

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**ULAŞIMDA KULLANILAN DOĞALGAZLI
OTOBÜSLERİN ÇEVRESEL ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

Lokman GÜRSOY

İSTANBUL, 2014

T. C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

ULAŞIMDA KULLANILAN DOĞALGAZLI
OTOBÜSLERİN ÇEVRESEL ETKİLERİ

Yüksek Lisans Tezi

Lokman GÜRSOY

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa ILICALI

İstanbul, 2014

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

Tezin Adı : Ulaşımında Kullanılan Doğalgazlı Otobüslerin Çevresel Etkileri
Öğrencinin Adı Soyadı : Lokman GÜRSOY
Tez Savunma Tarihi : 10.09.2014

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. Tunç BOZBURA
Enstitü Müdürü
İmza

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.


Prof. Dr. Mustafa ILICALI
Program Koordinatörü
İmza

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mustafa ILICALI

Üye
Prof. Dr. Tuncer TOPRAK

Üye
Doç. Dr. Halit ÖZEN

İmzalar





ÖZET

ULAŞIMDA KULLANILAN DOĞALGAZLI OTOBÜSLERİN ÇEVRESEL ETKİLERİ

Lokman GÜRSOY

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa ILICALI

MAYIS 2014,82 Sayfa

Ulaşımında her geçen gün alternatif enerji kaynakları gelişmektedir. Dünyada ve ülkemizde çevre dostu doğalgazlı araçlar, fosil yakıtlar yakan araçlara göre alternatif araçlardır. Doğalgaz kullanan bu araçların kullanılmasının en önemli nedenleri ekonomik olması, çevre dostu ve insan sağlığı konusunda diğer yakıt türlerine göre daha avantajlı olmasıdır.

Toplu taşımalarda, okul vasıtalarında, günlük servislerde alternatif olarak doğalgaz kullanımı tercih edilmeli ve avantajlarından yararlanılmalıdır. Doğalgaza dönüşüm, standartlara uygun olarak yapıldığı zaman, güvenlik ve teknik açıdan bir sorun çıkarmayacağı incelemeler sonucu ortaya konulmuştur. Teknolojik açıdan bakıldığında ise mevcutta kullandığımız vasıtaların yakıt kullanmak için doğalgazı tercih etmeleri beraberinde bazı önlemlerin alınmasını gerektirir. Vasıtaların doğalgazlı araçlara dönüşümleri tamamen mühendislik çalışmaları yapılarak uygulanmalıdır. Dönüşüm uygulaması yapılırken kullanılan malzemeden uygulamayı yapan personele kadar her şey eğitimi almış personel ve kaliteli malzemeler kullanılarak yapılmalıdır.

Doğalgazlı vasıtalarda uygulanacak fiyatlandırma politikası; vergi kaybına yol açmadan, sektörü serbest piyasa şartlarında rekabete sokacak şekilde olmalıdır. Tezimde; Türkiye şartlarında yeni bir enerji çeşidi olarak doğalgaz kullanımı ve ülkemizde doğalgaz kullanımının çevre kirliliği, maliyet ve performans bakımından getireceği avantajlar ve dezavantajları incelenmiştir. Diğer yakıtlarla fiyat karşılaştırması yapılmış, toplu taşımacılıkta kullanımına iyi bir örnek olacağı düşünülerek belirli bir hat üzerinde inceleme yapılmıştır.

Araştırmamın, İstanbul'u yöneten ve yönetecek olan yöneticilere kent içi ulaşım ile ilgili verecekleri kararlarda otomobillere değil, insana ve doğaya yaşamına öncelik vermelerine yardımcı olacağına inanıyorum.

Anahtar Kelimeler: Doğalgaz, Doğalgazlı Taşıtlar, Hava Kirliliğinin Azaltılması, Taşıtların Doğalgaza Dönüşümü, Enerji Verimliliği

ABSTRACT

THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF NATURAL GAS BUSES USED TO TRANSPORT

Lokman GÜRSOY

URBAN SYSTEMS AND TRANSPORTATION MANAGEMENT

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ILICALI

MAY 2014,82 Pages

Public transport is developing alternative sources of energy every day. Eco-friendly natural gas vehicles in the world and in our country, one of the most important vehicles that use alternative fuels to fossil origin as it seems. the most important reasons that require support for natural gas vehicles; economical, eco-friendly and is more advantageous for the human health. Public transportation, the use of natural gas as an alternative to the school vehicles, services should be preferred. Natural gas conversion is made in accordance with the standards, security and technical point of view as a result of a problem with the anyone. To use the existing technological perspective, the vehicles fuel natural gas requires some accompanying measures they prefer. Vehicles should be made as a result of the completely natural gas cycle engineering work. Conversion application used when everything in the application of the staff must be trained and qualified. Natural gas vehicle pricing policy to be applied; without the tax loss, must be to compete in the free market sector. My Dissertation; The use of natural gas as a new type of energy in Turkey and the use of natural gas in the country in terms of environmental pollution would bring advantages and disadvantages, cost and performance. Made available to the public transportation to other fuels price comparison would be to set a good example in the review on a certain line.

My research, İstanbul, the administrators who manage and administer urban transportation will give decisions related to human and nature, not priority field believe help them.

Key Words: Natural Gas, Natural Gas Vehicles, Reducing Air Pollution, Transport Natural Gas Conversion, Energy Efficiency.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar.....	vii
ŞEKİLLER.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
SEMBOLLER.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KÜRESEL ISINMA, SERA GAZLARI, ETKİLERİ VE TÜRKİYE’NİN DURUMU.....	5
2.1 KÜRESEL ISINMA.....	5
2.2 SERA GAZLARI VE ETKİLERİ.....	8
2.3 YANMA SONUCUNDA MEYDANA GELEN KİRLETİCİLER.....	10
2.3.1 Kirletici Maddelerin İnsan ve Çevre Sağlığı Üzerindeki Etkileri.....	11
2.4 KÜRESEL ISINMANIN ETKİLERİ.....	14
2.4.1 Ekolojik Sistemler Üzerindeki Etkileri.....	16
2.4.2 Sosyoekonomik ve Politik Açıdan Etkileri.....	17
2.4.3 İklim Değişikliğinin Türkiye Üzerinde Olabilecek Etkileri.....	19
2.5 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÇERÇEVE SÖZLEŞMESİ (İDÇS).....	22
2.6 KYOTO PROTOKOLÜ.....	23
2.7 TÜRKİYE’NİN DURUMU.....	27
2.7.1 Türkiye’nin Sera Gazı Salımları.....	30
2.8 1990-2020 Dönemlerinde Dünyada Enerji Giderinin ve Fosil Yakıtı Dayalı CO2 Salımlarının Değerlendirilmesi.....	31
3. DOĞALGAZIN ÖZELLİKLERİ, YAKIT OLARAK DOĞALGAZ KULLANIMI VE DOĞALGAZLI MOTORLARIN YAPISI.....	40
3.1 DOĞALGAZIN ÖZELLİKLERİ VE TANIMI.....	40
3.2 DOĞALGAZIN YAKIT OLARAK KULLANIMI.....	45
3.2.1 Doğalgazdan Elde Edilebilecek Yakıtlar.....	45
3.3 AĞIR HİZMET TAŞITLARINDA DOĞALGAZ KULLANIMI.....	47
3.3.1 Buji Ateşlemeli Motorlarda Doğalgaz Kullanılması.....	47

3.3.2 Dizel ve Doğalgazın Birlikte Kullanıldığı Çift Yakıtlı Motorlar.....	49
4. İETT KAĞITHANE GARAJINDA KULLANILAN DOĞALGAZLI OTOBÜSLERİN İNCELENMESİ VE ÖRNEK BİR OTOBÜS HATTINDA ANALİZLER YAPILMASI	53
4.1 DÜNYA'DA YAPILAN TOPLU TAŞIMACILIK.....	53
4.2 İSTANBUL'DA YAPILAN TOPLU TAŞIMACILIK.....	54
4.2.1 İstanbul'da Karayolları Taşımacılığı	56
4.2.2 Raylı Sistemler Taşımacılığı	59
4.2.3 Deniz Yolları Taşımacılığı	63
4.3 İETT KAĞITHANE ŞEFLİĞİNİN TARİHÇESİ VE TEKNİK BİLGİLER	64
4.4 İETT KAĞITHANE GARAJINA AİT OTOBÜSLERİN AYLIK YAKIT DURUMLARININ İNCELENMESİ.....	69
4.5 Otobüslerin Yakıt Durumlarına Göre Analizler Yapılarak Karşılaştırılması	73
4.6 49G HATTI ÜZERİNDE ANALİZLER YAPILMASI	75
5. SONUÇLAR	79
6. KAYNAKÇA	81

TABLolar

Tablo 2.1: Birincil enerji kaynaklı kişi başına düşen CO2 miktarı (ton CO2/kişi)	28
Tablo 2.2: Temel CO2 göstergelerine göre Türkiye'nin dünyadaki sıralaması.....	31
Tablo 2.3: 1990-2020 döneminde dünya toplam birincil enerji tüketimi (milyon TPE)..	33
Tablo 2.4: 1990-2020 döneminde dünya toplam enerji kaynaklı CO2 salınımları (milyon ton carbon)	35
Tablo 2.5: 1990-2020 döneminde dünya enerji ilişkili CO2 salınımlarında % yakıt payları.....	38
Tablo 3.1: Yakıtların özellikleri.....	43
Tablo 3.2: Motorları Doğalgaza Çevirme yöntemlerinin avantajları ve dezavantajları..	43
Tablo 4.1: İstanbul'da Toplu Taşımacılık.....	55
Tablo 4.2: İETT'ye bağlı garajlardaki otobüs sayıları ve metrekareleri.....	58
Tablo 4.3: Bazı metropollerde karayolu toplu ulaşımı.....	59
Tablo 4.4: Bazı Metropollerde Raylı Sistemler.....	61
Tablo 4.5: Kağıthane garajında bulunan otobüslerin sekiz aylık kilometre ve yakıt bilgileri.....	70
Tablo 4.6: Kağıthane garajında bulunan otobüslerin aylık yaptıkları yol, yakıt tüketim miktarları ve maliyetler tutarları.....	74
Tablo 4.7: 49G hattında çalışan üç farklı otobüsün bir haftalık kilometre ve yakıt Cng tüketim değerleri.....	76
Tablo 4.8: 49G Hattında diesel ve cng yakıt karşılaştırılması.....	77

ŞEKİLLER

Şekil 1.1: Sera gazlarının küresel ısınmadaki payları.	2
Şekil 1.2: 2012 yılı itibariyle ABD’de sera gazı emisyonlarının sektörel dağılımı	2
Şekil 1.3: Türkiye’de 2009 yılında sera gazı emisyonlarının sektörel dağılımı.	3
Şekil 2.1: Küresel iklim sistemine etki eden elemanlar ve değişimleri.	5
Şekil 2.2: Partikül Maddelerin Akciğer Üzerinde Verdiği Zarar	13
Şekil 2.3: Ülkelerin, Kyoto Protokolünde ki pozisyonları.....	76
Şekil 2.4: Sektörel olarak yakıt tüketiminden kaynaklanan CO2 salımlarının 1970 -2010 dönemindeki değişimleri.....	28
Şekil 3.1: Motor devri ve yüke göre çift yakıtlı MAN motorunda kullanılan CNG oranı.....	51
Şekil 4.1: İstanbul’da yapılan toplu taşımacılık türleri.....	54
Şekil 4.2: İstanbul’da kara ulaşımı yolcu payları.....	57
Şekil 4.3: İstanbul’da raylı ulaşımı yolculuk payları.....	58
Şekil 4.4: İstanbul’daki geçmiş, günümüz ve planlanan raylı sistem güzergahları.....	62
Şekil 4.5: İstanbul’da Deniz Ulaşımı Yolculuk Payları.....	63
Şekil 4.6: Kağıthane garajının tepeden görünümü.....	64
Şekil 4.7: Kağıthane garajında bulunan depolama tankları.....	66
Şekil 4.8: Kağıthane garajında bulunan kompresörler.....	67
Şekil 4.9: Kağıthane garajında bulunan dispanserler.....	67
Şekil 4.10: Garaj işletim modeli döngü sistemi.....	68
Şekil 4.11: Motor Emisyon Limitler.....	71
Şekil 4.12: Dizel ve Doğalgaz Fiyat Artış Eğilimleri.....	72
Şekil 4.13: İETT ve KARSAN birlikteliğiyle işletilen Kağıthane Otobüs Garajı ve CNG Dolum Tesisi Üniteleri.....	73
Şekil 4.14: Cng ve diesel yakıtları arasında yatırım geri dönüşüm oranı.....	74

KISALTMALAR

CNG	:	Compressed natural gas
LNG	:	Liquefied natural gas
LPG	:	Likit petrol gazı
CFC	:	Cloroflorokarbon
HFC	:	Hidroflorokarbon
İDÇS	:	İklim değişikliği çerçeve sözleşmesi
OECD	:	Organization for economic cooperation and development
AB	:	Avrupa Birliği
ET	:	Emisyon ticareti
JI	:	Joint implementation
CDM	:	Clean development mechanism
BM	:	Birleşmiş milletler
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
GSYİH	:	Gayri safi yurt içi hasıla
TPE	:	Ton petrol eşdeğeri
ÇHC	:	Çin Halk Cumhuriyeti
KP	:	Kyoto Protokolü
HFK	:	Hava fazlalık katsayısı
İETT	:	İstanbul elektrik tramvay ve tünel işletmeleri
DİE	:	Devlet İstatistik Enstitüsü
ÇHC	:	Çin Halk Cumhuriyeti

SEMBOLLER

CO ₂	:	Karbon dioksit
CH ₄	:	Metan
O ₃	:	Ozon
N ₂ O	:	Diazot monoksit
CO	:	Karbon monoksit
HC	:	Hidro karbon
NO _x	:	Azot oksit
R.CHO	:	Aldehitler
SO ₂	:	Kükürt dioksit
Pb	:	Kurşun bileşikleri
C ₂ H ₆	:	Etan
C ₃ H ₈	:	Propan
O ₂	:	Oksijen
C	:	Karbon
fr	:	Yuvarlanma direnç katsayısı
N	:	Newton
lt	:	Litre
mm	:	Milimetre
kg	:	Kilogram
gr	:	Gram

1. GİRİŞ

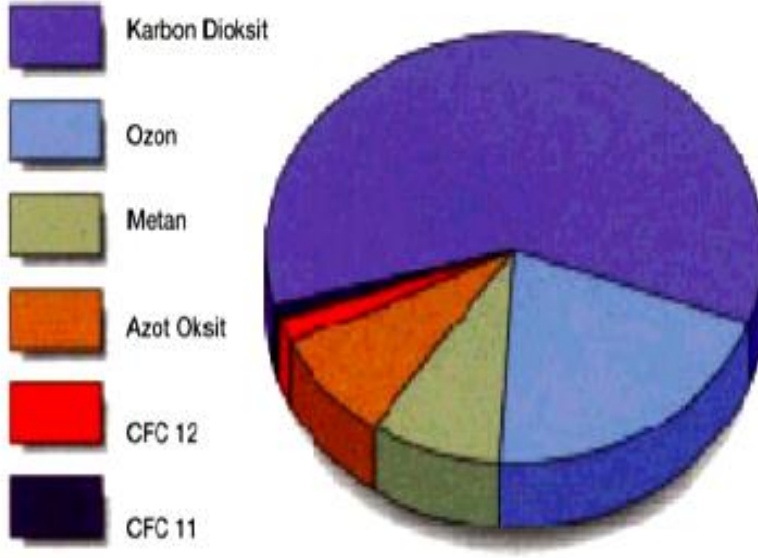
Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte, insanların yaşam kalitesi artmakta ve bu durumda enerji tüketimini beraberinde getirmektedir. Enerjiye duyulan ihtiyaçla doğru orantılı olarak üretimde de artış olmaktadır. Geçtiğimiz 50 yıla bakacak olursak, enerji üretiminde ortalama 4 katı bir artış olmuştur. Sıvı yakıtlarda ise bu artış 5,5 katı kadardır. Gelişmiş ülkelerde enerji tüketiminin bir kısmını nükleer ve hidrolik enerji kaynaklarından karşılamasına rağmen toplam enerji tüketimde %80 civarındaki paya sahip olmasıyla çevre kirliliğinde önemli yere sahiptirler. Dünyanın sıcaklığındaki yükselme, küresel ısınma veya sera etkisi olarak bilinmektedir. Fosil tabanlı yakacakların sanayi devriminden sonra kullanılmasının iyice artması ve ormanların hızla tahrip edilmesi atmosferde bulunan sera gazlarının artmasına neden olmuşlardır. Sera gazları karbondioksit (CO₂), su buharı, metan gazı (CH₄), ozon (O₃), diazot monoksit (N₂O) gibi gazlardır. Küresel ısınmayla ve onun çevremizde bulunan etkileriyle uğraşmak son zamanlarda araştırmacılar arasında önemli bir yer tutmuş ve gelişmiş ülkelerin dikkatini ciddi biçimde çekmiştir. Küresel ısınmayı önlemek amacıyla uluslararası çalışmalarda yapılmaktadır.

Ülkelerin emisyon değerlerini belli zaman aralıklarında sınırlayan Kyoto Protokolü bunların arasında en önemlilerinden biridir. Bu yüzden ülkelerin ürettikleri doğaya ve insan sağlığına zararlı sera gazı emisyonlarını sınırlaması önemli olmuştur.

Günümüzde 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. (Dağsöz, 1997)

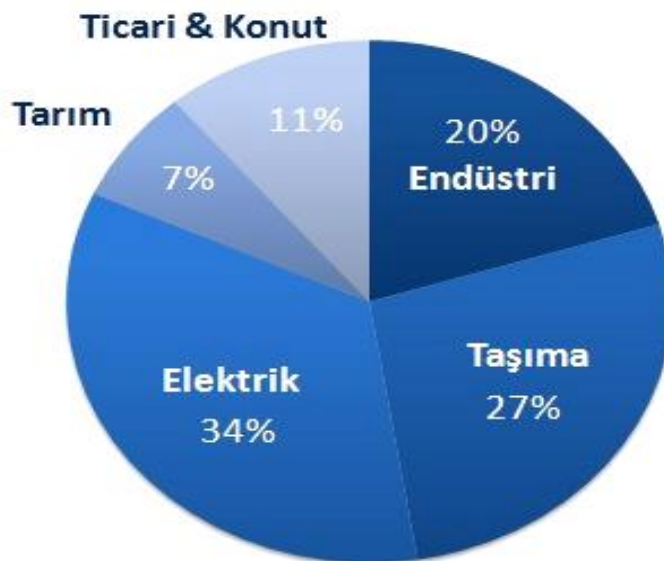
Şekil 1.1 'de görüldüğü gibi karbondioksit miktarı diğer gazlara oranla en en yüksek orana sahiptir.

Şekil 1.1: Sera gazlarının küresel ısınmadaki payları.



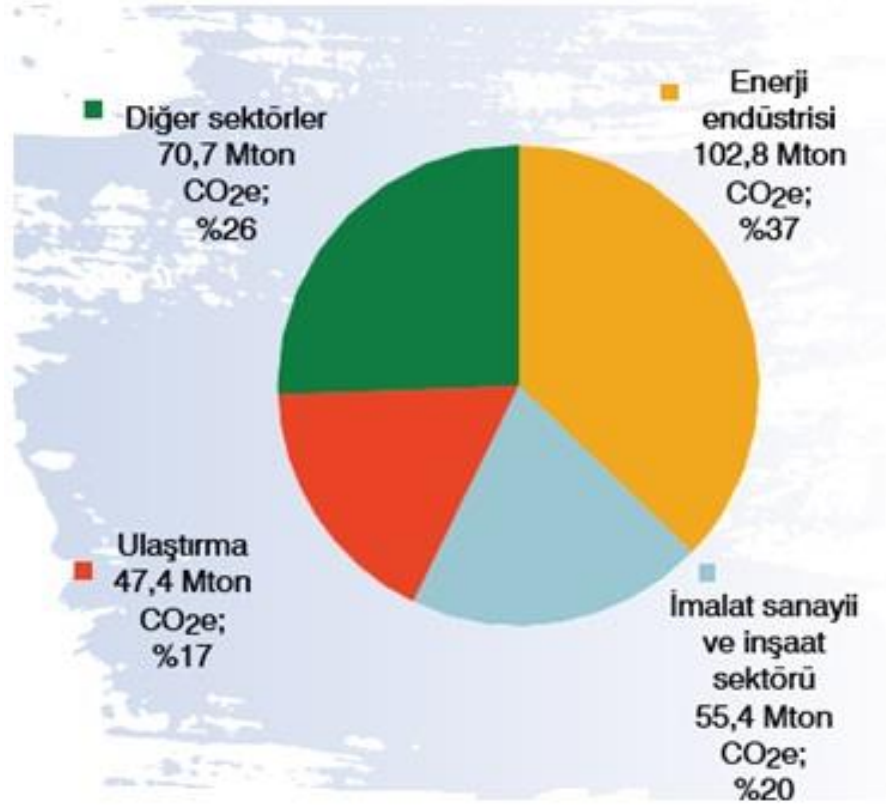
Kaynak: www.agaclar.net

Şekil 1.2: 2012 yılı itibariyle ABD'de sera gazı emisyonlarının sektörel dağılımı



Kaynak: <http://enerjienstitusu.com/2012/09/12/neden-elektrikli-ve-hibrit-araclar/> Erişim 10.09.2014

Şekil 1.3: Türkiye’de 2009 yılında sera gazı emisyonlarının sektörel dağılımı.



Kaynak: <http://enerjienstitusu.com/2012/09/12/neden-elektrikli-ve-hibrit-araclar/> Erişim 10.09.2014

Fosil tabanlı yakıtlar hızlı biçimde tükenmektedir. Üstelik bu yakıtların kullanılmasıyla açığa çıkan hem zehirleyici gazlar hem de sera etkisi yapan gazlar nedeniyle insan sağlığını tehdit etmektedirler. Bu nedenle içten yanmalı motorlar (İYM) için alternatif yakıtların araştırılması ve kullanılması gerekmektedir. Bu yakıtlar sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), sıkıştırılmış doğalgaz (CNG), ethanol, methanol, biyogaz ve bitkisel kökenli yakıtlardır.(Botaş, 1996)

Şehir içi toplu taşımacılıkta kullanılan otobüsler 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. Doğalgaz ise %10 oranında bir potansiyele

sahiptir. Avrupa birliği içinde Almanya en hızlı doğalgaz yakıt istasyonları kuran ve doğalgazlı taşıtları kullanan ülkedir.

şehir içi otobüslerinin ve Ağır hizmet taşıtlarının egzoz emisyonlarına getirilen kısıtlamaları karşılamak için ve küresel ısınmaya neden olan en önemli sera gazı karbon dioksit emisyonunu seviyesini azaltmak için yakıt olarak doğalgazın kullanılması bütün gelişmiş ülkeler tarafından kabul edilmiş bir yöntemdir. Doğalgaz çeşitli gazların birleşiminden meydana gelmiştir. Büyük çoğunluğunu oluşturan metan, toplam hacmin %85-99 arasında yer kaplar. Geri kalan kısım diğer hidrokarbonlar, karbondioksit, azot helyum gibi asal gazlar; hidrojen sülfid ve su taneciklerinden meydana gelmiştir. Tutuşma sıcaklık derecesi yüksek olduğundan vurutuya dayanıklıdır. Normal şartlar altında gaz halinde bulunduğundan hava ile her oranda kolayca karşır. Benzine oranla daha fakir karşımlarla kullanılabilir. Motorin ve benzine göre karbondioksit emisyonları daha azdır.(<http://www.samtekmuhendislik.com.tr/kategori/ipuclari/> Erişim 12.03.2013)

2. KÜRESEL ISINMA, SERA GAZLARI, ETKİLERİ VE TÜRKİYE’NİN DURUMU

2.1 KÜRESEL ISINMA

İklim, geniş bir bölge içinde uzun bir zaman periyodu içinde her gün gerçekleşen hava şartlarının değişmesiyle oluşur. Hava durumu ise kısa zaman aralığındaki atmosfer bulunduğu durumdur. İklim'e etki eden hava olayları genellikle sıcaklık, yağış, rüzgar gibi değişkenlerdir. İklim döngüsü şu temel elemanlardan meydana gelmektedir: atmosfer, okyanuslar, kara ve deniz biyosferi, krayosfer (deniz buzları, sezonluk kar örtüsü, dağdaki buzulları, kıtasal boyuttaki buz tabakaları) ve kara yüzeyi. Bu elemanlar birbirleriyle etkileşim içerisindedirler ve bu etkileşim boyunca yerkürenin yüzey iklimini oluştururlar. Bu etkileşimler enerji değişimi ile meydana gelmektedir. İklim döngüsü güneşten gelen enerjinin atmosfere girişi ile güçlenir ve bu enerjinin belli bir kısmını geri göndererek kendini dengeler. Güneş enerjisi, atmosfer ve okyanusun hareketi, ısının ve suyun akışı ve biyolojik olayların devamı için temel faktördür. Şekil 2.1 iklim sisteminin değişik elemanlarının ve değişebilecek olan eleman özelliklerinin şematik halini göstermektedir. (Yalçınkaya, 2004)

Araştırmacıların yaptıkları çalışmalar sonucunda, dünya yüzeyinin sıcaklığı geçtiğimiz yüzyılda 0,4°C civarında bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Son yıllarda bu sıcaklık değerleri gitgide artmış ve bu artıştaki en büyük etkiyi insanoğlu gerçekleştirmiştir. İnsanların faaliyetleri sonucunda, atmosferdeki kimyasal yapı bozularak, sera gazları gibi zararlı gazları üretecek halde değişime uğramaktadır. Özellikle karbondioksit, metan ve nitritoksit üretimine neden olmaktadır. Bu gazların en büyük etki oluşturan özelliği ise doğadaki ısıyı tutmasıdır. Güneşten gelen enerji ve ışınlar atmosferden geçerek dünyanın yüzey sıcaklığını artırır; buna karşılık, yeryüzü güneş ışınlarının bir kısmını uzaya geri yayar. Atmosferde bulunan sera gazları (su buharı, karbondioksit ve diğer gazlar) ise bu geri gönderilen enerjinin bir kısmını hapseder. Şekil 2.1’i incelediğimizde kalın oklarla gösterilenler iklim değişikliğiyle ilişkilendirilebilecekleri

ve bölgesel olarak değişiklik gösterir. Araştırmacılar sera gazındaki artışın nedenini kısaca şu şekilde dile getirmektedir. Karbondioksit oranının artışında temel faktör, fosil kökenli yakıtların yakılması ve diğer insan faaliyetleridir. Bitkilerin yaptığı solunum ve organik maddelerin yapısındaki değişimler sonucu açığa çıkardığı CO₂ insanoğlunun ürettiği CO₂ miktarından 10 kat daha fazladır. Fakat bitkilerin ve bu değişik etmenlerle oluşan CO₂'nin; bitkilerin fotosentez yapması ve okyanusların oksijeni depolaması ile birbirini dengelemektedir. Fakat sanayi devriminden bu yana denge değişmektedir. Sanayi devrimi ile sanayilerin kurulması ve atıkların çoğalmasıyla bu denge değişmeye başlamıştır. Son birkaç yüzyılda değişen ise insan faaliyetleri sonucunda oluşan CO₂ miktarındaki artıştır. ABD'de fosil yakıtlardan meydana gelen gazların tamamı, ABD de toplam üretilen CO₂ gazı emisyonununun %98'i, metan gazı emisyonununun %24'ü, NO_x gazı emisyonunununsa %18'ini oluşturmaktadır. Bu oranlar her geçen gün daha da artmaktadır fakat rakamsal bir öngörüde bulunmak zor olur çünkü oluşacak bu gaz salınımlarının oranı ekonomik, teknolojik, siyasi ve kurumsal gelişmelere, değişimlere bağlıdır. Bu bahsedilen etmenlerin ön plana alınmasıyla çok çeşitli bakış açıları geliştirilebilmektedir. Örneğin, 2100 yıllarında, emisyon kontrol kanunları olmaması halinde senaryo üretirsek, CO₂ emisyonları bugünkü değerin yüzde 30-150 katı daha fazla olacağı öngörülmektedir. Bu orandaki değişim diğer etmenlerin değişimine göre en iyi yüzde 30 en kötü yüzde 150 seviyelerinde olabilir. Ortalama küresel sıcaklıklar 19. yüzyıldan bu yana sürekli artış göstermektedir. 20. yüzyıldaki en sıcak geçirdiğimiz 10 yıl ise, geçirdiğimiz son 15 yıllık dönem içinde yer almaktadır. Bunların içinde 2007 en sıcak yıllardan birisi olarak kayıtlara geçmiştir.

Kutuplarda yüzen buz tabakaları ve kar örtüleri her geçen gün gittikçe azalmaktadır. Geçtiğimiz yüzyılda buzulların erimesiyle okyanustaki su seviyesinde 10 ile 15 cm arasında bir yükselme meydana gelmiştir. Bu yükselişe rağmen tüm dünya üzerinde yağışlarda %1 artış meydana gelmiştir. Sera gazı yoğunluğunun artışı, iklim değişimini de hızlandırıyor muş gibi görünmektedir. Bilim adamları küresel yüzey sıcaklıklarının önümüzdeki 50 yıllık zamanda 0,6 ile 2,5°C, 100 yıllık zaman zarfında ise 1,4 ile 5,8°C yükselecek ve bunların bölge bölge etkilerinin oluşacağını söylemektedir. İklimin ısınması sonucunda buharlaşma artacaktır, bunun sonucunda da ortalama oluşan küresel yağış miktarı artacaktır. Toprağın nemi çoğu bölgelerde azalma yönünde eğilim

gösterirken, çok güçlü sağanak yağışlar da daha sık görülmeye başlayacaktır. Deniz seviyesinde de yükselmeler meydana gelmeye devam edecektir. (<http://www.kureseylem.org/index.php?format=feed&type=rss> Erişim 01.03.2014)

İnsani etkiler birkaç şekilde iklime etki edebilir;

1. Fosil kökenli yakıtları, yani petrol ve kömürü yakacak olarak kullanıp atmosferin karbondioksit yoğunluğunu artırarak.
2. Fabrikalardan, otomobillerden, soba ve ocaklardan, toz sülfat ve sıvı parçacıklar şeklinde taneli maddeleri enjekte ederek atmosferin ışık geçirgenliğini, yani saydamlığını azaltmak.
3. Çarptığı yüzeylerden geri yansıyan radyasyonun, gelen güneş radyasyonuna oranı olan albedo değerini, sulama, şehirleşme, orman alanlarını tahrip etme ve zirai faaliyet yoluyla bütün yeryüzünde değiştirerek.
4. Fosil yakıtlar ve nükleer enerji kullanarak atmosferi doğrudan ısıtarak.
5. Denizlerde taşımacılık yapan tankerlerden ve denizde bulunan petrol kıyılarından sızmış petrol denizin üzerinde tabaka oluşturarak atmosfer ile ısı geçişini değiştirerek. İnsan etkisiyle oluşan etmenlerin ileride iklim üzerinde etkilere neden olacağına dair işaretler bulunmaktadır.

Yukarıda belirtilen bu etmenler, insan faaliyetlerinin iklim değişikliği üzerindeki etkilerinin örnekleridir.

2.2 SERA GAZLARI VE ETKİLERİ

Sera gazlarının çeşitleri, doğadaki oranları ve oluşumuna neden olan kaynakları aşağıda verilmektedir.

Karbondioksit (CO₂) gazı: karbondioksit gazının atmosferdeki oranı 1750 yılından günümüze kadar %31 oranında artmıştır. İçinde bulunduğumuz zamanda atmosferde bulunan karbondioksit miktarı son 20 milyon yılda bu kadar yüksek seviyeye hiç çıkmamıştı. Atmosfere salınan insan kaynaklı CO₂ gazının yaklaşık %75'i geçtiğimiz 20 yıl içinde, fosil yakıtların kullanılmasıyla, geri kalan kısmı ise arazi kullanımının değişmesi ve ormanların yok edilmesinden kaynaklanmıştır. Geçtiğimiz 20 yıl içerisinde, atmosferdeki CO₂ gazındaki yıllık artış %0,4 olmuş, 1990'dan sonra ise yıllık artış %0,2 ile %0,8 arasında değişmiştir.

Metan (CH₄): 1750 yıllarından bu yana atmosferde bulunan metan gazının oranı %151 oranında artmış ve bu artış hala daha devam etmektedir. Metan gazındaki bu artış 1990'lı yıllarda belirgin bir yavaşlama göstermiştir. Metan gaz salınımının %50'si, fosil kökenli yakıtların kullanımı, mandıra ve büyükbaş hayvan yetiştiriciliği, çiftçilik sonucu meydana gelen pirinç, buğday, tarım artıklarının toprak altına gömülmesi gibi insan faaliyetlerinin sonucundan kaynaklanmaktadır. Son zamanlarda, metan gazındaki artmaya bağlı olarak karbon monoksit gaz salınımı da tespit edilmiştir.

Diazot monoksit (N₂O) gazı: 1750'li yıllardan bu yana diazot monoksit gazının atmosferdeki oranında %17'lik artış olmuş ve zamanla bu oran artmaya devam etmektedir. Günümüzde ise diazot monoksit oranı son bin yılın en üst seviyesindedir. Diazot monoksit salınımı yaklaşık %33'ü, tarım alanları, büyük baş hayvan yemleri ve kimya sanayisinden ortaya çıkan atıklar gibi insani etkiler sonucu meydana gelmektedir.

Halokarbon gazları: Ozon tabakasında incelmeye ve tahribata neden olan bu gazda ve sera etkisine neden olan halojenli karbon (halokarbon) gazları salınımında, Montreal Protokolünün yürürlüğe girmesiyle, 1995 yılından bu yana çok az miktarda artma ve azalma görülmektedir. Buna karşın, sanayide bu gazların yerine kullanılan ve sera etkisi yapan diğer halokarbon gazlarının kullanılmasında artış olmaktadır.(Ersoy 1994, ss. 4-8).

Buzdolaplarında, parfümlerde ve köpük izolasyonunun yapılmasında kullanılan CFC gazları ozon tabakasını en çok tehdit eden gazlardır. 1986 yıllarında yapılan ölçme değerlerinde dünyada üretilen CFC gazlarının %25'i soğutma sistemlerinde kullanılmaktaydı. Günümüzde ise Avrupa topluluğuna üye olan ülkelerde CFC

gazlarının üretimi yasaklanmış durumdadır. Bu yasağa rağmen üretici firmalara depolarında bulundurdukları stok yaptıkları buzdolaplarını satma konusunda izin verilmiştir. Yasakta buna engel bir durum yoktur. Hidroflorokarbonlar (HFC) da CFC'lerin alternatifi olarak soğutucu gaz yerine ozon tabakasına zarar vermediği için artık soğutucu gaz olarak ve izolasyon köpüğü yapımında tercih edilmektedir. Hidroflorokarbonlar sera etkisini arttırmada CO₂ den 1200 kat daha etkilidir. Aslında hem CFC'lere, ve HFC'lere alternatif olacak gazlarda mevcuttur; bunlar 1930'lu yıllarda CFC'lerin geliştirilmesine kadar soğutmada kullanılan hidrokarbonlardır. Ozon tabakasına zarar vermezler. Ayrıca hidrokarbonlar CFC'lerden daha hesaplı ve zehirsizdir. Herhangi bir elektrik santralinin ortalama standartlarda olan bir buzdolabını çalıştırmak için atmosfere salınan CO₂ oranı bir yılda 0,5 tondur. Evlerdeki buzdolapları tarafından tüketilen enerji, evlerde tüketilen toplam enerjinin %36'sına denk gelmektedir. Tabi teknolojinin zamanla ilerlemesiyle A sınıfı enerjili buzdolapları üretilerek, %70'e kadar daha az enerji tüketmektedir. Enerji tüketimi konusunda en verimli modellerinse CFC ve HFC'lerin kullanılmadığı modeller olduğunu söyleyebiliriz.(Keskin, 2005).

2.3 YANMA SONUCUNDA MEYDANA GELEN KİRLETİCİLER

Yanma sonucunda aşağıda verilmiş bazı kirletici maddeler ortaya çıkmaktadır.

Karbon monoksit (CO)

Yanmamış Hidrokarbonlar(HC)

Azot Oksitler (NO_x)

Aldehitler (R.CHO)

İs, Partiküller (Katı ve Sıvı parçacıklar)

Kükürt dioksit (SO₂)

Kurşun Bileşikleri (Pb)

2.3.1 Kirletici Maddelerin İnsan ve Çevre Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Karbon monoksit gazı (CO);

Kombi, kazan, soba, şöfen bacalarından, şömine, mangal ya da mutfak ocağımızdan, otomobil egzozundan tıkanmış baca ya da kötü yanma sonucu sürekli ortama yayılan ve sinsi katil olarak da adlandırılan farkına varmadan uyutarak ölümle sonuçlanan bir diğer tehlikeli gaz da Karbon monoksit gazıdır. Doğalgazın yaygınlaşmasıyla hemen hemen her evde kombi veya şöfen bulunmaktadır. Bu cihazların tıkalı baca sonucu zehirlenmelerdeki en önemli gaz olan karbon monoksit kokusuz, renksiz ve tatsız özelliklere sahiptir, herhangi bir kaçak durumunda insan vücudunun bunu algılaması zordur. Bunun yanı sıra karbon monoksit zehirlenmesinin genel olarak ilk başlarda gösterdiği belirtiler, gribal üşütme gibi nezle gibi rahatsızlıklara benzediği için bunlarla çok kolay karıştırılabilir. Bu nedenle insanların bu durumu algılayıp kendini kurtarması zorlaşmaktadır. Bu özelliği nedeni ile de iş güvenliğinde "sinsi katil" olarak adlandırılır.(http://www.maden.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=8735 Erişim 11.11.2013)

Yanmamış Hidrokarbonlar(HC);

Yanmanın oluşmasıyla açığa çıkan gazlar bacalardan ve taşıtlarda yakıt deposundan ve karbüratörlerden buharlaşma yolu ile veya motordan egzoz yolu ile atmosfere bırakılır. Atmosfere salınan yanmamış veya kısmen yanmış hidrokarbonlar kötü kokulu ve tahriş edici özelliğe sahiptir. Bu tür hidrokarbonlar arasında parafinler ve olefinler solunum sisteminde mukozaya etki ederek tahriş olmasına ve yıpranmasına neden olur. Hidrokarbonların kısmi olarak yanmasıyla meydana gelen aldehitlerde daha keskin bir

kokuya sahiptir. Keskin kokuya sahip olması nedeniyle gözde ve burunda yanmalar meydana getirerek tahribata yol açar. Atmosferde gaz halinde bulunan hidrokarbonlar güneş ışığı altında azot oksitle birleşirler, bu birleşim sonucu fotokimyasal sis dediğimiz tabaka oluşur. Bu tabaka gözlerin yanmasına ve sulanmasına, solunum sisteminin etkilenmesine neden olur, aynı zamanda doğadaki bitkiler için de tehdit oluşturur.

Azot Oksitler (NO_x);

Azot oksitler (NO, NO₂, N₂O₂ ve bunun gibi bileşiklerin tümüne birden NO_x diyerek tanımlıyoruz.) CO gibi kandaki hemoglobinin ile birleşmektedir. Azot oksitler ciğerlerde nem ile birleşerek kansere neden olmaktadır. İçindeki asit miktarına göre etkisi de değişmektedir. Ancak zamanla birikim özelliği bulunduğu için özellikle solunum hastalıkları bulunan kişiler için tehlikelidir. Vücudun savunma sistemini zayıflattığı için diğer hastalıklar karşısında da savunmasız bırakır. Azot oksitler ayrıca kimyasal sis oluşumuna da etki etmektedir. Atmosferde bulunan su ile birleşerek nitrik asit oluşumuna neden olur ve böylece atmosferde asit yağmuru oluşmasına neden olur. Böylece bitki örtüsüne de zarar verirler. Azot oksitler içinde NO renksiz, kokusuz bir gazdır. NO₂ ise kırmızı kahverengi renkli, kötü kokulu, tahriş edici bir gazdır. Yanma ürünleri arasında genellikle NO bulunmasına rağmen, atmosfere atıldıktan sonra bir kısmı NO₂'ye dönüşmektedir. NO gazının felç yapıcı özellikleri de bulunmaktadır.

Aldehitler (R.CHO);

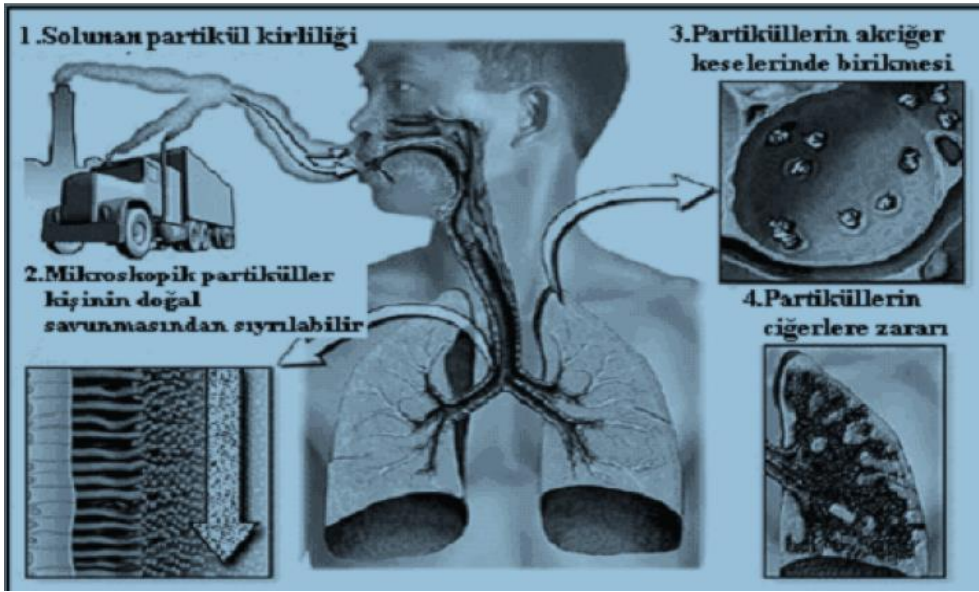
Aldehitler hidrokarbonların kısmı yanması sonucu oluşan ürünlerdir. Kötü kokuya neden olurlar, gözleri ve solunum sistemini tahriş edici etkinin önemli nedeni formaldehitlerdir. Kanserojen özelliğe sahiptir.

İs, Partiküller (Katı ve Sıvı parçacıklar);

İçten yanmalı motorlar tarafından meydana çıkan atıkların büyük kısmında is ve partiküller oluşmaktadır. İs, yanmamış olan karbon partikülleridir. Dizel motorlarda diğerlerine nazaran daha fazla partikülür oluşmaktadır. İsin içerisinde zararlı olan bileşikler bulunmaktadır. Solunum sisteminde karbon hidrojen zincirinden oluşmakta

olup bünyelerinde yanmamış ve oksitlenmemiş hidrokarbonları, polinükleer aromatikleri, kükürt dioksit, azot oksit ve sülfürik asit gibi inorganik bileşenleri içermektedir. Şekil 2.2 'de görüldüğü gibi solunum yoluyla alınan partiküler maddeler akciğer keselerinde zamanla birikmektedir zamanla birikerek tahribata yol açar.

Şekil 2.2: Partikül Maddelerin Akciğer Üzerinde Verdiği Zararlar



Kaynak: Yrd. Doç. Dr. Tarkan SANDALCI ders notu 5

Kükürt dioksit (SO₂);

Renksiz ve keskin kokulu bir gaz olan SO₂ solunum yolları, akciğer ve karaciğer hastalıklarına neden olmaktadır. Ayrıca SO₂'nin su buharı ile birleşerek oluşturduğu sülfürik asidin insan sağlığı ve bitki örtüsü üzerinde çok ciddi olumsuz etkileri bulunmaktadır.

Kurşun Bileşikleri (Pb);

Benzine, yakıtın oktan sayısını arttırmak amacıyla eklenen kurşun tetraetil gibi katkı maddeleri, yanma ürünleri arasında kurşun bileşiklerinin de bulunmasına neden olmaktadır. Bu bileşikler doğrudan bitkiler üzerinde birikerek veya dolaylı olarak yolların kenarındaki tarlalarda otlayan sütünü, etini, yumurtasını kullandığımız hayvanlar ile insanlara geçmektedirler. Kurşun, zamanla birikerek vücudu etkileyen çok kuvvetli zehirli bir maddedir. Metabolizma ve beyin üzerinde olumsuz etkileri mevcuttur. Kutlar ve diğ.(1998)

2.4 KÜRESEL ISINMANIN ETKİLERİ

Küresel ısınmanın nasıl meydana geldiğini anlatmıştım bu bölümde ise küresel ısınmanın etkileri ve ne kadar ciddi sonuçlara yol açtığını anlatacağım. Kısaca açıklayacak olursak güneş ışınları tarafından ısıtılan dünya yüzeyi bu ışınları tekrar atmosfere yansıtıyor yansıyan bu ışınların bir kısmı su buharı, karbondioksit ve metan gazının atmosferde oluşturduğu tabaka tarafından tutuluyor. Bu da yeryüzünün uygun sıcaklıkta kalmasını sağlıyor. Son zamanlarda defalarca bahsettiğim gibi fosil yakıtların yakılması, ormanların yok edilmesi, nüfusun hızla artması ve buna bağlı olarak tüketimin hızla artması ile birlikte atmosfere salınan metan, diazot monoksit ve karbondioksit gazlarının oranlarında da artış olmakta ve normal değerinden fazla olan bu artış küresel ısınmaya neden olmaktadır. 1860'lı yıllardan günümüze kadar kayda alınan değerlerde ortalama olarak dünyamızdaki sıcaklığın 0,5 ile 1 derece aralarında artış gösterdiğini kaydediyor. Geçtiğimiz 50 yıllık zaman dilimine bakacak olursak bilim adamları sıcaklıktaki bu artışın 50 yıl içinde insan hayatına olan etkisinin gözle görülür bir biçimde olduğunu söylemektedir. Dünya sıcaklığındaki bu artışın önüne geçilmez ve birtakım önlemler alınmaz ise bu yüzyıl sonunda sıcaklığın ortalama 2 derece daha artacağı öngörülüyor.

Dünyanın bütün bölgelerinde iklimde ciddi değişikliğe yol açan ısınma, kutuplardan ekvatora dağlardan denizlere kadar her katmanda ve her yerinde hissediliyor. Kutuplar ısınıyor, buz dağları erimeye başlıyor bunun akabinde okyanuslarda su seviyesi artmaya

başlıyor. Artan su seviyesi kıyı kesimleri etkiliyor ve toprak kaymalarına neden olarak karayı gün geçtikçe içine alıyor. Bütün bu doğa olayları birbirini takip ederek zincirleme felaketlere neden oluyor. Örneğin geçtiğimiz 50 yıla tekrar bakacak olursak sıcaklıktaki bu artışla beraber kuzey kutuplarında kar örtüsünde %10 civarı azalma görülürken 100 yıllık dönem içinde okyanuslarda ki su seviyesi 10 ile 20 cm arasında ciddi bir artış gösterdi. Felaketler zincirinde sıcaklığın artmasıyla bazı bölgeler kasırgalar, sel felaketleri ve su taşkınlıklarının sıklığı artarken bazı bölgelerde ise bunun tam tersi olarak kuraklık ve aşırı çölleşme gibi etkilere neden olmaktadır. Kışın sıcaklıklar artıyor, ilkbahar erken geliyor akabinde sonbahar gecikiyor, iklimde değişiklikler meydana geliyor. Hayvanların göç dönemlerini bile etkiliyor değişiyor. Doğada olan bu değişimler karşısında dayanıksız kalan bitki ve hayvanlar gitgide neslini yitiriyor. İnsan sağlığına doğrudan doğruya etki eden bu ısınma insanın doğasında da bazı değişimleri beraberinde getiriyor. Bilim adamları, iklimde oluşan bu değişikliklerinin kalpte, solunum sisteminde, bulaşıcı ve alerjik olan hastalıkları tetiklediğini düşünüyor.

Kömür, fueloil, doğalgaz, fosil kökenli yakıtlar bu yakıtlar çok yüksek basınçlar altında oluşmasından dolayı içerdiği karbondioksit bakımından çok yüksek değerlere sahip olan organik maddelerdir. Yüksek oranda karbondioksit sahibi olan bu yakıtları kullanmamızla atmosfere yüksek oranda karbondioksit salınımı olmaktadır. Normal şartlarda doğada karbon döngüsü ile bu çevrim olmaktadır fakat bizim yaktığımız fosil yakıtlardan oluşan salınım bu döngüdeki miktarı arttırmaktadır. Havayı oluşturan oksijen ve azot gazları, güneşten gelen bizim çıplak gözle görebildiğimiz ışınları yansıtır, gözle göremediğimiz mor ötesi gibi ışınların ise bir kısmını absorbe eder. Dünya yüzeyine ulaşabilen güneş ışınları, yeryüzü tarafından soğurulur ve ısıya dönüştürülür. Bu ısı, yeryüzündeki atomların titreşimine ve kızılötesi ışın yapmalarına neden olur. Bu kızılötesi ışınlar, oksijen veya azot gazı tarafından soğurulmaz. Ancak havada bulunan CO₂ ve CFC gazları, kızılötesi ışınların bir kısmını soğurarak, atmosferden dışarı çıkmalarını engeller. Bu soğurma olayı, atmosferin ısınmasına yol açar. Küresel ısınmanın etkilerini ekolojik sistemlere sosyoekonomik ve politik etkileri olarak da sıralayabiliriz.

2.4.1 Ekolojik Sistemler Üzerindeki Etkileri

Bu etkileri felaket senaryoları ile anlatırsak 2100 yılına dair senaryoları şu şekilde sıralamak mümkündür. Sıcaklıktaki artışın yukarı kısımlara gidildikçe ve kutuplara doğru gidildikçe ortalamanın neredeyse iki katına kadar üstüne çıkarak artması beklenmektedir. Bu durum karşısında oluşacak felaketler zincirinin;

a) Buzulların erimesi;

Okyanuslarda su seviyesinde 60 cm kadar artış olması;

Su taşkınları, kıyı kesimlerdeki toprak kayıpları;

Temiz su kaynaklarının deniz suyuna karışması ve bunun sonucunda su ihtiyacı olması;

Yüksek sıcaklıkla beraber buharlaşmanın çok olmasından dolayı oluşan kuraklaşma ve bunun akabinde gelen yangınlar, akarsularda oluşan azalma;

Oluşan bu değişimler karşısında zayıf kalan bitkilerin ve hayvan türlerinin azalarak türlerini yitirmesi;

Bazı bölgelerde aşırı ısınmayla birlikte virüslerde değişiklik olması ve salgın hastalıkların gelişmesi;

b) Doğal peyzaj tabakası:

Doğal peyzaj tabakası; kırsal iklimindeki döngü sisteminden oluşur, içinde çeşitli hayvanlar, mikroorganizmalar ve bitkiler bulundurur. Birden fazla doğal yaşamın bulunduğu ekosistemlerde iklimin değişmesi karşısında uyumu çok daha zor olmaktadır. Örneğin; değişen iklimden dolayı yaşadıkları ortamdan göç ederek kendilerine daha uygun bir ortam arayan kuş türleri sayısı artmakta ve yaşayabileceği ortamı bulana kadar göçlerini sürdürmek zorunda kalmaktadırlar.

c) Deniz ve sahil şeridi:

Sulak ve ekosistem alanlarında insanların sürekli bu bölgelerde yaşaması ve bu bölgelere etki etmesi, bu bölgenin doğallığı ile oynaması nedeniyle sürekli olarak değişiklik altındadır. İnsanoğlunun kendi eliyle tahrip ettiği doğa boynunu bükmüş vaziyette geleceğe dair ne olacağını bilmeden kaderine mahkum edilircesine beklemektedir. Okyanusta su seviyesinde yükselme ile oluşabilecek taşkınlar, seller sulak alanların ve sahil çevrelerinin beklediği sorunların başındadır.

d) Orman ve bitkilerin durumu:

Ağaçların ve bitki türlerinin atmosferin ısınmasıyla birlikte beraberinde gelen değişikliklere biranda adapte olamazlar. İklimin değişikliği ortaçağ ormanları için ciddi tehlike oluşturur. Henüz yeni yetişmiş ormanların yerine yeni genç ağaçlar, ormanlar yetiştirilebildiği halde, daha yaşlı ağaçlara sahip olan ormanların kendilerini yenilemesi ve doğadaki varlığını devam ettirmesi çok da kolay değildir. Atmosfer sıcaklığının artmasıyla birlikte gelen sel, peşinden oluşacak kurak alanların çoğalması gibi felaketler bitkilerin yaşantısını da zor duruma düşürecek ve birçok bitki türü yok olacaktır.

2.4.2 Sosyoekonomik ve Politik Açıdan Etkileri

a) Su sorunu;

Ekilen ve biçilen alanlarda yetiştirilen ürünlerin azaltılması.

Su kaynaklarının azalmasıyla birlikte gelen enerji bulma sıkıntısı.

b) Turizm ve turizm alanlarındaki sıkıntılar;

Turizm ve turizm yapılan bu alanların sorun teşkil etmeye başlamasıyla gelen turist sayısında oluşacak olan azalma ile birlikte iş istihdamının azalması ve kapanmaya kadar gitmesi.

Sorunlara karşı mücadele veren bir yaklaşımda bulunamama zorluğu,

Yerleşim yerleri ve sahil kenarındaki yapılardan kaçmak yerine şehirler yeniden planlanıp projelendirilmelidir.

c) İnsan Sağlığı ve etkileri;

Sıcaklığın etkisiyle doğada bulunan virüs türleri mutasyona uğrayabilir ve daha tehlikeli durumlara neden olabilir.

Kirlenen su kaynaklarının kullanılamaz ve temizlenemez hale gelmesi.

Su taşkınları, sel ve benzeri doğa olayları sonucunda hastalık oluşturan mikroorganizmaların taşınarak yayılması.

Besin maddelerinin azalarak açlığa ve zayıflığa neden olması.

Olaylar karşısında bireylerin kendini çaresiz hissetmesi ve bunun akabinde gelen psikolojik sorunlar.

Gelişimini tamamlamamış ülkelerdeki insanların gelişmiş ülkelere doğru giderek oralarda nüfusu arttırması.

d) Politik Sorunlar;

Gelişmemiş ülkelerde yapılan zayıf politika sonucunda, ülke vatandaşlarını koruyamayarak zayıf altyapı sistemleri doğrultusunda krizlerin ortaya çıkması.

Zayıf olan ülkelerde yaşanan bu tip sorunlar ve krizler güçlü ülkelerin işine gelerek onların zayıf ülke üzerindeki rant planlarına uygulamalarına kolaylık sağlayacaktır(Çavdar, 2005).

2.4.3 İklim Değişikliğinin Türkiye Üzerinde Olabilecek Etkileri

Türkiye, iklim değişikliği durumunda, başlıca su kaynaklarında azalma olması, ormanlarda yangınların artması, kuraklık ve erozyon olaylarının daha sık ve daha dar bölgelerde görülmeye başlaması, çölleşme ve çölleşmeyle gelen ekolojik bozulmalar gibi olumsuz durumlarla karşılaşabilecektir. Farklı olan bu iklim türlerinde ısınmanın en çok görüleceği kısım yüksek enlemler olacaktır bu alana sıcaklıktan çok daha fazla etkilenecektir. Yapılan değerlendirmelerden çıkan sonuçlara göre ülkemiz üzerindeki sıcaklıklarda olacak artış 2050 yıllarına kadar, sadece sera gazı yönünden, 1 ile 3 °C arasında; sera gazlarındaki ve sülfat taneciklerinde ki değişim yönünden ele alındığında ise 1 ile 2 °C arasında yükselmenin olması beklenmektedir. Başka senaryolar ve modellemeler ile de insan etkisi altında bulunan doğamızın gördüğü ve göreceği zararlar çıkartılabilmektedir. Yapılan bu modellemeler bize insanların doğaya vereceği zararı görmemizde ve insanoğlunun küresel ısınma üzerinde ne derece etkiye sahip olduğunu göstermekte yardımcı olacaktır. Yapılan çalışmalar ve gösterilen örneklere bakacak olursak, insanların neden olduğu iklim değişikliğine, ülkemizdeki yağış ve sıcaklık koşulları, besin kaynakları su tedarik edilmesi üzerinde ne derece etkisi olduğu, United Kingdom Meteorological Office Hadley Centre İkinci İklim varsayımlarının sonuçlarına göre bölgesel olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmelere sonucunda yapılan Hadley Centre modeli, atmosferde bulunan CO₂ gazında ki birikimi 750 ppm ve 550 ppm seviyesinde durdurmayı planlayan CO₂ salımları senaryolarını esas almaktadır. Ayrıca, bu çalışmada CO₂ ve öteki sera gazlarındaki artışlar için herhangi bir önlemin alınmadığını kabul eden salımların azaltılmadığı senaryoya dayalı varsayım sonuçları, durdurma senaryolarının kullanıldığı varsayım sonuçlarıyla bir karşılaştırma yapılabilsin diye birlikte ele alınmıştır. Yapılan bu varsayımlardan faydalanarak, Türkiye için 2080'li yıllara kadar olabilecek değerlendirmeler aşağıda verilmiştir:

a) Sıcaklıktaki değişiklikler;

Atmosferde insani faktörler sonucunda olması gereken değerden fazla CO₂ gazı birikimini azaltmak için hiçbir tedbirin alınmadığı düşünüldüğü durumda hazırlanan bu

senaryoda, Türkiye üzerinde 2080'li yıllara kadar yıllık ortalama sıcaklıklarda yaklaşık 3 ile 4 °C artış;

CO2 birikmesini 750 ppm'de durdurmaya amaçlayan senaryoda ise yıllık ortalama sıcaklık yaklaşık 2 ile 3 °C artış olacak;

CO2 birikmesini 550 ppm'de durdurmaya amaçlayan senaryoda ise, yıllık ortalama sıcaklık yaklaşık 1 ile 2 °C artış olacaktır.

b) Yağış durumundaki değişiklikler;

2080'li yıllarda, gaz salınımlarının kontrol altına alınmadığı senaryoda ise ülkemiz üzerinde ortalama yağış miktarı yıllık yaklaşık 0 ile -1 mm/gün azalarak seyretmekte;

CO2 birikimlerini 750 ve 550 ppm'de durdurmaya öngören iki senaryoda da ise, 2080'li yıllara kadar Türkiye üzerindeki ortalama yağışlarda yıllık ortalama 0 ile -0,5 mm/gün azalma yönünde değişiklik;

c) Vejetasyon (bitkinin tohum döneminden kendi tohumunu verene kadarki dönem) biyokütle değişiklikleri;

Salınımların kontrol altına alınmadığı senaryo ile CO2 birikimlerini 750 ve 550 ppm'de durdurma senaryolarına göre, 2080'li yıllara kadar vejetasyonda ciddi bir değişiklik öngörülmemiştir.

d) Önemli akarsu havzalarındaki suyun akım değişiklikleri;

Salınımların kontrol edilmediği senaryolarda, Türkiye akarsularından bir yılda akan suda yaklaşık %20 ile %50 arasında azalma;

CO2 birikimlerini 750 ppm'de durduran senaryo altında ise, Türkiye akarsularının yıllık akımlarında yaklaşık %5 ile %25 oranında azalma;

CO2 birikimini 550 ppm'de durduran senaryoda, Türkiye akarsularının yıllık akımlarında yaklaşık %0 ile %15 oranında azalma.

e) Türkiye'de su stresinin iklim değişikliği ile değişimi;

Doğaya salınan gazların kontrol altında alınmadığı takdirde ortaya koyulan senaryoda biriken CO2 miktarının 750 ve 550 ppm'de durdurulduğu senaryoda, Türkiye ve Orta Doğu, dünyanın su stresinde artış beklenen ya da su sıkıntısı çeken yerler arasında öngörülmüştür.

f) Çiftçilik ile üretilen tarımsal üretimde yaşanan değişimler;

Kontrol edilmeyen salınımlarda ki senaryoda, 2080'li yıllara kadar Türkiye'nin tarımla ürettiği ürünlerde yaklaşık %-2,5 oranında azalmaya neden olacaktır;

CO2 birikmesini 750 ve 550 ppm'de durdurulduğunu varsayan senaryoda, Türkiye 2080'li yıllara kadar tarımsal üretimde yaklaşık %0 ile %2,5 arasında bir artış meydana getirecektir.

Yukarıda özetle beklenen etkilerin yanında; Ülkemizde ısı dalgalarında gözlenen artış nedeniyle ortaya çıkan ölümler ve birtakım bulaşıcı hastalıklar artarak ciddi oranda tehdit oluşturacaktır. Sıtma gibi hastalıklar birçok bölgelerde artık kontrol altına alınmasına karşın bazı bölgelerde tekrar kontrol dışı kalabilecektir.

Hava sıcaklıklarının artmasıyla, sivrisinek gibi parazitler taşıyan canlıların yaşadıkları alanlarda artar, bununla paralel olarak bu canlılardan etkilenen insan sayısında da artış olacaktır. Ülkemizde yaşanacak olan fırtına, şiddetli yağış, sel felaketleri ve taşkınlar gibi afetler beraberinde suyolu ile bulaşan hastalıklarda bula artışına neden olacaktır. Artan çevresel afetlerle beraber çevresel göçlerin artması, besin kaynakları ve su kaynaklarında azalmalar, yeterli veya düzensiz beslenmeler, su kaynaklarından sebeple oluşacak bulaşıcı hastalıkların artmalarına sebep olacaktır, bu durumda gelecekte Türkiye'de yaşayan insanlar için önemli sağlık problemleri olacaktır.

Ülkemiz, İklim değişikliğinin olumsuz ya da tehlikeli etkileri açısından, risk gurubundaki ülkeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle küresel ısınma önlenmez ve bugünkü hızıyla sürerse, gelecekte Türkiye’yi çok kötü koşullar bekleyecektir. Bu nedenle, model çalışmalarında ortaya konulan küresel ve bölgesel ölçekli iklim değişikliği öngörülleri ile Türkiye’de iklim değişikliği ve değişebilirliği, kuraklık ve çölleşme konularında yapılan bilimsel çalışmalar ışığı altında gereken önlemler alınmalıdır(Türkeş, 2002).

2.5 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÇERÇEVE SÖZLEŞMESİ (İDÇS)

Küresel sorunlar ancak ülkeler arasında yapılacak olan diyalog ve küresel antlaşmalar ile çözüme ulaşır. Küresel olarak işbirliği sağlanmadığı sürece bireysel yapılacak önlemler pek bir anlam ifade etmez. Küresel ısınmanın doğa üzerinde yaratacağı zararın öngörülmesi ve bunun büyük bir tahribat yaratacağı düşünülerek, 1992 yılında Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda kabul edilen ve 50 ülkenin onaylamasına müteakip 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi” (İDÇS) teşkil edilmiştir. Sözleşmenin amacı, atmosferde ciddi derecede tehlikeli boyutlara varan insan kaynaklı sera gazı emisyonu değerlerini azaltarak iklim sistemi üzerindeki tahribata yol açıcı etkisini önlemek ve belli bir seviyede kontrol altında tutulmasını sağlamaktır. Sözleşme iki ek liste içermektedir.

Ek-2: 1992 yılında Organisation for Economic Co-operation and Development(OECD) yani Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütüne üye 24 ülke (İsviçre, Norveç, Avustralya, Hollanda, İtalya, Portekiz, Almanya, ABD, Fransa, Avusturya, İngiltere, İzlanda, Türkiye, Belçika, Yeni Zelanda, Danimarka, İspanya, İrlanda, Japonya) ile Avrupa Birliğini oluşturan, gelişme dönemindeki ülkelere teknolojik konuda yardımda bulunan ve finans bakımından yardımda bulunan ülkelerin listesi.

Ek-1: Emisyon yapan kaynakları durdurarak ve emisyonu absorbe eden alanların sayılarını artırarak, sera gazı emisyonlarını 1990 yılındaki seviyesine indirmeyi

hedefleyen, EK-2 ülkeleri ve pazar ekonomisine geçiş sürecindeki ülkeler. Sözleşmede ekonomileri geçiş sürecinde olan ülkelere sera gazı emisyonlarında farklı bazı yıl seçme ayrıcalığı tanınmıştır. Bu ülkeler: Rusya Federasyonu, Hırvatistan, Slovakya, Litvanya, Ukrayna, Macaristan, Letonya, Polonya, Slovenya, Romanya, Bulgaristan, Belarus, Çek Cumhuriyeti, Estonya listesi.

Ek-1 Ülkelerinin 1990-2000 seneleri arasında birincil enerji kaynaklı sera gazı emisyon indirim performansına bakıldığı zaman; AB'ne aday ülkelerin ortalama %35 gibi indirim sağladıkları, Türkiye'nin ise aynı dönem için %65 oranında artış gösterdiği, AB ülkelerinin 1990 yılı değerini korurken, Diğer Ek-1 ülkeleri içinde yer alan ABD, Japonya, Kanada, Avustralya ve Norveç yaklaşık ortalama %20 civarında artış gösterdiği görülmektedir. Sözleşmeye 189 ülke katılmıştır(Türkeş, 2001)

2.6 KYOTO PROTOKOLÜ

Gelişimini tamamlamış olan ülkelerin sera gazı salımlarını 1990 yılındaki değerlerine indirmek ve oranlarını kontrol etmek amacıyla yapılmış olan İDÇS'nin yetersiz olduğu görülmüştür. Yetersiz olan İDÇS'nin daha bağlayıcı ve daha resmi bir biçimde kontrol edilebilmesi amacıyla, 16 Mart 1998 ila 15 Mart 1999 tarihleri arasında Kyoto Protokolü imzaya açık bırakılmış ve dünya ülkelerine sunulmuştur. Kyoto Protokolüne göre; Ek-1 listesinde yer alan ülkeler, 2008-2012 birinci taahhüt dönemi sonunda toplam sera gazı emisyonlarını ortalama olarak 1990 yılı seviyesinin en az % 5,2 kadar altına indirme şartını kabul etmişlerdir.

Kyoto Protokolü'nün yürürlüğe girmesi iki şarta bağlanmıştır. İlk olarak, protokolün 55 ülke tarafından kabul edilmesi, ikincisi ise 1990 yılında hesaplanan toplam CO2 emisyon miktarının en az %55'inden sorumlu olan Ek-1 ülkelerinin bu 55 ülke içinde yer alması gerekmektedir. %36'lık paya sahip olan Amerika Birleşik Devletleri Protokolü onaylamaması üzerine, pazarda en büyük diğer %17'lik paya sahip olan Rusya Federasyonuna doğru bir yönelme olmuştur. Bunun sonucunda, Rusya

Federasyonu 18 Kasım 2004 tarihinde onay belgesini Depozitere sunmasına müteakip 16 Şubat 2005 de Protokol yürürlüğe girerek geçerli olmaya başlamıştır. Bugüne kadar protokole 141 ülke katılmış ve Avrupa Birliği tarafından da onaylanarak kabul edilmiştir.

Kyoto Protokolünde iki liste bulunmaktadır. 1990 yılına oranla sayısal emisyon azaltım hedeflerinin yer aldığı Ek-B listesi Sözleşmenin Ek-1 listesinde yer alan taraf ülkelerden oluşmaktadır. Protokole taraf olmayan ancak Ek-1 listesinde yer alan Türkiye ve Beyaz Rusya Ek-B listesinde yer almamaktadır. Ek-B ülkeleri Protokol çerçevesinde sınırlama getirilen altı sera gazı toplam emisyonlarını 2008-2012 döneminde 1990 yılı seviyesinin en az %5,2 altına düşüreceklerdir. Kyoto Protokolü Ek-B listesine göre, Ek-1 ülkelerinden Türkiye ve Bela Rus'un dışında:

ABD %7 indirim hedefi,

Polonya, Macaristan, Japonya ve Kanada %6 indirim hedefi,

Hırvatistan %5 indirim hedefi,

Rusya Federasyonu, Yeni Zelanda ve Ukrayna % 0,

Norveç %1 artış,

Avustralya %8 artış,

İzlanda %10 artış,

Avrupa Birliği, Diğerleri %8 indirim hedefleri belirlenmiştir.

Gelişmekte olan ülkelerde gönüllü olarak sayısal sera gazı emisyonunu azaltım yolunda belirli değerler belirleyebilecek ve bu sürece katkı sağlayacaktır. Ek-B'de yer alan taraf ülkelerin belirlediği sayısal emisyon azaltım oranı hakkında 2005 yılında gözle görülür bir ilerleme kaydedilmiş olduğu belgelerle sunulacak. Bu tarih aynı zamanda ikinci taahhüt döneminin çalışmalarına başlanacak yıl olarak kabul edilmiştir. Protokolün

uygulanmasına yönelik yapılacak olan ilk değerlendirme, Protokolün yürürlüğe girişini takip eden 2. Taraflar Konferansında yapılması planlanmıştır. İklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarının nereden ve nasıl meydana geldiğinin küresel etkiler bakımından hiçbir önemi bulunmamaktadır çünkü, emisyon kaynaklarına ilişkin alınacak tedbirlerin nerede olduğunun bir önemi yoktur. Kesin hedef, insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyon indiriminin en az maliyetle gerçekleştirilmesidir. Sera gazı emisyonlarının birim azaltım maliyeti ülkelere göre farklılık göstermektedir. Maliyetinin daha az olduğu ülkelerde indirim gidilmesi daha hesaplı olacaktır. Esneklik mekanizmaları ile Ek-1 ülkelerinin bu ucuz maliyetten yararlanmaları söz konusu olacaktır. Kadioğlu ve Dokumacı (2005)

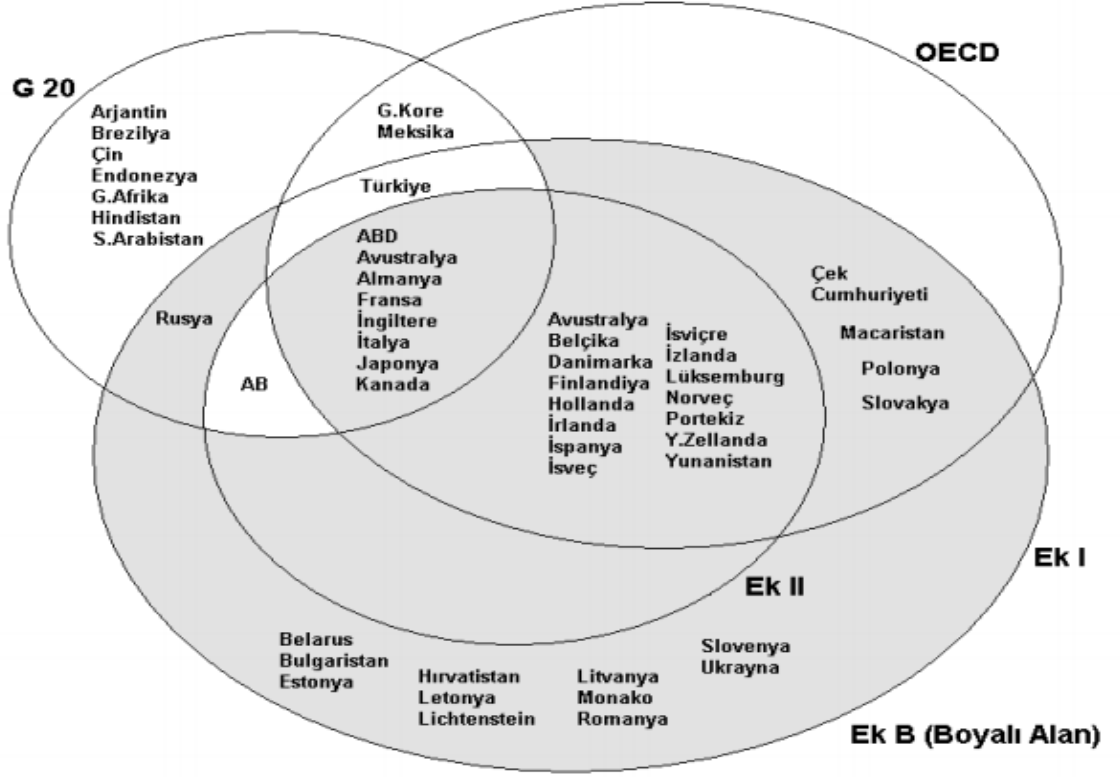
Protokolde tanımlanan esnek olunabilecek durumlar ise şunlardır:

a) Emisyon Ticareti (Emission Trading–ET): Kyoto Protokolünün 17. Maddesinde belirlenmiş olan “Emisyon Ticareti Mekanizması”, bu sistemde emisyon hedefinde bulunan ve bu hedefe ulaşmak için yeterli olan veya yeterli duruma gelmek için uğraşan ülkeler kendi aralarında ticaret yaparak hedeflerini yakalayacaklardır. Böylece kendi aralarında emisyon ticareti yapabilmelerine olanak tanımaktadır. Söz konusu madde gereğince, yapılan ölçümler sonucu sera gazı emisyonunu belirlenen hedeften daha fazla aşğılara çekerek azaltan bir Ek-1 ülkesi, gerçekleştirmiş olduğu söz konusu bu fazladan indirimi, başka bir protokol ülkesine satabilmektedir. Son yıllarda ülkelerin CO2 salımlarına baktığımızda, emisyon ticareti bağlamında, en büyük alıcılar ABD’dir fakat protokole imza atmadığı için ABD’yi bu durumdan sorumlu tutamayız. Japonya ve bazı Avrupa Birliği ülkeleri, bu değerleri satacakları en iyi müşterileri de Rusya, Ukrayna, bazı Doğu Avrupa Ülkeleri ve Kazakistan olacaktır. Kazakistan protokolü henüz imzalamamış ülkeler arasındadır. Emisyon Ticareti sistemi sonucunda, uluslararası piyasada on milyarlarca dolara ulaşan bir pazar oluşacaktır. Bu tutar, ABD’nin protokole imza atıp atmamasına göre de büyük değişiklik gösterir. ABD’nin Kyoto Protokolü’ne dahil olması durumunda bir ton emisyon ticaretinin 100 dolar ve üzeri olabileceği, dışında bulunması halinde ise 0-10 dolar arasında olabileceği tahmin edilmektedir. Bağcı ve Türkeş (2000)

b) Ortak Uygulama (Joint Implementation - JI): Protokolde 6. Madde ile bu sistem düzenlenmiştir. Ek-1 ülkeleri arasında olması gereken şartların sağlandığı takdirde, insanoğlunun oluşturduğu sera gazının azaltılmasını veya sera gazlarının yutaklar yoluyla uzaklaştırılmasını planlayan projelerden elde edilen “Emisyon Azaltma Kredisi” (Emission Reduction Unit) kazanılır ve kazanılan bu krediler belirlenen hedeften düşülür.

c) Temiz Kalkınma Mekanizması (Clean Development Mechanism -CDM): Bu mekanizma ise protokolün 12. Maddesi ile düzenlenmiştir. Ek-1 ve Ek-1 dışı ülkeler arasında uygulanacak olan bir sistemdir. Bu mekanizma ile Ek-1 Dışı ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda sera gazlarını azaltmaya katkı sağlamaları hedeflenmiştir. Ek-1’de yer alan tarafların emisyon azaltım taahhüdünü gerçekleştirmek için Ek-1 dışı ülkelerde yapacakları projesel faaliyetler sonucunda “Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltım Kredisi” (Certified Emission Reductions) elde edeceklerdir.

Şekil 2.3: Ülkelerin, Kyoto Protokolündeki pozisyonları.



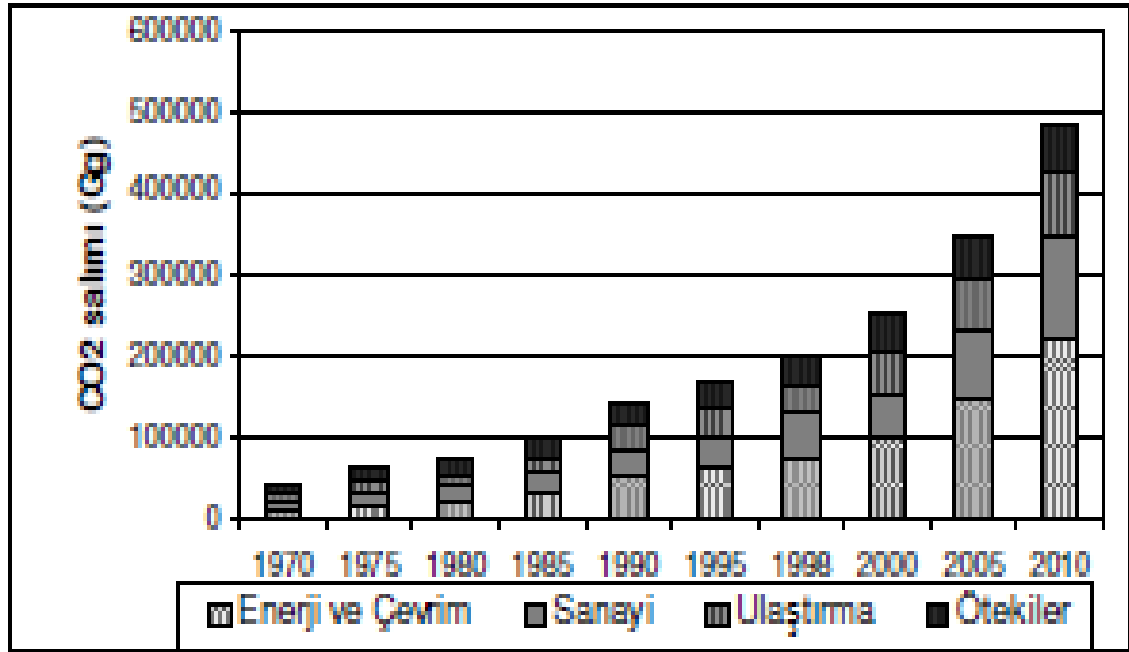
Kaynak: DSİ Genel Müdürlüğü, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği Birimi Tarafından Hazırlanan Makaleden Alınmıştır.

2.7 TÜRKİYE’NİN DURUMU

Yapılmış olan İDÇS ve Kyoto Protokolleri ile sera gazından kaynaklanan emisyonların azaltılarak dünyamızın yaşanabilirliğini korumak hedeflenmiştir. Bu hedefler doğrultusunda insanlara bazı sorumluluklar yüklenmektedir, bu çalışmayla birlikte ülkemizde ise açığa çıkan emisyonlarda 1990 yılına oranla artma meydana gelmiş ve yapılan araştırmalar sonucu arz ve taleplere göre bu değerlerde artışın devam edeceği öngörülmektedir. CO2 emisyonunun kişi başı değerleri bakımından 1990 yılı itibari ile Ek-1 ülkeleri arasında en düşük değerleri olan Portekiz, Türkiye’den sonra gelmektedir, Sözleşme ve protokole katıldığı halde ekonomik gelişimi ve gelir düzeyindeki artışla beraber sera gazı emisyonları da hız kesmeden artmıştır. Ülkemiz, OECD üyesi olması

hasebiyle başlangıçta sözleşmenin Ek-1 ve Ek-2 listesinde gelişmiş ülkeler arasında yer almış. Fakat gelişmiş ülkelere bakıldığında ülkemizin enerji üretim ve tüketim bakımından bu ülkelerden çok gerisinde kaldığı için farklı bir pozisyona getirilmesi gereği oluşmuştur. Ayrıca sosyoekonomik bakımdan kalkınma düzeyi diğer Ek-2 ülkelerinden daha düşük durumdadır. Bu sebepten ötürü sözleşmeden doğan yükümlülükleri yerine getirirken bu maddelerde göz önünde bulundurulması gerekçesi ile Türkiye, sözleşmede ifade edilen “ortak fakat farklı sorumluluk” yaklaşımına dayanarak, kendisine daha uygun bir konumun sağlanması çerçevesinde eklerden çıkma çalışmalarını 1995 yılında Berlin’de yapılan ilk Taraflar Konferansından itibaren sürdürmüştür.

Şekil 2.4: Sektörel olarak yakıt tüketiminden kaynaklanan CO2 salımlarının 1970-2010 dönemindeki değişimleri.



Kaynak: <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/idcs.pdf> Erişim 02.03.2013

Şekil 2.4’de görüldüğü gibi ülkemizde sera gazı değerlerinde her geçen yıl artış devam etmiştir. Ulaşımdan kaynaklanan gaz salınımları ise yıllar geçtikçe artmış ve son yıllarda en üst değerlere ulaşmıştır.

Tablo 2.1: Birincil enerji kaynaklı kişi başına düşen CO2 miktarı (ton CO2/kişi)

Yıllar	Türkiye (OECD)	Kore (OECD)	Portekiz (OECD)	Ek-1 Ort.	Ek-2 Ort.	OEC Ort.	Peru Ort.	Dünya Ort.
1990	2.29	5.28	4.00	11.54	12.21	10.57	11.48	3.95
2000	3.02	9.10	5.83	11.12	12.86	11.04	8.14	3.88
2002	2.77	9.48	6.07	11.09	12.80	10.96	8.19	3.89

*Kaynak: Koç, E., Şenel, M. C. 2013. "Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme,"
Mühendis ve Makina, cilt 54, sayı 639, s. 32-44.*

2001 yılında gerçekleştirilen 7.Taraflar Konferansında yapılan taraflar ile yapılan tartışmalar sonucunda Türkiye sözleşmenin Ek-2 listesinde çıkarılmış ve taraflar Türkiye'nin Ek-1 listesinde yer alan diğer taraflardan farklı bir durumda bulunmasını sağlayacak ülkemize daha uygun koşullar sunan listeye geçmeye davet edilmiştir. Geline bu durumdan sonra Türkiye BM İDÇS kapsamında ve sürdürülebilir kalkınma ilkesiyle bir yandan kalkınma hedeflerini gerçekleştirirken, diğer yandan iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasına yönelik olarak yürütülen küresel ortak eylemde yerini almak için 24 Mayıs 2004 tarihi itibarıyla 189. taraf olarak Sözleşmeye katılmıştır. Bu katılım, çevre yönetimi ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının diğer sektörel kalkınma uygulamalarına entegrasyonunu güçlendirecek, ayrıca, hem küresel çevrenin korunması alanındaki uluslararası çabalara etkin bir şekilde katılmasına hem de Avrupa Birliği'ne uyum yasaları ve üyelik sürecinde halen yürütülmekte olan çalışmalara katkıda bulunacaktır. Kadioğlu ve Dokumacı (2005)

2.7.1 Türkiye'nin Sera Gazı Salımları

Ülkemizin sera gazı salım hesapları, Türkiye İstatistik Kurum (TÜİK) tarafından yapılarak ulusal iklim değişikliği çalışmaları kapsamında elde edilen bilgiler hizmete sunulmaktadır. 1990-2000 yılları arasındaki tüketim değerleri ve 2000-2020 dönemi arasındaki değerler, kullanılmakta olan fosil kökenli yakıtların tüketiminden kaynaklanan sera gazlarının değerleri, artışın sürekli olduğunu ve olmaya devam edeceğini bize göstermektedir. Defalarca söylediğim gibi sera gazları içinde CO₂ en büyük paya sahiptir. Yakıt tüketimindeki artışa paralel olarak, CO₂ salımlarında da, gerçekleşen tüketim değerlerindeki hızlı artış eğiliminin varlığı da ayrı bir dikkat çekici husustur. Tüketim ve geçmişten günümüze olan gaz salınım değerlerine baktığımızda bazı yakıt türlerinin sürekli arttığını görürken bazı sektörlerde ise azaldığını görmekteyiz. 2000 gerçekleşen CO₂ salınımlarından, %34'ü enerji üretimi için yapılan çevrimden, %32'si sanayilerde kullanılan yakıtlardan, %17'si ise ulaşım sektöründe kullanılan araçlardan çıkan gazlar ve %16'sı diğer konut, tarım ve ormancılık gibi sektörlerden kaynaklanırken, 2020 yılında %1'inin çevrim, %33'ünün sanayi, %13'ünün ulaştırma ve %13'ünün ise diğer sektörlerden kaynaklanacağı öngörülmektedir.

Türkiye, 1999 yılında CO₂ değerleri bakımından, dünya ülkeleri arasında, toplam CO₂ salımında 23, kişi başına düşen CO₂ salımı açısından ise 75. sırada, CO₂ salımının gayri safi yurt içi hasılaya (GSYİH) oranında 60. ve satın alma gücü paritesi dahil GSYİH'nin CO₂ 'ye oranında ise 55. sırada yer almaktadır. Türkiye'nin, toplam CO₂ salım tutarı dışında kalan göstergelerde alt sıralarda yer aldığı, bu nedenle gelişmiş ülkelerle birlikte değerlendirilmesinin haksızlık olduğu ve İDÇS'nin "ortak ama farklı sorumluluklar" ilkesine uymadığı görülmektedir.

Bu nedenlerden dolayı ülkemiz bu protokolde çok farklı bir yer almış ve statü olarak diğer ülkeler gibi değil kendine özgü haklar kazanmıştır.

Tablo 1.2: Temel CO2 göstergelerine göre Türkiye'nin dünyadaki sıralaması.

	1995	1996	1997	1998	1999
Salınan Toplam CO2	25	25	23	24	23
CO2 /Nüfus	80	79	75	76	75
CO2 /GSYİH	63	71	70	71	60
CO2/GSYİH (Satın alma gücü paritesi)	81	84	81	81	55

Kaynak: IEA, 2001.

Birincil enerji ihtiyacımızı geçtiğimiz yıllarda %70 oranında dışarıdan karşılayan ülkemizin her geçen gün ihtiyacı olan doğalgaz ve taşkömürü gibi yakıtların tüketimi artmaktadır ve bu da daha fazla bağımlı olmamıza yol açmaktadır. Ülkemizin bu konektördeki durumunu ele aldığımızda 1990 yılındaki CO2 salınım değerlerine ulaşması hayal gibi görünmektedir. (Türkeş, 2002)

2.8 1990-2020 Dönemlerinde Dünyada Enerji Giderinin ve Fosil Yakıtta Dayalı CO2 Salımlarının Değerlendirilmesi

Tezimin bu kısmında ülkemizdeki mevcut durumun devam etmesi halinde gelecek yıllarda bizi bekleyen tahmini değerlere yer verilmiştir. Bununla alakalı birçok senaryo hazırlanmış olmasına karşın bizim hazırladığımız senaryoyu gerçekçi kılan en büyük özellik, yakın gelecekte fosil yakıt ihtiyacına kalıcı bir çözüm bulunamayacağının anlaşılması ve Kyoto Protokolü hedeflerinin tutturulmasının çok güç olmasıdır. Dolayısıyla, mevcut enerji tüketimi ve karbondioksit salımı büyüme oranlarında hatırı

sayılır bir değişiklik yaşanmayacağı varsayımından hareketle oluşturulan çizelgelerin, en azından 2020'ye kadar, enerji ve çevrenin korunması bakımından daha gerçeği yansıttığı düşünölmektedir Tablo 2.2 'e göre, 1996-2020 yılları arasında, dünyada toplam birinci enerji tüketimi, yıllık ortalama %2,1'lik büyüyerek yaklaşık 1,8 kat artacak ve 15,5 milyar ton petrol eşdeğerine (TPE) ulaşacaktır. Aynı yıllar arasında, gelişmiş ölkeler öncelikli enerji tüketiminin yıllık ortalama %1,1'lik artış göstereceğini; bununla beraber gelişmekte olan ölkelerde ise bu oranın yıllık ortalama %3,6 gibi bir değere artışa ulaşacağı öngörülmektedir.

Aşağıdaki Tablo 2.3 'de parantezin içinde yazılı olan rakamlar yüzde olarak enerji tüketimlerini göstermektedir. Ölkelerin enerji tüketim artış hızları arasındaki ortaya çıkan bu farklılık nedeniyle, 2020 yılına doğru gelişme safhasında olan ölkeler gelişimini tamamlamış olan ölkeleri geçecektir. 1990 yılında küresel enerjinin tüketilmesinden %25 oranında hisse bulunduran gelişmekte olan ölkelerin, 2020 yılında ise %46 ile toplamdan en fazla hisseyi alan ölkeler grubu içinde olmaları öngörülmektedir. Kaçınılmaksızın bu süreç boyunca ekonomik büyüme ve endüstriyel gelişmedeki artış, nüfusun hızla artışı ve kentleşme, geleneksel olan ticari olarak kullanılmayan yakıtların daha modern ve ticari amaçla kullanılan enerji kaynakları ile değiştirilmesi gibi çeşitli etmenlerin önemli katkısı olacaktır. Yine de, bizim yaptıklarımız tahminler ve öngörüler olduğu için sadece rakamlar üzerinden ekonomik gelişmenin enerji boyutu bakımından etkisini kesin bir yargıyla vurgulamak uygun olmaz.

Nüfus bakımından baktığımız zaman kişi başına düşen enerji tüketimi bakımından diğer gelişmekte ve gelişimini tamamlamış ölkeler arasında 2020 yılında pek bir fark olmayacağı öngörülmektedir. Günümüz dünyasına baktığımızda zengin ve gelişimini tamamlamış ölkeler, yoksul ve geri ölkelere kıyasla kişi başına 7 kat daha fazla enerji tüketmektedir. 2020 yıllarında 8 milyara yaklaşacak olan dünya nüfusunda ortalama %85 kadarlık kısmı yine gelişimini tamamlamış ölkelerde yaşayacağı düşünölmektedir, bu durumdaki değerleri öngörerek bir ortalama yaparsak kişi başı ortalama 5,5 kat gibi enerji tüketimi olacağı düşünölmektedir. Nüfus artışı, enerji tüketimindeki en büyük etmen olmaya her geçen gün devam edecektir. Mevcut bu durum içerisinde zengin ölkelerin teknolojiyi geliştirerek enerjiyi daha verimli kullanma çalışmaları üstünlük olarak her geçen gün devam edecektir.

Tablo 2.3: 1990-2020 döneminde dünya toplam birincil enerji tüketimi (milyon TPE)

	1990	1996	200	2010	2020	Ort. Artış Oranı 1996-2020 (%)
Gelişmiş ülkeler	4604 (53)	5103 (54)	5371 (53)	6058 (53)	6623 (53)	1.1
ABD	2115 (25)	2352 (25)	2500 (25)	2793 (22)	3021 (20)	1
Batı Avrupa	1511 (18)	1613 (17)	1704 (17)	1880 (15)	2053 (13)	1
Japonya	456 (5)	539 (6)	514 (5)	614 (5)	674 (4)	0,9
Gelişmekte olan ülkeler	2203 (25)	3039 (32)	3468 (34)	5110 (40)	7035 (46)	3,6
ÇHC	680 (8)	935 (10)	1098 (11)	1703 (14)	2478 (16)	4,1
Hindistan	195 (2)	291 (3)	355 (4)	523 (4)	710 (5)	3,8
Kore Cumhuriyeti	93 (1)	180 (2)	190 (2)	285 (2)	387 (3)	3,2
Türkiye	50 (<1)	67 (<1)	80 (<1)	106 (<1)	138 (<1)	3
Öteki ülkeler	1855 (22)	1319 (14)	1309 (13)	1538 (12)	1758 (11)	1,2
DÜNYA	8663 (100)	9461 (100)	10149 (100)	12705 (100)	15417 (100)	2,1

Kaynak: DPT'nin Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu

Parantez içindeki rakamlar bölgeler ve ülkelerin dünya toplamındaki paylarını (%) göstermektedir.

Gelişme yolunda olan ülkelerin enerji tüketimini azaltmak için, gereğinden fazla enerji tüketen sanayi ve verimi düşük olan teknolojik aletler yerine daha yüksek verimli makinalar kullanılarak modern verimli teknolojiye geçilerek azaltılabilir. Tablo 2.3'e baktığımızda, 2020 yılında da dünya enerji tüketiminde yine büyük güç olan ABD'nin birinci sırayı hiç bir ülkeye vermeyeceği görülmektedir., Toplam tüketimden aldığı %25 civarındaki paya bakılırsa 2020 yıllarına doğru küresel tüketimin %20'sinden sorumlu olacağı öngörülebilir. Gelişmekte olan ülkeler arasında ise en çok dikkat çeken ülkelerden bir diğeri de Çin Halk Cumhuriyeti (ÇHC)'dir. ÇHC, 1996-2020 yılları arasında, yıllık ortalama %4,1 oranındaki tüketim artışı hızıyla, 2020 yılı toplam küresel enerji tüketiminden %16 ya yakın pay alarak ABD'nin ardından en çok enerji tüketen ikinci ülke ile sıralamadaki yerini alacaktır. Ülkemize bakacak olursak, dünya toplamındaki payı ise %1'i dahi geçememektedir. Pazar ekonomisine geçiş sürecindeki ülkeler olarak da adlandırılan Eski Sovyetler Birliği (SSCB) ve Doğu Avrupa ülkelerindeki enerji tüketimi ise, ekonomik çöküşün etkisiyle gelişmiş ülkelerin değerlerine yakın bir artış izlemektedir.

1990 yılında dünya enerji tüketimi içinde %22 civarı pay alan bu ülkelerde, piyasa ekonomisine geçiş sırasında karşılaştıkları zor şartların devam etmesiyle 2020 yıllarına gelindiğinde küresel toplamda paylarının neredeyse yarı yarıya düşeceği öngörülmektedir. Gerçekte, enerjinin tüketilmesindeki azalma, doğrudan doğruya salım değerinde düşmeye neden olacaktır. Tablo 2.3 'te verilen küresel enerji verilerini önemli hale getiren asıl konu, enerji tüketiminde 20 yıl içinde olan değişiklikler ve ileri yıllarda tahmini öngörülen değerler ile küresel ısınmada ana etmen olan sera gazı salınımlarının ulaşacağı boyuttur.

Bu amaçla düzenlenen Tablo 2.4 'da yine bugünkü durumun sürdürüleceği düşünülerek, buradan hareket ederek, enerji kaynaklı küresel CO2 salımlarının 1996-2020 yılları arasındaki olabilecek gelişimini ortaya koymaktadır.

Tablo 2.4: 1990-2020 döneminde dünya toplam enerji kaynaklı CO2 salınımları (milyon ton karbon)

	1990	1996	200	2010	2020	Ort. Artış Oranı 1996-2020 (%)
Gelişmiş ülkeler	2850 (49)	2980 (50)	3157 (49)	3535 (44)	3907 (40)	1.1
ABD	1346 (23)	1463 (24)	1585 (25)	1790 (22)	1975 (20)	1.3
Batı Avrupa	936 (16)	904 (15)	947 (15)	1021 (13)	1114 (11)	0.9
Japonya	274 (5)	291 (5)	273 (4)	322 (4)	358 (4)	0.9
Gelişmekte olan ülkeler	1646 (29)	2161 (36)	2447 (38)	3547 (44)	4886 (50)	3,5
ÇHC	620 (11)	805 (13)	930 (14)	1391 (17)	2031 (21)	3,9
Hindistan	153 (3)	230 (4)	273 (4)	386 (5)	494 (5)	3,2
Kore Cumhuriyeti	61 (1)	113 (2)	112 (2)	168 (2)	230 (3)	3,0
Türkiye	35 (<1)	43 (<1)	46 (<1)	65 (<1)	81 (<1)	2,7
Öteki ülkeler	1290 (22)	842 (14)	827 (13)	935 (12)	1024 (10)	0,8
DÜNYA	5786 (100)	5983 (100)	6430 (100)	8018 (100)	9817 (100)	2,1

Kaynak: DPT'nin Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu

Küresel açıdan belirlenen birebir orantılı ilişki, hemen hemen tüm ülke grupları için geçerlidir. Eğer mevcut sermaye birikimi yenilenemez ve yeni teknolojilere uyum Her şeyden önce, 1996-2020 döneminde, yıllık ortalama artış hızları açısından, enerji tüketimi ve CO2 salımlarının yaklaşık %2,1 oranında değişme eğilimi gösterdiğini belirtmek gerekir. Gösterilemezse, bu bahsettiğimiz süreç ise her biri 30-40 yıl sürecek ekonomik ve fiziki ömre sahip enerji sistemlerinin tamamen değiştirilerek yenilenmesi demektir, enerji tüketimi ve CO2 salımları, paralel olarak birbirini takip etmeye devam edecektir. Dünya toplam CO2 salımı, 1990'a göre 2010'da 1,4 ve 2020 yılında ise 1,7 katı kadar artacağı öngörülmektedir. 2020 yılında, 9,8 Milyar ton karbondioksit gazı atmosfere bırakılmış olacaktır. Tablo 2,4'da, 1990 yılı küresel CO2 salınımının yaklaşık yarısından sorumlu olan gelişmiş ülkelerin, Kyoto Protokolü'nün yükümlülük döneminin 2008-2012 ortasında kalan geçtiğimiz 2010 yılında bile dünya toplamından % 44 oranında bir pay aldığı gözükmektedir. Geçtiğimiz 2010 yılının önemli özelliklerinden biri de, gelişmiş ve gelişmeye devam eden ülkelerin küresel olarak saldıkları gazların paylarının eşitlenmiş olmasıdır. Gerçekte, 1990 yılında enerjiden sebeple kaynaklanan dünya üzerindeki salınımların %70'ini gerçekleştiren ve Kyoto Protokolü ile salınımı azaltma sorumlulukları alan büyük devletler gelecek yıllarda dünya toplamındaki paylarını azaltacaktır. Bu azalışın temel sebebi gelişimini tamamlamış ülkelerden ziyade gelişmekte olan ve sanayi sürecini veya teknoloji sistemini yenileyen ülkelerin ve ekonomik sorunlar nedeniyle gerileyen ülkelerdir. Tablo 2.4'ya bakacak olursak bu ülkelerin gerçekten de 1990 yılındaki %22 olan değerleri 2010 yılında %12'ye düşmüş ve 2020 yılında da azalarak %10'a düşeceği öngörülmüştür. Bu değerler doğrultusunda, 2020'de gelişmiş ülkelerin küresel toplamdan aldıkları pay %40 düzeyinde kalacaktır. Bu durum, Kyoto Protokolü ile salınım ticareti yapılması konusunda Rusya'yı ve Doğu Avrupa ülkelerini önemli bir noktaya getirmiştir. Böylece, gelişmiş olan bu ülkeler sistemlerinde değişiklik yapmaksızın diğer ülkelerden salınım yapma hakkını satın alma yoluna gideceklerdir. kısaca, küresel ısınmanın önüne geçebilmek için kendi ülkelerinde ciddi önlemler almak yerine mali güçleri ile hareket ederek Kyoto Protokolü hedeflerine ulaşacaklardır.

Tablo 2.4, 1996-2020 yılları arasında yılda ortalama %3,5 gibi bir artışa hızına sahip olacak ülkelerin, CO2 salım düzeyleri bakımından çok hassas bir konuma geleceklerine

işaret etmektedir. 1990 yılı küresel salımlarından %29 oranında pay alan bu ülkelerin, kömür ve petrol gibi fosil yakıtlara bağımlılıklarını artan oranda sürdürmeleri durumunda 2020 yılı CO2 salınım toplamında minimum yarısı kadar sorumluluğa sahip olması bekleniyor. Gelişmekte olan ülkeler grubunda yer alan Hindistan ve ÇHC'nin konumu ise özel bir durumda olduğu için özel bir değerlendirme yapılmalıdır. Enerji üretimi ve genel olarak kullandıkları enerji bakımında bu ülkelerin gelecek 20 yıl içinde beklenen gaz salınımları oldukça yüksek olacak gibi durmaktadır. 1990'da dünya CO2 salımlarının %14'ünden sorumlu olan bu iki ülke, kömür tüketimine bir alternatif bulamaz ise, küresel toplamdan aldıkları payı 2020'li yıllara doğru %26'ya çıkaracaktır. Salım düzeyini yıllık ortalama %4 civarında bir hızla arttırarak, 2020 yıl küresel CO2 salımlarından %21'ini tek başına gerçekleştirmesi beklenen ÇHC, enerji tüketimine konusunda olduğu gibi, dünya CO2 salım düzeyi bakımından da, ABD'nin ardından ikinci sırayı alabilecektir. Bu noktada,

Kyoto Protokolü hedeflerine şüpheyle bakacak olursan bir diğer durumda. Herhangi bir ciddi önlem alınmaması durumunda, gelecek yıllarda %5 dolayında azalma bir yana, 1990 yılı düzeyinin yaklaşık %40 üzerine çıkacaktır. Kyoto Protokolü'nü inandırıcı olmaktan uzaklaştıran temel göstergelerden biri budur. Burada asıl ilginç olan, bu protokol ile yükümlülük alan gelişmiş ülkelerin, 2010'daki salımlarıyla, 1990 yılındaki düzeyin en az %25 üzerine çıkacak olmalarıdır. Bu kısma kadar amaçlanan durumu gerçekleştirmek için, fosil yakıtların çıkardığı salınımlarında incelenmesinde fayda vardır.

Bu amaçla hazırlanan Tablo2.5'deki verilerden, ilk bakışta kendini belli eden çok önemli bir sonuç çıkmaktadır. Önümüzdeki 20 yıllık dönemde, enerji ilişkili CO2 salımlarından sorumlu ana yakıt kaynağı, gelişmiş ülkelerde petrol, gelişmekte olan ülkelerde kömür ve eski Sovyetler Birliği ile Doğu Avrupa ülkelerinde ise doğal gazdır. Gelişimini tamamlamış bu ülkelerin petrol şirketleri yoluyla pazar üzerinde kurduğu hakimiyetin, gelişmekte olan ülkelerin bir çoğunda kömürden başka kendi sahip oldukları enerji kaynağına sahip olmamasının ve dünya ispatlanmış rezervlerinin %33'üne karşılık gelmek üzere yaklaşık 50 trilyon m3 civarındaki doğal gaz rezervi ile dünyada başı çeken Rusya Federasyonu'nun, çevre ülkelerini doğal gaz kullanımına bağımlı hale getirmesinin sonuçlarından biridir.

Tablo 2.5: 1990-2020 döneminde dünya enerji ilişkili CO2 salınımlarında yüzde yakıt payları

	1990			2010			2020		
	Petrol	Kömür	Gaz	Petrol	Kömür	Gaz	Petrol	Kömür	Gaz
Gelişmiş ülkeler	50	33	17	48	28	24	47	26	27
ABD	44	36	20	42	35	23	42	34	24
Batı Avrupa	51	34	15	53	18	29	51	15	34
Japonya	65	24	11	57	27	16	56	25	19
Gelişmekte olan ülkeler	41	50	9	37	48	15	35	46	19
ÇHC	16	83	1	15	81	4	14	79	7
Hindistan	29	66	5	28	60	12	29	54	17
Kore Cumhuriyeti	62	35	3	65	27	8	67	23	10
Türkiye	48	46	6	55	32	13	58	27	15
Öteki ülkeler	31	41	28	25	30	45	25	22	53
DÜNYA	43	40	17	40	37	23	39	36	25

Kaynak: DPT'nin Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu

1 ton karbondioksit gazı, 0,27 ton karbon içermektedir. Dolayısıyla 1 Ton Karbon = 3.667 Ton CO2 eşitliği kullanılarak birbirine çevrilebilir.

Salımların yakıtlar arasındaki dağılımı, ülke gruplarının, enerji sistemlerini ağırlıklı olarak hangi enerji kaynağına dayandırdıklarını da göstermektedir. 1990-2020 döneminde, küresel toplam CO2 salımlarında kaynak payları açısından petrol, kömür ve doğal gaz şeklinde oluşan sıralamanın değişmeyeceği anlaşılmaktadır. Dünya genelinde yaşanacak doğal gaz geçiş eğiliminin de bir göstergesi olarak, doğal gazın 1990'da % 17 olan payı, 2020'de %25'e çıkacaktır. Ancak, hem petrol ve kömürden doğal gaz geçişin etkisi hem de bunun salımlar üzerinde yol açacağı etki sınırlı bir düzeyde kalacaktır. 2020 yılında, petrol ve kömürün toplam salımlardaki payı, sırasıyla, %39 ve %36 düzeylerini koruyacaktır.

Gelişmiş ülkelerin 1990-2020 dönemi toplam salım tutarlarında, petrolün payında % 50'den %47'ye çok küçük bir gerileme yaşanacağı saptanmakla birlikte, kömürün payının doğal gazın payına katılacağı anlaşılmaktadır. Burada en dikkat çeken bölge Batı Avrupa'dır. Gerçekten, söz konusu dönemde, Avrupa ülkelerinin toplam CO2 salımlarında petrolün 1990'da % 51 olan payının 2020'de değişmeyeceği, asıl ikamenin kömür ve doğal gaz arasında yaşanacak olmasının da etkisiyle, kömürün toplamdan aldığı payın yarı yarıya azalarak % 15'ler düzeyine düşmesi beklenmektedir. ABD'de ise gerek petrolün gerekse kömürün paylarında çok büyük oynamalar gözlenmeyeceği anlaşılmaktadır. Petrol ve kömür, ABD'nin 2020 yılı toplam CO2 salımlarının % 76'sından sorumlu olacaktır. Japonya'nın durumu da ABD'ninkine benzemektedir. Bu tablo, en temiz fosil yakıt türü olan doğal gaz ağırlık vereceği anlaşılan Batı Avrupa'nın Kyoto yükümlülüklerinin gerçekleştirilmesi sürecinde, öteki gelişmiş ülkelerin bir adım önüne geçeceğini ortaya koymaktadır. Bağcı ve Türkeş (2000)

3. DOĞALGAZIN ÖZELLİKLERİ, YAKIT OLARAK DOĞALGAZ KULLANIMI VE DOĞALGAZLI MOTORLARIN YAPISI

3.1 DOĞALGAZIN ÖZELLİKLERİ VE TANIMI

Enerji ihtiyacı insanlığın varlığıyla beraber süregelmiştir. Günümüzde insanların tüketmiş olduğu enerji kalkınmışlık olarak gösterilmektedir. Fosil kökenli yakıtlar kullanılan yakıtların başında gelmektedir. Fosil kökenli kaynaklar dediğimiz petrol, doğalgaz ve kömürden oluşmaktadır. Dünya üzerinde sıralama yapacak olursak, petrol yüzde 40'lık oran ile en tepede yer almaktadır, yüzde 23'lük oran ile ise ikinci sırayı kömür ve yüzde 28'lik oran ile doğalgaz üçüncü sırayı almaktadır. Gelecek yıllara bakacak olursak petrol ve doğalgaz ilk sırayı bırakmayacak gibi gözükmektedir. Bu nedenle geleceğe yönelik enerji politikaları planlanmalı ve zamanın şartlarına uygun olarak düzenlenmelidir. Kısaca doğalgazdan bahsedecek olursak;

Doğalgaz, doğada doğal olarak bulunan bir gazdır.

Doğalgaz küçük canlıların milyonlarca yıl boyunca toprak altında fermente olarak çürümesiyle oluşan bir yakıt türüdür.(Yalçınkaya, 2004).

Doğalgaz, kaynağında petrol yataklarının üst katmanında bulunur ve 300 bar basınç altında kaynağında depo halindedir.

Doğalgaz yeryüzünün alt katmanlarında yer alır içeriğinde metan (CH₄) ve etan (C₂H₆) olmak üzere çeşitli hidrokarbonlar bulunmasından dolayı. Çıkarıldığı haliyle işlenmeden de kullanılabilir.

Doğalgaz yanıcı, kokusuz, renksiz, havadan hafif, zehirsiz bir gazdır. Zehirsiz olmasına karşın ciğerleri doldurarak oksijenle yer değişmesiyle boğucu özelliğe sahiptir. Metan, etan, propan, azot ve az miktarda CO₂ gazlarının birleşiminden ibarettir. Ana bileşeni

CH₄ olup inert gazlar dışında (N₂, CO₂) bünyesinde az miktarda etan, propan, bütan gibi yüksek parafinler bulunur.

Doğalgaz havadan daha hafif olduğu için kapalı alanlarda sızma sonucu ortamın en üst kısımlarda toplanır.

Doğalgaz karbon monoksit (CO) içermediğinden zehirleyici değildir. Kapalı ortamlarda çok miktarda bulunduğu zaman oksijen (O₂) azalacağından boğucu olur. Bu nedenle doğalgazın bulunduğu ortamların sürekli havalandırılacak menfez gibi hava kanallarının bulunduğu ortam olması gerekmektedir. Doğalgazın en önemli avantajlarından biriside temiz partikülsüz yakıt oluşudur. Yandığında kül, CO ve kükürt bileşikleri oluşturmaz ve asit yağmuruna neden olmaz. Yalnızca karbondioksit (CO₂) ve su buharı oluşur. Diğer yakıtlara oranla doğalgazın azot oksit (NO_x) emisyonu daha da azdır. Bütün bu avantajları göz önüne alındığında en kullanışlı yakıt olma özelliği kazanmaktadır.

Gaz ve katı yakıtlar genellikle ısınma amaçlı veya enerji üretiminde kullanılmaktadır. Gaz yakıtlar çevre koruma bakımında ciddi avantajları vardır.

Doğalgazın diğer yakıtlardan üstün olan özelliklerini şöyle sıralanabilir:

Doğalgaz doğada her an kullanıma hazır bulunur.

Doğalgaz diğer yakıtlara göre ekonomiktir ve işgücü tasarrufu sağlar.

Doğalgaz çevre dostu olduğu için, kalıcı atıklar bırakmaz.

Doğalgazlı cihazlarda sıcaklık kontrolü çok daha hassas yapılabildiği için, konfor ve enerji tasarrufu sağlanır.

Yanma hassas olarak ayarlanabilir olduğundan boşa harcanan yakıt kaybı minimuma indirilir.

Uzun zaman dilimi içinde aynı kalitedeki yakıtı her an sağlayabileceği için istikrarlıdır.

Hava ile birebir karışması yanmada oluşan kayıpları önler, bu nedenle verimi yüksektir.

Alev boyu diğerlerine göre daha kısa olduğundan yanma daha kısa zamanda gerçekleşir.

Baca sıcaklığı, ekonomizer ilave edilerek 56 °C'ye kadar indirilebilir. Yanma sonucu yoğunlaşma olmasıyla bacada yoğunlaşmadan dolayı bir kazançta elde edilebilir bu katı ve sıvı yakıtlar için mümkün değildir.

Doğalgazda yanma için havaya olan ihtiyaçta azdır. Verimli bir yakıt olarak ekonomiktir ve tasarruf sağlar.(Çadircı, 2004)

Gelişen ülkelerde vasıta sayısının artmasıyla beraber enerji kullanımı da hızla artmaktadır. 1999 yılı verilerine göre dünyadaki ham petrol rezervi yaklaşık 40 yıl, doğalgaz rezervi ise yaklaşık 60 yıl yetecek kadardır. Düşük emülsiyon değerleri ve düşük yakıt tüketimi ile doğalgazlı taşıtlar 21. yüzyılın ulaşım alanında önemli bir yer alacaktır.

Günümüzde dünya üzerinde kullanılan doğalgazlı taşıt sayısı bir milyonu geçmektedir. Avrupa Birliği Komisyonu'nda taşıtlarda doğalgaz kullanımını 2015 yılında %5 ve 2020 yılında da %10 olarak kararlaştırılmıştır. Bu yüzden otomobil firmaları doğalgazla çalışan taşıtların teknolojisini, petrol türevli taşıtların teknolojisi kadar geliştirmek için ciddi çalışmalar yapmaktadır(Turhan, 2003)

Doğalgazın, otomobil motorları arasında avantajlı yanları bulunmaktadır. Vuruntuya karşı dirençli olması bunların başında gelir. Vuruntu motorları yıpratarak ömrünü kısalttığı için istenmeyen bir durumdur. Ayrıca doğalgaz, benzine oranla daha yüksek hava fazlalık katsayısında tutuşma özelliğine sahiptir.

Böylece motor daha fakir karışımda çalıştırılabilir böylece daha ekonomik olur ve egzoz gazları daha düşük olur.

Doğalgazın yayılması benzine kıyasla iki kat fazla olması nedeniyle hava ile daha hızlı ve kolay karışır. Bu nedenle çift yakıtlı motorlarda kullanım açısından fayda sağlar.

Tablo 3.1: Yakıtların özellikleri

ÖZELLİKLER	BİRİM	DOĞALGAZ	BENZİN	DİZEL
Formül	-	CH₄	C4 den C12	C8 den C25
Molekül Ağırlık	-	16	100-105	200
Havaya göre yoğunluk	Hava = 1	0.6	3.4	3.9
Kendiliğinden tutuşma noktası	°C	540	232 - 282	225
Alevlenme limiti	Havadaki %	5 - 15	1.4 – 7.6	0.6 – 5.5
Donma noktası	°C	-182	-40	-40 ile -1
Buharlaştırma noktası	°C	-162	27 - 225	188 - 343
Parlama noktası	°C	1790	1977	2054
Oktan numarası	-	120 - 130	88 - 100	-
Cetan numarası	-	-	-	40 - 55

Kaynak: Yalçınkaya, V., 2004. Motorların doğalgaza dönüşümü, doğalgazlı motorların performansı, emisyon değerleri ve dolun istasyonlarının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Doğalgazın diğer yakıtlarla karşılaştırılması:

Doğalgazın karbon yüzdesi kömür ve fueloilin yüzdesinden daha az olduğundan dolayı alevin rengi kırmızı ve parlaktır. Parlak alevde ışınlımla ısı geçişi daha fazla olduğundan istenilen bir durumdur.

Doğalgazın hidrojen oranı katı ve sıvı yakıtlara oranla daha yüksektir. Bu nedenle ısı değer olarak doğalgaz diğer yakıtlara oranla yüksektir. Alt ısı değer ile üst ısı değer arasındaki farkta büyüktür.

Hava kirliliğine yol açan kükürt (S) doğalgazın yanması sonucu neredeyse yok denecek kadar az çıkış olur, yok da sayabiliriz..

Doğalgazda kül ve nem bulunmaz. Kömürde ise kül ve nem çok miktarda bulunmaktadır. Yanma sırasında nem ortam sıcaklığını düşürür. Alt ve üst ısı değerlerinin arasındaki fark büyüdükçe baca kayıplarının artmasına neden olur.

Doğalgazda kükürt bulunmadığı için baca gazlarının yoğuşma sıcaklığı da düşüktür. Kömür ve fueloil de 160 °C ile 180 °C dolayında olan çığ noktası 60 °C civarında düşük bir seviyede olduğundan baca kaybı da daha da düşürülebilir.

Doğalgazda bulunan azot (N₂) yüzdesi fueloilten 35 kat fazla, kömürden ise 2 kat fazladır. Ayrıca ısı değerleriyle hava fazlalık katsayısı ve ısı yayma katsayısının yüksek olmasından dolayı alev sıcaklığı yükselecek ve Nox'in oluşma tehlikesi artacaktır. Bu nedenle ocak sıcaklığı kontrol edilerek 1000 °C aşmayacak şekilde olmalıdır.(Çadırcı, 2004).

Doğalgazda bulunan hidrojen sayısı diğer yakıtlara oranla daha fazla bulunmaktadır. Karbon atomunun hidrojen ile en fazla bağlandığı metan gazı formülündeki bu hidrojen oranından dolayı gelecekte hidrojen yakıtı ile kullanılacak araçlarada öncülük etme konusunda bir adım olacaktır.

Doğalgazda yanma daha hassas biçimde ayarlanabilir.

3.2 DOĞALGAZIN YAKIT OLARAK KULLANIMI

3.2.1 Doğalgazdan Elde Edilebilecek Yakıtlar

Doğalgazdan elde edilebilecek yakıtlar şunlardır:

Sıkıştırılmış doğal gaz (CNG)

Sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG)

Doğalgazdan elde edilen metanol

Doğalgazdan elde edilen sentetik dizel yakıtı

Sıkıştırılmış doğalgaz; (CNG)

Doğalgaz kompresörler vasıtasıyla 200 bar basınca kadar yükseltilerek araçlarımızda bulunan bu yüksek basınca dayanıklı olarak üretilmiş tüplerin içine depolanır. Daha sonra depo edilen bu gaz regülatörlerden geçirilerek 7 bar basınca kadar düşürülür ve özel karıştırıcılarla aracın emme sistemine pompalanır.

Sıvılaştırılmış doğalgaz; (LNG)

Vasıtalar için sıvılaştırılmış doğalgaz pratik bir yöntem değildir. Normal şartlar altında doğalgazı sıvılaştırmak için sıcaklığın -161 dereceye kadar düşürülmesi gerekmektedir(United Nations, 2003).

Doğalgaz, ancak -161 °C sıcaklığına kadar soğutulduğunda sıvı hale geçer ve sıvılaştırılmış doğal gaz kısaca (LNG) olarak adlandırılır. Sıvılaştırılan doğalgaz kullanım yerlerine düşük sıcaklığı koruyan ve sağlayan araçlarla ulaştırılır ve kullanılır.

Bir birim hacimlik LNG buharlaştırıldığında ortalama olarak 600 birim hacim doğalgaz elde edilir. LNG suyun yoğunluğunun yarısından daha az bir yoğunluğa sahiptir. LNG

doğal haliyle kokusuz, renksiz, korozif olmayan ve zehirleyici bir özelliğe sahip olmayan bir yakıt türüdür. Hava ile karıştırıldığında yanma sınırları hacimce %5 civarındadır. LNG ağırlıklı olarak metan (CH_4) (%90 ve üzeri) ve daha düşük oranlarda etan (C_2H_6), propan (C_3H_8) ve çok daha az miktarda diğer hidrokarbonlar içeren bir yakıt türüdür. Sıvılaştırma sırasında kirletici maddeler uzaklaştırıldığı için LNG gaz fazına oranla daha temiz bulunmaktadır. Daha temiz olması da daha yüksek kalorili olmasına neden olur. LNG; LPG, propan, fueloil, motorin vb. yakıtların kullanıldığı her yerde yapılması gereken mekanik dönüşüm işlemleri yapıldıktan sonra kolay bir şekilde kullanılabilir. Diğer yakıtlara göre ticari anlamda büyük tasarruf sağlayan LNG, teknik ve çevresel yönden de yarar sağlamaktadır(www.habas.com.tr).

Doğalgazdan elde edilen Metanol;

Doğalgazdan elde edilen yakıtlar içerisinde metanol; hava kirliliği açısından diğer yakıtlara oranla üstünlük göstermektedir. Ayrıca, çeşitli biyolojik atıklardan, yani “biokütleden elde edildikleri için yenilenebilir yakıt olarak özellikle ulaşım amaçlı uygulamalarda kullanılması ciddi yarar sağlar. Alternatif bir yakıt olan metanolün kullanılması 1980’li yıllardan bu yana, özellikle yakıt bölmeleri ve içten-yanmalı motorlarda incelenmektedir. Metanolün en kötü dezavantajı ise sıkıştırılmalı motorlarda tutuşma davranışı bakımından kötü davranış göstermesidir.

Metanol dizel motorlarda yakıt olarak kullanılabilir fakat doğalgazdan metanol elde edilebilmesi için bir miktar enerjinin harcanması gerekmektedir. Gereken bu enerji hem maliyet hem de fazladan karbondioksit salınımı demektir. Bu nedenle pek fazla yarar sağladığı söylenemez. Amacımız zaten doğalgazı alternatif yakıt olarak kullanmak olduğu için tekrar tekrar doğalgazdan metanol üretip sonra onu yakıt olarak kullanmak gereksiz bir yaklaşım olur.

Doğalgazdan elde edilen sentetik dizel yakıt;

Doğalgazdan elde edilebilecek diğer bir yakıtta sentetik dizel yakıtıdır. Yalnız üretim aşamasında metanol gibi dezavantajlar içerdiği için bunu kullanmakta gereksizdir. Bu yakıtı kullanmakta gereksiz maliyet ve karbondioksit salımına yol açacaktır.

3.3 AĞIR HİZMET TAŞITLARINDA DOĞALGAZ KULLANIMI

Hizmet için kullanılan ağır vasıtalar ve şehir içi otobüslerin egzoz emisyonlarındaki değerlere sınırlama getirmek ve belirlenen küresel hedefleri tutturabilmek için doğalgaz kullanılması ve küresel ısınmaya neden olan en önemli sera gazı karbon dioksit emisyonunu azaltmak için doğalgazın kullanılması dünya üzerinde artık bütün ülkelerde geçerli bir yöntem olarak kendini ispatlamıştır. Daha öncede söylediğim gibi doğalgaz çeşitli gazların bileşiminden meydana gelmiştir. Büyük kısmını oluşturan metan gazı toplam gaz hacminin %85 ile %99'unu oluşturur. Geri kalan kısmı ise diğer hidrokarbonlar, karbondioksit, azot helyum gibi asal gazlar; hidrojen sülfür ve su tanecikleridir. Tutuşma sıcaklığının yüksek olması vurutuya dayanıklı hale getirir. Saf metanın oktan sayısı 130'dur. Yüksek oktan sayısı sayesinde 1/15'lik sıkıştırma oranlarına kadar kullanılabilir. Normal şartlar altında ortamda gaz halinde bulunduğu için hava ile her oranda rahatlıkla karışabilir. Benzine oranla daha fakir karışımlarda kullanılabilir.

Doğalgaz, motorlarda 3 farklı şekilde kullanılabilir;

Bunlardan ilki şehir içi toplu taşımacılık otobüslerinin dizel tahrikli motorlarının yerine tamamen doğalgaz motorları kullanmaktır.

İkincisi dizel tahrikli bir motoru belli konstrüksiyon değişiklikleri ile buji ateşlemeli doğalgaz motoruna dönüştürmektir.

Sonuncusu da dizel tahrikli motoru çift yakıtlı (dizel yakıtı ve doğalgaz) motorlarına dönüştürmektir(United Nations, 2003).

3.3.1 Buji Ateşlemeli Motorlarda Doğalgaz Kullanılması

Buji ateşlemeli motorlarda, bujilerin ateşleme enerjisi genel olarak düşüktür. Bu yüzden kısmi yanmadan kaçınmak için doğalgaz ve hava karışımı stokiometrik oranlarda

tutulması gerekmektedir. Doğalgaz-hava karışımı bir karıştırıcı vasıtasıyla silindire alınır ve burada adyabatik olarak sıkıştırılır. Buji tarafından oluşturulan kıvılcım sayesinde bir tutuşma meydana gelir. Bu tutuşma ilerleyerek silindir içindeki karışımı tamamen yakar. Ishida ve diğ.(2000)

Emisyon açısından en iyi çözüm veren yaklaşım, motoru %100 doğal gazla, buji ateşlemeli motor olarak çalıştırmaktır. Doğal gazın oktan sayısının yüksek olması dolayısıyla, bu motorda yüksek sıkıştırma oranlarına yani 12 ile 14 oranlarına çıkılabilmektedir. Bu motorlar 2100 ile 2300 d/d hızlarında çalışmakta ve bir dizel motoru boyutlarında ve ağırlığında olmaktadır. Bunlar yapısal olarak dizel motorlarına benzemekle birlikte gerek kafa yapıları gerekse krank ve biyel boyutları bakımından farklı olduklarından, mevcut bir dizel motorunun dönüşümü ile elde edilmeleri ekonomik değildir.

Doğalgaz motorlarının verimlilikleri özellikle kısmi yüklerde dizel eşdeğerlerine göre daha düşüktür. Bunun sonucu olarak oluşabilecek yüksek yakıt tüketimi doğalgaz fiyatının getireceği maliyet azalmasını kısıtlayabilir. Soruşbay, Ergeneman ve Gökten (1999).

Bugün tamamen ayrı bir şekilde tasarlanan ve imal edilen bu motorlarda emisyon kontrolü olarak iki yaklaşımda bulunmak mümkündür. Motoru tam stokiometrik karışım, hava fazlalık katsayısı (HFK) bire eşit olduğu durumda çalıştırıp emisyonları benzinli motorlarda olduğu gibi egzoz sisteminde kullanılan üç yolu katalitik reaktörlerle düşürmek iyi sonuç vermektedir. Doğalgazda kükürt, büyük moleküllü hidrokarbonlar ve aldehitler bulunmadığı için ve is emisyonunda söz konusu olmadığından, üç yollu katalizör egzoz gazlarını temizlemek için yeterlidir. Emisyon kontrolü yönünden bir diğer yaklaşım da fakir bölgede hava fazlalık katsayısı 1.4 ile 1.6 arasında çalışmaktır. Bu şekilde yapılan çalışmada egzoz katalizörüne ihtiyaç kalmadan çok düşük miktarlarda emisyonlar elde edilmektedir. Ancak karbon monoksit ve hidrokarbon emisyonları için oksidasyon katalizörü gerekli olabilir. Büyük hava fazlalık katsayısı ile çalışmak beraberinde getirdiği güç kaybı genellikle aşırı doldurma yapılarak tekrar kazanılmaktadır. Bu motorlarda güç kontrolü emme havasının miktarının kısılması ile yapıldığından, her iki durumda da bunların kısmi yükteki verimi

dizel motorundan daha az olmaktadır. Dolayısıyla bu motorlar %20- 25 daha fazla yakıt tüketmektedirler. Buna rağmen doğal gaz CO2 emisyonu yönünden dizel yakıtından daha iyi bir konuma sahiptir.

Dizel tahrikli bir motoru buji ateşlemeli bir motora dönüştürmek için yapılması gereken başlıca değişiklikler sıkıştırma oranını yaklaşık 1/14 seviyelerine düşürmektir. Bu da ya piston oyuğundan malzeme alarak ya da pistonu veya silindir başını değiştirerek yapılır. Dizel enjektörleri bujilerle değiştirilerek gaz karbüratörü motora yerleştirilmelidir. Motorda bulunan yakıt pompalarının kaldırılıp distribütör konulmalıdır. Duruma göre de voltaj değiştiriciyi 12 yerine 24 voltluk yapmak gerekebilir. Dizel yanmasına göre sıkıştırılmış doğalgaz yanmasının mekanik verimi düşük olması nedeniyle ısı kayıplar artacaktır. Bu sorundan dolayı motorun soğutma sisteminin iyileştirilmesi gerekebilir. Bu soğutma suyu yollarının daha fazla olduğu silindir kafaları kullanılarak veya daha büyük bir radyatör kullanılarak yapılabilir(United Nations, 2003).

3.3.2 Dizel ve Doğalgazın Birlikte Kullanıldığı Çift Yakıtlı Motorlar

Doğalgazı, dizel motorda yakıt olarak kullanmak istiyorsak yapacağımız en basit yöntem gazı emme havası ile beraber silindir içine almak olacaktır. Dizel yakıtının püskürtülmesi ile başlayan yanmada bizim emme havası ile havaya karıştırdığımız karışımda tutuşur ve yanar. Gazın yanmasıyla gereken enerjinin büyük kısmı karşılanmış olur ve dizel yakıtın sarfiyatı düşürülmüş olur. Motora dizel yakıtın ilk püskürtülmesine pilot püskürtme denir.

Bu yöntemin en büyük avantajı, motorun içinde hiçbir değişikliğe gerek duyulmaksızın mevcut motor üzerinde sistemin kolayca uygulanabilmesidir. Birçok pilot püskürtme sisteminde, motor durdurulmadan, doğal gaz kullanımından tamamen dizel kullanımına geçilebilmektedir.

Motor boşta çalışırken sadece dizel yakıtı kullanılır. Artan ihtiyaca mahsuben motora verilen doğalgazın miktarı artar. Bu motorların çoğunda strok başına püskürtülen dizel

yakıtı miktarı aşağı yukarı sabit, püskürtme zamanında orijinal dizelinkinin değerinde tutulur. Pilot püskürtme ile çalışan çift yakıtlı bir motorda, iyi ve güvenli bir yanma için, pilot miktarının tam yükte harcanan enerjinin %5 ile %20'sine sahip olması gerekmektedir. Tam yükte kullanılacak maksimum yakıt miktarı vuruğu sınırını belirler. Doğalgazın oktan sayısı çok yüksek olduğundan, istenirse, tam yükte toplam enerjinin %95'i doğalgaz tarafından karşılanabilir. Fakat yük azaldıkça iyi bir yanma için daha çok dizel enerjisine gerek duyulmaktadır. Yaklaşık %50 ve altında yüklerde bunlara kısmi yüklerde deriz, silindirdeki karışım çok iyi bir yanma sağlamayacak kadar fakirdir. Bu da sonuçta verimi düşürür. HC ve CO emisyonunu arttırabilir. Ancak is emisyonu her zaman %100 dizel yakıtından daha azdır. Boşta ve kısmi yükte çalışma şehir içi otobüs motorlarının çalışma çevriminde önemli bir yer tuttuğundan, çoğunlukla doğalgaz harcanan toplam yakıtın ancak %30 ile %60'ını sağlar. Tam yükte verim orijinal dizelinkine eşit veya çok az daha iyi olmakla beraber kısmi yüklerde verim orijinal dizelinkinden her zaman düşüktür. Çift yakıtlı motorlardan genellikle orijinal dizel motoru ile aynı güç elde edilmektedir. Hatta toplam enerjinin belli bir bölümü gaz yakıt tarafından sağlandığı için is ve partikül emisyonunda azalma olacağından, motorun is sınırıyla belirlenmiş gücü bir miktar arttırılabilir. Ancak genellikle, benzin motorlarındaki türden vuruğu meydana gelmemesi için bu motorların güçleri orijinal

Bu durumda, dizel yakıt oranı %50-60 üstüne çıktıkça sistemin is emisyonu yönünden avantajı giderek kaybolmaktadır.

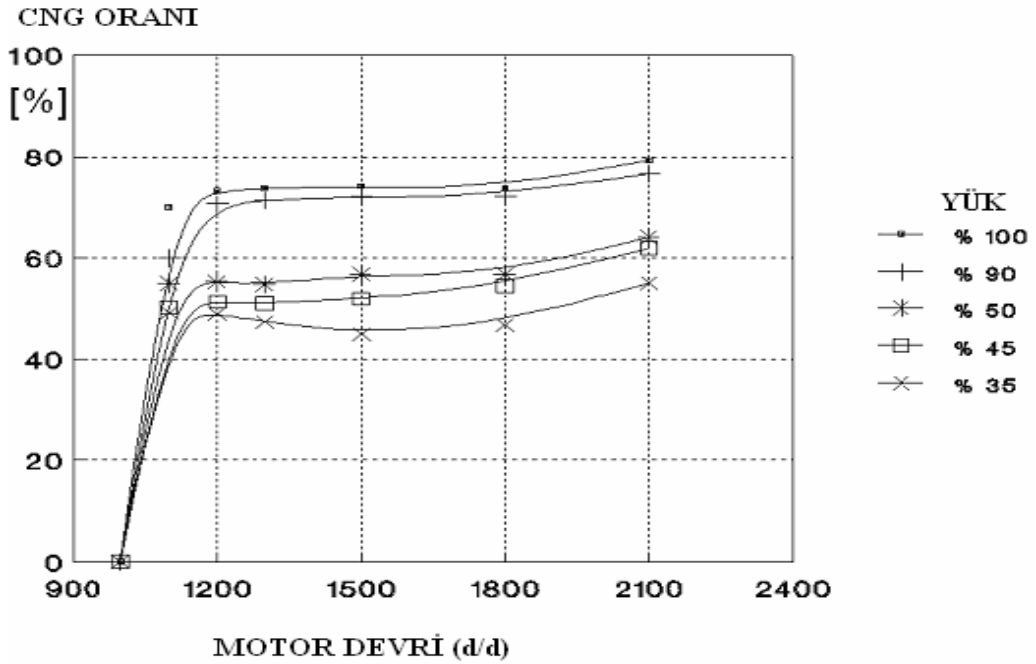
Dönüşüm yapılmadan önce motorum karbonmonoksit emisyonu hacimsel olarak %0,12 iken dönüşüm yapıldıktan sonra yarı yarıya azalma göstermiş ve %0,06 civarına düşmüştür. Cng dönüşümü ile kilometre başına ortalama normal ticari bir araçta 0,35 gram emisyonu karşılık gelmektedir. Şehir içi taşımacılık yapan bir araç ortalama 100 km yol yaptığı kabul edilirse, bu dönüşüm ile günde ortalama 35 gram emisyon azalması sağlayacaktır.

Bu değer aylık düşünülürse 1 kg, yıllık olarak düşünülürse 12 kg ve herhangi bir büyükşehirde 1000 araç tarafından uygulanırsa yıllık olarak 12 tonluk bir azalmaya karşılık gelecektir.

Tablo 3.2: Motorları Doğalgaza Çevirme yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları

Motorları doğalgaza çevirme yöntemleri	Avantajları	Dezavantajları
Dizel motoru buji ateşlemeli motora çevirmek	%100 doğalgaz kullanımı düşük egzoz emisyonları yüksek teknoloji seviyesi	Kısmi yüklerde fazla yakıt tüketimi değişme işlemi yapan elemanın kalifiye olması gerekmektedir
Dizel motorunu çift yakıtlı bir sisteme dönüştürmek	Motorda çok az değişikli k gerekmesi kısmi yüklerde daha iyi çalışma	İs dışındaki emisyonlarda sırf doğalgazla çalışan motorlara göre daha az emisyon azalması

Şekil 3.1 :Motor devri ve yüke göre çift yakıtlı MAN motorunda kullanılan CNG oranı



Kaynak: Gazi Üniv. Mühendislik Mimarlık Faültesi Dergisi. Cilt 25, No 1, 171-178, 2010

Doğalgazın Diğer yakıtlarla karşılaştırılması

Doğalgazın karbon yüzdesi kömürünkünden ve fueloilinkinden daha azdır. Karbon oranını artması alevin rengini kırmızı yapar ve parlak kırmızı alevde ışınlımla ısı geçişi fazladır.

Katı ve sıvı yakıtlar birbirine yakın hidrojen içerirken, doğalgazda hidrojen oranı oldukça yüksektir. Bu yüzden doğalgazın ısı değeri oldukça yüksektir. Üst ve alt ısı değerleri arasındaki fark da en büyük olacaktır.

Doğalgazda hava kirliliğine yol açan kükürt (S) yok sayılabilir Doğalgaz, kül ve nem içermez. Kömürde ise kül ve nem büyük oranlarda bulunabilir. Nem yanma anında ocak sıcaklığını düşürür. Alt ve ısı değerler arasında farkı büyütür baca kayıplarının artmasına yol açar.

Doğalgaz kükürt içermediğinden baca gazlarının yoğuşma sıcaklığı düşüktür. Kömür ve fueloil de 160 ile 180 °C dolayında olan çığ noktası 60 °C dolayında düşük bir düzeyde olduğundan baca kaybı daha azaltılabilir.

Doğalgazın azot (N₂) yüzdesi fueloiliden 35 kat, kömürden 2 kat fazladır. Ayrıca ısı değerleriyle hava fazlalık katsayısı ve ısı yayma katsayısının yüksekliği nedeniyle alev sıcaklığı yükselecek ve NO_x oluşumu tehlikesi artacaktır. Bu nedenle ocak sıcaklığı denetlenerek 1000 °C aşmaması sağlanmalıdır. Kadioğlu ve Dokumacı, (2005).

4. İETT KAĞITHANE GARAJINDA KULLANILAN DOĞALGAZLI OTOBÜSLERİN İNCELENMESİ VE ÖRNEK BİR OTOBÜS HATTINDA ANALİZLER YAPILMASI

4.1 DÜNYA'DA YAPILAN TOPLU TAŞIMACILIK

Otomobiller ile yapılan ulaşımın yavaş yavaş kent yaşamını zorlaştırmakta ve kenti öldürmektedir. İlerleyen zamanlarda ve günümüze baktığımızda otomobillerin insanlara nasıl hakim olduğu tartışılmaz ortadadır. Bu şekilde bilinçsizce yaşamaya devam ettiğimiz takdirde kent yaşamını yerine vasıtaların yaşamını tercih etmiş olacağız. Günümüzde gelişmiş ülkelere bakacak olursak, toplumun bilinçli ve toplu taşımanın ne derece ilerlemiş olduğu görülmektedir. İnsanlar bireysel araç kullanmanın ötesinde toplu taşımaya yönelmektedir. Alt yapısı tamamlanmış metro, tünel ve benzeri altyapı sistemleri adeta şehri ağ gibi kuşatmıştır. Bu ülkeler dünya üzerinde önderlik teşkil etmektedir.

İyi bir toplu taşıma birçok şey ifade edebilir, fakat genel olarak toplu taşıma, kullanımı kolay, etkin, temiz ve gitmek istediğiniz yere en az telaşla gidebilme gibi tanımlanır. Dünyanın en iyi olan beş ilçesi şunlardır; Tokyo, New York, Londra, Paris, Moskova.

Belki de dünyanın en karmaşık transit sistemlerinden biri olan Tokyo toplu taşıma sistemi ancak muazzam olarak nitelendirilebilir. Tokyo'daki toplu taşıma sistemi, hafif raylı sistem, gemi, otobüs ve çok meşhur metro hatlarından oluşuyor. Tokyo'nun toplu taşıma sisteminin hatlarının büyüklüğünü daha iyi anlamak için şöyle söyleyelim, eğer şehirde bir günde yapılan tüm seferlerin sayısını bir araya getirecek olsanız (bu rakam 10,6 milyar), ABD'de ve Kanada'da düzenlenen sefer sayılarının toplamıyla aynı rakama ulaşırsınız. Şu bir gerçek ki Tokyo'da bir yere gitmek isterseniz bunu toplu taşımayla gerçekleştirebilirsiniz. Ülkemizde toplu taşımacılık alanında son yıllarda hızlı adımlar atılarak ciddi yol kat edilmiştir. Yapılan yatırımlar, gelecek yıllarda ülkemizi toplu taşıma alanında çok iyi noktalara geleceği ve dünya ülkeleri içinde yer alacağına bir göstergesidir.

4.2 İSTANBUL'DA YAPILAN TOPLU TAŞIMACILIK

Dünyanın en görkemli şehirlerinden birisi olan İstanbul için ulaşım çok büyük önem taşımaktadır. Şehirde yaşayan yerli halkın yoğunluğu, tarihi dokusu, mimari yapısı, etnik kökeni ve dünya ticaret merkezi gibi birçok önemli alanlara ev sahipliği yapan İstanbul turistlerinde ilgi odağı halindedir. İstanbul'da toplu taşımacılık üç şekilde yapılmaktadır. Karayolları, deniz yolları ve raylı sistemler olarak bunları gruplarız.

Şekil 4.1 İstanbul'da yapılan toplu taşımacılık türleri



Kaynak: İUAP Özet Raporu Mayıs, 2011

Tablo 4.1: İstanbul'da Toplu Taşımacılık

Toplu Taşıma Yolculuk Sayıları	Günlük Ortalama Yolculuk Sayıları	Payı
	(Max.Yolculuk/Gün)	%
<u>Toplam Raylı Sistemler</u>	<u>1,632,863</u>	<u>14.3</u>
Metro	609,269	5.4
Hafif Metro	337,950	3.0
Tramvay	541,601	4.8
Tünel-Füniküler	69,639	0.6
Nostaljik Tramvay	4,675	0.0
Teleferik	8,200	0.1
TCDD (Marmaray)	61,529	0.5
<u>Toplam Karayolu</u>	<u>9,158,823</u>	<u>80.5</u>
Metrobüs	750,000	6.6
İETT Otobüs	720,696	6.3
Özel Halk Otobüsü	1,420,178	12.5
Otobüs A.Ş.	747,949	6.6
Minibüs	1,910,000	16.8
Taksi&Taksi Dolmuş	1,210,000	10.6
Servis	2,400,000	21.1
<u>Toplam Denizyolu</u>	<u>590,725</u>	<u>5.2</u>
İDO	211,476	1.9
Şehir Hatları	228,880	2.0
Özel Tekne/Motor	150,369	1.3
TOPLAM	11,382,411	100.0

Kaynak: <http://www.iett.gov.tr/tr/main/pages/istanbulda-toplu-tasima/95> Erişim 05.04.2013

Tablo 4.1 'de görüldüğü üzere toplu İstanbul'da yapılan toplu taşımacılıkta %80,5 oran ile karayolları birinci sırayı elinde bulundurmaktadır. Peşinden raylı sistemler ve denizyolu taşımacılığı birbirini takip etmektedir. Zamanla bu oranların değişeceği ve raylı sistemler taşımacılığı artacağı öngörülmektedir. Her geçen gün raylı sistemlere yapılan yatırımlar hatların uzatılması ve Marmaray gibi yeni projelerin İstanbul'a kazandırılmasıyla kentli halkı raylı sisteme her geçen gün daha fazla yönelmektedir.

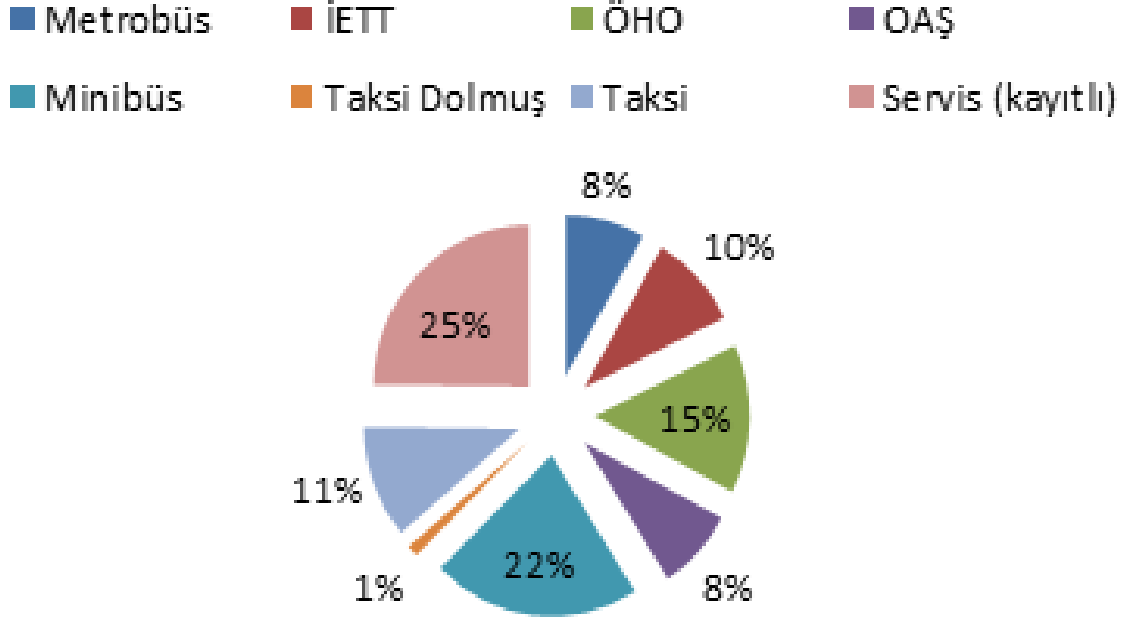
4.2.1 İstanbul'da Karayolları Taşımacılığı

1869 yılında Dersaadet Tramvay Şirketinin kurulması ile birlikte İstanbul'da tünel açma çalışmaları başlamıştır. İlk tramvay atlı olarak tasarlanmış ve 1871 yılında hizmete sunulmuştur. Silaharağa'da 1913 yılında ilk elektrik fabrikasının kurulmasıyla birlikte bir sonraki yıl elektrikli tramvay hizmetine geçilmiştir. İlk otobüsler 1926 yılında alınır. Bir süreliğine yabancı şirketlerin yönetiminde bulunan bu taşımacılık sektörlerimiz, 1939 yılında bizlere geçerek 3645 sayılı yasa ile İstanbul Elektrikli Tramvay ve Tünel (İETT) işletmesinin kurulmasıyla hayata geçmiştir.

Kullanılan bu elektrikli tramvaylar 1961 yılında Anadolu yakası ve 1966 yılında da Avrupa yakasında hizmetten kaldırılarak 1961 yılında işletmeye sunulan troybüsler kullanılmaya başlanmıştır. Kullanılan bu troybüsler 1984 yılına kadar İstanbul halkına hizmet sunar. Daha sonra 1982 yılında çıkan bir yasa ile bu elektrikli hizmetlerin hepsi Türkiye Elektrik Kurumu'na (TEK) devredilir. Günümüzde İETT özel halk otobüslerinin de işletilmesinden ve yönetiminden sorumludur. Ayrıca İETT İstanbul içindeki metro hatlarının bir kısmının yapımında da rol oynamıştır.

İlerleyen zamanlarda kent içi ihtiyacın artması ve artan nüfus ile 2007 yılında İstanbul'a özgün olarak tasarlanan metrobüs sistemi hayata geçirilmiştir. İlk yapıldığı sırada Avcılar ve Topkapı arasında hizmete giren metrobüs ertesi yıl Söğütlu Çeşme'ye kadar uzatılmış ve şehrin iki yakasını birbirine bağlamıştır. Şehrin iki yakasını birbirine bağlayan bu proje İETT'ye birçok ödül kazandırmıştır.

Şekil 4.2: İstanbul'da kara ulaşımı yolcu payları



Kaynak: <http://www.iETT.gov.tr/tr/main/pages/istanbulda-toplu-tasima/95> Erişim 05.04.2013

2010 yılında, artan nüfusu taşımaya karşılamak amacıyla İETT'nin mevcut otobüslerini desteklemek amacıyla Otobüs A.Ş. kurularak 2011 yılında İETT'ye yardımcı olmaya başlamıştır. 2012 yılında İETT'nin yaptığı yenilik çalışmalarına bir yenisini daha eklenmiş ve bus line yani otobüs yolu dediğimiz çizgilerle bölünmüş olarak otobüs yolu ayrılmıştır. Bu uygulama yurtdışına birçok ülkede zaten kullanılmaktadır. Bu uygulamada amaç trafikten kaynaklanan zaman kaybını azaltarak insanları toplu taşımaya teşvik etmek ve trafikteki araç sayısını azaltmaktır. Uzun yıllar boyunca bizlere hizmet veren Man ve İkarus marka otobüsler 2013 yılı sonunda kullanımdan kaldırılmıştır. Kaldırılan otobüslerin yerine yeni daha konforlu otobüsler alınmış ve İETT yeni alınan otobüslere yeni genç şoförler alarak yaş ortalamasını gençleştirmiştir. Yine yenilik planları doğrultusunda İETT ve özel halk otobüsü şoförlerine eğitim vermek için akademi oluşturulmuştur. 2014 yılında durakları akıllı sistemlere entegre ederek MOBİETT uygulamasını getirmişlerdir.(iETT.gov.tr)

Tablo 4.2: İETT'ye bağlı garajlardaki otobüs sayıları ve metrekareleri

GARAJ	GARAJ BAŞINA OTOBÜS SAYISI	TOPLAM ALAN(m2)	KAPALI ALAN(m2)
İkitelli	596	192.000	28.000
Anadolu	432	58.200	10.000
Topkapı	128	17.588	7.100
Edirnekapı	400	60.000	6.720
Ayazağa	323	102.275	11.500
Hasanpaşa	310	37.000	4.000
Kağıthane	240	65.000	7.920
Beykoz Şahinkaya	147	13.000	2.300
Sarıgazi	90	15.000	1.420
Toplam	2662	560.063	78.960

Kaynak: <http://www.iETT.gov.tr/tr/main/pages/otobus-garajlari-ve-bakim-onarim/86> Erişim 08.04.2013

Tablo 4.2 'de İETT'ye ait olan garajlardaki otobüs sayıları gözükmemektedir. İkitelli garajı 192.000 m2 alan ve 28.000 m2 kapalı alan ile 596 otobüse yerleşim yeri sağlamaktadır. Diğer garajlarda sırası ile ikitelli garajını takip etmektedir.

Tablo 4.3: Bazı metropollerde karayolu toplu ulaşımı

Şehir Adı	Otobüs	Yolculuk Sayısı
	(Adet)	(Yolculuk/Gün)
İstanbul	6.165	3.638.823
Londra	8.722	6.397.260
Paris	4.490	2.649.315
Singapur	1.130	917.808
Barcelona	998	476.712
Brüksel	583	252.055

Kaynak: <http://www.iett.gov.tr/tr/main/pages/dunyada-toplu-tasima/96> Erişim 15.05.2014

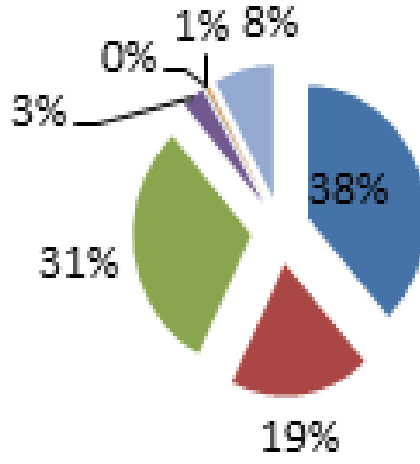
Tablo 4.3 'de bazı metropollerde yapılan karayolu ulaşımına dair değerlere yer verilmiştir bunlardan en fazla günlük yolcu taşıma kapasitesine Londra'nın sahip olduğu görülmektedir.

4.2.2 Raylı Sistemler Taşımacılığı

Dünya üzerindeki en fazla nüfusa sahip olan şehirlerden biriside İstanbul'dur. Birçok güzelliğe sahip olan tarihi havası ve mistik yaşantısıyla adeta ilgi odağı olan bu canım şehri trafik problemleriyle baş başa bırakmak bizim için yaşadığımız yere büyük haksızlık sayılacaktır. Bu canım şehirde toplu taşımaya ağırlık vermek amacıyla raylı sistemleri de geliştirmek gerekmektedir bu nedenle mevcut hattın uzunluğunu arttırmak amacıyla İstanbul Büyükşehir Belediyesi kolları sıvamış ve harekete geçmiştir.

Belediye tarafından inşa edilen 102,7 km raylı sistemi artırarak şuanda 174,7 km raylı sistem mevcuttur. İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin temel amacı raylı sistemi İstanbul'un dört bir tarafına götürerek 630 km'nin üzerine çıkarmaktır.

Şekil 4.3: İstanbul'da raylı ulaşımı yolculuk payları



Kaynak: <http://www.iett.gov.tr/tr/main/pages/istanbulda-toplu-tasima/95> Erişim 18.05.2013

Yeni yapılacak olan metro hatlarından 300 km'lik kısım ana hattı oluşturacak ve diğer 300 km'lik kısım ise bu ana hatlar arasında daha düşük kapasiteli bağlantılar sağlayacaktır.

İstanbul'da raylı sistem ile yapılan yolcu taşımacılığı ile günlük ortalama bir buçuk milyondan fazla yolcu taşınır. Metro taşımacılığı ve tramvay taşımacılığı raylı sistemlerde başı çekmektedir. Hafif metro ise üçüncü sırada takip etmektedir.

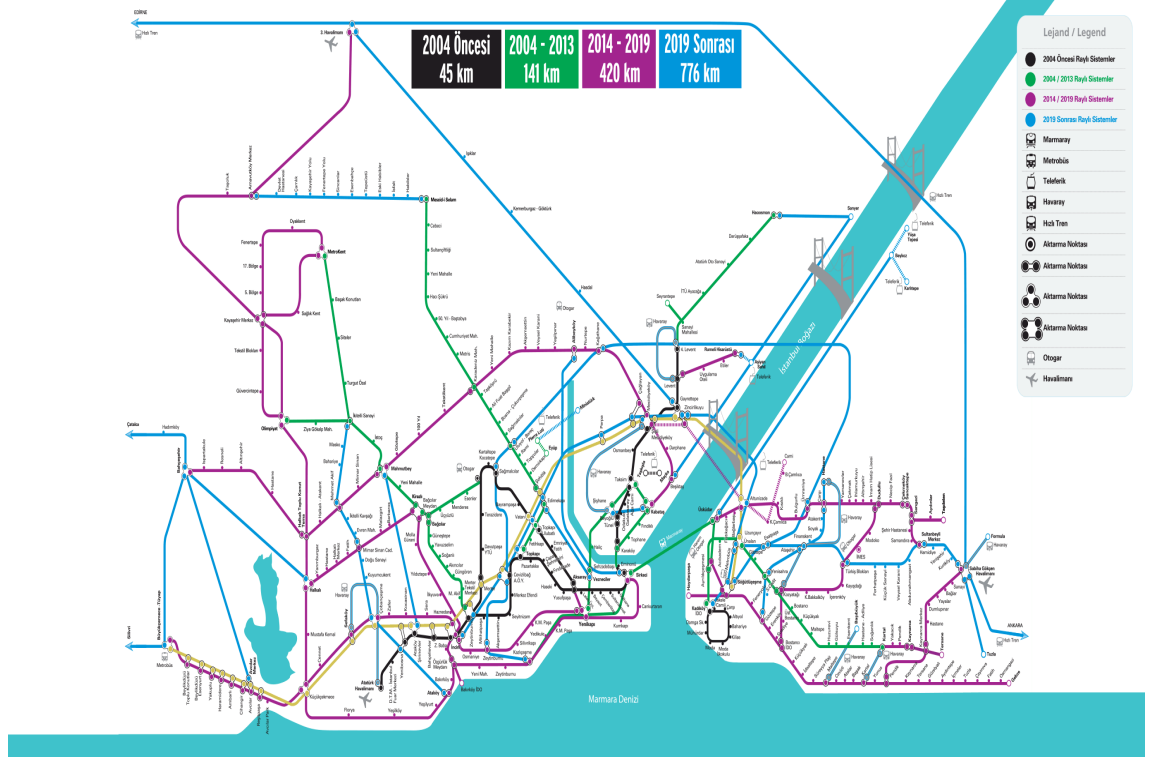
Tablo 4.4: Bazı Metropollerde Raylı Sistemler

Şehir Adı	Uzunluk	Yolculuk Sayısı
	(Km)	(Yolculuk/Gün)
İstanbul	142	1.632.863
Londra	408	3.500.000
Roma	76	870.000
Tokyo	880	8.700.000
Paris	214	4.500.000
Singapur	130	1.952.000

Kaynak: <http://www.iETT.gov.tr/tr/main/pages/dunyada-toplu-tasima/96> Erişim 15.06.2013

Ulaşım A.Ş İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne ait bir kuruluştur. Ulaşım A.Ş toplam 100 kilometre uzunluğunda yedi adet kent içinde bulunan hattın işletilmesini üstlenmektedir. Gelişen Türkiye ve kalkınana toplum ile artık Türkiye'de yaşayan kentli halkımız en iyisine laik olmaktadır. Her geçen gün ar-ge çalışmalarına hız veren ve mevcut sisteme yeni inovasyonlar kazandıran İstanbul büyük Şehir Belediyemiz ve Sn. Başkanımız Prof. Dr. Kadir Topbaş İstanbul'da ulaşım son derece önem vermektedir.

Şekil 4.4: İstanbul'daki geçmiş, günümüz ve planlanan raylı sistem güzergahları



Kaynak: <http://www.rayhaber.com/2013/istanbul-metro-haritasi-2019/> Erişim 06.07.2014

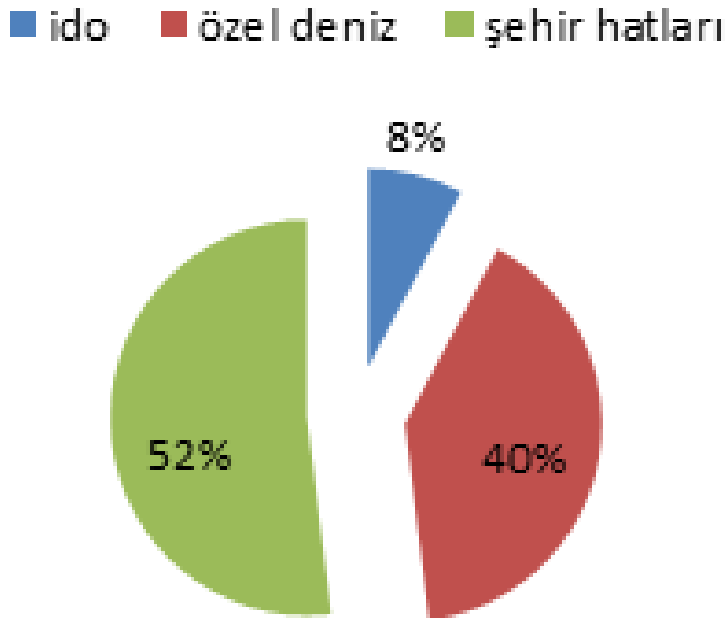
Şekil 4.4 'de gözüktüğü gibi 2004 öncesinde bulunan 45 km'lik hattı görüyoruz. Çok sığ alanı birbirine bağlayan bu hat gelişmekte olan kent içi yaşamını zorlaştırmakta ve yetersiz kalmaktaydı fakat 2004'te çalışmalara başlanarak mevcut sisteme hız vererek 9 yıl içinde 45 km'den 141 km'ye çıkarılmıştır. Yapılan bu hızlı yatırımlar ve harika projeler bizler için yeterli değildir. Bu nedenle çalışmalarına hız kesmeden devam eden İstanbul Büyükşehir Belediye'si 2019 yılı sonuna kadar 420 km hedefi ile ve 2019 yılı sonrasında 776 km'lik hedeflerini projelerini hazırlamış, kararlı adımlarla yatırımlara devam etmektedir. Son on yıllık dönemde metro ağları ve ulaşım sistemleri birbirine adeta örümcek ağı gibi bağlanmış ve bağlanmaya da devam etmektedir. Son olarak yapılan Marmaray projesi yüz yıllara damgasını vuracak asırlık bir projedir.

4.2.3 Deniz Yolları Taşımacılığı

İstanbul'da deniz yolları ile yapılan taşımacılıkta şehir hatları vapurları, deniz otobüsleri ve deniz motorları kullanılmaktadır. İstanbul'da 2014 yılında kullanılan Bandırma-Yenikapı, Bandırma-Yalova ve Pendik-Yalova arasında kullanılan 6 tane hızlı feribot vardır. İDO'ya ait 20 tane deniz otobüsü de bulunmaktadır. Şehir hatları vapurları İstanbul'un büyük oranda deniz yükünü çekmektedir. 53 gemi ve 35 terminale sahip olan ido dünyanın önde gelen feribot işletmelerinden biridir. İDO'nun kendi bünyesinde 4 farklı tip olmak üzere 24 adet deniz otobüsü bulunmaktadır. Ayrıca 3 ayrı tipte 18 adet de arabalı vapura sahiptir. İstanbul'da deniz ulaşımında da yeni projeler her geçen gün hayata geçmektedir.

Şekil 4.5 'de görüldüğü üzere özel tekneler ile yapılan yolcu taşımacılığı yadsınmayacak oranda yer almaktadır.

Şekil 4.5: İstanbul'da deniz ulaşımı yolculuk payları



Kaynak: <http://www.iETT.gov.tr/tr/main/pages/istanbulda-toplu-tasima/95> Erişim 23.06.2013

4.3 İETT KAĞITHANE ŞEFLİĞİNİN TARİHÇESİ VE TEKNİK BİLGİLER

İETT'nin diğer garajlarıyla kıyaslandığında daha merkezi konumda olan Kâğıthane Garajı 1995 yılında kurulmuştur. 65.000 metrekare alan üzerine kurulan bu garaj 8.000 metrekare kapalı alan içermektedir. Bakım onarımların gerçekleştirildiği Kâğıthane Garajı'nda ayrıca sosyal olarak çalışanların birlikte vakit geçirebileceği alanlara da sahiptir. Kağıthane garajı içerisinde ayrıca Akyolbil komuta kontrol merkezi bulunmakta ve pilot uygulama yapılmaktadır.

Şekil 4.6: Kağıthane garajının tepeden görünümü.



Kaynak: İETT Kağıthane Garajı, 2014

Garajımıza 240 otobüslük ihale kapsamına dahil olarak entegre CNG dolum istasyonu kurulmuştur. Kurulan tesis Türkiye'nin en büyük CNG dolum tesisi olmanın yanı sıra, tüm Avrupa kapsamında da en büyük ilk üç istasyondan biridir.

Tesisin tüm işletim-bakım-onarım vb. süreçleri 5 yıl boyunca yüklenici firma KARSAN sorumluluğunda gerçekleştirilecektir.

Tesis saatte 7.500 m³ doğalgaz dolumu gerçekleştirebilecek kapasitededir.

Bu kapasite 65.000 nüfuslu bir ilçenin tüketim değerleriyle aynı mertebededir.

Sistemde, minimum giriş basıncı olan 12 barda 1.500 m³/h gaz tedarikini giriş basıncıyla doğru orantılı şekilde artarak sağlayan 5 adet kompresör bulunmaktadır. Kompresörler ve yardımcı ekipmanlar Arjantin menşelidir.

Kompresörlerin çalışma devirleri maksimum 1.500 rpm (devir/dakika)'dır.

Kompresörler yağsız tiptedir ve en az 40.000 saat çalışma ömrü vardır.

Kompresörlerin çalışma esnasındaki gürültü seviyesi 70 desibelin altındadır.

Kapasite bakımından Türkiye'nin en büyük Avrupa'da ise ilk üçün içinde olan garajımızda 16 adet otobüse toplamda 20 dakika içerisinde 8 dispanser yardımıyla dolum yapılmaktadır. Dispanserlere gelmeden önce 12 bar basınç altında 5 adet kompresör saatte 1.500 m³ cng basmaktadır ve 1.500 devir/dakikada çalışmaktadır.

Doğalgaz 200 bar mertebelerinde sıkıştırılarak yüksek basınçlı depolama tanklarında depolanmaktadır. Araç üst bölgesindeki tanklardan ise motora yaklaşık 2-8 bar mertebelerine düşürülerek verilmektedir.

Şekil 4.7: Kağıthane garajında bulunan depolama tankları



Kaynak: İETT Kağıthane Garajı, 2014

İstasyonumuzda toplamda 5000 su-litre depolama kapasitesinde cng depolama tanklarımız bulunmaktadır.

Emniyet açısından son derece güvenilir olan bu tesisin kontrolleri sürekli yapılmakta ve periyodik bakımları titizlikle yürütülmektedir.

Şekil 4.8: Kağıthane garajında bulunan kompresörler



Kaynak: İETT Kağıthane Garajı, 2014

İstasyonumuzda her biri 1.500 KW değerinde toplam 5 adet kompresör bulunmaktadır

Şekil 4.9: Kağıthane garajında bulunan dispanserler

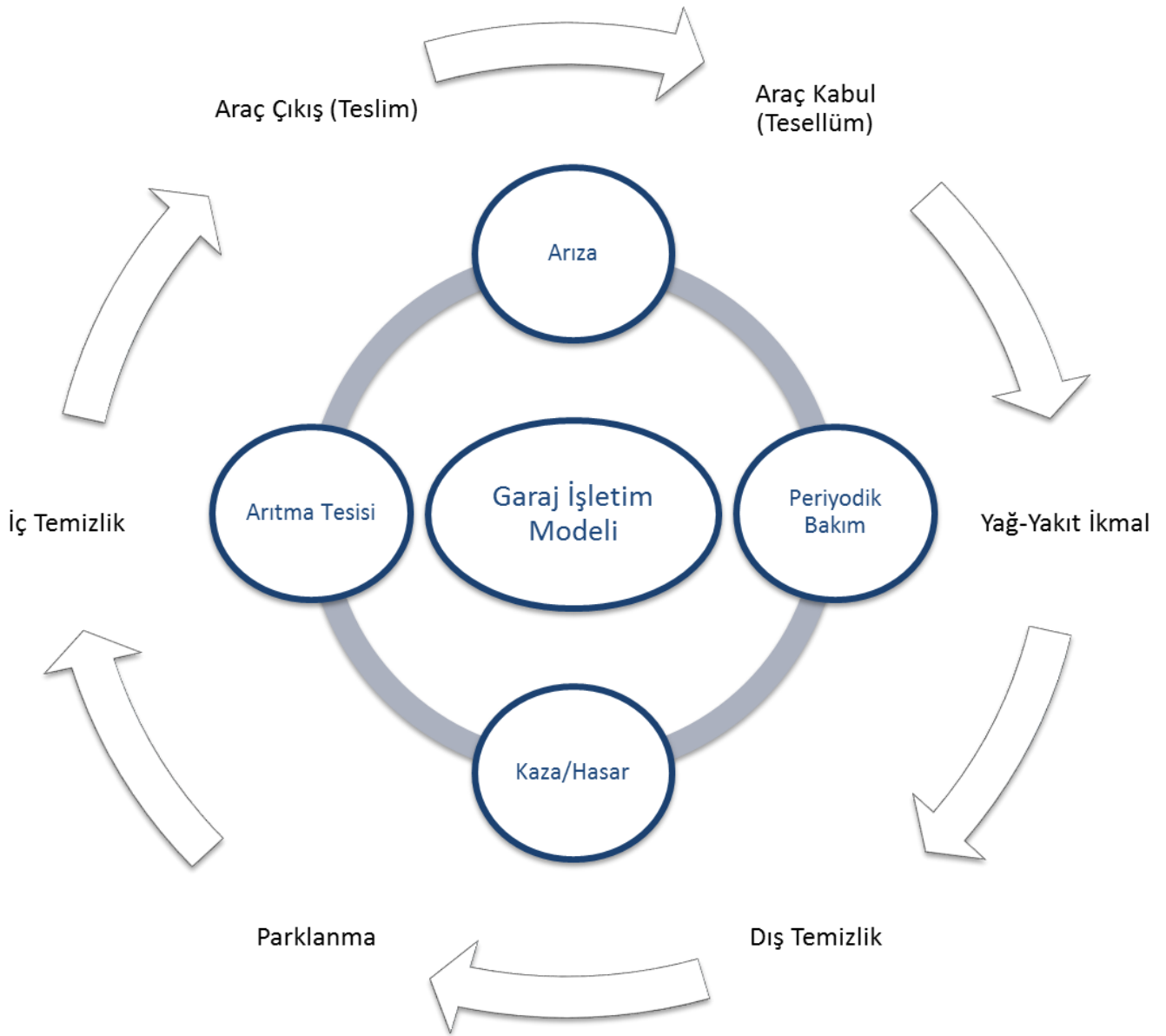


Kaynak: İETT Kağıthane Garajı, 2014

8 dispanser, her birinde 2 adet dolum ağızı ile aynı anda 16 otobüse dolum yapabilme imkanı sunmaktadır.

Kağıthane garajında garaj işletim modeli uygulanmaktadır. Bu çalışma modeli ile daha yüksek verim elde edilmektedir. Geçtiğimiz yıllarda İETT’de bakım onarım, parklanma, yıkama ve diğer her nevi işlem yapılmaktaydı fakat garaj işletim modeli ile bu sistem değişti. Kısaca bu modeli inceleyecek olursak

Şekil 4.10: Garaj işletim modeli döngü sistemi



Kaynak: İETT Kağıthane Garajı, 2014

Garaj İşletim Modeli; 5 yıl bakım ve yedek parça garantili otobüs alımı neticesinde İETT'nin belirlemiş olduğu garajlarda bakım, onarım ve araçların servise hazırlanması faaliyetlerinden sorumlu olacak Yüklenici firmaların garaj işletmeciliğinde dikkat etmesi gereken hususların ve kontrol noktalarının açıkça ortaya konulduğu bir modeldir. Garaj işletim modeli ile bu kapsamda çalışan Yüklenici firmaların aynı sistematik çalışma düzenine sahip olması ve bunun denetlenmesi amaçlanmaktadır.

Garaj İşletim Modeli; araç tesellümden garaja girdiği andan itibaren başlayan garaj içi faaliyetlerin ve servise çıktıktan sonra hizmette karşılaştığı durumların takibini ve kontrolünü içermektedir.

Modelde görüldüğü gibi tesellüm, yağ ve yakıt ikmal, dış temizlik, parklanma, iç temizlik ve çıkış faaliyetleri günlük rutinde gerçekleştirilecek işlemlerdir. Bununla birlikte işletim modeli kaza, arıza, bakım, onarım, arıtma tesisi ve atık yönetimi gibi durumları da içermektedir

4.4 İETT KAĞITHANE GARAJINA AİT OTOBÜSLERİN AYLIK YAKIT DURUMLARININ İNCELENMESİ

Kağıthane garajında 2013 yılına ait 240 adet cng ile çalışan otobüsü bulunmaktadır. Bulunan otobüslerin en güncel olarak 2013 yılına ait verilerini inceleyecek olursak birtakım tablolar oluşturdum.

Tablo 4.5 'de bulunan verilerde aylara göre, mevcutta bulunan 240 otobüsün toplam sayısı gözükmemektedir bu otobüslerden toplam olarak sefer sayılarına baktığımızda farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu farklılıklar; okulların tatil olması bayram tatilleri havanın ay içerisindeki durumuna göre değişmektedir. Ortalama değerler ele aldığımızda normal şartlar altında 70 m³ Cng ile kullandığımız otobüslerde 100 km yol yapmaktayız. Cng'li otobüslerde cng yakılması sırasında suda harcanmaktadır.

Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA)'nın verilerine göre, ABD otobüs pazarındaki CNG yakıtlı otobüslerin payı %20 seviyelerinde bulunmaktadır. Satış sayısında bulunan artış ise, her geçen yıl % 4 oranında artış göstererek devam etmektedir. California Eyaleti'nde, öğrenci servislerinde dahi CNG yakıtlı otobüsler zorunlu kılınmıştır.

Tablo 4.5: Kağıthane garajında bulunan otobüslerin sekiz aylık kilometre ve yakıt bilgileri

Aylar	Araç Adedi	Servise Verilen (Araç * Gün)	Aylık Kilometre	Aylık Yakıt Tüketimi (m3)	100 Km'de Harcanan Yakıt (m3 /km)
Mayıs	7.200	6907	1.033.765	687.51	66.55
Haziran	7.200	7029	834.747	503.82	60.35
Temmuz	7.440	7254	802.252	509.94	63.65
Ağustos	7.440	7253	736.277	552.507	71.04
Eylül	7.200	7050	806.130	581.35	72.11
Ekim	7.440	7281	821.090	559.61	68.15
Kasım	7.200	6977	1.038.066	707.933	68,20
Aralık	7.440	6817	1.119.449	777.913	69,49

Kaynak: İETT Kağıthane Garajı, 2014

Bredamenaribüs marka araçlarımız 1176 m³ su ve 270 m³ cng depolama kapasitesine sahiptir. Yani deposu tam dolu olan bir bredamenaribüs marka otobüsümüz ile ortalama 350 ile 400 km arası yol almaktayız.

2012 yılı sonu itibariyle, tüm dünya genelindeki CNG yakıtlı araç adedi 15 milyonun üzerindedir. Son 10 yıllık döneme bakıldığında, CNG yakıtlı araç sayısı yaklaşık 7 kat büyümüştür.

CNG Dolum Tesisleri bazında adetlere bakıldığında, aktif olarak hizmet vermekte olan tesis sayısı yaklaşık 20.000'dir. An itibariyle faaliyet gösteren tesis sayısı, 5 yıl önceki duruma göre %8,5 oranında artmıştır.

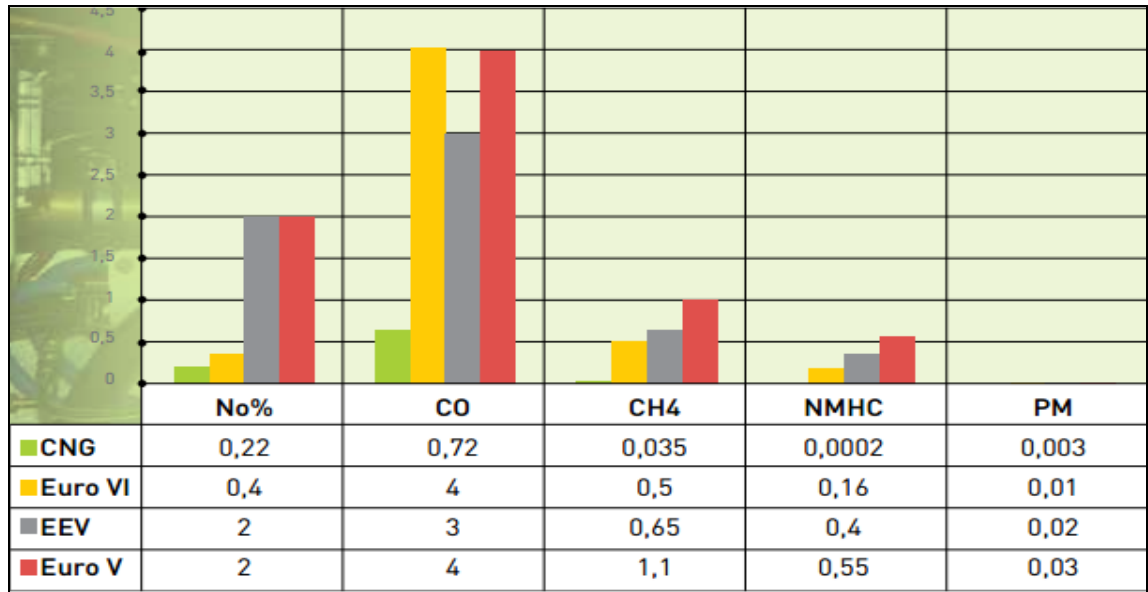
İtalya, Fransa, Almanya ve İspanya gibi Avrupa'daki büyük ekonomilere baktığımızda, bu pazarlardaki CNG yakıtlı otobüs kullanım oranı %25'lik bir paya sahiptir.

İstanbul'da Kâğıthane bölgesinde Türkiye'nin en büyük birinci, Avrupa'nın ise en büyük ikinci CNG Dolum Tesisi (CNG Otobüs Garajı) kurulmuştur.

“Üstün KARSAN Mühendisliği” güvencesiyle üretilen CNG Yakıtlı Otobüsler, İstanbul halkına en çağdaş, en güvenli ve en çevreci hizmeti sunmaya devam etmektedir.

Önümüzdeki dönemde, hem kamu hem de özel sektöre ait toplu taşımacılık birimlerindeki CNG Yakıtlı Otobüs adetlerinin artacağı öngörülmektedir. CNG Yakıtlı Otobüslerin sağladığı yüksek müşteri memnuniyeti ve yüksek kazanç gibi avantajlar sayesinde, ilgili pazarın büyümeye devam etmesi beklenmektedir.

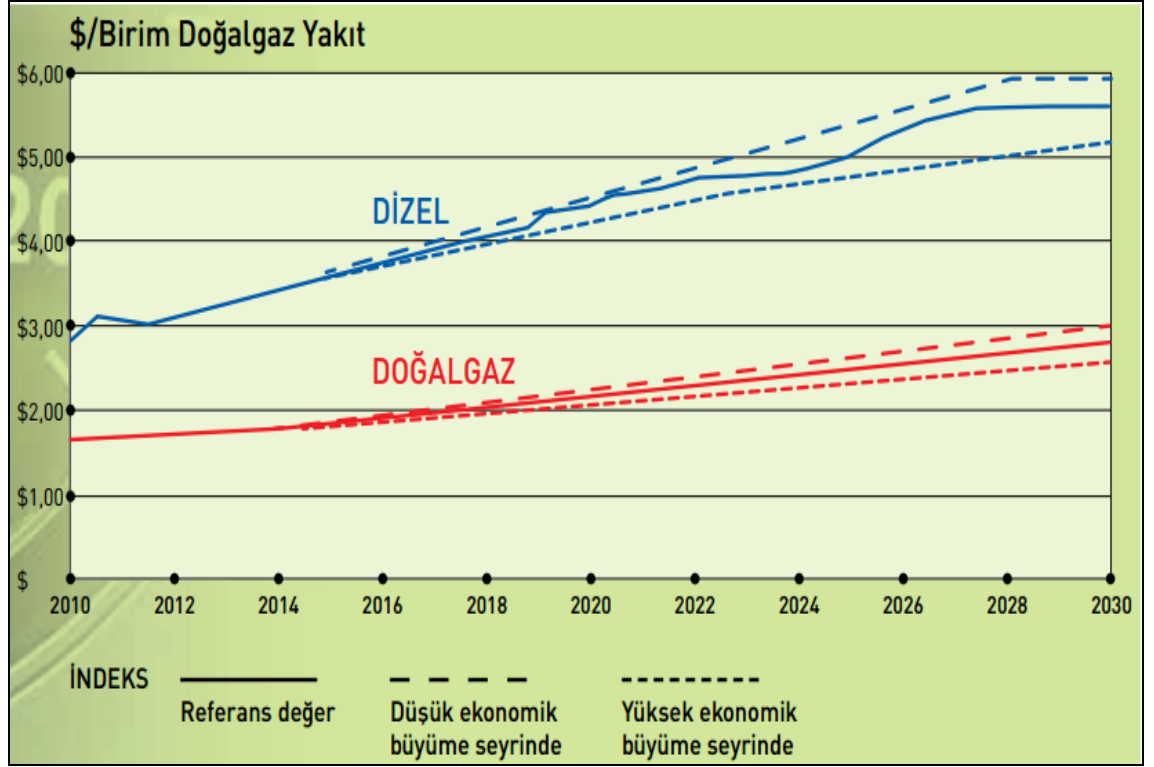
Şekil 4.11: Motor Emisyon Limitler



Kaynak: Clean Diesel vs CNG Buses: Cost, Air Quality & Climate Impacts (MJB&A Danışmanlık - ABD)

CNG yakıt ile diğer emisyon sınıfları karşılaştırıldığında, yakıttan çıkan salınımın emisyon limitlerinin en altında olduğu görülmektedir.

Şekil 4.12: Dizel ve Doğalgaz Fiyat Artış Eğilimleri



Kaynak: Clean Diesel vs CNG Buses: Cost, Air Quality & Climate Impacts (MJB & A Danışmanlık - ABD) 2014

Yukarıdaki Fiyat Artış Eğilimleri Grafiğinde, litre başına dizel fiyatının CNG'ye kıyasla başlangıç noktasının daha yüksek olduğu ve yaşanması beklenen fiyat artış yüzdesinin de daha fazla olacağı belirtilmektedir.

Dizel yakıt yıllık ortalama fiyat artışı %5

CNG yakıt yıllık ortalama fiyat artışı %3

Şekil 4.13: İETT ve KARSAN birlikteliğiyle işletilen Kağıthane Otobüs Garajı ve CNG Dolum Tesisi Üniteleri.



Kaynak: İETT Kağıthane Garajı, 2014

4.5 Otobüslerin Yakıt Durumlarına Göre Analizler Yapılarak Karşılaştırılması

Kağıthane garajında bulunan 240 adet CNG’li araç toplamda aylık yaklaşık 850.000 km yol yapmaktadır. Bu bilgiler ışığında aşağıdaki tablo hazırlanmıştır. Tablo 4.6 ’da değerlere baktığımızda sadece bir aylık kazancımız 711.552 TL olmaktadır.

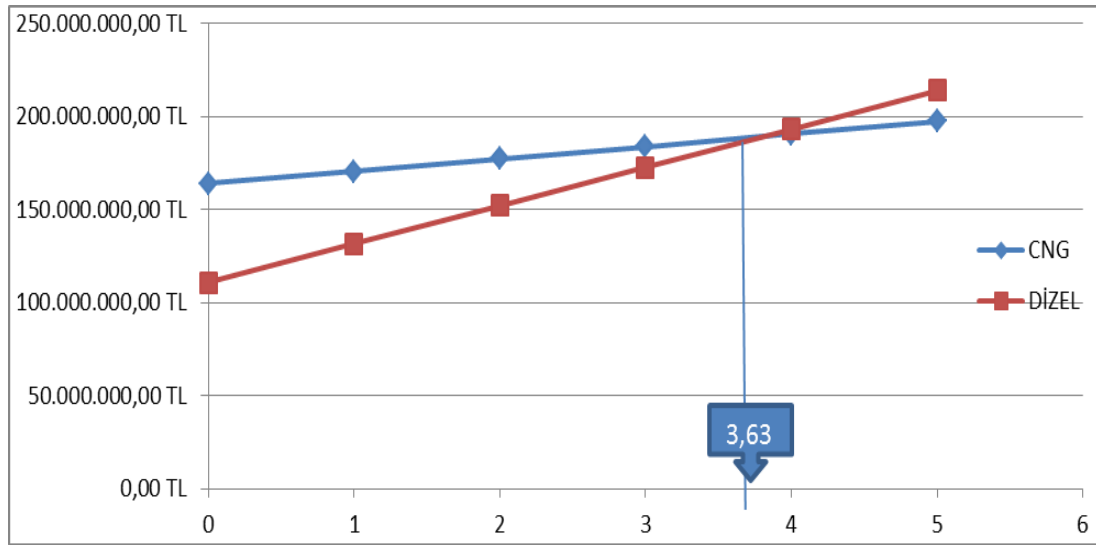
Tablo 4.6: Kağıthane garajında bulunan otobüslerin aylık yaptıkları yol, yakıt tüketim miktarları ve maliyetler tutarları

AYLIK YAKIT TÜKETİMİ				
YAKIT TİPİ	AYLIK KM	TÜKETİM	BİRİM FİYAT(TL)	TOPLAM TUTAR (TL)
DİZEL	850.000	442.000 lt	3,95	1.745.900,00
CNG	850.000	595.000 m ³	1,7384	1.034.348,00
FARK				711.552,00

Kaynak: İETT Kağıthane Garajı, 2014

Araçlarımızın bakım maliyetleri otobüs alım modeline göre 5 yıl boyunca yüklenici firmaya aittir. Ancak 5. yıldan sonra karşılaştığımız bakım maliyetleri İETT'ye ait olacaktır. Bakım maliyet farkı(CNG bakım maliyeti-DİZEL bakım maliyeti) ve CNG dolum tesisi elektrik maliyeti İETT yükümlülüğünde olacaktır. Aşağıdaki hesaplamalarda bu maliyetler; bakım maliyet farkı araç başına **5.000,00€/yıl** olarak, CNG dolum tesisi yıllık elektrik maliyeti ise araç başına **500,00 €/yıl** olarak hesaplanmıştır.

Şekil 4.14 Cng ve diesel yakıtları arasında yatırım geri dönüşüm oranı(tl/yıl)



Kaynak: İETT Kağıthane Garajı, 2014

Her iki tip araçta ekonomik ömürlerinin 15 yıl olduğu kabul edilecek olursa ki İETT filosundaki araçları genelde 15 yıldan daha fazla kullanabilmektedir, ÖTV siz hesaplarda fiyat farkının yaklaşık 3,5 yılda toplam yatırım maliyetinin ise yaklaşık 13 yılda yakıt tasarrufu ile amorti edilebileceği görülmektedir. Ancak ÖTV'li durumda fiyat farkının yaklaşık 7 yılda yakıt tasarrufu ile amorti edilebileceği halde toplam yatırım maliyetinin ise yaklaşık 30 yılda amorti edilebileceği görülmektedir. Toplam maliyeti karşılayan bu değer araç ekonomik ömrünün üzerinde olduğundan 7. yıldan sonra geriye kalan 8 yılda dizel araca göre kar etmek mümkündür. Başka bir deyişle araç ekonomik ömrü sonunda dizel araca nispeten kendisine yapılan ek maliyeti karşıladığı gibi toplam yatırım maliyetinin de %56'lık bir kısmını amorti etmektedir. Öte yandan işletme stratejileri değiştirilerek araçlara daha fazla yol yaptırılması ile yakıt tasarrufundan kaynaklanan kar miktarı daha da arttırılabilir. Sonuç olarak her iki durumda da CNG'li aracın daha ekonomik bir yatırım olduğu görülmektedir.

CNG dolmuş istasyonunun bedeli hesaplara dahil edilmiştir. Dolmuş tesisi 250 araç kapasiteli olup şuan için 248 araç tesisten yararlanmaktadır. Tesisin ekonomik ömrü de araç ekonomik ömrü ile aynı olduğu kabul edilmiştir.

Hesaplamalarda finansman maliyeti ihmal edilmiştir. Ancak finansman maliyeti dizel fiyat kıyaslamasında ihmal edilebilir düzeydedir çünkü dizel araçların alımından da aynı finansman maliyeti söz konusudur.

Hesaplamalarda gelecek yıllarda olabilecek CNG-Dizel Fiyat farkı makas aralığının genişlemesi ihtimali ihmal edilmiştir.

4.6 49G HATTI ÜZERİNDE ANALİZLER YAPILMASI

Garaj içerisindeki bütün otobüslerin toplam harcadıkları yakıtları, ne kadar giderlerinin olduğunu anlatmıştım fakat yaptığım analizleri daha da daraltarak belli bir hat üzerinde incelemeler ve haftalık değerler aldım. Aşağıdaki tabloyu bu değerler ile oluşturdum.

49 G hattı Sultangazi Yunus Emre Mahallesi ile Şişli İlçesi arasında gidiş ve dönüş olmak üzere toplamda 43 gidişte, 47 durakta dönüşte bulunmak üzere 90 durağa

sahiptir. Gidiş ve dönüş süresi ortalama 130 dk. sürmektedir. Hattın uzunluğu ortalama 24 kilometredir. Tabloda üç adet otobüse ait km ve yaktığı cng bilgileri verilmiştir.

Tablo 4.7: 49G hattında çalışan üç farklı otobüsün bir haftalık kilometre ve Cng yakıt tüketim değerleri.

Tarih	K1002		K1149		K1233	
	KM	GAZ(m3)	KM	GAZ(m3)	KM	GAZ(m3)
15.08.2014	---	---	---	---	236	183
16.08.2014	---	---	152	108	---	---
17.08.2014	276	202	---	---	---	---
18.08.2014	157	118	138	101	135	113
19.08.2014	150	99	149	98	119	91
20.08.2014	150	115	91	94	136	102
21.08.2014	133	94	190	111	138	105
22.08.2014	152	114	144	108	134	104
23.08.2014	155	98	150	67	138	77
TOPLAM	1173	840	1014	687	1036	775
1 km'deki ort. yakıt miktarı	0,72		0,68		0,75	

Kaynak: İETT Kağıthane Garajı, 2014

Normal şartlar altında 24 km olan bu otobüs hattımızda CNG yerinde diesel yakıt kullansaydık tablodaki değerler şu şekilde oluşacaktır.

100 km yolda ortalama 70 m3 CNG yakan otobüslerimiz 24 km yolda ise ortalama 16,8 m3 CNG yakacaklardır.

100 km yolda 50 lt diesel yakıt kullanmaktadır bu ise 24 km yolda 12 lt diesel yakıt yakacaktır.(http://www.mercedesbenz.com.tr/content/turkey/mpc/mpc_turkey_website/tr/home_mpc/bus/home/new_buses/models/regular_service_busses/conecto_long/technical_data.html Erişim 12.09.2014)

Tablo 4.8: 49G Hattında diesel ve cng yakıt karşılaştırılması.

	Kilometre	Birim Fiyat(TL)	Toplam Yakıt	Toplam Tutar(TL)
CNG	24	1.70	16.8 m3	28.56
DİESEL	24	3.95	12 lt	47.4
Fark	-	-	-	18.84

Kaynak: İETT Kağıthane Garajı, 2014

Doğalgazlı bir motorun ve diesel bir motorun özellikleri belli bir otobüste, aynı şartlarda ve aynı seyir çevriminde çalıştırılması ile oluşan karbon dioksit emisyonları ve harcadıkları yakıtın maliyeti tier 1 modeli ile hesaplanmış ve Çıkan sonuçlara göre 24 km'lik bir hat üzerinde doğalgazlı motor 16,8 m3 yakıt tüketmiştir. Bu değer 100 km'de 70 metreküpe tekabül etmektedir. Doğalgaz motorunun çıkardığı karbon dioksit emisyonu 24 km'de 29,31 kg olmaktadır. Maliyeti 28.56 tl'dir.

Aynı şartları diesel motorlu otobüsümüze uyguladığımızda çıkan sonuçlara göre 24 km'lik bir hat üzerinde diesel motor 12 lt yakıt tüketmiştir. Bu değer 100 km'de 50 litreye tekabül etmektedir. Bu motorunun çıkardığı karbon dioksit emisyonu 24 km'de 32,94 kg olmaktadır. Maliyeti 47,4 tl'dir

Tablo 4.8 'de ortaya koyduğumuz değerler ortalama değerlerdir. Çünkü 49G hattında çalışan ve Kâğıthane garajında kullanılan diesel yakıtlı otobüs bulunmamaktadır bu nedenle ortalama değerler alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

Sefer başına her gidişte ortalama 18.84 tl civarı kazanç elde etmekteyiz. Günde gidiş ve dönüş toplam 16 sefer yapılmakta ve ortalama 300 tl gibi bir kazanç elde edilmektedir.

5. SONUÇLAR

İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin bu zamana kadar yapmış olduğu hizmetlere bakacak olursak; 293 kavşak, metrobüs ile tıkanan yolları rahatlatmak, 3 kara yolu tüneli ile saatlerce süren yolculuğu dakikalara indirmek, metro sisteminde yapılan raylı güzergahlar ile karayolu trafiğini rahatlatmak, modern park sistemleri, devrim niteliği taşıyan Marmaray ile ulaşımda ciddi adımlar atılmaktadır. Yapılan bu çalışmalar gelecekte ulaşım alanında büyük yeniliklerin olacağına dair bizlere umut olmaktadır. Otobüs ile ulaşımda ise artık inovasyonlar ön plana çıkartılmalı ve çevreci doğaya zarar vermeyen CNG'li otobüslerin sayısında artış olmalıdır.

Ulaşımda temel olan insandır, bu nedenle araçlara değil doğaya ve insanlara öncelik verilmeli ve hedeflerimiz planlarımız bu doğrultuda yapılmalıdır.

Tezimde önemini ortaya koyduğum doğa dostu CNG'li otobüsler ilerleyen yıllarda daha gözde konuma gelecektir.

Fosil kaynaklı yakıtlar büyük bir hızla tükenmeye devam etmektedir. Kullandığımız fosil kökenli yakıtlar ayrıca doğaya aşırı miktarda zarar vererek insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu yüzden alternatif olarak kullanılacak bütün yakıt çeşitleri önem kazanmaya başlamıştır. Şehir içi otobüslerinde kullanılan sıkıştırılmış doğalgaz diğer yakıtlara göre en büyük alternatifi oluşturmaktadır. Çeşitli gazların birleşiminden meydana gelen doğalgazın içerisinde %85 ile %95 arasında oranlarda metan gazı bulunmaktadır. Yüksek oranlarda bulunan metan gazı içerisindeki hidrojen oranının çok olması sayesinde daha yüksek verim sağlamak ve gelecekte kullanacağımız hidrojenli yakıtlara zemin hazırlamaktadır. İçten yanmalı motorlar için çok iyi bir yakıt olan doğalgaz, yüksek tutuşma sıcaklığına sahip olduğundan dolayı vuruntuya dayanıklıdır. Saf metan gazının oktan sayısı 130'dur. Normal koşullarda havayla her oranda karışabildiği için diğer fosil yakıtlara göre daha fakir karışım sağlamaktadır. Doğalgaz geçtiğimiz yıllarda otobüslerde çift yakıtlı, dizel tahrikli motoru tamamen buji ateşlemeli motora dönüştürerek veya dizel tahrikli motoru çıkarıp yerine tamamen doğalgazlı motor takılarak yapıyordu. Günümüzde ise artık otobüs firmaları tamamen doğalgazla çalışan otobüsleri üreterek piyasa sürdürdü. Kağıthane garajında incelediğimiz Man Bredamenaribüs marka otobüs ise KARSAN'ın ürettiği tamamen doğalgazla ve yüksek verimle çalışan otobüslerdendir.

1 kg yakıt tüketildiğinde oluşan karbon dioksit emisyonları göz önüne alındığında doğalgaz; diğer yakıt LPG, motorin ve benzine göre daha az karbon dioksit çıkarmaktadırlar.

1 kg yakıt tüketildiğinde oluşan maliyet göz önüne alındığında doğalgaz diğer yakıtlar LPG, motorin ve benzine göre daha az maliyetlidirler.

1 megajoule'e denk gelen yakıt tüketildiğinde oluşan karbon dioksit emisyonları göz önüne alındığında doğalgaz diğer yakıt LPG, motorin ve benzine göre daha az karbon dioksit çıkarmaktadırlar.

1 megajoule'e denk gelen yakıt tüketildiğinde oluşan maliyet göz önüne alındığında doğalgaz diğer yakıtlar LPG, motorin ve benzine göre daha az maliyetlidirler.

Aylara göre cng kullanan otobüslerin karbon dioksit emisyonları diğer tip otobüslere göre daha fazla çıkmaktadır. Bunun sebebi doğalgazın yanma tepkimesi sonucu açığa çıkardığı zararlı gazlardır. Kağıthane garajında yaptığım incelemede doğalgazlı otobüslerin ne derece karlı olduğu ve aynı zamanda çevre dostu olduğu hatlardan elde edilen verilerde gözükmemektedir.

Aynı hat üzerinde doğalgaz motoru dizel motoruna göre %10 daha az karbon dioksit emisyonu oluştururken, %35, %40 arası daha az maliyetlidir. Kişi başına düşen emisyonlara ve maliyete bakıldığında doğalgaz motoru, dizel motoruna ve otomobil cinsi taşıtlara göre daha az karbon dioksit emisyonu çıkartırlarken, aynı zamanda kişi başına daha az maliyetlidirler.

Gaz yakıtlar için ünite hacimde depolanan enerji sıvı yakıtlara göre daha azdır buda depoyu yeniden doldurma problemi yaratabilir. Fakat İETT otobüsleri genellikle kısa mesafelerde çalıştıkları için depoyu yeniden doldurma gibi bir problemleri olmayacaktır.

İstanbul'da doğalgazla çalışan belediye otobüslerinin kullanımı hem yakıt maliyeti açısından hem de karbon dioksit emisyonları açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Bu analizler ve avantajlar sonucunda CNG'li yakıtların kullanıldığı otobüsler, istasyonları ve depolama sistemleri maliyet bakımından en avantajlı olanlardandır. Doğalgazlı araçlara gereken önemin verilmesiyle ülkemiz daha yaşanabilir ortama kavuşacak ve geleceğimize daha iyi yaşanabilir çevre bırakacağız.

6. KAYNAKÇA

- Bağcı, S. Türkeş, M., 2000. İklim değişikliği özel ihtisas komisyonu raporu, Sekizinci kalkınma komisyon raporu, Ankara
- Dağsöz A K. Doğal Gaz Tanımı, Cihazları, Devreleri, Hesabı, (Demirdöküm Teknik Yayınlar,1997), s.1
- Çavdar, S. İklim değişikliği, 2005 Ankara üniversitesi ziraat fakültesi peyzaj mimarlığı bölümü
- Çadırcı, S. 2004. Doğalgaz yanma mekanizmasının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ersoy, D. Sanver, S. 1994. "Ozon Tabakasının Yırılması ve Dünya İçin Önemi," Ekoloji, Ocak-Şubat- Mart, sayı 10, s. 4-8.
- Ishida, A., Nishimura, A., Uranishi, M., Kihara, R., 2000. The development of the Ecos-DDF natural gas engine for medium duty trucks: exhaust emission reduction against base diesel engine, JSAE, review, 22, 237-243
- Keskin, B. Küresel ısınma, 2005 ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü
- Kutlar, A. Ergeneman, M., Arslan H., 1998, Taşıt egzozundan kaynaklanan kirleticiler, Birsen yayınevi, İstanbul
- Kadioğlu, S. Dokumacı O., 2005. İklim değişikliği ve Türkiye, Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi genel Müdürlüğü
- Sorusbay, C., Ergeneman, M., Gökten, A.G., 1999. Exhaust emission and fuel consumption of CNG/Diesel Fueled city buses calculated using a sample driving cycle, Energy sources, 21, 257-268
- BOTAŞ, Doğal Gaz Kitapçığı (2. Baskı, Personel ve Eğitim Daire Başkanlığı, Doğal Gaz Teknik, Eğitim ve Danışmanlık Hizmetleri Şube Müdürlüğü Ankara, 1996). s.1.
- Türkeş, M. 2002. İklim Değişikliği: Türkiye – iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi ilişkileri ve iklim değişikliği politikaları, Bilim ve Teknoloji stratejileri teknoloji öngörü projesi, Devlet meteoroloji işleri genel müdürlüğü.
- Türkes, M. 2001. Küresel iklimin korunması, iklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye. Tesisat Mühendisliği, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Süreli Teknik Yayın 61: 14-29.

Turhan, H., 2003. Doğalgazlı taşıtların geliştirilmesi ve benzinli taşıtlarla karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

United Nations, 2003. Guidelines for conservation of diesel buses to compressed natural bus, economic and social commission for asia and the pacific, Newyork

Yalçinkaya, V. 2004. Motorların doğalgaza dönüşümü, doğalgazlı motorların performansı, emisyon değerleri ve dolun istasyonlarının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yalçinkaya, V. 2004. Motorların doğalgaza dönüşümü, doğalgazlı motorların performansı, emisyon değerleri ve dolun istasyonlarının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

DİĞER YAYINLAR:

<http://www.ttg.gov.tr/content/docs/iklim-degisikligi-ve-surdurulebilir-kalkinma.pdf>

http://tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/csk/EK-7.pdf

<http://www.iett.gov.tr/tr/main/pages/otobus-garajlari-ve-bakim-onarim/86>

http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15567240500402586#.VAh49v1_s8g

<http://www.kureselisinma.org/>

http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/a8c16d2696b35f9_ek.pdf?dergi=1345

<http://www.esgaz.com.tr/page.asp?menu=2&subpage=8&content=14>

<http://www.samtekmuhendislik.com.tr/kategori/ipuclari/>

http://www.kureseleyem.org/index.php/haber-yorum/iklim-degisikligi/335-2013-en-sicak-yil-olabl#U1Adpvl_tWW

http://users.df.uba.ar/sgil/physics_paper_doc/papers_phys/termo/global_warming_epa2k3.pdf

http://www.maden.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=8735

<http://www.yildiz.edu.tr/~sandalci/dersnotu/TC/tC5.pdf>

www.habas.com.tr

