

MOTORLU TAŞITLAR VE ADAPAZARIN'DA MOTORLU TAŞITLARDAN KAYNAKLANAN EMİSYONLARIN ENVANTERLENMESİ

0301.12010 TUĞBA KILIÇ	0401.12043 AHMET GÜMÜŞ
0401.12009 TALHA BOZKURT	0401.12051 HAKAN ŞENTÜRK
0401.12025 CEYDA MAMALI	0401.12053 ZEYNEP SOLAK
0401.12037 GÜLŞAH ÜNAL	0401.12058 ÖZLEM KARATAŞ

ÖNSÖZ.....	3
ÖZET.....	4
ABSTRACT.....	5

BÖLÜM 1

1.1. GİRİŞ.....	6
1.2. Dünya'da Motorlu Taşıt Parkı.....	7
1.3. TÜRKİYE'DE MOTORLU TAŞITPARKI.....	8
1.4. İÇTEN YANMALI MOTORLAR	9
1.5. BENZİNLİ MOTORLAR.....	11
1.6. DİZEL MOTORLAR.....	12

BÖLÜM 2.

2.1. MOTORLU TAŞITLARDAN KAYNAKLANAN EMİSYONLAR	
2.1.1. BENZİNLİ MOTORLARDAN KAYNAKLANAN EMİSYONLAR.....	
2.1.2. DİZEL MOTORLARDAN KAYNAKLANAN EMİSYONLAR.....	
2.2. EMİSYONLARIN İNCELENMESİ.....	
2.2.1. KARBONMONOKSİT (CO)	
2.2.2. PARTİKÜL MADDELER.....	
2.2.3. KÜKÜRTDİOKSİT (SO ₂)	
2.2.4. AZOT OKSİTLER (NO _x)	
2.2.5. HİDROKARBON (HC).....	
2.2.6. KARBONDİOKSİT(CO ₂)	
2.2.7. KURŞUN (Pb)	
2.3. EGZOS GAZINDAN KAYNAKLANAN İKİNCİL KİRLETİCİLER	
2.4. HAVA /YAKIT ORANININ EGZOS EMİSYONLARINA ETKİSİ	
2.5. MOTORLU TAŞITLARDAN KAYNAKLANAN EMİSYONLARIN KONTROL YÖNTEMLERİ	
2.5.1. EGZOS GAZLARI RESİRKÜLASYONU(EGR)	
2.5.2. COMMAN RAİL TEKNOLOJİSİ.....	
2.5.2.1.COMMAN RAİL SİSTEMİNİN AVANTAJLARI	
2.5.3.PARTİKÜL TOPLAMA KUTULARI	
2.5.4.OKSİDASYON KATALİSTİ.....	
2.5.5.DE-NO _x KATALİSTİ(NO _x KATALİZÖRÜ)	
2.5.6.ELEKTRONİK ENJEKSİYON SİSTEMİ	
2.6 DİZEL MOTORLARIN YARDIMCI EKİPMANLARDAKİ GELİŞMELER ...	

2.6.1. DİZEL MOTORLARDAKİ YAKIT ENJEKSİYON SİSTEMLERİNDEKİ GELİŞMELER.....	
2.7. MOTORLU TEKNOLOJİLERDE ALTERNATİF YAKITLAR.....	
2.7.1. DOĞAL GAZ	
2.7.1.1. DOĞAL GAZ KULLANIMINDA EGZOS EMİSYONU	
2.7.2. BİYODİZEL	
2.7.3. ETANOL	
2.7.4. HİDROJEN	
2.7.4.1. HİDROJENİN SONUÇ VE ÖNERİLERİ	
2.7.5. BİTKİSEL YAĞLAR	
2.7.6. LPG	
2.7.6.1. PROPAN GAZI	
2.7.6.2. BÜTAN GAZI	
2.7.6.3. LPG'NİN ÖZELLİKLERİ	
2.7.6.4. LPG YAKITININ AVANTAJLARI	
2.7.6.5. LPG YAKITININ DEZAVANTAJLARI	
2.7.7. HİBRİD	
2.7.8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	
2.8. BENZİNLİ VE DİZEL MOTORLARININ İNSAN VE ÇEVRE SAĞLIĞINA ETKİLERİ	
2.8.1. BENZİNLİ MOTORLARININ ÇEVRE VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ	
2.8.2. DİZEL MOTORLARIN ÇEVRE VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ	
BÖLÜM 3.....	
3.1 ADAPAZARI TAŞIT ENVANTERİ HAZIRLANMASINDA İZLENEN METODOLOJİ	
3.2 EMİSYON FAKTÖRLERİ	
3.3 ADAPAZARI MERKEZDEKİ TAŞITLARIN EMİSYON HESAPLARI	
3.3.1 SAKARYA CADDESİ	
3.3.1.1 SAKARYA CEDDESİ EMİSYON HESABI	
3.3.2 ATATÜRK BULVARI	
3.3.2.1 ATATÜRK BULVARI EMİSYON HESABI	
3.3.3 ADNAN MENDERES BULVARI	
3.3.3.1 ADNAN MENDERES BULVARI EMİSYON HESABI	
3.3.4 SEDAT KIRTEPE CADDESİ	
3.3.4.1 SEDAT KIRTEPE CADDESİ EMİSYON HESABI	
3.4 SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ ve ÖNERİLER	
ŞEKİLLER LİSTESİ	
TABLolar LİSTESİ.....	
KAYNAKLAR	
REFERANSLAR	

ÖNSÖZ

Geçmişte hava kalitesinin bozulması için ana sebepler, endüstriyel aktiviteler ve ısınma kaynaklı emisyonlar iken, günümüzde özellikle mobilitenin artmasının bir sonucu olarak ulaşım ana kaynak haline gelmiştir.

Bu çalışma, Adapazarı İli'indeki ulaşım kaynaklı emisyonların envanterlerinin hazırlanması ve hesaplanması hususunda bir çalışma niteliğindedir. Araçların Türkiye'de EURO sınıflarına geçiş yılları ve emisyon faktörleri göz önünde bulundurularak hesaplamalar yapılmış, kent merkezinde motorlu taşıtların hava kalitesine olan etkileri incelenmiş ve iyileştirme yapılabilecek konularda çözüm önerileri sunulmuştur.

Literatür araştırmamızda bizlere bilgi sağlayan AVRUPA ÇEVRE AJANSI yetkililerine, hesaplamalarımız için bizlerle verilerini paylaşan OTOKAR Makine Mühendisi ERCAN ZENİT'e, TOFAŞ yetkilisi RAMAZAN DÖNMEZ'e ve TOYOTASA çalışanlarına teşekkürü borç biliyoruz.

Çalışmanın yürütülmesinde bizleri sürekli cesaretlendiren ve değerli bilgileriyle sonuca ulaşmamızı sağlayan sayın hocamız Doç. Dr. Şeref SOYLU'ya, bu süreçte bizlere destek olan Yrd.Doç.Dr.Mahnaz GÜMRÜKÇÜOĞLU'na ve yine hesaplamalarımızda bizlerle bilgilerini paylaşan Arş.Gör.Beytullah EREN'e, yapılan arşiv çalışmasında yardımlarını esirgemeyen Bitirme ve Tasarım Grubu Arkadaşlarımıza teşekkür ediyoruz.

Ayrıca, bizleri bugünlere yetiştiren, her türlü zorluklara rağmen bizlerden sevgilerini ve desteklerini asla esirgemeyen ailelerimize şükranlarımızı sunuyoruz.

Hava Kirliliği konusunda, hem yetkililerin hem de toplumun daha fazla bilinçlenmesini diliyor, çalışmalarımızın bizden sonraki arkadaşlarımıza yardımcı olmasını umut ediyoruz.

ÖZET

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde artan nüfusa bağlı olarak taşıt trafiğinde meydana gelen yoğunluklar her ne kadar sosyal açıdan bireysel olarak bir gelişme sağlasa da; toplumsal ve ekolojik olarak çevreye etkileri küçümsenmeyecek kadar fazladır. Karayolu, insan – çevre ilişkilerinde en önemli mühendislik yapılarından ve yerleşim alanlarını birbirine bağlayarak sosyal, ekonomik ve kültürel yaşamda etkili rol oynamaktadır.

Trafiğin sebep olacağı çevre etkilerinin başında gürültü ve hava kirliliği gelmektedir. Trafikte araçların kullanımıyla oluşan gürültü genellikle araçların motorlarında, egzozdan ve süspansiyondan kaynaklanan gürültüdür. Trafik gürültüsü motor gücüne, hızına, seyreden taşıtların cinsine, yol eğim derecelerine ve kaplama özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Tüm bu nedenlerle oluşan trafik gürültüsü insan yaşamıyla içice olması sebebiyle hem çevre açısından hem de insanların sağlığı açısından önemli etkiler yaratmaktadır. Trafiğin olumsuz çevre etkilerinden bir diğeri de çevre kirliliğinin en önemli parametrelerinden biri olan, canlıların içinde yaşadığı ortamı oluşturan hava kirliliğidir. Benzinli ve dizel motorların egzoz gazları hava kirliliğine neden olan kaynakların başında gelmektedir. Açığa çıkan bu emisyonlar nedeniyle çevre kalitesi düşmekte, canlıların sağlığı tehlikeye girmektedir. Ayrıca yoğun trafikten kaynaklanan ve kişiler üzerinde psikolojik ve fizyolojik olarak olumsuz etki yaratacak olan diğer bir faktör de görsel kirliliktir.

Trafiğin sebep olduğu tüm bu olumsuz etkilerin en aza indirilebilmesi amacıyla planlanan projelerin teknik raporları yanında çevre etütleri de yapılmalı ve bir bütün olarak projeler ele alınmalıdır. Yapılan çevre etki değerlendirmeleriyle de çevre açısından ve ekonomik olarak da fayda getirecek olan projeler uygulanmalıdır. Oluşan ya da oluşacak etkiler belirlenmeli, mevcut durumla ve ulusal – uluslararası standartlarla yapılan karşılaştırmalar sonucunda en uygun çözümler aranmalı ve bunlara bağlı olarak gerekli önlemler alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Çevre, Envanter, Gürültü ve Hava Kirliliği, Adapazarı

ABSTRACT

Although the intensities that occur in the vehicle traffic due to increasing population in the developed and developing countries provide an improvement individually in social point of view, their effects on the society and the environment ecologically are so much. The highway is among the most important engineering structures in human – environment relations and it connects the residential areas to each other and has an important role in the social, economic and cultural life. Most important of the environmental effects that will be caused by the traffic is the noise and air pollution. The noise that occurs in the traffic because of the use of vehicles is generally the noise caused by exhaust and suspensions of the motors of the vehicles. Traffic noise varies in accordance with the motor power, speed, type of the moving vehicles, slopes of the roads and the paving features. The traffic noise caused by all these reasons creates important effects because of its being interlaced with the human life in terms of both the environment and the human health. Another negative environmental effect caused by the traffic is the pollution of the air, which constitutes the environment of living of the living creatures, which is one of the most important parameters of environmental pollution. The exhaust gases of the motor vehicles operating with gasoline and diesel is the most important one among the resources causing air pollution. Due to these released emissions, the environmental quality decreases and the health of the living bodies are put into danger. Furthermore, another factor that is caused by intense traffic and that will create a negative effect psychologically and physiological are visual pollution. Besides the technical studies of the projects that are planned in order to minimize these negative effects caused by the traffic, their environmental studies must also be performed and the projects must be handled as a whole. With the environmental assessments made, projects that will provide benefit from the environmental and economic point of view must be applied. The effects that occur or that will occur must be determined, the most appropriate solutions must be searched as the result of the comparisons made between the existing condition and national and international standards and the necessary precautions must be taken as the result of these comparisons.

Keywords: Environment, Inventory, Noise and Air Pollution, Adapazari

1. BÖLÜM

1.1 GİRİŞ

Şehirlerdeki kirlenmenin büyük bir bölümü motorlu araçlardan kaynaklanmaktadır. Bu kirleticilerin özellikleri ve yoğunlukları motor tipine, motor ayarına, kullanım tarzına, yakıt bileşimine ve atmosferik şartlara bağlıdır. Motorlu taşıtlar çevreyi; egzoz emisyonu, yakıt-yağ buharı, kurşun bileşikleri, asbest ve lastik tozları, aşınma, paslanma ve korozyon sonucu oluşan gaz sıvı ve katı atıklarla kirletmektedir. Bu kirleticilerin en etkin zararlı ve yoğun olanları egzoz gazında bulunan CO, HC, NO_x ve PM (is duman vb.) bunlardan NO_x ve PM emisyonları daha çok dizel motorlarından kaynaklanmaktadır.

Adapazarı kent merkezindeki, şehir hava kalitesine olabilecek olumsuz etkilerinin araştırılması hususunda bir çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmada motorlu taşıtların tamamına izleme metodu uygulanmıştır. Alınan bilgiler doğrultusunda araçların cinsileri, markaları, modeller, tipleri, ağırlıkları, motor hacimleri, beygir güçleri, yakıt türleri bilgileri alınmış bunlar veri tabanına aktarılmış ve Adapazarı merkezli taşıt envanteri hesaplanmıştır.

Oluşan kirliliğin azaltılması için yapılabilecek iyileştirmeler ve yeni teknolojiler hakkında araştırma yapılmıştır.

1.2 DÜNYA'DA MOTORLU TAŞIT PARKI

Dünyada 695 milyon otomobil olmak üzere toplam 954 milyon motorlu araç bulunuyor. 2006 yılı verilerine göre ilk üç sırada bulunan bölgelerin sırasıyla, 339 milyon adet araç parkı ile Amerika, 328 milyon adet araç ile Avrupa ve 247 milyon adet araç ile Asya olduğu görülüyor. Bölgeler bazında otomobil parkına göre, sıralamada Amerika ile Avrupa'nın yer değiştirdiği görülmektedir. AB'de toplam motorlu taşıt parkı 231 milyon adet, otomobil parkı ise 260 milyon düzeyindedir.

AB ülkelerinde 1000 kişiye düşen toplam motorlu taşıt adedi 529 ve otomobil adedi 471 gibi yüksek bir değerdedir. 1000 kişiye düşen 634 otomobil adet ile Lüksemburg ilk sırada yer alırken Lüksemburg'u sırasıyla 607 adet ile İtalya, 565 adet ile Almanya, 508 adet ile İngiltere ve 477 adet Fransa bulunmaktadır. Otomobil yoğunluğu, ABD'de 454 iken, Japonya'da 451 ve G. Kore'de 237 adet olduğu görülmektedir.

Tablo 1.1. 2006 Yılı Ülke ve Bölgelere Göre Araç Yoğunluğu

Kıtalar/Ülkeler	Otomobil	T.Araç	Toplam	Yoğunluk Araç/1000 Kişi	
				Otomobil	Toplam
Kıtalar					
AB	231.253.463	34.817.538	259.584.792	471	529
Okyanusya	14.288.395	3.402.338	17.690.733	426	527
Toplam Avrupa	282.107.086	46.500.660	328.607.746	345	402
Amerika	208.509.271	130.771.073	339.280.344	231	375
Asya	175.831.321	70.767.123	246.598.444	45	63
Afrika	14.337.093	7.412.559	21.749.652	15	23
Toplam Dünya	695.073.166	258.853.753	953.926.919	105	144
Ülkeler					
Kanada	18.738.949	839.394	19.578.343	561	586
Almanya	46.569.657	3.172.042	49.741.699	565	604
Fransa	30.400.000	6.261.000	36.661.000	477	575
İngiltere	30.994.746	4.144.686	35.139.432	508	576
İtalya	35.297.282	4.579.550	39.876.832	607	685
Lüksemburg	304.494	36.071	340.565	634	709
ABD	136.568.083	109.625.891	246.193.974	454	818
Japonya	57.521.043	18.338.025	75.859.068	451	595
Portekiz	4.290.000	1.335.000	5.625.000	403	528
Yunanistan	4.446.528	1.016.739	5.463.267	415	510
Polonya	12.703.515	2.355.580	15.059.095	330	391
Macaristan	2.953.735	463.128	3.416.863	297	343
Bulgaristan	2.309.300	337.200	2.646.500	315	361
G.Kore	11.606.986	4.288.317	15.895.303	237	324
Romanya	3.225.367	614.342	3.839.709	145	172
Brezilya	19.212.000	4.858.000	24.070.000	101	126
* Türkiye	9.707.562	6.501.453	16.209.015	92	138

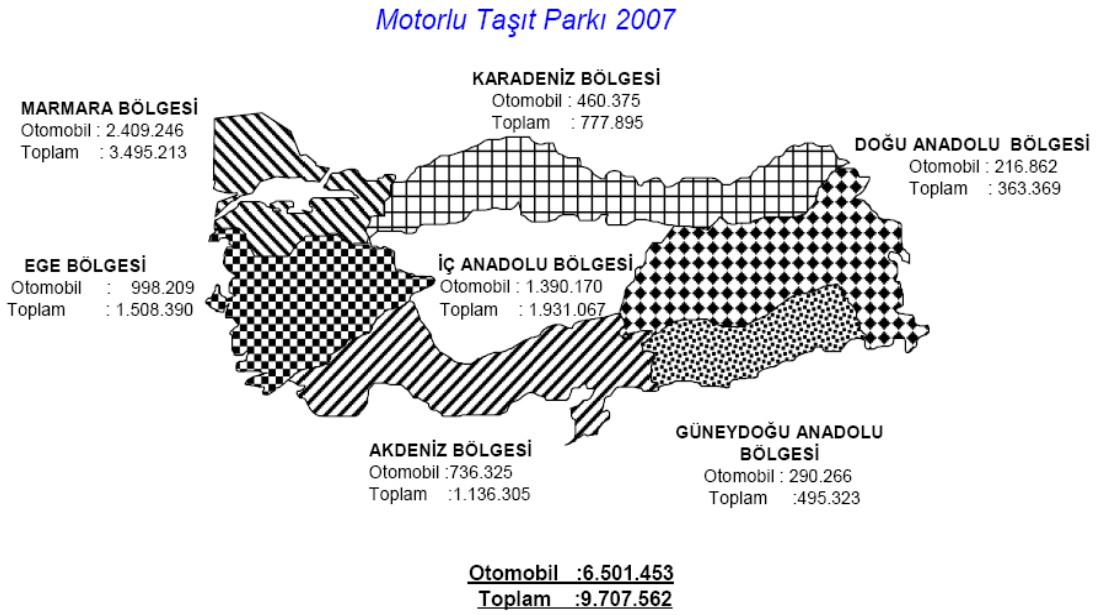
*Türkiye'ye ait veriler 2007 yılı değerleridir. (Kaynak: SMMT, 2007)

Dünya'da 1000 kişiye düşen otomobil sayısı ortalama olarak 105, Avrupa Bölgesi'nde 345, Amerika Bölgesi'nde 231 adet iken, Türkiye'de 92 adet gibi düşük bir değerde bulunuyor. Türkiye otomobil ve toplam araç yoğunluğunda Romanya, Bulgaristan ve Brezilya'nın gerisindedir. Toplam motorlu taşıt yoğunluğu

bakımından Dünya ülkelerine bakıldığında 1000 kişiye düşen araç sayısı 144 adet iken, Türkiye'nin 138 adet ile Dünya ortalamasının altında kaldığı görülüyor.

1.3 TÜRKİYE'DE MOTORLU TAŞIT PARKI

2007 yılında Türkiye 6.5 milyon otomobil olmak üzere toplam motorlu taşıt parkı 9.8 milyon adede ulaşmıştır. Araç parkının yüzde 36 gibi önemli bir bölümü Marmara Bölgesinde bulunmaktadır. Bu bölgeyi yüzde 20 ile İç Anadolu ve yüzde 16 ile Ege Bölgesi, yüzde 12 ile Akdeniz, yüzde 9 ile Karadeniz yüzde 4 ile G.Doğu Anadolu ve yüzde 4 ile D.Anadolu Bölgesi izlemektedir. 2007 yılı araç parkının bölgesel dağılımı aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 1.1. 2007 yılı motorlu taşıt park dağılımı

Türkiye araç parkının 1965-1985 yılları arasındaki dönemde 10'ar yıllık değişimlerine bakıldığında, hem otomobil hem de toplam araç parkında önemli artışların olduğu görülmektedir. Bu artışlar ortalama olarak toplam ve otomobil parkında yüzde 200' ler seviyesinde gerçekleşmiştir. Ancak, 1995-2005 dönemi incelendiğinde, krizlerin hüküm sürdüğü bir dönem olmasına bağlı olarak, araç parkındaki artış oranının diğer 10 yıllık dönemlerin altında kaldığı dikkat çekmektedir. 2005 yılında toplam araç parkı 1995 yılına göre yüzde 139, otomobil

parkı ise yüzde 89 oranında artmıştır. 2006 ve 2007 yıllarında ortalama olarak toplam araç parkı yüzde 7, otomobil parkı ise yüzde 6 oranında artış göstermiştir.

Türkiye’ de ortalama olarak otomobil yoğunluğu 2007 yılında 92 otomobil/1000 kişi iken bu gösterge, Bölgelere göre değişiklik göstermektedir.

Tablo 1. 2. Bölgelere Göre Otomobil ve Toplam Taşıt Yoğunluğu

Bölge	Otomobil Sayısı	Nüfusu	Otomobil/1000 Kişi	Toplam Araç
Marmara Bölgesi	2.409.246	20.724.950	116	3.495.213
İç Anadolu Bölgesi	1.390.170	11.239.039	124	1.931.067
Ege Bölgesi	998.209	9.299.322	107	1.508.390
Akdeniz	736.325	7.902.013	93	1.136.305
Karadeniz	460.375	6.912.623	67	777.895
Güneydoğu Anadolu	290.266	8.175.263	36	495.323
Doğu Anadolu	216.862	6.333.046	34	363.369
Türkiye Toplamı	6.501.453	70.586.256	92	9.707.562

1.4 İÇTEN YANMALI MOTORLAR

Yanma olayının motorun içinde gerçekleştiği motorlara “içten yanmalı motorlar” denir. Bu motorlarda yakıt ile havanın yanması sonucu üretilen yanma ürünleri, iş yapan akışkanı oluşturmaktadır.

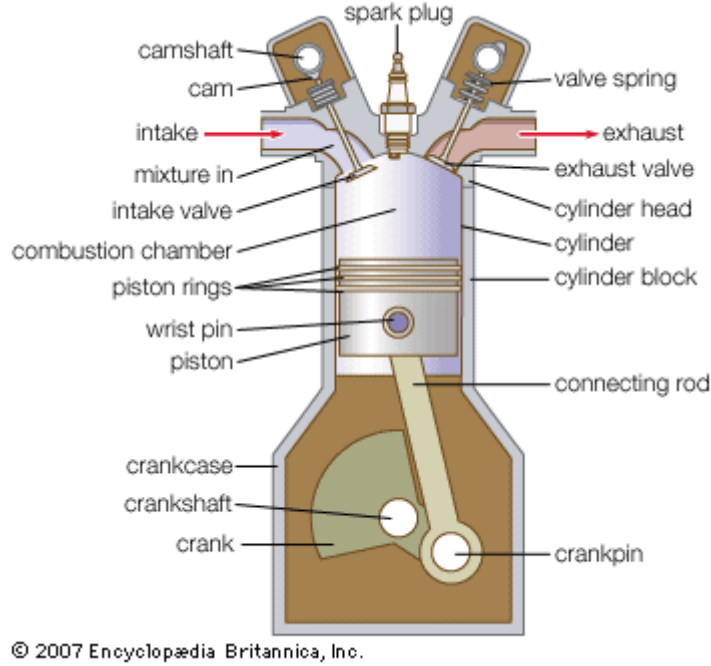
İçten yanmalı motorların avantajları:

- Verimleri yüksektir,
- Özgül güçleri (motor gücü/motor ağırlığı) yüksektir,
- Düşük güçlü olarak dizayn edilebilirler,
- İmalatları basittir,
- Soğutma sistemi ile atılan ısı miktarı düşüktür,

İçten yanmalı motorların dezavantajları:

- Gürültü ve titreşimleri fazladır,
- Tek tip yakıta bağımlıdırlar,
- Yüksek güç talepleri için uygun değildirler(200000 kW'ın üzerinde).

Bu motorlara bu ismini verilmesinin sebebi, bu motorlardan önce ki motorlarda yani dıştan yanmalı motorlarda (örneğin:buhar makinesi,stirling motoru) yakıtın motor dışında bulunan başka bir ortamda yakılması ile elde edilen ısı enerjisi suyun buharlaştırılmasında kullanılıyordu. Buhar basıncı ile hareket ettirilen pistonlardan da mekanik enerji elde ediliyordu. İçten yanmalı motorlarda yanma odasının motorun içine taşınması ile birlikte oldukça kompakt motorlar üretilebilmiştir ve otomobillerin oluşması sağlanmıştır.



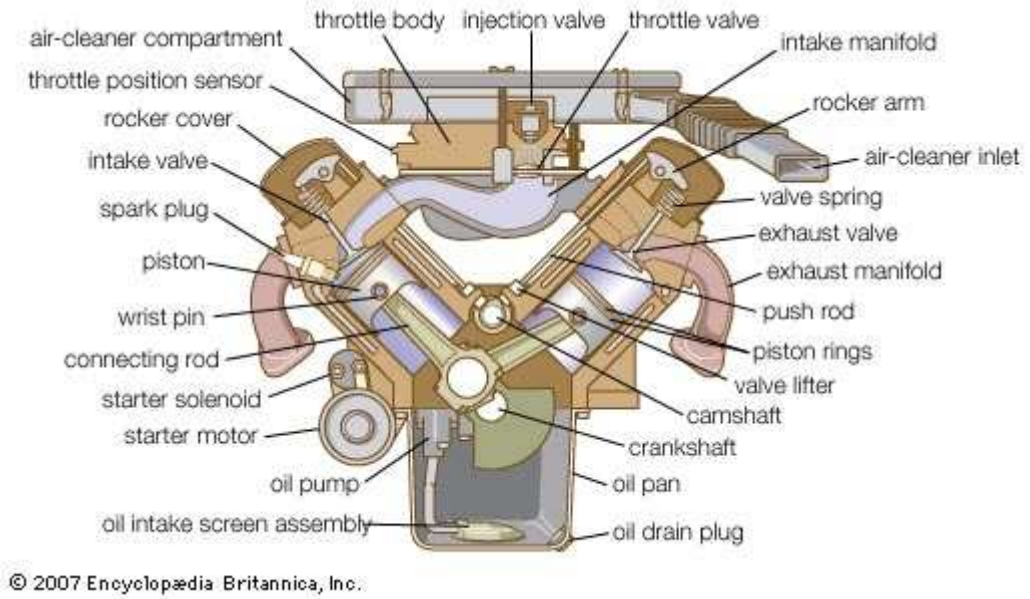
Şekil 1.2. İçten Yanmalı Motorlar

İçten yanmalı motorlar şu gruplara incelenmiştir

1. Benzinli motorlar
2. Dizel motorlar

1.5 BENZİNLİ MOTORLAR

Hava ile yakıt karışımının bir silindirde sıkıştırılması ve buji yardımıyla patlama etkisi yaratacak şekilde yakılması yöntemiyle güç üreten motorlara “buji ile ateşlemeli motorlar (BAM)” denir. Benzinli motor bir içten yanmalı motor türüdür. Yakıt dizel motorlardan farklı olarak karbüratör adı verilen bir düzenek sayesinde, sıvı olarak değil buharlaşıp hava ile karışarak silindire girer.



Şekil 1.3 Benzinli Motor

Benzin hava ile oluşturduğu karışımla yanma gerçekleşir. Yakıt hava karışımının silindirin içinde bir kıvılcım ile yanması sonucu bir patlama meydana gelir. Burada yine dizel motorlardan farklı yanmağı sağlamak için kıvılcım yani buji kullanılır. Patlamanın ortaya çıkardığı basınç piston tarafından hareket enerjisine dönüştürülür.

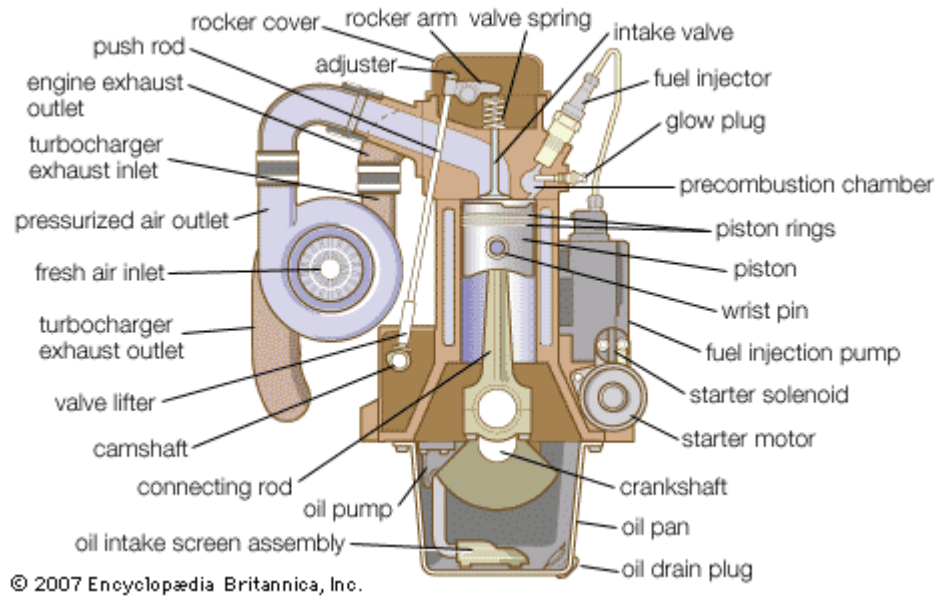
Benzinli motorun çalışma prensibini oluşturan çevrim dört zamanlı çevrim yada OTTO çevrimi olarak anılır. Çevrim dört aşamadan oluşur.

1. **Emme;** karbüratörden gelen benzin-hava karışımı emme subabının açılması ile silindir içine çekilir
2. **Sıkıştırma;** piston yukarı çıkarak benzin-hava karışımını sıkıştırır

3. **Yanma**; sıkışan ve ısınan karışım, bujiden çıkan kıvılcım ile tutuşur. Oluşan patlama ile piston aşağı doğru itilir. Hareket gücü bu aşamada oluşmuş olur.
4. **Egzoz**; bu aşamada pistonun yukarı doğru hareketiyle yanma sonucu oluşan gazlar egzoz sübabından dışarı atılır ve bir çevrim tamamlanarak diğer çevrim yeniden başlar

1.6 DİZEL MOTORLAR

Kimyasal enerjiyi ısı enerjisine, ısı enerjisini de mekanik enerjiye çevirme amacıyla üretilmiş mekanik parçalar bütünü bir araçtır. Motorlar iki ve dört diye tabir edilen zamanların meydana gelmesiyle isteğe göre iş üretirler. İsteğe göre diyorum çünkü motorlardan bir çok şekilde faydalanılır. Günümüzde artık çoğunlukla dört zamanlı motorlar kullanılmaktadır.



Şekil 1.4 Dizel Motor

Dört zamanlı dizel motorun çalışma prensibi;

1. Emme zamanı: Piston aŖađıya inerken, emme supabı açılır ve içeri hava filtresinden temizlenmiŖ olarak gelen havanın alınır.

2. SıkıŖtırma zamanı: Emme zamanı bitip, yani hava alımı bittikten sonra piston yukarıya doğru çıkmaya baŖlar ve içeriye alınan hava sıkıŖarak ısınır. İŖte bu sıkıŖma ve ısınmanın en fazla olduğu anda içeriye enjektörler aracılığıyla içerideki basınçtan daha yüksek bir basınçla yakıt püskürtülür ve yakıtın (daha önce içeriye alınan havanın yardımıyla) yanmasıyla birlikte ani bir patlama olur.

3. İŖ zamanı: Yanma ve patlamanın etkisiyle piston kuvvetlice aŖađı doğru itilerek krank milinin dönmesi sağlanır. Bu dönme neticesinde motorumuzdan bir iŖ almıŖ oluruz.

4. Egzoz zamanı: İŖ zamanı biterken bu sefer egzoz supabı açılarak içerideki yanmıŖ gazlar manifold ve egzozdan dıŖarıya atılarak bu dört zaman oluŖmuŖ olur. Bu zamanlar verilen gaza göre devam eder gider.

2.BÖLÜM

2.1 MOTORLU TAŖITLARDAN KAYNAKLANAN EMİSYONLAR

2.1.1 Benzinli Motorlardan Kaynaklanan Emisyonlar

- Karbonmonoksit (CO)
- Azot oksit (NO_x)
- Hidrokarbonlar (HC)

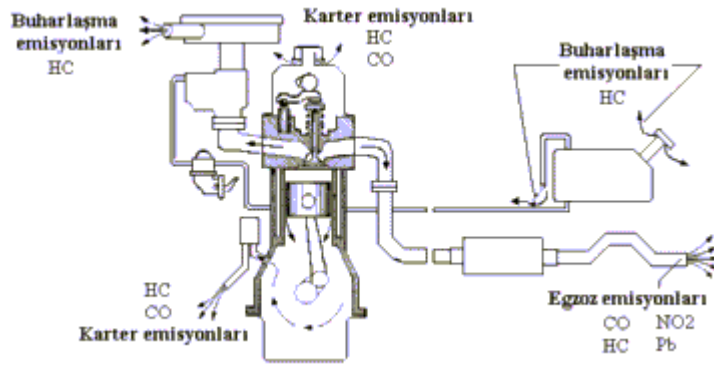
2.1.2 Dizel motorlardan Kaynaklanan Emisyonlar

- Karbonmonoksit (CO)
- Azot oksit (NO_x)
- Partikül Madde (PM)

Hava kirliliğinin önemli nedenlerinden biri olan motorlu taŖıtların egzoz emisyonları; ağırlıklı olarak; Azot oksitler (NO_x), Karbon monoksit (CO) ve YanmamıŖ hidrokarbonlar (HC), Partikül Madde (PM), Kükürt oksitler (SO_x), KurŖun (Pb),

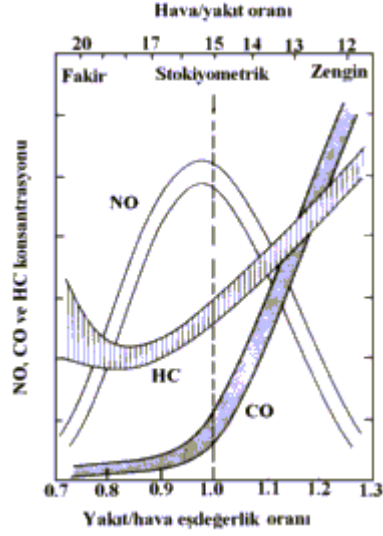
içermektedir. İçten yanmalı motorlar tarafından üretilen hava kirliliği yakıtın yanması veya buharlaşması sonucu ortaya çıkar [9]. Bu kirlenici emisyonlar insan sağlığı, hayvanlar ve çevre açısından zararlı ve tehlikeli etkilere sahiptirler.

Hava hacimsel olarak yaklaşık %21 O₂ ve % 78N₂, %1 Argon (Ar), karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve su buharı (H₂O) gibi çeşitli gazlardan oluşmaktadır. Atmosferin bileşimindeki küçük değişimlerin bile büyük iklimsel değişimlere yol açabileceği gerçeği hava kirliliğinin önemini ortaya koymaktadır. [10]. Atmosferdeki kirlenici emisyonlardan CO₂'nin %93, HC'nin %57'si NO_x'in %39'u SO₂' (Dizel) nin %1'i motorlu taşıt kaynaklıdır. Taşıtlar yasal olarak tespit edilmiş emisyon seviyeleri içinde çalışmakla zorunlu tutulmuşlar ve çoğu zaman düşük emisyonlar ile yakıt ekonomisi arasında bir uyum mevcut olmaktadır.



Şekil 2.1 Motorlu taşıttaki kirlenici emisyon noktaları [10].

Farklı motorlar arasında CO, NO_x ve HC emisyonları ateşleme zamanı, yük, hız ve belirli hava/yakıt oranı gibi değişkenlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Hava/yakıt oranına bağlı olarak meydana gelen tipik emisyon değişimleri Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 2.2 Yakıt-hava oranına bağlı olarak egzoz emisyonlarının değişimi [15].

Taşıtlarda hava kirliliği yaratan kirletici kaynaklar, motor cinsine göre değişmektedir. Benzinli motorla çalışan bir taşıtın başlıca kirletici kaynakları şunlardır.

- Egzoz borusu (asıl kaynaktır)
- Benzin deposu
- Kartel havalandırma
- Karbüratör
- Fren balataları ve lastikler

Dizel motorlu taşıtlarda ise başlıca kirletici kaynak egzoz borusudur. dizel motorlu taşıtların egzoz borularında üç tür duman çıkar.

Siyah duman: Tam yanmamış yakıt taneciklerinin oluşturduğu dumandır. uygun yanma koşullarının olmadığını gösterir.

Gri-beyaz duman: Tam yanma artığı maddelerim oluşturduğu dumandır. uygun yanma koşullarının olduğunu gösterir.

Mavi duman: Yanmamış yakıt ve yağ karışımı olup, genellikle motorun bakıma ihtiyacı olduğunu gösterir.

2.2 EMİSYONLARIN İNCELENMESİ

2.2.1 KARBONMONOKSİT (CO)

Karbon monoksit, yakıt içindeki karbon tamamen yanmadığında oluşan renksiz, kokusuz ve zehirli bir gaz olup ülke çapındaki bütün CO emisyonlarının yaklaşık % 60'ını, şehirlerde % 95 kadarına karayolu taşıtları sebebiyet vermektedir. Bu emisyonlar, özellikle trafik sıklığının yoğun olduğu bölgelerde yüksek CO konsantrasyonları ile sonuçlanabilmektedir. CO emisyonlarının diğer kaynakları ise endüstri prosesleri ile kazan ve çöp yakma fırınlarında yakılan yakıtlar teşkil etmektedir [14].

CO emisyonları yük ve hız değişimlerine büyük oranda duyarlı olup hava/yakıt oranına karşı daha duyarlı davranmaktadır. CO oluşumunu etkileyen en önemli faktör hava fazlalık katsayısıdır. Karışım zenginleştikçe, yanma odasına alınan yakıtın içindeki karbonun tamamını CO₂ şeklinde yakacak oksijen bulunmadığından, CO oranı hızlı bir şekilde artmaktadır. Buji ile ateşlemeli motorlar, kısmi yüklerde yakıt ekonomisi açısından stokiometrik orandan biraz fakir karışımlarla çalışmakla birlikte, tam yükte belirli bir kurs hacmi için emilen havadan tam olarak yararlanmak amacıyla zengin karışımla çalışırlar. Dolayısıyla buji ile ateşlemeli motorların CO emisyonunun kontrolü önemlidir.

Otomobillerden yayılan CO emisyonları soğuk havalarda dramatik olarak artmaktadır. Bu durum otomobillerin soğuk havalarda çalıştırılması için daha fazla yakıt ihtiyacı duymasından ve O₂ sensörleri ile katalitik konvertörler gibi bazı emisyon kontrol aygıtlarının soğuk iken daha az etkin çalışmalarından kaynaklanmaktadır.

CO, kana geçerek vücudun organ ve dokularına O₂ dağıtımını azaltır. CO'ye maruz kalmak hasta bireylerin yanı sıra sağlıklı bireyleri de olumsuz yönde etkilemektedir.

Yükseltilmiş CO seviyelerindeki is, görüş bozukluğu, iş yapma kapasitesinde, el becerisi gerektiren işlerde ve öğrenme kabiliyetinde azalma gibi olumsuzlukları meydana getirmektedir. EPA'nın halk sağlığı standardına göre hava kalitesi, günün ikinci 8 saatlik zaman dilimi boyunca yapılan ölçümler için max ortalama CO konsantrasyonu milyonda 9'un üstüne çıkmamalıdır [14].

2.2.2 PARTİKÜL MADDELER

Partikül maddeler ,ulaşım araçlarında, endüstriyel proseslerde ve ısınma ihtiyacında yakıtların yanması sonucu oluşur. Dizel motorlu taşıtlarda partiküller ,karbon,karbon-hidrojen bağları ve yakıttaki kükürtten kaynaklanan kükürt dioksit ve hidrojen sülfürden oluşmaktadır.partiküller çapları bakımından tehlike sınıflandırmasına tabidirler. Yani partikül çapı küçüldükçe çevresel ve sağlık açısından tehdidini de büyür.

Partiküllerde tehlikeli sınıfına girenler çapı 10 mikrometreden küçük olanlardır. Çünkü PM₁₀ sınıfındaki partiküller akciğerlere kadar kolayca ilerleyebilmektedir. Hatta bazen kana bile karışabilmektedir. Partiküllerin fiziksel ve kimyasal özellikleri de çok önemlidir. Çünkü partikül haldeki bazı elementler ölümcül olabilir. Dizel motorların egzozundan benzopyrene gibi kanserojen bir madde çıkabildiğinden uzun süre tesirinde kalınmamasına dikkat edilmesi gereklidir. Partikül maddeler nefes darlığına da yol açabilmektedir.

2.2.3 KÜKÜRTDİOKSİT (SO₂)

Renksiz, sert kokulu, yanmaz, patlamaz bir gazdır. Dizel yakıtlarda az da olsa kükürt bulunur. Yakıttaki kükürt, silindir içinde yanarak kükürt dioksiti oluşturur. Yüksek konsantrasyonda olduğunda nefes almada güçlük gibi bir sorun doğurur. Astımlı hastalar için tehlikelidir. Gözlerde ve mukozada da rahatsızlık oluşturur.

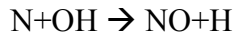
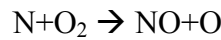
Atmosferdeki konsantrasyonu $785 \mu g / m^3$, e (300 ppb) ulaştığında tadı, 1305

$\mu g / m^3$ (500 ppb) değerine geldiğinde kokusu algılanır.

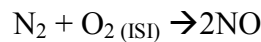
Ayrıca su buharı ile birleşerek sülfürik asit oluşturabilirler. SO₂ oksijenle de birleşebilir. Bu durumda ise kükürt trioksit oluşur. Kükürt trioksitte çok zehirli bir gazdır.

2.2.4 AZOT OKSİTLER (NO_x)

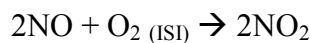
NO_x , değişik miktarlarda azot ve oksijen içeren fazlaca reaktif bir gazdır. Hava yakıt karışımı içindeki NO_x, yanma odası sıcaklığı yaklaşık 1800°C ye yükseldiğinde azot (N₂) ve oksijen (O₂) nin birleşmesiyle oluşur. Eğer sıcaklık 1800°C'nin üstüne yükselmez ise, N₂ ve O₂, NO gazını meydana getirmeden egzoz sisteminden dışarı atılır. Azot ve oksijen gazlarının değişik moleküllerinin birleşmesi ile NO, NO₂, N₂O, N₂O₃ vb. gibi çeşitli gazlar ortaya çıkar ki bunların hepsine birden “Azot oksitler” denir ve NO_x olarak ifade edilir [11,14,15]. NO₂ renksiz ve kokusuz olmasına rağmen genel bir kirleticidir ve NO₂ partikülleri havada sık sık kırmızımsı kahverengi bir tabaka olarak kent alanlarının üzerinde görülebilir. Buji ile ateşlemeli motorlarda NO₂/NO oranı ihmal edilebilecek düzeydedir. Benzin gözardı edilebilecek seviyede azot içerdiğinden, NO oluşumunun asıl kaynağı atmosferik (moleküler) azot (N₂)’dir. NO’nun atmosferik azotu parçalamasından



şeklinde denge reaksiyonları sonucu meydana geldiği varsayılmaktadır [15,16]. Egzoz gazları içindeki NO_x gazlarının % 95’i NO (azotoksit)’tir.



NO atmosferdeki oksijen ile birleşerek NO₂ meydana getirir.



NO_x emisyonlarını azaltmak için; hem yanma odası içindeki sıcaklığın 1800°C'ye ulaşmasını önlemek ve yüksek sıcaklıklara ulaşılan süreleri kısa tutmak, hem de oksijen konsantrasyonunu düşürmek gerekmektedir. Hava-yakıt oranının stokiyometrik orandan daha zengin olmasıyla NO_x konsantrasyonunun düşmesinin nedeni oksijen miktarının azalması, oldukça fakir karışımlarda düşmesinin nedeni ise yanmanın yavaş olması ve maksimum sıcaklığın düşük olmasıdır. Ateşleme zamanına avans veya rötör verilmesi, yanma odası içinde oluşan maksimum sıcaklığı değiştirdiğinden NO_x konsantrasyonu da değişir. Teorik hava-yakıt oranı için NO_x konsantrasyonu ateşleme zamanına avans verdikçe yüksek yanma sıcaklığına bağlı olarak önemli derecede artmaya başlar [11,17].

Yanma esnasında alev cephesi silindir içerisinde ilerlerken NO'nun esas olarak alevin arkasında yüksek sıcaklıklı yanmış gaz bölgesinde meydana geldiği kabul edilmektedir. Yine genişleme kursu süresince yanmış gazlar soğurken, NO'nun ayrışma reaksiyonları sona erdiğinden, egzoz koşullarındaki denge durumunda olması gerekenden daha yüksek konsantrasyonda NO oluşumu söz konusudur.

2.2.5 HC Emisyonları

Hidrokarbonlar, yakıtların eksik yanması veya tutuşamaması sonucu meydana gelirler ve yaklaşık olarak motora giren yakıt miktarının %1-1.5'ini oluştururlar. Yanma odasını çevreleyen dar boşlukların sıkıştırma esnasında yakıt-hava karışımı ile dolması, yakıtın yağ tabakaları içinde absorpsiyonu, kalıntıların yağ filmi etkisi göstermesi, silindir içinde sıvı yakıt kalması ve supap yatak boşluklarında karışım sızması şeklindeki mekanizmalar en önemli HC kaynaklarıdır.

Yanma odası içinde bulunan çok küçük hacimli bölgelere, hava ve atık gazlar girebilmekte iken bu küçük hacimler içinde alevin ilerlemesi mümkün olmadığı için, bu boşlukların yanmamış HC oluşumuna önemli katkısı vardır [12,13].

Değişken çalışma koşullarında hava/yakıt oranı, egzoz gazlarının tekrar çevrime gönderilme miktarı, ateşleme zamanlaması gibi faktörler tam olarak kontrol

edilemediklerinden, yanma kalitesi düşer ve yakıtın bir kısmı hiç yanmayabilir veya kısmen yanabilir. Bu gibi durumlarda HC emisyonları otomobilden dışarı atılan yanmamış gazlardır ve;

Subap bindirmesi esnasındaki gaz kaçakları,

- Silindir iç cidarları üzerinde kalan yanmamış gazın egzoz çevrimi esnasında dışarı atılması,
- Kötü yanma sonrasında yanmamış gazların mevcudiyeti,
- Tüm alev cephesinin yanma odasının duvarlarına ulaşmasından önce alevin sönmesi
- Yetersiz yanma zamanı veya hava-yakıt karışımının çok zengin veya çok fakir olması durumunda tamamlanamayan yanmanın oluşturduğu yanmamış gazlar vb sebeplerden kaynaklanır.

Karışım zenginleştikçe tam yanmanın gerçekleşebilmesi için yeterli oksijen bulunamadığından HC emisyonları artacaktır. Karışım fakirleştikçe ise belirli noktadan sonra düşük alev yayılma hızından dolayı yakıtın tamamı yanmadan dışarı atılacak ve böylelikle de yine HC emisyonları artacaktır.

Motor freni ve hız kesme (yavaşlama) esnasında gaz kelebeği tamamen kapalı konumdadır ve relanti kanalından silindir içine bir miktar yakıt emildiği halde bunu yakacak yeterli hava giremez. Böylelikle düşük kompresyon ve zengin bir karışım meydana gelir. Düşük sıkıştırma ve yetersiz oksijen, eksik yanmaya sonuç olarak da HC emisyonlarının artmasına neden olur [11].

2.2.6 KARBONDİOKSİT (CO₂)

Yakıtın motor içinde yanması sonucu belli bir miktar karbondioksit oluşur. Taşıtlardan kaynaklanan gaz emisyonları içinde en zararsızlarından biri olarak görülmekte ise de global ölçekte atmosferde karbondioksitin sürekli olarak artması iklim değişikliklerine neden olmaktadır. CO₂ 'in artışı ile güneşten kaynaklanan uzun dalga boylu radyasyonun tekrar uzaya yansması engellenmekte ve yeryüzünün

sıcaklığı sürekli olarak artmaktadır.

Karbondioksit miktarı kullanılan yakıt miktarı ile kontrol edilebilir. Yani havadaki karbondioksit emisyonunun ekstra kontrolüne gerek yoktur. Ancak motorlarda tam yanma sağlanmalıdır. Aksi halde karbondioksitin yerini CO alır, nitekim bu da istenmez.

2.2.7 KURŞUN (Pb)

Kurşun, hava, su ve toprak yoluyla, solunumla ve besinlere karışarak biyolojik sistemlere giren son derece zehirleyici özelliklere sahip bir metaldir. Yüz binlerce ton kurşun, kurşunlu petrolden elde edilen ve kurşun tetra etil ((CH₃CH₂)₄Pb) eklenerek oktan sayısı arttırılan yakıtlarla çalışan içten yanmalı motorlardan çıkan gazlarla dünya atmosferine boşaltılmaktadır. Atmosferden kurşun (büyük oranda metal oksitleri ve tuzları şeklinde) yağmurla tekrar yeryüzüne inerek çevremize her geçen gün daha fazla yayılmaktadır.

Motorlu taşıt araçlarının emisyon bileşenleri arasında kurşun emisyonları büyük önem taşımaktadır. Benzinli motorlarda vuruntuya karşı direnci sağlamak amacıyla kullanılan kurşunun %50-75'i egzoz gazları aracılığıyla ince toz partikülleri olarak atmosfere salınmaktadır.

Bir litre benzine ortalama 200-600 mg kurşun ilave edilmektedir. 100 km'de 10 litre benzin yakan bir araç, bu mesafede 2-3 g kurşunu havaya iletmektedir. Saatte 200 araçlık bir trafik yoğunluğunda, 40-60 g/km-saat kurşun havaya aktarılmaktadır.

Dünya Sağlık Teşkilatı, sağlık üzerinde olumsuz etkilerin gözlemlendiği 0.1 mg/ml kan kurşun konsantrasyonu limitinin aşılması amacıyla, kent havasındaki kurşun konsantrasyonunun 1/0,5mg/m³ olarak hedeflenmesini önermektedir.

Egzozdan çıkan kurşunun çoğu yakın çevrede birikirken, bazı partiküller 100-200 km uzağa kadar yayılmakta ve işlek otoyollara yakın yerleşim merkezlerinde yiyecekler ve ortamdaki tozlar kurşunla yoğun şekilde kirlenmektedir. Trafik yoğunluğu fazla olan bölgelerde tozlar kendi ağırlıklarının % 15'i kadar kurşun içerebilmektedirler.

Benzindeki kurşun katkısı için çeşitli benzinlerde Avrupa Topluluğu'nda çeşitli sınırlamalar verilmiştir. 20 Mart 1985 tarih ve EEC 85/210 sayılı AT direktifinde tanımlanan sınır değerler;

- Kurşunlu benzinlerde kurşun miktarı en çok 0,40 grPb/litre, en az 0,15 grPb/litre
- Kurşunsuz benzinde kurşun miktarı en çok 0,013 grPb/litre
- Benzin miktarı en çok hacimce % olarak, %5 olarak belirlenmiştir.

Ülkemizde TÜPRAŞ tarafından üretilen, benzinliklerdeki kurşun miktarı standart değerinden daha aşağıya çekilmiş ve normal benzinde en çok 0,15 grPb/litre, süper benzinde en çok 0,40 grPb/litre, kurşunsuz benzinde en çok 0,013 grPb/litre değerleri sınır kabul edilmiştir. Kurşunun insan ve çevre sağlığına etkisini minimuma indirmek üzere kurşunsuz benzin kullanımının ülkemizde yaygınlaştırılması, bu benzinin ülke çapında dengeli dağıtımını ve bulunabilirliğinin sağlanması, tüketiciyi teşvik amacıyla satış fiyatının indirilmesinin önemi büyüktür. Ancak yeterli değildir. Kurşunsuz benzinin kullanımını zorunlu kılan katalitik konvektör gibi teknik ekipmanların araçlarda kullanılması ile kurşunsuz benzin kullanımı artmakta, dolayısıyla kurşunun çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkisi azalmaktadır.

Bütün bu zararlar bilindiğine göre aşağıdaki önlemlerin alınması gerekir:

- 1- Kurşunsuz benzin kullanımını sağlanmalıdır.
- 2- Otoyollar şehirlerin dışından geçirilmeli, sonradan bu yolların yakınına yapılanma engellenmelidir.
- 3- Bitişik düzen binalara son verilmeli, en azından blokların genişliği kısa tutulmalıdır.
- 4- İlkokul, Anaokulu ve Çocuk Yuvalarının işlek caddeler üzerinde bulunması önlenmelidir.
- 5- Çocuk parkı ve oyun yerlerinin ana caddelerde ve bilhassa kavşaklarda yapılmamasına özen gösterilmelidir.

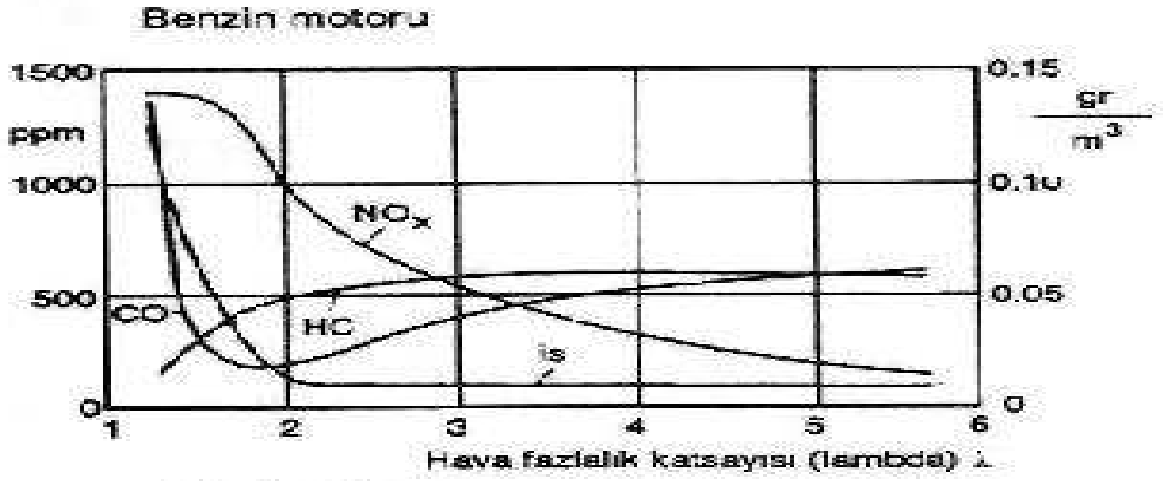
2.3 EGZOZ GAZINDAN KAYNAKLANAN İKİNCİL KİRLETİCİLER

Atmosferdeki hidrokarbonların ve azot oksitlerin önemli bir kısmı egzoz gazlarından kaynaklanmaktadır. Azot oksitlerin reaktif hidrokarbon bileşikleri ile atmosferde oluşturduğu karışım, uzun dalga boyu UV ışınları ile karşılaştığında meydana gelen karmaşık reaksiyonlar sonucu 'fotokimyasal smog' ortaya çıkmaktadır. Los Angeles'te sık-sık bu olay ortaya çıktığından dolayı 'Başkent' ünvanı almıştır. Ayrıca PAN (peroksi asetil nitrat), aldehitler, nitroaromatlar, akrolein, perasitler, gibi foto yükseltgenler göz ve nefes yollarını tahriş eden bir karışım oluşturmaktadır.

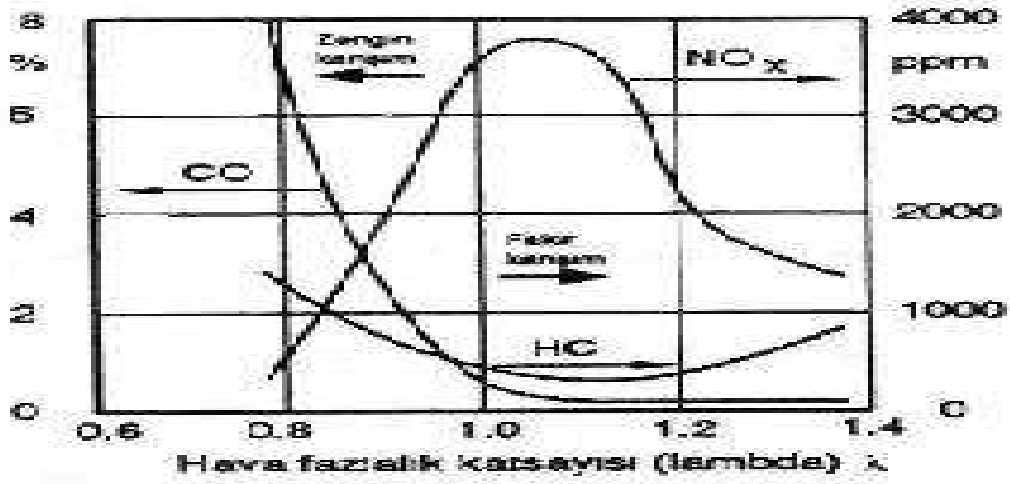
2.4 HAVA/YAKIT ORANININ EGZOZ EMİSYONLARINA ETKİSİ

Benzin motorunda güç azaltılmak veya arttırılmak isteniyorsa yakıt miktarı değil, HFK sabit kalacak şekilde motora emilen toplam yakıt/hava karışımının miktarı, bir gaz kelebeği yardımıyla emme kanalı kesiti kısılarak veya açılarak ayarlanmaktadır. Bu nedenle benzin motorlarında, ilk hareket, ivmelenme, maksimum güç vb. bazı çalışma koşulları dışında hava fazlalık katsayısının stokiyometrik değer ($HFK= 1$) civarında tutulması, karışımın tümü yanma odasında homojen olması (yanma odası içinde her yerde $HFK= 1$ olması), bütün silindirlere gönderilen yakıt ve hava miktarlarının eşit olması (her silindire giden yakıt/hava karışımında $HFK= 1$ olması) ve çevrimden çevrime farklılıkların olmaması (silindir içindeki ve silindirler arasındaki düzgün HFK dağılımının her çevrimde sağlanabilmesi) amaçlanmaktadır.

Karışım oluşturma sisteminin bütün bu şartları sağlamasının mümkün olmadığı durumlarda silindir içinde bölgesel olarak zengin ve fakir karışımlar oluşmakta ve silindirler arası farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu durumda emisyonlarda artış olacaktır.



Dizel motoru



Benzin motoru

Şekil 2.3 Benzin ve dizel motorlarında HFK' nın (lambda) egzozdaki kirletici konsantrasyonlarına etkisi.[1]

Şekil 2.3 den görüleceği üzere benzin motoru eksik hava ile (zengin karışım) çalıştığında CO emisyonu hızla artmaktadır. CO emisyonunun ana nedeni, yanma sırasında yeterli havanın olmamasıdır. Az hava ile yanma durumunda yakıtın karbonunun tümü CO₂'ye dönüşmemekte ve CO olarak kalmaktadır.

HC emisyonları zengin karışımlarda yanma tamamlanamadığı için artmakta, karışımın fakirleştirilmesi ile de azalmaktadır. Ancak çok fakir karışımlarda yanma

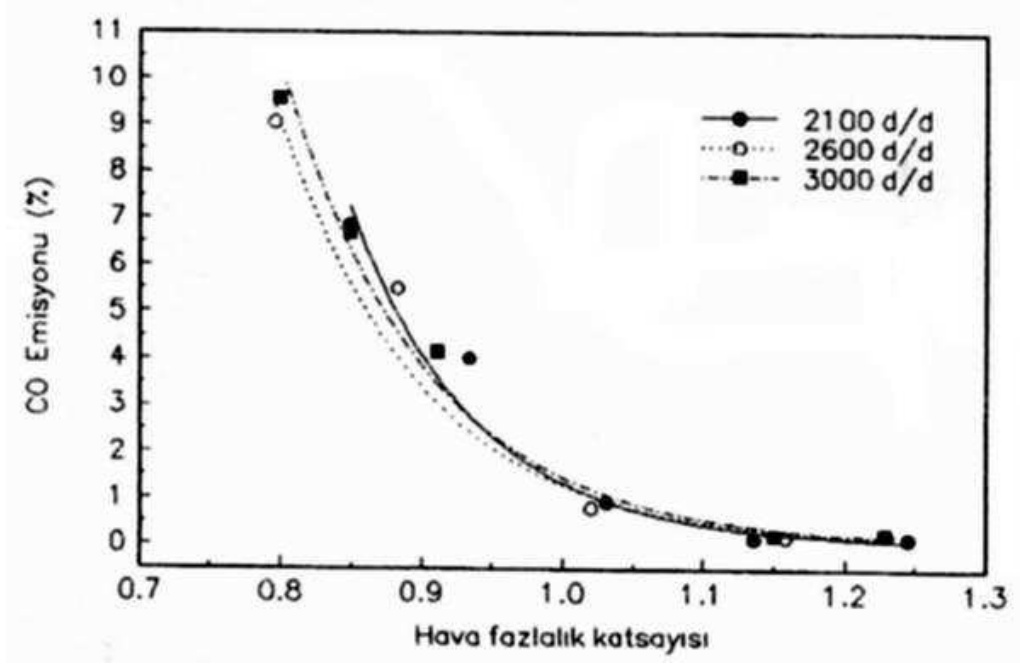
tekrar kötüleştigi için, motorun tasarımına da bağı olarak belirli bir HFK değerinden sonra yanmamış HC'lar tekrar artış gösterir .

NO_x emisyonları ise HFK'nın 1.1 değeri civarında bir maksimumdan geçerek zengin ve fakir karışımlara doğru gidildikçe azalmaktadır. Karışımın zenginleştirilmesi sonucu ortamda yeterli hava bulunmaması, fakirleştirilmesi durumunda da sıcaklıkların düşmesi ile NO_x'lerin azalmasına neden olmaktadır .Karbüratör veya püskürtme sistemindeki bir arıza veya ayar bozukluğu HFK' nı değiştirerek doğrudan yanma sürecine, dolayısıyla emisyonları ve yakıt tüketimini etkiler.

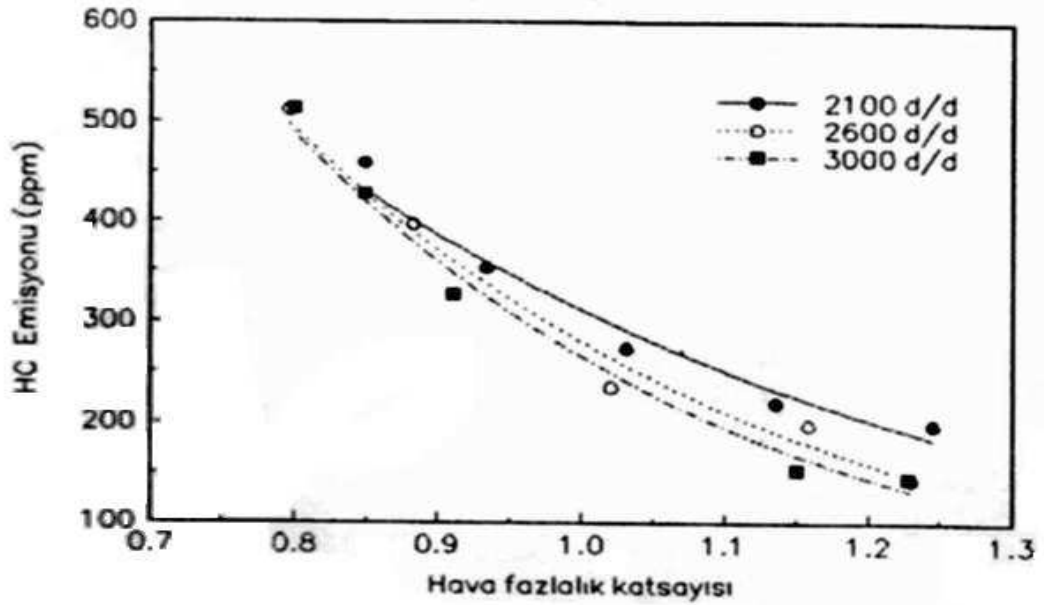
En çok karşılaşılan boшта çalışma (rölanti) ayarsızlığıdır. Benzin motoru boшта çalışırken, ateşleme koşullarının iyi olabilmesi için karışımın içindeki yakıt miktarı artırılmaktadır (zengin karışım). Bu durumda hava yetersiz kaldığından CO ve HC emisyonları çok yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu bakımdan, özellikle boшта çalışma durumunda, karbüratör ve benzin püskürtme sistemi ayarlarının çok iyi olması ve motora, imalatçının öngördüğü miktardan daha fazla yakıt gitmemesi çok önemlidir. Modern elektronik kontrollü benzin püskürtmeli motorlarda is, boшта çalışma sırasındaki yanma koşulları, karbüratörlü motorlara göre iyileştirilmiştir. Bu bakımdan bunlarda HFK sürekli olarak ölçülerek kontrol edilmekte ve boшта çalışırken bile HFK = 1 civarında kalması sağlanmaktadır. Bu nedenle bu motorlarda boшта çalışma emisyonları çok düşüktür (karbüratörlü motorlardan 4-5 kez daha düşüktür). Bu motorlarda ayrıca ayar bozukluklarının, boшта çalışma sırasında, HFK' na etkisi de çok aza indirilmiştir.

HFK'nın arttırılması egzoz emisyonlarını da etkilemektedir. Karışımın fakirleştirilmesiyle CO ve HC emisyonlarının azaldığı Şekil 2.4 ve 2.5'de görülmektedir. Hava fazlalık katsayısının arttırılmasıyla CO ve HC değerlerinde önemli azalmalar meydana gelmiştir. CO değeri % 0.11'e kadar düşerken HC değerinin 100 ppm'in altına düşmediği görülmüştür.

HC'ların azalmayışının en önemli sebebi emme zamanında silindir içerisine alınan karışımın, piston ile silindir arasındaki boşluklara girerek yanmaya katılmadan egzoz zamanında dışarı atılmalarıdır. Ayrıca yanma odası cidarında birikmiş ve gözenekli hale gelmiş kurumların hava yakıt karışımlarını absorbe ederek yanmalarını engellediği bilinmektedir.



Şekil 2.4 Hava fazlalık katsayısının CO emisyonuna etkisi [1]



Şekil 2.5 Hava fazlalık katsayısının HC emisyonuna etkisi. [1]

2.5 . MOTORLU TAŞITLARDAN KAYNAKLANAN EMİSYONLARIN KONTROL YÖNTEMLERİ

Dizel Motorlarda Teknolojik Çözümler

- ❖ EGR (Egzoz Gazları Resirkülasyonu)
- ❖ Elektronik Enjeksiyon Sistemleri
- ❖ Yüksek Basıncılı Enjeksiyon
- ❖ Common Rail Teknolojisi
- ❖ Partikül Toplama Kutuları
- ❖ Oksidasyon Katalisti
- ❖ De-nox Katalisti
- ❖ Basıncı Ayarlanabilen Turbo Kompresörleri
- ❖ Ayarlanabilen Arasoğutma Sistemleri
- ❖ Az Yağ Yakan Çok Supaplı Motorlar
- ❖ OBD (On Board Diagnostic System)

2.5.1. EGZOZ GAZLARI RESİRKÜLASYONU (EGR)

Yanma sırasında oluşan NO_x miktarı büyük ölçüde sıcaklığa bağlıdır. Yanma odası içindeki karışımın egzoz gazları ile seyreltilmesi sonucu yanma sonu sıcaklıkları, dolayısıyla üretilen NO_x miktarı azalmaktadır. Bu sistemin işlevi egzoz gazlarını silindirlere geri göndererek karışım içerisindeki oksijen konsantrasyonunu azaltıp, karışım oranını azaltmak ve silindir gazlarının ısı kapasitesini yükselterek maksimum gaz sıcaklığını azaltmaktır.

EGR direk püskürtmeli dizel motorlarında yakıt ekonomisini kötüleştirmeden NO_x emisyonlarını azaltmanın en iyi yollarından birisidir. Uzun zamandır hafif hizmet tipi dizelerde başarı ile kullanılmasına karşılık, orta ve ağır hizmet tipi dizelerde motorun aşınmasını arttırdığından dolayı bazı sorunlar açığa çıkmaktadır.

Yanmış gazların sıcaklığı maksimum iken NO_x oluşma ihtimali de artar. Bu maksimum sıcaklık, yanma başlangıcı ve maksimum silindir basıncı oluşmasından hemen sonra oluşmaktadır. Erken yanmaya başlayan karışımın sıcaklığı, piston

sıkıştırmaya devam ettiği için yükselecektir. Dolayısıyla NO_x oluşum hızı da artacaktır.

Motorlarda NO_x , son alev cephesindeki sıcak gazlarda oluşur. NO_x ' in başlangıçtaki oluşum hızı kısmen sıcaklığa bağlıdır. Oksijen yoğunluğunun yüksek olması da NO_x oluşum hızını artırır. EGR ile silindir içindeki oksijenin bir kısmının yerini atık karbondioksit (CO_2) ve su (H_2O) alacağından lokal oksijen yoğunluğu azalacaktır. Bu durum yakıt ve oksijen moleküllerinin buluşup reaksiyona girme ihtimalini azaltır. Buna bağlı olarak reaksiyon hızı ve lokal alev sıcaklığı düşerek, NO_x oluşumu azalacaktır.

EGR ile yanma odasının farklı bölgelerindeki lokal sıcaklıklar değiştirilmiş olur. Bu da yakıtın buharlaşma hızına ve is oksidasyon hızına etki eder. Is oksidasyon hızı lokal sıcaklığın artması ile kısmen artar. EGR'nin neden olduğu alev sıcaklığındaki azalma oksidasyon hızının azalmasına ve is oluşumunun artmasına yol açar. EGR ile silindir giriş sıcaklığı artacağından yanmamış hidrokarbon (HC) emisyonları azalmaktadır gösterilmiştir.

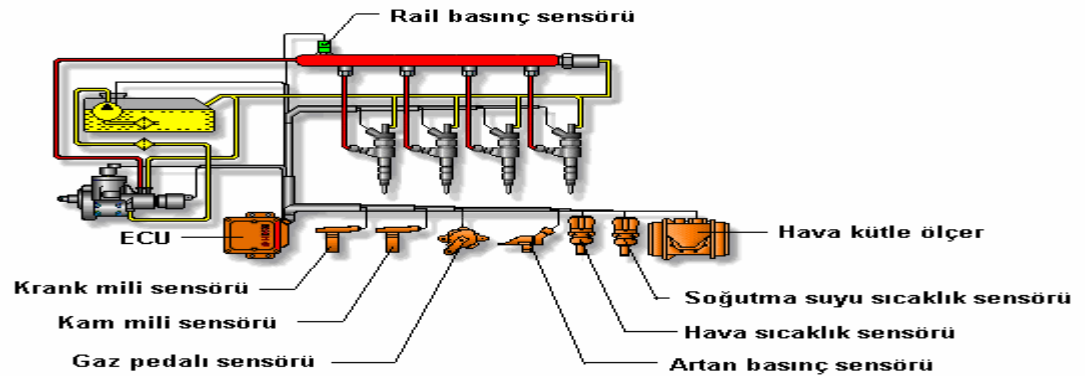
EGR oranı arttıkça NO_x azalır, fakat hava fazlalık katsayısının (HFK) azalmasından dolayı is ve yakıt tüketimi kötüleşmektedir. Dolu havası içindeki oksijen miktarı azaldıkça CO emisyonları artacaktır. Oksijen miktarı çok azalmadıkça EGR yakıt ekonomisini kötüleştirmeyecektir.

Aşırı EGR hava yakıt oranını bozacağından PM ve is emisyonları artar. Silindirlere geri gönderilen egzoz gazları soğutularak yada püskürtme basıncı artırılarak PM ve is oluşumu azaltılabilmektedir.

2.5.2. COMMON RAIL TEKNOLOJİSİ

Common rail dizel motorlarda basınç oluşturma ve püskürtme işlemlerinin birbirinden bağımsız olarak gerçekleşmesini sağlayan yüksek basınçlı bir yeni püskürtme teknolojisi. bu sistem sayesinde dizel motorlar sessiz çalışıyor çevreyi daha az kirletiyor ve daha az yakıt tüketiyor.

Geleneksel dizel püskürtme sistemleri yaklaşık 900 barlık basınç ile çalışırken common rail yakıtı 1600 bara kadar yükselten bir basınçla ortak bir boru üzerinden enjektörle dağıtıyor. common rail motor üzerinde çok fazla değişiklik yapılmasına gerek kalmadan kullanılan enjeksiyon sisteminin yerini almasıyla da diğer sistemlere göre avantaj sağlıyor. bu sistemde püskürtme basıncı zamanı başlangıcı ve miktarı diğer mekanik enjeksiyon sistemlerinde olduğu gibi motor devrine bağlı değil. mekanik enjeksiyon sistemlerinde gaza bastıkça motor devrine yükselmesine bağlı olarak basınç yükseliyor. common rail sisteminde ise haznenin içerisine önceden yüksek basınç pompasıyla yakıt gönderiliyor. Yüksek basınçta yakıtın bu haznede kalmasını sağlayan düzenekler bulunuyor. böylece motorun düşük devirlerinde bile her zaman kullanılacak yüksek basınç bulunuyor. yeni sistem dizel motorların daha verimli daha sessiz çalışmasını sağladığı gibi egzoz emisyon oranlarının da iyileşmesine olanak tanıyor.



Common rail sisteminde yakıt enjektörlere rail adı verilen bir yüksek basınç akümülatöründen dağıtılır. Rail bir yüksek basınç yakıt pompası tarafından beslenir. Her bir silindirdeki püskürmenin başlangıcı ve bitişi gibi raildeki basınç da elektronik olarak kontrol edilir. Püskürme zamanlaması ve kontrolündeki esneklik bu sisteminin avantajlarından. Common rail sisteminde gerçekleştirilen pilot enjeksiyonların motor gürültüsünü ve NOx emisyonlarını azalttığı kanıtlanmıştır.

2.5.2.1 Common Rail Sisteminin Avantajları

Yakıt basıncı motor devrine bağlı zamanlamasının kontrolünde esnekliğe izin verir. Common Rail, motor devriyle artan püskürtme basıncına sahip olan klasik enjeksiyon sistemlerinden ayırır [Hawley 1998]. Ancak şu da bilinmelidir ki bütün sistemler arasında yüksek motor devrinde en yüksek enjeksiyon basıncını sağlayan sistem EUİ'dir.

Düşük motor devirlerinde, yüksek motor yükünde bile artırılmış püskürtme basıncı elde etmek mümkündür ki bu da motor çekişinde artışa sebebiyet verirken eksoz emisyonlarında iyileşme sağlar.

Pilot enjeksiyon yeteneği ile NOx emisyonlarını ve motor gürültüsünü en aza indirir. Post enjeksiyon yönteminin kullanılması ile birlikte partikül filtreleri, NOx katalizörleri ve katalitik konvertörler ile birlikte eksoz emisyonlarında iyileşme sağlar. Yakıt pompası çok daha düşük krank mili torkuyla çalışır ki bu da motorun performansına olumlu etkide bulunur.

2.5.3 Partikül Toplama Kutuları (Dizel Partikül Filtre)

Bir dizel partikül filtresi, dizel motorların egzoz gazlarında bulunan kurumun ayrılması için bir sistemdir. Katkı kullanılmayan dizel partikül filtreleri, partikül filtresinin motorun yakınına yerleştirildiği araçlarda kullanılır. Katkılı sistemler, partikül filtresinin motorun yakınına konumlandırılmasının mümkün olmadığı

araçlarda kullanılır. Katalitik kaplamalı filtre, katkı olmaksızın çalışır ve bunun için iki türlü etki yapan, soy metal içeren bir filtre kaplaması kullanır. Pasif rejenerasyon sırasında katalizatörde birikmiş olan kurum yavaş ve zarar vermeyecek bir şekilde CO₂'ye dönüştürülür. Bu olay 350-500°C sıcaklık aralığında meydana gelir ve özellikle ağırlıklı olarak otoyol kullanımında başka özel önlemler olmaksızın sürekli olarak olur. Uzun süre düşük yükte kullanımda, örneğin şehir içi trafiğinde, her 1000 ila 1200 km de bir egzoz gazı sıcaklığının aktif olarak yaklaşık 600°C'ye çıkarılması ilave bir filtre rejenerasyonu yapılmasını sağlar. Filtrede birikmiş olan partiküller bu sıcaklıkta yanar. Katkılı sistemlerde katkı, kurumun yanma sıcaklığının yaklaşık 5000°C 'ye düşürülmesine yarar. Sürüş tarzına bağlı olarak her 500 ila 700 kilometrede bir rejenerasyon gereklidir. Her yakıt ikmalinde katık otomatik olarak yakıt deposuna konur. 1 litre katkı yaklaşık 2800 litre yakıt için yeterlidir.

Dizel partikül filtreleri, dizel kaynaklı partikül emisyonlarının Euro 3 emisyon standartlarına getirilmesinde temel etkidir.

2.5.4. Oksidasyon Katalisti

Dizel oksidasyon katalistleri kirletici maddeleri zararsız gazlara oksidasyon yoluyla çevirir. Ekzoz akışı içine yerleştirilen katalistlerden bir tanesi oksidasyon katalistidir. Bu katalistle CO ve HC oksijenle reaksiyona sokularak CO ve H₂O oluşturulmaktadır. Oksidasyon katalistlerinde Rhodium (Rh), platin (Pt), paladyum (Pd) ve bunların karışımı olan bazı elementler kullanılır. Sistemde kullanılan bir hava pompası ile zengin egzoz içerisindeki bileşenlerin yanmasını tamamlamak için O₂ sağlamaktadır. (sekonder hava). Platin/Rhodium katalistlerin, zengin veya stokiometrik karışımlarda çalışması durumunda, NO_x'i azaltıcı özelliğinden yararlanarak çiftli konvertör sistemleri geliştirmiştir.

2.5.5. De-nox Katalisti (NOx Katalizörü)

Gelişimdeki en yeni emisyon kontrol stratejilerinden biridirler. 90'lı yıllardan itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Temel metal oksitlerin ve zengin metal kaplamalarını kullanarak NOx kontrolüne etki ederler. Giren NOx gazı temel metal elemanlar ve oksitler ile tepkimeye girerek nitrojen gazı ve su buharı olarak atılır

2.5.6. Elektronik Enjeksiyon Sistemleri

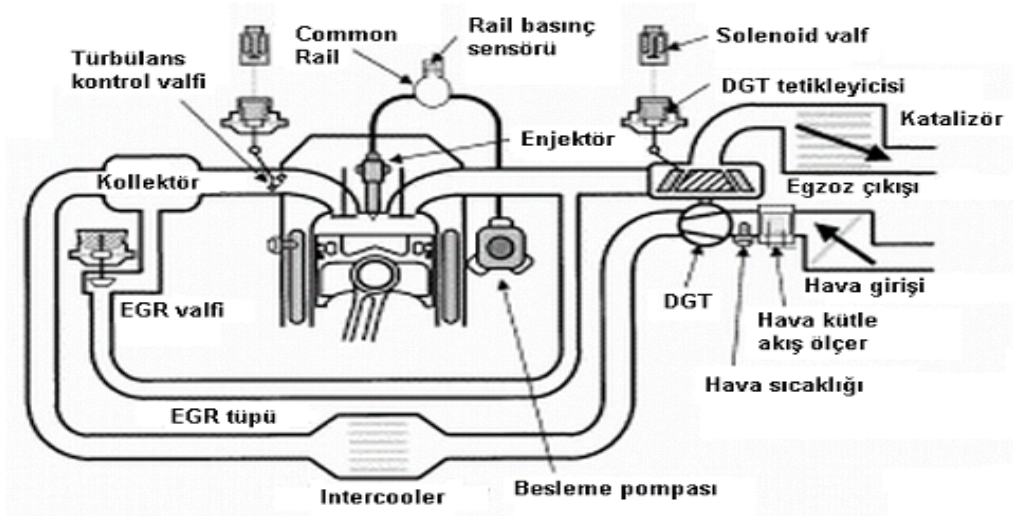
Günümüz enjeksiyon teknolojisi, yanma gürültüsü ve egzoz emisyonlarını azaltmak, bunun yanında motor performansını artırmak için kademeli enjeksiyon sistemlerini geliştirmiştir. Şekil de beş kademeli enjeksiyon ve emisyonlar açısından sağladığı yararlar gösterilmektedir.

Dizel motorlarındaki yüksek basınç, silindirler içerisinde sıcaklığın hızlı bir şekilde artmasına ve buna bağlı olarak NO_x emisyonlarının artmasına neden olur. Bu durumu ortadan kaldırmak için pilot enjeksiyon yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemde, silindire önce az miktarda (~0,5-1,5 mm³) yakıt püskürtülür ve püskürtülen bu yakıt hemen yanarak yanma odasının ısınmasını sağlamaktadır. Böylece esas yanmaya yönelik ideal şartlar oluşturulmuş olmaktadır . Gelişmekte olan pilot enjeksiyon teknolojisi, düşük yük bölgelerindeki hidrokarbon emisyonlarını, NO_x emisyonlarını ve yanmadan kaynaklanan gürültü kirliliğini azaltmaktadır.

Yanma gürültüsü ve emisyon oranlarının kendiliğinden azalması, pilot yanmış gazların etkisinin azalması, pilot enjeksiyon zamanının daha ileriye alınması ve pilot yakıtın minimize edilmesi ile mümkün olmaktadır. Bununla birlikte, pilot yakıtın çok küçültülmesi ve enjeksiyon zamanının çok ileriye alınması pilot yanmayı bozacağından, miktar ve zamanın belirli bir değer aralığında sınırlandırılması gerekmektedir.

2.6. DİZEL MOTORLARIN YARDIMCI EKİPMANLARINDAKİ GELİŞMELER

Günümüz dizel motorlu araçları geçmiş altı yıla göre daha yüksek yakıt verimi gerçekleştirirken, egzoz emisyonlarında da azalma göstermektedir. Bu teknoloji, turboşarj, değişken geometrili turboşarj (DGT), egzoz gaz resirkülasyonu (EGR), elektronik kontrollü yakıt enjeksiyon sistemleri, her silindire çoklu supap, hava akış olayları, oksidasyon ve NO_x katalizörleri, partikül filtresi vb. gibi, yardımcı ekipmanlardaki gelişmeler ile mümkün olmaktadır. Bu sistemlerin araç üzerindeki genel dizaynı Şekil 'de gösterilmektedir. Bu sistemler tam olarak elektronik kontrol ünitesindeki (ECU) yazılım ile kontrol edilmektedir. Ayrıca bu teknolojik gelişmeler, sistemi daha kompleks hale getirmiş, ve bunun sonucu olarak motorun maliyetinde ve kontrol sistemlerinde önemli bir artış olmuştur.



Şekil 2.6 Yardımcı Ekipmanlı Dizel Motor Dizaynı

Turboşarj ile, doğal emişli bir motora göre çok daha fazla hava silindir içerisine alınabilmektedir. Yanma odasına daha fazla havanın alınması sonucu yakıtın tamamen yanması mümkün hale gelmekte, böylece PM emisyonları azalmaktadır.

Son yıllarda, motorun tüm hız-yük şartlarında ve geçici rejimde herhangi bir kayıp olmaksızın iyi bir performans elde etmek için DGT kullanılmaya başlanmıştır. DGT sisteminde, giren egzoz gazını sınırlandırmak için türbin tekerleği üzerinde bulunan

kanatçıkların yönü bir tetikleyici ile ayarlanmaktadır. Bu değişken akış oranları, istenen basınç ve sıcaklık şartlarının oluşmasına izin verir. Düşük motor hızlarında yani yakıt akışının az olduğu durumlarda DGT türbin çarklarına giren havayı azaltır, böylece istenen yüklere göre turbo gücünü optimize eder. Motorun yüksek basınç üretimini sürdürmesi gerektiği durumlarda, hız/yük veya yüksek yakıt akışına göre, DGT hava giriş kısmını iyice açar bunun yanında turboşarjın aşırı hızlı dönüşüne de izin vermez.

EGR sistemi, yanma odası içerisindeki hava-yakıt karışımını egzoz gazları ile seyrelterek yanma sonu sıcaklıklarını, dolayısıyla üretilen NO_x miktarını azaltmaktadır.

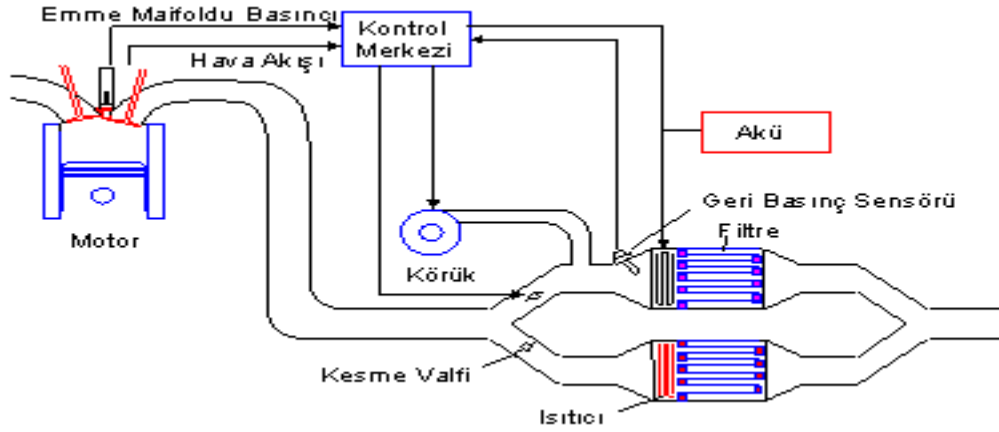
Günümüzde elektronik kontrollü yakıt enjeksiyon sistemlerinin kullanımı ile içten yanmalı motorlardan kaynaklanan emisyon üretimi minimize edilmiştir. Buna ilave olarak, katalitik konvertörlerin kullanımı egzoz emisyonlarını daha da azaltılmıştır.

İlk olarak 1970 yılında kullanılan katalitik konvertör, sadece CO ve HC emisyonlarını kontrol edebilmiştir. Daha sonra, 1980 yılının başında NO_x emisyonlarını da kontrol eden katalitik konvertörler kullanılmaya başlandı ve üç yollu konvertör "three-way converter" olarak isimlendirildi. Katalitik konvertörler %97'ye varan oranlarda HC, %96'ya varan oranlarda CO ve %90'a varan oranlarda NO_x emisyonlarını azaltmaktadır. Konvertörler CO ve HC emisyonlarını karbondioksit ve su buharına çevirir. Şekil 'de katalitik konvertörün şematik yapısı gösterilmektedir. Bununla birlikte bu yüksek değişim oranlarının sağlanabilmesi için konvertörlerin özellikle 300°C veya üzerinde sıcaklarda olması gerekmektedir. Bu yüzden, şu an içten yanmalı motorlardan kaynaklanan emisyonların %60-80'i motorun soğuk çalışma şartlarında meydana gelmektedir. Artan bu soğuk çalışma emisyonlarını azaltmanın yollarından biri ULEV (Ultra-Low Emission Vehicle) ve çağdaş emisyon düzenlemeleridir.

Bu sistemler motorun soğuk çalışma şartlarında oluşan CO ve HC emisyonlarının da %70 oranında azalış meydana getirmektedir. Bu, sistemi daha kompleks ve hassas hale getirirken, maliyetin artmasına da yol açar. Bir başka yaklaşım da konvertörü egzoz manifolduna yakın bir yere ve egzoz gazlarının akış yönünün yukarısına

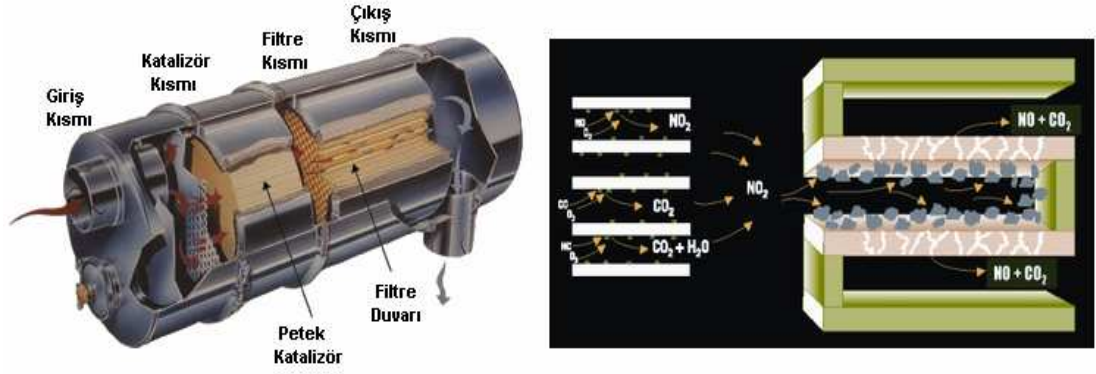
yerleştirmektedir. Böylece konvertör 1 dakikanın altında çalışma sıcaklığına ulaşmaktadır.

Dizel partikül filtreleri (DPF) dizel kaynaklı partikül emisyonlarının Euro 3 emisyon standartlarına getirilmesinde temel etkidir. İlk kez partikül filtre teknolojisi 1992 yılında New York City'de 400 otobüste test edilmiştir. Şekil 'de bu ilk elektrik ısıtıcılı tip DPF'nin şematik yapısı gösterilmektedir. Sisteminin filtresinde toplanan partiküller periyodik olarak imha edilmektedir. Filtre optimum yüke ulaşana kadar partikül ile doluyor ve daha sonra körük ve ısıtıcı tekrar sistemi eski haline getiriyordu. Partikül yükü, emilen hava akışı, filtre basıncı ve filtre giriş sıcaklığı ölçülerek belirleniyordu.



Şekil 2.7 Elektrik Isıtıcılı Tip DPF Sisteminin Şematik Yapısı

Daha sonra sisteme brülör ve kısma sistemi eklenerek, bir dış ısıtıcı kaynak yardımıyla partiküller yakılır hale geldi. Bu sistem aktif rejenerasyon sistemi olarak isimlendirildi ve birinci kuşak DPF teknolojisi olarak görüldü. Fakat bu teknolojiye filtre basıncının artarak düşmesi yakıt tüketimini artırırken, sistemin karmaşıklığı ve güvensizliği, birinci kuşak DPF'nin sonunu getirdi. DPF teknolojisi farklı bir boyutta gelişerek ikinci kuşak pasif rejenerasyon DPF teknolojisi oluştu. Bu sistemde yakıt katkıları ve katalizör kullanımıyla PM emisyonları azaltılmaya çalışıldı.



Şekil 2.8 CRT Tipi Partikül Filtresi

Jhonson Matthey CRT (Continuously Regenerating Technology) teknolojisini geliştirerek dikkatleri üzerine çekti. Şekil 'da CRT tipi partikül filtresi gösterilmektedir. CRT teknolojisinin temeli partiküllerin kolayca NO_2 ile oksitlenmesine dayanmaktadır. 550°C ' nin üzerinde bir sıcaklıkta karbon, oksijenle oksitlenir iken NO_2 ile 250°C 'de reaksiyona girmeye başlamaktadır. CRT, üst kısımda oksidasyon filtresi ve alt kısımda seramik filtre olmak üzere iki filtreden oluşmaktadır. Dizel emisyonların da var olan nitritoksit (NO) oksidasyon katalizörüne girerek NO_2 oluşturur. Daha sonra oluşan NO_2 alt filtreye girerek partiküllerle reaksiyona girer. CRT teknolojisi ile PM emisyonları %90 oranında azaltılmaktadır. CRT sisteminin başarılı bir şekilde çalışabilmesi için egzoz gaz sıcaklığının 275°C üstünde olması, yakıttaki sülfür içeriğinin 500 ppm'den az olması, ve NO_x /PM oranınının 20'den büyük olması gerekmektedir.

2.6.1 DİZEL MOTORLARI YAKIT ENJEKSİYON SİSTEMLERİNDEKİ GELİŞMELER

Yıllardır, tüketicilerin farklı isteklerinin çeşitliliği, dizel yakıt enjeksiyon sisteminde de çeşitliliğin artmasına yol açmıştır. Dizel motor teknolojisindeki birçok önemli gelişme, güçte artış, yakıt tüketimi, motor gürültüsü ve egzoz emisyonların da azalış sağlamıştır. Common rail yakıt enjeksiyon sistemi, kamdan hareket alarak çalışan sistemlerle karşılaştırıldığında, direk enjeksiyonlu dizel motorlara enjeksiyon sisteminin adaptasyonu oldukça esneklik sağlamaktadır. Bu yüzden common rail

yakıt enjeksiyon sistemi birkaç araç modeli dışında tüm araç üreticilerinin tercih ettiği yakıt enjeksiyon sistemi haline gelmiştir.

Geleceğin dizel püskürtme sistemi olarak tanımlanan Common rail yakıt enjeksiyon sistemi, özellikle Avrupa'da gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Yakın gelecekte Türkiye'de de çok sayıda dizel aracın, bu sistemle donatılacağı düşünülmektedir..

2.7 MOTOR TEKNOLOJİLERİNDE ALTERNATİF YAKITLAR

Yaşanan petrol krizleri, petrol kaynaklarının azalmaya başlaması, petrol fiyatlarında görülen dalgalanmalar ve bu tür yakıtların yarattığı çevre kirliliği, alternatif yakıtları hep gündeme getiriyor. 1992 yılı Energy Policy Act'in tanımlamasına göre, alkoller (etanol ve metanol), doğalgaz, propan, hidrojen, biyodizel, elektrik ve p-serisi ürünler alternatif yakıtlar grubuna giriyor. Alternatif yakıtlar, zararlı kirleticileri ve egzoz emisyonlarını azaltmaları nedeniyle çevreyi korumada önemli rol oynayabiliyor.

Ayrıca, 'yenilenebilir' olmaları da alternatif yakıtların diğer önemli bir avantajı olarak görülüyor. Halen 'ticari' kullanımı mümkün olan alternatif yakıtlar arasında, dalga, akıntı ve medcezir gibi suyun yer değiştirme gücüne dayalı su kaynaklı, güneş ısı ve ışığına dayalı güneş kaynaklı, rüzgâr gücüne dayalı rüzgâr kaynaklı ve biyolojik kütleyle dayalı bitkisel kaynaklı enerji kaynakları bulunuyor.

Alternatif yakıt olarak kullanabileceğimiz yakıtlar şöyle;

- 1.Doğal Gaz
- 2.Biyodizel
- 3.Ethanol
- 4.Hidrojen
- 5.Bitkisel Yağ
- 6.LPG
- 7.Hibrid

2.7.1. Doğal Gaz

Araçlarda alternatif yakıt olarak kullanılmaya başladığı için doğalgaz önem arz ediyor. Doğalgaz bugün için üretim kapasitesi ve çevrim santrallerinin yeterli seviyede bulunması, araç dönüşüm kitlerinin de piyasada bulunması nedeniyle araçlarda hemen kullanılmaya hazır. Ancak tabii petrol ile kullanım için üretilmiş motorda hiç bir değişim yapmadan doğalgaz kullanmanın sakıncaları da yok değil.

2.7.1.1 Doğalgaz kullanımında egsoz emisyonu

Motorlu taşıtlarda yakıt olarak doğalgazın kullanılmasıyla veya az miktarda devreye ilave edilmesiyle egsoz emisyonlarında azalmalar olmaktadır. Doğalgazın yakıt olarak motorlu taşıtlarda kullanımı, özellikle şehir trafiğinde seyreden, dizel motorlarında NOx ve HC emisyonlarında azalmalar, benzin motorlarında da CO ve HC emisyonlarında azalmalar temin edecektir. Doğalgazın karbon oranının, diğer petrol yakıtlarına göre, düşük olması egsoz gazlarındaki karbondioksit oranının azalmasına sebep olacaktır. Ayrıca doğalgaz kullanımı, benzinli taşıtların egsoz emisyonlarındaki zehirli kurşun türevlerini tamamen yok edecektir. Doğalgaz oktanı yüksek kurşunsuz bir yakıttır.

CO emisyonları yanma sonu sıcaklığı, yanma verimi, su buharı miktarı ve NOx emisyonlarının oluşumu ile ve hava fazlalığı ile değişim göstermektedir. İyi bir yanma ile CO miktarında düşmeler görülür. Zengin karışımlarda, CO emisyonlarında artmalar gözlenir. Hava katsayısının belirli değerleri arasında sıcaklıkla beraber NOx'de artmalar gözlenir, bu artma olurken buna ters olarak CO emisyonlarında azalmalar görülür. HC emisyonlarında da CO emisyonlarına benzer değişimler görülür. İyi bir yanmayla HC ve CO emisyonlarında düşmeler olurken, sıcaklığın artması ile NOx emisyonlarında artmalar görülür. Doğalgazın yakıt olarak kullanılması ile daha iyi bir yanma ve yanma sonu sıcaklıklarında azalma sağlanır. Bu da CO , HC ve NOx emisyonlarında azalma olacağını göstermektedir.

2.7.2. Biyodizel

Biyodizel, basitçe nebati yada hayvani yağların tranesterifikasyon denilen bir kimyasal işleme tabi tutulması ile üretilen tamamen çevreci bir yakıttır. Çevreci olduğu için petrol fiyatları yükselmeden önce, çevreci kurumlarca pahalı olmasına rağmen, petro-diesel yerine tüketilmesi savunulmaktaydı. Şu anda biyodizel'in popülaritesi yükselen petrol fiyatları sebebi ile hızla artmaktadır.

Çeşitli ülkeler, ABD ve AB Biyodizel lehine vergi kolaylıkları sağlamaktadırlar. ABD asfalta çıkmayan vasıtalarda (traktör ve iş makineleri) biyodizel'den vergi almamakta, asfalt yollardan istifade eden vasıtalar ise düşük vergi almaktadır. AB ülkelerinde de çiftçilerin vergisiz tüketimi ve kendi biyodizel'lerini üretmeleri teşvik görmektedir.

BiyoDiesel tabiatın dengesini bozmayan bir yakıttır. Bu nedenle dünyada ve ülkemizde daha fazla kişinin bu konuyla ilgilenmesinin teşvik edilmesi gereklidir. Tabiatın dengesini hızla bozan yoğun petroDiesel kullanımı ve dağıtımı için büyük paralar harcanmaktadır. PetroDiesel üretim ve dağıtımı için harcanan enerji petroDieselin sahip olduğu enerjiyi aşabilmektedir. Yani insanlar sıvılaştırılmış enerji için büyük paralar ödemeye hazırdırlar. BiyoDiesel üretiminde ise denge kesinlikle lehtedir. Küçük, yerel üreticilerin teşvik edilmesi, taşıma ve dağıtım için harcanan büyük paraları da tasarruf etme şansı doğuracaktır.

Sonuç olarak, araştırmacılar biodiesel kullanımı konusunda elde ettikleri ortak sonuçları aşağıdaki gibi sıralamışlardır.

- Maksimum %5'lik bir verim kaybının, ancak aşırı yük gibi özel durumlarda belirlenebildiğini,
- Yakıt filtrelerinde veya yakıt pompalarında herhangi bir probleme rastlanmadığını, ayrıca motor üzerinde teknik bir değişim olmadan biodiesel kullanılabileceğini

- Biodieselin kış aylarında da kullanılabileceğini, kış aylarında motorun ilk çalışmasının sorun çıkarmadığını,
- Kanola ve kanola metil esteri kullanımı sonucu atmosferdeki CO2 oranının azaltılmasının mümkün olacağını,
- Biodiesel'in emisyonlarının zararsız olduğunu ve toprakta hızlı bir şekilde indirgenmediğini, ayrıca dolun sırasında depodan zehirli gaz açığa çıkmadığını,
- Biodiesel'in iyi bir yağlama yeteneğine sahip olduğunu ve böylece yüksek derecede motor aşınması oluşturmamış olduğunu,
- Biodiesel'in yanması sonucunda çevreye atılan zararlı gazların, diesel yakıtına göre; %15 daha az CO, %27 daha az HC, sadece %5 daha fazla NOx, %22 daha az partikül, %50 daha az is ve %10 daha düşük ısıl değeri, buna karşın ortalama yakıt tüketiminin yaklaşık olarak dieselden %3 fazla olduğunu,

Ülkemizde yağ bitkilerinin ekiliş alanları, yağ oranları, üretim verimleri ve üretim miktarları çizelge 'de verilmiştir.

Tablo 2.1 Yağ Bitkilerinin Ekiliş Alanları, Yağ Oranları Üretim Verimleri Ve Miktarları

Yağ bitkisinin adı	Ekiliş alanı (ha)	Yağ oranı (%)	Üretim verimi (kg/ha)	Üretim miktarı (ton)
Yer fıstığı	28 000	35-55	2679	75 000
Soya	24 000	13-25	2750	66 000
Kanola	187	40-45	1765	330
Aspir	50	9-28	1000	50
Ayçiçeği	595 000	40-50	1597	950 000
Keten toh.	385	30-40	590	227
Susam	51 000	45-59	549	28 000
Haşhaş	55 000	44-50	570	89 117
Pamuktoh.	731 362	16-24	1798	1 314 660
Mısır	518 000	17-18	4434	2 297 000
Kenevir toh.	536	-	103	55
Türkiye Toplamı	2 003 520	-	-	5 630 439

2.7.3. Etanol

Etanol, otomobiller ve diğer motorlu araçlarda, tek başına bir yakıt olarak ya da benzine karıştırılan bir katkı maddesi olarak kullanılabilir.

Etanol, hava kirliliğini azaltmak ya da petrol ürünlerinin tüketimini azaltmak amacıyla, benzine değişik oranlarda karıştırılarak kullanılabilir. En yaygın uygulamalar E10 ya da E85 diye bilinen sırasıyla %10 ve %85 etanol içeren karışımlardır.

Etanol'ün yakıt hücrelerinde kullanımı da yaygınlaşmaktadır.

Bitkilerden elde edilen etanol (**biyo-etanol**), sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak, sağladığı çevresel ve ekonomik yararlar nedeniyle, fosil yakıtlara göre avantajlar sağlamaktadır.

Etanol, yaygın olarak şeker kamışı ve mısırdan elde edilmektedir. Ancak etanol elde etmek için, bugün kullanılan teknolojiler, etanol'den elde edilen enerjinin yaklaşık %70 fazlasını harcamayı gerektirdiğinden, hala fosil yakıtlar karşısında yeterince rekabet edici değil idi.

2.7.4. Hidrojen

Dünyadaki petrol rezervlerinin aşırı kullanımı sonucu azalması ve buna bağlı olarak fiyatının artması, ayrıca çevreye vermiş olduğu zararlar bilim adamlarını doğada bol miktarda bulunan ve çevreci olan alternatif yakıtlar üzerinde araştırma yapmaya itmiştir. İçten yanmalı motorlarda kullanılan fosil yakıtlardan kaynaklanan egzoz emisyonlarının çevreye verdiği zararların çok büyük boyutlara ulaşması ülkeleri bu konuda önlemler almaya itmiştir. Bunun için bilim adamlarına çevre dostu olan alternatif yakıtların araştırılması için destekler verilmiştir. Yapılan alışmalar evrende bol miktarda bulunan hidrojenin, bir yakıt için gerekli özelliklerin bir çoğuna sahip olduğunu göstermektedir. Hidrojen, suyun ve temiz güç kaynağının olduğu her yerde potansiyel olarak mevcuttur. Diğer yakıt türlerine kıyasla daha verimli yanma özelliğine sahiptir. Hidrojen, karbon ve sülfür içermediği için yanma

ürünleri arasında CO, CO₂ ve HC yoktur. Teorik olarak hidrojen yandığı zaman sadece su oluşur.

Özellikle motor ve araç teknolojisi açısından alternatif olarak seçilen yakıtın içten yanmalı motorlarda kullanımı, depolanması, doğal dengenin korunması ve fosil yakıt türleri ile yarışabilir karakteristiğe sahip olması gerekir.

Hidrojenin birçok yönüyle ekolojik açıdan avantajlı olduğunu rahatlıkla söyleyebiliriz. İkincil bir enerji kaynağı durumunda olan hidrojenin değişik ve yenilenebilir birincil enerji kaynakları ile elde edilebilir olması, bu yakıt türünü geleceğin en önemli enerji taşıyıcısı durumuna sokacağı kabul edilmektedir.

Ayrıca hidrojen diğer fosil yakıtlarla kullanılabilme özelliğine sahiptir. Bu özelliğiyle de bir çok avantajlar sağlamaktadır.

Bunlar:

- Yakıt/hava karışım sınırı düşürülmesi sonucu NOX ve CO emisyonlarının azalması ve termal verimliliğin artması
- Çevrimler arasındaki basınç farklarının azalması
- Karışımın alev hızının artması

2.7.4.1 Hidrojenin sonuç ve önerileri

Yapılan araştırmalara göre, giderek kaynakları tükenmekte olan petrol kökenli yakıtlara alternatif olarak, hidrojenin içten yanmalı motorlarda yakıt olarak kullanılabilirliği yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır.

Elektroliz ile sudan elde edilmesi, fiziksel ve kimyasal özellikleri, benzine göre motordan daha yüksek güç elde etme imkanı sağlaması ve çevreye olumlu etkileri hidrojeni önemli bir alternatif durumuna getirmektedir. Motor yakıtı olarak hidrojen kullanımı 1920'li yıllarda başlamış ve günümüze kadar yapılan çalışmalarla kullanımı aşamasına gelmiştir. Uygulamanın yaygınlaştırılmasının önündeki engeller; ekonomik faktörler ve mevcut enerji sistemleri ile geleneksel motorların güncelliğini kaybetmesinin getirebileceği zararlardır. Ancak çevre koşulları hidrojenin biran önce kullanımının başlamasını zorunlu kılmaktadır.

Mevcut sorunlarına rağmen, egzoz gazları emisyonu ve motor performansı açılarından üstün olan ve yenilenebilir olmasından dolayı sınırsız olması hidrojeni geleceğin yakıtları arasında ilk sırada tutmaktadır.

2.7.5. Bitkisel Yağlar

Bitkisel yağların alternatif dizel yakıtı olarak kullanılabilmesi ile ilgili çalışmalar 1920'lerden

bu yana devam etmektedir. Fakat yoğun olarak 1920'li yıllardaki enerji krizlerinden dolayı yeni alternatif yakıt arayışları hızlanmıştır. Bu arayışların sonucu olarak bitkisel yağların yenilenebilir olması, kolay esterleşmeleri ısı değerlerinin yüksek olması fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, dizel yakıtına yakın olması ve çevreye zarar vermemesi çevre bilincinin geliştiği günümüzde önemli bir motor yakıtı olarak incelenmesine sebep olmuştur.

Genellikle üzerinde çalışılan bitkisel yağlar ve esterleri %100 veya değişik oranlarda dizel yakıtı ile karıştırılarak yapılmış viskoziteden de kaynaklanan problemler aşıldığı takdirde iyi bir alternatif yakıt olabileceği belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarda bitkisel yağ tabanlı yakıtların dizel motorlarda kullanımındaki temel husus dayanıklılıktır. Birikinti ve dayanıklılıkla ilgili diğer hususlar motor tasarım şekillerine göre değiştiğinden sonuca varmadan önce saatler süren bir dizi test uygulamak gerekmektedir. Yapılan deney sonuçlarına göre bitkisel yağların kısa süreli performans emisyon testlerinde petrol bazlı dizel yakıtlar gibi sonuçlar verdiği görülmüştür. Araştırmalarda; motor, performansı ve egzoz emisyonları bakımından, bitkisel yağlar ile bitkisel metil esterlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin dizel yakıtına çok yakın olması nedeniyle alternatif yakıt olarak dizel motorlarında kullanılabilmesi, uzun süreli uygulamalarda ise metil esterlerin bitkisel yağlara göre çok daha iyi olduğu belirtilmektedir. Bitkisel yağ kullanımında yanma odasında birikintiler olduğu vurgulanmakta ve bunun bitkisel yağların yüksek viskozitelerinden kaynaklandığı belirtilmektedir.

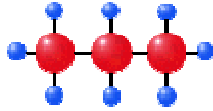
Ham yağların olumsuz özelliklerinin esterleşme ile giderilebileceği belirtilmektedir, bitkisel yağların dizel motorlarda doğrudan kullanımıyla bu yağların yüksek viskozitesi ve yoğunluğundan dolayı çok iyi atomize olamamasından kaynaklanan bir takım yanma problemlerini tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda motor performansı ve yanma parametreleri değerlendirilerek dizel yakıtı ile mukayese

edilmiştir, termik verimin dizel yakıtına göre biraz düşük olmasına karşın, efektif güç değerlerinin birbirlerine çok yakın olduğu belirtilmiştir.

Petrol gazı, dolun tesislerinde tüplere doldurularak doğrudan tüketiciye sunulmakta, Doğal gaz şebekesine bağlı olmayan evlerde, endüstriyel tesislerde ve taşıtlarda kullanılmaktadır.

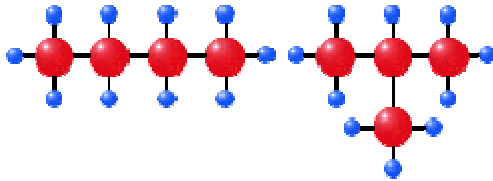
2.7.6. LPG

LPG Propan ve Butan gazlarının jenerik ismidir. Petrol ve gaz endüstrisinde üretilen hidrokarbon ürünleridir. Propan gazı üç karbon atomu içerir (C₃H₈).



2.7.6.1. Propan Gazı

Bütan gazı ise dört karbon atomu, ana n - ve izo-bütan içerir (C₄H₁₀).



2.7.6.2. Bütan Gazı

Hafifçe sıkıştırıldığında, atmosferik sıcaklıkta sıvı hale ve bu basıncın kaldırılması ile tekrara gaz haline geçebilir. Taşıma açısından bu özellik LPG için büyük bir avantaj sağlamaktadır.LPG, 7 barlık bir basınç altında sıvı hale getirilmiştir, bundan dolayı küçük bir alanda büyük miktarda enerji depolanabilmektedir. Dünyadaki LPG

üretiminin % 60 kadarı doğal gazın ayrıştırılması ile, % 40 kadarı rafineri çalışmaları ile elde edilmektedir. Uzun süreli üretimi ise benzin ve dizel kadar güvence altındadır, hatta önümüzdeki 50 yıl boyunca kaynaklar üretim için yeterlidir. İngiltere'de şu an yıllık tüketim toplam 4.000 ton kadar iken, yıllık üretim 4.000.000 ton kadardır. Sıvılaştırılmış ve daimi gazlara ait karşılaştırmalı özellikler aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

	CO	HC	NO _x	O ₃	CO ₂	Partikül madde
Dizel	%60	-	%90	%70	-	90
Benzin	%75	%85	%40	%87	%10	-

Tablo 2.2. Dizel ve benzin yakıtının LPG'ye göre emisyon değerlerindeki fazlalık

2.7.6.3. LPG (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)'nın ÖZELLİKLERİ

Bütan ve propanın belirleyici temel özelliklerinden biri buharlaşma basıncıdır, yani sıvının kapalı hacimdeki buhar ile dengede olduğu basınçtır.

LPG' nin yüksek ısı değerlere sahip olması önemli bir avantajdır. Ancak daha dikkatli kullanmayı gerektiren bir faktördür. Şekil ... te propan ve bütan karışımının sıcaklığa bağlı basınç eğrisi görülmektedir. Örneğin bütanın 0 oC' deki buhar basıncı 0, 0005 bar ve 15oC'de 0, 8 bardır. Propanın 0 oC sıcaklıktaki buhar basıncı ise 4 bardır. Yazın aynı sıcaklıkta bütan karışım oranlarının değişmesi basınç üzerinde belirgin farklılıklara neden olur. Sıvılaştırılmış petrol gazının benzine göre farklı özellikleri vardır.

Bütan ve propan arasındaki ayırıcı özelliklerden biri kaynama noktasıdır, yani sıvı fazdan gaz faza geçtikleri derecedir. Propanın -42 °C' de gaz faza geçmesi durup, sıvı fazda kalırken, bütan 0 °C' de kaynar. Özellikle soğuk havalarda daha yüksek oranlarda propan gerektiren karışımların gereksinimi ortaya çıkar, böylece gaz fazına dönüşüm kolaylaştırılır.

Ülkemizde hava sıcaklığı bölgeden bölgeye değişeceğinden, taşıtlarda kullanılan LPG de % 30 propan, %70 bütan vardır, böylelikle tüm koşullar için uygun karışım sağlamış olur. Soğuk iklimli bölgelerde kullanılan LPG' nin içerisindeki propan oranının artırılarak sıvı fazdan gaz faza geçiş kolaylaştırılmalıdır.

Avrupa ülkelerinde otomobillerde kullanılan LPG' nin propan ve bütan karışım oranları çizelge de verilmiştir. LPG' ye basınç uygulandığında toplam hacim içerisindeki bütan ve propan yüzdelerine dağılı olarak 1/230 ile 1/267 oranında küçülür. Bu demek oluyor ki 267 m³ LPG sıkıştırıldığında sıvı olarak 1 m³' lük bir hacme sığar.

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

Tablo 2.3. Avrupa ülkelerindeki yaz ve kış mevsimlerinde LPG içerisindeki propan ve bütan oranları

Sıvılaştırılmış petrol gazının bir özelliği de yağ boyayı eritebilmesidir. Ayrıca doğal lastiği deforme eder. Bu nedenle motorlu araçlarda kullanılan LPG iletim boruları uygun kalitede sentetik malzemedir yapılmaktadır. Yakıt tankı ile regülatör arasında yer alan basınç altındaki LPG hatları için özel bakır veya çelik boru kullanılmaktadır. LPG karışımını oluşturan propan ve bütanın bazı özelliklerinin benzine karşılaştırılması çizelge de verilmiştir.

Özellikler \ Yakıt	Benzin	Propan	Bütan
Stokiyometrik Hava/Yakıt Oranı	16,1/1	15,1/1	15,0/1
NŞA ki Fiziksel Hali	Sıvı	Gaz	Gaz
15 C'de Yoğunluk (kg/lt)	0,73-0,78	0,508	0,584
Alt Isıl Değeri (Mj/kg)	44	46,4	45,6
Buharlaşma Gizli Isısı (kj/kg)	300	426	385
NŞA Stekiyometrik Orandaki karışımı Yakmak İçin Gereken Tutuşma Enerjisi (Mj)	1	0,3	0,3
Kaynama Noktası	30-225	-43	-0,5
Araştırma Oktan Sayısı (RON)	96-98	111	103
Motor Oktan Sayısı (MON)	85-87	97	89

Tablo 2.4 Benzin propan ve bütanın bazı fiziksel özellikleri

LPG'nin diğer özellikleri ise;

- LPG' nin havadan ağır olmasından dolayı zemine çökerek ortama yayılma ve havasızlıktan boğulmaya neden olmaktadır.
- Parlayıcı ve patlayıcı bir gazdır.
- Buhar basıncı yüksektir.
- Korozif değildir.
- Bileşiminde az miktarda kükürt ihtiva etmektedir (20-100 mgr/m³)
- İçten yanmalı motorlarda silindir içinde daha homojen bir yakıt/hava karışımı sağlamaktadır
- Atmosferik basınçta propan -43 °C sıcaklıkta sıvı fazda bulunmaktadır.
- Sıvılaştırılmış petrol gazının kısa sürede ve az miktarda solunması halinde insanlarda zehirlenme belirtisi göstermez. Havada % 10 nispetinde LPG bulunan ortamdaki havanın 2 dakika solunması halinde baş dönmesi meydana gelebilir.
- LPG için yanabilirlik sınırları %2, 4 den %9, 5' e kadardır. Yani %9, 5 LPG ile %90, 3 havanın karışmasıyla yanma oluşacaktır. Buna yanabilirliğin üst sınırı denir. Yanabilirliğin alt sınırı ise %97, 6 hava ile %2, 4 LPG karışımından oluşmaktadır.

2.7.6.4. LPG yakıtının avantajları

- Daha verimli yanma,
- Emme manifolduna tamamen buharlaşmış olarak girdiği için motor yağı seyrelmez ve ömrü uzun olur,

- Yanma odasında daha az aralık maddeler meydana gelir,
- Yangın anında LPG tankının yangına dayanma süresi diğerlerine göre daha uzundur,
- Gaz fazında hava ile daha iyi karışma sonucu iyi bir yanma gerçekleşir,
- Daha ucuz yakıt
- Dizel ve benzin yakıtına göre egzoz emisyonu daha az kirleticidir,
- Motor daha az aşınmaktadır.

2.7.6.5. LPG yakıtının dezavantajları

- Basınç altında depo edildiğinden dağıtım ve depolaması zordur
- Yakıt tankının çok ağır olması nedeni ile yer gereksinimi fazladır,
- LPG' nin doldurulması veya çalışma sırasında taşıtın kokması vb. sorunlar vardır.

2.7.7. .Hibrid

Hiç bir motor teknolojisi emisyon sorununa tek başına ideal bir çözüm getiremez. Hepsinin kendine özel eksiklikleri vardır. Benzinli motorlar dizel motorlara göre daha az nitrojen oksit ve kayda değer düzeyin altında partikül miktarı üretir. Diğer yandan, dizel motorların yakıt verimliliği daha iyidir ve benzinli motorlardan daha az karbondioksit üretirler. Elektrikli araçlar gibi petrol bazlı olmayan güç kaynaklarından güç alan araçlar, temiz olmalarına karşın yeterli genel sürüş performansı ve kabul edilebilir sürüş mesafesi sağlamaktan uzak kalırken, bir de sürekli şarj edilmeleri gerekir.

Hibrid teknolojisi, kullanılan yakıt türünden (benzin, dizel, alternatif yakıtlar ve yakıt hücresi) bağımsız olarak, farklı güç aktarım sistemlerinin verimliliğini artırmak üzere etkin bir şekilde kullanılabilir.

Hibrid araçlar daha düşük emisyon düzeyleri ve yakıt tüketimi sağlamakla kalmaz, elektrikle çalıştıklarında son derece sessiz bir sürüşle, etkileyici bir performansı bir

arada sunarlar.Hibrid teknolojisinin otomotiv alanında yaptığı devrim, iki farklı güç kaynağından gelen enerji akışlarının akıllı yönetimine olanak vermesidir. Bu sayede sürüş performansının her boyutu - hızlanma, açık yol, frenleme, dur kalk - optimum biçimde gerçekleştirilir.

Bu son derece yenilikçi çözüm, yakıt tüketimini en aza indirmek üzere tasarlanmış bir benzinli motorla, nikel metal hidrid elektrik pil paketinden güç alan sıfır emisyonlu elektrikli motordan oluşur. Bu her iki güç kaynağı da, son derece gelişmiş bir güç yönetim sisteminin denetiminde birlikte çalışarak maksimum toplam sürüş verimliliği sağlar.

2.7.8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Dizel araçlardan kaynaklanan yanma gürültüsü ve egzoz emisyonlarını azaltmak, bunun yanında motor performansını iyileştirmek, enjeksiyon teknolojisinin gelişmesine paralel olarak sağlanabilmektedir. Dizel motorlu araçlar son yıllarda daha yüksek yakıt ekonomisi sağlarken, egzoz emisyonlarında da %50'ye varan azalma göstermektedir. Bu iyileşmedeki en önemli etken 1997 yılından itibaren binek dizel araçlarda kullanılmaya başlanan common rail yakıt enjeksiyon sistemidir. Dizel elektronik sistemlerinde kullanılan solenoid valfteki gelişmeler, enjeksiyon zamanlamasının daha hassas olmasını sağlamış ve böylece yanma verimi artmıştır. Common rail sisteminin oluşumunu solenoid enjektör teknolojisi gerçekleştirmiştir. Günümüzde, solenoid enjektör teknolojisi yerini sisteme daha hızlı cevap veren piezo enjektöre bırakmaktadır. Ayrıca elektronik dizel kontrol sistemindeki gelişmeler ile kademeli püskürtme sağlanabilmektedir. Kademeli püskürtme ile motorun düşük yük bölgelerindeki hidrokarbonlar, NO_x, partikül emisyonları ve yanmadan kaynaklanan gürültü kirliliği azaltılabilmektedir.

2.8. BENZİNLİ VE DİZEL MOTORLARIN İNSAN VE ÇEVRE SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Egzoz emisyonunun bileşimi benzinli ve dizel motorlarda farklıdır. Herhangi bir önlem alınmamış dizel motoru benzin motoruna kıyasla daha az çevre kirliliği yaratmaktadır. Ancak gerekli önlemler alındığında çevre kirliliği benzin motorlarında daha etkili bir şekilde azaltılabilmektedir. Bu nedenle taşıt araçlarındaki çevre kirliliği önleme çalışmaları daha çok benzin motorlu araçlarda yoğunlaştırılmıştır.

Yukarıdaki çevre ve insan sağlığına etkileri detayları ile verilen egzoz gazı bileşenleri dışında, benzin ve dizel motorların egzoz gazlarıyla atmosfere verilen yanmamış hidrokarbonlar içinde insan sağlığı açısından diğer ve çok tehlikeli grup polisilik aromatik hidrokarbonlar, içinde kanser yapıcı özellikleri bilinen benzo(a)piren ve benzollerdir. Benzo(a)piren petrolde bulunmakta ve eksik yanma ile egzoz gazları vasıtasıyla atmosferde yayılmaktadır.

2.8.1. Benzinli Motorların Çevre ve İnsan Sağlığına Etkileri

Benzinli araçlar daha önce de açıklandığı üzere dizel motorlu araçlara göre çevreye daha fazla zarar vermektedirler. Benzinli motorlardan daha fazla karbonmonoksit, hidrokarbon emisyonu yayılmaktadır. Ancak bu emisyonların bertarafı için benzin motorlu araçlarda dizellere göre daha fazla kontrol teknolojileri mevcuttur. Önlemi alınmamış bir benzin motorunda (optimum değerinde);

- %0,85 CO (Karbonmonoksit)
- %0,05 HC (Hidrokarbon)
- %0,08 NOx (Azot oksit)
- 0,005 Katı Parçacıklar yer almaktadır.

Bu emisyonların zararları, yakıtın eksik yanması tam yanmaması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Oysa ki, motorda tam yanma sağlandığında egzozdan zararlı olmayan karbondioksit ve su çıkmaktadır. Tam yanmayı temin etmek için karbonmonoksit ve azot oksitlerin yok edilmesi gerekmektedir.

Bunun için bu emisyonların katalitik etki altında ya oluşmasına engel olmak ya da oluştuktan sonra zehirsiz hallere getirmek gerekmektedir. Benzinli motorlarda kullanılan katalitik konvektörler zararlı egzoz emisyonlarını %90 oranında temizleyebilmektedirler.

Avrupa Topluluğu'nda 01.01.1993 tarihinden itibaren EURO 93 Egzoz Emisyon Standartlarının uygulanması zorunlu kılınmış ve bu standartların sağlanmasını mümkün kılan katalitik konvektör uygulamasına geçilmiştir. Bu bağlamda, motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz emisyonlarının dahilinde azaltılmasının hedeflendiği ülkemizde, Otomotiv Sanayi Derneği ve Çevre Bakanlığı arasında imzalanan protokol gereği 1995 yılından itibaren katalitik konvektörlü araç üretimine geçilecektir.

Uygulama öncelikle 1800 cc ve üstü motor hacimli otomobillerden başlayacak, yıllar itibariyle diğer küçük motor hacimli otomobillerin de uygulamaya katılmasıyla, katalitik konvektörlü araç üretimi 2000 yılında tamamlanacaktır.

Halen kurşunlu benzinlerin yoğun olarak kullanıldığı ülkemizde hava kirliliği daha tehlikeli boyutlardadır. Benzinle çalışan motorların egzoz gazında oluşan kurşun bileşikleri; doku, kan dolaşımı ve sinir sisteminde tahribat yaratmaktadır. Kurşun emisyonlarının çevre kirliliğine katkısını azaltmak üzere kurşunsuz benzin kullanımının yaygınlaştırılması, motorların kurşunsuz benzin kullanımına göre teçhiz edilmesi büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde Temmuz 1993 tarihi itibariyle tüm benzinli otomobiller kurşunsuz benzin kullanımına göre teçhiz edilmişlerdir.

Motorlu araçlardan kaynaklanan egzoz emisyonlarının ortaya çıkışında, taşıtın üretim teknolojisi, bakım-servis hizmetlerindeki hata ve noksanlığın büyük önem taşıdığı bir gerçektir. Otomotiv emisyon kontrol teknolojileri uygulanmadan trafiğe çıkmış motorlu taşıtların, uygulananlara göre 20 kat daha fazla kirlilik yarattığı, ayrıca gerekli bakım ve servisten yoksun bulunması halinde de, bu düzeydeki kirliliğin 2-3 kat daha artabildiği bilimsel araştırmalarla saptanmış bir gerçektir.

2.8.2. Dizel Motorların Çevre ve İnsan Sağlığına Etkileri

Dizel motorların çalışma prensibi benzinli motorlardan farklıdır. Bu motorlarda yakıt sıkıştırılmış ve sıcaklığı yükselmiş havanın içine püskürtülür ve böylece kendiliğinden ateşlenmesi sağlanır. Dizel motorları, yarı yükte (örneğin kent içi faaliyetinde) daha az yakıt harcamakta; bunun sonucunda daha az karbonmonoksit, azot oksitler ve hidrokarbonlar açığa çıkmaktadır.

Dizel motorlardan kaynaklanan zararlı emisyonların başında mutojenik ve kanserojenik etkiye sahip olan katı parçacıklar(partiküller) gelmektedir. Dizel motorlar benzinlilerle karşılaştırıldığında CO ve HC emisyonlarını daha az içermesine rağmen, dizel araçlarda SO₂ ve NO_x emisyonları daha fazladır.

Dizel motorlardan yayılan partikül maddeleri ince ve hafifi parçacıklar olduklarından, bunların çevre üzerindeki etkileri önemlidir. Bu parçacıkların yüzey alanları geniş olduğu için güneş ışığını daha fazla absorblayabilmekte, böylece görünürlük azalmaktadır.

Dizel araçlarda NO_x seviyesinin daha yüksek olması nedeniyle dizel emisyonların fotokimyasal oksitleme veya dumana katkısı fazla olmaktadır. Dizel motorlarda çalışma koşullarına göre; siyah, gri-beyaz, mavi olmak üzere üç tür duman yayılır. Siyah duman tam yanmamış yakıt zerrecilerinin meydana getirdiği bir aerosoldür. Yanma odasına normalden fazla yakıt sevk edilmesi sonucunda oluşur. Gri-beyaz duman, tam yanma artığı maddelerin meydana getirdiği nem oranı yüksek bir aerosoldür. Mavi duman ise yanmamış yakıt ve yağ karışımı olup motorun bakıma ihtiyacı olduğunu gösterir.

Ayrıca dizel araçlar benzinli olanlardan daha gürültülü ve kullandıkları yakıt sebebiyle daha fazla kokuludur. Ancak gürültü seviyesi, araçlara susturucu takılması ile, kokulu özellikleri ise yakıt bileşiminin değiştirilmesi ile giderilebilmektedir.

BÖLÜM 3

3.1 ADAPAZARI TAŞIT ENVANTERİ HAZIRLANMASINDA İZLENEN METODOLOJİ

Adapazarı'nda şehir içi taşıtların egzoz emisyon envanterlerinin hazırlanması için gerekli olan ve kullanılan verilerin açıklanması bu bölümde yapılacaktır.

Bu araştırma sırasında, emisyon miktarlarına bizi ulaştırması açısından öncelikle taşıtların model, marka, motor hacmi, ağırlık, beygir gücü ve yakıt türü gibi özelliklerine ihtiyacımız olacaktı. Bu özellikleri araçların ruhsat bilgilerinden bulunan bilgilerden oluşmaktaydı. Taksilerin ruhsat bilgilerine ulaşabileceğimiz yer geçmiş yıllarda yapılan bitirme ve tasarım çalışmalarıydı.

Emniyet Kayıtlarına Göre Araç Sayıları						
	OTOMOBİL		KAMYONET		DOBLO	
	Benzinli	Dizel	Benzinli	Dizel	Benzinli	Dizel
<i>Pre euro</i>	152	3	4	30	6	28
<i>Euro1</i>	52	11		28		77
<i>Euro3</i>	28		2		112	
	232	14	6	58	118	105
<i>toplam araç</i>	246		64		223	

Tablo 3.1 Emniyet Kayıtlarına Göre Araç Dağılımı

Adapazarı'nın en yoğun kirliliğe neden olan kavşaklarında ölçümler yapılmıştır. Ölçüm yapılan kavşaklar ise; Atatürk Lisesi Kavşağı, Yeni Cami Kavşağı, Vagon Yolu Kavşağı, Eski Valilik Önü dür.

Ölçümler yaklaşık yirmi kişilik grup tarafından, 07:00 ile 21:00 arasında ve haftanın trafiği oldukça yakın sonuçlar verebilecek bir gününde, 3 saatlik nöbetleşme esasına dayanarak yapılmıştır.

Seçilen dört cadde de yapılan araç sayımı sonucu bu caddelerde, trafikteki aktif araçların sınıflandırmasına bakıldığında Emniyet Müdürlüğü ve buradan alınan bilgilerle yapılan örnekleme göre ortaya çıkan taşıt oranlarından farklı sonuçlar elde edilmiştir. Sayım sonucu ortaya çıkan oranlara göre, trafikte aktif olarak

seyreden araçların %50-55'i otomobil, %25-30'i kamyon-kamyonet, %5'i motorsiklet, %5-10'u minübüs-otobüstür. Bu oranlar kayıtlı araçlar ile trafikte aktif olarak bulunan araçların farklı oranlarda olduğunu dolayısı ile aktif trafik bilgilerine göre yapılan çalışmalarla emisyon oranlarının hesaplanmasının daha gerçekçi sonuçlar ortaya çıkardığını göstermektedir.

Ölçüm sonuçları ve geçmiş yıllardaki çalışmalar değerlendirilerek Adapazarı merkezdeki taşıt envanteri hazırlanması ve taşıtların caddeler arasında çizgisel kaynaklı emisyon hesaplamaları aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

$$\text{Emisyon} = \text{Faktör} \times \text{Aktivite}$$

Emisyon faktörü genellikle sektör kaynaklı ölçü birimlerinden türetilmiştir. Örneğin; Aracın km başına ürettiği emisyonun ton birimindeki miktarıdır. Yada bir Elektrik Santralinin bir ton kömür yakmasından dolayı yaydığı emisyon miktarının toplamıdır.

Aktiviteler ise gerek duyulduğu anda gerekli yerlerde ölçümler yapılarak bunların istatistik haline getirilmesi sağlanır ya da devletin İstatistik Kurumlarından yararlanılır. Bu çalışmada Adapazarı merkezinde kirliliğin yoğun olduğu bölgelerde ölçümler yapılmış ve caddelerin taşıt kilometreleri çıkarılmıştır ve otomobillerin emisyonları hesaplanmıştır.

3.2 EMİSYON FAKTÖRLERİ

Otomobiller için hıza bağlı Emisyon Faktörü (EF) hesabı aşağıdaki formül ve tablodaki değerlerin kullanımıyla hesaplanmıştır. [1]

Benzinli Otomobiller için EF Hesabı;

$$\text{EF} = (a + c \times V + e \times V^2) / (1 + b \times V + d \times V^2)$$

Pollutant	Emission Standard	Engine capacity	Speed Range (km/h)	R ²	a	b	c	d	e
CO	Euro 1	All capacities	10-130	0.87	1.12E+01	1.29E-01	-1.02E-01	-9.47E-04	6.77E-0
	Euro 2	All capacities	10-130	0.97	6.05E+01	3.50E+00	1.52E-01	-2.52E-02	-1.68E-1
	Euro 3	All capacities	10-130	0.97	7.17E+01	3.54E+01	1.14E+01	-2.48E-01	
	Euro 4	All capacities	10-130	0.93	1.36E-01	-1.41E-02	-8.91E-04	4.99E-05	
HC	Euro 1	All capacities	10-130	0.82	1.35E+00	1.78E-01	-6.77E-03	-1.27E-03	
	Euro 2	All capacities	10-130	0.95	4.11E+06	1.66E+06	-1.45E+04	-1.03E+04	
	Euro 3	All capacities	10-130	0.88	5.57E-02	3.65E-02	-1.10E-03	-1.88E-04	1.25E-0
	Euro 4	All capacities	10-130	0.10	1.18E-02		-3.47E-05		8.84E-0
NO _x	Euro 1	All capacities	10-130	0.86	5.25E-01		-1.00E-02		9.36E-0
	Euro 2	All capacities	10-130	0.52	2.84E-01	-2.34E-02	-8.69E-03	4.43E-04	1.14E-0
	Euro 3	All capacities	10-130	0.80	9.29E-02	-1.22E-02	-1.49E-03	3.97E-05	6.53E-0
	Euro 4	All capacities	10-130	0.71	1.06E-01		-1.58E-03		7.10E-0

Tablo 3.2 Benzinli Otomobil için EF Hesap Katsayıları [2]

Dizel Otomobil için EF hesabı;

$$EF = (a + c \times V + e \times V^2) / (1 + b \times V + d \times V^2) + f/V$$

Pollutant	Emission Standard	Engine capacity	Speed Range (km/h)	R ²	a	b	c	d	e	f
CO	Euro 1	All capacities	10-130	0.94	9.96E-01		-1.88E-02		1.09E-04	
	Euro 2	All capacities	10-130	0.91	9.00E-01		-1.74E-02		8.77E-05	
	Euro 3	All capacities	10-130	0.95	1.69E-01		-2.92E-03		1.25E-05	1.10E+00
	Euro 4	All capacities	10-130		See table footnote					
HC	Euro 1	<2.0	10-130	0.93	1.42E-01	1.38E-02	-2.01E-03	-1.90E-05	1.15E-05	
		>2.0	10-130	0.98	1.59E-01		-2.46E-03		1.21E-05	
	Euro 2	<2.0	10-130	0.99	1.61E-01	7.46E-02	-1.21E-03	-3.35E-04	3.63E-06	
		>2.0	10-130	0.98	5.01E+04	3.80E+04	8.03E+03	1.15E+03	-2.66E+01	
	Euro 3	<2.0	10-130	0.99	9.65E-02	1.03E-01	-2.38E-04	-7.24E-05	1.93E-06	
		>2.0	10-130	0.54	9.12E-02		-1.68E-03		8.94E-06	
	Euro 4	All capacities	10-130		3.47E-02	2.69E-02	-6.41E-04	1.59E-03	1.12E-05	0
	NO _x	Euro 1	All capacities	10-130	0.96	3.10E+00	1.41E-01	-6.18E-03	-5.03E-04	4.22E-04
Euro 2		All capacities	10-130	0.94	2.40E+00	7.67E-02	-1.16E-02	-5.00E-04	1.20E-04	
Euro 3		All capacities	10-130	0.92	2.82E+00	1.98E-01	6.69E-02	-1.43E-03	-4.63E-04	
Euro 4		All capacities	10-130		1.11E+00		-2.02E-02		1.48E-04	0
PM	Euro 1	All capacities	10-130	0.70	1.14E-01		-2.33E-03		2.26E-05	
	Euro 2	All capacities	10-130	0.71	8.66E-02		-1.42E-03		1.06E-05	
	Euro 3	All capacities	10-130	0.81	5.15E-02		-8.80E-04		8.12E-06	
	Euro 4	All capacities	10-130		4.50E-02		-5.39E-04		3.48E-06	

Tablo 3.3 Dizel Otomobil için EF Hesap Katsayıları [2]

Tablolardaki katsayılar formüllerde yerlerine konularak EF değerleri hesaplanmıştır.

Otomobil İçin EF TABLOSU									
EF (g/km)	Benzinli				Dizel				
	Pre Euro	Euro 1	Euro 2	Euro 3	EF (g/km)	Pre Euro	Euro 1	Euro 2	Euro 3
CO	5,76	2,5	0,88	0,49	CO	0,59	0,59	0,52	0,15
Nox	1,57	0,33	1,2	0,08	Nox	0,76	0,76	0,84	0,83
HC	0,25	0,25	0,1	0,02	HC				
PM					PM	0,07	0,07	0,05	0,02

Tablo 3.4 Otomobil için EF Tablosu

Pollutant	Vehicle Class	Speed Range [km/h]	Emission Factor [g/km]	R ²
CO	Conventional	10-110	$0.01104V^2 - 1.5132V + 57.789$	0.732
	Euro 1	10-120	$0.0037V^2 - 0.5215V + 19.127$	0.394
NO _x	Conventional	10-110	$0.0179V + 1.9547$	0.142
	Euro 1	10-120	$7.55E-05V^2 - 0.009V + 0.666$	0.0141
VOC	Conventional	10-110	$67.7E-05V^2 - 0.117V + 5.4734$	0.771
	Euro 1	10-120	$5.77E-05V^2 - 0.01047V + 0.5462$	0.358

Tablo3.5 Benzinli Kamyonet için Hıza Bağlı EF Hesap Tablosu [2]

Pollutant	Vehicle Class	Speed Range [km/h]	Emission Factor [g/km]	R ²
CO	Conventional	10-110	$20E-05V^2 - 0.0256V + 1.8281$	0.136
	Euro 1	10-110	$22.3E-05V^2 - 0.026V + 1.076$	0.301
NO _x	Conventional	10-110	$81.6E-05V^2 - 0.1189V + 5.1234$	0.402
	Euro 1	10-110	$24.1E-05V^2 - 0.03181V + 2.0247$	0.0723
VOC	Conventional	10-110	$1.75E-05V^2 - 0.00284V + 0.2162$	0.0373
	Euro 1	10-110	$1.75E-05V^2 - 0.00284V + 0.2162$	0.0373
PM	Conventional	10-110	$1.25E-05V^2 - 0.000577V + 0.288$	0.0230
	Euro 1	10-110	$4.5E-05V^2 - 0.004885V + 0.1932$	0.224

Tablo 3.6 Dizel Kamyonet için Hıza Bağlı EF Hesap Tablosu [2]

Şehir içindeki araçların ortalama hızları 25 km/sa alınmış ve buna göre aşağıdaki emisyon faktörleri belirlenmiştir.

Kamyonet İçin EF TABLOSU									
	Benzinli					Dizel			
EF (g/km)	Pre Euro	Euro 1	Euro 2	Euro 3	EF (g/km)	Pre Euro	Euro 1	Euro 2	Euro 3
CO	67	4,93	3,73	3,9	CO	6	4,93	1	0,64
NOx				0,18	NOx				0,5
HC+ NO _x	20,5	1,36	0,6		HC+ NO _x				0,56
HC				0,25	HC	0,14	0,14	0,08	0,05
PM					PM		0,97	0,8	

Tablo 3.7 Kamyonet için EF Tablosu

Doblo İçin EF (g/km)Tablosu					
		CO	NOX	HC	PM
BENZİNLİ	Pre Euro	22,33	1,95	5,47	
	Euro 3	10,17	0,66	0,55	
DİZEL	Pre Euro	1,24	1,07	0,21	0,28
	Euro 1	0,64	2,02	0,21	0,19

Tablo 3.8 Doblo için EF Tablosu

3.3 ADAPAZARI MERKEZDEKİ TAŞITLARIN EMİSYON HESAPLARI

Sayım yapılan caddeler aşağıdaki Resim 1 de gösterilmiştir.

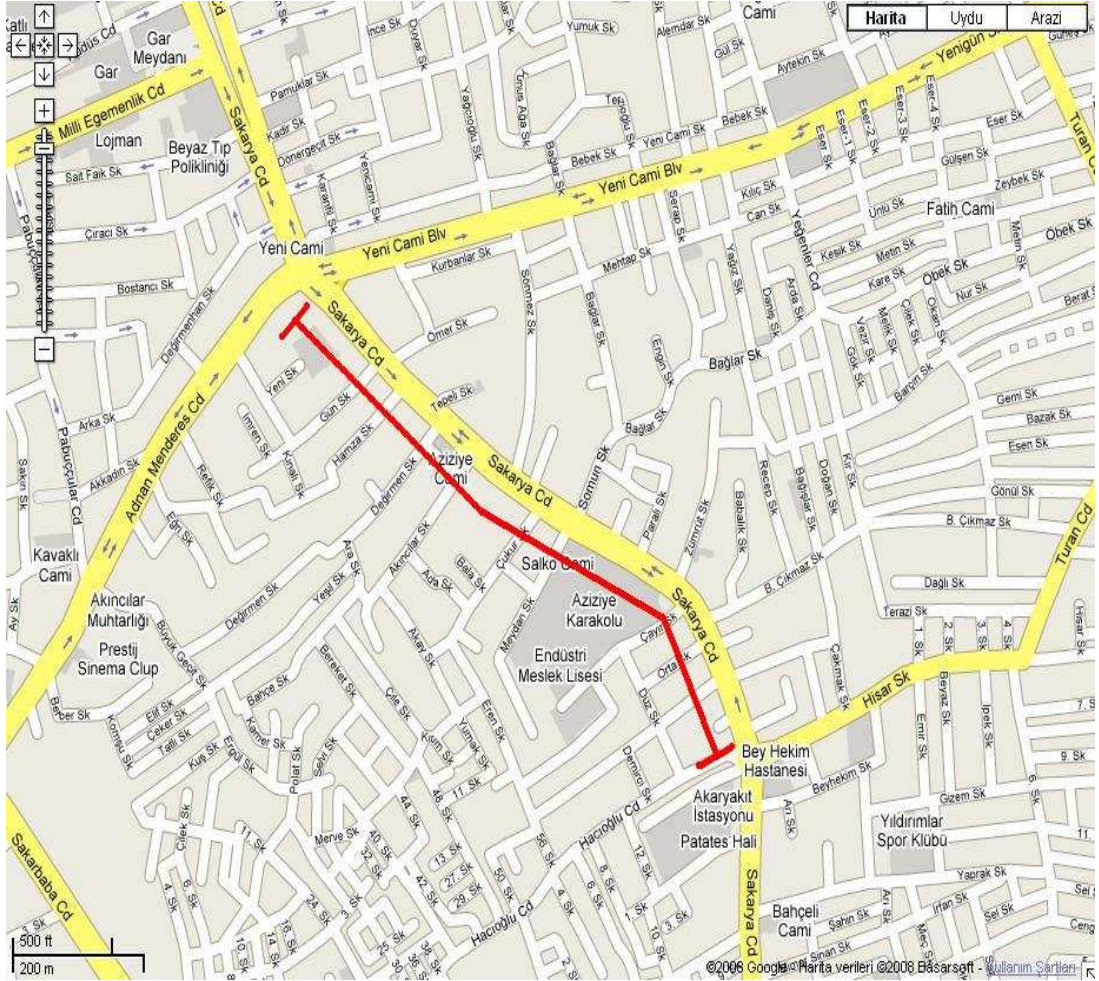
- Sakarya Caddesi
- Atatürk Bulvarı
- Adnan Menderes Caddesi
- Sedat Kırtepe Caddesi



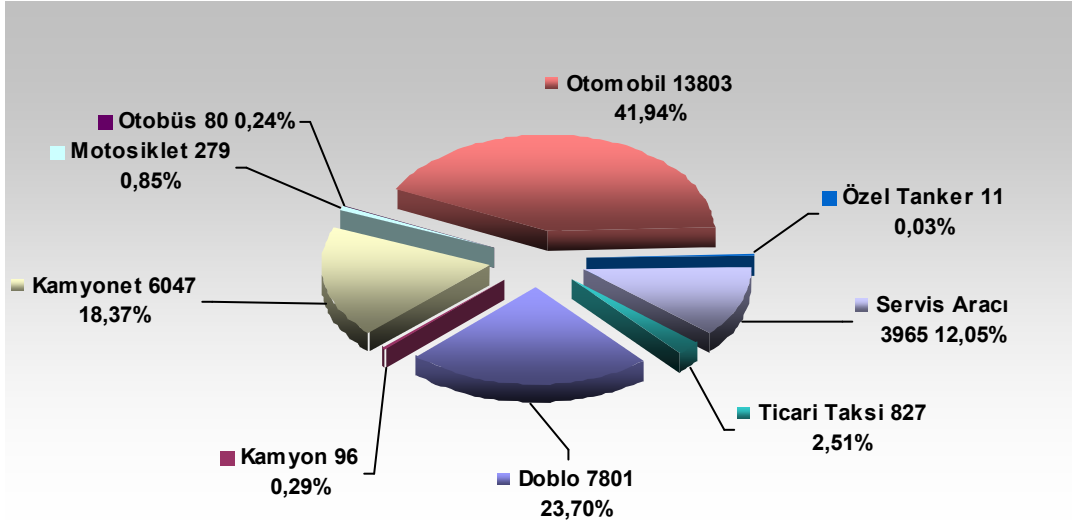
Resim 3.1. Adapazarı Merkez de Sayım Yapılan Caddelerin Uydu Görüntüsü

3.3.1 SAKARYA CADDESİ

Sakarya Caddesi Yeni Camiden sonra 1 km olarak alınmış ve hesaplar buna göre yapılmıştır.

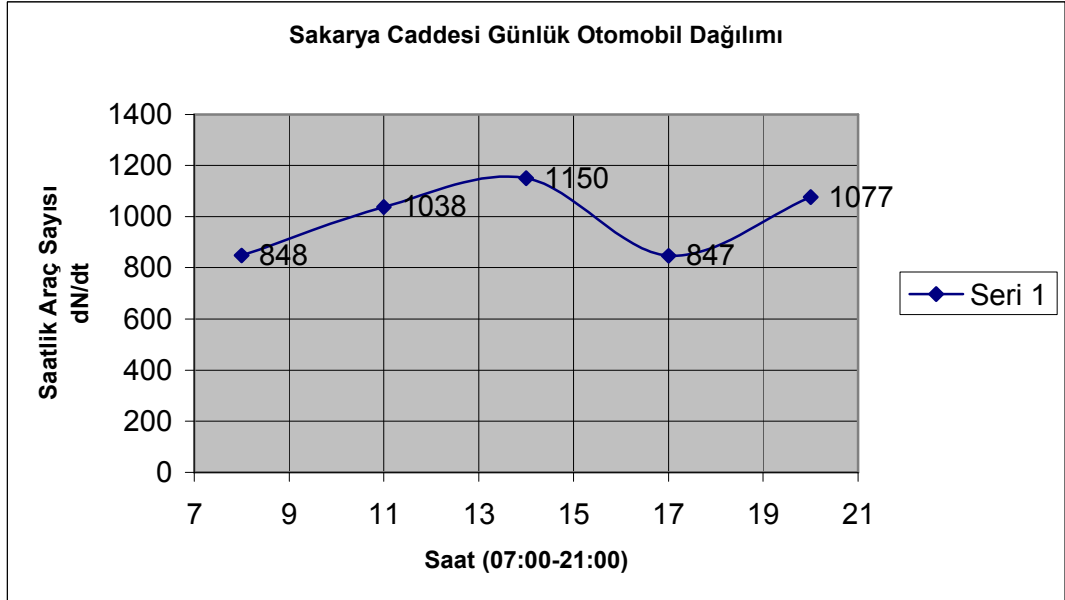


Resim 3.2 Sakarya Caddesi Uydu Görüntüsü

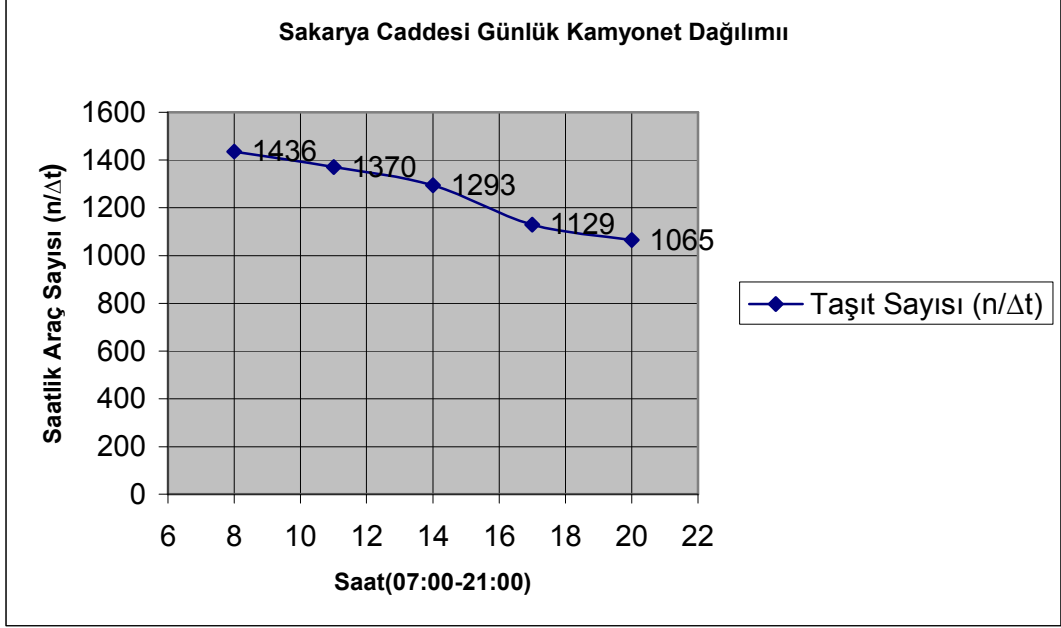


Şekil 3.1 Yeni Cami Kavşağı Taşıt Oranları

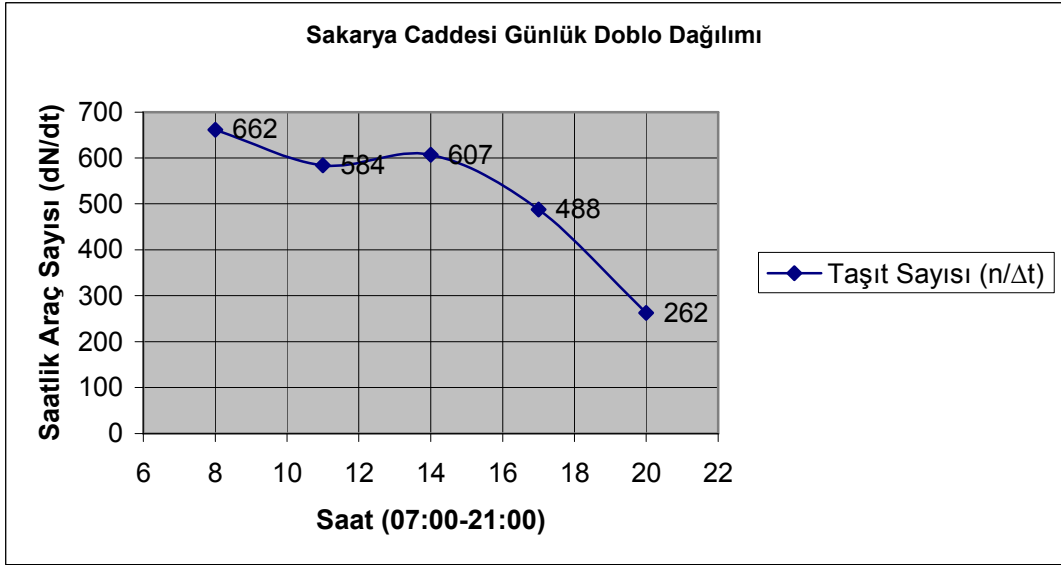
Adapazarında trafikte yoğunluğu fazla olan otomobil, kamyonet ve doblo araç sınıflarının hesapları yapılmıştır. Birinci Dönem Sakarya Caddesinde yapılan sayımlara göre günlük araç dağılım grafikleri aşağıdaki gibidir.



Grafik 3.1 Sakarya Caddesi Günlük Otomobil Dağılım Grafiği



Grafik 3.2 Sakarya Caddesi Günlük Kamyonet Dağılım Grafiği



Grafik 3.3 Sakarya Caddesi Günlük Doblo Dağılım Grafiği

Sakarya Caddesinde 2.Nisan.2008 Çarşamba günü saat 19:00-19:30 arasında yarım saatlik çekim yapılmıştır. Araçların Euro sınıfları Emniyetten alınan kayıtların yüzdelere göre hesaplanmıştır.

Sakarya Caddesi			
Benzinli	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	361	123	67
Kamyonet	10		5
Doblo	17		9
Dizel	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	7	26	
Kamyonet	77	72	
Doblo	128	119	

Tablo 3.9 Sakarya Caddesi Yarım Saatlik Çekim Sonuçlarına Göre Araç Dağılımı (19:00-19:30)

Yapılan yarım saatlik çekimlerin sonuçları, yukarıdaki grafikte gösterilen araç yoğunlukları kullanılarak bütün güne uyarlanıp günlük araç sayısı hesaplanmıştır.

Sakarya Caddesi			
Benzinli	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	6697	2290	1234
Kamyonet	261		130
Doblo	84		1564
Dizel	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	132	485	
Kamyonet	1952	1822	
Doblo	391	1075	

Tablo 3.10 Sakarya Caddesi Günlük Araç sayısı

Emisyon Hesap Metodu:

Gün boyu geçen otomobil sayısı = **10838** (07:00 – 21:00 arası)

- Taşıt kilometresi: **10838 × 1 = 10838 km** dir.
- Tüm Otomobiller (**Pre Euro, Euro 1, Euro 3**)

Emisyon faktörü hesaplanırken araçların hızı, şehir içi hız limiti olan 25 km/sa olarak alınmıştır.

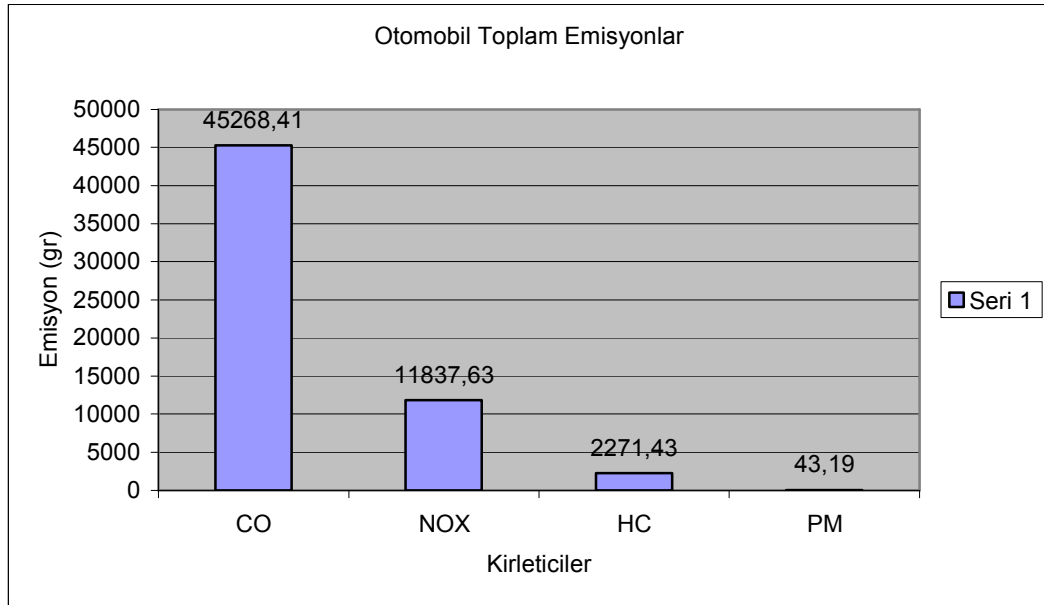
- **Emisyon = Faktör × Aktivite**
- **PRE-EURO** (%63=6697);
- **Pre-Euro Taşıt kilometresi=6697 × 1 km = 6697 km**
- $NO_x = 1,57 \frac{g.NO_x}{km} \times 6697 km = 10514,29 g.NO_x$
- $CO = 5,76 \frac{g.CO}{km} \times 6697 km = 38574,72 g.CO$
- $HC = 0,25 \frac{g.HC}{km} \times 6697 km = 1674,25 g.HC$

***Pre Euro, Euro 1, Euro 3 aynı şekilde diğer araç sınıfları içinde hesaplanıp, toplam emisyonları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.**

3.3.1.1 Sakarya Caddesi Emisyon Hesabı

			Sakarya Caddesi Toplam Emisyon Tablosu(gr)			
			CO	NO _x	HC	PM
OTOMOBİL	BENZİNLİ	Pre Euro	38574,72	10514,29	1674,25	0
		Euro 1	5725	755,7	572,5	0
		Euro 3	604,66	98,72	24,68	0
	DİZEL	Pre Euro	77,88	100,32	0	9,24
		Euro 1	286,15	368,6	0	33,95
	Toplam			45268,41	11837,63	2271,43

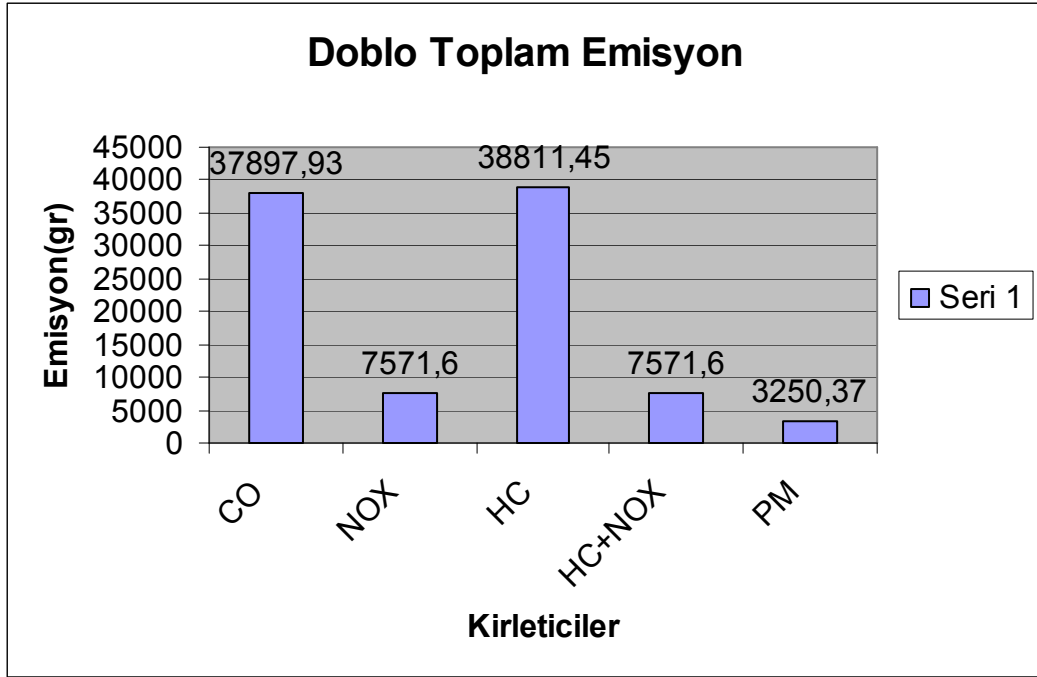
Tablo 3.11 Sakarya Caddesi Otomobilden Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları



Grafik 3.4 Sakarya Caddesinde Otomobillerden Kaynaklanan Emisyonlar

			Sakarya Caddesi Toplam Emisyon Tablosu(gr)					
			CO	NO _x	HC	HC+NO _x	PM	
DOBLO	BENZİNLİ	Pre Euro	3729,11	325,65	913,49	0	0	
		Euro 2	0	0	3729,11	325,65	913,49	
		Euro 3	31821,9	2065,14	0	0	0	
	DİZEL	Pre Euro	970,92	837,81	0	0	0	
		Euro 1	1376	4343	31821,93	2065,14	1720,95	
		Euro 2	0	0	970,92	837,81	164,43	
		Euro 3	0	0	1376	4343	451,5	
	Toplam			37897,93	7571,6	38811,45	7571,6	3250,37

Tablo 3.12 Sakarya Caddesi Doblodan Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları



Grafik 3.5 Sakarya Caddesinde Doblolardan Kaynaklanan Emisyonlar

		Sakarya Caddesi Toplam Emisyon Tablosu(gr)				
		CO	NO _x	HC	HC+NO _x	
KAMYONET	BENZİNLİ	Pre Euro	17487	0	0	5350,5
		Euro 1	0	0	0	0
		Euro 3	507	23,4	32,5	0
	DİZEL	Pre Euro	130784	0	273,28	0
		Euro 3	1165,44	910,5	91,05	1019,76
		Toplam	149943,4	933,9	396,83	6370,26

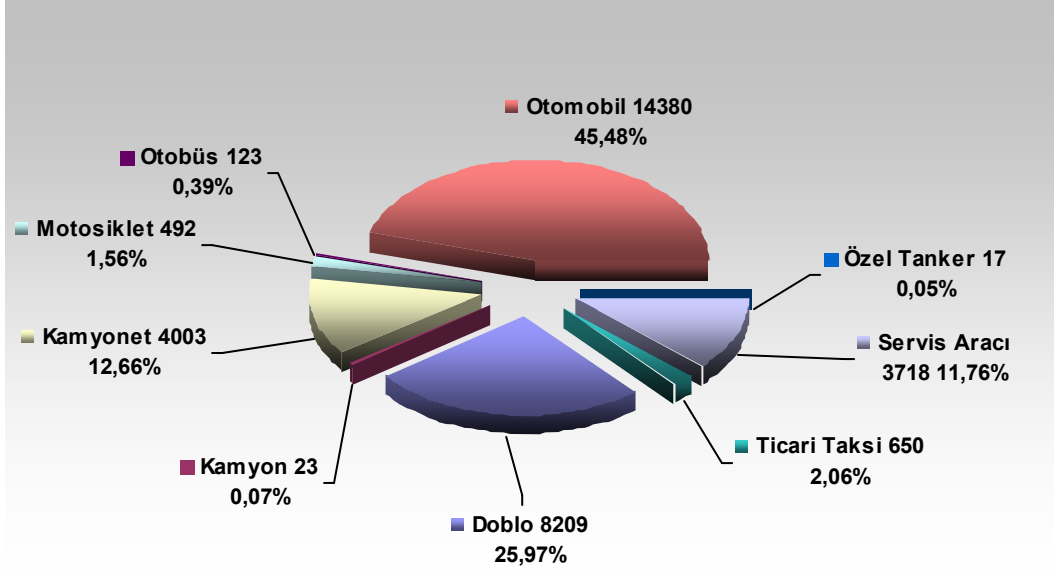
Tablo 3.13 Sakarya Caddesi Kamyonetten Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları

3.3.2 ATATÜRK BULVARI

Atatürk Bulvarı Cadde uzunluğu 1 km olarak alınmış ve hesaplar buna göre yapılmıştır.

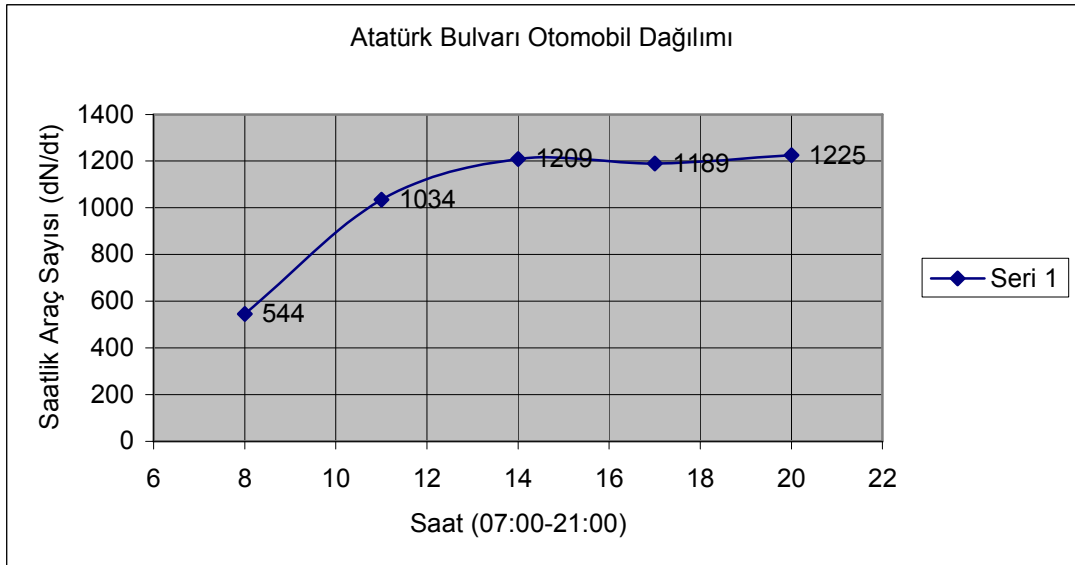


Resim 3.3 Atatürk Bulvarı Uydu Görüntüsü

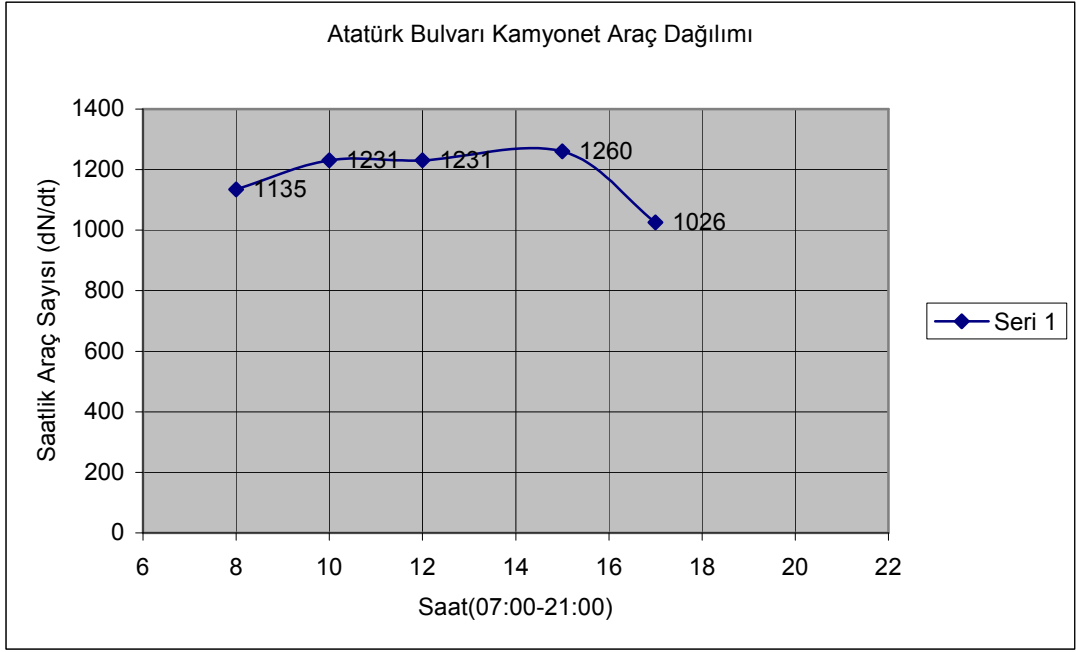


Şekil 3.2 Yeni Cami Kavşağı Taşıt Oranları

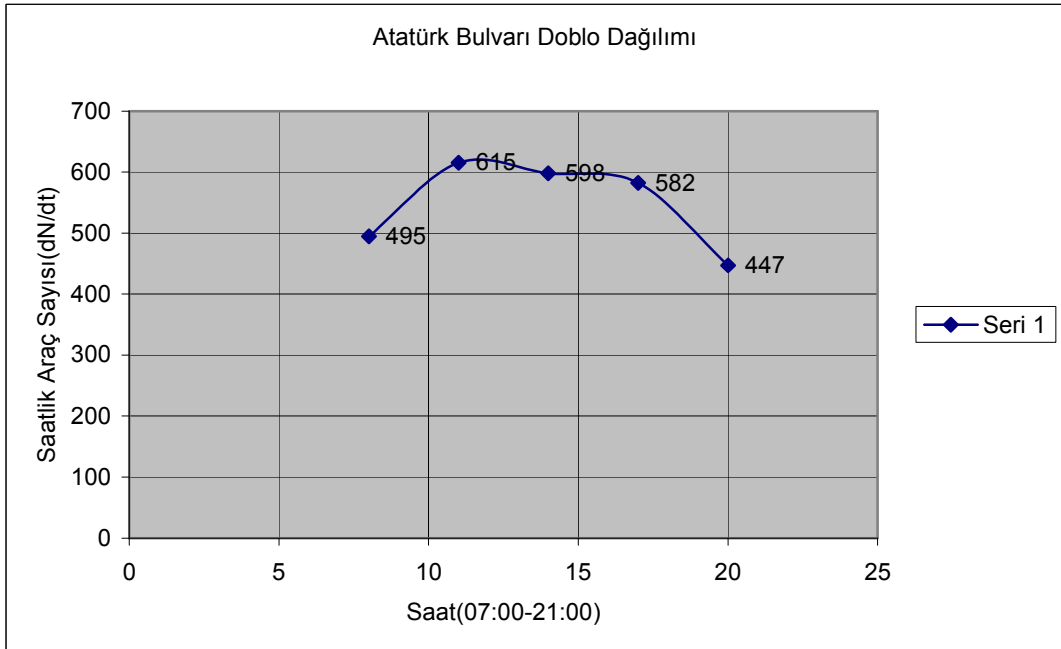
. Birinci Dönem Atatürk Bulvarında yapılan sayımlara göre günlük araç dağılım grafikleri aşağıdaki gibidir.



Grafik 3.6 Atatürk Bulvarı Günlük Otomobil Dağılım Grafiği



Grafik 3.7 Atatürk Bulvarı Günlük Kamyonet Dağılım Grafiği



Grafik 3.8 Atatürk Bulvarı Günlük Doblo Dağılım Grafiği

Atatürk Bulvarı			
Benzinli	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	361	123	67
Kamyonet	10		5
Doblo	7		137
Dizel	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	7	26	
Kamyonet	77	72	
Doblo	35	95	

Tablo 3.14 Atatürk Bulvarı Yarım Saatlik Çekim Sonuçlarına Göre Araç Dağılımı(15:00-15:30)

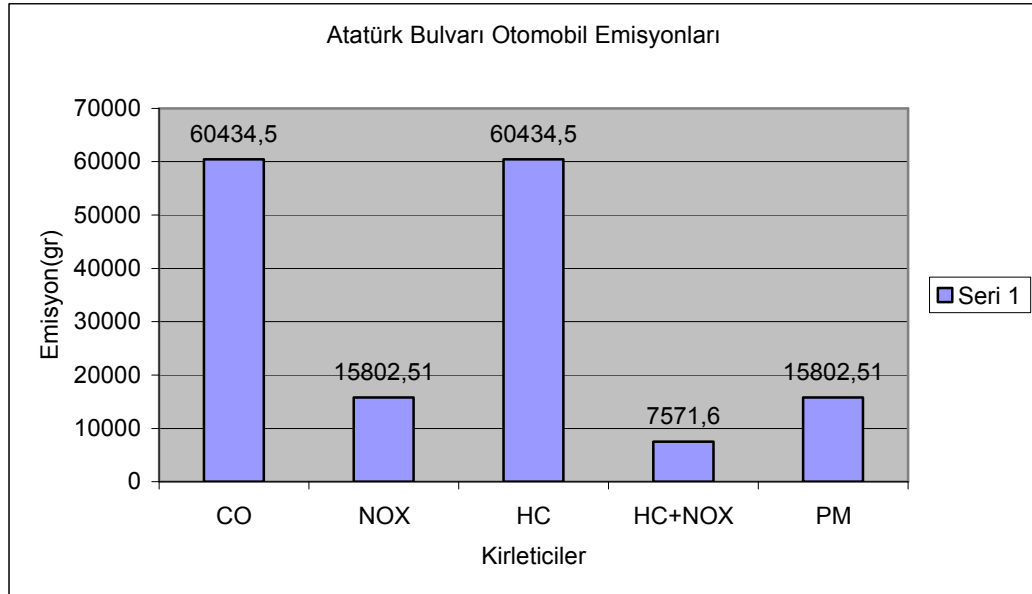
Atatürk Bulvarı			
Benzinli	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	8940	3059	1647
Kamyonet	301		150
Doblo	201		3758
Dizel	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	4164	647	
Kamyonet	2257	2107	
Doblo	939	2584	

Tablo 3.15 Atatürk Bulvarı Günlük Araç sayısı

3.3.2.1 Atatürk Bulvarı Emisyon Hesabı

		Atatürk Bulvarı Toplam Emisyon Tablosu(gr)				
		CO	NO _x	HC	PM	
OTOMOBİL	BENZİNLİ	Pre Euro	51494,4	14035,8	2235	0
		Euro 1	7647,5	1009,47	764,75	0
		Euro 3	807,03	131,76	32,94	0
	DİZEL	Pre Euro	103,84	133,76	0	12,32
		Euro 1	381,73	491,72	0	45,29
	Toplam		60434,5	15802,51	60434,5	15802,51

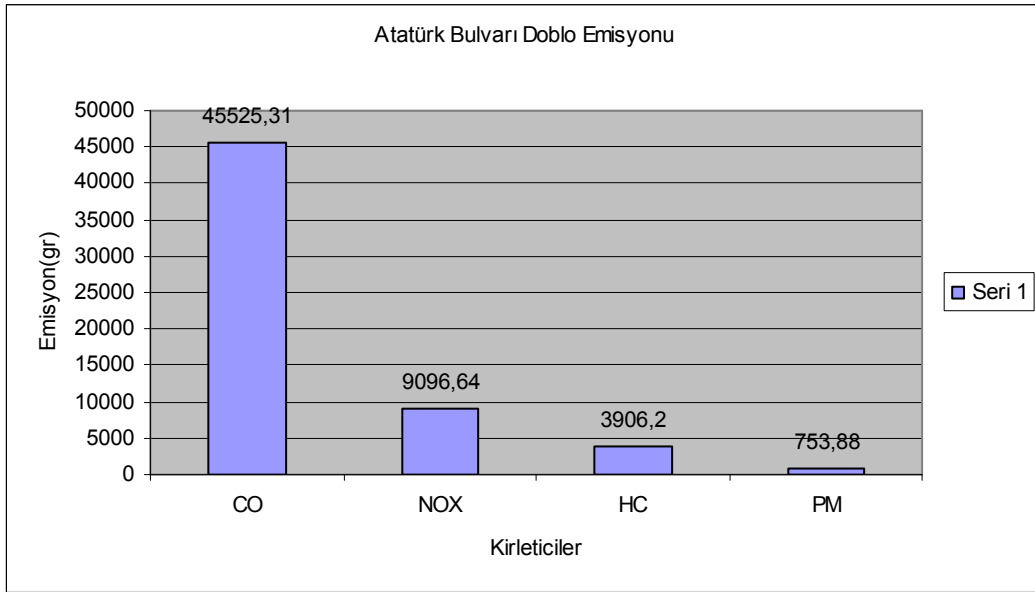
Tablo 3.16 Atatürk Bulvarı Otomobilden Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları



Grafik 3.9 Atatürk Bulvarı Otomobillerden Kaynaklanan Emisyonlar

		Atatürk Bulvarı Toplam Emisyon Tablosu(gr)				
		CO	NO _x	HC	PM	
DOBLO	BENZİNLİ	Pre Euro	4488,33	391,95	1099,47	0
		Euro 2	0	0	0	0
		Euro 3	0	0	0	0
	DİZEL	Pre Euro	38218,86	2480,28	2066,9	0
		Euro 1	1164,36	1004,73	197,19	262,92
			1653,76	5219,68	542,64	490,96
		Toplam	45525,31	9096,64	3906,2	753,88

Tablo 3.17 Atatürk Bulvarı Doblodan Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları



Grafik 3.10 Atatürk Bulvarı da Doblolardan Kaynaklanan Emisyonlar

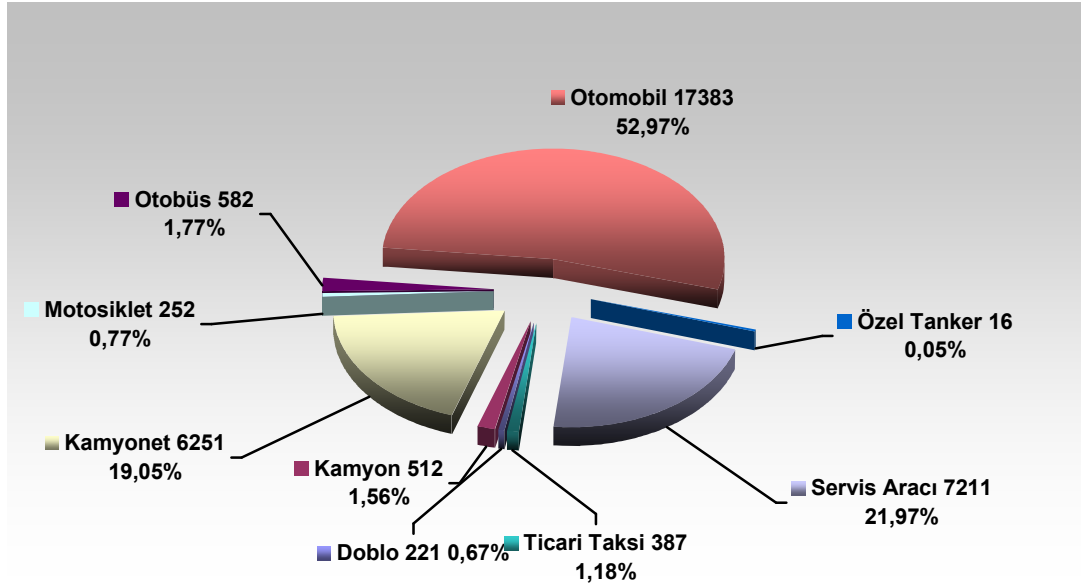
		Atatürk Bulvarı Toplam Emisyon Tablosu(gr)					
		CO	NO _x	HC	HC+NO _x	PM	
KAMYONET	BENZİNLİ	Pre Euro	20167	0	0	6170.5	
		Euro 1	0	0	0	0	
		Euro 3	585	27	37.5	0	
	DİZEL	Pre Euro	151219	0	315.98	0	0
		Euro 1	10387.51	0	294.98	0	2043.79
		Toplam	182358.5	27	648.46	6170.5	2043.79

Tablo 3.18 Atatürk Bulvarı Kamyonetten Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları

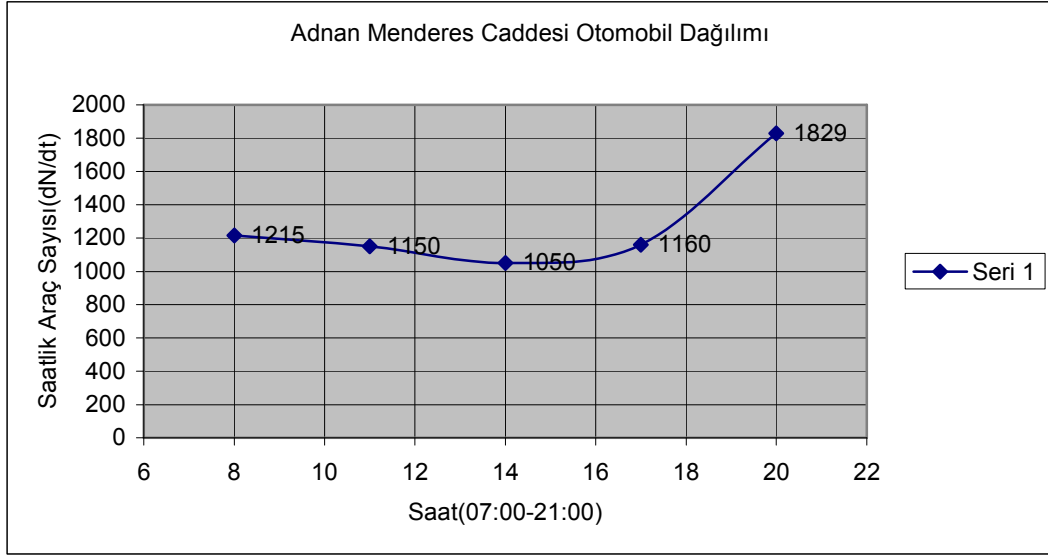
3.3.3 Adnan Menderes Caddesi



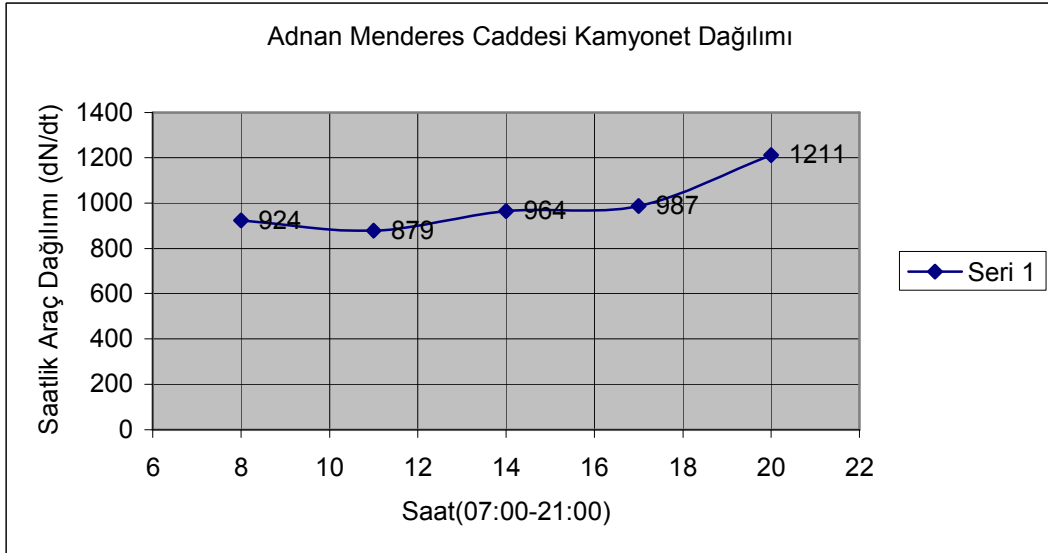
Resim 3.5 Adnan Menderes Caddesi Uydu Görüntüsü



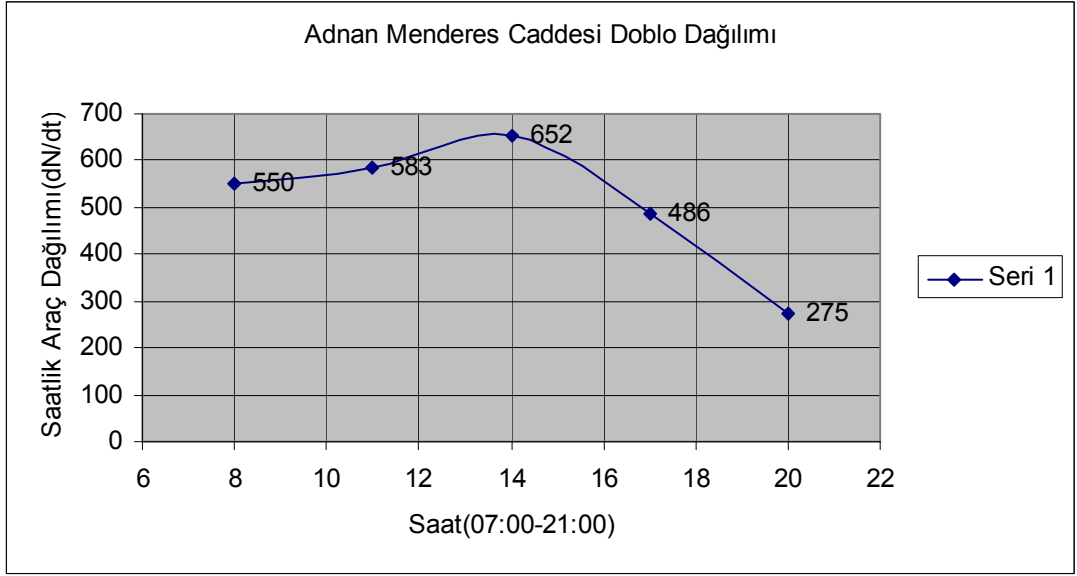
Şekil 3.3 Yeni Cami Kavşağı Taşıt Oranları



Grafik 3.11 Adnan Menderes Günlük Otomobil Dağılım Grafiği



Grafik 3.12 Adnan Menderes Günlük Kamyonet Dağılım Grafiği



Grafik 3.13 Adnan Menderes Günlük Doblo Dağılım Grafiği

Adnan Menderes Caddesi			
Benzinli	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	362	124	67
Kamyonet	8		4
Doblo	5		97
Dizel	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	7	26	
Kamyonet	60	56	
Doblo	24	67	

Tablo 3.19 Adnan Menderes Yarımlık Çekim Sonuçlarına Göre Araç Dağılımı(18:00-18:30)

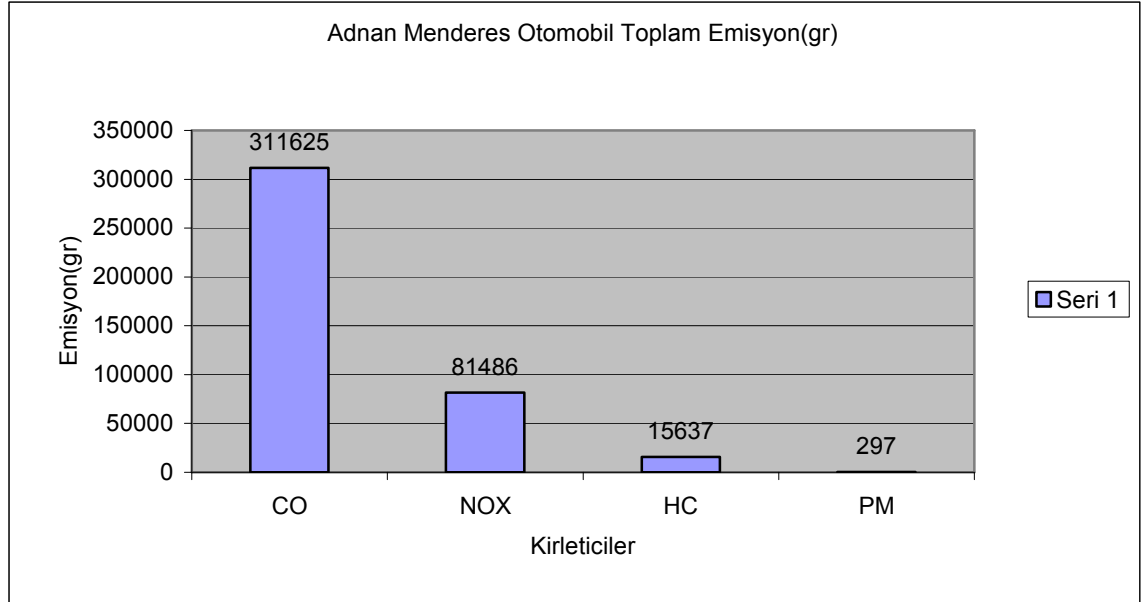
Adnan Menderes Caddesi			
Benzinli	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	9220	3154	1698
Kamyonet	226		113
Doblo	127		2377
Dizel	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	182	667	
Kamyonet	1698	1585	
Doblo	594	1634	

Tablo 3.20 Adnan Menderes Günlük Araç sayısı

3.3.3.1 Adnan Menderes Caddesi Emisyon Hesabı

		Adnan Menderes Toplam Emisyon Tablosu(gr)				
		CO	NO _x	HC	PM	
OTOMOBİL	BENZİNLİ	PreEuro	265536	72377	11525	0
		Euro 1	39425	5204.1	3942.5	0
		Euro 3	4160.1	679.2	169.8	0
	DİZEL	PreEuro	536.9	691.6	0	63.7
		Euro 1	1967.65	2534.6	0	233.45
	Toplam		311625.7	81486.5	15637.3	297.15

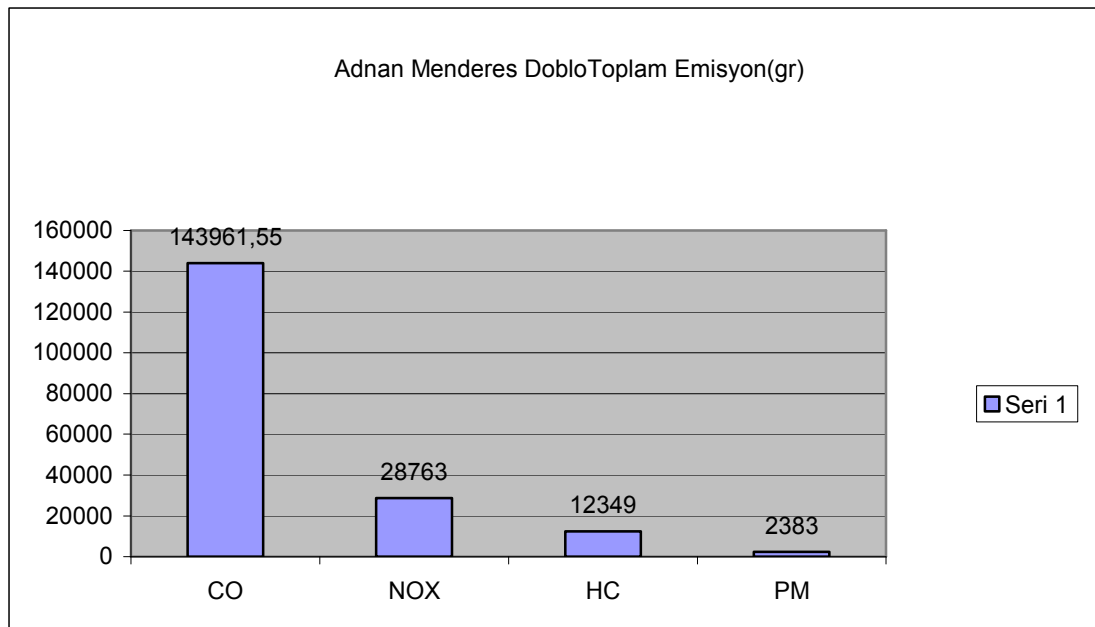
Tablo 3.21 Adnan Menderes Caddesinde Otomobilden Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları



Grafik 3.14 Adnan Menderes Otomobillerden Kaynaklanan Emisyonlar

			Adnan Menderes Toplam Emisyon Tablosu(gr)					
			CO	NO _x	HC	HC+NO _x	PM	
DOBLO	BENZİNLİ	Pre Euro	14179.55	1238.25	3473.45	0	0	
		Euro 1	0	0	0	0	0	
		Euro 3	120870.45	7844.1	6536.75	0	0	
	DİZEL	Pre Euro	3682.8	3177.9	623.7	0	831.6	
		Euro 1	5228.8	16503.4	1715.7	0	1552.3	
		Euro 2	0	0	0	0	0	
		Euro 3	0	0	0	0	0	
	Toplam			143961.6	28763.65	12349.6	0	2383.9

Tablo 3.22 Adnan Menderes Doblodan Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları



Grafik 3.15 Adnan Menderes Doblolardan Kaynaklanan Emisyonlar

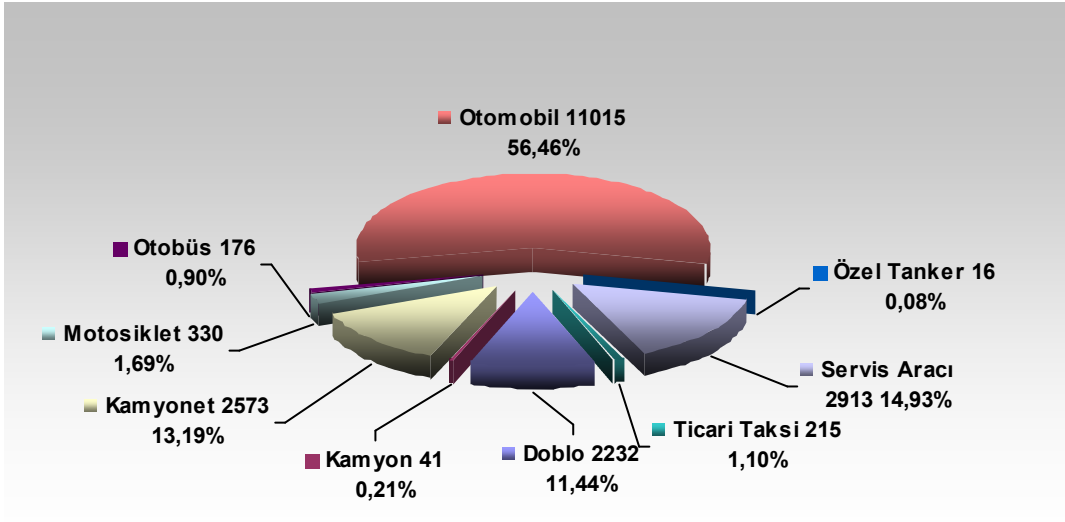
			Adnan Menderes Toplam Emisyon Tablosu(gr)				
			CO	NO _x	HC	HC+NO _x	PM
KAMYONET	BENZİNLİ	Pre Euro	75710	0	0	23165	0
		Euro 1	0	0	0	0	
		Euro 3	2203.5	101.7	141.25	0	0
	DİZEL	Pre Euro	568830	0	1188.6	0	0
		Euro 1	39070.25	0	1109.5	0	7687.25
		Toplam	685813.8	101.7	2439.35	23165	7687.25

Tablo 3.23 Adnan Menderes Kamyonetten Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları

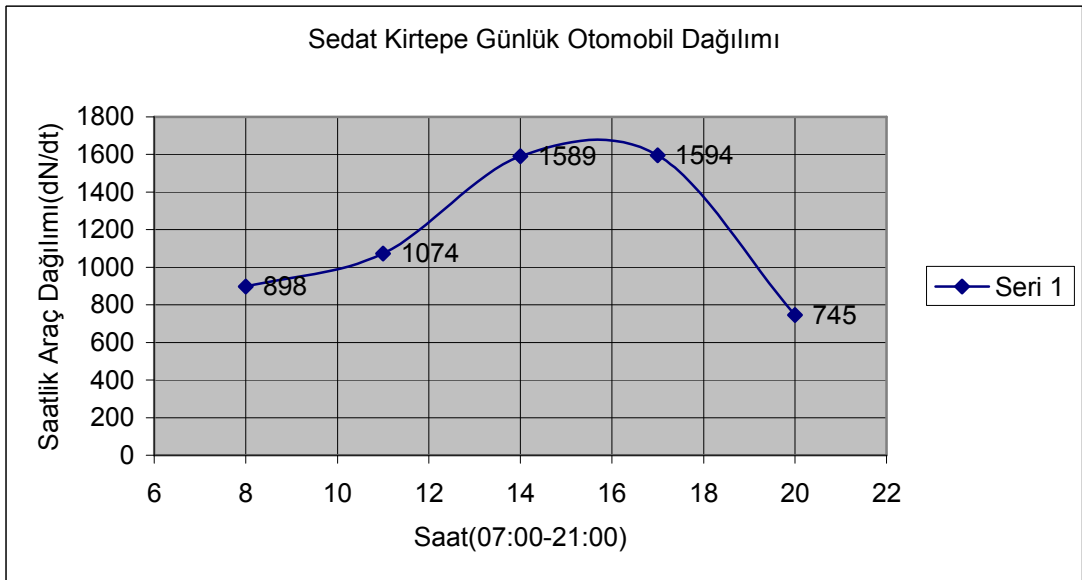
3.3.4 Sedat Kırtepe Caddesi



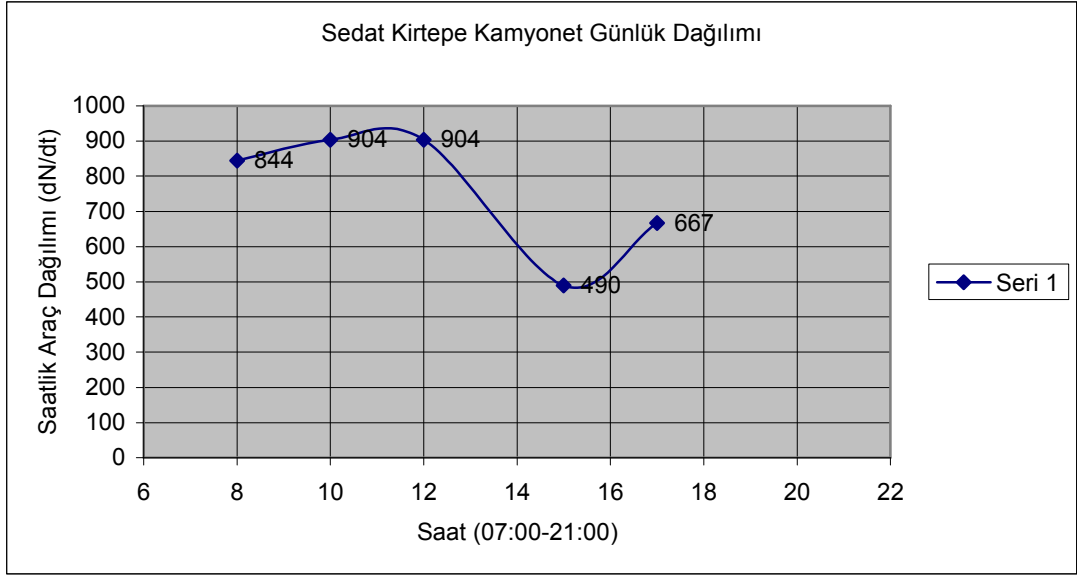
Resim 3.6 Sedat Kırtepe Caddesi Uydu Görüntüsü



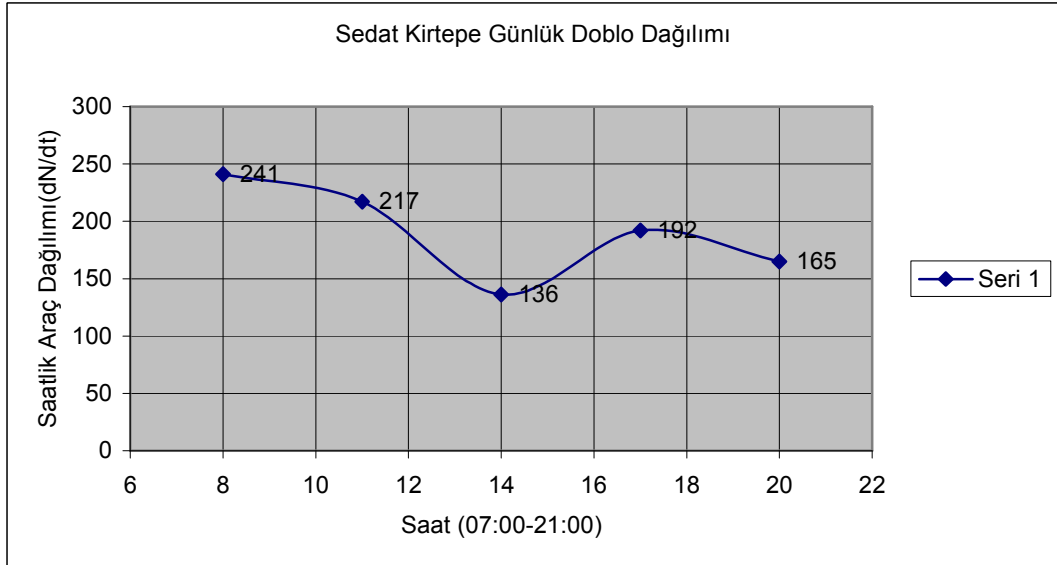
Şekil 3.4 Sedat Kırtepe Kavşağı Taşıt Oranları



Grafik 3.16 Sedat Kırtepe Günlük Otomobil Dağılım Grafiği



Grafik 3.17 Sedat Kirtepe Günlük Kamyonet Dağılım Grafiği



Grafik 3.18 Sedat Kirtepe Günlük Doblo Dağılım Grafiği

Sedat Kirtepe Caddesi			
Benzinli	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	222	76	42
Kamyonet	10		5
Doblo	3		49
Dizel	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	4	16	
Kamyonet	76	72	
Doblo	12	34	

Tablo 3.24 Sedat Kurtepe Yarım Saatlik Çekim Sonuçlarına Göre Araç Dağılımı(14:00-14:30)

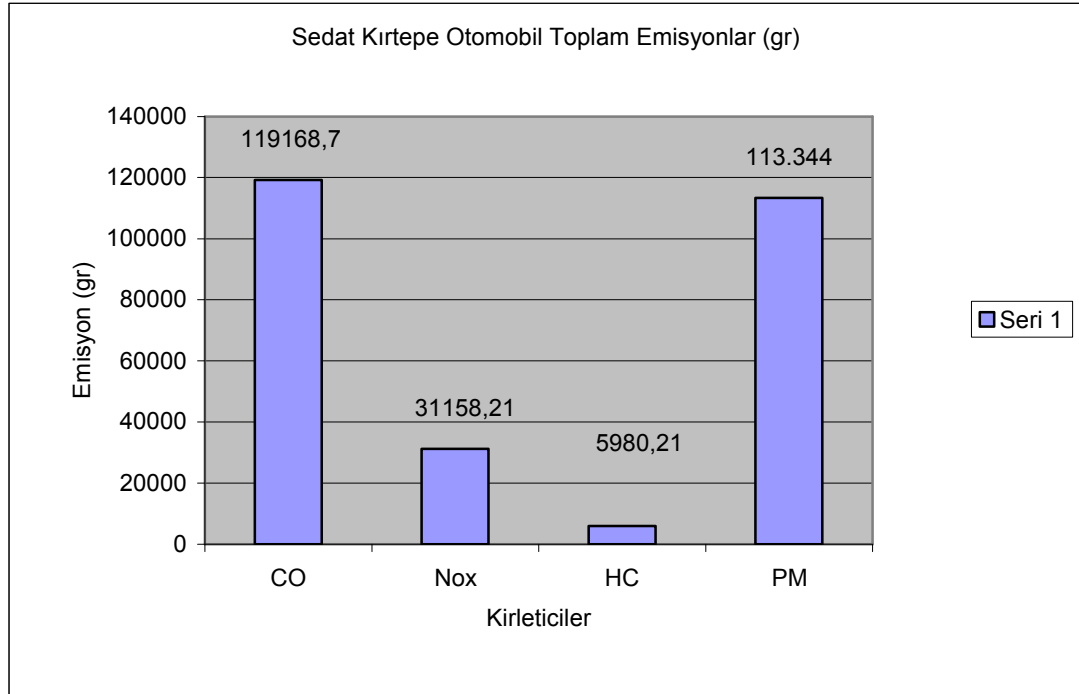
Sedat Kirtepe Caddesi			
Benzinli	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	5509	1885	1015
Kamyonet	285		142
Doblo	77		1440
Dizel	Pre Euro	Euro1	Euro3
Otomobil	108	398	
Kamyonet	2134	1992	
Doblo	360	990	

Tablo 3.25 Sedat Kurtepe Günlük Araç sayısı

3.3.4.1 Sedat Kırtepe Emisyon Hesapları

		Sedat Kırtepe Caddesi Toplam Emisyon Tablosu(gr)				
		CO	NO _x	HC	PM	
OTOMOBİL	BENZİNLİ	PreEuro	101541.9	27677.22	4407.2	0
		Euro 1	15080	1990.56	1508	0
		Euro 3	1591.52	259.84	64.96	0
	DİZEL	PreEuro	203.904	262.656	0	24.192
		Euro 1	751.424	967.936	0	89.152
		Toplam	119168.7	31158.21	5980.16	113.344

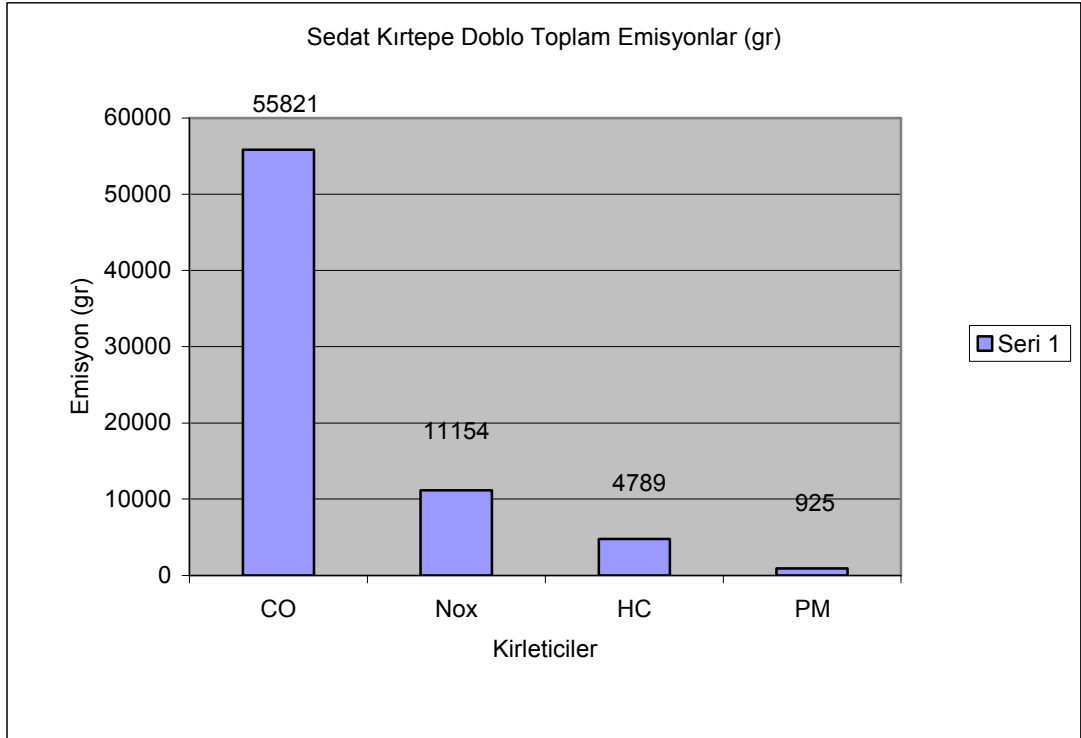
Tablo 3.26 Sedat Kırtepe Caddesinde Otomobilden Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları



Grafik 3.19 Sedat Kırtepe Otomobillerden Kaynaklanan Emisyonlar

		Sedat Kırtepe Caddesi Toplam Emisyon Tablosu(gr)					
		CO	NO _x	HC	HC+NO _x	PM	
DOBLO	BENZİNLİ	Pre Euro	5502.112	480.48	1347.808	0	0
		Euro 1	0	0	0	0	0
		Euro 3	46863.36	3041.28	2534.4	0	0
	DİZEL	Pre Euro	1428.48	1232.64	241.92	0	322.56
		Euro 1	2027.52	6399.36	665.28	0	601.92
		Euro 2	0	0	0	0	0
		Euro 3	0	0	0	0	0
	Toplam		55821.47	11153.76	4789.408	0	924.48

Tablo 3.27 Sedat Kırtepe Doblodan Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları



Grafik 3.20 Sedat Kırtepe Doblolardan Kaynaklanan Emisyonlar

		Sedat Kırtepe Caddesi Toplam Emisyon Tablosu(gr)					
		CO	NO _x	HC	HC+NO _x	PM	
KAMYONET	BENZİNLİ	Pre Euro	61104	0	0	18696	0
		Euro 1	0	0	0	0	
		Euro 3	1772.16	81.792	113.6	0	0
	DİZEL	Pre Euro	457529.6	0	956.032	0	0
		Euro 1	31425.792	0	892.416	0	6183.168
		Toplam	551831.6	81.792	1962.048	18696	6183.168

Tablo 3.28 Sedat Kırtepe Kamyonetten Kaynaklanan Emisyonlar

3.4 SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNERİLER

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde giderek artan hava kirliliği problemlerini çözmek için hava kirleticilerin kaynaklarını, bu kaynaklardan atmosfere verilen tür ve miktarlarını gösteren sağlıklı ve güncel envanter verilerine ihtiyaç vardır. Ancak böyle envanterlerle, bölgesel hava kalitesi yönetim programlarında idarecilerin hangi kaynaklarda hangi kirleticilerin azaltılması gerektiğini ve bunun sonucunda hava kalitesinde ne kadar iyileşme sağlanabileceğini görmeleri mümkün olmaktadır. Bu bakımdan hava kalitesi yönetiminin birinci adımı iyi bir envantere sahip olmaktır.

Emisyon envanterlerinin amacı, hava kirletici kaynakların belirlenerek bu kaynaklardan atmosfere verilen kirleticilerin miktarlarının saptanmasıdır. Bu sayede, hava kirlenmesi kontrolü ve hava kalitesinin iyileştirilmesi için daha iyi projeler ve çözüm önerilerinin üretilmesi mümkün olabilecektir. Bu çalışmaların hedefi de, Adapazarı'nın emisyon envanterinin hazırlanması, kaynakların tespit edilerek çözümler üretilmesidir.

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği kapsamında, izne tabi tesislere emisyon izni alma yükümlülüğü getirmekte ve bu izni alırken de hem tesisle ilgili bilgileri resmi makamlara verme hem de ölçümlerle emisyonlarını tespit ettirme zorunluluğunu yüklemektedir. 1986 yılında çıkmış olan bu Yönetmelik tam olarak tüm illerde uygulanmış olsaydı, hava kirliliğine neden olacak bütün tesislerle ilgili bilgiler Resmi Makamlarda bulunmuş olacaktı.

Yapılan envanter, amaçlar için uygun ve bölgesel stratejik temiz hava planlamaları için yeterli kalitededir. Bizler açısından bundan sonraki amaç bu envanteri geliştirmek ve güncel tutmak olabilir. Ayrıca yeni parametreleri ekleyerek envanterin geliştirilmesi ve bu arada emisyon ve dış hava kalitesi ölçümleriyle veri birikimini zenginleştirmek yerinde olacaktır. Bu çalışmaların diğer bölgeler için de ivedilikle yapılması gerektiğine inanmaktayız.

Yapılan çalışmada beş ana kavşağın bir ay süre ile ve haftada bir gün, 07:00 - 21:00 saatleri arasında atmosfere verilen emisyon miktarları hesaplanmıştır.

Çalışma değerlendirildiğinde;

1. Bireysel otomobil kullanımının fazla olduğu, taşıtlarda doluluk oranının az olduğu yapılan sayım çalışmalarında ayrıca tespit edilen önemli bir nokta olmuştur.
2. Trafikteki toplu taşıma araçlarının dolmuşlar hariç, diğerlerinin eski model olması emisyon değerlerini arttıran diğer bir sebeptir.
3. Adapazarı Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Koordinasyon Merkezinin trafiği rahatlatmak amacı ile hazırlamış olduğu projelerde ;
 - a) Raylı sistem(tramvay ile araç trafiğini azaltmak)
 - b) Atatürk bulvarının yayalaştırılması(en yüksek kirliliğin olduğu bulvar sadece Adapazarı halkının oluyor)
 - c) Terminalin şehir dışına taşınması(büyük otobüslerin şehir içine girmesi engellenmiş oluyor)
 - d) Ana caddelerde sadece toplu taşıma için farklı bir şeridin olması

e) Toplu taşıma araçlarının dolmuş durakları haricinde yolcu indirmesi de yasaklanmıştır.

f) Toplu taşıma araçlarının daha fazla yolcu taşınması amacıyla etaplar halinde birleşerek daha büyük araçlar haline gelmesiyle 7 adet dolmuşun taşıyacağı yolcuyu 1 otobüs'ün taşınması sağlanabilir. Taksi-dolmuşlar araçlarının ebatlarını büyütürken yani daha fazla yolcu kapasiteli araçlar kullanması desteklenebilir.

g) Atatürk bulvarındaki yer altı otoparkının faaliyete geçmesi ile kent içi trafik yoğununun azalacağı tahmin edilmektedir.

4. Egzoz gazı ölçüm istasyonlarında yapmış olduğumuz çalışmaların başında egzoz gazı emisyon ölçüm yetki belgesine sahip olan servislerde yapılan ölçümün bilgisiz kişilerce ve yönetmelikteki maddelere kısmen uymadan yapıldığı, ayrıca **Trafikte Seyreden Motorlu Kara Taşıtlarından Kaynaklanan Egzoz Gazı Emisyonlarının Kontrolüne Dair Yönetmelikte** ölçümün rölantide yani en az kirleticinin egzozdan çıktığı anda yapılması gerektiği yazılmaktadır. Bu da bize sağlıklı bir ölçümün yapılmadığını göstermektedir.
5. Devletin yeni teknolojilere, hybrid ve hidrojen gibi çevre dostu ve enerji tasarruflu sistemlere geçmesi için halkı özendirilmesi gerekmektedir.

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 1.1. 2007 yılı motorlu taşıt park dağılımı	8
Şekil 1.2. İçten Yanmalı Motorlar	10
Şekil 1.3 Benzinli Motor.....	11
Şekil 1.4 Dizel Motor.....	12
Şekil 2.1 Motorlu taşıttaki kirletici emisyon noktaları.....	14
Şekil 2.2 Yakıt-hava oranına bağlı olarak egzoz emisyonlarının değişimi	15
Şekil 2.3 Benzin ve dizel motorlarında HFK' nın (lambda) egzozdaki kirletici konsantrasyonlarına etkisi.....	24
Şekil 2.4 Hava fazlalık katsayısının CO emisyonuna etkisi	25
Şekil 2.5 Hava fazlalık katsayısının HC emisyonuna etkisi.....	25
Şekil 2.6 Yardımcı Ekipmanlı Dizel Motor Dizaynı.....	33
Şekil 2.7 Elektrik Isıtıcı Tip DPF Sisteminin Şematik Yapısı.....	35
Şekil 2.8 CRT Tipi Partikül Filtresi.....	36
Şekil 3.1 Yeni Cami Kavşağı Taşıt Oranları.....	60
Şekil 3.2 Yeni Cami Kavşağı Taşıt Oranları.....	67
Şekil 3.3 Yeni Cami Kavşağı Taşıt Oranları.....	72
Şekil 3.4 Sedat Kırtepe Kavşağı Taşıt Oranları.....	78

TABLoların LİSTESİ

Tablo 1.1. 2006 Yılı Ülke ve Bölgelere Göre Araç Yoğunluğu	7
Tablo 1. 2. Bölgelere Göre Otomobil ve Toplam Taşıt Yoğunluğu.....	9
Tablo 2.1 Yağ Bitkilerinin Ekiliş Alanları, Yağ Oranları Üretim Verimleri Ve Miktarları.....	40
Tablo 2.2. Dizel ve benzin yakıtının LPG'ye göre emisyon değerlerindeki fazlalık.....	45
Tablo 2.3. Avrupa ülkelerindeki yaz ve kış mevsimlerinde LPG içerisindeki propan ve bütan oranları.....	46
Tablo 2.4 Benzin propan ve bütanın bazı fiziksel özellikleri.....	47
Tablo 3.1 Emniyet Kayıtlarına Göre Araç Dağılımı.....	53
Tablo 3.2 Benzinli Otomobil için EF Hesap Katsayıları	55
Tablo 3.3 Dizel Otomobil için EF Hesap Katsayıları	55
Tablo 3.4 Otomobil için EF Tablosu	56
Tablo3.5 Benzinli Kamyonet için Hıza Bağlı EF Hesap Tablosu.....	56
Tablo 3.6 Dizel Kamyonet için Hıza Bağlı EF Hesap Tablosu	56
Tablo 3.7 Kamyonet için EF Tablosu.....	57
Tablo 3.8 Doblo için EF Tablosu.....	57
Tablo 3.9 Sakarya Caddesi Yarım Saatlik Çekim Sonuçlarına Göre Araç Dağılımı (19:00-19:30).....	62
Tablo 3.10 Sakarya Caddesi Günlük Araç sayısı.....	62
Tablo 3.11 Sakarya Caddesi Otomobilden Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları.....	64
Tablo 3.12 Sakarya Caddesi Doblodan Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları.....	65
Tablo 3.13 Sakarya Caddesi Kamyonetten Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları.....	66
Tablo 3.14 Atatürk Bulvarı Yarım Saatlik Çekim Sonuçlarına Göre Araç Dağılımı(15:00-15:30).....	69
Tablo 3.15 Atatürk Bulvarı Günlük Araç sayısı.....	69
Tablo 3.16 Atatürk Bulvarı Otomobilden Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları.....	70
Tablo 3.17 Atatürk Bulvarı Doblodan Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları.....	71
Tablo 3.18 Atatürk Bulvarı Kamyonetten Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları.....	71
Tablo 3.19 Adnan Menderes Yarım Saatlik Çekim Sonuçlarına Göre Araç Dağılımı(18:00-18:30).....	74
Tablo 3.20 Adnan Menderes Günlük Araç sayısı.....	74
Tablo 3.21 Adnan Menderes Caddesinde Otomobilden Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları.....	75
Tablo 3.22 Adnan Menderes Doblodan Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları.....	76
Tablo 3.23 Adnan Menderes Kamyonetten Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları.....	77
Tablo 3.24 Sedat Kurtepe Yarım Saatlik Çekim Sonuçlarına Göre Araç Dağılımı(14:00-14:30).....	80
Tablo 3.25 Sedat Kurtepe Günlük Araç sayısı.....	80

Tablo 3.26 Sedat Kırtepe Caddesinde Otomobilden Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları.....	81
Tablo 3.27 Sedat Kırtepe Doblodan Kaynaklanan Toplam Emisyon Miktarları....	82
Tablo 3.28 Sedat Kırtepe Kamyonetten Kaynaklanan Emisyonlar.....	83

GRAFİKLER

Grafik 3.1 Sakarya Caddesi Günlük Otomobil Dağılım Grafiği.....	60
Grafik 3.2 Sakarya Caddesi Günlük Kamyonet Dağılım Grafiği.....	61
Grafik 3.3 Sakarya Caddesi Günlük Doblo Dağılım Grafiği.....	61
Grafik 3.4 Sakarya Caddesinde Otomobillerden Kaynaklanan Emisyonlar.....	64
Grafik 3.5 Sakarya Caddesinde Doblolardan Kaynaklanan Emisyonlar.....	65
Grafik 3.6 Atatürk Bulvarı Günlük Otomobil Dağılım Grafiği.....	67
Grafik 3.7 Atatürk Bulvarı Günlük Kamyonet Dağılım Grafiği.....	68
Grafik 3.8 Atatürk Bulvarı Günlük Doblo Dağılım Grafiği.....	68
Grafik 3.9 Atatürk Bulvarı Otomobillerden Kaynaklanan Emisyonlar.....	70
Grafik 3.10 Atatürk Bulvarı da Doblolardan Kaynaklanan Emisyonlar.....	71
Grafik 3.11 Adnan Menderes Günlük Otomobil Dağılım Grafiği.....	73
Grafik 3.12 Adnan Menderes Günlük Kamyonet Dağılım Grafiği.....	73
Grafik 3.13 Adnan Menderes Günlük Doblo Dağılım Grafiği.....	74
Grafik 3.14 Adnan Menderes Otomobillerden Kaynaklanan Emisyonlar.....	75
Grafik 3.15 Adnan Menderes Doblolardan Kaynaklanan Emisyonlar.....	76
Grafik 3.16 Sedat Kırtepe Günlük Otomobil Dağılım Grafiği.....	78
Grafik 3.17 Sedat Kırtepe Günlük Kamyonet Dağılım Grafiği.....	79
Grafik 3.18 Sedat Kırtepe Günlük Doblo Dağılım Grafiği.....	79
Grafik 3.19 Sedat Kırtepe Otomobillerden Kaynaklanan Emisyonlar.....	81
Grafik 3.20 Sedat Kırtepe Doblolardan Kaynaklanan Emisyonlar.....	82

RESİMLER

Resim 3.1. Adapazarı Merkez de Sayım Yapılan Caddelerin Uydu Görüntüsü.....	58
Resim 3.2 Sakarya Caddesi Uydu Görüntüsü.....	59
Resim 3.3 Atatürk Bulvarı Uydu Görüntüsü.....	66
Resim 3.5 Adnan Menderes Caddesi Uydu Görüntüsü.....	72
Resim 3.6 Sedat Kırtepe Caddesi Uydu Görüntüsü.....	77

ŞEKİLLER

Şekil 3.1 Yeni Cami Kavşağı Taşıt Oranları.....	60
Şekil 3.2 Yeni Cami Kavşağı Taşıt Oranları.....	67
Şekil 3.3 Yeni Cami Kavşağı Taşıt Oranları.....	72

KAYNAKLAR

[a] EUROPEAN REGULATION

(<http://europa.eu.int/comm/environment/air/transport.htm>)

[b] Michigan Department Of Environmental Quality(<http://www.michigan.gov/deq>)

[c] United Kingdom National Atmospheric Emissions Inventory Report March 2006

[d] AQEG (2004). Nitrogen Dioxide in the United Kingdom, Report prepared by the Air Quality Expert Group for the Department for Environment, Food and Rural Affairs; Scottish Executive; Welsh Assembly Government; and Department of the Environment in Northern Ireland, March 2004.

[e] Hidrojen Yakıtlı Motor Teknolojisi Prof.Dr. Veli Çelik - Arş. Gör. Erdal Oral (Kırıkkale Üniversitesi) Mühendis ve makine dergisi 540. sayısı.

[f] Department for Environment, Food and Rural Affairs. (www.defra.gov.uk)

[g] Berna ALKAYA - Yrd. Doç. Dr. A. Murat YILDIRIM
Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi

[h] U.S. Environmental Protection Agency (<http://www.epa.gov/>)

[i] OBİTET Gazi Üniversitesi (<http://www.obitet.gazi.edu.tr/>)

[j] Sakarya Üniversitesi S.D. Kütüphanesi – TEZLER

[k] Report to the Department for Transport - AEAT/ENV/R/2083 November 2005

[l] <http://www.korfez.net/>

REFERANSLAR

- [1] Gazi Üni. Otomotiv Bilişim ve Teknoloji Topluluğu
www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/emisyon/hava_yakit_orani_emisyona_ etkisi.htm
- [2] Energy Information Administration, 2003 verileri.
- [3] Three Bond – Fine Chemical Technology (<http://www.threebond.co.jp/en>)
- [4] Toyota Hybrid Synergy Drive® - Toyota Otomotiv A.Ş
- [5] Heywood J. B., Internal Combustion Engine Fundamentals,
Mc Graw Hill Book Comp., 1998.
- [6] Yıldırım A. M., Motorlu Taşıtlardan Oluşan Hava Kirliliği ve Giderme
Yöntemleri, Mühendis ve Makina, s. 447, Nisan 1998.
- [7] Wendland D.W., Visualization of Automotive Catalytic Converter Internal
Flowvs, SAE paper No: 861554, 1986.
- [8] Kaytakoğlu, S., Var E ve Öcal E., Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Kirlilik ve
Giderilme Yöntemleri, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü 3. Ulusal Semp.,
ODTÜ, 1995.
- [9] AQEG (2004). Nitrogen Dioxide in the United Kingdom, Report prepared by the
Air Quality Expert Group for the Department for Environment, Food and Rural
Affairs; Scottish Executive; Welsh Assembly Government; and Department of
the Environment in Northern Ireland, March 2004.
- [10] NETCEN January 2003 VEHICLE EMISSION FACTOR DATABASE AFP, 3
November 2006
- [11] EU to introduce legislation as car makers fail on emission targets