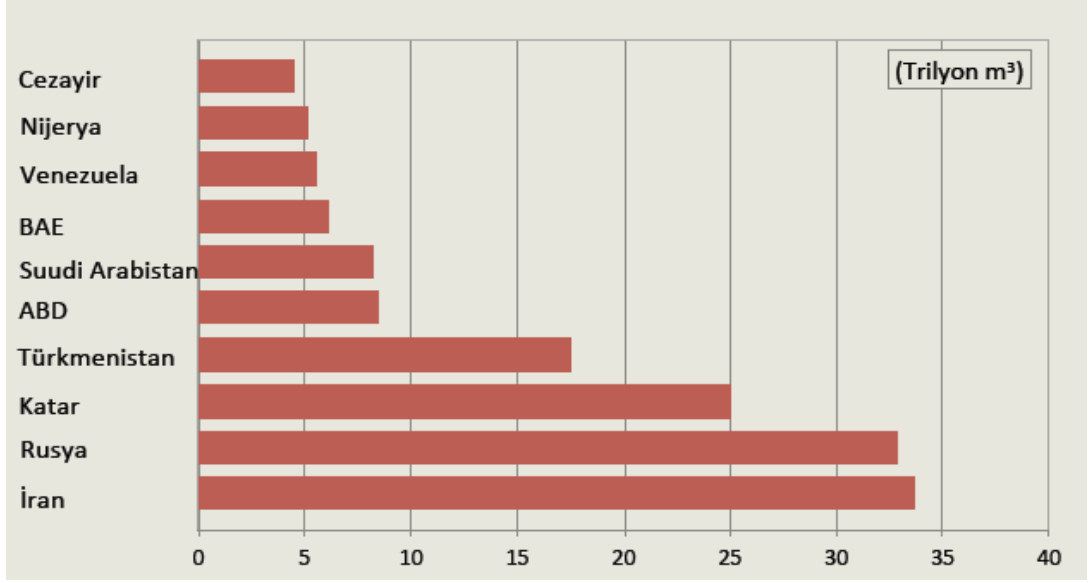
Kaynak: Doğal Gaz Sektör Raporu 2013 Yılı Ham Petrol, (Erişim) <http://www.tpao.gov.tr/tp5/docs/rapor/2013-YILI-HAM-PETROL-VE-DOGAL-GAZ-SEKTOR-RAPORU.pdf> 10 Ağustos 2014.

Bu dışarıya bağımlılık için yüklü döviz ödemek zorunda kalınmaktadır. İthal edilen doğal gazın kaynağı ve güzergâhı da yüksek derece öneme sahiptir. Dolayısıyla bu kaynakların güvenli bir bölgeden geçmesi gerekmektedir. 2012 Yılı Türkiye’de doğal gazın araç yakıtı olarak tüketimi Serbest Tüketiciler Tüketimi (Sm³) 2.935.036 ve Yıllık Toplam (Sm³) 2.935.036 şeklinde tüketim olmuştur (<http://www.enerji.gov.tr>).

3.4 Dünyada Doğal Gaz Rezervleri

“Dünya genelinde, 2010’da 3,3 trilyon, 2011’de ise 2,3 trilyon m³ çıkarılabilir gaz rezervi bulunmuştur. Bu durumda, İran’da 600 milyar ve Doğu Afrika’da 500

milyar m³ kapasitede doğal gaz rezerv potansiyeli ortaya çıkartılmıştır. Küresel bazda doğal gaz rezervleri, keşfedilmeyen rezervler ve rezerv genişlemeleri dâhil olmak üzere dünya çapında metot olarak çıkartılabilecek geleneksel doğal gaz rezervi, 2011'den 2010'na yaklaşık oranla 60 trilyon artmış sonuç olarak 462 trilyon m³ seviyesine erişmiştir. Geleneksel olmayan metotlarla çıkartılacak doğal gaza alâkalı rezerv miktarlarında ise 81 trilyon m³ sıkışık gaz, 200 trilyon m³ kaya gazı, 47 trilyon m³ kömür yatağı metan gazı olarak sıralanmaktadır.” (<http://www.enerji.gov.tr>).



Şekil 3.3: Küresel olarak en fazla doğal gaz rezervine sahip ilk 10 ülke

Kaynak: BP Statistical Review, 2013. <http://www.tpao.gov.tr/tp5/docs/rapor/2013-YILI-HAM-PETROL-VE-DOGAL-GAZ-SEKTOR-RAPORU.pdf> (E:05.06.2015).

3.5 Türkiye'nin Doğal Gaz Potansiyeli

Doğal gaz üretimi açısından Türkiye zayıf bir ülke durumundadır. Türkiye günümüzün en önemli enerji kaynaklarından sayılan doğal gaz konusunda dışa bağımlıdır. Enerji kullanımının genel olarak büyük miktarda doğal gaz kaynaklı olması Türkiye açısından olumsuz etkilere sahip bulunmaktadır. Türkiye doğal gaz ithal etmeye 1990'lı yıllarda başlamıştır. Diğer yakıtlara göre daha çevreci, daha ekonomik olması doğal gazın kullanımda ve enerji tüketiminde payı gittikçe artmaktadır. Fakat petrol tüketimi 2000'li yıllarda halen ilk sırada yer almaktadır. Doğal gaz kullanımındaki hızlı yükseliş, petrolden sonra üçüncü sırada yer almasını sağlamıştır. 2003 yılında 561 milyon metreküp olan doğal gaz üretimi 2008 yılında

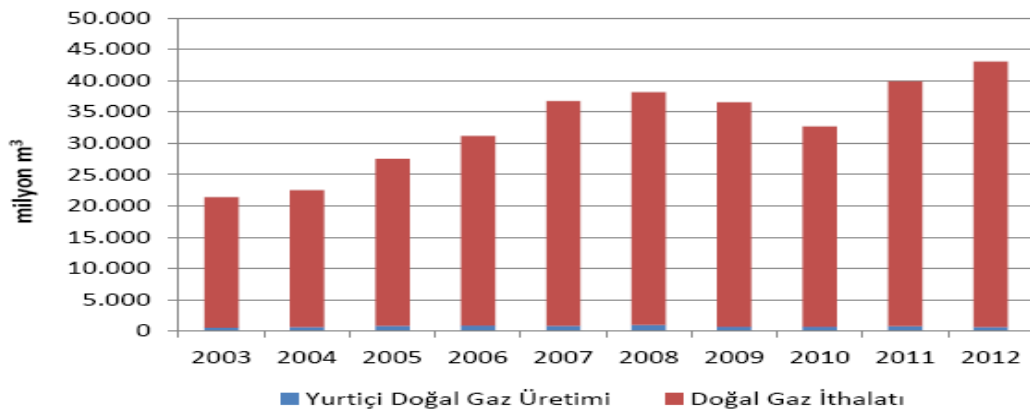
1.014 milyon metreküp tavan üretim miktarı olarak gerçekleşirken, 2012 yılı sonunda 664 milyon metreküp olarak gerçekleşmektedir (Pamir, 2003, s.12).

2011 yılı Türkiye doğal gaz üretimi yaklaşık 793 milyon m³ iken, tüketim ise 44,7 milyar m³ olarak gerçekleşmiştir. Üretimin tüketimi karşılama oranı ise yalnızca % 2'dir. Tüketim dikkate alındığında doğal gazda dışa bağımlılık oranı yaklaşık %90 seviyesinde olduğu görülmektedir. Ancak doğal gazın elektrik ve ısınma alanında kullanıldığı düşünüldüğünde bu oranın gerçekleşmesi öngörülebilir bir sonuçtur (Ege, 2004, s.29).

Türkiye doğal gaz ithalatının büyük kısmını Rusya'dan temin etmektedir. Rusya'yı %19'luk payla İran ,%9 payla Azerbaycan ve Cezayir(LNG),%3'lük Payla Nijerya(LNG) izlemektedir. Bu noktada da enerji açığını bir takım doğal gaz antlaşmaları yaparak gidermeye çalışmaktadır (Ulutaş, 2008, s.11).

2013 yılı sonu itibariyle gerçekleşmiş ithalat rakamları üzerinden hareket edildiğinde doğal gaz ithalatının önemli bir kısmının (26.875 milyon m³) yaklaşık %57,9'unu Rusya'dan yapıldığı görülmektedir (İmren, 2011, s.178).

Enerji güvenliği açısından Türkiye'nin doğal gazın %90'ını İran ve Rusya'dan alması tehlike oluşturmaktadır. Aynı durum petrol ithalatı içinde aynıdır. Çünkü Türkiye için bu durum, petrol talebinin sadece %20'sini kendi kaynaklarından karşılayabilmekte, ekonomi için fiyat dengesizliğine sebep olmaktadır (İmren, 2011, s.179).



Şekil 3.4: Yıllar itibariyle Türkiye doğal gaz arzı

Kaynak: Doğal Gaz Sektör Raporu, 2012 Yılı Ham Petrol, (Erişim) <http://www.tpao.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/2012-sektor-rapor-mayis-tr.pdf> 10 Ağustos 2014.

“Türkiye’nin son on yıl içinde ham petrol arzı %12 oranında düşerken, doğal gaz arzı %91 oranında artmaktadır. 2012 yılında ham petrol talebinin %9’u yerli üretimle karşılanmış, doğal gazda ise bu oran %1,6 olarak gerçekleşmiştir.” (<http://www.tpao.gov.tr>).

Türkiye’de, doğal gaz üretimi TPAO firması tarafından, doğal gaz temini, dağıtım, iletimi ve satış faaliyetleri ise BOTAŞ tarafından yürütülmektedir.

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO)

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) TPAO 1954 yılında 6327 sayılı yasayla kurulan Türkiye'nin milli petrol şirkettir. 1983 yılına kadar TPAO bütünleşmiş bir şirket olarak birçok faaliyette bulunmuştur.

“TPAO tarafından 2012 yılında, 55,50 adam/ay jeolojik saha çalışması, 44,66 ekip/ay jeofizik saha çalışması gerçekleştirilmiş, 82 adet arama kuyusu, 24 adet tespit kuyusu, 51 adet üretim kuyusu, 1 adet istikşaf kuyusu olmak üzere toplam 158 adet kuyu açmış olup, 298.442 metre sondaj yapılmıştır” (<http://www.tpao.gov.tr>).

Ortaklık, petrol sektöründe esasen arama, sondaj, üretim, doğal gaz depolama, boru hattı projelerine katılım, petrol ticareti ve taşımacılığı alanlarında faaliyette bulunmaktadır (<http://www.tpao.gov.tr>). Son yıllarda ülke içerisinde bilinen eski alanlarının yanı sıra yeni deniz sahalarına yönelmiştir. Karadeniz'deki hidrokarbon potansiyeline ilgi gösteren şirketlerden biri ile PETROBRAS arasında 17 Ağustos 2006 tarihinde büyük bir yatırım öngören Ortak İşletme Anlaşması imzalanmıştır. Bunun gibi birçok şirketle ortaklık konusunda görüşmeler yapılmaktadır (<http://www.tpao.gov.tr>). TPAO Batı Karadeniz'de büyük olmasa da bazı gaz keşifleri yapmıştır. Ülkemizde 2008 yılında birikmiş doğal gaz üretiminin %76’sı TPAO katkılarıyla gerçekleşmiştir. Ayrıca ülkemizin toplam 1,6 milyar m3 kapasiteli ilk yeraltı doğal gaz depolama projesi olan Silivri Doğal Gaz Depolama Projesi çalışmaları TPAO tarafından 1998 yılında başlatılmış olup, 2015 yılında mevcut kapasiteyi %100 arttırma amacına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir(<http://www.tpao.gov.tr>).

Boru Hatları ile Petrol ve Doğal Gaz Taşımacılığı Anonim Şirketi (BOTAŞ)

BOTAŞ, 1974 tarihinde Irak petrolünün Akdeniz’e taşınması amacıyla TPAO tarafından kurulmuştur. 1995 yılındaki bir kararla (95-6526 sayılı 08/02/95 tarihli Bakanlar Kurulu Kararı) TPAO'ya bağlılığı ortadan kaldırılmıştır. BOTAŞ, doğal

gazın ülke içi ve dışı ticaretini yapan, boru hatları yapımı ve işletmeciliği alanlarında faaliyette bulunan kamuya ait stratejik kuruluşlardan biridir. Bugün dünyada enerji Şirketleri içerisinde en etkin olanları dikey bütünleşik enerji Şirketleridir. Bu kapsamda TPAO ve BOTAŞ'ın bütünleşmesi halinde daha etkin bir konuma yükseleceği açıktır. Arama, retim, işletim, taşıma, ihracat, ithalat ve pazarlama faaliyetlerinin aynı bütünleşik Şirket çerçevesinde yapılması hem masrafları azaltacak, hem de kaynak sorununa çözüm getirmiş olacaktır.

3.6 Doğal Gazın Taşıt Yakıtı Olarak Kullanımı

Doğal gaz kolay temin edilmekte ve çevreci özellikleri nedeniyle tüm dünyada teşvik edilmektedir. “Doğal gazla çalışan araç sayısının 2015 yılına kadar 800 bine çıkması hedeflenmektedir. Dünya genelinde 59 ülkede, 3 milyon araç doğal gazla çalışmaktadır” (<http://cngtakit.blogspot.com>). “2020 yılına gelindiğinde ise dünyada 70 milyonun fazlası doğal gazlı araçla çalışması beklenmektedir” (<http://makina.beun.edu.tr>). Doğal gaz dolun istasyonlarının kapsamlı olmaması nedeniyle, bu tipteki araçlar çift yakıtlı üretilmek zorunda olmaktadır. Üreticiler ise, pazarın büyümesinden dolayı fabrika çıkıŐı doğal gazlı araç yapmaktadırlar. Mercedes, Volvo, BMW, Honda, Toyota, Renault, Opel, Fiat, M.A.N., Isuzu ve Iveco' nun bu tip modelleri mevcuttur. Türkiye'nin birçok Őehrinde doğal gaz hatları tesis edilmiş olup, oto doğal gaz istasyonu kurulması için gerekli altyapı oluŐmuŐtur.

Türkiye'deki Büyükşehir Belediyeleri tarafından kullanılmakta olan CNG yakıtlı otobüs araç parkları 22 Nisan 2013 tarihinden itibaren önemli bilgiler aşağıda yer almaktadır: (<http://www.bredamenariniturkiye.com/images/pdf>).

- İstanbul (İETT) 240 adet 12 mt. BredaMenarinibus Avancity (Karsan retimi)
- İstanbul (İETT) 100 adet yeni parti CNG dönüşümü planlaması
- İstanbul (Otobüs A.Ő.) 43 adet 12 mt.
- Ankara (EGO) 1090 adet 12 mt. + 175 adet 18 mt.
- Kocaeli 35 adet 12 mt. + 10 adet 18 mt.
- Kayseri 193 adet 12 mt.
- Gaziantep CNG araç filosuna 50 adet 12 mt. yeni teslimat planlaması

Birçok batı ülkesinde yeni enerji kaynaklarının kullanımının gündeme gelmesiyle doğal gazın araçlarda kullanımı ile ilgili arayışların hızlanmasına neden olmuştur. Dünyanın gelişmiş ülkelerinden bir olan ABD en fazla kara aracına sahiptir. ABD CNG ile çalışan araçların Enerji Bakanlığı'nın "Alternatif Yakıtlar Veri Merkezi"nde yer alan bilgilerde, yaklaşık 112 bin araçta doğal gaz kullanılmaktadır. ABD, 2015 yılına kadar dünyanın en büyük doğal gaz üreticisi olacağı tahmin edilmektedir. (Erdil, 14 Ocak 2013).

İstanbul'da yapılan Atlantik Konseyi'nin Enerji ve Ekonomi Zirvesi'nde, ABD Enerji Bakan Yardımcısı Daniel Poneman'ın yaptığı konuşmada

"Arkansas'ta bir CNG şirketinde aracınızı (3,78 litre) galon, 1,10 dolardan CNG ile doldurabiliyorsunuz. (Litresi yaklaşık 50 kuruş) Başka bir istasyonda ise benzin için galon başına 4 dolar alıyor" (Erdil, 14 Ocak 2013).

ABD'de 190 milyon kamyon, 520 milyon otomobil bulunmaktadır. ABD'nin hava kirliliği ortalaması %50'si ile bu taşıtların egzozlarından dolayı meydana geldiği belirlenmiştir.

ABD'de petrole çalışan bu araçların, egzoz emisyonlarını azaltmak için çeşitli önlemler alınmıştır. Bunlar tüm benzinle çalışan araçlara benzin ve dizel yakıtın yapıları değiştirilmiş, katalitik filtreler takılmış, araçların motor tasarımları geliştirilmiştir. Daha sonra bu önlemlerin yeterli olmadığı görülmüş ve 1990 yılında Temiz Hava Yasası ile 1992 yılında kabul edilen Enerji Kanunu ile de alternatif yakıtlar nedeniyle çeşitli çalışma başlatılmıştır. ABD'de çıkartılan bu iki kanun da 30 eyalette devam etmektedir. Sonuç olarak 5 milyon taşıtın doğal gazla çalışması yüzyılın sonuna kadar hedeflerinin içinde yer almaktadır. Bugün ABD'de son yıllarda bu mevzuda yalnızca kaliteyi artırmak için yürütülen masrafların miktarı 5 milyon Doların üzerindedir.

ABD'de 1992 yılında hazırlanan ABD Temsilciler Meclisinde görüşülen GAO/RCED 92-119 numaralı raporun sonucunda, Kanada da doğal gazlı taşıtların kullanımının artırılması yönünde 45 milyon doları doğrudan teşvik olması için 58 milyon dolar tahsisat yaptıkları belirtilmiştir.

Türkiye'de ise ulaşımda kullanılmakta olan belediye otobüslerindeki egzoz gazının meydana getirdiği hava kirliliğinin önüne geçebilmek için çeşitli programlar yapılmaktadır. Doğal gaza değişimleri tamamlanmış olan otobüsler Ankara ve

İstanbul'da kullanılmasına başlanmıştır. Çizelge 3.4'te 2005-2012 arası tüketim verileri gösterilmiştir (Öz, Borat, Sürmen, 2003, s.70).

Çizelge 3.4: 2005-2012 Arası Tüketim Verileri (Milyar m³)

JAPONYA	78,6	83,7	90,2	93,7	87,4	94,5	105,5	116,7	10,30%	3,50%
S.ARABİSTAN	71,2	73,5	74,4	80,4	78,5	87,7	92,3	102,8	11,10%	3,10%
KANADA	97,3	96,9	96,2	96,1	94,9	95	100,9	100,7	-0,40%	3,00%
MEKSİKA	61	66,6	63,5	66,3	72,4	72,5	76,6	83,7	8,90%	2,50%
İNGİLTERE	95	90,1	91,1	99,3	91,2	99,2	82,8	78,3	-5,70%	2,40%
ALMANYA	43,2	87,2	82,9	81,2	78	83,3	74,5	75,2	-0,70%	2,30%
İTALYA	79,1	77,4	77,8	77,8	71,5	76,1	71,3	68,7	-4,00%	2,10%
B.A.E.	42,1	43,4	49,2	59,5	59,1	60,3	62,5	62,9	0,40%	1,90%
HİNDİSTAN	35,7	37,3	40,1	41,3	51	61,9	61,1	54,6	-11,00%	1,60%
MISIR	31,6	36,5	38,4	40^	42,5	45,1	49,6	52,6	5,70%	1,60%
G.KORE	30,4	32	34,7	35,7	33,9	43	46,3	50	7,80%	1,50%
UKRAYNA	69	67	63,2	60	47	52,1	53,7	49,6	-7,80%	1,50%
ÖZBEKİSTAN	42,7	41,9	45,9	48,7	43,5	45,5	49,1	47,9	-2,80%	1,40%
ARJANTİN	40,4	41,8	43,9	44,4	43,2	43,3	45,7	47,3	3,30%	1,40%
TÜRKİYE	26,9	30,5	36,1	37,5	35,7	39	45,7	46,3	0,90%	1,40%
FRANSA	45,4	44	42,6	44,3	42,6	47,4	40,9	42,5	3,70%	1,30%
PAKİSTAN	35,5	36,1	36,3	37,5	38,4	39,3	39,2	41,5	5,60%	1,20%
HOLLANDA	39,3	38,1	37	38,6	38,9	43,6	38,1	36,4	-4,50%	94,1,1
ENDONEZYA	33,2	33,2	31,3	33,3	37,4	40,3	37,3	35,3	-4,20%	94,1,1
MALEZYA	31,4	33,7	33,4	33,8	33	34,5	32	33,3	3,90%	94,1,0
CEZAYİR	23,2	23,7	24,3	25,4	27,2	26,3	27,8	30,9	10,80%	0,90%
KATAR	18,7	19,6	19,3	19,3	20	19,9	21,9	26,2	18,90%	0,80%
AVUSTRALYA	22,2	24,4	26,6	25,5	25,2	25,7	25,6	25,4	-0,90%	0,80%
TÜRKMENİSTAN	16,1	18,4	21,3	20,5	19,9	22,6	25	23,3	-7,10%	0,70%
KAZAKİSTAN	9,3	9,9	8,4	8,1	7,8	8,2	9,2	9,5	2,60%	0,30%
AZERBAYCAN	8,6	9,1	8	9,2	7,8	7,4	8,1	8,5	3,70%	0,30%
NORVEÇ	4,5	4,4	4,3	4,3	4,1	4,1	4,3	4,3	-1,00%	0,10%
DÜNYA TOPLAMI	2768,9	2839	2932,1	3011,5	2943,9	3176,3	3232,4	3314,4	2,20%	100,00%
AB	496,1	489,7	482,1	497,3	465,1	502,9	453,1	443,9	-2,30%	13,40%

Kaynak: BP *Statistical Review of World Energy 2013*, (Erişim)

www.bp.com/statisticalreview 01 Temmuz 2015.

3.7 Türkiye’den Örnek Uygulama

Dünyada LPG’den daha büyük bir pazar olan oto doğal gaz pazarında, son birkaç yılda özellikle belediyelerin öncülüğünde Türkiye’de de ciddi bir hareketlenme söz konusu (<http://www.isfikirleri-girisimcilik.com>). Otomotiv sektörünün gelişmesi ve yeni enerji kaynaklarının kullanımının gündeme gelmesi alternatif enerji kaynakları arayışının hızlanmasına neden olmuştur.

CNG yakıtı incelendiğinde diğer yakıtlara göre daha çevreci, daha ekonomiktir. Bununla beraber motor gücünde fazla bir azalma aşağıdaki çalışmalarla anlatılacaktır. Bu yakıtın kullanımının artırılması hem çevre için ve hem de ekonomi için önemli bir gelişme sağlayacaktır.

3.7.1 Borusan Lojistik



Şekil 3.5: Doğal gazla çalışan çekici

Kaynak: Borusan Lojistik Doğal Gazlı Mercedes Axor 1840 Test Sonuçları, Turuncu Dergisi.

MERCEDES AXOR 1840 ÇEKİCİ

Motor Model: OM457

Tip: TURBO İNTERCOOLER EURO 3

Strok: 128 mm * 155 mm

Hacim: 11967 cm³ 401HP

Tork: 1900 NM/1000-1600 D/D

Yakıt Türü: Doğal Gaz

Yukarıda CNG uygulamasının sonucunda yapılan ölçümlerle tüketim miktarları yaklaşık olarak aşağıda verilmiştir:

Birinci test sonucu: Doğal gazlı Axor 1840 Bursa Naturelgaz tesisinden CNG dolumu yaparak İzmir Naturelgaz tesisine kadar 401 km yol yapmıştır. 401 km lik yolun sonunda araca 200 m³ doğal gaz dolumu yapılmıştır.

İkinci test sonucu: Doğal gazlı Axor 1840 Bursa Naturelgaz tesisinden CNG dolumu yaparak Eskişehir Morgaz tesisine kadar 192 km yol yapmıştır. 192 km lik yolun sonunda araca 85,72 m³ doğal gaz dolumu yapılmıştır.

Üçüncü test sonucu: Doğal gazlı Axor 1840 Eskişehir Morgaz tesisinden CNG dolumu yaparak Adapazarı Naturelgaz tesisine kadar 182 km yol yapmıştır. 182 km lik yolun sonunda araca 56,59 m³ doğal gaz dolumu yapılmıştır.

Dördüncü test sonucu: Doğal gazlı Axor 1840 Adapazarı Naturelgaz tesisinden CNG dolumu yaparak önce İstanbul-Dudullu'ya oradan da Bursa Naturelgaz tesisine kadar 394 km yol yapmıştır. 394 km lik yolun sonunda araca 138,80 m³ doğal gaz dolumu yapılmıştır. Test sonucunda araç toplam da 1169 km yapmış ve bunun karşılığı olarak araca 481,11 m³ doğal gaz dolumu yapılmıştır.

Sonuç: Doğal gazlı Axor 1840, 100 km de 41,12 m³ doğal gaz tüketmektedir. (Borusan Lojistik, Turuncu Dergisi).

Borusan Lojistik Şoförünün Araç Hakkındaki Görüşleri: Doğal gazlı Mercedes Axor 1840'ı devirli kullanmak gerekmektedir. Devirli kullanıldığında, dizel Axor 1840'dan hiçbir farkı yoktur (Borusan Lojistik, Turuncu Dergisi).

Naturelgaz Yetkilisi ve Borusan yetkilileri tarafından takip edilen testin zor yol ve kış şartlarında yapılması, aracın çekişi ve yakıt tüketimi açısından maksimum limitlerinde kullanılması; gerek performans ve gerekse yakıt tüketimi açısından en zor koşullarda dahi hem ekonomi hem de performans bakımından memnuniyet verici neticeler ortaya koymuştur (Borusan Lojistik, Turuncu Dergisi).

Araç şoförünün ilk defa doğal gazlı araç kullanması, kendi kullanımında aracın fazla yakmasına sebebiyet vermiştir ve kendisi de bunun bilincinde olup, fazla yakmasının ve gazın İzmir'e kadar yetmemesinin sebebinin kullanım eksikliğinden kaynaklandığını belirtmiştir. Dönüştürülen araçları kullanacak personele firmamız tarafından verilen eğitimlerle bunun da önüne geçilmektedir. İstenirse eğitim verilen firma şoförleri ve sahiplerinin iletişim bilgileri de ayrıca paylaşılabilecektir.

3.7.2 Türkiye'de doğal gaz'lı araç üretimi

“Tofaş'ın 30 bini Fiorino, 15 bini ise Doblo olmak üzere 45 bin doğal gazlı araç markanın anavatanı İtalya'ya ihraç edilmiştir” (<http://www.patronlardunyasi.com>).
“Şirketlerin verilerine göre CNG'nin diğer geleneksel yakıtlarla (benzin ve dizel) karşılaştırıldığında 1m³ CNG'ye karşılık gelen yakıt miktarları aşağıda verilmiştir” (<http://www.naturelgaz.com>):

- 1 CNG = 1.1 litre benzin
- 1 CNG = 1.3 litre LPG
- 1 CNG = 1.0 litre motorin
- 1 LPG = 1.2 litre benzin

Mercedes, Volvo, BMW, Honda, Toyota, Renault, Opel, Fiat, M.A.N., Isuzu ve Iveco gibi firmalar Türkiye iç pazarına kendilerinden araç isteği olduğu zaman hazırlıklı olduklarını ve satış yapabileceklerini dile getirmişlerdir.



Şekil 3.6: Araç motoru

Kaynak: Araçlarda Doğal Gaz Kullanımı (Erişim) www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/bef1da12b755d52_ek.pdf. 10 Ağustos 2014.

Maksimum silindir basıncının benzine göre CNG % 7,26'lık bir azalma meydana gelmektedir. Motor gücü benzine göre CNG'de % 7,65 azalmıştır. Özgül yakıt tüketimi CNG'de ortalama % 17,64 azalmıştır. NO emisyonu benzine göre CNG için ise ortalama % 91,96 oranında azalmıştır. Bununla beraber motor gücünde fazla bir

azalma olmamıştır. Bu yakıtın kullanımının artırılması hem çevre için ve hem de ekonomi için önemli bir gelişme sağlayacaktır.

3.7.3 Toplu taşımada doğal gazlı araçlar



Şekil 3.7: Doğal gazla çalışan toplu taşıma araçları

Kaynak: Naturelgaz “CNG Şimdi” Dergisi, s. 4.

Ülkemizde İstanbul Kocaeli, Ankara, Kayseri’de toplu taşımacılıkta kullanılan belediye otobüsleri; CNG’nin ekonomik olması, kolay bulunması ve geleneksel yakıtlara göre egzoz emisyonlarının düşük olması nedeniyle alternatif yakıt olarak kullanımını cazip hale gelmiştir. Türkiye’de MAN, Mercedes, BMC, Temsa, Otokar Karsan-Bredamenarinibus gibi büyük firmalar bilhassa toplu taşımaya yönelik doğal gazlı araçlar üretmeye başlamıştır.

3.7.5 Kocaeli Büyükşehir Belediyesi

“Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, CNG’li araçların toplu ulaşımda kullanılması için 2009 Aralık ayında hizmete koyduğu 45 adet doğal gazla çalışan otobüs ile 2010 yılı itibariyle %20’yi bulan kâr elde etmiştir. 2011’de akaryakıt fiyatlarının zamlanmasıyla bu kâr oranının % 30’ları bulduğu görülmüştür” (<http://www.kocaeli.bel.tr>).

3.7.6 İstanbul Büyükşehir Belediyesi

“Türkiye’nin en büyük birinci, Avrupa’nın ise en büyük ikinci CNG Dolum Tesisi (CNG Otobüs Garajı) İstanbul’da Kâğıthane bölgesinde kurulmuştur” (<http://www.bredamenariniturkiye.com>).

- “Üstün Karsan Mühendisliği” garantisiyle üretilmiş olan CNG Yakıtlı Otobüsler, İstanbul’daki vatandaşlarına en çevreci, en kaliteli ve en modern hizmeti sunmaktadır.
- Yakın zamanda, kamu alanında ve özel sektörde kullanılacak olan toplu taşımacılık birimlerinde CNG Yakıtlı Otobüs sayılarının artması sağlanacaktır. Bu pazarın büyümesi, CNG Yakıtlı Otobüslerin sağladığı yüksek kazanç ve yüksek müşteri memnuniyeti sayesinde olacaktır.”

3.7.7 Gaziantep Büyükşehir Belediyesi

“Gaziantep Belediyesi Avrupa standartlarında bir ulaşımı amaçlamaktadır. Raylı Sistem ağlarını artırarak, 50 kadar doğal gazlı otobüs almıştır. Gaziantep belediyesi CNG’li araç olarak santral görevi göstermektedir. Böylece CO₂ oranı %0 olduğu için atmosfere atılan sera gazı emisyonu düşmektedir. Çevre dostu ve kaçak kullanılmayan bir sistem olduğu için tamamıyla kâr amaçlıdır. Belediyenin doğal gazlı araç kullanımındaki amacı" aşağıdaki gibidir: (<http://www.gaziantepgunes.com>).

- Büyümekte olan kentin talebini kaliteli bir şekilde karşılamak,
- Toplu taşıma konforunu ve hızını artırmak,
- Bakım ve İşletme ücretlerini düşürmek,
- Egzoz emisyon oranı toplu taşımadan dolayı artmaktadır. Bu durumu daha aza indirmek.

3.8 Avrupa Birliği Uyum Süreci ve Emisyon Değerleri

Kyoto Protokolü ile dünyanın birçok ülkesinde bu tür emisyonları azaltmak amaçlanmaktadır. Bu nedenle, bilhassa son zamanlarda dünyanın birçok firması ve bilim adamları hava kirliliğini azaltmak için birçok çalışma yapmaktadır. Bu sebeple hava kirliliğinin önüne geçmek maksadıyla motorlu taşıtlara getirilen Euro emisyon standardına uygun olan egzoz sistemleri, yakıtların kullanımı ve yeni motor AB ülkelerinden sonra, 2009 yılı itibariyle ülkemizde de zorunlu hale getirilmiştir.

AB mevzuatına uyum süreci çerçevesinde, ülkemizde, egzoz emisyonları mevzusunda AB ülkelerinde kabul edilen mevzuat da benimsenip uygulanmaya geçilmiştir. Şundan dolayıdır ki, AB ülkeleri ihraç edilen taşıtlar için bu standartlara uyulmak zorunda olduğunu göz önünde bulundurmaktadır (<http://www.fiorinofunclub.com>). Avrupa’da 1972 yılından itibaren uygulamaya konulmuş iyileştirmeler, 1992 yılından itibaren Avrupa Birliği emisyon standartları ile çok daha düşük seviyelere çekilmiştir. Çizelge 3.5’te yolcu taşıtları için 1992 yılından günümüze olan regülasyon değişimleri ve bunun yanı sıra önümüzdeki yıllarda uygulamaya konulması düşünülen regülasyonlar gösterilmektedir.

Çizelge 3.5: Yolcu taşıtları için Avrupa Birliği Emisyon Standartları (g/km)

	Kategori	Tarih	CO	HC	HC+Nox	NOx	PM
DİZEL	EURO 1†	1992.07	2,72 (3,16)	-	0,97 (1,13)	-	0,14 (0,18)
	EURO 2, IDI	1996.01	1	-	0,7	-	0,08
	EURO 2, DI	1996.01a	1	-	0,9	-	0,1
	EURO 3	2000.01	0,64	-	0,56	0,5	0,05
	EURO 4	2005.01	0,5	-	0,3	0,25	0,025
	EURO 5	2009.09b	0,5	-	0,23	0,18	0,005e
BENZİN	EURO 6	2014.09	0,5	-	0,17	0,08	0,005e
	EURO 1†	1992.07	2,72 (3,16)	-	0,97 (1,13)	-	-
	EURO 2	1996.01	2,2	-	0,5	-	-
	EURO 3	2000.01	2,3	0,2	-	0,15	-
	EURO 4	2005.01	1	0,1	-	0,08	-
	EURO 5	2009.09b	1	0,10c	-	0,06	0,005d,e
	EURO 6	2014.09	1	0,10c	-	0,06	0,005d,e

Kaynak: Araç motorlarında verimlilik, (Erişim)
http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/c8583696d2983b5_ek.pdf?dergi=748 10 Eylül 2014.

†: Parantez içindeki değerler, üretim uygunluğu değerleridir.

a: 30.09.1999 tarihine kadar geçerli değerlerdir. (Bu tarihten sonra motorlar DI motorlar IDI motorların limitleriyle örtüşmektedir.)

b: Ocak 2011 bütün modeller için geçerlidir.

c: NMHC=0.068 g/km

d: sadece DI motorlarda uygulanabilir.

e: PMP ölçüm prosedürü ile 0.003 g/km değere değiştirilmesi amaçlanmıştır.

Çizelge 3.6 ve 3.7'de benzinli ve dizel hafif ticari araçlar için Avrupa Birliği emisyon standartları gösterilmektedir.

Çizelge 3.6: Benzinli hafif ticari araçlar için Avrupa Birliği Emisyon Standartları (g/km)

Benzinli Hafif Ticari Taşıtlar							
	Emisyon	Tarih	CO	HC	HC+NO _x	NO _x	PM
N1, Sınıf I ≤1305 kg	EURO 1	1994.01	Şub.72	-	0.97	-	-
	EURO 2	1998.01	02.Şub	-	0.5	-	-
	EURO 3	2000.01	02.Mar	0.2	-	0.15	-
	EURO 4	2005.01	1	0.1	-	0.08	-
	EURO 5	2009.09 ^b	1	0.10f	-	0.06	0.005 ^{d,e}
	EURO 6	2014.09	1	0.10f	-	0.06	0.005d,e
N1, Sınıf II 1305-1760kg	EURO 1	1994.1	May.17	-	01.Nis	-	-
	EURO 2	1998.01	4	-	0.65	-	-
	EURO 3	2001.01	4.17	0.25	-	0.18	-
	EURO 4	2006.01	1.81	0.13	-	0.1	-
	EURO 5	2010.09 ^c	Oca.81	0.13g	-	0.075	0.005d,e
	EURO 6	2015.09	Oca.81	0.13g	-	0.075	0.005d,e
N1, Sınıf III >1760 kg	EURO 1	1994.1	06.Eyl	-	01.Tem	-	-
	EURO 2	1998.01	5	-	0.8	-	-
	EURO 3	2001.01	May.22	0.29	-	0.21	-
	EURO 4	2006.01	Şub.27	0.16	-	0.11	-
	EURO 5	2010.09 ^c	Şub.27	0.16 ^h	-	0.082	0.005 ^{d,e}
	EURO 6	2015.09	Şub.27	0.16 ^h	-	0.082	0.005d,e

Kaynak: Araç motorlarında verimlilik, (Erişim) http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/c8583696d2983b5_ek.pdf?dergi=748 10 Eylül 2014.

Çizelge 3.7: Dizel hafif ticari araçlar için Avrupa Birliği Emisyon Standartları (g/km)

Dizel Hafif Ticari Araçlar							
	Emisyon	Tarih	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
N1 Sınıf I ≤1305 kg	EURO 1	1994.1	Şub.72	-	0.97	-	0.14
	EURO 2, IDI	1998.01	1	-	0.7	-	0.08
	EURO 2, DI	1998.01a	1	-	0.9	-	0.1
	EURO 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.5	0.05
	EURO 4	2005.01	0.5	-	0.3	0.25	0.025
	EURO 5	2009.09b	0.5	-	0.23	0.18	0.005e
	EURO 6	2014.09	0.5	-	0.17	0.08	0.005e
N1, Sınıf II 1305-1760 kg	EURO 1	1994.1	May.17	-	01.Nis	-	0.19
	EURO 2, IDI	1998.01	Oca.25	-	1	-	0.12
	EURO 2, DI	1998.01a	Oca.25	-	01.Mar	-	0.14
	EURO 3	2001.01	0.8	-	0.72	0.65	0.07
	EURO 4	2006.01	0.63	-	0.39	0.33	0.04
	EURO 5	2010.09c	0.63	-	0.295	0.235	0.005e
	EURO 6	2015.09	0.63	-	0.195	0.105	0.005e
N1, Sınıf III >1760 kg	EURO 1	1994.1	06.Eyl	-	01.Tem	-	0.25
	EURO 2, IDI	1998.01	01.May	-	01.Şub	-	0.17
	EURO 2, DI	1998.01a	01.May	-	01.Haz	-	0.2
	EURO 3	2001.01	0.95	-	0.86	0.78	0.1
	EURO 4	2006.01	0.74	-	0.46	0.39	0.06
	EURO 5	2010.09 ^c	0.74	-	0.35	0.28	0.005e
	EURO 6	2015.09	0.74	-	0.215	0.125	0.005e

Kaynak: araç motorlarında verimlilik, (Erişim)

http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/c8583696d2983b5_ek.pdf?dergi=748 10 Eylül 2014.

a: 30.09.1999 tarihine kadar geçerli değerlerdir. (Bu tarihten sonra motorlar DI motorlar IDI motorların limitleriyle örtüşmektedir.)

b: Ocak 2011-bütün modeller için

c: Ocak 2012- bütün modeller için

d: sadece DI motorlu araçlarda uygulanabilir

e: PMP ölçüm prosedürü ile 0.003 g/km değere değiştirilmesi amaçlanmıştır.

f: NMHC= 0.068 g/km

g: NMHC= 0.090 g/km

h: NMHC= 0.108 g/km

3.9 Türkiye'deki Emisyon Standartları

3.9.1 Türkiye'de taşıtlardan kaynaklanan kirleticilere getirilen sınırlamalar

Türkiye'de yeni taşıtlara tip testi ve trafikteki taşıtların egzoz emisyonlarına periyodik kontroller yapılmaktadır.

3.9.1.1 Boş ağırlığı 3500 kg'dan az olan benzin ve dizel motorlu taşıtlar için tip testi sınırlamaları

Avrupa topluluğu ülkelerinde 1984'ten başlayarak boş ağırlığı 3500 kg'dan az olan benzin ve dizel motorlu taşıtlara uygulanan ECE-R.15.04 standardı ve sınır değerleri TSE tarafından uyarlanarak TS 4236 ve TS 5648 standartları olarak yayınlanmıştır. Fakat ölçüm için gerekli laboratuvar bulunmadığından uygulamaya hemen geçilememiştir. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nın isteği üzerine İTÜ Makine Fakültesi Otomotiv Anabilim Dalı'ndaki olanaklar değerlendirilerek 1993 yılından itibaren ilk ölçümler başlamıştır. Halen ülkemizdeki bu tip araçlara egzoz emisyonu uygunluk raporu sadece bu birim tarafından verilmektedir. Tarafsız laboratuvarlarca onaylanmış bu tip bir rapora sahip olmayan araçlara Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından imalat ve ithalat izni verilmemektedir (Kutlar, Ergeneman, Arslan; 1998, s.56). Çevre ve Orman Bakanlığı ile Otomotiv Sanayicileri Derneği'nin ortaklaşa yayınladıkları bir bildirme ile 1995 yılından başlayarak boş ağırlığı 3500 kg.'ın altında olan taşıtların EURO 93 standartlarına uygunluk sağlamaları kararlaştırılmıştır.

3.9.1.2 Boş ağırlığı 3500 kg'ı geçen dizel motorlu taşıtlar için tip testi sınırlamaları

Boş ağırlığı 3500 kg'ı geçen dizel motorlu taşıtların taşıtlar için Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından 1993 yılından başlayarak Türkiye'de üretilmiş olan ve ithal edilen ağır taşıtların ECE-R.24 ile tanımlanan ölçüm yöntemi ile belirlenen emisyonu sınır değerleri sağlaması istenmektedir. Bu tür ölçümler İTÜ ve ODTÜ laboratuvarlarında veya üretici firmaların deney düzenekleri kullanılarak, üniversitelerden konu ile ilgili uzmanların gözetiminde gerçekleştirilmektedir (Kutlar, v.d., 1998, s.63).

AB direktifleri ile uyumlu egzoz emisyonları ile ilgili yürürlükteki mevzuatlar:

- 88/77/AT (2005/55/AT) Egzoz Emisyonu (Ağır Dizel araçlar)
 - 70/220/AT Egzoz Emisyonu (Benzinli ve Dizel araçlar)
 - 72/306/AT Dizel Motorlardan Çıkan Kirletici Emisyonlar
 - 80/1268/AT CO2 Emisyonları ve Yakıt Tüketimi
 - 80/1269/AT Motor Gücü
 - 1999/94/AT Yeni Binek Otomobillerin Yakıt Ekonomisi ve CO2 Emisyonları
- Emisyon mevzuatına uyum aşamaları ise şöyledir:

Benzinli Araçlar (70/220/AT):

- Yeni Araçlar:

01.01.2001: EURO 3

01.01.2008: EURO 4

- Mevcut Araçlar:

30.09.2001: EURO 3

01.01.2009: EURO 4

Hafif Dizel Araçlar (70/220/AT):

- Yeni Araçlar:

01.01.2001: EURO 1 Öncesi (EURO 93)

01.01.2008: EURO 4

- Mevcut Araçlar:

31.12.2002: EURO 1 Öncesi (EURO 93)

01.01.2009: EURO 4

Ağır Dizel Araçlar (88/77/AT – 2005/55/AT):

- Yeni Araçlar

01.01.2001: EURO I

01.01.2008: EURO IV

- Mevcut Araçlar

31.12.2002: EURO I

01.01.2009: EURO IV

Emisyon mevzuatının uygulanması, akaryakıt kalite güvencesi ile doğrudan ilgilidir (Gürsürer, 2007, s.56).

3.9.1.3 Türkiye’de trafikteki taşıtların egzoz emisyonlarının periyodik kontrolü

Türkiye’de trafikteki taşıtların egzoz emisyonlarının periyodik kontrolleri Çevre ve Orman Bakanlığı’nın 8 Temmuz 2005 tarihinde çıkarttığı yönetmeliğe göre yapılmaktadır. Egzoz gazı emisyon ölçümü yaptırma periyotları aşağıda verilmiştir.

Egzoz gazı emisyon ölçümü yaptırma periyotları: (Resmi Gazete, 04.04.2007 tarihli sayısı).

- “Hususi otomobiller ilk üç yaş sonunda ve devamında her iki yılda bir,
- Resmi otomobiller ilk iki yaş sonunda ve devamında her yılda bir,
- Diğer motorlu taşıtlar ilk bir yaş sonunda ve devamında yılda bir,
- Trafikte seyreden tüm motorlu taşıtlar on yaş sonunda yılda bir.”

3.9.2 Yakıtlara getirilen sınırlamalar

2003/17/AT yönetmeliği insan ve çevre sağlığı korunmasını oluşturmak gayesiyle motorlu taşıtlarda kullanılacak dizel ve benzin kategorilerinin teknik özelliklerini belirterek sınırlamalar getirmiştir.

TÜPRAŞ’tan yapılan açıklamaya göre TÜPRAŞ, 2005 yılından itibaren piyasaya sürdüğü 50 mg/kg’lık dizelin kükürt oranını 2007 yılında tamamıyla daha alt sınır olan ve AB 2009 yakıt normlarının gereksinimini 2 yıl önceden karşılayan 10 mg/kg’a indirecektir. TÜPRAŞ 95 ve 98 oktan kurşunsuz benzin üretimine devam edecek ve 2006 yılından itibaren TÜPRAŞ’ın ürettiği benzinde ham petrolün doğal kurşununun dışında kurşun kalmayacaktır. TÜPRAŞ herhangi bir kanun gerekliliği olmadan yaptığı yaptırımlarla 1 Ağustos 2002 tarihi itibari ile kurşunlu olan normal benzinin üretimi kaldırılarak benzinde olan kurşun içeriği 0,4 gr/l’den 0.005 gr/l’ye düşürerek Avrupa Birliği’ndeki birçok ülkeden daha önce yönetmeliğin belirlediği sınırları benzin ve dizel üretmektedir.

1993'ten önceki eski taşıtlar, motorunun yağlanması için kurşunlu benzini kullanmak zorundalar. Bakanlığın çıkardığı 'Benzin ve Dizel Kalitesi Yönetmeliği'ne göre kurşunlu benzinle çalışmak zorunda olan taşıtlar, potasyum ve mangan içeren katkı kurşunsuz benzini kullanacak. Düzenlemeye uymayanlara ise 6000 TL'den 80000 TL'ye kadar değişen para cezası verilecek. Yönetmelikte toplam satışların azami %0,5'ini geçmeyecek ölçekte, durumu gereğince eski taşıtlar tarafından kullanılan kurşunlu benzinin normal dağıtım bölgeleri haricinde özel istek ile temin ve kullanımına lisans verilmiştir.

Yönergeye göre yol dışı hareketli makinelerde, orman ve tarım traktörlerindeki motorlardaki yakıtın azami kükürt içeriği 2000 mg/kg şeklinde belirtilmiş ve 1 Ocak 2008 tarihinden bu yana pazarlanan, bu araçlarda kullanılan yakıtın azami kükürt içeriği 1000 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

LPG'nin çevre dostu yakıt olarak kullanımı tamamen içeriğinde bulunan kirleticilerin miktarlarına bağlıdır. LPG'nin taşıtlarda kullanılması son yıllarda vergi teşviki nedeniyle artmış olmakla birlikte 2002 yılında bu teşvikin kaldırılmasıyla LPG'nin kullanılması azalmıştır. Doğal gazın taşıtlarda kullanımı LPG'ye göre daha tehlikeli olduğundan daha sınırlı düzeyde kalmıştır.

Avrupa Topluluğu biyoyakıt direktifi üye olan ülkelere biyoyakıt kullanmalarını yükümlülüğü getirmiştir. Kullanılacak biyoyakıt oranı 2005 yılında en az %2 ve 2010 yılında en az %5,75 olarak tespit edilmiştir. Avrupa Topluluğu'na uyum yasaları çerçevesinde ülkemizde de biyoyakıt teminiyle ilgili çalışmalara ağırlık verilmiştir. Bununla birlikte dünyadaki biyobenzin veya biyodizel üretim maliyetleri incelendiğinde biyoyakıtların vergi hariç maliyetleri, petrol esaslı yakıtların vergi hariç fiyatlarının üzerinde olmaktadır (Gürsürer, 2007, s.62).

4. DÜNYADA CNG KULLANIMI VE ULUSLARARASI ÖRNEKLER

4.1 Dünyadan OTO-CNG Devlet / Belediye Uygulamaları

CNG, son zamanlarda önemli bir yakıt olarak görülmekte ve birçok gelişmiş ülkelerin belediyelerinde alternatif yakıt olarak da kullanılmaktadır. Otobüs ve kamyon gibi ağır araçlar da CNG yakıtının avantajlarından dolayı rağbet görmektedir. Son zamanda CNG motorları ile yüksek teknik bilgiler bulunmuştur. Petrol rezervlerinin dünyada azalmış olması ve fiyatların artması alternatif yakıtların özellikle CNG'nin genel yakıtı oluşumunu gerçekleştirmiştir. CNG hidrojen petrolün çevre etkileri ve fiyatı ile dikkat çekmiştir. CNG istasyonlarında hidrojen doldurabilecek donanımın artırılması sonucunda CNG'ye ek olarak hidrojen ve HCNG (% 20 Hidrojenli CNG) doldurulması mümkün olmuştur (<http://www.albegas.com.tr>).

4.1.1 İspanya / Barselona - Madrid



Şekil 4.1: İspanya / Barselona – Madrid’de doğal gazla çalışan toplu taşıma araçları

Kaynak: NATURELGAZ, Resmi Web Sitesi, (Erişim) <http://www.naturelgaz.com>, 20 Eylül 2014.

Barcelona ve Madrid Belediyeleri kullandığı tüm otobüsleri İspanya'nın en büyük doğal gaz dağıtım şirketi olan *Gas Naturel* ile ortak olarak en temiz ve çevreci fosil yakıt olan CNG'ye çevirmiştir.

4.1.2 Yunanistan / Atina



Şekil 4.2: Yunanistan / Atina' da doğal gazla çalışan toplu taşıma araçları

Kaynak: NATURELGAZ, Resmi Web Sitesi, (Erişim) <http://www.naturelgaz.com>, 20 Eylül 2014.

Atina'da belediye toplu taşımada kullandığı tüm araçlarını CNG'ye dönüştürmüştür.

4.1.3 Fransa / Paris - Nice



Şekil 4.3: Fransa / Paris – Nice' de doğal gazla çalışan toplu taşıma araçları

Kaynak: NATURELGAZ, Resmi Web Sitesi, (Erişim) <http://www.naturelgaz.com>, 20 Eylül 2014.

Paris, Nice ve diğer birçok Fransa Őhrinde 2007 yılından itibaren belediyeler 6nc6l6đ6nde kullanılan araçların t6m6 CNG'ye d6n6Őt6r6lm6Őtir ve istasyon ağları b6t6n 6lkede bulunmaktadır.

4.1.4 İtalya / Milano - Bologna



Şekil 4.4: İtalya / Milano – Bologna'da doğal gazla çalışan toplu taşıma araçları

Kaynak: NATURELGAZ, Resmi Web Sitesi, (Erişim) <http://www.naturelgaz.com>, 20 Eyl6l 2014.

Otomobil teknolojisinin merkezi olan İtalya'nın b6t6n Őehirlerinde belediyeler ve 6zel sekt6r 2006 yılından itibaren yatırımlar yapmakta ve toplu taşıma araçlarının neredeyse t6m6 CNG ile çalışmaktadır.

4.1.5 Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

“ABD Başkanı Obama, 2010 yılında en temiz fosil yakıt ve diğer çevreci yakıtların kullanımını ve araçlarını temiz yakıtlara d6n6Őt6renleri teşvik etmek amacı ile yasa çıkar mıŐtır. Yasa'da kaynak olarak b6telenen rakam 300 milyon USD'dir ve bunun 150 milyon USD'si 2010 yılında CNG d6n6Ő6m teşvikleri için harcan mıŐtır. 2011'de de yeni bir b6te oluŐturulmuŐ ve Amerika'daki b6t6n okul taŐıtlarının tamamının CNG'ye d6n6Őt6r6lmesi hedeflen miŐtir. 2020'de 20 milyon taŐıttan 10 milyon taşıtın CNG'li olması Őartına bağlan mıŐtır” (<http://www.tasimadunyasi.com>). “Amerika 2010'un sonlarında 5500 adet okul taşıma araçlarında yakıt olarak CNG kullanılmaya baŐlan mıŐtır” (<http://www.radusdergisi.com>).

4.2 Dünyadan Örnek OTO-CNG Filo Uygulamaları

Gelişmiş ülkelerde CNG kullanımı gittikçe artmakta ve tüm şirketlerin çevre dostu olan sıkıştırılmış doğal gazlı araç kullanımı desteklenmektedir. Bu yakıt, ülkelerin hatta şirketlerin vizyonlarını belirlemektedir.

4.2.1 DHL

Almanya: DHL Almanya'daki operasyonlarında 2007'de 170 CNG'li taşıtla başlamış ve şu anda 6.500 CNG'li araç operasyonlarda kullanılmaktadır. Toplu taşımacılık çözümlerini cazip hale getirecek projeleri doğrultusunda, yolcu memnuniyeti ve çevre bilinci avantajlarıyla DHL CNG otobüslerini tercih ediyor (<http://www.lojiport.com>).



Şekil 4.5: Almanya OTO-CNG filo uygulamaları

Kaynak: NATURELGAZ, Resmi Web Sitesi, (Erişim) <http://www.naturelgaz.com>, 20 Eylül 2014.

Birleşik Arap Emirlikleri: DHL'in Birleşik Arap Emirlikleri'nde ki işletmeciliğini yapan Al Naboodah Co kargo taşımacılığında kullanılmak üzere 80 CNG'li araç kullanılmaktadır (<http://www.naturelgaz.com>).



Şekil 4.6: Birleşik Arap Emirlikleri OTO-CNG filo uygulamaları

Kaynak: NATURELGAZ, Resmi Web Sitesi, (Erişim) <http://www.naturelgaz.com>, 20 Eylül 2014.

4.2.2 UPS

“UPS Amerika’da ki kargo taşımacılığı “Temiz Hava-Temiz Yakıt” sloganıyla 600 adet CNG’li araç kullanmaktadır. Meydana gelen yararlardan dolayı, temiz hava/temiz yakıt sloganı ile alacakları yeni taşıtların CNG’li olmasına karar vermişler, bu araçlarını CNG’li alacağını bildirmişlerdir” (<http://www.radusdergisi.com>).

4.2.3 Monoprix

“Monoprix Fransa’da randımanı arttırmak, çevre kirliliğini azaltmak ve ilerideki salınım yasasına (Euro 6 standartları, 2012) elverişli için CNG kamyon satın almaktadır. Monoprix, Fransa’nın lider marketler ağı olarak dağıtım da Fransa’nın tamamında CNG ile çalışan 178 adet kamyon kullanılmaktadır. İstasyonu temsilcisi olan SAFE işletmesi tarafından kurulmuştur” (www.ulasimonline.com).

4.2.4 AT&T

Yakıt maliyetlerinin azaltmak, çevre kirliliğini en aza indirmek için çeşitli yollar aramaktadır. AT&T hedeflerini gerçekleştirmek için; şirket 2011 yılında 8.000 adet orijinal CNG ile çalışan araç kullanmaktadır. Amerikan telekom firması AT&T’de kullanılan araçların 600 adedi CNG ile çalışmaktadır (<http://www.radusdergisi.com>).

AT&T şirketi 14 Mayıs 2014 tarihinde sıkıştırılmış doğal gaz (CNG) araç, 565.000.000 \$ taahhüt yılından 2018 sonuna kadar filosuna yaklaşık 15,000 alternatif yakıtlı araçlar (Zsa) eklemek için Wentzville ve Missouri’de 2014 de üretilen bir

CNG’li araç Louis'de bir iş merkezine teslim edildi. Alternatif yakıtlar için şirketin taahhüdü ilk duyurulduğu andan itibaren AT & T AFV filosu 5 yıllık bir dönemde, 2013 sonu itibariyle benzine 12,4 milyon galon almayı önlemek için şirket sağladı (<http://about.att.com>).

4.2.5 Coca-Cola

İngiltere’deki Coca-Cola firması CNG’li araç kullanarak 2010 yılında 250 adet CNG’li araç ile tüm dünyada örnek ülke arasına girmiştir (<http://about.att.com>).



Şekil 4.7: Coca-Cola OTO-CNG filo uygulamaları

Kaynak: NATURELGAZ, Resmi Web Sitesi, (Erişim) <http://www.naturelgaz.com>, 25 Eylül 2014.

4.2.6. Tesco

İngiltere'nin en büyük süpermarketler zincirini oluşturan Tesco ürettiği malların kalitesi ve fiyat açısından öncü bir firmadır. Toplum sağlığı ve fiyatının ekonomik olmasından dolayı CNG’li araç kullanımına geçmiştir. Tesco, İngiltere’nin en büyük marketler zinciri olarak dağıtım ağında genelde CNG ile çalışan 102 adet araç kullanmaktadır (Naturelgaz Dergisi, s. 7).

4.2.7 TNT

Avustralyalı kargo taşımacılık şirketi TNT, Avustralya, İsviçre ve Almanya operasyonlarında %100 CNG ile çalışan binlerce araç kullanmaktadır.



Şekil 4.8: TNT OTO-CNG filo uygulamaları

Kaynak: NATURELGAZ, Resmi Web Sitesi, (Erişim) <http://www.naturelgaz.com>, 20 Eylül 2014.

4.2.8 Sainsbury's

Sainsbury's, İngiltere'nin en büyük marketler zinciri arasında bulunmaktadır. Dağıtım alanında CNG ile çalışan 58 adet tır kullanmaktadır.

4.2.9 CNG'li araç yarışları

Dünyanın önde gelen otomobil üreticilerinden Volkswagen, 2011 yılından itibaren kendi sponsorluğunda düzenlenen yarışlarda CNG'li otomobillerin kullanılacağını açıklamıştır ve yarışlar yapılmaya başlanmıştır. Yarışların Türkiye ayağında tamamlanmıştır.

“CNG'li araçlarda herhangi bir performans düşüklüğünün yaşanmadığı aksine oktan değerinin yüksekliği (120) nedeni ile performansların beklenenden yüksek olduğu belirtilmektedir” (<http://www.naturelgaz.com>).



Şekil 4.9: Yarış araçları OTO-CNG filo uygulamaları

Kaynak: NATURELGAZ, Resmi Web Sitesi, (Erişim) <http://www.naturelgaz.com> 15 Eylül 2014.

5. SONUÇ

Türkiye’de kamu hizmetlerinin büyük bir kısmı merkezi idare tarafından verilmektedir; ancak kentsel hizmetler, özellikle gündelik hayatı ilgilendiren hizmetler, yerel yönetimler tarafından verilmektedir. Günümüzde belediyeler, kentsel hizmetlerin sunulması ve gündelik ihtiyaçların karşılanmasında en etkili yerel yönetimlerden biri olarak kabul edilir. Belediyelerin görev, yetki ve sorumlulukları 5393 Sayılı Belediye Kanunu ve 5216 Sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu ile tanımlanmıştır. Kişilerin ve malların serbest dolaşımının tam olarak sağlanması için etkin ve güvenli bir karayolu sisteminin yaratılması belediyelerin görev ve sorumlulukları arasında yer almaktadır. Bunun yanında, belediyeler yerleşim yerinde bulunan insanların kaliteli yaşamı, çevrenin korunması ve kirliliğin önlenmesi ile görevleri olup bu konuda alınacak tedbirlere uymakla yükümlüdür. Bu çerçevede belediyeler, ulaşımdan kaynaklanan yüksek karbondioksit oranı sorunu ile başa çıkabilmek için çevreyle dost araçların özendirilmesi, emisyonların azaltılması, daha temiz araç/yakıt ölçütleri içeren etkili teknolojilerinin kullanılması gibi stratejiler geliştirmek zorunda kalmaktadır. Dolayısıyla, doğal gazın toplu ulaşım araçlarında kullanılmasının cazip hale getirilmesi ve kent içinde yaygınlaştırılması için bazı düzenlenmelere ihtiyaç duyulmaktadır.

CNG, günümüzde bölgesel ve küresel hava kirliliğinin önlenmesi için önemli bir alternatif yakıttır. CNG kullanımıyla sera gazı etkisi yaratan egzoz gaz emisyonları büyük ölçüde azalmaktadır. CNG, yüksek oktan sayısı ve fakir karışımlarda yanma verimliliği sağlaması nedeni ile tercih edilen bir alternatif yakıttır. Dünya üzerindeki yüksek rezerv miktarı ile daralan petrol kaynaklarına karşı oluşturulan stratejik planlar ve enerji politikaları CNG’nin önemini daha da arttırmaktadır.

Ülkemizde bu konuda yapılmış herhangi bir akademik çalışmaya rastlanmamıştır. Araçlarda kullanımı hızla artan doğal gazın, ülkemizde de yaygınlaşması beklenmektedir. Bu durumda CNG tanklarının imalatı ve testleri üzerine ülkemizde yapılacak çalışmalar daha da artacaktır. Bu tez çalışması, bu alanda yapılacak

çalışmaları başlatması açısından öneme sahiptir. Ayrıca; bu çalışma ile tasarımı yapılan hidrostatik patlama basıncı test düzeneğinin, imalatı ve testlerin gerçekleştirilmesi de bu açıdan önem arz etmektedir. Bu da başka çalışmalara zemin hazırlayacaktır.

CNG'nin taşıtlarda kullanımında en önemli ekipman, CNG'nin taşıtta depolanmasını sağlayan yüksek basınç tanklarıdır. Bu tankların taşıtlarda kullanılabilmesi, motorlu taşıtlarda yakıt olarak kullanılan doğal gazın depolanması için yüksek basınçlı gaz tüpleri (TS EN ISO 11439) standardına göre üretilmesiyle mümkün olur. TS EN ISO 11439 standardı tüplerin yerleştirileceği otomobiller için yakıt olarak kullanılan yüksek basınçlı sıkıştırılmış doğal gazın sadece araçta depolanması için öngörülen, seri olarak üretilen, yeniden doldurulabilen hafif gaz tüpleri için en düşük özellikleri kapsar. Kullanım şartları, taşıt çarpışmaları gibi sebeplerden kaynaklanabilecek dış yükleri kapsamaz. Tank, tasarımında belirlenen en düşük patlama basıncını aşmalıdır.

Bu durumda, doğal gazın motor yakıtı olarak kapsamlı bir şekilde kullanılmasının karşısındaki en önemli engel; araçtaki depolama güçlükleri ile dolun istasyonlarının ve ülke düzeyinde servis ağının yaygınlaştırılması olarak gösterilmektedir. Doğal gazın ülkemiz için konut ve sanayide kullanım sahalarının genişletilmesine paralel olarak taşıtlarda kullanılmasının artırılması ile taşıt giderlerinde azalma ve enerji verimliliğine büyük ölçüde katkı sağlayacaktır.

Bu çalışma bize göstermiştir ki gerekli yatırımlar yapıldığında eski tip dizel taşıtlar, emisyon bakımından çevreye çok büyük tahribatları olmaktadır. Bu araçların doğal gaza dönüşümü, uzun vadede hem ekonomik hem de çevresel bakımdan büyük fayda sağlamaktadır. Gerekli desteğin sağlanması ve dolun istasyonlarının artırılmasıyla taşıtlarda doğal gaz kullanılmasının önümüzdeki yıllar içinde artacağı düşünülmektedir. Bunun sonucu olarak, ülkemizin dışa olan bağımlılığını azaltmış olacak ve gelecek kuşaklara daha iyi bir çevre bırakmamızı sağlayacaktır.

CNG kullanımının artması için devlet teşvikleri verilmesi gerekmektedir. Bunun için devlet teşvikleri verilerek toplu taşımacılık yapan kamu ve kamuya hizmet veren özel yapılara CNG ÖTV' sinden güvence veya indirim yapılması gerekmektedir. Ayrıca özel sektör kuruluşları, CNG ikmal istasyonlarına altyapı yatırımlarını yaptıklarında mevduat amortismanına vergi indirimi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Acaroğlu, M.** (2003). *Alternatif Enerji Kaynakları*, Ankara, Atlas Yayınları.
- Albayrak, K., Yahşı, O.S., Eralp, O.C., Bayka, A.D.**, (1993). Otobüslerde Doğal Gaz Kullanımı, *Doğal Gaz Dergisi*, sayı 29.
- Altun, Ő.** (2004). “Motorin ve Susam Yağı Karışımlarının Dizel Motorlarda Kullanılabilirliği Makine Eğitimin Anabilim Dalı” *Yüksek Lisans Tezi*, Elazığ.
- Bayhan, M.** (1990). Motorlu Taşıtlarda Benzin yerine Doğal Gaz, *Mühendis ve Makine Dergisi*, cilt 31, sayı 364.
- Bayraç, N.H.** (1999). *Dünya’da ve Türkiye’de Doğal Gaz Piyasasının Ekonomik Analizi*, Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Benson, R. S.** (1979). *Internal Combustion Engines*, Pergamon Press.
- BİB.** (2006). *Kentsel Göstergeler Kılavuzu*, Ankara, Mattek Matbaacılık.
- Boles, M. A.** (2006). *Thermodynamics An Engineering Approach*, 5th edition, McGraw – Hill.
- Boran, S., C. Yeşil ve İ. Güllenci.** (1998). “Buji Ateşlemeli Motorlarda LPG Kullanımı”, ZKÜ Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü, Otomotiv Öğretmenliği, *Bitirme Tezi*, Karabük.
- Borusan Lojistik Doğal Gazlı Mercedes Axor 1840 Test Sonuçları** *Turuncu Dergisi*.
- Çetinkaya, S.** (2003). “Benzin ve Dizel Motorlarının Doğal gaz Motoruna Dönüştürülmesi” *LPG ve CNG Uygulamaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, TMMOB Yayını.
- Çetinkaya, S.** (2007). *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, Cilt 81, Sayı 14.
- Deli, E.** 2013. 2013). “Lng Prosesi İncelemesi ve Üç Farklı Lng Depolama ve Gazlaştırma Tesisi İçin Maliyet Analizi Değerlendirmesi”, Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- Dönmez, D., H. Semercioğlu, O. M. Cömert, G. Üzülmez.** (2009). “Dizel Motor ile Çalışan Belediye Otobüslerinin İncelenmesi ve Emisyon Envanterlemesi”, Sakarya Üniversitesi, *Bitirme Tezi*, Sakarya.
- Ege, Y.** (2004). *AB’nin Enerji Politikası ve Türkiye*, Ankara, UPAV.
- Erbay, Y., Yener, Z.** (1999). Avrupa Konseyi Yerel ve Bölgesel Yönetimler Kongresi, *Yerel Yönetimlerimizin Avrupa Platformu*. İstanbul, WALD.
- ERDİL, M.** (14 Ocak 2013) Hürriyet Ekonomi Gazetesi.
- Ergeneman, M. ve C. Soruşbay.** (1990). *Doğal gaz Dergisi*, Sayı 17, Şubat.
- Genceli, O.F.** (1989). Doğal Gazın Özellikleri, *İTÜ Makine Fakültesi Dergisi*, İstanbul.

- Görmez, K.** (2007). *Çevre Sorunları*. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım.
- Gündoğan, K.** (2005). “Alternatif yakıtların benzinli motor performansı üzerine etkisinin incelenmesi”, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Anabilim Dalı, **Yüksek Lisans Tezi**, Kırıkkale.
- Gürsürer, M.** (2007). “Avrupa Şehir Çevrimi ile Amerika Şehir Çevriminin Arasındaki Farkların Deneysel Olarak İncelenmesi”, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, **Yüksek Lisans Tezi**, İstanbul.
- Hirao ve Pefley.** (1988). *Present and Future Automotive Fuels. Performans & Exhaust Clarification*, John Willey & Sons Publ. Newyork.
- İmren, M.** (2011). “Avrupa Birliği Enerji Güvenliğinin Sağlanmasında Türkiye'nin Enerji Koridoru Olma Yolu”, Ufuk Üniversitesi SBE, **Yüksek Lisans Tezi**, Ankara.
- Keleş, R.** (1982). *Kentleşme Nüfus ve Çevre, Nüfus ve Çevre Konferansı*, Ankara, T.Ç.S.V. Yayını, Eylül.
- Keleş, R.** (2000). *Yerinden Yönetim ve Siyaset*, 4.Basım Ağustos, İstanbul, Cem Yayınevi.
- Keleş, R.** (2010). *Kentleşme Politikası*, Ankara, İmge Kitabevi.
- Keleş, R. Mengi, A.** (2003). *İmar Hukukuna Giriş*, Ankara, İmge Kitabevi.
- Kılıçkaya, A.H.** (2007). “Belediye Hizmetlerinde Halkla İlişkilerin Önemi”, *Beklenen Mahalli İdareler Dergisi*, S. 161.
- Kutlar, O.A., Ergeneman, M., Arslan, H.ve Mutlu, M.** (1998). *Taşıt Egzozundan Kaynaklanan Kirleticiler*, İstanbul, Birsan Yayınevi.
- Makine Mühendisleri Odası Mühendis El Kitabı.** (2000). “Araçlarda LPG Dönüşümü”, Ankara, TMMOB Yayın no: 217/2, Haziran.
- Öz, İ. H., O. Borat, A. Sürmen.** (2003). *İçten Yanmalı Motorlar*, Birsan Yayınevi.
- Özcan, F.** (2010). “Buji Ateşlemeli Bir Motorda Lpg Ve Cng (Sıkıştırılmışdoğal Gaz) Kullanımının Motor Performansı ve Egzoz Emisyonlarına Etkisi”, Makine Eğitimi Anabilim Dalı Makine Eğitimi Programı, **Yüksek Lisans Tezi**, İstanbul.
- Öztürk, G.** (1989). *Egzoz Gazlarından Kurtuluşa Doğru, Bilim ve Teknik*, Cilt 22, Sayı 263.
- Pala, C.** (2007). “Türkiye'nin Avrasya Boru Hatları Maceraları”, *Uluslar Arası Doğal Gaz Kongresi ve Sergisi*, Tmmob Makine Mühendisleri Odası, Ankara, Mayıs.
- Pamir, N.** (2003). “Dünyada ve Türkiye’de Enerji, Türkiye’nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları”, *Metalurji Dergi*.
- PETGAZ.** (1995). Doğal Gaz’ın Teknik Özellikleri, *Doğal Gaz, Petrol ve Teknoloji Dergisi*, Sayı 40, Eylül-Ekim.
- Resmi Gazete**, 04.04.2007 tarihli sayısı, Egzoz Gazı Kontrolü Yönetmeliği, Türkiye.
- Sözbir, N.** (1991). Mevcut Dizel Motorlarının Doğal gaz Yakıtlı Motorlara Dönüştürülmesinin İncelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, **Yüksek Lisans Tezi**, İstanbul.
- Tekeli, İ.** (1983). Yerel Yönetimlerde Demokrasi ve Türkiye’de Belediyelerin Gelişimi, *Amme İdaresi Dergisi*, Cilt 6 Sayı 2, Haziran.

- Tekeli, İ.** (2003). “Siyasal Toplum ile Sivil Toplum Arasında Yerini Belirlemede Olan Yerel Yönetimler”. *Çağdaş Yerel Yönetimler*, Cilt 12 Sayı 2, Nisan.
- Tirek, A., Abravcı, S., Karaman, T. ve Uysal, S.** (2005). “TPAO Kuzey Marmara ve Değirmenköy Doğal gaz Depoları”, *INGAS 2005 1. Uluslararası Doğal gaz İşletmeciliği ve Teknik Eğitim Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, İstanbul, İGDAŞ Teknik Yayınları No:17.
- TMMOB.** (2008). “LPG-CNG’ye Dönüştürülmüş Araçlarda Denetim Uygulamaları Oda Raporu” *III. LPG-CNG Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı*, TMMOB Yayını.
- Topgöl, T., Yücesu, H.S., Çınar, C.** (2004). “Etanol-benzin karışımlarının buji ile ateşlemeli bir motorda farklı sıkıştırma oranlarında motor performansına etkisinin deneysel olarak belirlenmesi”, *8. Uluslararası Yanma Sempozyumu*, Ankara.
- Tortop, N., Aykaç, B., Yayman, H. ve Özer, A.** (2006). *Mahalli İdareler*. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım.
- Ulutaş, M.** (2008). “Küresel Enerji Savaşları ve Türkiye’nin Konumu”, *Cumhuriyet Enerji*, EMO Yayını, Sayı: 1, Ocak-Ankara.
- Usta, G.** (2010). “Hidrojen Ve Hidrojen Metan(Hythane) Karışımının İçten Yanmalı Motorlarda Kullanılması”, Fen Bilimleri Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, Tekirdağ.
- Wark, K., Warner, C.F.** (1981). “Air Pollution”, *Second Edition*, Harper & Row Publisher, Nev York.
- World Energy Council.** (2004). Comparison Of Energy Systems Using Life Cycle Assessment, July, London, United Kingdom.

İNTERNET KAYNAKLARI

AlbeGas Resmi Web Sitesi, (Erişim) <http://www.albegas.com.tr/otocng> 20 Eylül 2014.

Allison (Erişim) www.ulasimonline.com/.../Allison-pazar-liderligini-devam-ettiriyor.html 15 Eylül 2014.

araç motorlarında verimlilik, (Erişim) http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/c8583696d2983b5_ek.pdf?dergi=748 10 Eylül 2014.

BP Statistical Review, 2013. <http://www.tpao.gov.tr/tp5/docs/rapor/2013-YILI-HAM-PETROL-VE-DOGAL-GAZ-SEKTOR-RAPORU.pdf> (E:05.06.2015).

BP. Statistical Review of World Energy 2013. (Erişim) www.bp.com/statisticalreview 01 Temmuz 2015.

Buhar Basıncı - Bio Lab, (Erişim) <http://www.biolab.com.tr/TR,1549/buhar-basinci.html>. 05.Eylül.2014

CNG, (Erişim) <http://www.bredamenariniturkiye.com/images/pdf/cng17052013.pdf> 12 Aralık 2014.

Deloitte Enerji Raporu (Erişim) http://about.att.com/story/att_deploys_8000th_cng_vehicle.html#sthash.W5ywe96F.dpuf 15 Eylül 2014.

Doğal Gaz Sektör Raporu. 2012 Yılı Ham Petrol oranı. <http://www.tpao.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/2012-sektor-rapor-mayis-tr.pdf>, (E:05 Ağustos 2014).

Doğal Gaz Sektör Raporu. 2013 Yılı Ham Petrol, (Erişim) <http://www.tpao.gov.tr/tp5/docs/rapor/2013-YILI-HAM-PETROL-VE-DOGAL-GAZ-SEKTOR-RAPORU.pdf>. 10 Ağustos 2014.

Doğal Gaz. Cng Sistemi, (Erişim) <http://www.otosatissonrasi.com/haberdetay/CNG-SISTEMI/40> 24 Ağustos 2014.

Doğal Gaz. Dünyada ve Türkiye'de Oto CNG. (Erişim) <http://www.ozakotomotiv.com/icerik/1722/17/dunyada-ve-turkiyede-oto-cng-dogalgaz> 24 Ağustos 2014.

Doğal Gaz. http://makina.beun.edu.tr/eskisite/akademik_kadro/atopuz/adnanweb/ogrencisunum/2-17grup.pptx 05 Ağustos 2014.

Doğal Gaz. Sıvılaştırma Yöntemleri (Erişim) http://www.journalagent.com/pajes/pdfs/PAJES_1_3_137_144.pdf 24 Ağustos 2014.

DOĞAL GAZ NEDİR? (Erişim) <http://www.textara.com/dogal-gaz-nedir-faydolari-kullanim-alanlari-gazlari?page=0%2C1>. 20.Eylül.2014.

EPDK. doğal gaz piyasası sektör raporu (2013). (Erişim) http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r+Raporu%2FSektor_Raporu_BOTAS_2013.pdf 10 Ağustos 2014.

Etanol yakıtı (Erişim) http://tr.wikipedia.org/wiki/Etanol_yak%C4%B1t%C4%B1 02.Eylül.2014.

Euro3-4 emisyon değerleri hk da makale. (Erişim) <http://www.fiorinofunclub.com/Konu-Euro3-4-emisyon-degerleri-hk-da-makale.html>, 20 Ağustos 2014.

Gaziantep Güneş Gazetesi. 50 otobüs hizmete giriyor (Erişim) <http://www.gaziantepgunes.com/haberdetay.asp?haber=20847> 17 Ağustos 2014.

NATURELGAZ, Resmi Web Sitesi, (Erişim) <http://www.naturelgaz.com> 15 Eylül 2014.

OTO CNG, Araçlarda Doğal gaz, (Erişim) DOĞAL GAZ, (Erişim) http://makina.beun.edu.tr/eskisite/akademik_kadro/atopuz/adnanweb/ogrencisunum/2-17grup.pptx, 12 Aralık 2014.

Patronlar Dünyası, *Tek modelle 6.3 milyar dolar ihracat* (Erişim) <http://www.patronlardunyasi.com/haber/Tek-modelle-6-3-milyar-dolar-ihracat/78104> 15 Ağustos 2014.

Radüs Dergisi. (Erişim) http://www.radusdergisi.com/?page=makale_detay&id=146 24 Ağustos 2014.

Resmi Gazete. (Erişim) <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?> 20.Eylül.2014.

Taşıma Dünyası Gazetesi (Erişim) <http://www.tasimadunyasi.com/m/?id=418>. 24 Ağustos 2014.

Ulaşım filosuna 200 yeni otobüs katılıyor - Kocaeli (Erişim) <http://www.kocaeli.bel.tr/icerik/ulasim-filosuna-200-yeni-otobus-katiliyor/36/32777> 15 Ağustos 2014.

World Energy Outlook 2013. (Erişim) <http://www.worldenergyoutlook.org/pressmedia/recentpresentations/LondonNovember12.pdf> 20.Eylül.2014.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Konya’da doğdum. İlk, orta ve lise eğitimimi Konya’da tamamladım. 1994 ve 1998 yılları arasında Uludağ Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünü okudum. 1998 yılında mezun olduktan sonra İngiltere’ ye İngilizce dil eğitimi için gittim. Dil eğitimi sonrasında University College Kensington’ da Master of Business Administration (MBA) programını Mayıs 2003 döneminde tamamladım. MBA programı bitirme tezimi Corporate Planning and Forecasting for Small Business konulu çalışma üzerine yaptım.

2002’ te MBA eğitimi esnasında aynı zamanda Aramex International Courier firmasının Heatrow Havalimanı Şubesi’ nde analist olarak 2003 sonuna kadar çalıştım. 2003 Aralık’ta Türkiye’ye dönüş yaptım ve 2004 yılında kısa dönem olarak vatani görevimi bitirdim. Aynı yıl içerisinde Tırsan Daf A.Ş. firmasında Uluslararası Nakliye Müdürü olarak işe başladım. Sonrasında 2008 – 2012 yıllarında Alışan Lojistik A.Ş. firmasında Lojistik Müdürü olarak çalıştım. Şuan TLS Lojistik A.Ş. firmasında Özel Projeler Enerji Lojistik Müdürü olarak çalışmaktayım. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı’nın yetkisi ile Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanı olarak görev yapmaktayım. Danışmanlık Sertifikamı, Avrupa’nın birçok ülkesinde faaliyet gösteren Scottish Qualifications Authority (SQA) yetkili firmanın İngiltere’nin Surrey kentinde Ağustos 2014 tarihinde düzenlediği sınavda başarılı olarak kazandım. Sertifikam, aynı yıl T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı’nın onaylaması ile 59. sıradan tanınmıştır.

2012 yılından beri Uluslararası Vizyon Gençlik Derneği Yönetim Kurulu Üyesi olarak görev yapıyorum. Halen Haber Uydusu internet sitesinde köşe yazısı yazmaktayım. Çok iyi derecede İngilizce ve temel düzeyde İtalyanca biliyorum. Evliyim, bir erkek çocuğum var.