



TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY

2004 - 35

**TÜRKİYE GENELİNDE KARA ULAŞIM
SEKTÖRÜNDEKİ ARAÇLARIN YARATTIĞI HAVA
KİRLİLİĞİNİN BOYUTLARININ BELİRLENMESİ
VE KİRLİLİĞİ AZALTICI ÖNERİLER**

(1957044)

PROJE NO: YDABÇAG 275

Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve
Çevre Araştırma Grubu

Earth Marine Atmospheric Sciences and
Environmental Researches Grant Group

2001-35

**TÜRKİYE GENELİNDE KARA ULAŞIM
SEKTÖRÜNDEKİ ARAÇLARIN YARATTIĞI HAVA
KİRLİLİĞİNİN BOYUTLARININ BELİRLENMESİ
VE KİRLİLİĞİ AZALTICI ÖNERİLER**

(1957044)
PROJE NO: YDABÇAG 275

PROF.DR. A.DEMİR BAYKA
AHMET YOZGATLIGİL

TEMMUZ 1998
ANKARA

ÖNSÖZ

Türkiye genelinde, şehirlerdeki hava kirliliğinin önemli bir bölümü karayollarındaki taşıtların egzoz gazlarından kaynaklanmaktadır. Buna karşı önlemlerin alınabilmesi için herşeyden önce hava kirleten odakların ve temel kirletici miktarlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu proje ile trafikte bulunan araçlar modellerine, markalarına, kilometrelerine ve bakım durumlarına göre sınıflandırılarak bunların egzoz emisyonlarına olan etkisi incelenecek ve alınması gereken önlemlerden bahsedilecektir. Bu proje TÜBİTAK kurumunca desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLO LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTELESİ.....	vii
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
BÖLÜM	
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1 Araçlardan Kaynaklanan Kirletici Maddelerin Tanımı.....	3
2.2 Egzoz Gazının İnsan Sağlığına Etkileri.....	6
3. DENEYLERİN İSTATİSTİKSEL PLANLAMASI.....	8
3.1 Populasyonun Özellikleri.....	8
3.2 Örneklenecek Araç Sayısının Belirlenmesi.....	11
3.3 Örnekleme Metodu.....	12
3.4 Toplanan Verilerin Özellikleri.....	13
3.4.1 Araçların Kimlik Bilgileri.....	13
3.4.2 Araçların Bakım Bilgileri.....	14
3.4.3 Araçların Emisyon Değerleri.....	14

4.	DENEY METODU.....
4.1	Deney Cihazı Hakkında Bilgiler.....
4.1.1	Portatif Ölçüm Cihazlarının Seçimi.....
4.1.2	Komple Portatif Emisyon Ölçüm C.....
4.1.3	Ön Deneyle.....
4.1.4	Sonuç.....
4.2	Deneyle Yapılış Metodu.....
4.2.1	Deney Yerinin Seçilmesi.....
4.2.2	Benzinli Araçlarda Yapılan Deneyle.....
4.2.3	Dizel Araçlarda Yapılan Deneyle.....
4.2.3.1	Ölçüm Birimleri.....
5.	TOPLANAN VERİLERİN DEĞERLENDİRİİ
5.1	Varyans Analizi Metodu.....
5.2	Modelin Geliştirilmesi.....
5.3	Analizdeki Aşamalar.....
5.4	Faktör Ortalamalarının Eşitliği Testi..
5.4.1	Varyans Analizi Tablosu.....
5.4.2	Varyans Analizinde Kullanılan Te

6.1.2	Araçların Egzoz Emisyonlarının Modellerine Göre Sınıflandırılması.....	41
6.1.3	Araçların Egzoz Emisyonlarının Kilometrelerine Göre Sınıflandırılması.....	43
6.1.4	Yüksek ve Düşük Emisyonlu Araçların Sınıflandırılması.....	46
6.1.5	Araç Markalarının Egzoz Emisyonlarına Göre Karşılaştırılması.....	50
6.1.6	Araç Tiplerinin Egzoz Emisyonlarına Göre Karşılaştırılması.....	52
6.1.7	Araçların Yakıt Besleme Sistemlerine Göre Sınıflandırılması.....	53
6.1.8	Araçların Bakımlarını Yaptırdıkları Kuruluşlara Göre Sınıflandırılması.....	56
6.2	Dizel Araçlardan Elde Edilen Sonuçlar.....	57
6.3	Varyansların Analizi.....	60
6.3.1	Araç Model ve Markasının CO ve HC Emisyonuna Etkisinin Analizi.....	60
6.3.2	Bakım Yapan Kuruluşun Araçların HC ve CO Emisyonuna Etkisinin Analizi.....	63
6.3.3	Araç Modelinin Dizel Araçların Duman Koyuluğuna Etkisinin Analizi.....	65

7. SONUÇ.....	66
7.1 Öneriler.....	68
7.1.1 Araçlarda Doğru Yakıt Kullanımı.....	68
7.1.2 Araçların Periyodik Bakımları.....	69
7.1.3 Dizel Araçların Bakımı.....	70
7.1.4 Egzoz Emisyonu Ölçüm ve Değerlendirmesi.....	70
7.1.5 Genel Politikalar.....	71
REFERANSLAR.....	72

EKLER

BİBLİYOGRAFİK BİLGİ FORMU

TABLO LİSTESİ

Tablo 1	Türkiye'deki Toplam Araç Sayısı İstatistikleri.....	8
Tablo 2	Ankara'daki Toplam Araç Sayısı İstatistikleri.....	9
Tablo 3	Petrol ve Dizel Araçların İstatistikleri.....	9
Tablo 4	Araç Sayısının Markalara Göre Dağılımı.....	10
Tablo 5	AVL 465C Cihazının Çözünürlük Değerleri.....	17
Tablo 6	Araçların Kilometrelerinin Karbonmonoksit Emisyonuna Etkisi.....	43
Tablo 7	Araçların Kilometrelerinin Hidrokarbon Emisyonuna Etkisi.....	44
Tablo 8	Düşük CO Emisyonlu Araçların Dağılımı (1975-1985 arası modeller).....	48
Tablo 9	Türkiye'deki ve Örnek Popülasyondaki Araçların Markalarına Göre Dağılımları.....	50
Tablo 10	Tofaş Marka Otomobillerin Tiplerine ve Karbonmonoksit Emisyonlarına Göre Sınıflandırılması.....	52
Tablo 11	ANOVA Modeli "CO Emisyonunu Etkileyen Faktörler".....	61
Tablo 12	ANOVA Modeli "HC Emisyonunu Etkileyen Faktörler".....	62
Tablo 13	ANOVA Modeli "Bakım Yapan Kuruluşun CO Emisyonuna Etkisi".....	63
Tablo 14	ANOVA Modeli "Bakım Yapan Kuruluşun HC Emisyonuna Etkisi".....	64
Tablo 15	ANOVA Modeli "Duman Koyuluğunu Etkileyen Faktörler".....	65

SEKİL LİSTESİ

Şekil 1	AVL 465C Cihazının Genel Görünümü.....	15
Şekil 2	İKARUS Marka Ankara Belediye Otobüsünün Duman Emisyonu (plaka no. 06 - ESZ - 25).....	20
Şekil 3	ISUZU Marka Midibüsün Duman Emisyonu (plaka no. 06 - ALH - 83).....	20
Şekil 4	FIAT 50 NC Marka Midibüsün Duman Emisyonu (plaka no. 06 - YL - 376).....	21
Şekil 5	International Harvester Marka Minibüsün Duman Emisyonu (plaka no. 06 - M - 3249).....	21
Şekil 6	Tam Gaz Durumunda Şasi Dinamometresinde Sürekli Duman Ölçümü.....	22
Şekil 7	Kurşunlu ve Kurşunsuz Benzin ile Karbonmonoksit Ölçümü.....	23
Şekil 8	Tam Gaz Durumunda Kurşunlu ve Kurşunsuz Benzin ile Karbon Dioksit Ölçümü.....	23
Şekil 9	Tam Gaz Durumunda Kurşunlu ve Kurşunsuz Benzin ile Hidrokarbon Ölçümü.....	24
Şekil 10	Tam Gaz durumunda kurşunlu ve kurşunsuz benzin ile Nitrikoksit Ölçümü.....	24

Şekil 11	Tam Gaz Durumunda Kurşunlu ve Kurşunsuz Benzin ile Hidrokarbon Ölçümü.....	25
Şekil 12	Araçların Karbonmonoksit Emisyonlarına Göre Genel Sınıflandırılması.....	39
Şekil 13	Araçların Hidrokarbon Emisyonlarına Göre Genel Sınıflandırılması.....	39
Şekil 14	Yüksek Emisyonlu Araçların Sınıflandırılması.....	40
Şekil 15	Türkiye'deki Araçların Emisyonlarına Göre Sınıflandırılması.....	40
Şekil 16	Araçların Modellerine Göre Yüksek Emisyonluluk Oranları.....	42
Şekil 17	Araçların TS 11366'ya Göre Sınıflandırılması.....	43
Şekil 18	Araçların Kilometrelerinin Karbonmonoksit Emisyonuna Etkisi.....	43
Şekil 19	Araçların Kilometrelerinin Hidrokarbon Emisyonuna Etkisi.....	45
Şekil 20	Yüksek Karbon-Monoksitli Araçların Dağılımı (1986 model sonrası).....	46
Şekil 21	Yüksek Karbon-monoksitli Araçların Dağılımı (1975-1985 model).....	47
Şekil 22	Düşük CO Emisyonlu Araçların Dağılımı (1986 sonrası modeller).....	48
Şekil 23	HC Emisyon Değerinin Dağılımı.....	49
Şekil 24	Yüksek CO Emisyonlu Araçların Markalarına Göre Sınıflandırılması.....	51
Şekil 25	Yüksek HC Emisyonlu Araçların Markalarına Göre Sınıflandırılması.....	51

Şekil 26	Yüksek HC Emisyonlu Marka 1 Araçlarının Tiplerine Göre Sınıflandırılması.....	53
Şekil 27	Enjektörlü Araçlardaki Yüksek CO Emisyonluluk Oranı.....	54
Şekil 28	Karbüratörlü Araçlardaki Yüksek CO Emisyonluluk oranı.....	54
Şekil 29	Karbüratörlü Araçlardaki Yüksek HC Emisyonlu Araç Oranı.....	55
Şekil 30	Enjektörlü Araçlardaki Yüksek HC Emisyonlu Araç Oranı.....	55
Şekil 31	Bakım Yapan Kuruluşlara Göre Yüksek CO Emisyonluluk Oranı.....	56
Şekil 32	Bakım Yapan Kuruluşlara Göre Yüksek HC Emisyonlu Araç Oranı.....	57
Şekil 33	Dizel Araçların Yüksek Emisyonluluk Oranı.....	58
Şekil 34	Dizel Araçların Duman Emisyonlarının Dağılımı.....	59
Şekil 35	Dizel Araçların Modellerine Göre Sınıflandırılması.....	59

ÖZET

Hava kirliliği son yıllarda önemli sorunlardan biri olmuştur. Hızlı endüstriyelleşme süreci içinde bulunan Türkiye'de fosil yakıt kullanımı, araç sayısının artışı, endüstriyel tesislerin artışı, nüfus artışı, şehirlere göçün artması gibi faktörler, enerji kullanımını ve dolayısıyla doğurduğu hava kirliliğini artırmıştır. Buna karşı önlemlerin alınabilmesi için herşeyden önce hava kirleten odakların ve temel kirletici madde miktarlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bu projede karayolları araçlarından yayılan, havayı kirletici maddeler deneysel olarak tayin edilecek ve sonuç tüm Türkiye'de trafikte olan araçları kapsayacak şekilde tahmin edilecektir. Bu hedefe varmak için portatif 4 kanallı egzoz gaz analizörü (NDIR) ve ECE R24 normuna uygun opacimetre kullanılacaktır.

Proje sonuçlarının değerlendirilmesi ile trafikteki emisyonların kaynaklarının göreceli etkileri belirlenmiş olacaktır. Benzin, motorin veya LPG ile doğal gaz gibi alternatif yakıtların çevreyi ne ölçüde etkiledikleri görülecektir. Bu çalışma, ekonomik politikaların çevresel politikalarla uyum içinde oluşturulmasına katkıda bulunabilecektir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre yapılan uygulamalar ve bu uygulamalardan sağlanan faydalara göre, ilerde aynı türde çalışmaların sürekli yapılması beklenen gelişmedir.

Anahtar Sözcükler

Hava kirliliği, Emisyon, Partikül, Motorlu taşıtlar, Egsos gazları, Duman, Çevre

ABSTRACT

Air pollution has become one of the major concerns in recent years. Use of energy and consequently air pollution has increased in Turkey with rapid industrialization due to factors like, use of fossil fuel, increased number of vehicles, increased number of industrial plants, increased population and increased migration to the cities. In order to take preventive action against this, the sources of air pollution and the amounts of basic pollutants must be determined.

In this report the amount of pollutants emitting from vehicles will be determined and the results will be used for establishing a forecast that will take into account all of the vehicles in traffic, in Turkey. In order to attain this goal a portable exhaust gas analyzer with 3 or 4 channels (NDIR) and an opacimeter, conforming ECE R24 is used.

After evaluating the results of this investigation the relative effects of sources of emissions in traffic will be determined. The effect of the use of gasoline, diesel fuel or alternative fuels such as LPG and natural gas will become evident. This investigation will enable economic and environmental policies to be formulated in tandem.

It is expected that the implementations of this investigation and the benefits attained will lead to the perpetuation of such investigations.

Keywords

Pollution, Emissions, Particulate, Internal Combustion Engines, Exhaust Gases, Smoke, Environment

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Çevre kirliliği son yıllarda oluşan çevreyi koruma bilinci ile kamuoyunda çok sık tartışılan bir konudur. Hava kirliliğinin kaynakları endüstriyel, ısınma ve taşıt araçları gibi çok değişiktir. Bu kirlilikte taşıtların oynadıkları rol hakkında ülkemizde yapılmış kapsamlı bir çalışma olmamasına rağmen 1990 yılında Almanya'nın büyük şehirlerinde yapılan bir araştırmaya göre toplam hava kirliliğinin azotoksitlerde % 63.5'i, hidrokarbonda %47'si, karbonmonoksitte % 71.3'ü ve karbondioksitte % 18.6'sı egzoz gazlarından meydana gelmektedir. Hava kirliliğinde bu kadar önemli rol oynayan taşıtlar mercek altına alınmalıdırlar. Bu projede hava kirliliğine katkısı olan araçların ağırlıklı etkileri ortaya konacaktır. Araçların genel durumlarının (yaş, tip ve bakım) egzoz emisyonları üzerinde göreceli etkileri incelenecektir.

Bu raporun ikinci bölümünde araçlardan kaynaklanan zehirli gazlar, oluşum mekanizmaları ve insan sağlığına etkileri incelenecektir. Üçüncü bölümde istatistiksel planlama üzerinde durulacaktır. Türkiye'deki araç popülasyonu ile ilgili genel bilgiler verilecek ve oluşturulacak olan örnek popülasyonun sayısı ve örnekleme metodu belirlenecek ve proje sonucunda elde edilecek olan sonuçlardaki hata payları üzerinde durulacaktır. Dördüncü bölümde yapılacak deneylerin metodu hakkında bilgi verilecek, kullanılacak olan ölçüm cihazının seçimi ve uygunluk testlerinden bahsedilecektir. Ayrıca deney yerinin seçilmesinde etkili olan kriterlerden

bahsedilecektir. Beşinci bölümde verilerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan istatistiki metodların teorisinden ve oluşturulacak modellerden bahsedilecektir. Altıncı bölümde bu istatistiki metodların da yardımı ile deneylerden toplanan veriler değerlendirilecektir. Yedinci ve son bölümde sonuç ve önerilerden bahsedilecektir.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Araçlardan Kaynaklanan Kirletici Maddelerin Tarifi

Taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliği 1940'larda Los Angeles bölgesinde kendini gösterdi. 1952 de Haagen-Smit [1], bu bölgedeki smog (kahverengi sis veya dumanlı sis) probleminin, taşıtlardan çıkan nitrik oksit ve hidrokarbon bileşimlerinin, güneş altındaki reaksiyonundan kaynaklandığını gösterdi. Zaman içinde otomobilin kentsel bölgelerdeki havada bulunan yüksek hidrokarbon ve nitrik oksitlerin oluşmasındaki önemli kaynaklardan biri olduğu ve yüksek orandaki karbon monoksit gazının da başlıca kaynağı olduğu belirlendi. Buna ek olarak dizel motorların da giderek kentsel bölgelerdeki araçlarda yaygınlaşması sonucunda duman emisyonları da hava kirliliği içinde önemli bir yer almaya başladı. Sonuç olarak 1960'larda ABD'nin tamamında karayollarındaki taşıtlardan çıkan emisyonlara önemli sınırlamalar getirildi. 1980 lerden günümüze kadar ise Japonya ve Avrupa'nın büyük bir bölümünde ABD'dekine yakın sınırlamalar getirilmiştir.

Nitrik oksitler genelde alevin hemen arkasındaki en sıcak bölgelerde oluşurlar ve bunların oluşum mekanizması detaylı bir şekilde incelenmiştir [2]. İlk olarak Dizel motorlardan çıkan nitrik oksit miktarını kapalı bir silindirin içindeki hidrojen-hava ve propan-hava alevlerinin arkasında q-bantı absorpsiyon tekniği ile ölçtüler. Teorik model [2] ile deneysel neticelerin tam uyum sağladığı görülmüştür. Özellikle dizel yakıtı içinde bulunan nitrojenin de nitrik oksit oluşumunda etkili olduğu görülmüştür. Daha sonra geliştirilen teorik modellerde Zeldovich mekanizmasını kullanmışlardır [5,6,7]. Ülkemizde kullanılan benzinli motorlar üzerinde de emisyon ölçümleri [8]

yapılmıştır. Nitrik oksit emisyonunu azaltmak için egzoz gaz resirkülasyonu, ön yanma odaları, kompresyon oranını düşürmek, karbüratörlü sistemlerden enjeksiyonlu sistemlere geçmek, elektronik ateşleme sistemlerini geliştirmek ve katalitik filtre uygulamak gibi çeşitli önlemler alındı. Halen dünyadaki nitrik oksit emisyonunun yüzde 40 – 60 'ı taşıtlardan kaynaklanmaktadır. Kontrolsüz otomobillerden atmosfere yaklaşık 2.7 g/km ve kamyonlardan da 7-12 g/km nitrik oksit yayılmaktadır. Filtre uygulaması ile % 75 azalma olabilmektedir.

Taşıtlardan kaynaklanan karbon monoksit (CO) hava/yakıt oranına bağlıdır. Bu bakımdan daha çok buji ateşlemeli araçlardan yayılmaktadır. Yakıt cinsinin de CO emisyonunu etkilediği görülmüştür [9]. Tek silindiri motorlar üzerinde yapılmış olan çalışmalar [10], karbon monoksitin yanma sırasında dengede olduğunu ve genişlemenin ilerlemiş safhalarında denge durumundan ayrıldığını göstermiştir. Karbon monoksit oluşumunun kimyasal kinetiği [11,12,13] üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda karbüratörlü sistemlerden enjeksiyonlu sistemlere geçiş, hızlı yanma odaları ve elektronik kontrollü ateşleme sistemleri ile karbon monoksit emisyonları belli seviyelerde tutulabilmektedir. Oksidayon filtresi uygulanarak [14] bu miktar daha da düşürülebilmektedir.

Dizel motorlardan yayılan hidrokarbon miktarının toplam atılan egzoz gazına oranı, buji ateşlemeli motorlara göre yaklaşık 5 kat düşüktür. Buna karşılık dizel motorlar da benzinli motorlardan yaklaşık olarak aynı oranda daha büyüktür. Trafığe katılan her kamyon bir otomobil kadar hidrokarbon yaymaktadır. Egzozdan yayılan hidrokarbonlar, yakıtın karışımında bulunan hidrokarbonların parçalanmış veya parçalandıktan sonra meydana gelmiş yeni türevleridir. Bu türevlerden [15,16] bazıları ve özellikle OH radikali ile birleşerek meydana gelenlerin kansorejen etkileri

olduğu tespit edilmiştir [17]. Dizel motorlardan çıkan duman içinde yoğuşan bu hidrokarbonlar, insan ciğerinde uzun süre kalabilmektedirler. Hidrokarbon oluşumunun, yanma odası içindeki girinti ve çıkıntıların etrafında odaklaştığı, segman yuvalarının, piston tepesi ile birinci kompresyon segmanı arasındaki bölgenin ve silindir yüzeyindeki yağ tabakasının etkilerini araştıran çalışmalar yapıldı [18,19,20]. Ankara'da çalışan belediye otobüsleri üzerinde de emisyon ölüm çalışmaları yapıldı [21]. Bu çalışmada da yakıt tipinin hidrokarbon emisyonuna etkisi incelendi. Polymerizasyon uygulanmadan elde edilen kurşunsuz benzinin içindeki aromatik hidrokarbon bileşimlerinin oranı artmaktadır. Bu da toplam hidrokarbon emisyonunu ve özellikle kanserojen türevlerin oranını artırmaktadır. Türkiye'de halen İzmit'teki rafineri dışındaki bütün rafinerilerde kurşunsuz benzin üretiminde aromatik hidrokarbonlara ağırlık verilmektedir. Bu tür benzinin enjeksiyonlu ve 4 sboplu otomobiller üzerindeki olumsuz etkileri olmaktadır fakat bu etkinin istatistiği henüz tespit edilmemiştir. Dizel motorlarında ise enjeksiyon memesinin durumu ve enjeksiyon avansı hidrokarbon emisyonlarına önemli lde tesir etmektedir[22].

Buji ateşlemeli motorlardan yayılan partikül emisyonları üç sınıfa ayrılırlar: kurşun, organik partiküller (kurum dahil) ve sülfatlar. Katalitik filtresi olan bir araçta kullanılan kurşunsuz benzinin içinde 150-600 ppm (ağırlık bazında) kükürt bulunur ve yanma odasında oluşan SO_2 katalitik filtrenin içinde SO_3 'e dönüşür. Atmosferde yayılan SO_3 normal sıcaklıklarda sülfürik asit aerosolu meydana getirir. Yapılan ölçümlerde [14] ortalama otomobillerden 20 mg/km veya daha az sülfat yayılmaktadır. Normal veya süper benzin kullanan otomobillerden ortalama 100-150 mg/km partikül yayılmaktadır. Bunun yaklaşık olarak % 25-60'ı kurşundur [23]. Katalitik filtresi olmayan araçlarda kurşunsuz benzin kullanımı partikül emisyonunu

yaklaşık olarak 20 mg/km seviyesine düşürür. Kurum emisyonu ise ancak çok zengin karışımla çalışan araçlarda olmaktadır. Normal bakımla buji ateşlemeli araçlardan yayılan kurum emisyonu önemsiz olmaktadır.

Dizel motorlardan yayılan partikül emisyonu ise kurum ağırlıklıdır. Kurum parçacıklarının üzerine absorbe olmuş organik bileşimler de yayılmaktadır. Kurumun yapısı üzerinde fotografik ölçümleri de kapsayan çalışmalar yapılmıştır [24,25]. Yanma odasından numune alarak analiz edilen çalışmalar yapılmıştır[26,27]. Püskürtülen yakıtın fiziksel karakteristiğini inceleyen araştırmalar [28,29] sonucunda, kurum oluşumunda ortalama damlacık çapı ön plana çıktı. Modern dizel motorlarda enjeksiyon pompasının transfer basıncı 1000 atmosferin üzerine çıkmıştır. Partikül emisyonlarını azaltmak için oksidasyon filtre uygulamaları [30,31] ile sınırlı başarı elde edilebilmiştir. Halen geniş bir uygulama olmamıştır.

2.2 Egzoz Gazının İnsan Sağlığına Etkileri

İçten yanmalı motorlarda egzoz gazı ile atılan yukarıda bahsi geçen maddelerin insan sağlığına etkileri [32] çeşitlidir. Bu zararlara kısaca göz atarsak:

Karbonmonoksit (CO): Yakıtın eksik yanması sonucu doğan CO renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. Havada % 0.03 sınır değerinde öldürücüdür. Karbonmonoksit, kanda oksijeni bağlayan ve dokulara taşıyan hemoglobinin ile kalıcı bileşikler oluşturur. Bunun sonucunda kanın dokulara oksijen taşıma kapasitesi azalır. Konsantrasyona bağımlı olarak kandaki karbonmonoksit artışı, oksijen azalmasından kaynaklanan yorulma, çalışma veriminin düşmesi, baş ağrısı, baş dönmesi, nefes darlığı hatta ölümle sonuçlanır.

Azotoksitler (NO_x): NO renksiz kokusuz ve tatsız bir gazdır. NO, havanın oksijeni ile

birleşerek NO₂'yi oluşturur. Kahverengi ve kokulu olan NO₂ , akciğer dokusunda hasara ve felce neden olur.

Hidrokarbonlar (HC): Bazı hidrokarbonlar mükozada tahrişe yol açar, bazıları ise kanserojendir. Hidrokarbonlar, NO ve güneş ışığı ile Ozon (O₃) meydana getirir. Özellikle yaz aylarında gözle görülebilen ve yere yakın kısımlarda şehirlerin üzerini örtü gibi örten bu ozon tabakası insan sağlığına zararlıdır, baş ağrısı ve bitkinlik yapar.

Partikül Madde: Akciğerde bronşları tahrik ettiği için insan sağlığına zararlıdır, kanserojen olduğu konusunda henüz tam olarak kanıtlanmamış iddialar vardır.

Kurşun Bileşikleri : Benzinle çalışan motorların egzoz gazında oluşan kurşun bileşikleri doku, kan dolaşımı ve sinir sisteminde tahribatlara yol açmaktadır.

Karbondioksit(CO₂): Taşıtlardan kaynaklanan gaz emisyonları içinde en zararsızlarından biri olarak görülmekte ise de global ölçekte atmosferde karbondioksitin sürekli olarak artması iklim değişikilerine neden olmaktadır. CO₂ artması ile birlikte güneşten kaynaklanan uzun dalga boylu radyasyonun yeryüzünden tekrar uzaya yansması engellenmekte ve yeryüzünün sıcaklığı sürekli olarak artmaktadır. Bu sıcaklık artışı son yıllarda 4-5 C'ye kadar yükselmiştir.

Kükürtdioksit: Renksiz, geniz yakıcı bir gazdır. Kükürt içeren fosil yakıtların yanması sonucunda oluşarak atmosfere verilmektedir. Egzoz gazında bulunan partiküllerle beraber etkisi güçlenerek solunum yollarında tahribata ve gözlerde yanmalara neden olmaktadır. Özellikle yeşil yapraklı bitkiler kükürtdioksite çok duyarlıdır.

birleşerek NO_2 'yi oluşturur. Kahverengi ve kokulu olan NO_2 , akciğer dokusunda hasara ve felce neden olur.

Hidrokarbonlar (HC): Bazı hidrokarbonlar mükozada tahrişe yol açar, bazıları ise kanserojendir. Hidrokarbonlar, NO ve güneş ışığı ile Ozon (O_3) meydana getirir. Özellikle yaz aylarında gözle görülebilen ve yere yakın kısımlarda şehirlerin üzerini örtü gibi örten bu ozon tabakası insan sağlığına zararlıdır, baş ağrısı ve bitkinlik yapar. →

Partikül Madde: Akciğerde bronşları tahrik ettiği için insan sağlığına zararlıdır, kanserojen olduğu konusunda henüz tam olarak kanıtlanmamış iddialar vardır.

Kurşun Bileşikleri : Benzinle çalışan motorların egzoz gazında oluşan kurşun bileşikleri doku, kan dolaşımı ve sinir sisteminde tahribatlara yol açmaktadır.

Karbondioksit(CO_2): Taşıtlardan kaynaklanan gaz emisyonları içinde en zararsızlarından biri olarak görülmekte ise de global ölçekte atmosferde karbondioksitin sürekli olarak artması iklim değişikliklerine neden olmaktadır. CO_2 artması ile birlikte güneşten kaynaklanan uzun dalga boylu radyasyonun yeryüzünden tekrar uzaya yansımaları engellenmekte ve yeryüzünün sıcaklığı sürekli olarak artmaktadır. Bu sıcaklık artışı son yıllarda 4-5 C'ye kadar yükselmiştir.

Kükürtdioksit: Renksiz, geniz yakıcı bir gazdır. Kükürt içeren fosil yakıtların yanması sonucunda oluşarak atmosfere verilmektedir. Egzoz gazında bulunan partiküllerle beraber etkisi güçlenerek solunum yollarında tahribata ve gözlerde yanmalara neden olmaktadır. Özellikle yeşil yapraklı bitkiler kükürtdioksite çok duyarlıdır.

BÖLÜM 3

DENEYLERİN İSTATİSTİKSEL PLANLAMASI

3.1 Populasyonun Özellikleri

Bu çalışmada Türkiye genelindeki kara ulaşım sektöründeki araçların yarattığı hava kirliliğinin boyutlarının belirlenmesi amacıyla Ankara ilinden örnekleme yoluyla araçlar seçilip ölçümleri yapıldıktan sonra tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde istatistiksel metodlar kullanılarak tahmin yapılacaktır.

T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü 1997 motorlu kara taşıtları istatistiklerine göre Türkiye'deki araç populasyonu aşağıdaki tabloda belirtildiği gibidir.

Tablo 1

Türkiye'deki Toplam Araç Sayısı İstatistikleri

Toplam	4,752,482	% 100
Otomobil	3,570,105	% 75.1
Minibüs	197,057	% 4.1
Otobüs	101,896	% 2.1
Kamyonet	529,838	% 11.1
Kamyon	353,586	% 7.5

Burdaki toplam sayıya özel nitelikli taşıtlar, yol ve iş makinaları dahil değildir. Çünkü bu taşıtların karayollarındaki kirliliğe etkileri yok sayılabilecek kadar azdır. Ayrıca bu çalışmaya motorsikletler de dahil edilmemiştir. Motorsikletlerin CO oranları

diğer otomobillere yakın olmakla birlikte HC emisyonları yakıtta katılan yağ miktarının fazlalığı nedeniyle yüksektir [33]. Bu AVL cihazının ölçüm limitlerinin dışında kalmaktadır.

Ankara ilindeki toplam araç sayısı Türkiye genelinin % 12.4 (590,816) kadardır. Ayrıca otomobil,minibüs ve kamyon yüzdeleri yaklaşık olarak Türkiye ile aynıdır.

Tablo 2
Ankara'daki Toplam Araç Sayısı İstatistikleri

TOPLAM	590,816	% 100
Otomobil	495,497	% 83.9
Minibüs	11,039	% 1.9
Otobüs	10,720	% 1.8
Kamyonet	46,918	% 7.9
Kamyon	26,642	% 4.5

Türkiye'deki araçların kullanılan yakıt cinsine göre de gruplandırmak mümkündür. Buna göre:

Tablo 3
Petrol ve dizel araçların istatistikleri

	Türkiye	Ankara
Petrol	3,986,970 (% 83.9)	526,987 (% 89.2)
Dizel	765,512 (% 16.1)	63,829 (% 10.8)

Yine aynı şekilde Türkiye'deki toplam araç sayısını markalara göre de

aşağıdaki şekilde sınıflandırmak mümkündür.

Tablo 4
Araç Sayısının Markalara Göre Dağılımı

MARKA	SAYI	YÜZDE
Murat TOFAŞ	1,215,793	%25.6
Renault	1,099,870	%23.1
Ford Taunus	456,191	%9.6
Fiat	227,124	%4.8
Anadol	100,749	%2.1
Mercedes	125,462	%2.6
Opel	150,051	%3.2
Skoda	94,417	%2.0
Lada	76,240	%1.6
Peugeot	70,145	%1.5
Volkswagen	81,429	%1.7
BMC	50,259	%1.1
Toyota	116,458	%2.5
Dodge	44,980	%1
Chevrolet	42,598	%1.1
Diğerleri	800,716	%16.8

Yukardaki tabloda marka çeşidinin fazla olması diğer rakamlarının toplam içindeki ağırlığını artırmaktadır.

3.2 Örneklenecek Araç Sayısının Belirlenmesi

Örneklenecek araç sayısını belirlerken kısıtlayıcı faktörler çalışma sonuçlarında arzu edilen hata payı ve fiziksel imkanlar nedeniyle örneklenebilecek araç sayısıdır. Eğer bu çalışma sonunda elde edilecek neticelerdeki hata payının belirlenen maksimum bir oranda olması arzu ediliyorsa, bu aralıkta sonuçlar elde etmek için örneklenmesi gereken araç sayısı sabittir ve 1 numaralı formülün modifiye edilmesiyle bulunabilir. Bir diğer yaklaşım ise fiziksel kısıtlamalar nedeniyle (para,zaman v.s gibi) belli olan örneklenecek araç sayısı ile yapılan çalışmalardan elde edilecek sonuçlardaki hata payının bulunmasıdır. Burada ikinci yaklaşım kullanılacaktır. 1000 adet benzinli aracı örnekleme yolu ile elde edilecek sonuçlardaki hata payı aşağıdaki formülü kullanarak bulunmuştur.

Eğer örneklendirilecek araç sayısını 1000 olarak kabul edersek.

$$\varepsilon = \pm z * \sigma \left\{ \begin{matrix} - \\ p \end{matrix} \right\} = \pm z * \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}} \dots \dots \dots (1)$$

z ise

$$z = z \left(1 - \frac{\alpha}{2} \right) \dots \dots \dots (2)$$

1 ve 2 numaralı eşitlikte

- ε : hata oranı
- α : hata payı
- p : yüksek emisyonlu araç oranı
- z : standard normal dağılım değeri

Bu eşitlikte 1000 örnek için maksimum hata payı, p oranının 0.5'e eşit olduğu durumda elde edilir.

Buna göre % 95 güvenilirlik derecesi kullanılırsa...

$$\varepsilon = \pm z * \sigma \left\{ \bar{p} \right\} = \pm 1.960 * \sqrt{\frac{0.5 * (1 - 0.5)}{1000}} = \pm 0.031$$

z ise

$$z = z \left(1 - \frac{0.05}{2} \right) = 1.960$$

Yukardaki eşitlik yardımıyla şu sonucu çıkarmak mümkündür:

"% 95 güvenilirlikle söylenebilir ki Türkiye'deki toplam yüksek emisyonlu araç oranı \pm % 3.1 hata payı ile bu çalışma sonucunda elde edilecek p oranına eşit olacaktır".

Buna göre 1000, örneklendirilecek araç miktarı için yeterli bir sayıdır demek mümkündür.

3.3 Örneklemeye Metodu

Bu çalışmada rastgele örneklemeye metodu kullanılmıştır. Örneklemeye yeri olarak Karayolları Taşıt Muayene İstasyonu seçilmiştir. Ankara'daki tek taşıt muayene istasyonu olması ve belli period (2 yılda bir) ile her aracın muayenesini yaptırmasının zorunlu olması buranın rastgele seçim yapılabilmesi için çok iyi bir yer olmasını sağlamaktadır.

3.4 Toplanan Verilerin Özellikleri

Bu çalışmada toplanan veriler üç kısma ayrılmıştır.

- Aracın kimlik bilgileri
- Araç sürücüsünün uyguladığı bakım hakkında bilgiler
- Aracın egzoz emisyonu ve diğer ölçülen veriler

Bu bilgiler önceden hazırlanan bir formda toplanmışlar ve Access 97 TM veritabanlı bilgisayar programına aktarılmışlardır.

3.4.1 Araçlarının Kimlik Bilgileri

Bu bölüm altında araçları sınıflandırmada çok önemli yeri olan bilgiler toplanmıştır.

Plaka No : Araçlarda bir numaralandırma biçimi olarak kullanılmış ve daha önce ölçümleri yapılmış araçların tekrar ölçümünün yapılmasını engellemek için kullanılmıştır.

Marka ve tip kısımları ise araçları üretici firmalara göre sınıflandırabilmeyi sağlamaktadır. Cins bölümü araçların kullanım şekli hakkında bilgi vermektedir. Motor gücü, silindir hacmi ve net ağırlığı ile ilgili bilgiler araçların teknik olarak sınıflandırmalarını sağlamaktadır. Yukardaki bilgiler araçların ruhsatlarından yazılmaktadır. Yalnız motor gücü ve silindir hacmi ile ilgili bilgiler her aracın ruhsatında belirtilmemektedir.

Bu bilgilere ek olarak motorlarının yakıt besleme sistemleri , enjektörlü mü yoksa karbüratörlü mü olduğu, benzinli araçlarda katalitik konvertör bulunup bulunmadığı araçların kimlik bilgileri ile ilgili kısımlarına not edilmektedir.

3.4.2 Araçlarının Bakım Bilgileri

Burada araç sürücüsünün aracına uyguladığı periodik bakım bilgileri sorulmaktadır. Sürücünün cinsiyeti not edilmektedir. Bu araçlarının bakımına hassasiyet göstermede cinsiyetin rolünü ortaya koyabilir. Kullanılan benzin türü sorulmaktadır. Süper benzin kullanması gereken birçok filtresiz aracın kurşunsuz benzin kullandığı bilinmektedir. Araçlarının bakımı ile ilgili olarak kaç kilometrede bir periodik bakımının yapıldığı ve bu bakımı yapan kuruluş sorulmaktadır. Bakım yapan kuruluş hakkındaki soru ile yetkili servis veya yetkili kılınmadığı halde kendi kendine belirli markaların tamircisi olduğunu belirtenler (bu grup kısaca oto tamircisi adı altında toplanmıştır) kastedilmektedir. Bu soru ile bu kurumların yaptıkları bakımların araçların egzoz emisyonuna olan etkileri sorgulanacaktır.

Ayrıca periodik bakımlara ilave olarak sürücünün yağ değiştirme sıklığı ve hangi marka yağ kullanıldığı sorulmaktadır. Ve yine egzoz emisyonlarına çok etki ettiği düşünülen hava filtresi ve bujilerin değiştirilme sıklığı sorularak araç sürücüsünün bu parçaların bakımına ne kadar dikkat ettiği araştırılmaktadır.

3.4.3 Araçların Emisyon Değerleri :

Burada aracın egzoz emisyonunun hacimsel kompozisyonuna ek olarak rölanti devri, yağ sıcaklığı, lambda değeri kaydedilmektedir. Bu işlemler kullanılan AVL 465 C egzoz gaz ölçüm cihazı tarafından yapılmaktadır.

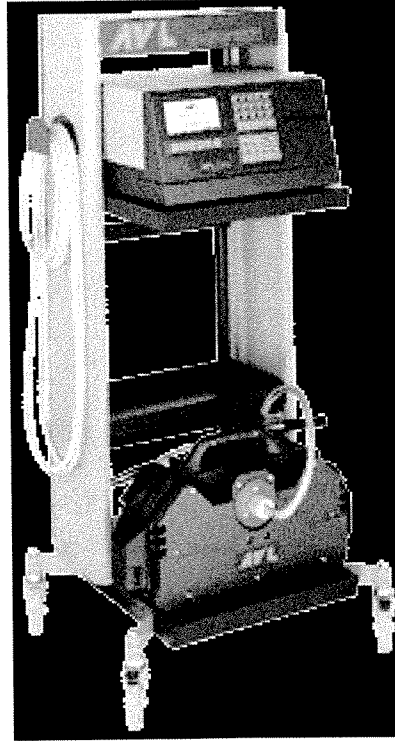
Tüm bu verilerin toplandığı örnek anket formu ekte gösterilmiştir.

BÖLÜM 4

DENEY METODU

4.1 Deney Cihazı Hakkında Bilgiler

Deneylerde AVL 465 DiGas egzoz ölçüm cihazı kullanılmaktadır. Bu ölçüm cihazı ile hem dizel hem de benzinli araçların emisyonları ölçülebilmektedir. Benzinli araçlarda egzoz gazındaki karbonmonoksit, hidrokarbon, karbondioksit ve oksijen yüzdeleri ve lambda değeri, dizel araçlarda ise egzoz gazlarının opasitiesi ölçülebilmektedir.



Şekil 1 AVL 465C Cihazının Genel Görünümü

Bu cihazla egzoz emisyonunun yanı sıra araç yağ sıcaklığı, rölanti devri, ateşleme açısı (ateşleme krank açısı) da ölçülebilmektedir. Ayrıca dizel araçlarda k değeri, ivmelenme zamanı ve opasite değerleri de tespit edilmektedir. Bu

parametrelerin ölçüm aralıkları ve çözünürlük değerleri tablo 5'teki gibidir.

Cihaz temel olarak şu kısımlardan oluşmaktadır:

Kontrol ünitesinde grafik çizme kapasiteli LCD monitör, 24 karakterli 7x5 nokta vuruşlu yazıcı, 35 alfa-numerik, 6 fonksiyon tuşlu klavye ve iç hafıza bulunmaktadır. Ekranda beliren çeşitli menüler aracılığıyla dizel veya benzinli araçların egzoz emisyon ölçümlerini monitörden takip, yazılı çıktı alma veya hafızada saklamak mümkündür. Ana kontrol ünitesinin arka panelinde yağ sıcaklığı ölçüm sensörü, ateşleme açısı ölçümünde kullanılmak üzere stroboskop, dizel ölçümlerinde kullanılan opacimetre girişleri mevcuttur.

AVL ilk açılışında stabilize olmak amacıyla 15 dakika beklemeyi zorunlu kılmaktadır. Ayrıca iki ölçüm arasında yaklaşık bir dakika zaman geçmesi gerekmektedir. Bunların otomatik olarak mecburi oluşu ölçümlerin daha sağlıklı sonuçlar vermesi açısından çok önemlidir. Ayrıca kalibrasyon periyodu 6 aydır. Bu süre sonunda cihaz bir mesaj aracılığıyla kalibrasyonun gerekli olduğu mesajını vermekte ve yapılana kadar da ölçüm yapmayı mümkün kılmamaktadır. Kullanıldığı süre içerisinde çeşitli kereler gerekli kalibrasyon gerçekleştirilmiştir

Tablo 5

AVL 465C Cihazının Çözünürlük Değerleri

	Ölçüm Aralığı	Çözünürlük
Opasite	0..100 %	0.1 %
k değeri	0...99.99 1/m	0.01 1/m
İvmelenme zamanı	0...5 s	0.05 s
Rölanti Devri	250...7200 1/dak.	1 1/dak
Yağ Sıcaklığı	0...120 °C	1 °C
CO	0...10 % hac.	0.01 % hac.
CO ₂	0...20 % hac.	0.1 % hac.
HC	0...20,000 ppm hac.	1 ppm
O ₂	0...25 % hacim	0.01 % hac.
Ateşleme Açısı	-60...100 ' ca 0..60 ' ca	0.1 ' ca. 0.1 ' ca.

4.1.1 Portatif Ölçüm Cihazlarının Seçimi

Emisyon ölçümleri çeşitli tip ve güçte, benzinli ve dizel araçlarda olacaktır. Benzinli araçların egzoz gazlarında bulunan zararlı emisyonlar karbon dioksit, karbon monoksit, tam yanmamış hidrokarbonlar ve nitrik oksitlerden oluşmaktadır. Nitrik oksitler hariç, bu gazları %1 hassasiyetle ölçebilecek ve kalibrasyonu sıhhatli bir şekilde yapılabilen ve topladığı verileri doğrudan bilgisayara aktarabilen bir gaz

emisyon cihazı arandı. Dizel motorların ise egzozlarındaki partikül tipi ve miktarına bağlı olan duman emisyonunu ECE Regülasyon 24 normuna uygun olarak ölçebilecek bir opasimetre cihazı arandı. Bu cihazlar için AVL, SUN ve HORİBA marka cihazları pazarlayan firmalarla temas kuruldu ve bu firmalardan cihazlarının özellikleri ve fiyatları istendi. SUN marka cihazın teknik özellikleri yeterli bulunmadı. HORİBA marka cihazların da fiyatları yüksek bulundu.

Piyasada mevcut olan cihazlar arasında Avusturya'dan AVL firmasının ürettiği bir emisyon cihazının özellikleri, benzinli ve dizel motor emisyon ölçümleri için uygun bulundu. Bu firmanın Türkiye temsilcisi olan firma ile temas kuruldu ve cihaza ait detaylı bilgi elde edildi. Bu cihaza bağlanarak deney sırasında verileri toplayacak ve anında grafik görüntü ile deneyin sürecini ve seçilen araçların istatistiksel olarak aykırılıklarını saptayacak portatif bilgisayar arandı ve Hollanda'dan Tulip firmasının ürettiği portatif bir bilgisayar seçildi. Bilgisayara doğrudan veri toplayabilen bir PCMCIA kartı ilave edildi. Bu bilgisayarla ilgili olarak ta firmanın Türkiye temsilcisi olan Ankara'dan REYSAS A.Ş. ile temas kuruldu ve detaylı bilgi elde edildi. Bundan sonra TUZEKS A.Ş. firmasına bu bilgisayarın özellikleri iletildi ve AVL 465C ile bağlantısını kuracak olan PCMCIA kartını İngiltere'den ithal edecek olan İstanbuldan ILTEK Ltd. Şti. İle temas kuruldu ve "Data Translation PCMCIA Data Aquisition Card" hakkında detaylı bilgi elde edildi. Bu bilgiler TUZEKS A.Ş. firmasına iletildi ve böylece AVL 465C emisyon ölçüm cihazının teknik spesifikasyonu oluşturuldu.

4.1.2 Komple Portatif Emisyon Ölçüm Cihazının Temini

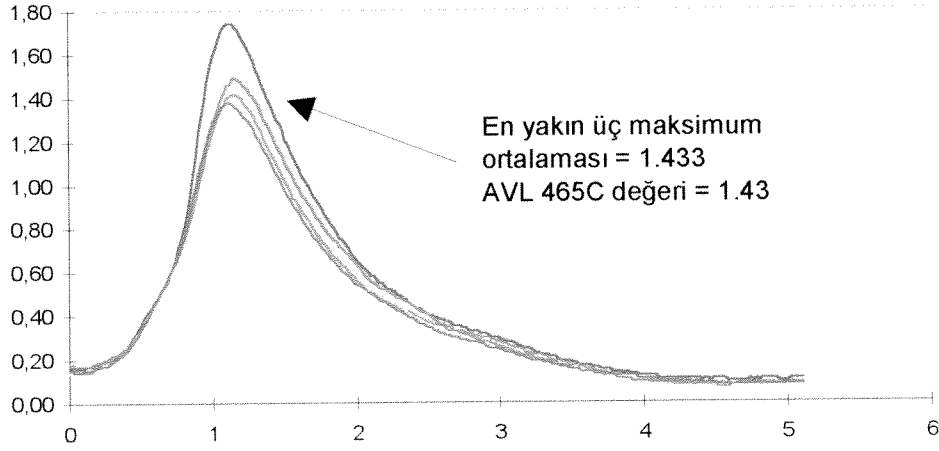
Karşılıklı olarak bu firmalarla ve özellikle AVL firmasının temsilcisi olan İstanbul'dan TÜZEKS A.Ş. firması ile yapılan yazışmalar yaklaşık olarak projenin başlangıç tarihinden iki hafta önce başlamıştı ve projenin başlangıç tarihinde cihazın konfigürasyonu üzerinde anlaşmaya varılmıştı. TUZEKS firması, ancak proje imzalandıktan ve TÜBİTAK tarafından kendilerine resmi başvuru yapıldıktan sonra Avusturya'ya sipariş verebileceğini bildirdi.

TÜBİTAK ise normal olarak teklif alarak satın alma yapabileceğini bildirdi. Seçilen cihazın ise Türkiye temsilcisi İstanbul'dan TEMUÇİN KOCATÜRK A.Ş. firması ve bu firmanın ithalat ve mühendislik hizmetlerini yürüten TUZEKS A.Ş. firmasıydı.

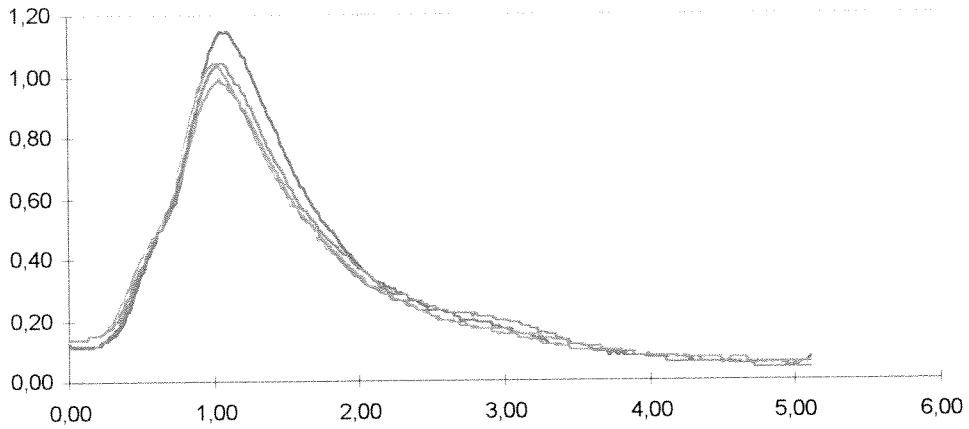
4.1.3 Ön Deneyler

Önce Orta Doğu Teknik Üniversitesinde çeşitli araçların emisyonları ölçüldü. Bunlardan bir kısmı şasi dinamometresi üzerinde denendi. Dizel araçlarda ECE Regülasyon 24'e uygun deneyler yapıldı. Bu deneylerde 20 milisaniye aralıklarla örnekleme yapılarak 256 veri noktası ölçüldü. Toplam ölçüm süresi beş saniye olacak şekilde serbest ivmelenme durumunda duman yoğunluğunun değişimi incelendi. Arka arkaya yapılan beş veya altı ivmelenme arasındaki fark incelendi. Böylece ortalama olarak ivmelenmenin başlangıcından yaklaşık olarak bir saniye sonra maksimum duman yoğunluğuna ulaşıldığı görüldü. AVL opasimetre de tekrarlanan ölçümlerin karşılaştırmasını yapıp en yakın üç maksimum değerini ortalamasını vermektedir. Şekil 2 göstermektedir ki ivmelenme sırasında ulaşılan

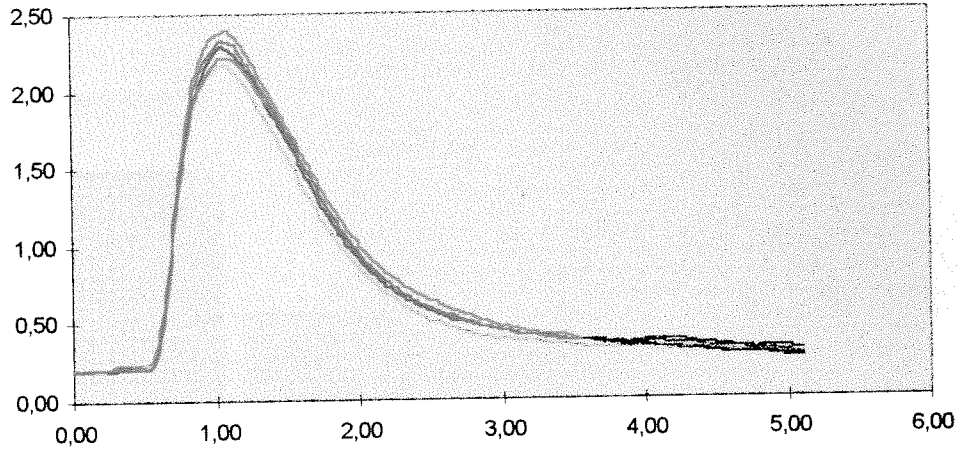
maksimum duman emisyonu tutarlı bir şekilde ivmelenmenin yaklaşık bir saniye sonrasında olmaktadır ve dumanın koyuluğu belirli bir trend göstermektedir. Bu şekilde yapılan ölçümlerle araçların trafikteki durup kalkış oranının, ortalama duman emisyonuna oranı da hesaplanabilmektedir. Yüklü durumda da sürekli ölçüm mümkündür (Şekil 6).



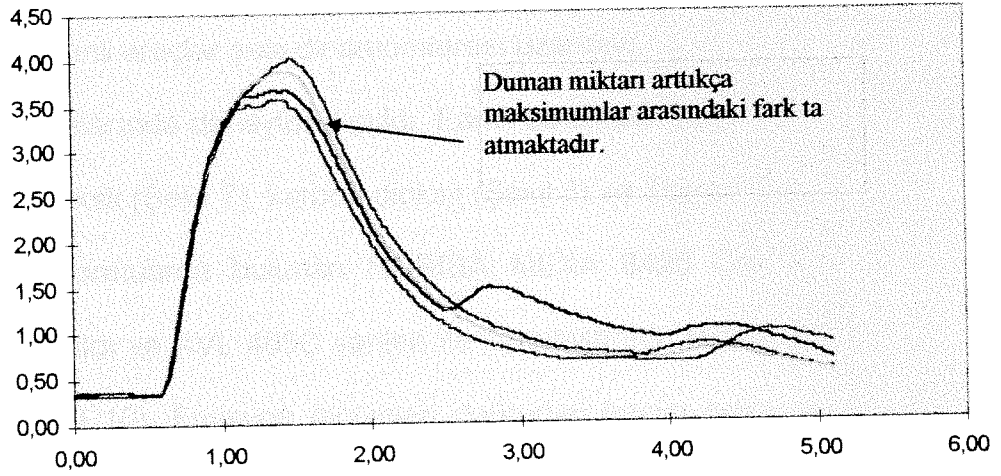
Şekil 2 IKARUS marka Ankara Belediye Otobüsünün duman emisyonu
(plaka no. 06 - ESZ - 25)



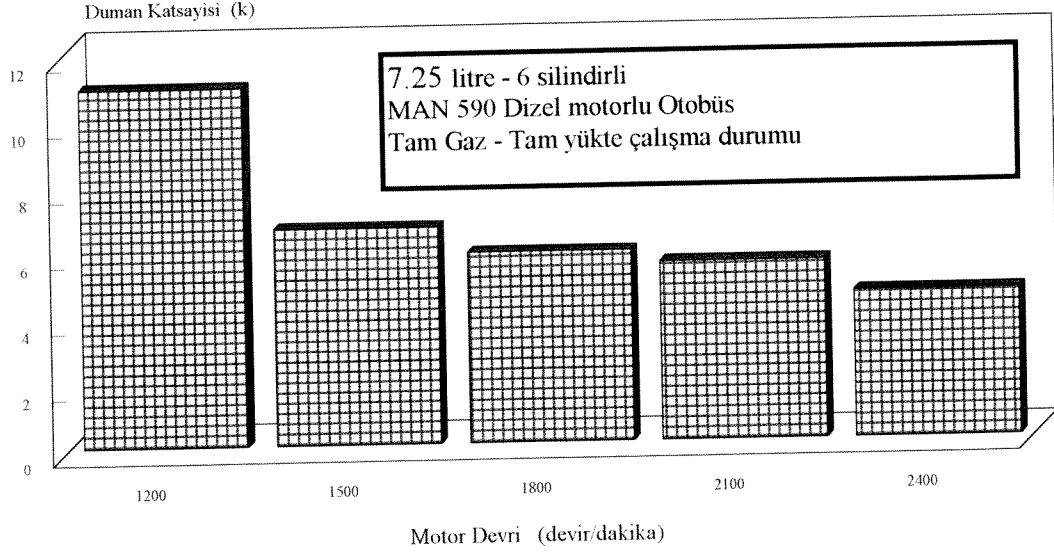
Şekil 3 ISUZU marka Midibüsün Duman Emisyonu
(plaka no. 06 - ALH - 83)



Şekil 4 FIAT 50 NC marka Midibüsün Duman Emisyonu
(plaka no. 06 - YL - 376)

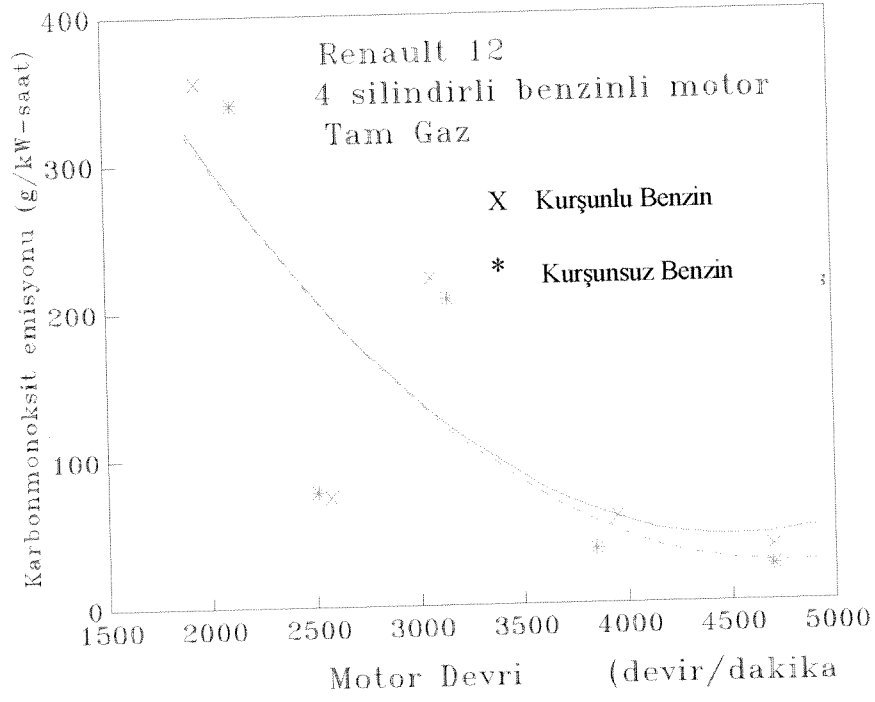


Şekil 5 International Harvester Marka Minibüsün Duman Emisyonu
(plaka no. 06 - M - 3249)

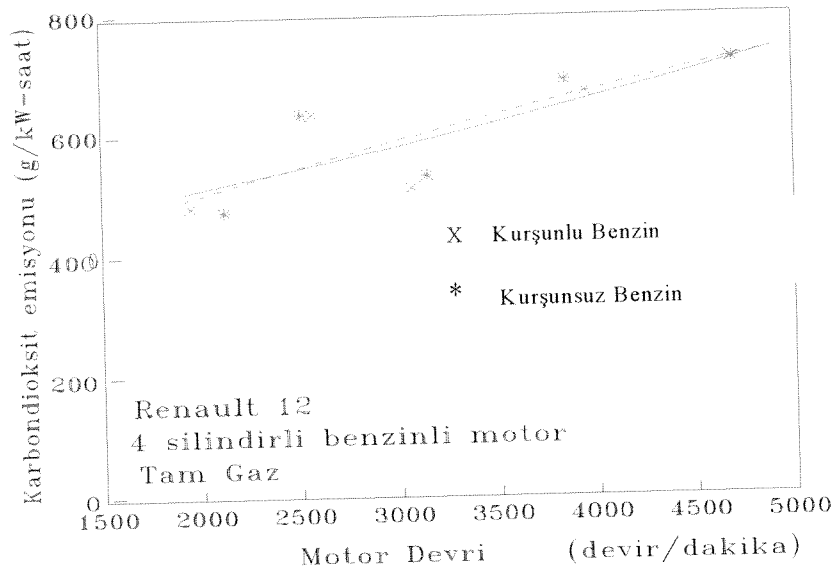


Şekil 6 Tam Gaz Durumunda Şasi Dinamometresinde Sürekli Duman Ölçümü

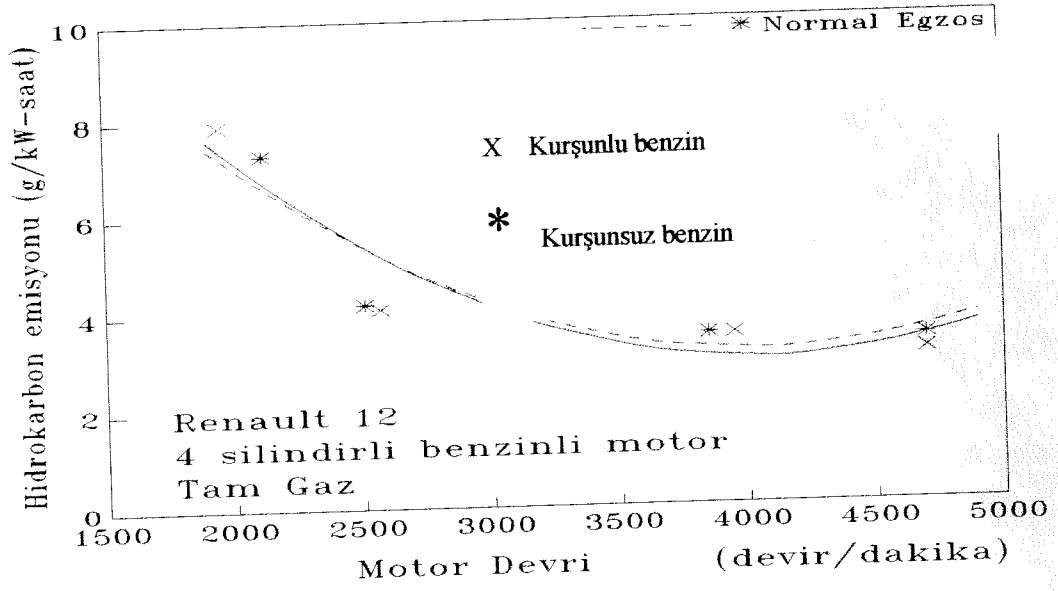
Benzinli araçlar şasi dinamometresi üzerinde ve rölantide denendi. Çeşitli hız ve yük durumlarında deneyler yapıldı. Farklı benzinler kullanıldı. AVL 465C cihazı ile karbon monoksit (Şekil 7), karbon dioksit (Şekil 8) ve Toplam Hidrokarbonlar (Şekil 9) ölçüldü. Laboratuarda bulunan HORIBA MEXA 8420 Gaz Analiz cihazı ile de ölçümler yapıldı ve AVL 465C verileri ile karşılaştırıldı. HORIBA ile Nitrik oksitler de ölçüldü (Şekil 10). Emisyon ölçümleri doğrudan hacim oranı olarak ölçüldü. (Şekil 11).



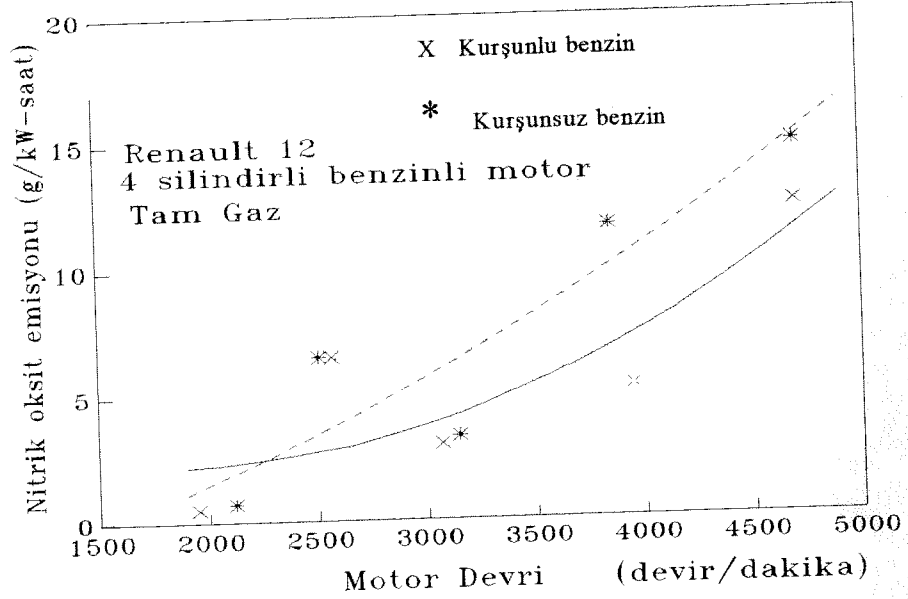
Şekil 7 Kurşunlu ve Kurşunsuz Benzin ile Karbonmonoksit Ölçümü



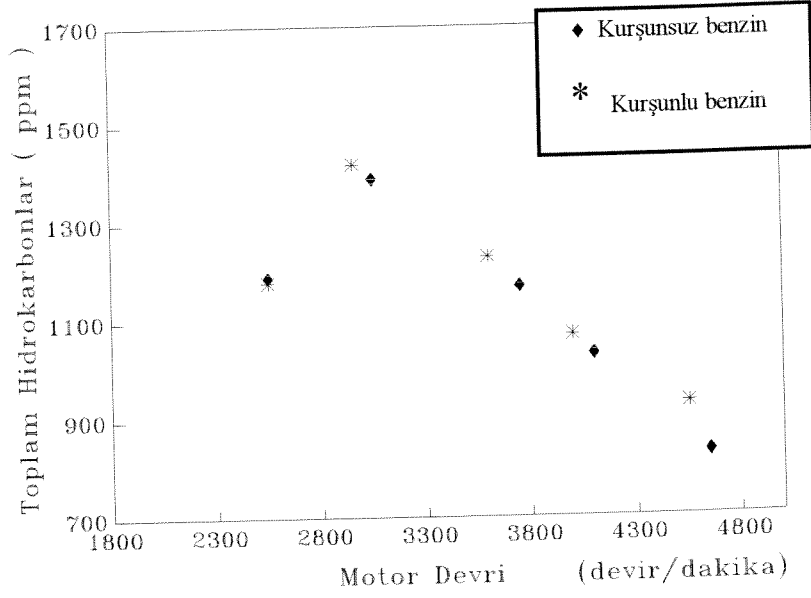
Şekil 8 Tam Gaz durumunda kurşunlu ve kurşunsuz benzin ile karbon dioksit ölçümü



Şekil 9 Tam Gaz durumunda kurşunlu ve kurşunsuz benzin ile Hidrokarbon ölçümü



Şekil 10 Tam Gaz durumunda kurşunlu ve kurşunsuz benzin ile Nitrikoksit ölçümü



Şekil 11 Tam Gaz durumunda kurşunlu ve kurşunsuz benzin ile Hidrokarbon ölçümü

4.1.4 Sonuç

Daha çok laboratuarda ve üniversitenin içinde yapılan ölçümler, AVL 465C portatif egzoz gaz analiz cihazının istenen şekilde çalıştığını ortaya koymuştur. Yapılan deneysel çalışmalarla ölçüm teknikleri geliştirilmiş olup deneylerin metodolojisi de belirlenmiştir. Bir bakıma yapılan ölçümler, eğitim çalışması olarak nitelendirilebilir. Aletin nasıl çalıştırılması gerektiği öğrenilmiştir ve özellikle laboratuarda yapılan ölçümlerde, AVL 465C ye göre çok daha gelişmiş olan fakat portatif olmayan HORIBA marka egzoz gaz analiz cihazı ile karşılaştırma yapılmıştır.

4.2 Deneylerin Yapılış Metodu

4.2.1 Deney Yerinin Seçilmesi

Ankara Taşıt Muayene İstasyonun'da bu çalışma için egzoz emisyonları ölçülecek araçlar tamamen rasgele olarak seçilmişlerdir. Muayenesini ilk olarak tamamlayan araç tarafımızdan durdurulmuş, egzoz emisyon ölçümü ve gerekli bilgiler dolduruluncaya kadar başka bir araç ölçüm için bekletilmemiş, işlemleri tamamlanınca da istasyondaki muayenesini ilk olarak tamamlayan araç bir sonraki örnek olarak seçilmiştir. Bu metodla rastlantısal örneklemenin gerekleri yerine getirilmiş olmaktadır. Ayrıca bu muayene istasyonunun Ankara'daki tek istasyon olmasındandan dolayı, her aracın 2 senede bir buraya gelme ve tarafımızdan egzoz emisyon ölçümleri yapılma ihtimali bulunmaktadır.

4.2.2 Benzinli Araçlarda Yapılan Deneyler

Taşıt muayene istasyonunda ölçüm cihazı araç muayene hattının sonuna kurulmaktadır. Muayenelerini tamamlamış olan araçlar durdurulmakta ve ruhsatları alınarak ekte gösterilen bilgi formu doldurulmaktadır. Burada aracın teknik bilgilerinin yanı sıra bakımıyla ilgili gerekli sorular da sorulmaktadır. Bu form doldurulurken aracın motor kapağı açılmakta ve ölçümler için gerekli hazırlık yapılmaktadır. Bu hazırlıklar :

1. yağ çubuğunun çıkarılması yerine yağ sıcaklığı ölçüm sensörünün takılması,
2. ilk silindirin ateşleme kablosuna rpm ölçüm cihazı takılmasıdır.

Hazırlıklar tamamlandıktan sonra egzoz borusuna ölçüm probu takılmaktadır.

Monitörde emisyon değerleri, yağ sıcaklığı, rölanti devri belirdikten sonra bir diğer menu stroboskobun çalışmasını mümkün kılar ve ateşleme açısı ölçülür. Bu işlemlerin toplam süresi ortalama 5 dakikadır. Bu yolla 2 saatte yaklaşık olarak 20-25 araçla deney yapmak mümkündür.

4.2.3 Dizel Araçlarda Yapılan Deneyler

Her araç görünür mekanik bir hata olup olmadığı konusunda incelendi, motorları birkaç kilometre sürülerek ısıtıldı. Araçların egzozlarına opasimetre takılarak aşağıda belirtilen metodla ölçüm yapıldı.

Araç rölantide çalışırken arka arkaya gaz durumu aniden maksimum durumuna getirildi. Burumda en fazla 6 saniye süre ile çalıştırıldı. Bu arada ivmelenmenin ilk 5 saniyesi için duman koyuluğunun ölçümü yapıldı.

1. Opasimetrenin verdiği ortalama değer ile karşılaştırıldı,
2. zamana bağlı olarak duman koyuluğundaki değişimin düzenli olarak tekrarlanabilirliği

saptandıktan sonra opasimetrenin ortalama değerleri kullanılarak ölçümlere devam edildi.

4.2.3.1 Ölçüm Birimleri

Opasimetre duman koyuluğunu tam saydam ve tam siyah (hiç ışık geçmediği durum) arasında 0 ile 100 arasında göreceli bir skalada belirtmektedir. Bunun için dumanın geçtiği yol üzerinde bir ışık kaynağı ve bu ışık kaynağının karşısında bulunan fotosel ile bu ışığın parlaklığı ölçülmektedir. Bu durumda ışık kaynağının

dumanın giriş bölümüne göre olan konumu ve dumanın geçtiği borunun çapı, ölçüm değerlerine etki etmektedir. Standard olarak kabul edilen 0.4 m duman kolonuna göre ,Beer-Lambert formülüne (3) göre duman koyuluğu katsayısı hesaplanmıştır ve grafikler bu değerler kullanılarak hazırlanmıştır.

$$k = -1/L. \log_e (1 - N/100) \quad (3)$$

N : yüzde olarak okunan duman koyuluğu

L : efektif duman kolon uzunluğu (0.40 m).

BÖLÜM 5

TOPLANAN VERİLERİN DEĞERLENDİRME METODLARI

5.1 Varyans Analizi Methodu

Varyans analizi (ANOVA) en çok kullanılan istatistiksel tekniklerden biridir. Deneysel istatistiğin temellerinden biri olan varyans analizi ortalama değerlerdeki yayılmanın tahlilini yapar. En basit hali ile varyans analizi, birkaç populasyon ortalamasını tahmin metodudur. Bu metod sayesinde az veri ile populasyon hakkında bir çok bilgi edinilebilir.

Varyans analizi modellerinde bir bağımlı değişken ve bir ya da daha çok bağımsız (açıklayıcı) değişken arasındaki istatistiksel ilişki değişik bir perspektiften sunulur. Her bağımsız değişken bir faktördür (treatment) ve her bağımsız değişkenin sabit varyanslı bir normal dağılıma sahip olduğu varsayılır.

Varyans analizi metodu ile değişik faktörlerin aynı ortalamaya sahip olup olmadığına bakılır. Yani bağımlı değişkenin değişik faktörlerde değişik özellikler gösterip göstermediğine bakılır. Eğer bütün faktörlerin ortalaması aynı ise bağımsız değişkenin faktörler üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı ortaya çıkar. Varyans analizi modelleri ile ortalamalarda olan değişikliğin hangi faktör(ler)de olduğu bulunamaz.

Tek-yönlü varyans analizi en çok kullanılan varyans analizi modelleridir. Bunların yanında fractional factorial, Latin squares ve balanced incomplete blocks varyans analizinin temelini oluşturan karmaşık ve birçok durumda elverişli modellerdir. Bu çalışmada örnekleme sonucunda elde edilen verilere göre karbon monoksit ve hidrokarbon emisyonunu etkileyen faktörleri ortaya çıkarmada etkileşimli

İki-yönlü varyans analizi metodunun daha kullanışlı olduğu gözlenmiştir. Bu yüzden çalışmanın ilerleyen safhalarında sadece bu modelin analizi yapılacaktır.

5.2 Modelin Geliştirilmesi:

Etkileşimli iki-yönlü varyans analizi modelleri aşağıdaki özelliklere sahiptir:

1. Çalışmada iki tane faktör vardır, A ve B. Bunlardan bir tanesi n_i , diğeri ise n_j tane faktör düzeyine sahiptir.
2. Her faktör düzeyi için, bağımlı değişkenin (CO ya da HC) sabit varyanslı normal dağılıma sahip olduğu varsayılır.
3. i. ve j. faktör düzeylerinden elde edilen veriler Y_{ijk} ve Y_{ijk} 'in olasılık dağılımının ortalaması μ olarak gösterilir. Y_{ijk} 'ların rastgele seçilmiş olduğu varsayılır.

Öyleyse model

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_i B_j + \varepsilon_{ijk}, \quad i=1,2,\dots,n_i, \quad j=1,2,\dots,n_j, \quad k=1,2,\dots,s_{ij}$$

olarak tespit edilir.

Burada k hem A hem de B faktörünün kesiştiği kutunun içine düşen örnek sayısını gösterir. Bu değer her kutu için aynı olmak zorunda değildir.

Y_{ijk} = Örnekleme sonucu elde edilmiş olan A_i faktörünün ve B_j faktörünün k. elemanını verir.

μ = Populasyonun toplam ortalaması

A_i = A faktörünü bağımlı değişken üzerine etkisi

B_j = B faktörünü bağımlı değişken üzerine etkisi

$A_i B_j$ = A ve B faktörleri biraraya geldikleri zaman bağımlı değişken üzerine etkisi

ε_{ijk} = Gerçek değerlerle teorik değerler arasındaki farkı verir.

ε_{ijk} tahminin standart hatasıdır. Bu hata terimlerinin birbirinden istatistiksel olarak bağımsız olduğu ve ortalaması sıfır sabit varyanslı (σ^2) normal dağılıma sahip olduğu varsayılır. Hata terimleri normal dağılıma sahip olduğu için onun lineer bir fonksiyonu olan Y_{ijk} 'larda normal dağılıma sahiptir fakat parametre değerleri farklıdır.

5.3 Analizdeki Aşamalar:

Değişik faktörlerin hepsi aynı varyanslı normal dağılıma sahip oldukları için faktörlerin etkileri arasındaki farklılıklar, faktörlerin ortalamaları arasındaki farklılıklarla ilişkilidir. Bu sebepten varyans analizi, faktörlerin ortalamalarından popülasyon tahmini yapar. Bunu iki safhada yapar:

1. Bütün faktörlerin ortalamasının aynı olup olmadığına karar vermek. Eğer aynıysa, faktörlerin bağımlı değişken üzerinde hiçbir etkisinin olmadığına karar verilir ve ileri analizlere gidilmez.
2. Eğer faktörlerin ortalamalarından en azından birinin farklı olduğuna karar verilirse, bunun hangi faktörlerin etkisinden kaynaklandığı araştırılır.

5.4 Faktör Ortalamalarının Eşitliği Testi:

5.4.1 Varyans Analizi Tablosu:

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F
Faktör toplamları	SSTR	$s_{ij}-1$	MSTR	MSTR/MSE
Faktör A	SSA	n_i-1	MSA	MSA/MSE
Faktör B	SSB	n_j-1	MSB	MSB/MSE
A ve B Faktörlerinin Etkilişimi	SSAB	$(n_i-1)(n_j-1)$	MSAB	MSAB/MSE
Hata	SSE	Fark	MSE	
Toplam	SSTO	n_T		

5.4.2 Varyans Analizi Tablosunda Kullanılan Terimlerin

Açıklanması:

Toplam ortalamasının en iyi tahmin edicisi örneklemeden elde edilen verilerin ortalamasıdır. \bar{Y} ile gösterilir.

$$\bar{\bar{Y}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{s_{ij}} Y_{ijk}}{\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{s_{ij}} n_{ijk}} \dots\dots\dots(4)$$

Eğer faktörlerin ortalamalarını tahmin ederken, tahmindeki belirsizlik elde edilen veriler ve onların ortalamaları arasındaki sapmalardan kaynaklanır. Buradan açıkça görülebilir ki eğer verilerin hepsi aynı değerse, sapma olmayacak ve ortalama ile veriler arasındaki fark sıfır olacaktır. Yayılma ne kadar büyük olursa populasyon değerlerini tahmin etmekte o kadar zor ve hatalı olacaktır. Burada yayılma $Y_{ijk} - \bar{\bar{Y}}$ olarak gösterilir.

Bütün faktörler için yayılma miktarını bulmak istiyorsak bütün yayılma değerlerinin toplamalarının karelerini alırız. Eğer kare almazsak sıfır değerini elde ederiz. Böylece toplam kareler toplamını elde etmiş oluruz.

$$SSTO = \sum \sum \sum (Y_{ijk} - \bar{\bar{Y}})^2 \dots\dots\dots(5)$$

Hata kareleri toplamı, SSE elde edilen veriler arasındaki yayılmayı gösterir.

Bu yayılma $Y_{ijk} - \bar{Y}_{ij}$, $\bar{Y}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{s_{ij}} Y_{ijk}}{\sum_{k=1}^{s_{ij}} n_{ijk}}$ olarak gösterilir.

Hata karelerinin toplamı yukarıdaki yayılmanın kareleri toplamı olarak bulunur. İlk önce faktörler içi daha sonra bütün faktörler arası toplanır.

$$SSE = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \left(\sum_{k=1}^{s_{ij}} (Y_{ijk} - \bar{Y}_{ij})^2 \right) \dots\dots\dots(6)$$

Dikkat edilecek olursa, eğer bütün faktörler için elde edilen veriler aynı ise hata

kareleri toplamı sıfır olacaktır.,

$$SSTR = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \left(\frac{\left(\sum_{k=1}^{s_{ij}} Y_{ijk} \right)^2}{\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} s_{ij}} \right) - \frac{\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{s_{ij}} Y_{ijk}^2}{\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{s_{ij}} n_{ijk}} \dots\dots\dots(7)$$

Faktör toplamlarının karelerinin toplamı, SSTR faktör ortalamaları arasındaki yayılmayı verir.

Faktör A'nın kareleri toplamı, SSA, örnekteki faktör A düzeylerinin ortalamaları arasındaki yayılmayı gösterir.

$$SSA = \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{s_{ij}} \frac{Y_{ijk}^2}{n_{ijk}} - \frac{\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{s_{ij}} Y_{ijk}^2}{\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{s_{ij}} n_{ijk}} \dots\dots\dots(8)$$

Aynı şekilde, B faktörünün kareleri toplamı, SSB, elde edilen rastgele örnekteki faktör B düzeylerinin ortalamaları arasındaki yayılmayı gösterir.

$$SSB = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{s_{ij}} \frac{Y_{ijk}^2}{n_{ijk}} - \frac{\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{s_{ij}} Y_{ijk}^2}{\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{s_{ij}} n_{ijk}} \dots\dots\dots(9)$$

A ve B faktörlerinin bağımlı değişken üzerindeki etkisini inceleyen A ve B'nin etkileşiminin karelerinin toplamı, SSAB ise

$$SSAB = \frac{\sum_{k=1}^{s_{ij}} Y_{ijk}^2}{\sum_{k=1}^{s_{ij}} n_{ijk}} - \frac{\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{s_{ij}} Y_{ijk}^2}{\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{s_{ij}} n_{ijk}} \dots\dots\dots(10)$$

5.4.2.1 Serbestlik Dereceleri

Toplam kareler toplamı için serbestlik derecesi n_T-1 dir ($n_T = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{s_{ij}} n_{ijk}$). Bu değeri şöyle açıklayabiliriz: Eğer toplamların kareleri toplamını biliyorsak ancak bir toplam değerini serbestçe bulamayız. Matematiksel olarak göstermek gerekirse

$$SSTO = (Y_{111} - \bar{Y})^2 + (Y_{112} - \bar{Y})^2 + \dots + (Y_{ijk} - \bar{Y})^2 + \dots + (Y_{n_i n_j s_{ij}} - \bar{Y})^2$$

$$(Y_{ijk} - \bar{Y})^2 = SSTO - (Y_{111} - \bar{Y})^2 - (Y_{112} - \bar{Y})^2 - \dots - (Y_{ijk-1} - \bar{Y})^2 - (Y_{ijk+1} - \bar{Y})^2 - \dots - (Y_{n_i n_j s_{ij}} - \bar{Y})^2$$

Yukarıdaki ifadeden kolayca görülebileceği gibi sadece toplam örnek hacminin bir eksiği kadar olan toplamları serbestçe seçebiliriz.

Faktörler toplamı karelerinin toplamının serbestlik derecesi ise $s_{ij}-1$ dir.

Aynı şekilde A faktörünün, B faktörünün ve A ile B faktörlerinin etkileşiminin kareleri toplamının serbestlik derecesi sırasıyla n_i-1 , n_j-1 ve $(n_i-1)(n_j-1)$ dir.

Hata karelerinin toplamının serbestlik derecesi ise her faktörün serbestlik dereceleri toplamıdır. Fakat bu değer hesaplanması karmaşık olduğu için hata karelerinin toplamının serbestlik derecesi, toplam kareleri toplamının serbestlik derecesi ile A faktörünün, B faktörünün ve A ile B faktörlerinin etkileşiminin kareleri toplamının serbestlik derecesi arasındaki fark olarak hesaplanır.

Varyans analizi için asıl elde etmemiz gerekenler ortalama faktör toplamı kareleri, ortalama faktör kareleri ve ortalama hata kareleridir. Bu değerler kare toplamının

serbestlik derecelerine bölünmesi ile elde edilir.

Ortalama faktörler toplamı karesi; $MSTR = SSTR / (\sum \sum s_{ij} - 1)$

Ortalama faktör A karesi; $MSA = SSA / (n_i - 1)$

Ortalama faktör B karesi; $MSB = SSB / (n_j - 1)$

Ortalama A ve B faktörlerinin etkileşiminin karesi; $MSAB = SSAB / [(n_i - 1)(n_j - 1)]$

Ortalama hata kareleri; $MSE = SSE / (n_T - n_i n_j + 1)$

Varyans analizi değişik faktörlerin ortalamalarının eşit olup olmadığının analizini yapar. Bunu test etmek için varyans analizi tablosundan yararlanılır. Şimdiye kadar elde etmiş olduğumuz değerler herhangi bir istatistikle karşılaştırma yapmaya müsait değildir. Bunun için elde ettiğimiz değerlerden yararlanarak tablosu bilinen bir dağılım vasıtası ile testin analizini yapabiliriz. Daha önce belirtildiği gibi faktörler sabit varyanslı normal dağılımlara sahiptirler. Bulduğumuz yayılma değerleri $(Y_{ijk} - \bar{Y})$ ile, standart hale gelmiş normal dağılımlar elde edilir. Yani ortalaması sıfır, varyansı bir olan normal dağılımlar elde edilmiş olur. Eğer standart normal dağılıma sahip bir ifadenin karesini alınırsa ki-kare dağılımı elde edilir. Örneğin SSTR $n_T - 1$ serbestlik derecesinde ki-kare dağılımına sahiptir. Aynı şekilde SSA, SSB, SSAB ve SSE sırası ile $n_i - 1$, $n_j - 1$, $(n_i - 1)(n_j - 1)$ ve $n_T - n_i n_j + 1$ serbestlik derecesine sahip ki-kare dağılımlarına sahiptirler. İki ki-kare dağılımını kendi serbestlik derecelerine böldükten sonra birbirlerine oranlanırsa F-dağılımı elde edilir. Yani MSA/MSE , MSB/MSE veya $MSAB/MSE$ birer F-dağılımına sahiptirler. Varyans analizinde MSE hep paydada kalır. Böylelikle istatistiksel F-tablolarına bakarak hipotezin doğru olup olmadığı test edilebilir. Fakat bunu yaparken öncelikle faktör toplamlarını dikkate almak gerekir. Çünkü eğer faktör toplamları bağımlı değişkeni etkilemiyorsa bunların etkisini teker teker incelemeye gerek yoktur. Ancak faktör toplamlarının bağımlı

değişken üzerinde etkisi olduğu kanıtlanırsa bunun A faktöründen mi yoksa B faktöründen mi yoksa ikisinin etkileşiminden mi olduğuna bakılır. Eğer elde ettiğimiz F değeri belli bir güvenilirlik derecesinde seçmiş olduğumuz tablo değerinin altında ise hipotez doğrudur. Başka bir deyimle faktörlerin bağımlı değişken (CO, HC) üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Eğer elde edilen F değeri tablo değerinden büyükse en azından bir faktör ortalamasının diğerlerinden farklı olduğu ortaya çıkar. Daha sonraki aşama bu farklılığın nereden kaynaklandığını bulmaktır. Bunun için en etkili iki yol aralık tahmini ve değişik faktör düzeylerinin ortalamalarının karşılaştırılmasıdır. [34,35,36]

BÖLÜM 6

DENEYLERDEN ELDE EDİLEN VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ülkemizde kullanımda olan araçlarda emisyon ölçümleri yalnız CO emisyonunu belirlemek için taşıt muayene istasyonlarında yapılmaktadır. CO emisyonu ile ilgili Almanya'da uygulanan STVZO regülasyonu 47. maddeye göre hacimsel olarak % 4.5'tur. Bu değer şu anda yürürlükte olan Türk Standardı TS11366'dan bir önceki Türk Standardları 4236'ya göre yine % 4.5'tur. Bu çalışmada elde edilen veriler (1008 aracın kimlik bilgileri, anket soruları ve emisyon değerleri) ACCESS 97 programına aktarılmış ve çeşitli sorgulama yöntemleri kullanılarak sınıflandırılmıştır.

Araçların egzoz emisyonlarını etkileyen faktörleri inceleyebilmek için verileri sorgulamaya en genel halden (marka,model,kilometre,bakım v.s) kademe kademe sınıflandırarak özel durumlara doğru gidilmiştir. En sonunda bu faktörlerden hangisinin veya hangilerinin araçların egzoz emisyonu üzerinde etkili olduğunu kurulacak ANOVA (Varyansların Analizi) modelleri ile tespit edilecektir. Burdan elde edilecek sonuç belli bir güven derecesi ile tüm Türkiye'yi kapsayacak şekildedir.

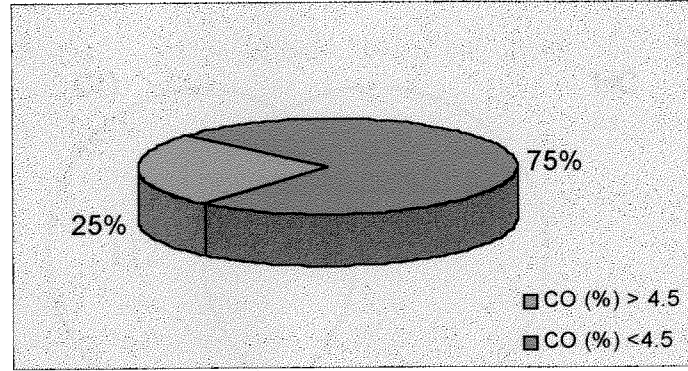
6.1 Benzinli Araçlardan Elde Edilen Sonuçlar

6.1.1 Araçların Durumlarına Genel Bakış

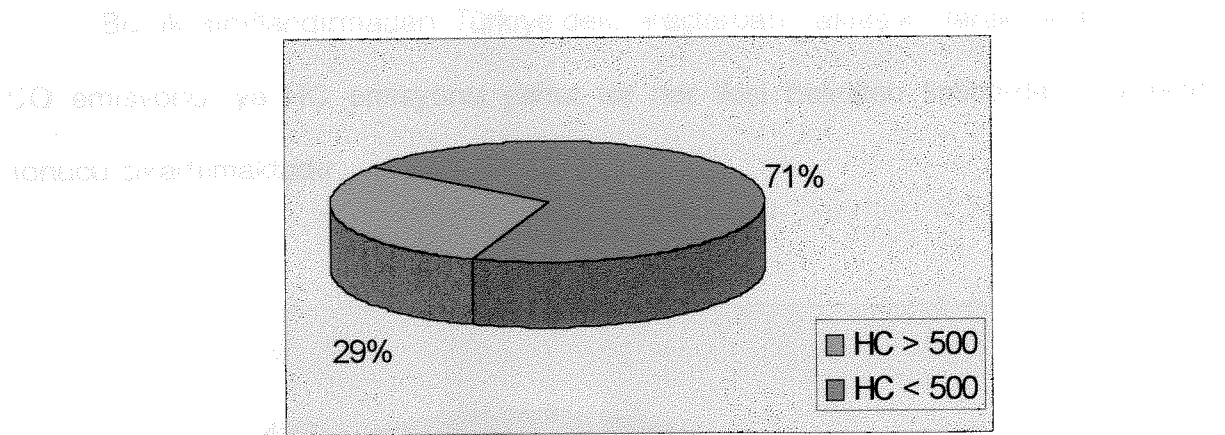
İlk ve en genel olarak, ölçümleri yapılmış olan tüm araçlar, egzozlarındaki CO ve HC yüzdelerine göre sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmalarda baz alınan sınır değerleri CO emisyonu için % 4.5, HC emisyonu için ise 500 ppm olarak belirlenmiştir. Bu sınır değerlerinde araçların modellerine göre bir değişiklik

yapılmamıştır.

Ölçümü gerçekleştirilen 1008 aracın % 25.4'ü (256 araç) yukarıda belirtilen CO sınır değerinin üzerinde, % 29.5' i (297 araç) ise HC sınır değerinin üzerinde emisyonu sahiptir.



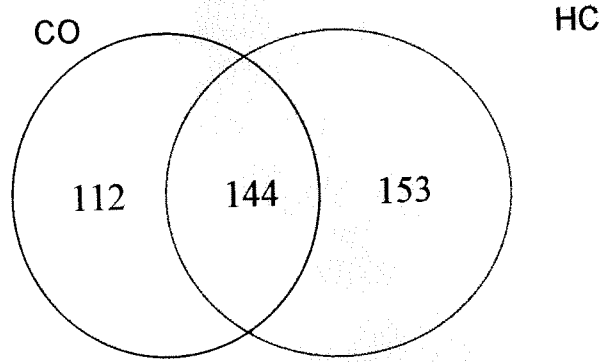
Şekil 12 Araçların Karbonmonoksit Emisyonlarına Göre Genel Sınıflandırılması



Şekil 13 Araçların Hidrokarbon Emisyonlarına Göre Genel Sınıflandırılması

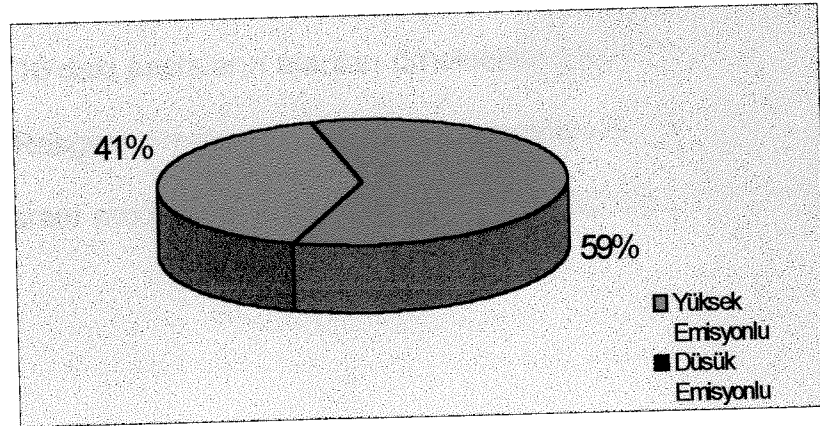
HC ve CO emisyonlarından herhangi biri, bu sorgulamada kullanılan sınır değerlerinden, yüksek olan araçlara baktığımızda ülkemizdeki durumun

ciddiyeti ortaya çıkmaktadır. Yapılan ölçüm sonuçlarında araçların % 41'i (409 araç) ya hidrokarbon ya da karbonmonoksit emisyonları yönünden yüksek emisyonlu araç kategorisine girmektedir. Bu 409 aracın 144'ünün hem CO değeri hem de HC değeri sınır değerlerinin üzerindedir. Bu durum şekil 14'te gösterilmiştir.



Şekil 14 Yüksek Emisyonlu Araçların Sınıflandırılması

Bu ilk sınıflandırmadan Türkiye'deki araçlardan yaklaşık olarak % 41'inin ya CO emisyonu, ya HC emisyonu yahut da her ikisi belirtilen limitlerden yüksektir sonucu çıkartılmaktadır.



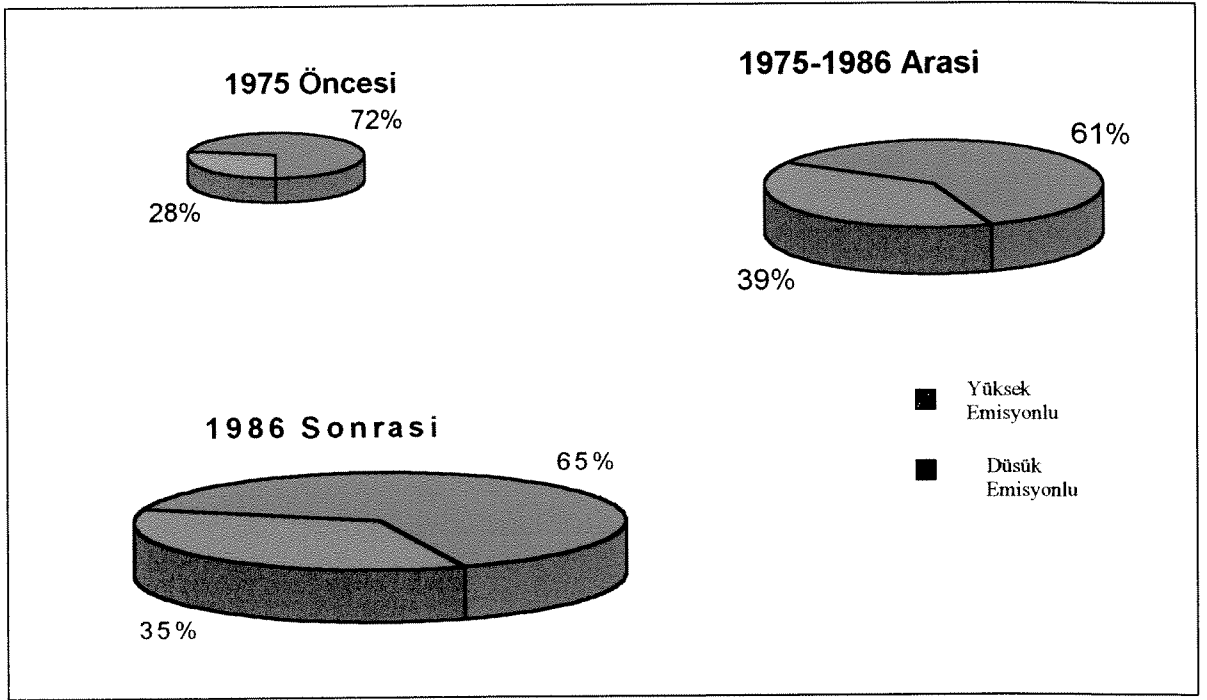
Şekil 15 Türkiye'deki Araçların Emisyonlarına Göre Sınıflandırılması

6.1.2 Araçların Egzoz Emisyonlarının (CO) Modellerine Göre Sınıflandırılması

Şu anda yürürlükte olan TS 11366'ya göre tüm araçlar modellerine göre sınıflandırılmışlar ve farklı modellerdeki araçlara farklı CO yüzde sınırlaması getirilmiştir. Yurdumuzdaki Nisan 1994'de hazırlanan , trafikteki taşıtların (Dizel motorlu taşıtlar için TS 11365 ve Benzin Motorlu taşıtları için TS 11366) egzoz emisyon sınır değerlerinin verildiği standartlarda CO emisyon sınır değeri 01.10.1975'ten önce imal edilmiş olan araçlar için rölantide hacimsel olarak % 6, 01.10.1975- 01.10.1986 tarihleri arasında imal edilen araçlarda % 4.5 ve 01.10.1986'dan sonra imal edilmiş araçlarda ise % 3.5 olarak verilmiştir. Bu bölümde egzoz ölçümleri yapılan araçlar halen yürürlükte olan Türk Standardlarına göre değerlendirilmiş ve emisyon yüzdeleri bu sınırların üzerinde olan araçlar yüksek emisyonlu olarak adlandırılmıştır.

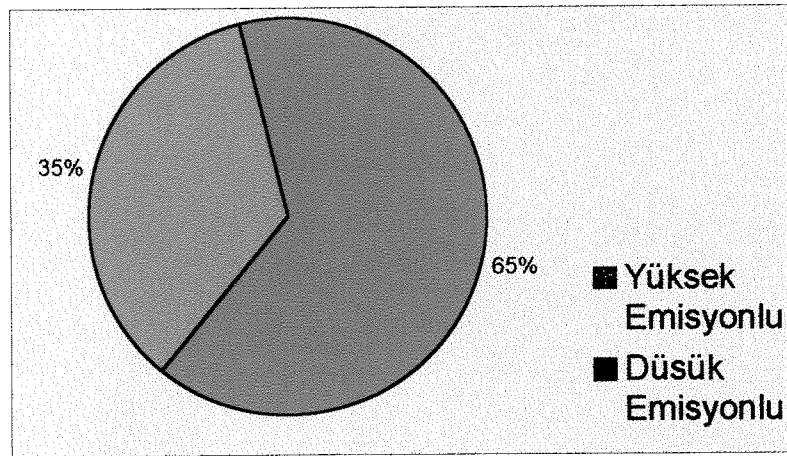
Buna göre TS 11366'ya göre yüksek emisyonlu araçların yüzdeleri şekil 16 'daki gibidir.

Şekil 16'daki pastaların alanları örneklenen popülasyonların miktarlarını temsil etmektedir. Rasgele örneklenen araç popülasyonunda 1975 öncesi araç sayısı 46, 1975-1986 arası modeldeki araç sayısı 134 iken bu sayı 1986 sonrası araçlar için 828'tir.



Şekil 16 Araçların Modellerine Göre Yüksek Emisyonluluk Oranları

Eğer popülasyondaki tüm araçları TS 11366'ya uygunluğuna göre tek bir grafikte (şekil 17) incelersek araçların % 35.1'inin yüksek emisyonlu olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu oran tüm modeller için % 4.5 olarak uygulanan karbon monoksit yüzdesini geçen araçların oranından (% 25) çok daha fazladır.



Şekil 17 Araçların TS 11366'ya Göre Sınıflandırılması

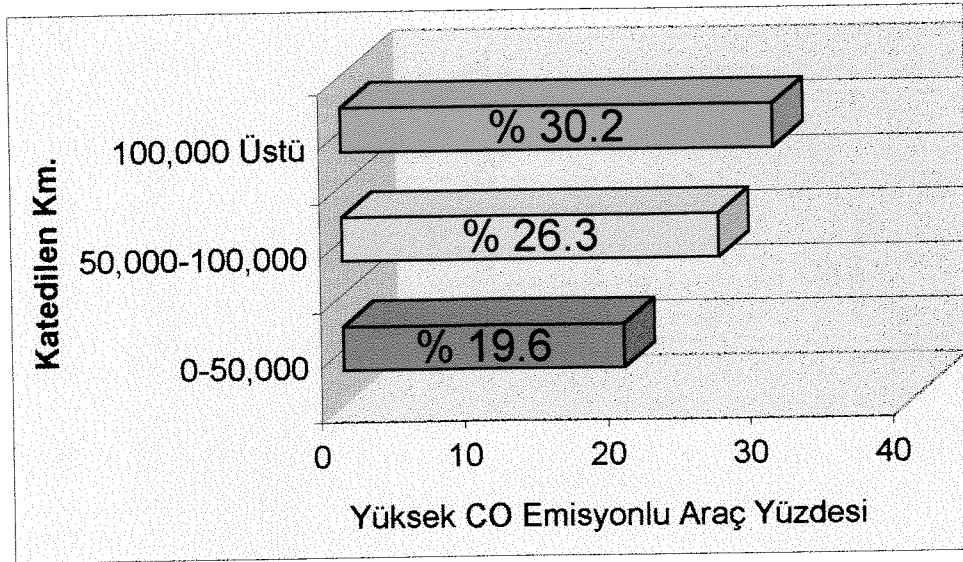
6.1.3 Araçların Egzoz Emisyonlarının Kilometrelerine Göre Sınıflandırılması

Araçların katettikleri kilometrenin egzoz emisyonuna etkilerini inceleyebilmek için ölçümü yapılan araçlar 3 kategoriye ayrıldı ve CO ve HC sınır değerlerinin üzerinde olma oranları tespit edildi.

Tablo 6
Araçların Kilometrelerinin Karbonmonoksit Emisyonuna Etkisi

Katettikleri yol (km)	Ölçülen Araç Sayısı	CO > % 4.5	Yüzde Değeri
0-50,000	321	63	19.6
50,000-100,000	388	102	26.3
100,000 üzeri	288	87	30.2
TOPLAM	997*	252	25.3

* 11 aracın kilometre sayaçlarındaki problem nedeniyle bu toplam içine dahil edilmemiştirler.

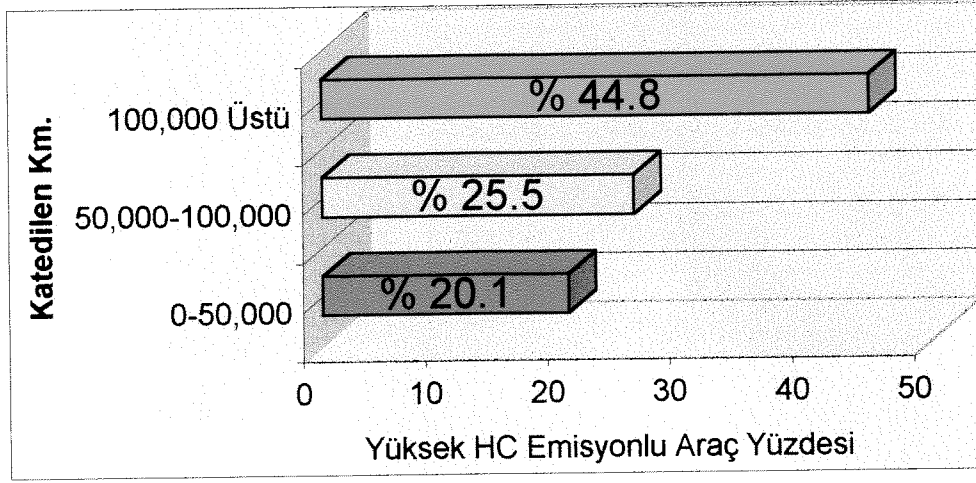


Şekil 18 Araçların Kilometrelerinin Karbonmonoksit Emisyonuna Etkisi

Şekil 18'de görüldüğü üzere popülasyondaki araçların katettikleri kilometre arttıkça yüksek CO emisyonlu ve yüksek hidrokarbon emisyonlu araç oranlarının arttığı gözlemlenmektedir.

Tablo 7
Araçların Kilometrelerinin Hidrokarbon Emisyonuna Etkisi

Katettikleri yol (km)	Ölçülen Araç Sayısı	HC > 500 ppm	Yüzde Değeri
0-50,000	321	67	20.1
50,000-100,000	388	99	25.5
100,000 üzeri	288	129	44.8
TOPLAM	997	252	25.3



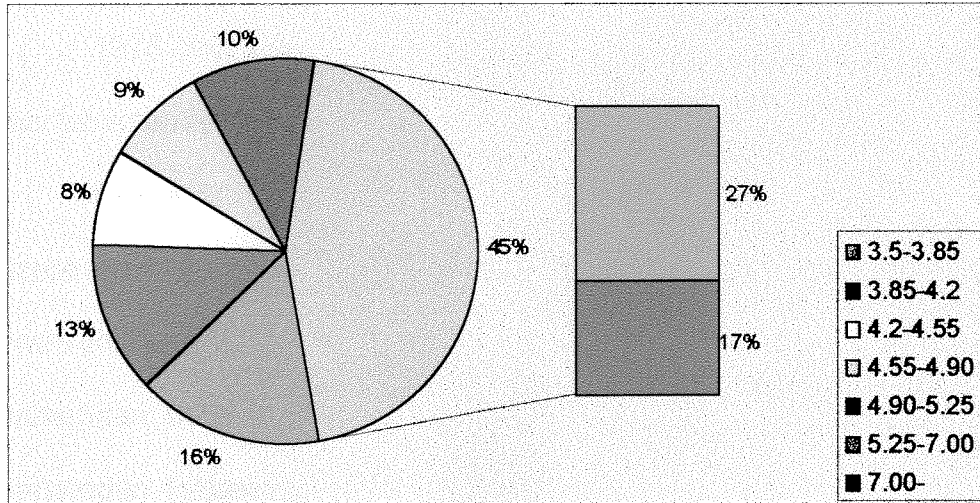
Şekil 19 Araçların kilometrelerinin hidrokarbon emisyonuna etkisi

Araçlardaki kilometrelerine göre sınıflandırmada 0-100,000 kilometre arasındaki araçların hidrokarbon ve karbon monoksit emisyonları yaklaşık aynı oranda artmaktadır. 100,000 km'nin üzerindeki araçlarda karbonmonoksit testini geçemeyen araçların oranı % 30.2 iken bu oran hidrokarbon emisyonlarında yaklaşık olarak % 45'e çıkmaktadır. Bu da 100,000 kilometreyi geçen araçların hidrokarbon emisyonlarında belirgin bir artış olduğunu göstermektedir. İyi bakımı yapılmayan araçlarda zamanla karbon birikiminin oluşması hidrokarbon emisyonlarına etki etmektedir. Subap yuvalarının içlerinde ve emme manifold kanallarında oluşan karbon birikimleri nedeniyle daralan emme manifold ve sübap yuvaları motorların gücünde de etkili kayıplara neden olmakta ve bu da benzin tüketimini artırmaktadır.

6.1.4 Yüksek ve Düşük Emisyonlu Araçların Sınıflandırılması

Bu bölümde araçlar CO ve HC emisyonlarına göre sınıflandırılacaktır. TS 11366'da belirtilen limit değerlerinden yüksek olan araçlar yüzde olarak ne kadar bu limitlere yakın oldukları tespit edilecektir, altındaki araçlar da yüzde olarak ne kadar uzakta oldukları tespit edilecektir. Bu tür sınıflandırma düşük maliyetli bakımlarla limit değerlerinin altına çekilebilecek araçların yüzdesi hakkında fikir verecektir. Avrupa ve Amerika'da egzoz emisyon standartları zaman geçtikçe aşağıya doğru çekilmekte ve bu yeni limitler gelişmekte olan ülkelerde de belli bir geçiş döneminden sonra empoze edilmektedir. Düşük emisyonlu araçların sınıflandırılması sonucunda Türkiye'de egzoz emisyon sınırlarının ne kadar aşağıya çekilebileceği hakkında bu sınıflandırma sonucunda fikir sahibi olunabilecektir.

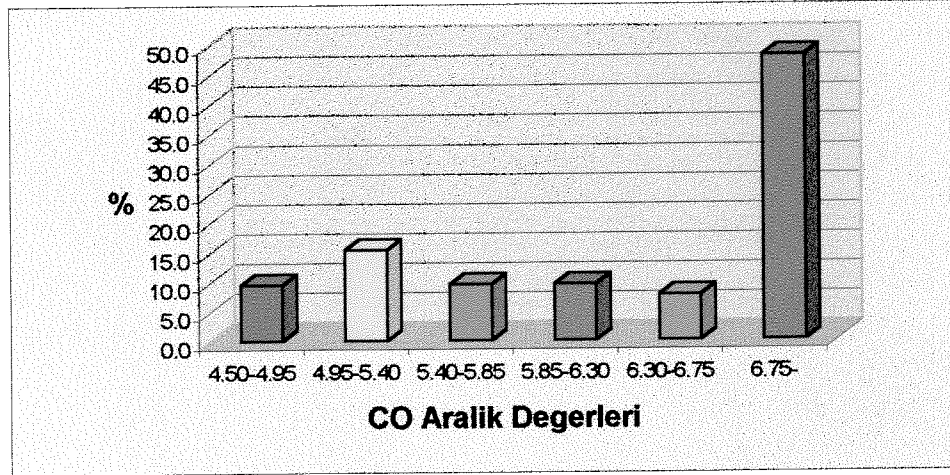
1986 model sonrası araçlardan CO emisyonlarını % 3.5'un üzerinde olan araçları sınıflandırarak şekil 20 'yi elde ederiz.



Şekil 20 Yüksek karbon-monoksitli araçların dağılımı (1986 model sonrası)

Şekil 20'de görüleceği üzere 1986 sonrası modeldeki araçlarda emisyon limitinden % 10 fazla olan araçların oranı % 16, emisyon limitlerinin % 50, daha

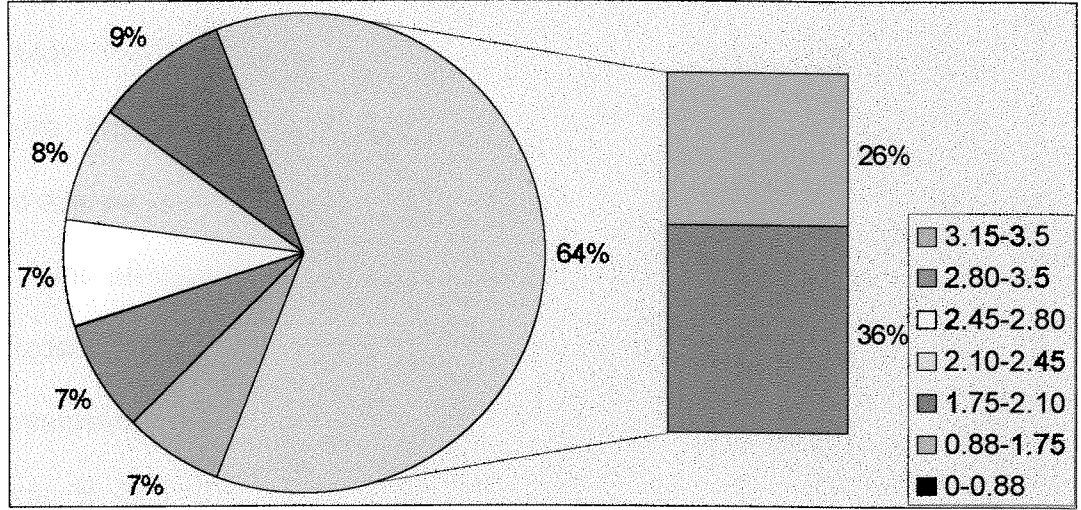
üzerinde olan araçların oranı ise % 45'tir. Bu da basit bakım metodları ile emisyonu sınırların altına alınabilecek araçların sayısının sınırlı olduğunu , büyük çoğunluktaki araçların daha ciddi bakıma ihtiyaçları olduğunu göstermektedir. 1975-1985 model arasındaki araçlarda da buna benzer duruma rastlanmaktadır.



Şekil 21 Yüksek Karbon-monoksitli Araçların Dağılımı (1975-1985 model)

1975 öncesi modellerde yeterli sayıda veri olmadığından bu şekilde bir ayırıma tabi tutulmamıştır.

Düşük emisyonlu araçları değerlendirdiğimizde ise Şekil 20'den anlaşılacağı üzere sevindirici bir durum söz konusudur. Egzoz emisyonlarındaki karbon monoksit oranı limitlerin % 10 altında olan araçların oranı % 7 iken, emisyon değerleri limitlerin yarısından daha az olan araçların oranı % 64'tür. Bu yüzde 64'lük araçların ise yarısından fazlasının (toplamda % 36) emisyonları limitlerin dörtte birinden daha azdır. Bu durum gösteriyor ki 1986 sonrası modeldeki araçlara uygulanan karbon monoksit limitleri zaman içerisinde aşamalı olarak şu andaki sınırlamanın dörtte birine indirilmesi mümkündür.



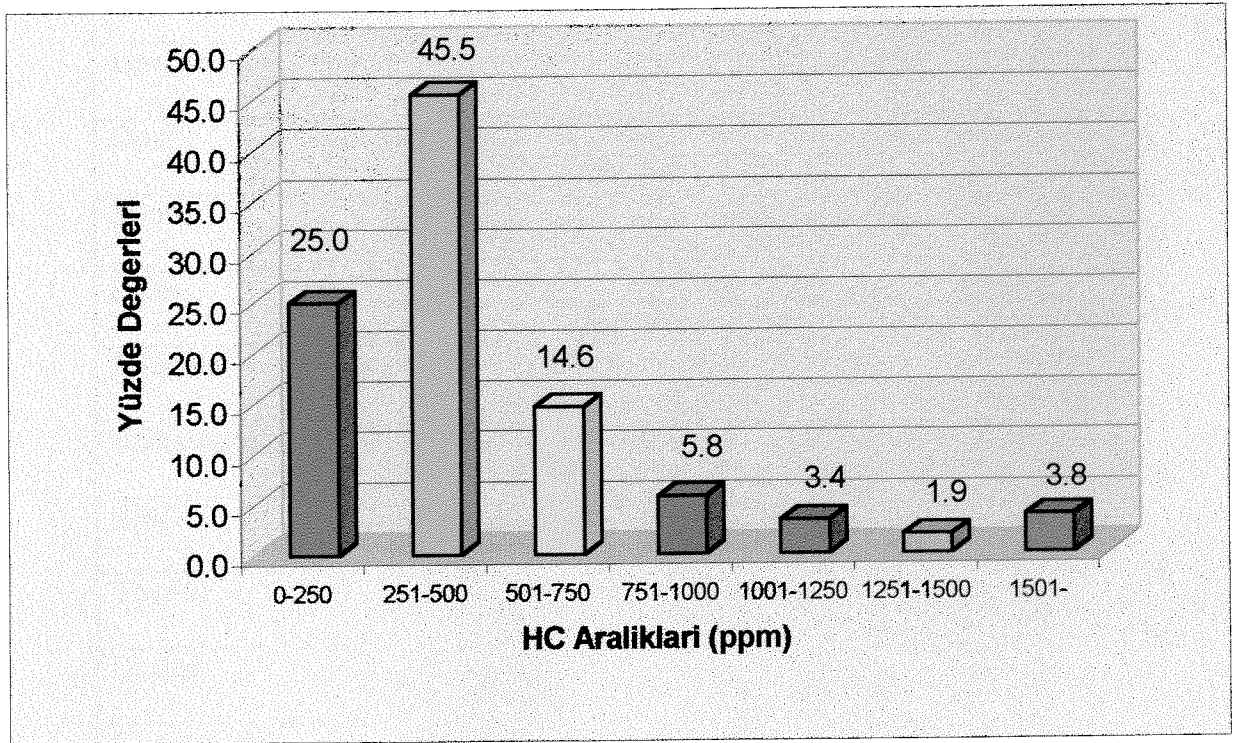
Şekil 22 Düşük CO Emisyonlu Araçların Dağılımı (1986 sonrası modeller)

Tablo 8
Düşük CO Emisyonlu Araçların Dağılımı (1975-1985 arası modeller)

CO Limit Değerlerine Yakınlık	Araç Sayısı	% Değeri
% 10 Az	7	% 8.5
% 10 -% 20 Az	11	% 13.4
%20 - % 30 Az	4	% 4.9
% 30 - % 40 Az	6	% 7.3
%40 - % 50 Az	4	% 4.9
1/2 -1/4'ü arası	15	% 18.5
1/4'ünden az	35	% 42.7

Şekil 20-21-22 ve Tablo 8'ten şu sonucu çıkarmak mümkündür. Ülkemizde karbon monoksit emisyonu sınır değerinin çok üzerinde ve çok altında olan araçlar ağırlıktadır. Yüksek emisyonlu araçlar için alınabilecek önlemler (zorunlu bakım ve gerekirse trafikten men) ile karbon monoksit emisyon değerleri Amerika ve Avrupa'daki sınır seviyelerine çekilebilir.

Aynı sınıflandırma tipini hidrokarbon emisyonları için de uygularsak yine ülkemizdeki taşıtlar hidrokarbon emisyonları açısından çok kötü durumda gözükmemektedir. Toplam araç sayısının % 25'inin HC emisyonu 0 ile 250 ppm arasında, % 45.5'i ise 251 ile 500 ppm arasındadır. Bu durum göstermektedir ki şu anda TS 11366'ya göre katalitik dönüştürücüsü olmayan araçlar için uygulanmakta olan 1200 ppm hidrokarbon sınır değeri 500 ppm'e kadar düşürülmesi mümkündür.



Şekil 23 HC Emisyon Değerinin Dağılımı

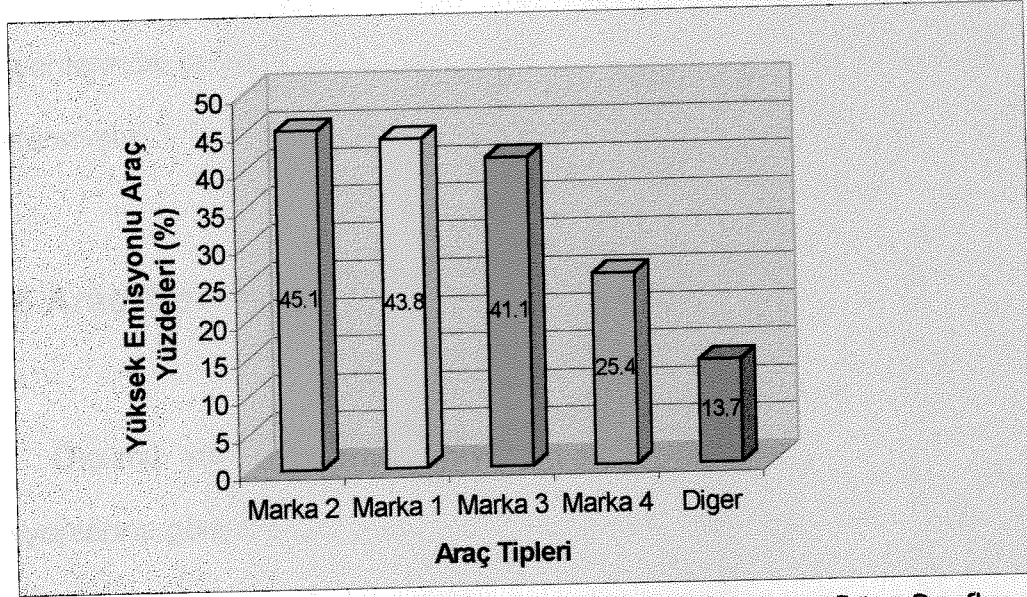
6.1.5 Araç Markalarının Egzoz Emisyonlarına Göre Karşılaştırılması

Bu çalışmada ölçümü yapılan araçların markalara göre dağılımı aşağıdaki gibidir.

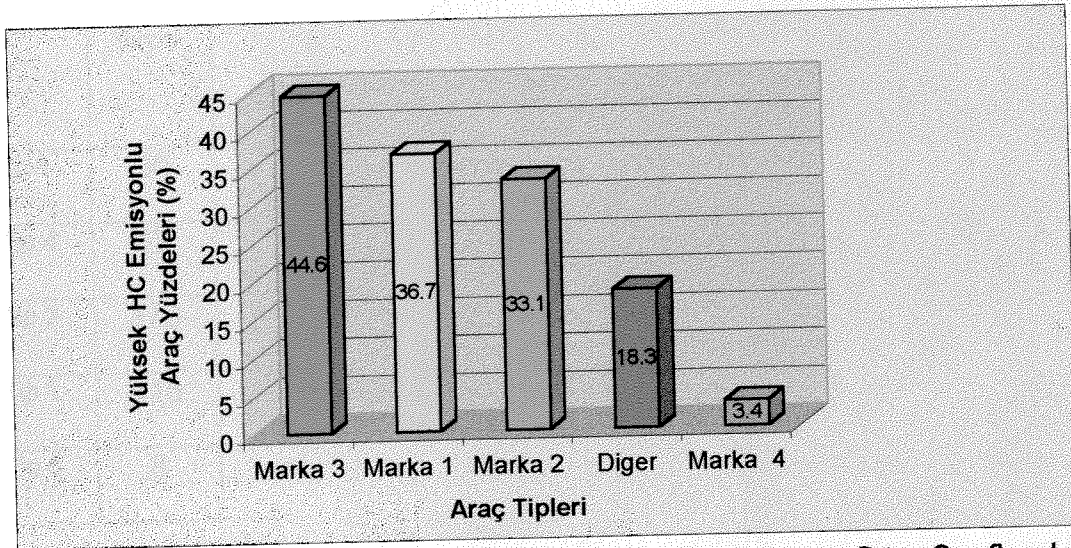
Tablo 9
Türkiye'deki ve örnek popülasyondaki araçların markalarına göre dağılımları

MARKA	SAYI (TÜRKİYE)	YÜZDE	SAYI (ÖRNEKLENEN)	YÜZDE
Murat TOFAŞ	1,215,793	%25.6	365	% 36.2
Renault	1,099,870	%23.1	266	% 26.4
Ford Taunus	456,191	%9.6	56	% 5.6
Fiat	227,124	%4.8	59	% 5.9
Anadol	100,749	%2.1	14	% 1.4
Mercedes	125,462	%2.6	28	% 2.8
Opel	150,051	%3.2	52	% 5.2
Skoda	94,417	%2.0	28	% 2.8
Lada	76,240	%1.6	29	% 2.9
Peugeot	70,145	%1.5	9	% 0.9
Volkswagen	81,429	%1.7	10	%1
BMC	50,259	%1.1	-	-
Toyota	116,458	%2.5	28	%2.8
Dodge	44,980	%1	2	% 0.2
Chevrolet	42,598	%1.1	5	% 0.5
Diğerleri	800,716	%16.8	57	% 5.7

Tablo 9'dan anlaşılacağı üzere örneklenen popülasyonun ve Türkiye'deki araçların markalara göre dağılım oranları birbirine çok yakındır. Bu da istatistiksel örneklemedeki başarıyı göstermektedir. Buna göre şekil 24'te her markanın TS 11366'ya uymayan araçlarının (yüksek karbonmonoksit emisyonlu) yüzdeleri gösterilmiştir.



Şekil 24 Yüksek CO Emisyonlu Araçların Markalarına Göre Sınıflandırılması



Şekil 25 Yüksek HC Emisyonlu Araçların Markalarına Göre Sınıflandırılması

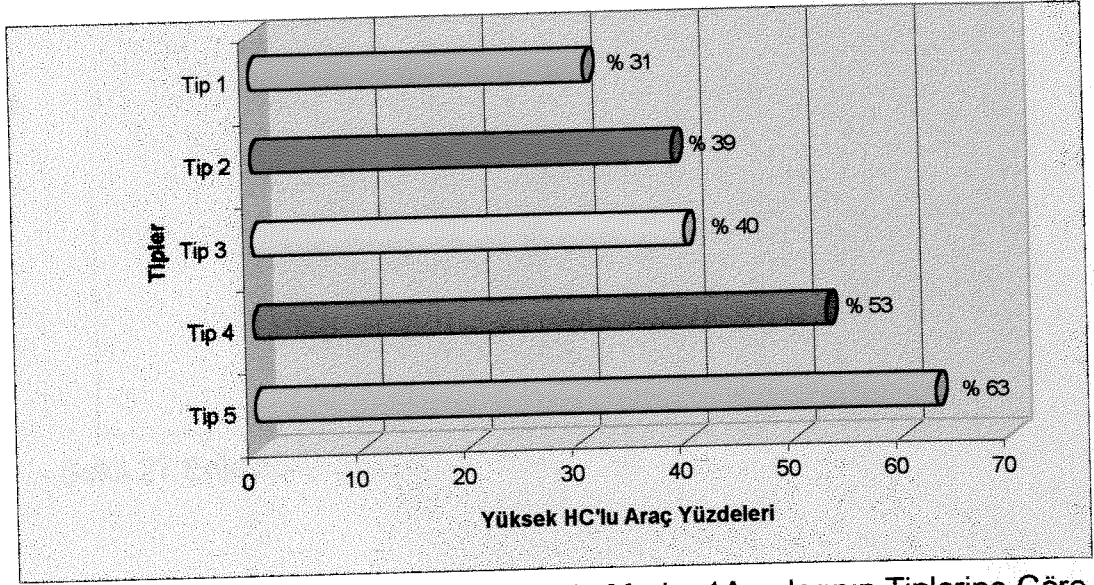
Aynı sınıflandırmayı hidrokarbon emisyonları için yaptığımızda markaların yüksek emisyonluluk sıralamasında değişiklik gözlenmektedir. Yalnız hidrokarbon emisyonlarını değerlendirmeye tabi tutarken karbonmonoksit emisyonlarını değerlendirirken yapıldığı gibi araçların modelleri göz önüne alınmamıştır. Türk Standardları 11366 hidrokarbon emisyonlarına sınırlamalar getirirken araçların modellerini göz önüne almamıştır. Halbuki Hidrokarbon emisyonlarında araçların modellerinin çok etkili olduğu bu raporun bölüm 6.3'ünde kanıtlanmıştır.

6.1.6 Araç Tiplerinin Egzoz Emisyonlarına Göre Karşılaştırılması

Ölçümü yapılan Marka 1 Otomobillerinin tiplerine göre dağılımı ve CO emisyonlarına göre sınıflandırılması tablo 10'daki gibidir.

Tablo 10
Marka 1 otomobillerinin tiplerine ve karbon monoksit emisyonlarına göre sınıflandırılması

	Sayısı	1986 Sonrası	CO > 3.5 (%)	1975-1985	CO > 4.5 (%)	1975 Öncesi	CO > 6
Tip 3	50	47	% 44.7	3	% 66.7	-	-
Tip 4	17	16	% 50	1	% 100	-	-
Tip 2	170	138	% 43.5	31	% 32.3	-	-
Tip 1	118	111	% 45.9	7	% 42.9	-	-
Tip 5	8	-	-	4	% 50	4	% 25



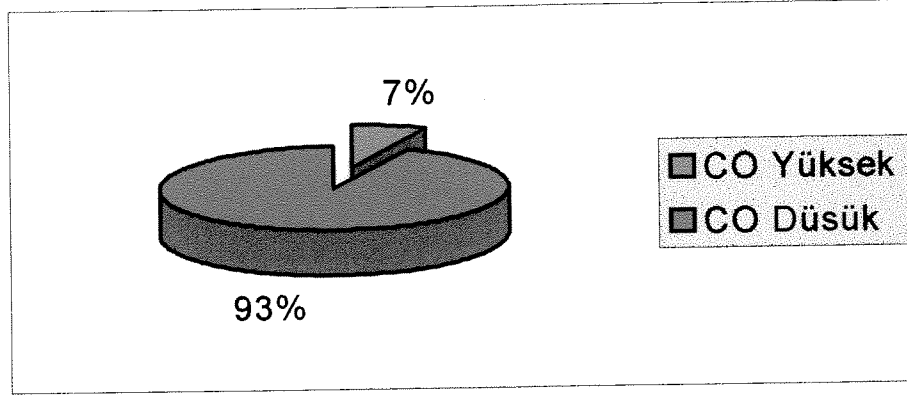
Şekil 26 Yüksek HC Emisyonlu Marka 1 Araçlarının Tiplerine Göre Sınıflandırılması

Diğer marka araçların tiplerinde çok çeşitlilik olduğundan ve toplam örneklenen araç sayısı da marka 1 otomobillerine nazaran daha az olduğundan tiplerine göre sınıflandırılmamışlardır.

6.1.7 Araçların Yakıt Besleme Sistemlerine Göre Sınıflandırılması

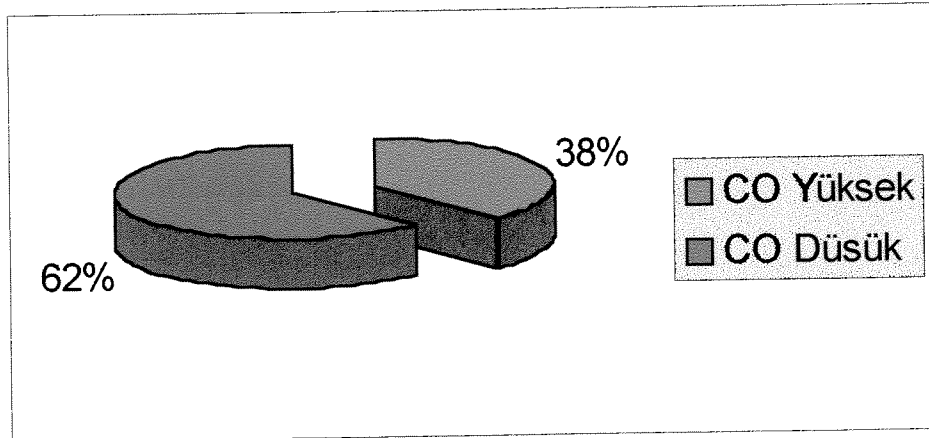
Bu bölümde araçlar yakıt besleme sistemlerine göre karbüratörlü veya enjektörlü olarak ikiye ayrılmıştır. Enjektörlü araçlar Türkiye'de yeni model araçlarda daha sık olarak görülmektedir. Fakat şu anda trafikte olan araçlarda enjektörlü olanların sayısı karbüratörlü araçlara göre çok daha azdır. Bu çalışmadaki örnek popülasyonda 1008 aracın içerisinde 100 adedi enjektörlü geri kalan 908 araç ise

karbüratörlüdür. Yine bu araçları TS 11366'ya göre sınıflandırırsak (Şekil 27) enjektörlü araçlardaki yüksek emisyonluluk oranı sadece % 7 iken bu oran



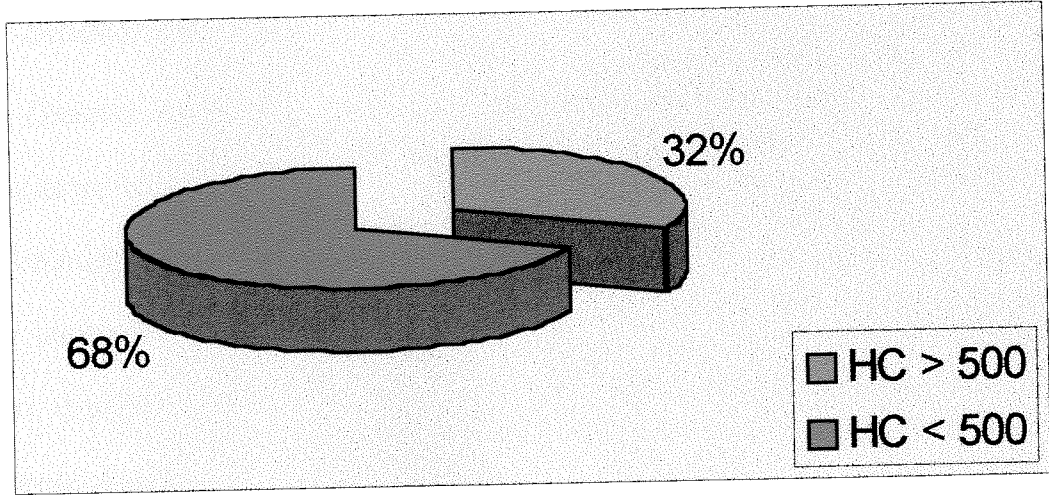
Şekil 27 Enjektörlü Araçlardaki Yüksek CO Emisyonluluk Oranı

karbüratörlü araçlarda % 38'e çıkmaktadır. Yalnız burda dikkat edilmesi gereken nokta Türkiye'deki enjektörlü araçların yeni model araçlardan oluşmasıdır.

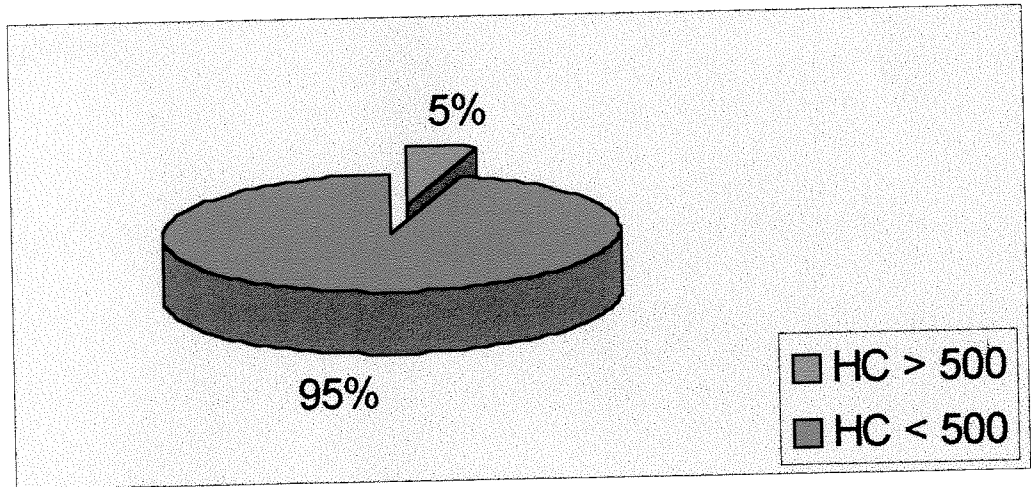


Şekil 28 Karbüratörlü Araçlardaki Yüksek CO emisyonluluk oranı

Yine aynı şekilde hidrokarbon emisyonlarına göre karbüratörlü ve enjektörlü araçları incelersek aşağıdaki tabloları elde ederiz.



Şekil 29 Karbüratörlü Araçlardaki Yüksek HC Emisyonlu Araç Oranı



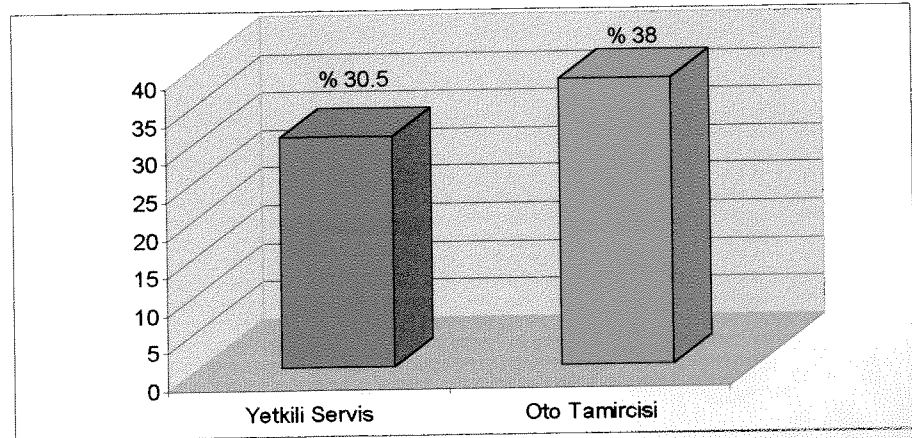
Şekil 30 Enjektörlü Araçlardaki Yüksek HC emisyonlu araç oranı

Yine yukardaki iki tablodan görülmektedir ki hidrokarbon emisyonları açısından da enjektörlü araçların karbüratörlü araçlara tartışmasız üstünlüğü vardır.

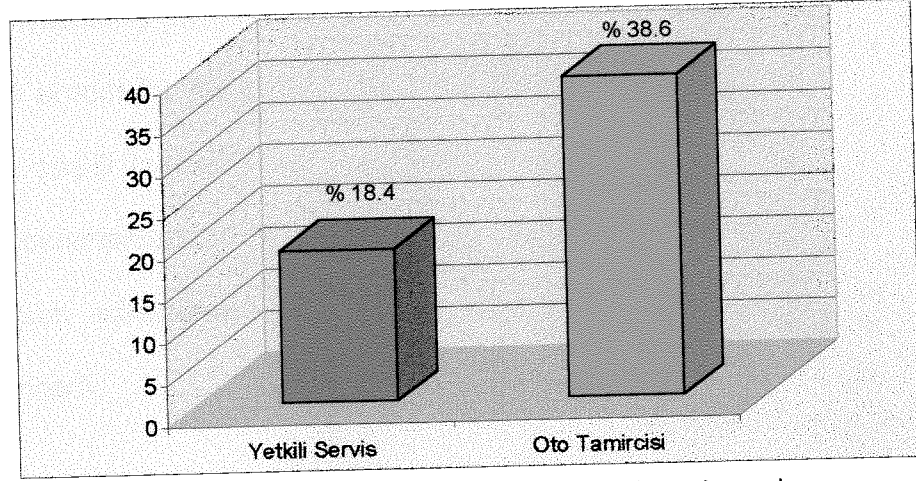
6.1.8 Araçların Bakımlarını Yaptırdıkları Kuruluşlara Göre

Sınıflandırılması

Ölçümü yapılan araçların sahiplerine bakım yaptırdıkları kuruluşlar sorulmuş ve araçlarını yetkili servise götürenlerin sayısı 397, yetkili servisten başka herhangi bir oto tamircisine götürenlerin sayısı ise 360 çıkmıştır. Geri kalanlar hakkında bilgi yoktur veyahut da araçlarını periodik bakıma götürmemektedirler. Yine bu araçların karbon monoksit emisyonlarını TS 11366'ya göre sınıflandırdığımızda yüksek emisyonlu araçların oranlarının iki sınıfta da birbirine yakın olduğu görülmüştür. Bu yetkili servisler açısından bir başarısızlık olarak görülmektedir. Oto tamirhanelerine göre daha gelişmiş cihazlara sahip olan yetkili servislerin araçların egzoz emisyonları ile ilgili bakımları yeterince iyi yapmadıklarını ortaya koymaktadır. Şekil 31'de bu durum görülmektedir.



Şekil 31 Bakım yapan kuruluşlara göre yüksek CO emisyonluluk oranı



Şekil 32 Bakım yapan kuruluşlara göre yüksek HC emisyonlu araç oranı

Hidrokarbon emisyonlarına göre karşılaştırdığımızda ise oto tamircilerinde yüksek hidrokarbon emisyonlu araç oranı yine yüksek karbonmonoksit emisyonlu araç oranı ile aynı kalırken yetkili servislerde yarıya yakın bir düşme görülmektedir. Hidrokarbon emisyonu açısından kritik motor parçalarının (buji gibi) servislerde periyodik olarak değiştirilmesi gibi hidrokarbon emisyonlarını düşük seviyede tutmaktadır.

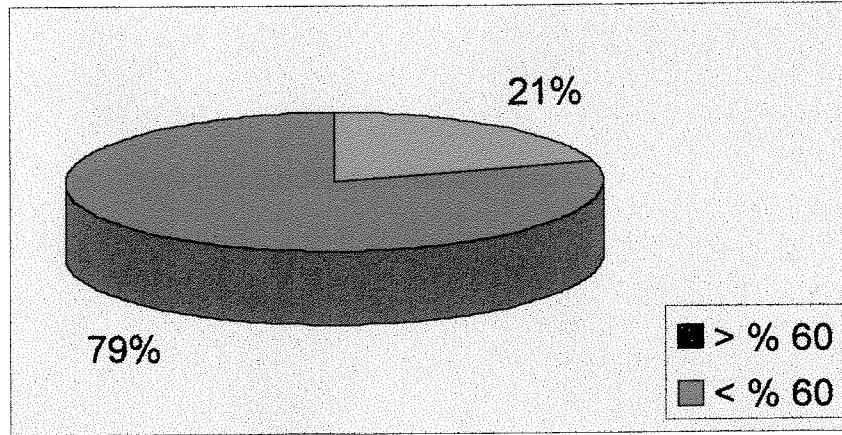
6.2 Dizel Araçlardan Elde Edilen Sonuçlar

Trafikteki dizel motorlu taşıtların egzoz gazı kirleticileri için sınır değeri şu anda yürürlükte olan TS 11365'e göre normal emmeli dizel motorlar için 2.5, aşırı doldurmalı dizel motorlar için 3.5'tir. Bu değerler absorpsiyon katsayısıdır ve yaklaşık olarak formül 3'e göre normal emmeli dizel motorlar için % 60 (63.2) ve aşırı doldurmalı dizel motorlar içinse % 75 (75.3) duman koyuluğuna denk gelmektedir.

Bu projede toplam 200 adet dizel araçların ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu

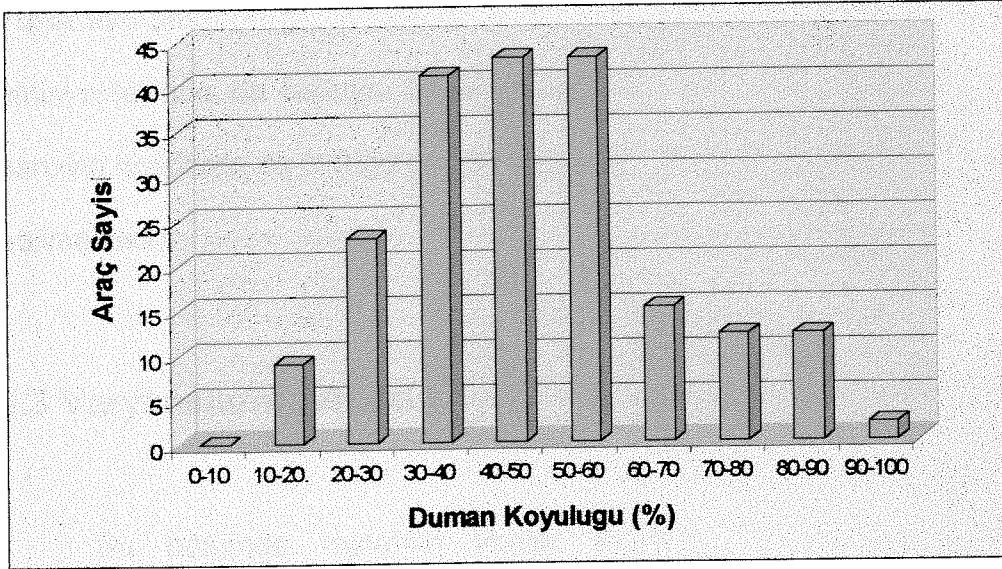
araçlardan 176 tanesi özel kullanıma ait araçlardır. Yine benzinli araçlarda olduğu gibi rasgele örnekleme yolu ile Karayolları Taşıt Muayene İstasyonu'nda seçilmiştir. Geri kalan 24 aracın bir kısmı Orta Doğu Teknik Üniversitesinin taşıma filosundan olup diğerleri çeşitli kuruluşlara aittir. Fiat Iveco, Man ve Mercedes Benz marka otobüslerden oluşmaktadır. Modelleri ise 1974 ile 1992 arasında değişmektedir.

Bu ölçüm sonuçlarına göre dizel araçlardan % 21'inin duman koyuluğu % 60'ın üzerindedir.



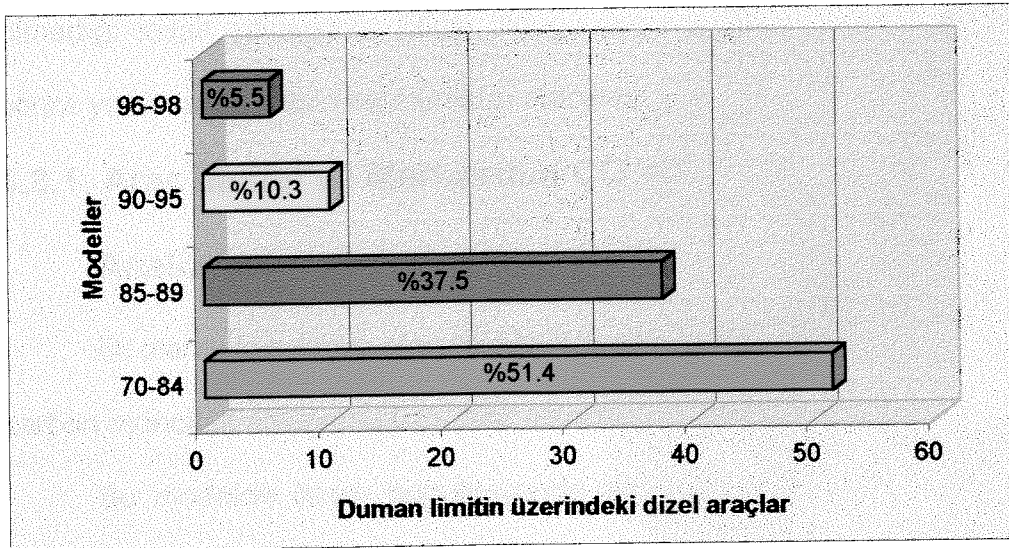
Şekil 33 Dizel Araçların Yüksek Emisyonluluk Oranı

Frekans tablosunu incelediğimizde ise (Şekil 34) normale yakın bir dağılım görmekteyiz. Toplam araçların büyük çoğunluğunun (% 63.5) duman emisyonunun % 30 ile % 60 arasında kaldığı tespit edilmektedir.



Şekil 34 Dizel Araçların Duman Emisyonlarının Dağılımı

Yine ölçümü yapılan dizel araçları modellerine göre sınıflandırdığımızda şekil elde edilmektedir.



Şekil 35 Dizel araçların modellerine göre sınıflandırılması

Yukardaki şekilden görülmektedir ki dizel araçların kullanıldıkları yıl arttıkça duman emisyonlarında da belirgin bir artış göze çarpmaktadır. Bunun sebebi de yine benzinli araçlarda da olduğu gibi düzenli yapılmayan periyodik bakımlar olduğu tahmin edilmektedir.

6.3 Varyansların Analizi

Bu bölümde toplanan veriler arasındaki ilişkiler istatistiksel metodlar kullanılarak incelenecektir. Bu metodlar sonuçların sağlıklı olarak yönlendirilmesi açısından son derece önemlidir.

Genel olarak kullanılacak metod Varyansların Analizi metodudur. (ANOVA Analysis of Variance). Bu metod kullanılarak bu çalışmada toplanan verilerin, araçların egzoz emisyonu ile ilgili herhangi bir parametre üzerinde etkisinin olup olmadığı tespit edilecektir. Etkisi olduğu tespit edilen parametreler hakkında daha sonra yorumlar yapabilmek mümkün olacaktır.

6.3.1 Araç Model ve Markasının CO Ve HC Emisyonuna Etkisinin

Analizi

İlk olarak kurulacak olan iki ANOVA modeli ile araçların marka ve modellerinin karbon monoksit emisyonu üzerinde etkisinin olup olmadığı incelenecektir.

Bu modelde örnek popülasyonda en büyük iki grup olan Murat ve Renault marka otomobillerden kaynaklan karbon monoksit ve hidrokarbon emisyonlarına bu araçların farklı marka ve modelde olmalarının etkisinin olup olmadığı incelenecektir.

İlk ANOVA modelindeki test edilecek hipotezler aşağıdaki gibidir..

H_0 : Araçların karbonmonoksit emisyonu üzerinde modelin, markanın ve ikisinin etkileşiminin etkisi yoktur

H_1 : Markanın etkisi vardır

H_2 : Modelin etkisi vardır

H_3 : İkisinin etkileşiminin etkisi vardır.

Tablo 11
ANOVA Modeli "CO Emisyonunu Etkileyen Faktörler"

ANOVA					$\alpha = 0.05$
S.V	d.f	SS	M.S	F	F*
Faktör Top.	7	43.430978	6.204425	1.045499	2.01
Marka	1	-	-	-	-
Model	3	-	-	-	-
Etkileşim	3	-	-	-	-
Hata	623	3697.14028	5.934415		
TOPLAM	630	3740.57126			

Tablodan anlaşılacağı üzere F^* ve F değerlerini karşılaştırdığımızda H_0 hipotezini kabul etmemiz gerektiği ortaya çıkmaktadır. Buna göre şu yargıya varabiliriz:

" Yüzde 95 güven derecesi ile söyleyebiliriz ki karbon monoksit emisyonlarına araçların modellerinin ve markalarının etkisi yoktur. "

Karbon monoksit emisyonlarının marka ve model ile direkt olarak ilişkili olmadıkları görülmektedir. Karbüratörde ufak ayarlamalar, hava filtresinin ve bujilerin değişimi ile karbon monoksit emisyonlarında iyileştirme söz konusu olabilmektedir.

Hidrokarbon emisyonları için model ve test edilecek olan hipotezler aşağıdaki gibidir.

H_0 : Araçların hidrokarbon emisyonu üzerinde modelin, markanın veya ikisinin etkileşiminin etkisi yoktur

H_1 : Markanın etkisi vardır

H_2 : Modelin etkisi vardır

H_3 : İkisinin etkileşiminin etkisi vardır.

Tablo 12'den anlaşılacağı üzere F^* ve F değerlerini karşılaştırdığımızda H_0 , H_1 ve H_3 hipotezlerini red etmemiz gerektiği ortaya çıkmaktadır. Buna göre şu yargıya varabiliriz:

“ Yüzde 95 güven derecesi ile söyleyebiliriz ki hidrokarbon emisyonlarına sadece araçların modellerinin etkisi vardır. “

Tablo 12
ANOVA modeli “HC Emisyonunu etkileyen faktörler”

ANOVA					$\alpha = 0.05$
S.V	d.f	SS	M.S	F	$F^*(0.95)$
Faktör Top.	7	14221138.13	2031591.161	9.753262	2.01
Marka	1	130717.0452	130717.0452	0.627546	3.84
Model	3	13427514.28	4475838.095	21.4876	2.60
Etkileşim	3	662906.7962	220968.9321	1.060828	2.60
Hata	623	129770047.1	208298.6309		
TOPLAM	630	143991185.2			

Hidrokarbon emisyonlarında aracın zamana (modeline) bağlı olarak bir artış gözlenmektedir. Yapılan kontrollerde de genel olarak karbon monoksit emisyonlarına

dikkat edildiğinden kullanıcılar sadece bu emisyonlarını düşürmek için çaba harcamaktadırlar. Zaman zaman da karbon monoksit emisyonlarını düşürmek için bilinçsizce karbüratörlerinin hava ayarı ile oynamaktalar ve gerekli onayı aldıktan sonra tekrar yüksek emisyonlu hallerine döndürmektedirler. Bu gibi düzensiz durumlar yukardaki ANOVA modellerinde kendini çok net olarak göstermektedir.

6.3.2 Bakım Yapan Kuruluşun Araçların HC ve CO Emisyonuna

Etkisinin Analizi

Bakım yapan kuruluşların araçların hidrokarbon ve karbonmonoksit emisyonuna olan etkilerini incelersek şu hipotezler test etmemiz gerekmektedir

H_0 : Bakım yapan kuruluşun aracın karbonmonoksit emisyonuna etkisi yoktur

H_1 : Bakım yapan kuruluşun etkisi vardır.

Tablo 13
ANOVA modeli "Bakım Yapan Kuruluşun CO emisyonuna Etkisi"

ANOVA					$\alpha = 0.05$
S.V	d.f	SS	M.S	F	F*(0.95)
Kuruluş	1	91.651824	91.65182	15.82789	3.84
Hata	755	4371.8485	5.790528		
TOPLAM	756	4463.5004			

Tablodan anlaşılacağı üzere F^* ve F değerlerini karşılaştırdığımızda H_0 hipotezini red etmemiz gerektiği ortaya çıkmaktadır. Buna göre şu yargıya varabiliriz:

" Yüzde 95 güven derecesi ile söyleyebiliriz ki bakım yapan kuruluşların araçların karbonmonoksit emisyonuna etkisi vardır "

Aynı testi araçların hidrokarbon emisyonuna bakım yapan kuruluşların etkisinin olup olmadığını araştırmak için yapabiliriz.

H_0 : Bakım yapan kuruluşun aracın hidrokarbon emisyonuna etkisi yoktur

H_1 : Bakım yapan kuruluşun etkisi vardır.

Tablo 14
ANOVA modeli "Bakım Yapan Kuruluşun HC emisyonuna Etkisi"

ANOVA					$\alpha = 0.05$
S.V	d.f	SS	M.S	F	$F^*(0.95)$
Kuruluş	1	4929730	4929730	22.68156	3.84
Hata	755	164095671	217345		
TOPLAM	756	169025401			

Tablodan anlaşılacağı üzere F^* ve F değerlerini karşılaştırdığımızda H_0 hipotezini red etmemiz gerektiği ortaya çıkmaktadır. Buna göre şu yargıya varabiliriz:

" Yüzde 95 güven derecesi ile söyleyebiliriz ki bakım yapan kuruluşların araçların hidrokarbon emisyonuna etkisi vardır "

Bu bize Şekil 31 ve Şekil 32'den elde ettiğimiz sonuçların doğru olduğunu teyid etmektedir.

6.3.3 Araç Modelinin Dizel Araçların Duman Koyuluğuna Etkisinin

Analizi

Bu kısımda test edeceğimiz hipotez aşağıdaki gibidir :

H_0 : Dizel araçların duman koyuluğu üzerinde modelinin etkisi yoktur

H_1 : Modelin etkisi vardır

Tablo 15
ANOVA modeli "Duman Koyuluğunu etkileyen faktörler"

ANOVA					$\alpha = 0.05$
S.V	d.f	SS	M.S	F	F*(0.95)
Model	3	9930.45	3310.15	12.07189	2.60
Hata	196	53743.8	274.2032		
TOPLAM	199	143991185.2			

Tablodan anlaşılacağı üzere F^* ve F değerlerini karşılaştırdığımızda H_0 hipotezini red etmemiz gerektiği ortaya çıkmaktadır. Buna göre şu yargıya varabiliriz:

" Yüzde 95 güven derecesi ile söyleyebiliriz ki dizel araçların duman koyuluğuna araçların modellerinin etkisi vardır. "

Bu bize Şekil 35'ten elde ettiğimiz sonucun doğru olduğunu teyid etmektedir.

Bölüm 7

SONUÇ

Bu çalışma sonucunda görülmüştür ki ülkemizde halen kullanımda olan taşıtların önemli bir bölümünün egzoz emisyonları limit değerlerinin üzerindedir. Bu projede ölçümü yapılan araçların % 41'inin ya hidrokarbon emisyonu açısından ya da karbon monoksit emisyonu açısından yüksek emisyonlu araç kategorisine girmektedir. Bu sonucu % 3 hata payı ile tüm Türkiye için genellemek mümkündür.

Araçların modellerine ve kullanımına göre egzoz emisyonlarındaki kirlenici maddelerin miktarları değişiklik göstermektedir. Bu çalışma göstermiştir ki benzinli araçlarda kullanım kilometresi arttıkça özellikle hidrokarbon emisyonlarında çok belirgin bir artış gözlenmektedir. İyi bakımı yapılmayan araçlarda zamanla karbon birikiminin oluşması hidrokarbon emisyonlarına etki etmektedir. Subap yuvalarının içlerinde ve emme manifold kanallarında oluşan karbon birikimleri nedeniyle daralan emme manifold ve sübap yuvaları motorların gücünde de etkili kayıplara neden olmakta ve bu da ayrıca benzin tüketimini artırmaktadır.

Yüksek emisyonlu araçları sınıflandırıldığımızda da toplam araçların % 45'inin CO emisyonu sınır değerlerinin 1.5 kat üzerinde olduğu görülmektedir. Bu tip araçların emisyonlarını limit seviyelerinin altına çekmek zor ve masraflı olmaktadır. Emisyon değerleri belirlenen limitlerin altında olan araçlar sınıflandırıldığında ise bu araçların % 64'ünün emisyon değerleri şu anda yürürlükte olan karbonmonoksit limit değerinin yarısından daha az olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca toplam araçların yaklaşık % 70'inin Hidrokarbon emisyonları da 500 ppm sınır değerinin altındadır. Bu da halen yürürlükte olan Egzoz gazı limitlerinin revize edilerek sınırların daha aşağıya çekilerek Avrupa Birliği Standardlarına yaklaşılabilceğini göstermektedir.

Yine bu çalışma sonucunda enjektörlü sistemli araçların karbüratörlü olanlara göre egzoz emisyonu açısından (hem HC hem de CO yönünden) üstün olduğu görülmektedir. Yeni üretilen araçlarda daha çok görülmeye başlanan enjektör sistemi ile egzoz emisyonlarının azaltılmasında ileriye yönelik başarı kazanılması mümkün olacaktır.

Araçların egzoz emisyonu üzerinde çok etkili olan bakım ve bu bakımı gerçekleştiren kuruluşların etkisi de yine bu çalışmada incelendi. Bu kuruluşlar yetkili servis ve yetkili kılınmadıkları halde kendi kendine belirli markanın tamircisi olduklarını belirtenler (oto tamircileri) olmak üzere iki sınıfta incelendiler. Yapılan değerlendirmeler sonucunda yetkili servisleri özellikle araçların hidrokarbon emisyonunu düşürmekte etkili oldukları sonucuna varıldı. Ancak karbon monoksit emisyonlarında ise yetkili servislerin belirgin bir üstünlüğü ortaya çıkmadı.

Dizel araçlarda ise duman koyuluğu incelendi. Ölçümü gerçekleştirilen araçların duman koyuluklarında normale yakın bir dağılım elde edildi. Toplam araçların büyük çoğunluğunun (% 63.5) duman emisyonunun % 30 ile % 60 arasında kaldığı tespit edildi. Dizel araçlardaki diğer önemli tespit ise bu araçların modellerinin duman koyuluğuna olan bariz etkisi olmuştur. 1970 ile 1984 arası model araçlarda duman koyuluğu % 60'ın üzerinde olanların oranı % 51.4 iken, 1996 ile 1998 model arasındaki araçlarda bu oran sadece % 5.5 olmaktadır. Bunun sebebi de yine benzinli araçlarda da olduğu gibi düzenli yapılmayan periodik bakımlar olduğu tahmin edilmektedir.

Yukardaki ilişkilerin geçerliliği kurulan ANOVA modelleri ile test edildi ve elde edilen yargılar istatistiksel modellere dayandırıldı. Buna göre benzinli araçlardaki karbonmonoksit emisyonlarındaki farklılığın marka ve model haricindeki düzensiz

nedenlere dayandığı gözlenirken, hidrokarbon emisyonlarındaki farklılıklar araçların marka ve modellerinden kaynaklandığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca bakım yapan kuruluşların yine CO ve HC emisyonlarında etkili olduğu görülmüştür. Dizel araçlardaki duman koyuluğundaki farklılık ise araçların modelleriyle yakın ilişkili olduğu yine bu istatistiki modellere dayanılarak ortaya konulmuştur.

7.1 Öneriler

7.1.1 Araçlarda Doğru Yakıt Kullanımı

Günümüzde benzinli araçlardan kaynaklanan kirliliğin önlenmesinde katalitik konvertörler kullanılmaktadır. Bu tip filtresi olan araçların kurşunsuz benzin kullanması gerekmektedir. Kurşunlu benzin bu tip araçların filtrelerini tahrip etmektedir. Bunun tam tersi olan katalitik konvertörsüz araçların kurşunsuz benzin kullanmaları da insan sağlığına zararlıdır. Normalde rafineride üretilen benzinde kurşun bulunmamaktadır. Benzinde vuruntuya karşı direnç sağlamak için kurşun tetra etil maddesi kullanılmaktadır. 20 Mart 1985 tarih ve EEC 85/210 sayılı AT direktifine göre kurşunlu benzinde kurşun miktarı 0.15-0.40 gr/litre (normal-süper benzin) olmalıdır. Benzinde kullanılan kurşun dolayısıyla egzoz gazında oluşan kurşun bileşikleri doku, kan dolaşımı ve sinir sisteminde tahribat yaratmaktadır. Benzinin oktan sayısını artırmak için kullanılan kurşun tetra etilin alternatifi ise aşağıdaki seçeneklerin uygulanması ile mümkün olabilmektedir.

- Benzin içindeki iso-parafinlerin miktarını artırmak
- Benzin içindeki Aromatik bileşiklerin miktarını artırmak

Birinci seçenek rafineride önemli ölçüde proses yatırımı gerektirmektedir ve tek başına, tetra etil kullanılmayınca düşen oktan sayısını istenen seviyeye çıkartmamaktadır. Dolayısıyla ikinci seçeneğin de uygulanması gerekmektedir. ABD

ve Avrupa'da bu iki alternatifin de uygulanmasıyla benzindeki iso-parafinlerin miktarını artırmadaki başarıya göre aromatik bileşiklerin miktarı % 5'ten % 20-25 seviyelerine çıkartılmıştır. Bu bileşiklerden dolayı meydana çıkan HC emisyonları kanserojen olduğu için mutlaka katalitik filtreden geçirilmelidir.

Kurşun tetra etil maddesi yurt dışından ithal edilirken bu aromatik hidrokarbon bileşenleri petrol yan ürünüdür. Ülkemizdeki rafinerilerde bu aromatik bileşenlerin yaklaşık olarak % 20 oranında olduğu sanılmaktadır.

Yanlış benzin kullanımının hidrokarbon emisyonlarını artırdığı yapılan ölçümler neticesinde görülmüştür.

7.1.2 Araçların Periyodik Bakımları

Yine yapılan çalışmada görülmüştür ki hidrokarbon emisyonlarının bir diğer önemli nedeni ise araçların periyodik bakımının düzenli olarak yaptırılıp yaptırılmadığıdır. Düzenli olarak emisyonlara etki eden parçaların değiştirilmemesi (bujiler, hava filtresi v.s) yanma kalitesinde azalmaya ve zamanla silindirin iç çeperinde, sübap yuvalarında karbon birikimine neden olmaktadır. Aynı zamanda motorda performans düşmesine dolayısıyla da daha fazla benzin tüketimine neden olmaktadır. Zamanla bu birikim ilk baştakinden daha hızlı olarak artmaktadır. Bu hızlı artış ise karbon moleküllerinin diğer karbon molekülleri üzerine bağlanmasındaki kolaylıktan kaynaklanmaktadır. Böylece zamanında yapılmayan bakım nedeniyle problemin çözümü çok daha zor ve masraflı olmaktadır. Karbon birikimini temizlemenin en uygun yolu uzun süreli kaliteli yanma elde etmektir. Uzun süre bakımsız bırakılmış bir araçtaki karbon birikiminin, sonradan yapılacak iyileştirme ile elde edilecek kaliteli yanma ile temizlenmesi daha zor olacaktır.

Karbonmonoksit emisyonu ile mücadele hidrokarbona oranla daha kolay ve az

masraflıdır.

Her araca fabrika çıkışında bakım yapılma periodlarının işleneceği bir kart verilmesi ve bu kartların iki yılda bir yapılan muayenelerde kontrol edilmesi ve periodik bakımlarını tam yaptırmayanların muayenesinin yapılmayarak yetkili kuruluşlara sevk edilmesi bu probleme bir çözüm olarak düşünülmektedir. Bu metodun insanları ilk önce yetkili servislere kanalizasyon edeceği düşünülse de zamanla diğer yetkili olmayan oto tamircilerinin eğitilerek periodik bakımları yapabilir sertifikası verilmesi bu tip oto tamircilerindeki bakım kalitesini artıracaktır.

7.1.3 Dizel Araçların Bakımı

Dizel araçların yakıt pompaları ve besleme memelerine yapılacak bakım ile fazla duman atan araçların sayısında çok belirgin bir azalma sağlanabilecektir.

Bu konuda, dizel araçlarda ölçüm süresinin uzunluğu nedeniyle, yeterli araştırma yapılamamıştır. Ayrıca bir diğer önemli husus ise bu taşıtlarda yakıt enjeksiyon pompası maksimum yakıt ayarı yetkili kişiler tarafından yapılmalı ve burası mühürlenerek her egzos gazı muayenesinde bu mühür de kontrol edilmelidir.

7.1.4 Egzos Emisyonu Ölçüm ve Değerlendirilmesi

Yapılan ölçümler sırasında bir çok araçta çevre polüsyonu olmasına rağmen yüksek emisyonlu oldukları gözlemlenmiştir. Bunun en büyük nedeni sürücülerin araçlarını kontrole getirmeden önce geçici ayarlar ile egzos emisyonlarındaki zararlı gazların oranlarını azaltıp daha sonra tekrar eski durumlarına döndürmeleridir. Çünkü bu geçici ayarlamalar (rölanti devrinin düşürülmesi , hava ayarı ile oynamalar) aracın düzenli olarak çalışmamasına neden olmaktadır. Bu durumun önlenmesi ise yapılacak yol denetimleri ile mümkün olabilecektir. Aynı radarla hız tespitinde

yapıldığı gibi uzaktan algılamalı ölçüm yöntemi ile trafikte seyir halinde olan araçların eksos emisyonları ve bir kamera ile plaka bilgileri anında tespit edilerek yüksek emisyonlu araçlara belirli bir süre içerisinde araçlarına bakım yaptırmaları zorunlu kılınmalıdır. Halen bu tip sistemler mevcuttur ve kullanılmaktadır.

Ayrıca şu anda kullanılan egzoz ölçüm istasyonlarında karbonmonoksit emisyonlarının ölçümü yanı sıra hidrokarbon emisyonları da ölçülerek değerlendirmeye tabi tutulmalı TS 11366'da yapılması gerektiği belirtilen gözle muayene (kilometre sayacının çalışıp çalışmadığı, karter havalandırma sisteminin hava filtresi veya emme manifolduna bağlı olup olmadığı, bu sistemde ve egzoz donanımında gaz kaçağının olup olmadığına bakılması) metodlarının dikkatle uygulanması ve toplanan verileri araç kimlik bilgileri, kilometresi ve bakım bilgileri ile bu çalışmada yapılan değerlendirmelere tabi tutulmak üzere düzenli olarak Devlet İstatistikleri Enstitüsüne yollanmalıdır.

7.1.5 Genel Politikalar

Katalitik kovertörü araçlar yaygınlaştırılmalı ve bu araçlarda kurşunsuz benzin kullanımı ile çevreye verilen zararlar en aza indirilmelidir. Bu tür araçlarda belirli vergi indirimlerine giderek alımları desteklenmelidir. Ayrıca çevre vergisi adı altında çevreyi çok kirletenlerden egzoz emisyon kartlarındaki değerler oranında vergi alınmalıdır.

Egzoz emisyonlarındaki zararlı maddelerin en çok araçların rölanti devrinde olduğu göz önüne alınarak şehirlerdeki sinyalizasyon sisteminin gereksiz durmaları önleyecek şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Ayrıca karayollarını yanına ağaçlandırma ve bariyerlerin yapılması sağlanarak insanların zararlı gazlarda etkilenmesini en aşağı seviyelere indirilmesi sağlanmalıdır.

EKLER

Plaka No:

Markası:

Modeli:

Cinsi:

Tipi:

Motor Gücü:

Silindir Ha mi:

Net Ağırlığı:

Km'si:

Hususi

Ticari

Resmi

Yolcu Nakli

Yük Nakli

Diesel

Benzinli ise ----->

Enjektör

Karbüratör

Katalitik Konvertör:

Var

Yok

Benzin Filtresi:

Var

Yok

Dizel Benzin Pompası:

Mühürlü

Mühürsüz

Sürücünün Cinsiyeti: Bay

Bayan

Kullandığı Benzin Türü:

Diesel

Süper

Diğer

Normal

Kurşunsuz

Kaç km'de bir bakım yapılıyor?

3000

5000

10000

20000

Bakım Yapan Kuruluş:

Yetkili Servis

Oto Tamircisi

Sanayideki yetkili kuruluş

Kendim

Diğer

Yağ Değiştirme Km'si

2000

3000

5000

10000

Yetkili servisin belirttiği km'de

Yağın Markası :

Yağ

Yakıyor

Yakmıyor

Yağ ilavesi:

Hafta

/

Gün ' de

Litre

Kaç km'de bir hava filtresi değiştiriliyor?

Kaç km'de bir buji değişiyor?

Lastiklerin Basıncı:

Yüksek

Normal

Düşük

Lastiklerin Durumu:

Yeni

Orta

Eski

Referanslar

1. Haagen-Smit.A.J. : "Chemistry and Physiology of Los Angeles Smog". Ind.Eng.Chem.. vol.44.p.1342.1952
2. Lavoie.G.A. Heywood.J.B.. and Keck.J.C..."Experimental and Theoretical Investigation of Nitric Oxide Formation in Internal Combustion Engine". Comb. Sci. Technol. Vol.1. pp. 313-326. 1970.
3. Newhall.H.K. and Shaded.S.M. : "Kinetics of Nitric Oxide Formation in High Pressure Flames". Proceedings of 13th Int. Symp. On Comb. Pp.381-390. The Combustion Institute. 1971.
4. Bowman.C.T. : "Kinetics of Pollutant Formation in Combustion". Prog. Energy Comb. Sci.. vol. 1. Pp. 33-45. 1975
5. Hilliard.C.J and Wheeler.R.W. : "Nitrogen Dioxide in Engine Exhaust". SAE paper 790691. SAE Trans.. vol. 88. 1979.
6. Merryman.E.L and Levy.A. : "Nitrogen Oxide Formation in Flames". The roles of NO₂ and Fuel Nitrogen". Proc. 15th Int. Symp. On Comb.. p 1073. The Comb.Inst..1975.
7. Komiyama. K. and Heywood J.B. : "Predicting NO_x Emissions and Effect of Exhaust Gas Recirculation in Spark-Ignition Engines". SAE paper 730475 SAE Trans.. vol.82. 1973.
8. Bayka.A.D. : "Effect of Inlet Manifold Design and Increase of Compression Ratio on the Performance and Exhaust Emissions of a 1300 cc SI Engine Using Methanol-Ethanol-Water-Gasoline Blends". 9th Miami International Congress on Energy and Environment. Energy and Environmental Progress-

- I. F. Environment and Energy. ISBN 1-56072-001-8. Nova Science Publishers Inc. pp. 181-199. 1991.
9. Harrington. J.A. and Shishu.R.C. : "A Single-Cylinder Engine Study of the Effects of Fuel Type. Fuel Stoichiometry and Hydrogen-to-Carbon Ratio and CO,NO and HC Exhaust Emissions", SAE paper 730476. 1973.
 10. Johnson.G.L.. Caretto.L.S. and Starkman.E.S. : "The kinetics of CO Oxidation in Reciprocating Engines". Comb.Inst.. Spring Meeting. April 1970.
 11. Newhall.H.K. : Kinetics of Engine-Generated Nitrogen Oxides and Carbon Monoxide". Proc. 12th Int. Symp. On Comb..pp. 603-613. Mono of Maryland. 1968.
 12. Keck.J.C. and Gillespie.D. : "Rate-Controlled Partial-Equilibrium Method for Treating Reacting Gas Mixtures". Comb. Flame. Vol. 17. Pp. 237-241.1971.
 13. Delichatsios.M.M : "The Kinetics of CO Emissions from an Internal Combustion Engine". S.M. Thesis. Department of Mechanical Engineering MIT. June 1972.
 14. Kummer.J.T. : "Catalysts for Automobile Emission Control".Prog.Energy Comb.Sci.. vol.6. pp.177-199. 1981.
 15. Jackson.M.W. : "Effect of Catalytic Emission Control on Exhaust Hydrocarbon Composition and Reactivity". SAE paper 780624. SAE Trans..vol.87.1978.
 16. LoRusso.J.A.. Lavoie.G.A. and Kaiser.E.W. : "An Electrohydraulic Gas Sampling Valve with Application to Hydrocarbon Emissions Studies". SAE paper 800045.SAE Trans.vol.89.1980.

17. "Diesel Technology, Impacts of Diesel-Powered Light-Duty Vehicles". Report of the Technology Panel of the Diesel Impacts Study Committee. National Research Council. National Academy Press. Washington.D.C..1982.
18. Westbrook.C.K..Adamczyk.A.A. and Lavoie.G.A. : "A number study of Laminar Wall Quenching". Comb.Flame. vol.40, pp.81-91, 1981.
19. Kaiser.E.W.. Adamczyk.A.A and Lavoie.G.A. : "The effect of Oil Layers on the Hydrocarbon Emissions Generated During Closed Vessel Combustion".Proc. 18th Int. Symp. On Comb.. pp. 1881-1890. The Combustion Institute. 1981.
20. Namazian.M. and Heywood.J.B. : "Flow in the Piston-Cylinder-Ring Crevices of a Spark Ignition Engine: Effect on Hydrocarbon Emissions. Efficiency and Power". SAE Paper 820088.SAE Trans..vol.91. 1982.
21. Bayka.A.D..Yahşi.O.S..Eralp.O.C. and Albayrak.K. : "Performance and Emission Characteristics of Diesel Engines With CNG and Pilot Injection". International Journal of Energy – Environment – Economics Vol.3. 1992.
22. Daniel.W.A. : "Why Engine Variables Affect Exhaust Hydrocarbon Emissions". SAE Paper 700108.SAE Trans..vol.79. 1970.
23. Cadle.S.H..Nebel.G.J. and Williams.R.L. : "Measurements of Unregulated Emissions from General Motors' Light Duty Vehicles". SAE Paper 790694. SAE Trans..vol.88. 1979.
24. Amann.C.A and Siegla.D.C.: "Diesel Particulates – What They Are and Why". Aerosol Sci.Technol.. vol. 1. Pp. 73-101. 1982.

25. Whitthouse.N.D..Clough.e. and Uhunmwangho.S.O.:”The Development of Some Gaseous Products During Diesel Engine Combustion”. SAE paper 800028. 1980.
26. Du.C.J. and Kittelson.D.B.:”Total Cylinder Sampling from a Diesel Engine : Part III – Particle Measurements”. SAE paper 830243. SAE Trans..vol.92. 1983.
27. Aoyagi.Y.. Kamimmoto.T.. Matsui.Y. and Matsuoka.S. :”A gas Sampling Study On the Formation Process of Soot and NO in a DI Diesel Engine”. SAE paper 800254. SAE Trans.,vol.89. 1980.
28. Haynes.B.S. and Wagner.H.G.:”Soot Formation”, Prog.Energy Comb.Sci.. vol.7, pp.229-273, 1981.
29. Lahaye.J and Prado.G.: “Mechanisms of Carbon Black Formation”. In P.L.Walker and P.A.Thrower (eds.). Chemistry and Physics of Carbon. Vol.14, pp. 168-294. Marcei Dekker, New York. 1978.
30. Otto.K., Sieg.M.H, Zinbo.M. and Bartosiewicz.L. : “The Oxidation of Soot Deposits from Diesel Engines”, SAE paper 800336, SAE Trans.. vol. 89. 1980.
31. Abthoff.J., Schuster, H.Langer,H. and Loose. G. : “The regenerable Trap Oxidizer – An Emission Control Technique for Diesel Engines”. SAE paper 850015, 1985.
32. Bağcı,S. Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Emisyonların Hava Kirliliği ve Toplum Sağlığına Etkileri, Motorlu Kara Taşıtlarından Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Paneli, Ankara(1995) pp:68-73.

33. Kollman.R.E, Lestz.s.s,Mayer W.E, "Exhaust Emission Characteristics of a Small Cycle Spark Ignition Engine", SAE paper 730159. SAE Trans.1973.
34. Neter.J.,Wasserman.W, Whitemore.G.A,"Applied Statistics, Allyn and Bacon Inc,1988.
35. Virgil.L.a,McLean.A.R, "Design of Experiments A Realistic Approach", Mach Dekke Inc,1974
36. Casella.G, Roger.L.B, "Statistical Inference", Wadsworth and Brooks Cole Advanced Books& Software, 1990.

BİBLİYOGRAFİK BİLGİ FORMU

1- Proje No: YDABÇAG-275

2- Rapor Tarihi : 31-7-1998

3- Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri : 01-09-1995 – 31-7-1998

4- Projenin Adı:

Türkiye Geneline Kara Ulaşım Sektöründeki Araçların Yarattığı Hava Kirliliğinin Boyutlarının Belirlenmesi ve Kirliliği Azaltıcı Öneriler

5- Proje Yürütücüsü ve Yardımcı Araştırmacılar:

Prof. Dr. Demir BAYKA
Ahmet Yozgatlıgil

6- Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü
06531 ANKARA

7- Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:

TÜBİTAK

8- Öz (Abstract) :

Hava kirliliği son yıllarda önemli sorunlardan biri olmuştur. Hızlı endüstriyelleşme süreci içinde bulunan Türkiye'de fosil yakıt kullanımı, araç sayısının artışı, endüstriyel tesislerin artışı, nüfus artışı, şehirlere göçün artması gibi faktörler, enerji kullanımını ve dolayısıyla doğurduğu hava kirliliğini artırmıştır. Buna karşı önlemlerin alınabilmesi için herşeyden önce hava kirleten odakların ve temel kirletici madde miktarlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bu projede karayolları araçlarından yayılan, havayı kirletici maddeler deneysel olarak tayin edilecek ve sonuç tüm Türkiye'de trafikte olan araçları kapsayacak şekilde tahmin edilecektir. Bu hedefe varmak için portatif 4 kanallı egzoz gaz analizörü (NDIR) ve ECE R24 normuna uygun opacimetre kullanılacaktır.

Proje sonuçlarının değerlendirilmesi ile trafikteki emisyonların kaynaklarının göreceli etkileri belirlenmiş olacaktır. Benzin, motorin veya LPG ile doğal gaz gibi alternatif yakıtların çevreyi ne ölçüde etkiledikleri görülecektir. Bu çalışma, ekonomik politikaların çevresel politikalarla uyum içinde oluşturulmasına katkıda bulunabilecektir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre yapılan uygulamalar ve bu uygulamalardan sağlanan faydalara göre, ileride aynı türde çalışmaların sürekli yapılması beklenen gelişmedir.

Anahtar Kelimeler:

Hava kirliliği, Emisyon, Partikül, Motorlu taşıtlar, Egzos gazları, Duman, Çevre

9-Proje ile İlgili Yayın/ Tebliğlerle İlgili Bilgiler:

10- Bilim Dalı :

Doçentlik Bilim Dalı Kodu:

ISIC Kodu :

Uzmanlık Alanı Kodu:

11- Dağıtım (*) : Sınırlı Sınırsız12- Raporun Gizlilik Durumu: Gizli Gizli Değil