

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM İLİNDE MOTORLU TAŞITLARDAN
KAYNAKLANAN HAVA KİRLİLİĞİ

705288

Atifet MEMİŞOĞLU

Yönetici: Prof. Dr. Bülent KESKİNLER

Y.Lisans Tezi

ERZURUM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM BAKANLIĞI
TEZ YERLEŞİMİ MERKEZİ

JURİ ÜYELERİ

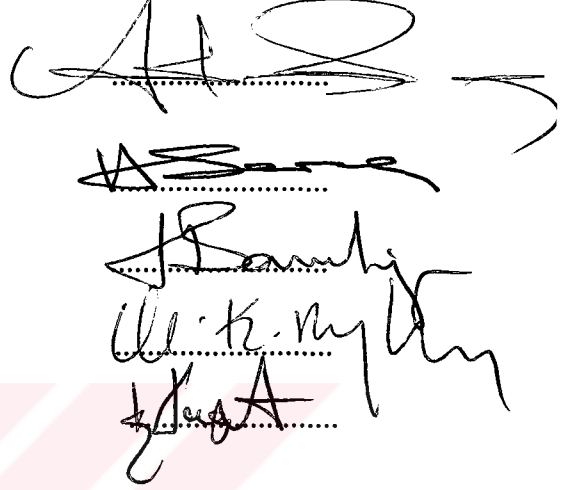
Prof.Dr.Avni ÇAKICI

Prof.Dr.Hanifi SARAÇ

Doç.Dr.Recep BONCUKÇUOĞLU

Yrd.Doç.Dr.Y.Kemal BAYHAN

Yrd.Doç.Dr.Erdem KOCADAĞISTAN

The image shows five handwritten signatures, each on a dotted line, corresponding to the names listed on the left. The signatures are written in black ink and are somewhat stylized.

24.08.2001 tarihinde 24/201 kararla kurulan jürimiz iş bu **Y.Lisans** tezini 26/09/2001 tarihinde kabul etmiştir.

ÖZET

Hava kirliliği, bina dışı açık ortamda, havada katı, sıvı, gaz kirleticilerin insanlara, hayvanlara, bitkilere ve bizim için önemli olan cansız eşyalara zarar verecek seviyede yüksek konsantrasyonda ve sürede bulunması olarak tanımlanır. Hava kirliliğinin oluşmasının en önemli nedeni insan faaliyetleridir. Özellikle motorlu taşıtlar, hava kirliliğinin oluşmasında birinci etken olarak kabul edilir.

Teknolojinin insanlara getirdiği konfor ve işlerimizi yetiştirebilmek için getirdiği zaman kısıtlılığı araçları hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline getirmiştir. Bunun sonucunda Erzurum’ da da diğer tüm şehirlerde olduğu gibi araç sayısı her geçen gün artmaktadır. Artan araç sayısı ile yollarda ve özellikle sinyalizasyonlu kavşaklarda araç kuyrukları oluşmaktadır.

Erzurum’un coğrafi konumundan dolayı kışlar soğuk ve uzun geçmektedir. Rakımın da yüksek olmasından dolayı kış aylarında ortalama sıcaklık oldukça düşük olmakta, ayrıca havadaki oksijen oranı da % 16,5’lere kadar düşmektedir. Bu da gerek sabit yakmalı proseslerde gerek ise araçların motorlarında eksik hava ile yanmaya yol açmakta olup, bunun sonucu olarak da CO ve yanabilir HC gibi kirleticilerin miktarı artmaktadır. Hava sirkülasyonu olmayan, yüksek binalarla çevrili yollarda, kış aylarında hem araçlardan hem de sabit yakmalı sistemlerden kaynaklanan kirleticiler herhangi bir ölçüm cihazına gerek duyulmadan çıplak gözle görülüp, hissedilir hale gelmektedir.

Sunulan bu çalışmada, Erzurum ilinin coğrafi konumu ve meteorolojik özelliklerinin bölgedeki motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliği üzerine etkileri incelenmiştir. Bu maksatla çeşitli yıllarda ve aylarda olmak kaydıyla 30370 aracın egzoz gazı emisyon ölçüm sonuçları istatistiksel olarak incelenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarından elde edilen en önemli sonuçlardan biri CO ve HC gibi kirleticilerin kış aylarında maksimum değere ulaşmasıdır. Elde edilen diğer bir önemli sonuç ise konvektörlü araçları konvektörsüz araçlara oranla çok daha düşük kirliliğe sebep olmasıdır.

SUMMARY

Air pollution is that when pollutants are high in density and in duration as to give harm to men, animals, plants and things that are important for us. The main reason of air pollution is human activities. Especially motor vehicles are accepted as the main source of air pollution.

The comfort that the technology provide people with and the lack of time make the motor vehicles an indecpensable part of our life. As a result of this, in Erzurum like in all the other cities the number of motor vehicles is increasing day by day. With the increase of vehicle number, vehicle queues occure on the ways especially on the signalized junctions.

Because of the geographical position of Erzurum the winters are cold and long. Also because of the high altitude, in winters the average heat is low and besides that the percentage of O_2 falls to 16,5. This causes incomplate combustion both in the stationary combustion processes and in the motor engines. As a result of this the amount of the pollutants like HC and CO are increasing. In winters on the streets, not having air circulation and surrounded by high buildings, pollutants coming from both stationary combustion processes and motor vehicles become so dense that it can be seen by naked eyes.

In this study, the effects of the geographical position and meteorologycal peculiarities of Erzurum on the pollutants emitted by motor vehicles are examined. For this purpose, the exhaust gases emission measurements of 30370 motor vehicles, made in various months and years, are inspected statistically. The main result of this statistical analyses is that the pollutants like CO and HC are rising the maximum concentration in winters. An other important result is that the vehicles with convertor are making less pollution than the vehicles without convertors.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her safhasında ilgi, teşvik ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Bülent KESKİNLER'e ve yardımcı danışman hocam sayın Doç. Dr. Recep BONCUKÇUOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

İstatistiksel analizler için yardımını aldığım sayın Yrd. Doç. Dr. Dursun KAYA ve bu çalışmanın tüm aşamaları boyunca yardımlarını ve desteğini benden esirgemeyen sayın Arş. Gör. A. Ferhat BİNGÖL'e teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
SUMMARY	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Hava Kirliliği Tanımı	4
2.2. Kirleticiler Parametreler	6
2.2.1. Partiküller	6
2.2.2. Gazlar	7
2.2.2.a.Kükürt oksitler (SO _x)	7
2.2.2.b. Azot oksitler (NO _x)	7
2.2.2.c.Karbon monoksit (CO)	8
2.2.2.d.Hidrokarbonlar (HC)	8
2.3. Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Hava Kirliliği	9
2.3.1. Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Kirleticiler	13
2.3.1.a. Karbon monoksit (CO)	13
2.3.1.b Azot oksitler (NO _x)	17
2.3.1.c. Hidrokarbonlar	19
2.3.1. d. Kurşun	21
2.3.1.e. Motorlu Taşıtlar Araçlarından Kaynaklanan Katı ve Sıvı Kirleticiler	25
2.3.2. Egzoz Emisyon Oranlarını Etkileyen Faktörler	26
2.3.2.a. Ulaşım ile İlgili Faktörler	26
2.3.2.b. Araç ile İlgili Faktörler	27

2.3.3.c. Yol ile İlgili Faktörler	28
2.3.3.d. Meteorolojik Koşullarla İlgili Faktörler	28
2. 4. Motorlu Taşıt Egzoz Emisyon Standartları	31
2.5. Konu ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	32
3. MATERYAL VE METOTLAR	38
3. 1. Erzurum İli İçin Hava Kirliliği ve Etkileyici Faktörler	38
3.2. Uygulanan Yöntem	43
4. SONUÇLAR	45
4.1. Ölçüm Sonuçları	45
4.2. Sonuçların Değerlendirilmesi	58
4.2.1. Araç Markalarına Göre CO ve HC Değişimi	58
4.2.2. Araç Modellerine Göre CO ve HC Değişimi	60
4.2.3. Konvektörlü Ve Konvektörsüz Araçlarda CO ve HC Değişimi	62
4.2.4. Benzinli ve Dizel Araçlarda CO ve HC Değişimi	64
4.2.5. Aylara Göre CO ve HC Konsantrasyon Değişimleri	65
5. DEĞERLENDİRME VE YORUMLAR	67
6. EKLER	69
7. KAYNAKLAR	82

1.GİRİŞ

Dünyanın her tarafında hava kirliliği her geçen gün hızla artarak, bizi ve çevremizdeki canlı, cansız her şeyi tehdit edici boyutlara ulaşmıştır. Hava kirliliğinin mevsim normallerine bağımlı olmayan bir süreklilik göstermesi, motorlu taşıt egzoz gazlarının en önemli kirlilik unsurlarından biri olduğunu ortaya koymuştur.

Günümüz kentlerindeki sıkışık yerleşim düzeni, yüksek binalar arasında kalan trafiğin yoğun olduğu yollar, her geçen gün katlanarak artan taşıt sayısı hava kirliliğinin hızla artmasına sebep olmaktadır. Öyle ki, artık herhangi bir ölçüm cihazına gerek duyulmadan çıplak gözle ve solunarak kirlilik anlaşılır hale gelmiştir.

Modern yaşamın getirdiği konfor ve zaman kısıtlılığı hayatımızda motorlu taşıtları vazgeçilmez hale getirmiştir. Taşıtlardan vazgeçilemeyeceğine göre onları daha az kirlletici duruma getirmeye çalışılmaktadır. Bunun için son bilimsel çalışmalar egzoz gazındaki kirlletici parametreleri en aza indirebilecek yeni sistemler üzerinde yoğunlaşmıştır.

Araçların yakıt tüketimi ve egzoz emisyonları, otoyol faaliyetlerinin ulaşım prosesi planlamasında kullanılan iki önemli unsurdur. Ulaşım, insan kaynaklı kirlletici emisyonlar içinde en önemli olanıdır. Yapılan son çalışmalar ve ölçümler, Ankara, İstanbul ve İzmir şehir merkezlerinde motorlu taşıt kaynaklı hava kirliliğinin, toplam kirlilikteki payının % 70'leri aştığı ve böylece düşünülenin aksine ısınma kaynaklı hava kirliliğinden yaklaşık iki kat daha fazla kirliliğe neden olduğunu ortaya çıkarmıştır. Amerika'da yapılan çalışmalar ise ülke genelindeki tüm emisyonların üçte birini oluşturan kara yolu taşıtlarının, ulaşım ile ilgili kirlilikteki en büyük etken olduğunu, ayrıca motorlu taşıtların ülke genelindeki CO emisyonunun %70'den fazlasını, HC ve NO_x emisyonlarının yaklaşık %35'ini oluşturduğunu göstermiştir.

Araç emisyonları, yanma ve yakıt buharlaşması sonucu oluşurlar. Benzin ve mazot; hidrokarbonlar, hidrojen ve karbon atomlarının bileşiminden oluşurlar. Tam yanmada yakıt içindeki hidrojenin tümü suya, karbonun tamamı ise karbondioksit'e dönüşür. Ama

gerçekte araçta tam yanma olayının gerçekleşmesi mümkün değildir. Bu sebeple çoğu kirletici eksik yanma sonucunda oluşur.

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan başlıca kirleticiler; karbon monoksit, hidrokarbon ve azot oksitlerdir. CO eksik yanma sonucunda oluşan, renksiz ve kokusuz bir gazdır. Araçların CO kirliliğindeki payı % 90'ı aşabilmektedir. HC emisyonları yakıtın motor içerisinde tam yanmaması sonucunda oluşurlar. HC güneş ışınlarının etkisi ile azot oksitlerle reaksiyona girerek fotokimyasal smog oluşturur. Bununla beraber, araçlardan kaynaklanan hidrokarbonlar toksiktir ve kansere sebep oldukları bilinir. CO ve HC yakıtın eksik yanması sonucu oluşurken, NO_x daha değişik bir yolla meydana gelir. NO_x yanma süresince oluşan yüksek basınç ve sıcaklıkta (>1100 °C) oksijen ve nitrojenin kimyasal reaksiyonu sonucu oluşur. NO_x de ozonun oluşumuna katkıda bulunur ve asit yağmurlarının oluşmasına sebep olur.

CO ve HC gibi kirleticilerin oluşumunu ve araçlara monte edilen katalitik konvertörlerin etkinliğini etkileyen diğer bir unsur ise hava/yakıt karışım oranıdır. En yüksek CO ve HC seviyesi zengin yanma durumunda, en yüksek NO_x değeri ise fakir yanma durumunda oluşur. Genellikle zengin yanma durumu, motorun soğuk olduğu başlangıç yada yüksek hızda ani ivmelendirme sonucu motorun aşırı yüklenmesiyle oluşur. Bu sebeple, CO ve HC yoğun trafik bölgelerinde ve tıkanık yollarda yüksek seviyelerde gözlenir.

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan kirletici miktarını etkileyen diğer faktörler ise ulaşım, yol ve meteorolojik verilerdir. Gidilen yol, yolun trafik yoğunluğu, yolun eğimi, virajlı ya da düz oluşu, sinyalizasyon sistemi, aracın modeli, motor yapısı, kullandığı yakıt, emisyon kontrolü sağlayan donanıma sahip olması oluşan kirletici emisyonları etkileyen faktörlerdir.

Bu çalışmada, hava kirliliğinin temel bileşenleri genel olarak incelendikten sonra özellikle motorlu taşıtların neden olduğu hava kirliliği ve kirlilik üzerinde meteorolojik parametrelerin etkisi üzerinde durulmuştur. Çalışmanın asıl amacı Erzurum şehir merkezi için motorlu taşıtların egzoz emisyonlarının hava kirliliğine etkisini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda Çevre İl Müdürlüğü egzoz emisyon ölçüm

istasyonundan temin edilen 1998-2001 yıllarına ait veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Böylelikle çeşitli aylarda ve sıcaklıklarda emisyon miktarları, araç marka ve modellerine göre emisyon miktarları, konvertörlü araçların hava kirliliğini azaltmadaki payları istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda CO ve HC gibi kirleticilerin en az olduğu ay Haziran, en fazla olduğu ayların Aralık – Ocak olduğu belirlenmiştir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Hava Kirliliği Tanımı

Hava da su ve toprak gibi kirlenebilen bir ortamdır. Bunlardan farklı olarak bir insan günlerce aç, susuz yaşayabileceği halde nefes almadan birkaç dakikadan fazla yaşayamaz. Ayrıca havadaki kirlleticiler çökme, çözünme, adsorpsiyonvb proseslerle suya ve toprağa karışarak kirlenmelerine neden olabilir(1).

Hava kirliliği, bina dışı açık ortamda, havada katı-sıvı-gaz kirlleticilerin, insanlara, hayvanlara, bitkilere ve bizim için önemli olan cansız nesnelere zarar verecek seviyede yüksek konsantrasyonda ve sürede bulunması olarak tanımlanır(2).

Katı kirlleticiler, genellikle bacalardan yanma sonucu partiküller halinde atılır. Bir başka meydana çıkış sebebi ise endüstriyel proseslerdir. Özellikle hammaddenin taşınması, işlenmesi sırasında atmosfere yayılır(2). Sıvı kirlleticiler de katı kirleticilere benzer olarak kimyasal, fiziksel ve biyolojik prosesler sonucu oluşurlar. Gaz kirleticisi olarak adlandırılan gazlar, havanın normal bileşiminde de vardır fakat doğal konsantrasyonlarının üstünde bulundukları zaman kirleticisi olarak adlandırılırlar. Örneğin metan, doğal hava bileşiminde bulunur. Buna karşın başta metan olmak üzere hidrokarbonlar en önemli kirleticisi parametreler arasındadır. Doğal hava bileşimi hem tanım için hem de kirliliğin saptanması açısından önem taşımaktadır(3). Kuru hava esas alınarak atmosferin saptanan hava bileşimi Tablo 2.1' de verilmiştir.

Tablo 2.1'de verilen bileşenler dışında, havada ; % 1-3 oranında su buharı ve çok düşük konsantrasyonlarda kükürt dioksit, form aldehit, iyot, sodyum klorür, amonyak, karbon monoksit, toz ve çiçek tozları da bulunur(4).

Tablo 2.1. Kuru Hava Bileşimi(3)

Bileşen	Hacim (%)	Konsantrasyon (ppm)
Azot	78,084 + 0,004	780900
Oksijen	20,946 + 0,002	20940
Argon	0,934 + 0,001	9300
Karbon dioksit	0,033 + 0,001	315
Neon		18
Helyum		5,2
Metan		1,2
Kripton		0,5
Hidrojen		0,5
Ksenon		0,08
Azot dioksit		0,02
Ozon		0,01-0,04

Ülkemizde 2 Kasım 1986 tarihli resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren hava kalitesi korunması yönetmeliğinde, hava kalitesi sınır değerleri insan sağlığının korunması, çevrede kısa ve uzun vadede olumsuz etkilerin ortaya çıkmaması için atmosferdeki hava kirleticilerin, bir arada bulunduklarında, değişen zararlı etkileri de göz önüne alınarak tespit edilmiş konsantrasyon birimleriyle ifade edilen seviyeleri aşağıda verilmiştir(5).

Tablo 2.2. Hava Kalitesi Sınır Değerleri

Kirleticiler	Birim	UVS*	KVS**
Kükürt dioksit (SO ₂)	µg / m ³	150	400 (900)
Karbon monoksit (CO)	µg / m ³	10000	30000
Azot dioksit (NO ₂)	µg / m ³	100	300
Azot monoksit (NO)	µg / m ³	200	600
Hidrokarbonlar	µg / m ³	-	140 (280)
Havada asılı partiküller	µg / m ³	150	300

*UVS (Uzun Vadeli Sınır Değerler) : Aşılmaması gereken, bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması olan değerlerdir.

** KVS (Kısa Vadeli Sınır Değerler) : Maksimum günlük ortalama değerler veya istatistik olarak bütün ölçüm sonuçları sayısal değerlerinin büyüklüklerine göre dizildiğinde, ölçüm sonuçlarının % 95'ini aşmaması gereken değerlerdir.

2.2. Kirletici Parametreler

Hava kirliliğine neden olan kaynaklar çeşitli şekilde sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmalar yapılırken , kaynakları, kaynaktan çıkış şekilleri, tane boyutları dikkate alınır.

Kaynaklarına göre kirletici emisyonlar doğal ve insan faaliyetleri sonucu oluşanlar, olarak ikiye ayrılırlar. Aynı şekilde kaynaktan çıkış şekillerine göre kirleticiler iki grupta incelenirler;

a) Birincil Kirleticiler: Kirletici kaynaktan atıldığı formda atmosferde kalabilen kirleticiler(SO_2).

b) İkincil Kirleticiler: Atmosferde kaynaktan atıldığı şekilde kalmayıp atmosferde reaksiyonlar sonucu oluşan kirleticiler (SO_3 , SO_4 , PAN.....)(2).

2.2.1. Partiküller

Gaz molekül büyüklüğünde, $0,0002 \mu\text{m}$ 'den daha büyük, atmosferde belirli bir süre askıda kalabilen katı veya sıvı parçacıkların tümüne partikül veya toz denir. Bunlar havada bulundukları süre içerisinde ise aerosol adını alırlar(2). Bunlar;

a) Toz: Gerek endüstriyel proseslerde gerekse yanma proseslerinde oluşan katı partiküllerin tümüne toz adı verilir. Özellikle kömürün belirli bir kül yüzdesi vardır. Bu

da yanma esnasında ya çökelerek cüruf halinde tesiste kalır ya da baca gazı ile atmosfere verilir.

b) Buhar: Hem endüstriyel hem de ısıtma ve taşıtlardaki yanma proseslerinde oluşur. Kimyasal, fiziksel prosesler sonucu meydana gelen çok ince aerosollerdir.

c) Sis: Buharın yoğunlaşmasıyla meydana gelir.

d) Sprey: Sıvı parçacıkların atomize hale geçmesiyle oluşur.

e) Duman: Karbonlu maddelerin tam yanmaması sonucu meydana gelen katı zerreciklerdir.

2.2.2. Gazlar

2.2.2.a. Kükürt oksitler (SO_x): SO_2 'nin temel kaynağı fosil kökenli yakıtların yakıldığı sistemlerdir.

Tablo 2.3. SO_x Emisyon Kaynakları(2)

Kaynak	SO_x Emisyonları ($\times 10^6$ ton/ yıl)
Ulaşım	0,9
Yakıt Yakılması (Güç santralleri ve ısınma)	19,0
Endüstriyel Prosesler	3,8
Toplam	23,7

2.2.2.b. Azot oksitler (NO_x): Yanma ortamındaki yüksek sıcaklıktan (>1100 °C) ve yanma havasının fazla olması sonucu oluşur. Bacadan genelde NO şeklinde atılır. Atmosferde NO, N_2O , N_2O_3 , N_2O_4 , N_2O_5 şeklinde bulunur(6).

Tablo 2.4. NO_x Emisyon Kaynakları(2)

Kaynak	NO _x Emisyonları (x 10 ⁶ ton/yıl)
Ulaşım	9,1
Yakıt yakılması	10,6
Endüstriyel prosesler	0,7
Toplam	20,4

2.2.2.c. Karbon monoksit (CO): Hava noksanlığından dolayı tam yanmanın gerçekleşmediği zamanlarda oluşur. Yakma kazanlarında verimi belirler. Renksiz, kokusuz, tatsız bir gazdır. Havadaki derişimi binde 3 sınır değerine ulaştığında öldürücüdür.

Tablo 2.5. CO Emisyon Kaynakları(2)

Kaynak	CO Emisyonları (x 10 ⁶ ton/yıl)
Ulaşım	69,1
Yakıt yakılması	2,1
Endüstriyel prosesler	5,8
Toplam	77,0

2.2.2.d. Hidrokarbonlar (HC): Bünyelerinde hidrojen ve karbon bulunduran organik bileşiklerdir. Gerek benzin, motorin, fuel oil gibi sıvı ve kömür gibi katı yakıtların yanması, gerekse endüstriyel proseslerde çeşitli kimyasal işlemler sonucunda oluşur. Egzoz gazlarından kaynaklanan yanmamış hidrokarbonlar çoğu zaman kanserojen etkiye sahiptirler.

Tablo 2.6. HC Emisyon Kaynakları(2)

Kaynak	HC Emisyonları($\times 10^6$ ton/yıl)
Ulaşım	7,8
Yakıt yakılması	0,2
Endüstriyel prosesler	10,8
Toplam	18,8

2.3. Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Hava Kirliliği

Ülkemizde özellikle son yıllardaki hızlı nüfus artışı, şehirleşme ve sanayileşmeye paralel olarak çevre kirliliği önem kazanmış bunun yanında hava kirliliği de özellikle büyük şehirlerimizde kendini hissettirmeye başlamıştır.

Konutlar ve endüstriyel kuruluşlar gibi sabit emisyon kaynaklarından ileri gelen hava kirliliğinin yanı sıra motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliği de aynı derecede önemli bir sorun haline almıştır. Benzin ve dizel motorlu taşıtların çıkardığı egzoz gazlarında bulunan zararlı maddelerin özellikle nüfus ve trafiğin yoğun olduğu büyük kent merkezlerinde çevreye, insan sağlığına verdiği ve vereceği zararlar oldukça fazladır. Egzoz emisyon kontrol sistemi bulunmayan bir taşıtın 50 litrelik bir benzin sarfıyatıyla 5 – 7,5 kg CO, 0,15 – 0,3 kg HC, 15 gr SO₂ 30 gr inorganik katı madde ve 12 gr asidi atmosfere bıraktığı yapılan deneylerle tespit edilmiştir. Bir insanın günde yaklaşık 15m³'lük taze havaya ihtiyacı olduğu düşünülürse, sadece tek bir araç 10 dakikalık süre içerisinde bu havayı teneffüs edilmesi sakıncalı hale getirebilir(4).

Teknolojinin insanlığa sunduğu konfor ve işlerimizi yetiştirebilmek için getirdiği zaman kısıtlılığı araçları hayatımızın bir parçası haline getirmiştir. Dolayısı ile dünyanın her tarafında ve ülkemizde motorlu araç sayısı her geçen gün artmaktadır. 1990 yılı itibarıyla dünyada kayıtlı taşıt sayısı 500 milyonu aşmıştır. Bunun sonucu olarak da motorlu taşıtların sebep olacağı hava kirliliği kaçınılmaz hale gelmiştir. Tablo 2.7'de Dünyanın çeşitli merkezlerindeki araç sayıları, Tablo 2.8'de ülkemizde şehirlere göre

araç sayıları, Tablo 2.9’da ülkemizde yıllara göre taşıt sayıları, Tablo 2.10’da da benzinli motorlarda tipik egzoz gazları bileşenleri verilmiştir(7).

Tablo 2.7. Ülkelere Göre Kayıtlı Taşıt Sayısı

ÜLKE, KITA	TAŞIT SAYISI (1990)
A.B.D. , Kanada	206,000,000
Ortak Pazar	155,000,000
Asya	40,000,000
Japonya	58,000,000
Afrika	13,000,000
Güney Amerika	34,000,000
Avustralya	9,800,000
Türkiye	(Eylül1995) 4,900,000

Tablo 2.8. Ülkemizde Şehirlere Göre Taşıtlar Sayıları(8)

ŞEHİR	TAŞIT SAYISI (1999)
İstanbul	1,180,394
Ankara	677,801
İzmir	399,988
Antalya	193,532
Bursa	224,471
Erzurum	23,758

Tablo 2.9. Ülkemizde Yıllara Göre Taşıt Sayıları(8)

YIL	ÜLKEMİZDEKİ ARAÇ SAYISI
1966	231,977
1970	369,808
1975	785,920
1980	1,344,254
1985	1,888,767
1990	2,981,222
1995	4,985,331
1996	5,317,565
1997	5,810,081
1998	6,264,084
1999	6,626,885

Tablo 2.10. Benzinli Motorda Tipik Egzoz Gazı Bileşenleri(9)

BİLEŞİK	HACİM KISMI (%)
N ₂	71
CO ₂	18,1
H ₂ O	9,2
O ₂ VE Asal Gazlar	0,7
Kirleticiler	1

Genellikle şehir merkezlerindeki CO emisyonlarının % 70-90'ından, NO emisyonlarının % 40-70'inden, HC emisyonlarının yaklaşık %50'sinden ve şehir bazında kurşun emisyonlarının % 100'ünden özellikle motorlu araçlar sorumludur(7).

Fosil yakıt yakan tesis ve düzenekler içinde kullanılan yakıtın içerdiği kimyasal enerjiyi en düşük verimle mekanik enerjiye dönüştürebilen aygıt içten yanmalı motorlardır. Bunun sonucunda motorlu taşıtlarda bol miktarda yanmamış petrol buharı egzoz gazları ile birlikte atmosfere atılmaktadır. İçten yanmalı motorlarda kirleticilerin kaynakları; egzoz borusu, karter havalandırma, yakıt havalandırma deliği ve karbüratördür. Egzoz borusundan meydana gelen kirleticiler toplam kirleticilerin % 65-85'ini oluşturur (1). Egzoz kaynaklı kirleticiler yanmamış hidrokarbonlar (HC), karbon monoksit (CO), azot oksitler (NO_x), benzin oktanının yükseltmek için ve vuruntuya karşı kullanılan kurşun bileşikleridir(7).

Egzoz gazının bileşenleri aşağıdaki unsurlara bağlıdır(1):

- Hava yakıt karışım oranı
- Ateşleme zamanlaması
- Yanma odasının geometrisi
- Sıkıştırma oranı
- Motorun hızı
- Yakıtın cinsi

Yanma ürünleriyle hava yakıt karışımı arasındaki ilişki egzoz emisyonları için önemlidir. Zengin bir hava yakıt karışımında yanmamış HC ve CO değerleri düşük çıkmaktadır. Buna karşın fakir bir hava /yakıt karışımında ise NO_x dönüşüm verimi düşmektedir. Egzoz emisyonlarındaki değişimler aracın hızına bağlıdır. Motor hızı arttığında egzoz gazındaki HC konsantrasyonlarında azalma meydana gelmektedir(10).

Motorlu kara taşıt araçlarının egzozlarından atık gaz çıkışları yer seviyesine çok yakındır. Bu nedenle atmosfere atık gaz emisyonu yapan diğer kirletici kaynaklara kıyasla çok daha büyük zararlara yol açarlar. Karayollarında ulaşılan tipik atık gaz seyrelme oranları 1/1000 iken konut bacalarından çıkan gazlar için seyrelme oranları 1/50000 , endüstriyel kuruluşların bacalarından çıkan atık gazlar için ise 1/1000000 seviyesindedir. Bu emisyonlar solunum yollarında ve kanda çeşitli rahatsızlıklara neden olabilmektedir(1).

2.3.1. Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Kirleticiler

2.3.1.a. Karbon monoksit (CO)

Renksiz, kokusuz ve havanın ortalama mol ağırlığına yakın mol ağırlığında bir gaz olan CO bu yüzden hem kaynaklandığı nokta etrafında iyi dağılmayan hem de varlığı kolay fark edilmeyen zehirli bir gazdır (2).

Karbon monoksit, konsantrasyonu 1 –100 ppm arasında değişen en önemli kirleticidir. Bu kadar geniş aralıkta bulunmasının nedeni kaynağının doğal oluşu ve insanlar tarafından da meydana getirilmesidir. 1977 yılında yapılan ölçümler toplam CO emisyonunun % 53' ünün insan kaynaklı kirleticilerden kaynaklandığını göstermiştir (4).

Argome National Laboratuvarı raporlarına göre yılda 3,5 milyon ton CO, bitkilerin çürümesiyle oluşan metan gazının oksidasyonu ile meydana gelir. Diğer doğal kaynak ise insan metabolizmasıdır. Bir insan nefes verirken ortama yaklaşık 1 ppm CO verir. Tüm insan topluluğu düşünüldüğünde günde toplam yaklaşık 2,9 ton CO atmosfere verilir. Bu da yılda 1058 ton civarında CO anlamına gelir. 1980 yılında yapılan ölçümlere göre trafikten kaynaklanan CO'nin 69,1 milyon ton olduğu düşünülürse bütün bu doğal kaynakların ürettiği CO önemsizmeyecek derecede azdır(3). Başka bir deyişle, trafik kökenli CO' in miktarı diğer kaynaklarla kıyaslanamayacak kadar yüksektir.

Tablo 2.11. CO Kaynakları ve Miktarları(3)

Kaynak	Emisyonlar 10 ⁶ ton / yıl				
	1968	1970	1975	1977	1980
Ulaşım	102,5	100,6	77,2	85,7	69,1
Sabit Yakmalı Sistemler	1,8	0,7	1,5	1,2	2,1
Endüstriyel Prosesler	7,7	10,3	7,7	8,3	5,8
Katı atık bertarafı ve Biyolojik Ayrışma	24,8	23,3	9,8	7,5	8,4
Toplam	136,8	134,8	96,2	102,7	85,4

İnsan kaynaklı CO kirleticilerinin başında taşıtlar gelir. Tablo 2.12' den de görüleceği gibi içten yanmalı motorlu araçların egzoz gazlarında en fazla miktarda bulunan kirletici gaz CO' dur(9).

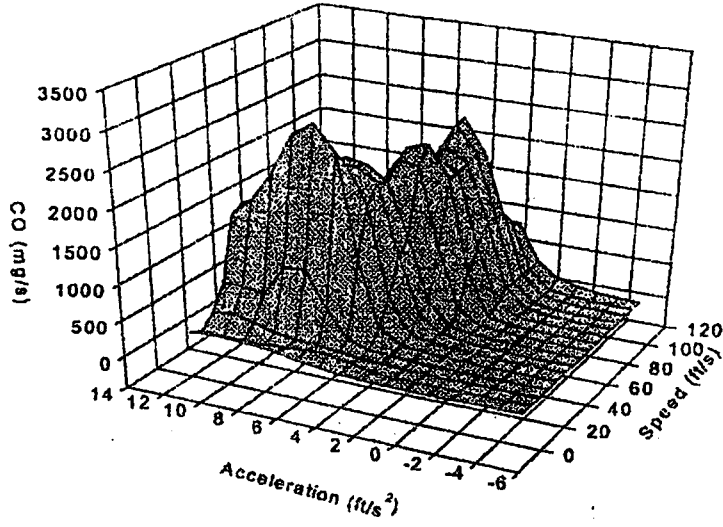
Tablo 2.12. Egzoz Gazında Bulunan Kirleticilerin Yüzdeleri(9)

Kirletici	Yüzde
Karbon monoksit	0,85
Hidrokarbon	0,05
Azot oksit	0,08
Katı Parçacıklar	0,005

Birçok kirletici gibi karbon monoksitin oluşumu da eksik yanma sonucudur. Motorlu araçlarda kullanılan benzin, mazot gibi yakıtlar hidrokarbon, hidrojen ve karbon atomlarının bileşiminden oluşmuştur. Tam yanmada, yakıt içerisindeki tüm hidrojen suya, karbon ise karbon dioksit'e dönüşür. Fakat bir motor içerisinde tam yanmanın sağlanması hemen hemen mümkün değildir(10).

Egzoz gazındaki CO miktarını etkileyen bir çok faktör vardır. Bu faktörler; yol, hava ve aracın durumuyla ilişkilidir. Araç ilk kalkışta ve rölanti durumunda çalışırken çok fazla miktarda CO üretir. Bu sebeple gidilen yol üzerindeki sinyalizasyon sistemi egzoz gazındaki CO miktarını artırır. Soğuk havalarda araç çalıştırıldığında motor ısınmaya kadar belirli bir süre geçer. Bu aşamada CO miktarı yine fazladır(1).

A.B.D.' de yapılan bir çalışma ile aracın hız ve ivmelenme ile CO üretimi arasındaki ilişki bulunmaya çalışılmıştır. Bunun için değişik yol koşullarında 1300 – 1600 aracın sürekli egzoz verileri toplanmış ve grafiğe geçirilmiştir(10).



Şekil 2.1. Hız ve İvmelenme ile CO Miktarı Değişimi(10)

Grafikten de anlaşılacağı gibi yüksek hızda yapılan ani ivmelendirmeler CO miktarını artırmaktadır.

İnsan sağlığı açısından bilinen en eski gaz zehirlenmeleri, tam yanmamış artık gazların solunmasıyla, yani CO yüzünden meydana gelmektedir. Bu zehirlenme, kandaki hemoglobinin CO ile tercihi olarak bir kompleks (COHb = Karboksi hemoglobin) oluşturup dokulara oksijen sevkini engellemesi ile kendini gösterir. Kanın COHb oluşturma hızı, oksijen ile O₂Hb oluşturma hızından 210 kat daha fazladır. Böylece hava içinde oksijen varlığının en az 1/200 – 1/250 kadarı CO derişime ulaşıldığında karbon monoksit hemoglobini tamamen bağlar (2).

Tablo 2.13. Karboksi Hemoglobinin Sağlık Etkileri(3)

% COHb	Etkiler
< 1	Belli bir etki yok
1 – 2	Davranışlarda bozukluk belirtileri
2 – 5	Merkezi sinir sistemi etkilenir, zamanı algılama, görüş ve parlaklık fark etme azalır
>5	Kalp ve damar fonksiyonları zarar görür
10 -80	Baş ağrısı, yorgunluk ve bitkinlik hissi, koma, solunum yetmezliği ve ölüm

Karbon monoksit konsantrasyonu özellikle trafiğin yoğun olduğu ve yavaş aktığı şehir merkezlerinde yüksektir. Örneğin, New York'da sadece trafikten kaynaklanan CO miktarı ortalama 3773 ton/gün' dür ve Los Angeles' de bu değer 9090 ton/gün' e çıkmaktadır. Yapılan bir matematiksel model bir saatte trafiğin yoğun olduğu bir caddede CO konsantrasyonunun 48 mg/m^3 (55 ppm) değerine kadar ulaşabileceğini göstermiştir. Böyle bir yolda, bir insan bir saat kadar kaldığında kandaki COHb seviyesi % 2-3 değerine yaklaşır. Bu oran, Tablo 2,13' de de görüldüğü gibi merkezi sinir sistemini etkiler, zamanı algılama görüş ve parlaklık fark etme duyusunu azaltır(3).

CO konsantrasyonu, mevsimsel olarak değişikliklere uğrar. Özellikle durgun koşullara sahip kış aylarında yüksektir. Amerika'nın batısında çok yüksek seviyede kirlilik tespit edilmiş, bunun sorumlusu olarak da şehir üzerindeki hafif rüzgarlı antisiklon tabakası gösterilmiştir. Yapılan ölçümlerde Los Angeles' daki yüksek kirliliğin sık sık oluşan sıcaklık inversiyonları ve düşük rüzgar hızından kaynaklandığı tespit edilmiştir(10). 1970 New York taksi grevinde şehirde rüzgarın düşük hızla esmesinden dolayı CO miktarı sadece % 34 oranında düşmüştür (11).

Erzurum'da ise kış aylarında sıcaklığın çok düşmesi ile birlikte O_2 miktarı azalmakta (%16,4) olup, bunun sonucu olarak CO miktarı eksik yanmadan dolayı artmaktadır(12).

2.3.1.b Azot oksitler (NO_x)

Azot oksitler doğal yollarla yada insan kaynaklı oluşurlar. NO_x ' in çok düşük konsantrasyonları, üst atmosferde güneş radyasyonunun aşağı atmosfere difüzyonu sonucu oluşur. Yine çok düşük miktarda NO_x orman yangınlarıyla atmosfere verilir. Organik maddelerin biyolojik parçalanması sonucunda da NO_x oluşur. Gerçekten, insan faaliyetleri sonucu oluşan NO_x , doğal yollarla oluşan NO_x konsantrasyonunun yaklaşık on katı daha fazladır. İnsan faaliyetleri sonucunda oluşan NO_x miktarı şehir merkezlerinde fazladır. Bunun nedeni NO_x oluşumunun büyük ölçüde sabit yakmalı sistemlerde fosil yakıt yakılması ve ulaşımıdır(3). NO_x oluşum kaynakları Tablo 2.14' de verilmiştir.

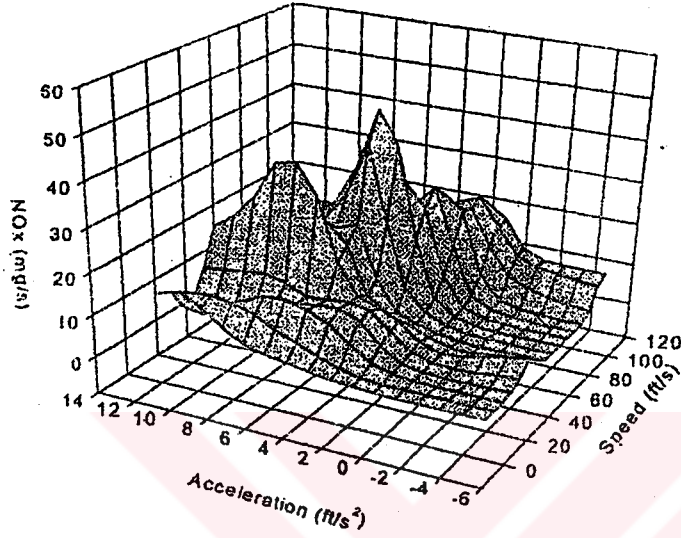
Tablo 2.14 . NO_x Kaynakları ve Miktarları(3)

Kaynak	Emisyonlar 10^6 ton / yıl				
	1968	1970	1975	1977	1980
Ulaşım	7,5	10,1	9,2	9,2	9,1
Sabit Yakmalı Sistemler	9,2	8,6	11,8	13,0	10,6
Endüstriyel Prosesler	0,2	0,2	-	0,7	0,7
Katı atık bertarafı ve Biyolojik Ayrışma	2,1	0,7	-	-	0,3
Toplam	19,0	19,6	21,0	23,1	20,7

Ulaşımdan kaynaklanan NO_x konsantrasyonunun, ilk yıllarda artış göstermesinin nedeni sadece taşıt sayısındaki ve gidilen mesafedeki artış değildir. İkinci nedeni ise CO ve HC kontrol cihazlarının NO_x emisyonlarını ciddi oranda artırmasıdır(1).

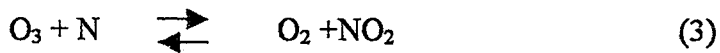
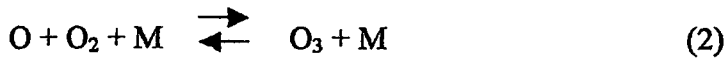
Araçların yaydığı NO_x miktarını etkileyen çok çeşitli faktörler vardır. NO_x yanma boyunca oluşan kimyasal reaksiyonlar sonucu meydana gelir. Aracın hızlandığı anda, yüksek basınç ve sıcaklıkta, azot ve oksijen atomlarının reaksiyonu sonucu oluşur ki bunlara termik azot oksitler adı verilir. Azot oksit konsantrasyonları hızlanma ve seyir

esnasında en yüksek değerlere ulaşmaktadır(10). Bu olay Şekil 2.2' de grafiksel olarak izah edilmiş



Şekil 2.2. Aracın hız ve ivmesiyle NO_x oluşumu(10)

NO ve NO₂ gün boyunca güneş radyasyonu, meteorolojik şartlar ve trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiklikler gösterir. Gün ışımadan önce, NO ve NO₂ konsantrasyonu nispeten düşük seviyede ve kararlı haldedirler. Güneş ışığı arttıkça ve özellikle otomobiller kullanılmaya başlandıkça NO konsantrasyonu hızla artar. Güneş ışınları arttıkça aşağıdaki reaksiyonlar meydana gelir(3).



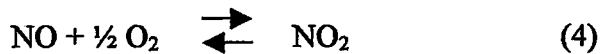
Bunun sonucunda NO₂ konsantrasyonu en yüksek değere ulaşır. Daha sonra foto kimyasal oksidantlar birikmeye başladığı için azalır. Foto kimyasal oksidantlar (

özellikle O_3) öğle vakti en yüksek değere ulaşır. Birikmiş olan NO ve O_3 atmosferde reaksiyona girmesiyle NO'nun tamamı NO_2 ' ye dönüşür.

Maksimum NO konsantrasyonu genellikle sonbahar sonlarında ve kış aylarında oluşur. Bunun nedeni çok fazla ısıya ihtiyaç duyulduğu için sabit yakma sistemlerinin fazlaca kullanılmasıdır. Ayrıca bir diğer etki ise rüzgar hızının düşük ve güneş radyasyonunun az oluşudur(4).

Araçlardan kaynaklanan azot oksitler güneş ışığının etkisiyle reaksiyona girerek (özellikle yaz aylarında)foto kimyasal smog oluşumuna neden olurlar. Ayrıca atmosferde bulunan NO_x su ile birleşerek asit yağmurlarının oluşmasına katkıda bulunmaktadır(1).

Azot oksit nispeten inert bir gaz olup, yarı toksiktir. NO da karbon monoksit gibi hemoglobin ile reaksiyona girerek kanın oksijen taşıma kapasitesini düşürür. Dış hava koşullarında NO konsantrasyonu $1,22 \mu g/m^3$, den azdır.Bu sebeple sağlığa zararlı olarak kabul edilmez. Fakat NO azot dioksite okside olur ve NO_2 'nin biyolojik zararları vardır. Motorlu araçlardan kaynaklanan kirleticiler içerisinde özellikle NO_x yol kenarındaki bitkilerin metabolizmasına doğrudan ya da dolaylı olarak etki etmektedir(13).



2.3.1.c. Hidrokarbonlar

Fosil yakıt tüketen tesis ve düzenekler içinde kullanılan yakıtın içerdiği kimyasal enerjiyi en düşük verimle mekanik enerjiye dönüştüren sistemler içten yanmalı motorlardır. Bu nedenle bol miktarda yanmamış petrol buharı egzoz gazları ile birlikte atmosfere atılır. Benzin bileşiminde, parafin veya alkan olarak adlandırılan düz veya dallanmış zincirli doymuş hidrokarbonlar (C_nH_{2n-2}), olefin veya alken olarak adlandırılan doymamış halde düz veya dallanmış zincirli yapıdaki (C_nH_{2n}) gibi aromatik guruplar yer alır. Hidrokarbonlar yakıtın tam yanmaması ve benzinin depodan çıkışı veya dolum sırasında buharlaşması ile ortaya çıkarlar(1).

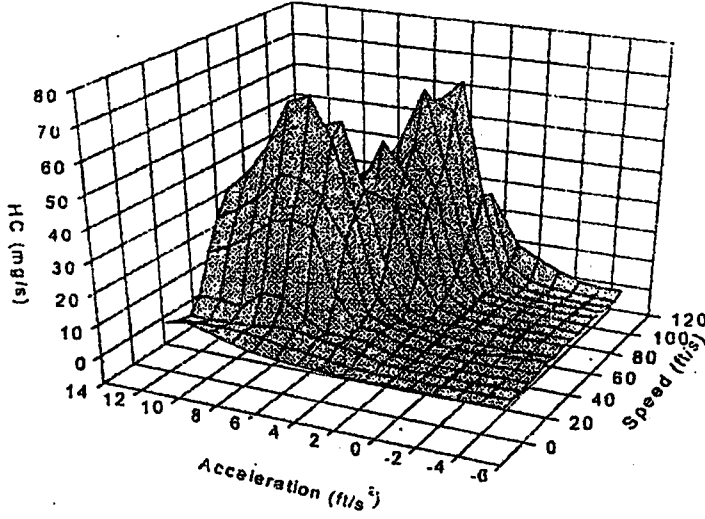
Yapısında karbon ve hidrojen içeren bileşiklere hidrokarbonlar denir. Benzin ve diğer petrol ürünlerinin kimyasallarının çoğunu oluştururlar. Alifatik ve aromatik hidrokarbonlar olarak ikiye ayrılırlar(2).

Hidrokarbonlar atmosferde hem doğal hem de antropojenik kaynaklardan dolayı bulunur. Metanın doğal yollardan meydana gelen miktarı tüm dünya etrafında 784 – 930 mg / m³ ‘ tür. Doğal yollarla oluşan hidrokarbonlar biyolojik kaynaklıdır(3). Tablo 2.15’ de HC’ un oluşum kaynakları verilmiştir.

Tablo 2.15. HC Kaynakları ve Miktarları(3)

Kaynak	Emisyonlar 10 ⁶ ton / yıl				
	1968	1970	1975	1977	1980
Ulaşım	16,6	16,8	10,4	11,5	7,8
Sabit Yakmalı Sistemler	0,7	0,5	1,3	1,5	0,2
Endüstriyel Prosesler	4,6	4,8	2,7	10,1	10,8
Katı atık bertarafı ve Biyolojik Ayrışma	6,1	7,9	12,6	5,2	3,0
Toplam	32,0	30,0	27,0	28,3	21,8

Tablodan da görüldüğü gibi endüstriyel prosesler (genellikle rafineriler) antropojenik kaynaklı hidrokarbonların önemli bir kaynağını oluşturur. Fakat en önemli kaynak yine ulaşımdır. Motor içindeki eksik yanma, yakıt tankından, karterlerden ve karbüratörlerden buharlaşma sonucu hidrokarbonlar oluşur. Araçlardan kaynaklanan hidrokarbonlar emisyon kontrol sistemlerinin araca yerleştirilmesi ile azaltılabilir. Hidrokarbonlar da karbon monoksit gibi rölanti ve yavaşlama durumunda artar(10). Bu durum Şekil 2.3’ de grafiksel olarak verilmektedir.



Şekil 2.3. Hidrokarbonların hız ve ivmelenme ile ilişkileri(10)

Doğal ya da insan kaynaklı oluşan hidrokarbonlar atmosferde güneş ışığının da etkisiyle oksitleyici maddelerle reaksiyona girerek fotokimyasal smog oluştururlar(1).

Dize motorlu taşıtların egzoz gazlarında bulunan partiküller, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) için taşıyıcı görevi görürler. Benzin ve dizel motorların egzoz gazları içerisinde atmosfere verilen yanmamış hidrokarbonların insan sağlığı açısından en tehlikeli gurubu, polisiklik aromatik hidrokarbonlar dır.

Benzopiren, petrolde bulunur ve eksik yanma sonucunda egzoz gazları ile atmosfere yayılır. Benzol aromatik hidrokarbonlardandır ve benzin içerisinde % 3 – 4 oranında bulunur. Her ikisi de kanserojendir, özellikle benzol kan kanserine neden olduğu gibi canlı kromozonların değişimine sebep olur(1).

2.3.1. d. Kurşun

Motorlu taşıt araçlarının egzoz gazı bileşenleri içinde kurşun önemli bir yere sahiptir. Atmosferdeki kurşunun % 90'ı trafikten kaynaklanmaktadır. Egzoz gazında kurşun; benzine vuruntuya karşı direnci sağlamak amacı ile katılan kurşun tetra etil ($Pb(C_2H_5)_4$)'den ve kükürt miktarını azaltmak için katılan doktor çözeltisi (Na_2PbO_2)'nden kaynaklanan kurşundur. Benzine vuruntuyu önlemek için katılan

$Pb(C_2H_5)_4$ renksiz ve zehirli bir sıvıdır(7). Benzine vuruntuyu önleyici olarak katılan kurşun bileşikler Tablo 2.16' da verilmektedir.

Tablo 2.16. Tipik Bir Vuruntu Önleyici Karışımın Formülasyonu(7)

Bileşikler	Ağırlık Yüzdesi
Tetra etil kurşun	57,5
Metil siklo penta dienil manganez trikarbonil	7,0
Etilen di bromür	16,7
Etilen di klorür	17,6
Diğerleri (Boya, inertler)	1,2

Bir litre benzine ortalama 200-600 mg kurşun ilave edilmektedir. 100 km'de 10 litre benzin yakan bir araç, bu mesafede 2-3 gr kurşunu havaya vermiş olur. Yapılan incelemede saatte 200 araçlık bir trafik yoğunluğunda, 40-60 gr/km-saat kurşunun atmosfere verildiği belirlenmiştir(1).

Şehir içi trafik hızı ile giden bir araçta, benzin içindeki kurşun alkillerin ancak % 5 'i egzozdan atılırken, araç hızı arttığında egzoz gazındaki kurşun oranı da artmaktadır. Bu oran 20 mil/saat' te % 10'a ve 70 mil/saat 'te % 90'a çıktığı gözlenmiştir. Araç hızının 100 km/saat'in üzerine çıkması halinde egzozdaki kurşun oranında % 2000 artış olduğu belirlenmiştir. Bunun sonucunda kurşun kirliliğinin birinci dereceden trafik yoğunluğuna bağlı olduğu ortaya koyulmuştur (7).

Yanma sonucunda benzinde bulunan kurşunun % 50-75'i atmosfere egzoz gazları aracılığıyla ince toz partikülleri olarak atılır. Diğer katkı maddeleri olan dikrometan ve dibrometan da egzoz gazlarıyla atılır. Egzoz gazı ile atılan diğer kurşun bileşikler Tablo 2.17' de verilmektedir.

Tablo 2.17. Egzoz Gazları İçerisinde Tespit Edilen Kurşun Bileşikleri, Bu Bileşiklerin Yüzdeleri ve Zamanla Değişimleri(7)

Kurşun Bileşiği	Egzoz Gazında Atıldığı Anda Kurşun Yüzdesi	Atıldıktan 18 Saat Sonraki Yüzdesi
PbBrCl	32,0	12
PbBrCl.2 PbO	31,4	1,6
PbCl ₂	10,7	8,3
Pb(OH)Cl	7,7	7,2
PbBr ₃	5,5	0,5
PbCl ₂ . 2PbO	5,2	5,6
Pb(OH)Br	2,2	0,1
PbO _x	2,2	21,2
PbCO ₃	1,2	13,8
PbBr ₂ . 2PbO	1,0	0,1
PbCO ₃ . 2PbO	1,0	29,6

Tablodaki değerlerden, kurşun bileşiklerinin, atmosfere atıldıktan sonra kimyasal reaksiyona uğradıkları anlaşılmaktadır.

Atmosferdeki kurşunun tamamı trafik kaynaklı olmayabilir. Tablo 2.18'den de görüleceği gibi egzoz gazları dışında birçok endüstriyel proseslerden de kurşun atmosfere verilmektedir.

Dünya Sağlık Teşkilatı, sağlık üzerinde olumsuz etkilerin gözlenmediği 0,1 µg/ml kan kurşun konsantrasyonu limitinin aşılmaması amacı ile, kent havasındaki kurşun konsantrasyonunun 1/0,5 µg/m³ olarak hedeflenmesini önermektedir(9).

Tablo 2.18. A.B.D’de 1975 Yılında Atmosfere Kurşun Yayan Kaynaklar (14)

İşlem	Yayılan Kurşun(ton)
Benzinin yanması	127000
Kömürün yanması	228
Motor yağlarının yanması	100
Artık motor yağları	5000
Kurşun alkil üretimi	1000
Akümülatör üretimi	82
Minerallerin öğütülmesi	483
Demir-çelik üretimi	605
Kurşun oksit üretimi	100
Katı atıkların yanması	1170
Çimento üretimi	312

Kurşun insan bünyesine % 15-18 oranında solunum yollarıyla, % 85 oranında ise havadan veya yiyeceklerle alınmaktadır. Kandaki kurşun konsantrasyonu 0,2 µg/ml limitini aşması durumunda olumsuz etkiler gösterir. Kan kurşun konsantrasyonu; 0,2 µg/ml limitini aşması ile kan değerinde düşme (anemi); 0,3-0,8 µg/ml arasında olması durumunda duyu ve motor sinir iletişim hızında azalma; 1,2 µg/ml limitinin aşılmasından sonra ise yetişkinlerde geri dönüşü olmayan beyin hasarlarının olduğu belirlenmiştir(9). Kurşunun yarılanma ömrü, kanda 20 – 40 gün, kemiklerde ise 10 yıldır. Taşıtlardan kaynaklanan kurşun emisyonları, özellikle sokaklarda çalışan insanlar, otobüs şoförleri ve sokakta oynayan çocuklar için zararlıdır. Kurşun çocukların kanında erişkinlere kıyasla daha yüksek konsantrasyonlara ulaşabilmektedir (9).

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

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

Ülkemizde kullanılan benzinlerdeki benzinlerde ki oktan sayısı ve kurşun tetra etil miktarları Tablo 2.19' da verilmiştir.

Tablo 2.19. Türkiye' de Kullanılan Benzinlerdeki Oktan Sayısı ve Kurşun Tetra Etil Miktarları(1)

Benzin	Oktan sayısı (OS)		Kurşun Miktarları grPb / litre
	Araştırma OS	Motor OS	
Süper	min. 95	83 – 93	0,26 – 0,74
Normal	min. 85	76 – 82	0,00 – 0,26

Kurşunun çevre ve insan sağlığına etkisini minimuma indirmek üzere kurşunsuz benzin kullanımının ülkemizde yaygınlaştırılması, bu benzinin ülke çapında dengeli dağıtımı ve bulunabilirliğinin sağlanması, tüketiciyi teşvik amacıyla satış fiyatının indirilmesinin önemi büyüktür. Kurşunsuz benzinin kullanımını zorunlu kılan katalitik konvertör gibi teknik ekipmanların araçlarda kullanılması ile kurşunsuz benzin kullanımı artmakta dolayısıyla kurşunun çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkisi azalmaktadır.

2.3.1.e. Motorlu Taşıt Araçlarından Kaynaklanan Katı ve Sıvı Kirleticiler

Araçların ekonomik ömürleri sona erdiğinde araç hurdaya çıkarılır. Dolayısıyla doğaya katı bir atık olarak bırakılır. Araçların katı bir atık olarak doğaya terk edilmesi yerine bunları oluşturan maddelerin dönüştürülmesi gerek ekonomik gerekse çevresel nedenlerle arzu edilir. Araç hurdalarının yanı sıra eskiyen parçalar ve lastikler de katı atık problemleri oluşturmaktadır.

Motorlu araçların kullanımı ve periyodik bakımları sırasında açığa çıkan atık yağlar önemli bir çevre sorunudur. Atık yağların tekrar kullanımı için yeniden rafinasyonu veya imhası için yakma yöntemi uygulanmaktadır. Atık yağlar kesinlikle kanalizasyona ve çöplere karışmamalıdır. Aksi durumda, doğada önemli ölçüde yüzey ve yer altı sularının kirlenmesi problemi yaratırlar.

Araçlarda kullanılan akümülatörlerin de etkisiz hale getirilmesi çevre açısından büyük önem taşır. Kurşunlu akümülatörlerin imali sırasında önemli miktarda kurşun içeren gazlar havaya karışmaktadır. Eski akümülatörlerin çöplerle birlikte gelişigüzel atılması, depolanma sahalarında içerdiği kurşunun yer altı sularına karışarak, bu su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır.

2.3.2. Egzoz Emisyon Oranlarını Etkileyen Faktörler

2.3.2.a. Ulaşım ile İlgili Faktörler

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan kirletici miktarları büyük ölçüde gidilen yolun uzunluğuna ve şekline bağlıdır. Egzoz emisyonları ve buharlaşma emisyonları aracın hareketine göre değişiklik gösterirler. Motorun çalışma süresine bağlı olarak, sıcak durumda marş ve motor soğukken yapılan marş başlangıç emisyonlarını oluşturur ve motor sıcak ve kararlı durumdayken ortaya çıkan emisyonlar da birincil kirleticiler olarak adlandırılır. Daha sonraki kirleticiler ise işleyiş kayıtları, yolculuk bittiğinde motor hala sıcakken yakıt buharlaşmasıyla oluşan sıcak emme emisyonları ve aracın çalışıp çalışmamasına bağlı olmayıp yakıt tankında oluşan emisyonlar olarak sınıflandırılabilir(10).

Hız, ivme ve aracın motor yüklemesi emisyon miktarlarını artıran diğer faktörlerdir. Araç yavaşken, özellikle sıkışık trafikte emisyon miktarı fazladır. Daha az yoğun yollarda, ortalama bir hızda kirletici miktarı düşer. Buna karşılık, NO_x daha farklı bir oluşum yapısındadır. Yüksek hızda NO_x miktarı en yüksek değerine ulaşabilir. Buna rağmen, bu tür tahminlerin bazı problemleri vardır. Örneğin ani ivmelendirme sonucunda aşırı yakıt tüketimi meydana gelir. İvmelendirme anında motor zengin yakıt

durumunda çalışır. Bu yüzden de emisyon tahminleri yapılırken ivmelendirmenin göz ardı edilmesi mümkün değildir.

Yakıt tüketimi trafik yoğunluğuna bağlıdır. Hız ve ivme yakıt tüketimini etkileyen en önemli faktörlerdir. Genellikle yakıt tüketimi hız ve ivme arttığında artar. Ayrıca sık sık yapılan ivmelenme ve durmalara bağlı olarak ortalama bir hızda da yakıt tüketimi daha fazla olmaktadır. Motor sürtünmeleri, lastikler ve klima gibi aksesuarlar yakıt tüketimini artırır. Motorun işleyişi de büyük oranda yakıt tüketimini etkiler. Motorun normal işleyişine erişmesi birkaç dakika alabilir. Motor soğukken yapılan marşta yakıt tüketimi fazladır. Motor ısınıp kararlı duruma geldiğinde yakıt tüketimi azalır.

2.3.2.b. Araç ile İlgili Faktörler

Motor büyüklüğü, beygir gücü ve ağırlık gibi araç özellikleri egzoz emisyonunu etkileyen faktörlerdir. Genellikle büyük motorlu araçlar küçük motorlu araçlara oranla daha fazla yakıt tüketirler. Büyük motorlu araçların çoğu yüksek beygir gücünde olup, ağırlıkları fazladır.

Emisyon miktarı aracın yaşı ile de ilgilidir. Daha eski model araçlar yeni enjeksiyonlu araçlara göre başlangıçta ve normal işleyişte daha fazla kirletici oluştururlar. Yapılan bir çalışma 1975 model bir aracın 1990 model bir araca göre üç kat daha fazla CO ve HC oluşturduğunu göstermiştir(10).

Aracın sahip olduğu klima, otomatik camlar, hidrolik direksiyon, otomatik vites gibi aksesuarlar yakıt tüketiminin artmasına sebep olurlar. Düzenli araç bakımı yapılmazsa yakıt tüketimi % 40 oranında artabilir. Araştırmalara göre düzensiz motor ayarı ortalama yakıt tüketimini % 10 oranında artırabilir. Lastiklerin 2mm gibi yanlış ayarı bile yakıt miktarını % 3 artırır(10). Örneğin, Tablo 2.20' de aynı aracın farklı pozisyonları için oluşturduğu kirleticiler verilmektedir.

Tablo 2.20. Benzinli Motorlarda Değişik İşletme Şartlarına Göre Egzoz Gazı Terkibi
(1)

Bileşen	Rölanti ($V = 0$)	Hızlanma ($a > 0$)	Seyir ($V = \text{sabit}$)	Yavaşlama ($a < 0$)
HC, ppm	30 – 1000	300 – 800	250 – 500	3200 – 10000
CO, %	4 – 9	1 – 8	1 – 4	3 – 4
NO ₂ , ppm	10 – 50	1000 – 3000	1000 – 2000	5 – 40
N ₂ , %	70 – 72	74 – 77	72 – 75	70 – 74
O ₂ , %	1 – 1,5	0,1 – 0,3	0,5 – 2,6	1 – 1,5
H ₂ , %	0,5 – 4	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3	0,5 – 2
CO ₂ , %	6,5 – 10	9 – 12	10 – 13	5 – 10
Önemli Kirlt.	HC, CO	HC, CO, NO _x	HC, CO, NO _x	HC, CO

2.3.3.c. Yol ile İlgili Faktörler

Motorlu araçların emisyon miktarları büyük ölçüde yolun geometrisine bağlıdır. Yol üzerindeki sinyalizasyonlu kavşaklar, dönemeçler, yokuşlara bağlı olarak araç ivmelenmesi değiştiğinden yakıt tüketimi de artar. Bir yokuşta araç aynı hıza ulaşabilmek için daha yüksek oranda hava yakıt karışımına ihtiyaç duyar, bu da yakıt tüketimini artırır.

Yolun pürüzlülüğü yakıt tüketimini olumsuz yönde etkiler. Yapılan bir çalışmada ortalama bir otoyol hızındaki araç normal kaliteli bir yol ile pürüzlü bir yolda test edilmiş ve pürüzlü yolda normal yola göre % 5 daha fazla yakıt tükettiği görülmüştür(10).

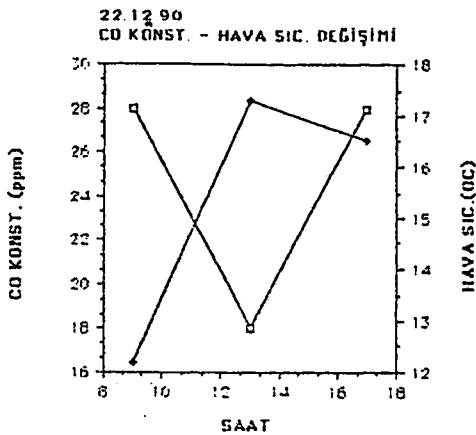
2.3.3.d. Meteorolojik Koşullarla İlgili Faktörler

Meteorolojik şartlar hava kirlenmesinin seviyesini belirlemede birinci derecede önem taşır. Ortam sıcaklığı hem egzoz hem de buharlaşma emisyonlarını etkileyen önemli bir

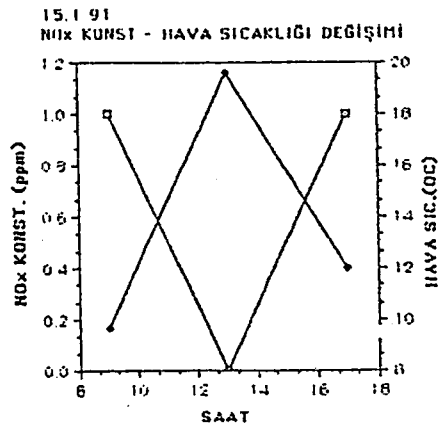
parametredir(15). Motor ve emisyon kontrol sistemlerinin ısınması soğuk havalarda daha uzun süre gerektirir. Bu da soğuk marş emisyonlarının artmasına sebep olur. Sıcaklık arttıkça da buharlaşma emisyonları büyük oranlarda artar. Düşük sıcaklıklar ve hızlı rüzgarlar aracın aerodinamik kayıplar vermesine bunun sonucunda da yakıt tüketiminin artmasına sebep olur. Örneğin Avrupa’da yakıt tüketimi, kış aylarında yaz aylarına göre %15 –20 fazla olmaktadır(10).

Taşıtlardan çıkan gazların dağılım başlangıç noktası taşıtın üzerinde hareket ettiği yoldur. Açık arazi üzerinden geçen yollarda meydana gelen egzoz gazları, rüzgar nedeniyle süratle çevreye yayılarak düşük seviyede kirlilik oluştururlar. Buna rağmen, şehir içerisinde, etrafı bazen 20-25 m’ ye varan yüksek binalarla çevrili caddelerde, rüzgar etkisinin azalması ve devamlı egzoz gazlarının birikmesi tehlikeli sınırlara varan yüksek zehirli gaz konsantrasyonunun oluşmasına neden olmaktadır(4).

Adana’da yapılan ölçümler sonucunda elde edilen veriler grafiğe geçirilmiş ve sıcaklıkla kirlenici konsantrasyonunun ters orantılı olarak değiştiği bulunmuştur(4).

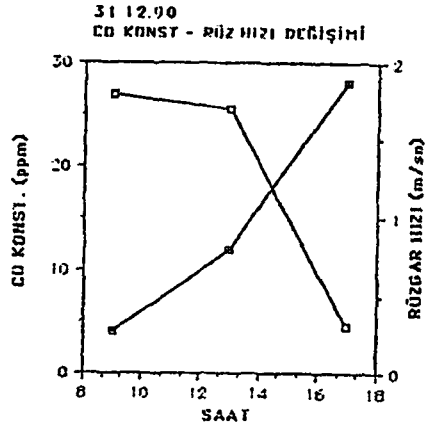


(a)

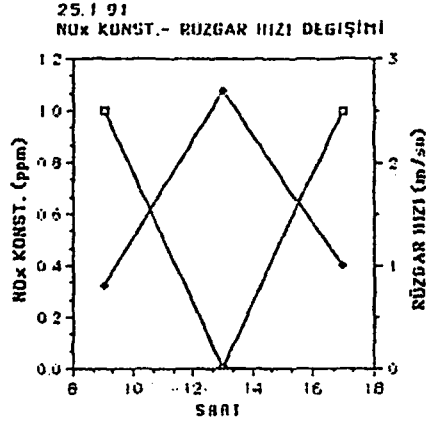


(b)

Şekil 2.4 . Hava sıcaklığı ile CO ve NO_x değişimleri(4)



(a)

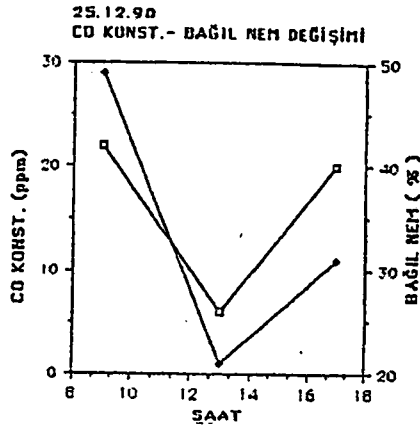


(b)

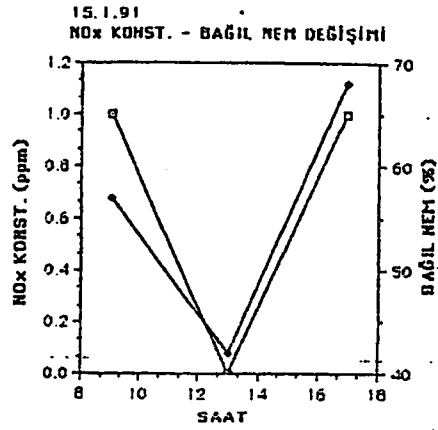
Şekil 2.5. Rüzgar hızı ile CO ve NO_x değişimleri(4)

Hava sıcaklığının azalmasıyla kirletici konsantrasyonu artar. Bunun nedeni hava sıcaklığının artmasıyla kirletici emisyonlarının yoğunluklarının azalarak hızla yeryüzünden atmosferin üst kademelerine çıkmasıdır. Sıcaklığın düşmesiyle havanın yoğunluğu artmakta ve daha yoğun olan kirletici emisyonlar yeryüzünde birirmektedir.

Kirleticilerin konsantrasyonu bağıl nem ile doğru orantılıdır. Nem yüzdesi arttıkça kirletici konsantrasyonları artmakta, nem miktarının azalması ile birlikte kirletici konsantrasyonları azalmaktadır.



(a)



(b)

Şekil 2.6. Bağıl nem yüzdesi ile CO ve NO_x değişimleri(4)

2. 4. Motorlu Taşıt Egzoz Emisyon Standartları

Taşıt egzoz emisyonlarının neden olduğu sorunlar, araç sayısı artmaya başladıkça ortaya çıkmış ve bilim adamlarını bu sorunlarla ilgili çözümler bulmaya yöneltmiştir. 1943 yılında Los Angeles'da fotokimyasal smogun artmasıyla konu üzerinde ilk çalışmalar yapılmaya başlanmıştır(10). Bu bir anlamda, otomobil egzoz emisyonu nedeniyle yaratılan hava kirliliği probleminin ilk ortaya çıkışı olarak da kabul edilebilir. 1952 de fotokimyasal smogun ana nedeninin, otomobil egzoz gazları üzerindeki güneş ışınlarının etkisi olduğu California Üniversitesi'nden A. J. Haagen Smit tarafından yapılan çalışma ile belirlenmiştir(1). 1960 yılında ise emisyon kontrol düzenlemeleri Amerika ' da kanunlaştırılmıştır.

Amerikan standartlarını kullanan İsveç ve İsviçre gibi ülkelerin dışında kalan bütün Avrupa ülkeleri ve Türkiye aynı egzoz emisyon standartlarını kullanmaktadır.

Bu standarda göre araç bir şasi dinamometresi üzerinde çalıştırılır ve egzozundan yayılan CO, HC ve NO_x ağırlıkları test cihazlarıyla ölçülür. Bu test 20 °C ile 30 °C arasında sıcaklıkta en az 6 saat nem emdirildikten sonra motor soğukken çalıştırılmak suretiyle yapılır. Deney esnasında rölanti, hızlanma, sabit hızla çalışma ve yavaşlama

dahil olmak üzere 15 mod'luk bir çevrim içinde araç çalıştırılırken CO ağırlığı ve HC ve NO_x gazlarının bileşiminin toplam ağırlığı ölçülür ve bu işlem üç kez tekrarlanır(16). Özellikle ülkemizde bu işlem için verilen sınır değerler Tablo 2.21' de verilmiştir.

Tablo 2.21. Türkiye'de Motorlu Karayolu Taşıtlarının Gaz Kirleticilerinin Emisyon Sınır Değerleri(16)

Referans Ağırlık (kg)	CO (gr/ test)	HC + NO _x (gr/ test)
RA ≤ 1020	70 (58)	23,8 (19,0)
1020 < RA ≤ 1250	80 (67)	25,6 (20,5)
1250 < RA ≤ 1470	91 (76)	27,5 (22,0)
1470 < RA ≤ 1700	101 (84)	29,4 (23,5)
1700 < RA ≤ 1930	112 (93)	31,3 (25,0)
1930 < RA ≤ 2150	121 (101)	33,1 (26,5)
2150 < RA	132 (110)	35,0 (28,0)

Referans Ağırlık (RA) yakıt deposu tamamen dolu, avadanlık, stepne ve 100 kg' lık ekstra bir ağırlıkla donatılmış aracın ağırlığını ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler ruhsat kontrolünde istenen sınır değerleri, parantez dışındaki değerler yeni üretilmiş bir araç için sınır değerleri göstermektedir.

2.5. Konu ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Uzun zamandan beri şehir merkezindeki hava kirleticiler kaynaklar üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Şehir merkezlerinde taşıtların sebep olduğu hava kirliliğinin belirlenmesi amacıyla gerek en basit ölçüm teknikleri gerekse en karmaşık modelleme sistemleri kullanılmıştır.

1999 yılında. Bogo, H.(17) ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada Buenos Aires kenti için gaz kirleticilerin sürekli ölçümü yapılmıştır. Bu çalışmada hava ve gürültü

kirliliğinin kalabalık bir şehir olan Buenos Aires için en önemli problemlerden birisi olduğu ortaya koyulmuştur. Trafik emisyonlarının özellikle dar yollar ve ana trafik arterlerinde çok yüksek değerlere ulaştığı gözlenmiştir. Bunun için şehrin en yoğun caddelerinden biri olan Belgrano Bulvarı'na bir ölçüm istasyonu kurulmuş ve on iki ay boyunca sürekli CO, NO, NO₂ ve O₃ ölçülmüştür. Çalışmada özellikle başlıca kirleticiler olan CO ve NO_x'lerin meteorolojik koşullar ve ölçüm yeri arasındaki ilişki incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, taşıtların özellikle CO ve NO_x oluşumunda birinci derecede rol oynadığını göstermiştir. Aylık NO ve CO ortalaması, kıştan yaza doğru, rüzgar hızı ve ortalama ısının düşmesi ile azalmakta olduğu belirlenmiştir. Ayrıca şehrin düz coğrafik yapısı çoğu günlerde kirleticilerin birikmesine engel olduğu ve atmosferin trafiğin durgun olduğu gece saatlerinde temizlendiği ve sabahları yenilenmiş bir atmosferin elde edildiği gözlenmiştir.

Andrew, C ve arkadaşları(11) tarafından 1997 yılında Phoenix, Arizona'da CO konsantrasyonunun iklimsel değişikliklerle ilişkisi üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Bunun için Phoenix'de meteoroloji, trafik modelleri ve CO' in mevsimsel, haftalık ve günlük değerleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu analizler sonucunda istatistiksel olarak CO modellemesinde potansiyel olarak önemli olan değişkenler bulunmuştur. Regrasyon modeli kullanılarak 1 ve 8 saatlik dış hava CO konsantrasyonu için modeller bulunmuştur. Günlük CO konsantrasyonu tahmininin için bulunan en sağlıklı modelin varyans değeri 0,9 ve hata oranı ise 1 ppm olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda Phoenix'de motorlu taşıtların toplam CO konsantrasyonunun % 98'ini oluşturduğu bulunmuştur. Mevsimsel olarak da özellikle aralık ayında CO konsantrasyonunun artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Benzer bir çalışma da 1999 yılında Çin'de Shun- Hua- Ye ve arkadaşları(18) tarafından yapılmıştır. Çin'de ekonomik gelişme ile araç sayısının hızla arttığı, artış oranının yıllık %15 olduğuna dikkat çekilmiştir. Özellikle Shanghai ele alınmış ve 1996 yılındaki araç sayısı 170000 iken 1999 yılındaki araç sayısının 500000'e ulaştığı vurgulanmıştır. Shanghai'de 1996 yılında şehir merkezindeki CO konsantrasyonunun %86'sının, HC konsantrasyonunun %96'sı ve NO_x konsantrasyonunun %56'sının araçlardan

kaynaklandığı tespit edilmiş ve yapılan çalışma ile de 2010 yılında bu değerlerin sırasıyla % 95 – 98 ve 81 olacağı sonucuna varılmıştır.

Kyoungho, A(10) Virginia Üniversitesi'nde 1998 yılında yaptığı çalışmada araçların hız ve ivme ile emisyon oranları ve yakıt tüketimlerdeki değişimler incelenmiştir. Emisyon olarak; HC; CO ve NO_x ele alınmıştır. Değişik ağırlık ve motor büyüklüğünde toplam 8 grup araç modelleme için kullanılmıştır. Tüm araçlar son model içten yanmalı motor teknolojilerine sahiptirler. Tüm araçlar için ortalama motor büyüklüğü 3,3 lt, ortalama silindir sayısı 5,8 ve ortalama ağırlıkları 1497 kg' dır. Araçlar çeşitli kalitedeki yollarda değişik koşullarda denenmiş ve sürekli olarak egzoz ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen 1300- 1600 veri grafikler üzerinde değerlendirilmiştir. Sonuç olarak araçların özellikle duruş ve kalkışlarda daha fazla benzin tüketmesinden dolayı trafik ışıklarında, kavşaklarda ve trafiğin yoğun olduğu bölgelerde daha fazla emisyon gözlenmiştir. Ayrıca pürüzlü yollarda düz asfalt yollara göre daha fazla yakıt tüketimi ve sonuçta daha fazla emisyon tespit edilmiştir.

Doğan, L(4) 1991 yılında, Adana'da ulaşım kaynaklı hava kirliliği konulu çalışmasında Adana il merkezinde 4 istasyonda havadaki CO, SO₂, NO_x, CO₂, O₂ ve HC miktarları ölçülmüştür. Ölçümler haftanın başı, ortası ve sonunda ve günün sabah, öğle ve akşam saatlerinde 6 ay boyunca devam ettirilmiştir. Bunun yanında hava sıcaklığı, rüzgar hızı ve yönü, rutubet ile olan değişimler de izlenmiş ve kirlilik boyutları bir arada gerçekçi olarak değerlendirilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak Adana şehir merkezinde kirletici miktarlarının yüksek olduğu ve taşıtların özellikle CO, HC ve NO_x miktarlarına önemli katkıda bulundukları belirlenmiştir. Kirletici madde konsantrasyonları ile meteorolojik koşullar arasında da bir bağlantı kurulmaya çalışılmış ve sonuç olarak da rüzgar hızı arttıkça CO, SO₂ ve NO_x konsantrasyonunun düştüğü, sıcaklık azaldıkça kirletici konsantrasyonunun arttığı ve havanın nem yüzdesi arttıkça kirletici konsantrasyonlarının arttığı belirlenmiştir.

Aydın, Y(1) ise 1996 yılında yaptığı çalışmada motorlu taşıt araçlarının çevreye olan etkileri ve bunların azaltılması çabalarını araştırmıştır. Bu araştırmada araçların emisyon kontrolü, mevcut yakıtlar üzerinde yapılan çalışma ile emisyonlardaki azalma

ve aracın performansına etkisi, alternatif yakıt ve alternatif tahrik sistemleri özetlenmiştir. Öncelikle araçların oluşturduğu kirleticilerin (CO, HC, NO_x, Pb) çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri üzerinde durulmuş daha sonra özellikle konvertörlerin CO ve HC emisyonları kontrolündeki performanslarından bahsedilmiştir. Araçlarda yakıt olarak petrol ürünleri yerine hidrojen kullanımı üzerinde durulmuştur. Hidrojenin kaynağının su olduğu ve elektrik enerjisi yardımıyla sudan elde edilmesi ve yakıt olarak kullanımından sonra tekrar suya dönüştüğü anlatılmış bu özelliklerinden dolayı yakıt olarak kullanıldıktan sonra çevreye hiçbir zararlı etkisi olmadığı, asıl kaynağı olan suya dönüştüğü için de tükenmeyen bir enerji kaynağı olduğu vurgulanmıştır. Yakıt olarak kullanımını zorlaştıran en önemli sebebin de depolanma zorluğu olduğu hususu vurgulanmıştır.

Ata, S'nin yapmış olduğu çalışmada(7) Erzurum – Ilıca Karayolu güzergahında motorlu taşıtlardan kaynaklanan kurşun kirliliği araştırılmıştır. Bu çalışmada karayolu taşımacılığının yoğun olduğu E23 Erzurum – Ilıca Karayolu üzerindeki topraklarda kurşun kirliliğinin boyutlarını belirlemek, topraktaki miktarının karayolundan olan mesafe ve toprak derinliği ile değişimi incelenmiştir. Bu amaçla karayolunun sağ ve sol tarafında birer kilometrelik mesafelerle üç hat oluşturulmuş ve bu hatlar üzerinde çeşitli derinlik ve uzaklıklarda toprak numuneleri alınarak bu numuneler üzerinde incelemeler yapılmıştır. Sonuç olarak yüzeye yakın bölgelerde kurşun kirliliğinin yoğun olmasına karşın daha derinlerde bu yoğunluğu azaldığı görülmüştür. Böylelikle bu yörede çayır, mera ve tarlaların kurşun kirliliğinden etkilendiği ve zarar gördüğü tespit edilmiştir.

Boncukcuoğlu,R ve arkadaşları(12) tarafından 1992 yılında yapılmış çalışmada Erzurum şehir merkezi, ısınma ve trafik kökenli hava kirletici parametreler açısından ele alınmıştır. Erzurum şehir merkezinde 5 ayrı yerde kurulan ölçüm istasyonlarından 5 yıl boyunca elde edilen SO₂, NO_x ve katı parçacıklara ait yıllık değerler ile meteorolojik veriler, tüketilen kömür miktarı ve motorlu taşıt sayıları arasında istatistiksel ilişki kurulmaya çalışılmıştır. Verilerden Erzurum'da genelde ısınmadan kaynaklanan hava kirliliğinin, yörede doğal olarak O₂ oranının düşük oluşu, rüzgar, nem, sıcaklık gibi meteorolojik parametrelerin olumsuz etkileriyle de daha da arttığı sonucuna varılmıştır.

Demirsoy, M(19)1985 yılında İzmir ili için trafik kaynaklı hava kirliliğini incelemiştir. Bunun için trafiğin yoğun olduğu 9 kavşakta ölçümler yapılmış, elde edilen verilere göre trafik ışıklarında duran araçların çıkarmış olduğu emisyon değerlerinin yüksek olduğu açıkça belirlenmiştir. 06.00-24.00 saatleri arasında trafik ışıkları önünde duran araçların sayısı, yakıt sarfiyatı, araçların sınıflarına göre hesaplanmış ve ortalama günlük ve yıllık emisyonların (CO, HC, NO_x, Pb) ölçüm yapılan bölgelere göre dağılımı tespit edilmiştir.

Araç egzozlarının hava kirliliğine etkileri hakkında bir çok modelleme yapılmıştır. Bu modeller, analitik modeller, nümerik modeller, istatistiksel modeller, cadde - kanyon modelleri ve şehir merkezindeki kavşaklar için yapılan modeller olarak gruplandırılabilir. Bu modellemeler yapılırken meteorolojik koşullar, cadde geometrisi ve ölçüm yeri dikkate alınır.

Bu amaçla yapılan çalışmaların ilki olarak 1932 yılında Sutton(20) olarak kabul edilir. Bu model rüzgarın yola dikey geldiği durumlar için geçerlidir. Daha sonra 1970 yılında Turner(21) rüzgarın yola yaptığı açı 45 °C' den büyük olduğu durum için bir model geliştirmiştir. 1989 yılında Luhan ve Patil(22) genel bir sonlu çizgi kaynak modeli (GFLSM) geliştirmiştir. Bu model rüzgarın yol ile yaptığı tüm açılar için geçerlidir. 1999 yılında Khare ve Sharma(23) bu modeli Delhi için trafik ve meteorolojik koşullar için geliştirmişlerdir.

Araçlardan kaynaklanan kirleticileri belirlemede kullanılan en yaygın modellerden biri US EPA tarafından geliştirilen Gaussian dispersiyon modelidir (THE HIWAY)(24). Bu model kararlı atmosferik koşullarda ve düşük hızlı rüzgarların yola paralel geldiği durumlar için uygundur. 1977 yılında California'da CALINE adlı bir model geliştirilmiştir(25). Bu model, Gaussian modeli ile hemen hemen aynı koşullar için geçerlidir. Tek fark olarak kirleticilerin karayolundan belirli bir yükseklikte tamamen karıştığını kabul etmesi göze çarpar.

Araç emisyonlarını istatistiksel olarak inceleyen modeller ilk olarak 1975 yılında Mc Collister(26) tarafından Los Angeles'taki saatlik ve günlük maksimum CO

konsantrasyonunu tahmin için geliştirilmiştir. 1978 yılında Aron(27) ise Los Angeles'taki günlük maksimum CO konsantrasyonu tahmini için ölçüm istasyonları arasındaki basınç farkı, yeryüzü sıcaklığı, gün ışığı süresi, güneş radyasyonu ve inversiyon yüksekliği gibi parametreleri de göz önüne almıştır. 1994 yılında Liv ve arkadaşları(28) Taipei'de CO konsantrasyonu tahmini için Monte Carlo modeli kullanmışlardır. 1996 yılında Glan ve arkadaşları(29) CO konsantrasyonunun aylık değişimini incelemek üzere ampirik bir model geliştirmişlerdir. 1998 yılında Karim ve Matsu(30) tarafından geliştirilen istatistik modelde şehir merkezindeki bir karayolu için maksimum CO ve NO_x konsantrasyonu tahmini yapılmaktadır. bu modelde trafik verileri, emisyon oranları, meteorolojik veriler, araç büyüklükleri ve karayolu geometrisi dikkate alınmıştır.



3. MATERYAL VE METOTLAR

3. 1. Erzurum İli İçin Hava Kirliliği ve Etkileyici Faktörler

Doğu Anadolu Bölgesi'nin kuzeydoğu kesiminde yer alan Erzurum, 25.066 km²'lik alanıyla bölgenin en büyük, Türkiye'nin ise 4. büyük ilidir. İlin deniz seviyesinden yüksekliği 1859 m.'dir. Erzurum 1990 yılındaki 848.201'lik nüfusuyla Türkiye'nin yirminci büyük ilidir (31). Şehir nüfusu her geçen gün artmaktadır. Bu artışın yıllara göre dağılımı Tablo 3.1'de verildiği gibidir.

Tablo 3.1. Erzurum İli İçin Yıllara Göre Nüfus Dağılımı(31)

Sayım Yılı	Şehir Nüfusu	Toplam
1927	30,800	270,426
1940	47,613	371,384
1950	53,833	461,090
1960	90,069	368,864
1970	146,709	648,951
1980	265,866	801,809
1990	400,348	848,201

Artan nüfusa paralele olarak şehrin yerleşim merkezi de genişlemiş, bununla birlikte şehirdeki yollar, araç sayısı ve trafik yoğunluğu da artmıştır. İldeki araç sayılarının yıllara göre dağılımı Tablo3.2' de verilmiştir.

Tablo incelendiğinde şehir merkezinde yaklaşık on yıl içerisinde araç sayısının iki kat arttığı görülmektedir. Bu da trafik ve trafikten kaynaklanan hava kirliliği probleminin giderek artan bir sorun olduğunu gözler önüne sermektedir.

Tablo 3.2. Yıllara Göre Erzurum'daki Araç Sayıları(8,32,...44)

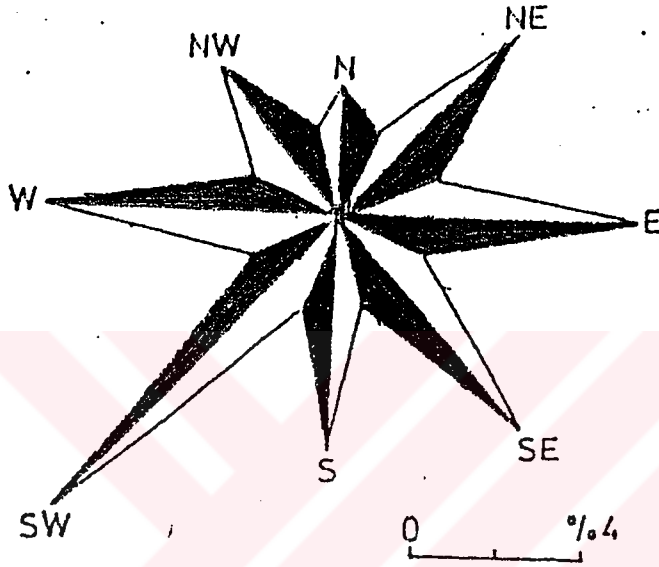
Yıl	Toplam Araç Sayısı	Benzinli Araç Sayısı	Dizel Araç Sayısı
1987	11683	7764	3919
1988	11931	7971	3960
1989	12324	8307	4017
1990	13392	9162	4230
1991	15399	10891	4508
1992	16138	13475	4663
1993	20999	16182	4817
1994	22161	17459	4702
1995	21938	17560	4378
1996	21566	17585	3981
1997	21796	18338	3458
1998	22482	19590	2892
1999	23758	20975	2783

Erzurum'un topoğrafik yapısı ve coğrafi konumundan dolayı il genelinde şiddetli karasal iklim hüküm sürer. Türkiye'nin sıcaklık ortalaması en düşük illerinden birisidir. Erzurum meteoroloji gözlem istasyonunun gözlem sonuçlarından elde edilen verilerden yıllık sıcaklık ortalamasının 6 °C civarında olduğu görülür. Sıcaklık rejiminde böyle bir sonucun ortaya çıkması denizlere uzaklık, karasallık, yükseklik ve şehrin coğrafi konumu gibi nedenlerle ilgilidir. Ayrıca belirtmek gerekir ki, bölgede hakim olan yıllık sıcaklık rejimi, yılın yarısından fazla bir süre veya 210 gün kadar konutların ısıtılmasını gerektirir. Bu zorunluluk ise, yakıt harcamalarını büyük ölçüde arttırır. Şehir merkezi için sıcaklık verileri Tablo 3.3' de topluca gösterilmiştir.

Tablo 3.3. 1929 – 1994 Yılları Arası Aylara Göre Ortalama Sıcaklık Veriliri(28, 45)

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
1987/1994	-12,1	-11,1	-4,4	4,9	10,4	14,4	18,7	18,4	13,2	7,1	-2,3	-7,5
1996	-7,7	-9,1	-0,8	3,8	12,0	13,8	20,1	19,3	12,3	6,3	-0,5	-2,0

Erzurum’ da ortalama rüzgar hızı 2,6 m/sn kadardır. Rüzgar hızının en az olduğu devre 1,9 m/sn ile aralık ve en yüksek olduğu devre ise 3,1m/sn ile temmuz ayı ortalamalarıdır. Erzurum’da hakim rüzgar yıl içinde 2876 kez esen güneybatı rüzgarıdır (Lodos). Bunu batı ve doğu rüzgarları izlemektedir. Ortalama rüzgar hızı 2,6 m/ sn dir. En hızlı rüzgar saniyede 27,7m hızla esen güneybatı rüzgarıdır.



Şekil 3.1. Erzurum’un ortalama yıllık rüzgar frekans gülü

Ülkemizde ilk defa uygulanan katalitik konvertörlü araçlara 1997 yılından itibaren “Çevre Dostu” emisyon ölçüm pulu ücretsiz olarak verilmektedir. Erzurum’un dört giriş noktasında bulunan kontrol kulübelerinde araçların emisyon pulu ve şehre giren katı ve sıvı yakıtların kontrolü yapılmakta ve emisyon ölçüm pulu olmayan araçların emisyon ölçüm pulu almaları sağlanmaktadır.

İlimizde faal durumda tescilli 36126 araç bulunmakta olup, bu sayı her geçen gün artmaktadır. Bu sayıda oranın özellikle trafiğin yoğunlaştığı ana arterlerin bulunduğu şehir merkezinde kirliliğe önemli ölçüde etki ettiği ölçümlerle belirlenmiştir.

Bu araştırma için Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi il merkezinde beş semtte istasyon kurarak havadaki CH_4 , SO_2 , NO_x , O_2 ve katı partikül miktarı ölçülmüştür. Şehir merkezinin değişik semtlerinde kurulan beş istasyonda alınan hava

örneklerinde bulunan kirletici konsantrasyonları 1988 Ocak ayı itibarıyla Tablo 3.4' de toplu olarak gösterilmiştir.

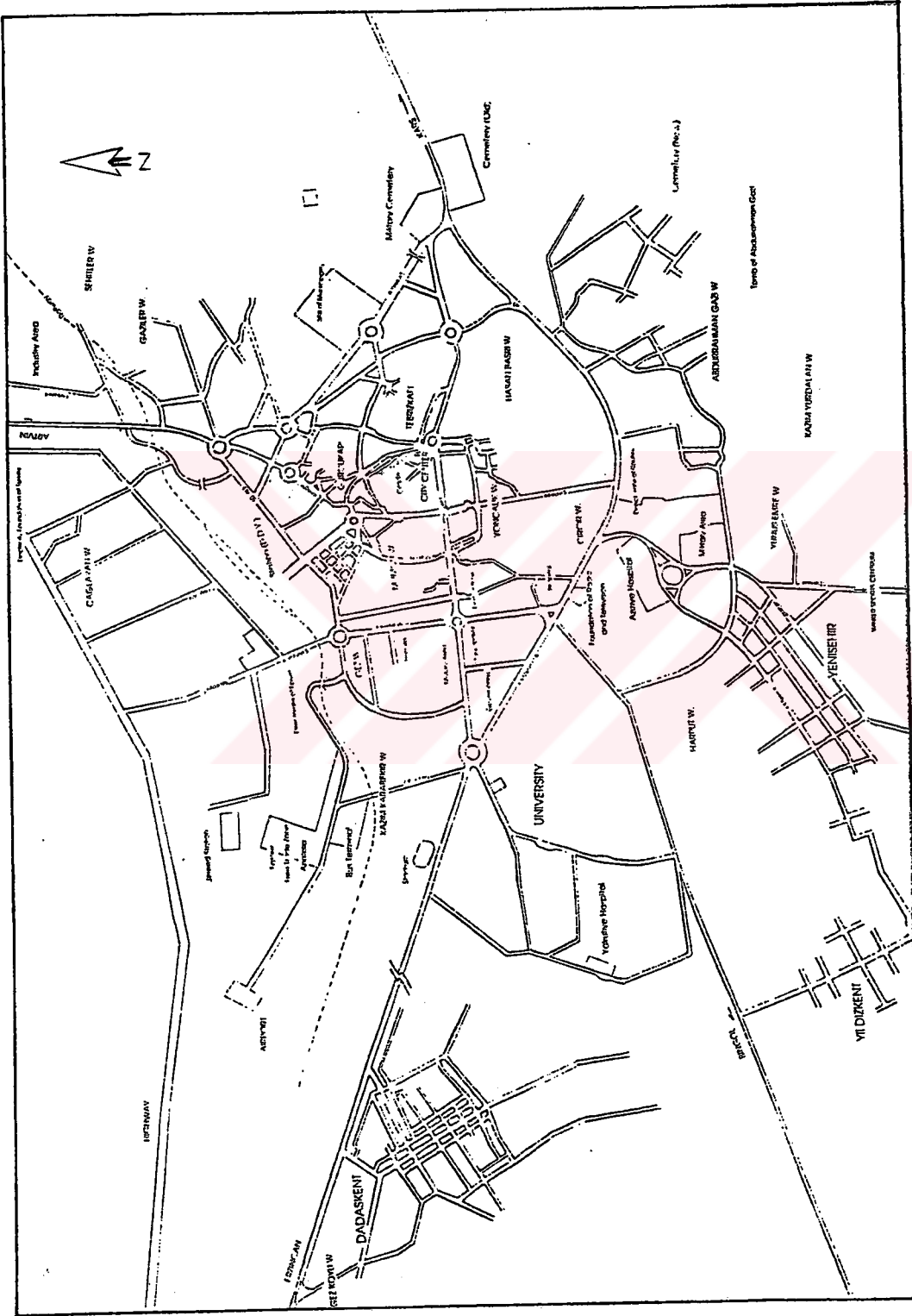
Tablo 3.4. Erzurum Şehir Merkezinde Tespit Edilen Kirletici Miktarları(12)

İSTASYONLAR	CH(%LEL)	O ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	NO _x (µg/m ³)	Partikül(µg/m ³)
50.Yıl Ortaokulu	7.0	17.3	424	191	164
DDY Gar Müdürlüğü	7.0	16.3	361	199	171
Hıfzısıhha	8.0	16.2	599	307	155
Belediye	9.0	15.8	619	276	196
Üniversite	6.0	17.8	130	-	74

*% LEL:Yanıcı madenin duyulabilen sinyal veren birim miktarıdır.

Erzurum Şehir Merkezinde, özellikle kış aylarında oksijen oranı oldukça düşük olduğu gözlenmiş olup (% 16.4), bunun sonucu olarak da, bölgedeki motorların, deniz seviyesine oranla % 20 eksik hava ile yakma işlemini gerçekleştirme zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Özellikle kış aylarında havaların aşırı derecede soğuması dizel araçların, sabah saatlerinde çalışmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle yöremizde kullanılan benzinli araç sayısı fazladır. Benzinli araçların ilk çalışma anında motorun soğuk olması, benzinin tam yanmamasına ve dolayısı ile hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır.

Sonuç olarak Erzurum şehir merkezinde motorlu taşıtların neden olduğu hava kirliliği her geçen gün daha da artmaktadır. Zira otomobil sayısındaki artış hızlı bir şekilde devam etmektedir. Ayrıca benzin ve motorine alternatif olacak yeni bir enerji kaynağı tam olarak kullanılabilir bir hale getirilememiştir. Böylece günümüzde benzin ve motorin ile bunların yakıldığı motorlarda bazı düzenlemelere gidilmelidir.



Şekil 3.2. Erzurum Şehir Merkezi Ulaşım Haritası

3.2. Uygulanan Yöntem

Erzurum ilinde motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliğinin belirlenmesi için yapılan bu çalışmada Çevre İl Müdürlüğü'nden alınan 30370 aracın SUN MGA 1200 model kompütürize sabit egzoz gaz analizör ile elde edilen egzoz emisyon ölçüm raporlarındaki verilerin tamamı bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu veriler; CO, CO₂, HC, O₂ ve AFR (Egzoz gazındaki hava fazlalığı) değerlerini içermektedir. Bu verilere ait sınır değerler Tablo 3.5' de verilmektedir.

Tablo 3.5. Kirleticiler İçin Emisyon Ölçüm Raporunda Belirtilen Sınır Değerler

Kirletici	Sınır Değerler
% CO	0,00 – 4,50
% CO ₂	10,00 – 15,00
HC (ppm)	0,00 – 500,00
% O ₂	0,00 – 2,00
AFR	13,50 – 16,50

Bu veriler windows ortamında SPSS istatistik paket programına aktarılarak analize tabi tutulmuştur. Araçların marka, model, konvertörlü olup olmadığı gibi parametreler göz önüne alınmış ve ayrıca ölçüm yapılan yıl ve aylara göre de sınıflamalar yapılmıştır. Bu değerlendirmede CO, CO₂, HC, O₂ ve AFR ölçüm değerleri ile varyans analizi yapılmış ve yukarıda sözü edilen parametreler dikkate alınarak yorumlanmıştır.

Bu çalışmada; araç markalarına göre CO ve HC değişimleri, araç modellerine göre CO ve HC değişimleri, araçlarda konvertör bulunması ve bulunmaması durumunda CO ve HC değişimleri, araçların benzinli ya dizel olması durumunda CO ve HC değişimleri, ölçüm yapılan aylara ve yıllara göre CO ve HC değişimleri incelenmiştir.

Yapılan bu incelemeler verilerin değerlendirilmesi bölümünde topluca sunulmuştur. Bu bölümde sağlıklı bir istatistik analizi yapmak için araçlar model ve markalarına göre çeşitli gruplara ayrılmışlardır. Bu gruplandırma Tablo 3.6' da verilmiştir.

Tablo 3.6. Markalarına Göre Araç Grupları

Grup	Aracın Markası	Araç sayısı
1	Tofaş Grubu (Doğan, Şahin, Kartal, Palio, Siena, Brava vs...)	14886
2	Renault Grubu (Broadway, Megane, Laguna, Europa vs...)	7534
3	Opel Grubu (Vectra, Astra, Corsa vs.....)	1239
4	Volkswagen Grubu (Passat, Bora, Golf, Polo vs.....)	374
5	Hyundai Grubu	273
6	Honda Grubu	164
7	Mercedes Grubu	259
8	Lada Grubu	1414
9	Toyota Grubu	954
10	Ford Grubu	1504
11	Nissan Grubu	216
12	Diğerleri (BMW, Suzuki, Mazda, Daewoo, Proton vs.....)	1553

4. SONUÇLAR

4.1. Ölçüm Sonuçları

Materyal ve metotlar kısmında bahsedildiği gibi SUN MGA 1200 model egzoz gaz analizörü ile yapılan ölçümlerin bir kısmı Tablo 4.1’de verilmiştir. Ölçüm yapılan araçların tamamının ölçüm sonuçlarını burada göstermek mümkün olmadığından aşağıdaki tabloda sadece örnek olması açısından bir grup aracın ölçüm sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.1: Çevre İl Müdürlüğünden Alınan Egzoz Emisyon Ölçüm Sonuç Örnekleri

S.N.	TARİH	MARKA	MODEL	K ¹	B/D ²	%CO ₂	%CO	HC,ppm	%O ₂	AFR
1	14.06.2000	HYUNDAI	2000	V	B	10,76	0,19	2,00	0,10	14,74
2	14.06.2000	HYUNDAI	1999	Y	B	7,95	2,46	18,50	2,30	15,90
3	15.12.2000	FORD	2000	Y	B	10,59	0,11	34,00	0,30	14,91
4	04.01.2001	ŞAHİN	1999	Y	B	7,07	0,22	20,20	4,80	21,07
5	04.01.2001	LADA	1987	Y	B	6,72	4,19	16,34	2,60	13,17
6	04.01.2001	SUZUKİ	1999	Y	B	9,06	14,00	45,00	2,30	17,15
7	04.01.2001	SKODA	1978	Y	B	8,28	4,61	270,00	0,40	12,84
8	04.01.2001	TEMPRA	1998	Y	B	6,13	7,91	404,00	1,10	11,61
9	04.01.2001	RENAULT	1996	Y	B	7,01	0,26	102,00	5,40	22,33
10	04.01.2001	BMW	2000	Y	B	10,77	0,01	126,00	0,20	14,76
11	04.01.2001	LADA	1999	Y	B	10,79	0,00	18,00	0,10	14,81
12	20.11.2000	TEMPRA	1993	Y	B	8,80	0,35	58,00	1,60	16,26
13	04.12.2000	DOĞAN	1994	Y	B	6,47	2,91	241,00	6,10	20,60
14	22.12.2000	FORD	1988	Y	B	9,90	0,34	93,00	1,00	15,49
15	03.01.2001	RENAULT	1997	Y	B	6,98	6,49	282,00	1,30	12,59
16	03.01.2001	ŞAHİN.S	1995	Y	B	8,60	2,99	137,00	1,20	14,40
17	03.01.2001	OPEL	2001	Y	B	10,42	0,11	7,00	0,30	14,95
18	03.01.2001	DOĞAN	1997	Y	B	10,09	0,01	146,00	0,40	14,58
19	20.12.2000	BMW	1992	Y	B	7,55	5,37	277,00	1,00	12,92
20	03.12.2001	ŞAHİN	1994	Y	B	7,54	3,59	185,00	1,50	14,52
21	03.01.2001	TOYOTA	1999	V	B	10,49	0,06	90,00	0,30	14,94
22	03.01.2001	HYUNDAI	2001	V	D	10,12	0,13	1,00	0,70	15,35
23	03.01.2001	RENAULT	1990	Y	B	8,50	3,76	162,00	0,60	13,49
24	03.01.2001	LADA	1990	Y	B	6,74	3,72	219,00	3,60	16,79
25	03.01.2001	RENAULT	2001	V	B	8,78	0,00	3,00	1,30	16,22
26	03.01.2001	RENAULT	1999	Y	B	9,01	0,95	157,00	1,10	14,76
27	03.01.2001	DOĞAN	1995	Y	B	8,31	4,13	299,00	0,80	13,35

Tablo 4.1.in Devamı

28	03.01.2001	ŞAHİN S	1998	Y	B	7,59	4,92	367,00	1,10	13,24
29	03.01.2001	HYUNDAİ	2001	V	B	9,33	0,01	7,00	1,20	16,05
30	03.01.2001	DOĞAN	1993	Y	B	8,28	3,05	152,00	1,50	14,67
31	03.01.2001	RENAULT	1998	Y	B	9,91	0,57	129	1,3	15,58
32	04.01.2001	FORD	1997	Y	B	10,27	0,09	128	0,7	15,25
33	03.01.2001	PASSAT	1997	V	B	10,42	0,34	27	0,1	14,66
34	03.01.2001	ŞAHİN	1994	Y	B	7,29	0,35	485	5,2	20,67
35	03.01.2001	TOYOTA	2001	Y	B	10,69	0	0	0	14,97
36	03.01.2001	ŞAHİN	1989	Y	B	9,46	0,29	116	2,3	16,88
37	04.01.2001	ŞAHİN	1995	Y	B	6,46	5,83	261	2,1	13,81
38	03.01.2001	OPEL	1996	Y	B	7,82	4,97	260	0,7	12,9
39	03.01.2001	FORD	1986	Y	B	4,99	0	285	1,1	0
40	03.01.2001	HONDA	2000	Y	B	10,19	0	4	0,8	15,51
41	03.01.2001	LADA	1999	Y	B	10,26	0	78	0,6	15,27
42	03.01.2001	FIAT	2001	Y	B	14,01	0,52	40	0,5	14,82
43	03.01.2001	ŞAHİN	1994	Y	B	8,88	2,45	71	8,8	21,72
44	03.01.2001	RENAULT	2001	Y	B	13,99	0,33	0	0,5	14,94
45	03.01.2001	OPEL	2000	Y	B	9,16	0,85	420	2,1	16,09
46	03.01.2001	TOYOTA	1996	Y	B	6,45	0,17	84	10,1	29,06
47	03.01.2001	OPEL	2001	Y	B	10,28	0,08	66	0,7	15,28
48	03.01.2001	MURAT	1994	Y	B	7,38	0,23	935	4,6	19,22
49	03.01.2001	NISSAN	1997	Y	B	7,85	4,47	122	1,1	13,61
50	03.01.2001	OPEL	2000	Y	B	11,32	0,12	13	1	15,57
51	03.01.2001	OPEL	1998	Y	B	8,72	0,7	93	1,5	16,02
52	03.01.2001	DACIA	1990	Y	B	7,76	1,43	278	2,4	16,55
53	03.01.2001	SUZUKİ	1994	Y	D	9,07	0,73	167	1,6	15,86
54	03.01.2001	ŞAHİN	1992	Y	B	5,52	0,89	528	0,9	12,36
55	03.01.2001	MURAT	1990	Y	B	7,26	4,06	241	2,2	14,92
56	03.01.2001	OPEL	2001	Y	B	10,19	0	2	0,5	15,24
57	03.01.2001	RENAULT	1991	Y	B	6,9	0,1	190	5,6	22,35
58	03.01.2001	NISSAN	1980	Y	B	3,32	22,1	2064	6,1	13,64
59	03.01.2001	DOĞAN	1993	Y	B	9,39	1,23	385	1	14,78
60	03.01.2001	ŞAHİN	1994	Y	B	7,59	5,26	205	0,6	12,69
61	03.01.2001	RENAULT	1991	Y	B	7,47	5,47	335	0,8	12,69
62	03.01.2001	FIAT PALİO	2001	V	B	8,65	0	0	1,2	16,17
63	03.01.2001	RENAULT	2001	V	B	10,11	0	7	0,7	15,39
64	03.01.2001	RENAULT 9	1992	Y	B	7,32	5,87	210	0,6	12,37
65	03.01.2001	TOYOTA	2001	V	B	9,48	0	0	0,8	15,59
66	03.01.2001	MERCEDES	1989	Y	B	6,82	6,95	396	1,2	12,08
67	03.01.2001	DOĞAN	1996	Y	B	7,71	3,7	173	0,6	13,55

Tablo 4.1.in Devamı

68	03.01.2001	MERCEDES	1998	V	B	9,61	0	21	0,7	15,5
69	03.01.2001	RENAULT	1997	Y	B	7,4	6,05	312	0,6	12,21
70	03.01.2001	RENAULT 9	1996	Y	B	6,86	6,92	322	0,6	11,75
71	03.01.2001	TOYOTA	2000	V	B	10,78	0	99	0,1	14,77
72	03.01.2001	RENAULT	1999	V	B	7,72	0,08	46	5	21
73	03.01.2001	ŞAHİN	1994	Y	B	6,58	7,29	459	0,7	11,6
74	03.01.2001	HYUNDAİ	1991	Y	B	8,14	4,81	220	0,5	12,8
75	03.01.2001	RENAULT	1998	Y	B	6,89	5,21	307	1,3	13,38
76	03.01.2001	ŞAHİN	1998	Y	B	7,89	4,81	215	0,9	13,21
77	03.01.2001	TOYOTA	1991	Y	B	8,59	3,58	450	0,9	13,59
78	03.01.2001	ŞAHİN	1994	Y	B	8,91	1,48	170	2,1	16,04
79	18.12.2000	DOĞAN	1994	Y	B	9,02	1,94	255	1	14,61
80	07.12.2000	LADA	1996	Y	B	7,83	0,85	231	3,3	17,98
81	13.12.2000	DOĞAN	1993	Y	B	3,57	0,15	3580	3,7	12,36
82	13.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	7,18	0,31	840	5,8	20,99
83	13.12.2000	RENAULT	1992	Y	B	6,06	6,64	404	1,4	12,67
84	13.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	7,81	3,28	350	3,3	16,19
85	13.12.2000	LADA	1986	Y	B	6,87	6,57	205	1,3	12,57
86	20.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	7,53	4,57	301	1,8	14,06
87	12.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	8,28	2,62	279	4,5	17,71
88	31.12.2000	DOĞAN	2000	Y	B	10,38	0,5	127	1,3	15,64
89	31.12.2000	TEMPRA	1991	Y	B	6,84	6,79	454	2,5	13,33
90	31.12.2000	MURAT	1995	Y	B	8,95	2,82	272	1	14,17
91	31.12.2000	KANGO	1987	Y	B	6,67	5,51	321	1,8	13,67
92	31.12.2000	ŞAHİN	1998	Y	B	7,81	4,72	179	1,7	13,95
93	31.12.2000	DOĞAN	1991	Y	B	6,81	4,12	271	3,2	16,04
94	31.12.2000	MURAT	1989	Y	B	8,56	0,15	450	2,1	16,55
95	31.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	6,36	7,6	558	2	12,36
96	31.12.2000	FİAT	1996	Y	D	10,26	0,72	111	0,8	15,04
97	31.12.2000	FORD	1998	Y	B	4,38	0,59	3517	3,4	12,36
98	31.12.2000	KANGO	1991	Y	B	7,66	0,15	89	5,3	21,32
99	31.12.2000	LADA	1994	Y	B	8,47	3,48	234	1,2	14,13
100	31.12.2000	DOĞAN L	1990	Y	B	5,54	3,6	635	1,2	20,5
101	31.12.2000	MURAT	1993	Y	B	6,68	4,95	334	2,1	14,33
102	31.12.2000	FİAT	1992	Y	D	8,2	4,57	212	0,6	13,01
103	31.12.2000	DOĞAN	1993	Y	B	5,37	0,08	1983	8,9	13,5
104	31.12.2000	LADA	1992	Y	B	5,58	5,05	405	6,5	14,6
105	31.12.2000	RENAULT	1994	Y	B	7,27	5,47	225	1,8	13,67
106	31.12.2000	KARTAL	1993	Y	B	6,52	5,07	434	2,4	14,47
107	31.12.2000	SKODA	1993	Y	B	7,11	6,53	442	0,6	11,89

Tablo 4.1.in Devamı

108	31.12.2000	MURAT	1991	Y	B	8,25	0,68	79	2,8	17,67
109	20.12.2000	RENAULT	1994	Y	B	7,81	4,88	277	1,3	13,43
110	31.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	7,96	4,65	227	0,8	13,21
111	31.12.2000	SKODA	1998	Y	B	5,63	2,51	423	1,1	14,78
112	31.12.2000	PASSAT	1999	Y	B	9,97	0,18	45	1,1	15,69
113	31.12.2000	TOYOTA	1990	Y	B	8,64	0,21	245	3,5	18,27
114	31.12.2000	DOĞAN	1996	Y	B	9,35	1,77	232	1	14,7
115	31.12.2000	MURAT	1992	Y	B	8,11	4,7	275	0,6	12,93
116	31.12.2000	FIAT	1999	Y	B	10,58	0,07	81	0,3	14,9
117	31.12.2000	LADA	2001	Y	B	8,16	0	6	3,5	18,9
118	31.12.2000	RENAULT	1992	Y	B	8,65	1,65	132	0,8	14,69
119	31.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	5,34	2,05	257	0,4	17,63
120	31.12.2000	RENAULT	1986	Y	B	6,88	0,35	807	6,8	22,61
121	31.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	6,14	6,43	237	1,3	12,75
122	31.12.2000	RENAULT 9	1993	Y	B	9,06	0,38	88	2	16,57
123	31.12.2000	OPEL	1998	Y	B	10,47	0,12	94	0,2	14,8
124	31.12.2000	DOĞAN	1993	Y	B	8,59	3,67	311	0,4	13,26
125	31.12.2000	MURAT	1979	Y	B	7,76	4,94	399	1	13,05
126	31.12.2000	MURAT	1991	Y	B	6,73	5,84	439	1,2	12,82
127	31.12.2000	MURAT	1991	Y	B	6,27	6,63	544	2	13,01
128	31.12.2000	FORD	1995	Y	D	8,1	2,23	249	2,9	16,48
129	31.12.2000	MURAT	1991	Y	B	6,31	7,24	767	1,7	12,22
130	31.12.2000	HYUNDAİ	1992	Y	B	874	1,76	138	1,1	15,3
131	31.12.2000	RENAULT	1991	Y	B	7,69	4,2	450	2	14,31
132	31.12.2000	MURAT	1994	Y	B	6,44	5,05	176	2,5	14,85
133	31.12.2000	ŞAHİN	1990	Y	B	135	5,86	191	1,2	12,9
134	26.12.2000	MURAT	1992	Y	B	7,04	7,11	258	0,4	11,55
135	26.12.2000	DOĞAN	1994	Y	B	9,1	7,78	397	0,7	13,87
136	26.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	7,09	5,46	229	0,6	12,65
137	26.12.2000	RENAULT	1992	Y	B	7,62	5,04	222	0,9	13,12
138	26.12.2000	MURAT	1996	Y	B	6,96	6,74	296	0,9	12,11
139	26.12.2000	FORD	1986	Y	D	7,56	0,12	101	5,1	21,08
140	26.12.2000	ŞAHİN	1998	Y	B	8,75	2,26	210	2,1	15,56
141	26.12.2000	RENAULT	1992	Y	B	9,58	0,57	194	1,3	15,6
142	26.12.2000	MURAT	1996	Y	B	9,29	0,61	84	0,9	15,32
143	26.12.2000	RENAULT	1989	Y	B	7,2	5,8	314	1,8	13,34
144	25.12.2000	ŞAHİN	1995	Y	B	8,28	4,11	134	0,6	13,27
145	25.12.2000	RENAULT	2001	Y	B	10,43	0,05	0	0,6	15,26
146	25.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	6,23	6,33	340	0,9	12,39
147	25.12.2000	RENAULT	1984	Y	B	8,97	0,5	202	1	15,36

Tablo 4.1.in Devamı

148	25.12.2000	DOĞAN	1993	Y	B	7,04	6,01	377	1,6	13,02
149	25.12.2000	FORD	1994	Y	D	8,54	3,89	291	0,6	13,33
150	25.12.2000	FORD	1997	Y	D	9,29	1,34	173	1,6	15,59
151	11.05.2000	FIAT	1992	Y	B	8,97	1,46	120	2,2	16,13
152	25.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	7,19	5,34	258	0,4	12,47
153	25.12.2000	TEMPRA	1993	Y	B	8,21	0,19	165	3	18
154	25.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	7,24	4,33	176	1,7	14,34
155	25.12.2000	RENAULT 9	1993	Y	B	7,6	5,11	226	1	13,09
156	25.12.2000	FORD	1997	Y	D	9,34	2,29	212	0,9	14,37
157	23.12.2000	LADA	1992	Y	B	7,97	4,69	160	1	13,35
158	23.12.2000	DOĞAN	1997	Y	B	8,62	2,36	164	0,9	14,46
159	22.12.2000	FORD	1993	Y	D	7,23	3,86	441	1	13,64
160	22.12.2000	FIAT	1997	Y	B	8,87	1,43	102	1,2	15,23
161	22.12.2000	DOĞAN	1998	Y	B	8,07	3,14	195	3,5	16,56
162	22.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	5,85	2,51	320	1,2	17,5
163	22.12.2000	RENAULT	1999	Y	B	10,14	7,77	416	0,5	11,81
164	22.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	6,87	4,49	132	2,1	14,77
165	22.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	6,1	6,61	507	2	13,11
166	22.12.2000	RENAULT	1997	Y	B	12,55	3,32	224	0,6	13,57
167	22.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	10,81	4,52	225	0,6	13,04
168	22.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	10,5	4,26	136	1,8	13,97
169	22.12.2000	KARTAL	1994	Y	B	11,8	4,71	354	0,1	12,94
170	22.12.2000	RENAULT	1973	Y	B	12,56	3,23	84	1,1	14
171	22.12.2000	TOYOTA	1997	Y	B	10,44	0,48	50	1,3	15,37
172	22.12.2000	DOĞAN	1997	Y	B	80,46	1,89	290	1,8	15,48
173	27.11.2000	SKODA	1993	Y	B	8,12	4,31	230	0,9	13,42
174	22.12.2000	RENAULT	1998	Y	B	12,54	2,85	329	0,8	13,83
175	22.12.2000	MURAT	1990	Y	B	9,79	6	306	0,7	12,4
176	22.12.2000	ŞAHİN	1991	Y	B	5,46	5,35	1048	8,5	16,5
177	22.12.2000	TOYOTA	1994	Y	B	10,98	0,55	214	5	18,6
178	22.12.2000	ŞAHİN	1989	Y	B	7,63	7,13	648	3,4	13,34
179	22.12.2000	RENAULT	1995	Y	B	9,05	5,59	254	2	13,38
180	22.12.2000	MURAT	1992	Y	B	9,22	6,94	495	0,7	11,92
181	22.12.2000	MURAT	1989	Y	B	9,58	4,81	238	2,3	14,03
182	22.12.2000	KARTAL	1990	Y	B	8,4	9,89	561	0,8	11,04
183	22.12.2000	RENAULT	1994	Y	B	10,62	0,91	451	0,6	14,52
184	22.12.2000	MURAT	1979	Y	B	8,31	0,47	175	3	17,74
185	22.12.2000	LADA	1993	Y	B	8,51	2,22	254	1,2	14,74
186	21.12.2000	FORD	1992	Y	D	7,66	3,91	319	1,1	13,75
187	22.12.2000	DOĞAN	1993	Y	B	8,42	2,86	5,61	0,9	13,89

Tablo 4.1.in Devamı

188	22.12.2000	TOYOTA	1995	Y	B	9,83	2,36	390	0,5	13,82
189	25.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	9,07	1,99	287	1,2	14,72
190	22.12.2000	MURAT	1982	Y	B	6,67	2,67	193	4,7	18,99
191	22.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	7,9	0,26	293	3,3	18,32
192	22.12.2000	MURAT	1990	Y	B	8,27	0,14	134	4,1	19,33
193	22.12.2000	MURAT	1985	Y	B	5,96	0,11	778	7,2	20,12
194	22.12.2000	MAZDA	1978	Y	D	3,53	8,73	1592	3,1	16,45
195	22.12.2000	RENAULT	1998	Y	B	7,55	0,07	64	3,8	19,97
196	22.12.2000	ŞAHİN	1998	Y	B	6,72	5,7	234	2,1	13,84
197	22.12.2000	ŞAHİN	1991	Y	B	6,61	5,85	310	2,2	13,85
198	22.12.2000	ŞAHİN	1991	Y	B	8,32	0,13	696	2,5	16,84
199	22.12.2000	RENAULT	1992	Y	B	7,2	4,58	258	0,8	13,22
200	22.12.2000	FIAT	2001	Y	B	10,64	0,01	55	0,1	14,79
201	22.12.2000	OPEL	2001	Y	B	10,61	0	0	0,1	14,86
202	22.12.2000	VW	1998	Y	B	9,6	0,72	107	1,1	15,42
203	22.12.2000	ŞAHİN	1988	Y	B	6,43	4,07	209	3,6	16,77
204	22.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	8,26	1,78	209	1,3	15,11
205	22.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	9,28	2,03	191	1,2	14,77
206	25.12.2000	ŞAHİN	1990	Y	B	9,11	0,33	157	0,8	15,34
207	22.12.2000	DOĞAN	1994	Y	B	8,62	3,46	211	0,6	13,55
208	22.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	6,45	7,77	383	0,4	11,1
209	22.12.2000	KARTAL	1990	Y	B	9,6	1,49	106	1	14,94
210	22.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	7,37	5,25	273	1,9	13,81
211	22.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	7,49	4,67	396	0,6	12,88
212	22.12.2000	DOĞAN	1994	Y	B	8,07	2	110	1,6	15,6
213	22.12.2000	FORD	1993	Y	D	8,69	1,88	229	0,8	14,53
214	22.12.2000	ŞAHİN	1984	Y	B	7,34	6,11	173	0,7	12,36
215	22.12.2000	ŞAHİN	1988	Y	B	7,39	5,24	201	1,8	13,74
216	22.12.2000	RENAULT	1997	Y	B	9,61	1,55	260	1	14,65
217	22.12.2000	DOĞAN	1997	Y	B	10,43	0,81	119	0,2	14,48
218	22.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	7,1	6,52	193	0,6	12,04
219	22.12.2000	OPEL	1993	Y	B	8,31	3,28	291	1,1	14,03
220	22.12.2000	FORD	1989	Y	D	9,4	2,99	162	0,7	13,86
221	22.12.2000	RENAULT	1992	Y	B	8,8	1,62	295	1,7	15,45
222	22.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	8,11	3,73	211	1,4	14,19
223	22.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	7,97	4,7	170	0,9	13,23
224	22.12.2000	TEMPRA	1994	Y	B	9,52	0,7	233	1,5	15,7
225	22.12.2000	FORD	1985	Y	D	6,84	6,43	253	1,5	12,83
226	22.12.2000	DOĞAN	1992	Y	B	7,76	5,18	154	1	13,12
227	21.12.2000	RENAULT	1993	Y	B	7,71	5,38	180	0,8	12,81

Tablo 4.1.in Devamı

228	21.12.2000	DOĞAN	1991	Y	B	6,4	7,14	429	1,6	12,45
229	21.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	8,45	2,36	236	0,5	13,96
230	21.12.2000	RENAULT	1998	Y	B	7,12	6,71	248	0,4	11,8
231	21.12.2000	MURAT	1988	Y	B	7,65	0,18	200	2,9	18,18
232	21.12.2000	MURAT	1989	Y	B	6,89	3,44	242	3,4	16,66
233	21.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	8,02	2,85	179	1,8	15,18
234	21.12.2000	MURAT	1992	Y	B	6,19	7,16	547	1,9	12,57
235	21.12.2000	KARTAL	1996	Y	B	8,2	0,2	137	2,6	17,65
236	21.12.2000	LADA	1996	Y	B	8,71	3,65	315	0,6	13,43
237	21.12.2000	TEMPRA	1993	Y	B	10,63	0,16	129	0	14,52
238	21.12.2000	RENAULT	1996	Y	B	8,08	4,88	189	0,5	12,83
239	21.12.2000	RENAULT 19	1998	V	B	10,63	0,02	78	0,1	14,77
240	21.12.2000	DOĞAN	1995	Y	B	7,51	3,69	334	0,9	13,75
241	21.12.2000	RENAULT	1993	Y	B	7,32	5,86	237	1	12,69
242	21.12.2000	TOYOTA	1995	Y	B	9,65	1,08	189	1,1	14,8
243	21.12.2000	MURAT	1992	Y	B	6,53	7,57	375	0,4	11,26
244	21.12.2000	RENAULT	1984	Y	B	6	6,2	328	4,1	15,55
245	21.12.2000	SKODA	1993	Y	B	7,4	0,42	401	5,4	20,9
246	21.12.2000	ŞAHİN	1991	Y	B	6,35	6,34	539	0,6	11,98
247	21.12.2000	UNO	1997	Y	B	9,15	2,05	287	1,6	15,08
248	21.12.2000	FIAT UNO	1997	Y	D	10,01	0,7	198	0,7	15,2
249	21.12.2000	RENAULT	2001	Y	B	9,54	0,04	57	1,1	15,86
250	21.12.2000	RENAULT	1987	Y	B	7,43	0,12	149	4,7	20,64
251	21.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	6,01	7,17	324	2,7	13,42
252	21.12.2000	ŞAHİN	1991	Y	B	8,02	4,74	147	0,9	13,26
253	21.12.2000	RENAULT	1985	Y	B	8,45	1,69	196	1,3	15,12
254	21.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	10,59	4,55	301	1,6	13,6
255	21.12.2000	RENAULT	1998	Y	B	11,24	2,88	151	1,2	14,24
256	21.12.2000	DOĞAN	1990	Y	B	7,3	7,53	239	1,5	12,07
257	20.12.2000	RENAULT	2001	V	B	9,97	0,02	0	0,6	15,26
258	20.12.2000	RENAULT	1996	Y	B	7,47	4,41	305	2,3	14,6
259	20.12.2000	FORD	1994	Y	D	8,72	1,22	261	1,5	15,54
260	20.12.2000	DOĞAN SLX	1998	Y	B	10,41	0	65	0,3	14,95
261	20.12.2000	OPEL	1996	Y	B	10,47	0,18	246	0,2	14,61
262	20.12.2000	RENAULT	1994	Y	B	8,79	2,16	323	1,6	15,01
263	20.12.2000	DOĞAN SLX	1993	Y	B	6,96	6,45	377	0,5	11,92
264	20.12.2000	RENAULT 19	1996	Y	B	8,62	3,46	245	0,3	13,3
265	20.12.2000	MURAT 131	1987	Y	B	8,35	1,76	213	0,8	14,59
266	20.12.2000	KARTAL	1990	Y	B	8	3,96	297	1,7	14,27
267	20.12.2000	DOĞAN	1995	Y	B	9,47	0,59	150	1,5	15,83

Tablo 4.1.in Devamı

268	20.12.2000	RENAULT	1990	Y	B	7,32	5,66	327	1,1	12,83
269	20.12.2000	LADA	1994	Y	B	7,72	0,62	645	4,4	19,01
270	20.12.2000	RENAULT	1975	Y	B	6,91	6,85	244	0,5	11,78
271	20.12.2000	FIAT SIENA	1999	Y	B	10	0,55	143	0,7	15,06
272	20.12.2000	NISSAN	1998	Y	B	10,51	0	54	0,4	15,08
273	20.12.2000	MURAT 131	1978	Y	B	6,2	6,2	533	3,2	14,49
274	20.12.2000	DOĞAN	1993	Y	B	7,35	5,76	3,67	1,2	12,82
275	20.12.2000	DOĞAN SLX	1993	Y	B	6,53	4,63	234	2,2	14,74
276	20.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	8,27	1,88	177	2,4	16,3
277	20.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	6,97	5,34	368	0,7	12,67
278	20.12.2000	MURAT	1990	Y	B	7,09	0,2	423	5,3	21,14
279	20.12.2000	SKODA	1992	Y	B	7,09	6,41	346	0,5	11,99
280	20.12.2000	ŞAHİN	1997	Y	B	7,88	5,04	290	0,7	12,82
281	20.12.2000	RENAULT	1993	Y	B	8,58	5,98	241	0,4	13,16
282	20.12.2000	RENAULT	1993	Y	B	9,24	0,55	343	1,9	16,1
283	20.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	8,84	0,48	386	1,4	15,6
284	20.12.2000	ŞAHİN	1991	Y	B	7,93	4,1	220	1,5	14,13
285	20.12.2000	RENAULT 19	1998	Y	B	8,15	4,34	257	1,2	13,6
286	20.12.2000	DOĞAN SLX	1993	Y	B	9	3,18	292	0,4	13,49
287	28.11.2000	ŞAHİN	1995	Y	B	8,93	0,74	207	1,8	16,12
288	20.12.2000	DOĞAN SLX	1997	Y	B	10,07	0,4	138	0,9	15,33
289	20.12.2000	RENAULT	1995	Y	B	7,93	3,82	3,88	1,4	14,2
290	20.12.2000	HONDA	1994	Y	B	7,1	4,95	427	0,9	13,02
291	20.12.2000	RENAULT	1998	Y	B	7,51	5,6	289	0,5	12,4
292	20.12.2000	TOYOTA	1991	Y	B	8,56	0,72	132	1,9	16,32
293	20.12.2000	MURAT	1991	Y	B	10,07	2,72	140	0,7	13,97
294	20.12.2000	MURAT	1985	Y	B	9,72	0,41	354	3,3	17,44
295	20.12.2000	DOĞAN	1996	Y	B	8,88	0,99	174	0,7	14,91
296	19.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	6,77	5,64	450	0,6	12,41
297	19.12.2000	DOĞAN S	1994	Y	B	8,22	4,32	365	0,5	12,99
298	19.12.2000	RENAULT	1992	Y	B	7,62	3,45	229	1,3	14,37
299	19.12.2000	RENAULT	1991	Y	B	7,14	5,56	162	1,6	13,46
300	19.12.2000	DOĞAN	1991	Y	B	7,91	0,47	765	3,6	17,89
301	19.12.2000	ŞAHİN	1984	Y	B	6,22	5,78	773	2,3	13,69
302	19.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	7,33	5,3	354	1,3	13,18
303	19.12.2000	LADA	1993	Y	B	7,1	4,03	671	1,9	14,31
304	19.12.2000	MURAT	1989	Y	B	6,55	6,86	490	1,5	12,46
305	19.12.2000	MURAT	1988	Y	B	7,52	4,22	218	0,8	13,48
306	19.12.2000	ŞAHİN	1995	Y	B	7,89	0,18	265	3,5	18,57
307	19.12.2000	RENAULT	1999	Y	B	6,48	7,26	433	0,9	11,76

Tablo 4.1.in Devamı

308	19.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	7,56	4,47	240	1,8	14,18
309	19.12.2000	FORD	1988	Y	D	6,15	6,01	227	3,7	15,31
310	19.12.2000	DOĞAN	1993	Y	B	7,48	3,1	277	1,9	15,12
311	19.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	6,17	7,71	355	0,9	11,56
312	19.12.2000	FIAT	1991	Y	B	8,41	3,99	264	0,6	13,3
313	19.12.2000	DOĞAN	2000	Y	B	10,28	0,08	77	0,3	14,89
314	19.12.2000	TOYOTA	2001	Y	B	10,47	0,01	17	0,1	14,75
315	19.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	7,52	2,18	153	1,7	15,5
316	19.12.2000	TOYOTA	1993	Y	B	8,84	2,13	264	1	14,57
317	19.12.2000	DOĞAN SLX	1993	Y	B	8,68	1,7	251	1,2	15
318	19.12.2000	MURAT	1994	Y	B	7,77	3,39	206	0,6	13,7
319	19.12.2000	MERCEDES	1993	Y	B	9,54	1,21	165	0,9	14,94
320	19.12.2000	DOĞAN	1994	Y	B	6,82	5,64	334	0,5	12,4
321	19.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	7,18	6,01	261	0,6	12,33
322	19.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	8,96	2,78	114	0,5	13,86
323	19.12.2000	DOĞAN	1994	Y	B	8,25	4,02	553	0,9	13,35
324	19.12.2000	RENAULT	1982	Y	B	8,64	3,58	223	0,4	13,36
325	19.12.2000	ŞAHİN	1996	Y	B	8,03	3,18	328	2,2	15,22
326	19.12.2000	RENAULT	1990	Y	B	6,89	4,8	261	1,6	13,96
327	19.12.2000	DOĞAN	1990	Y	B	7,91	2,58	140	1,8	15,35
328	19.12.2000	RENAULT	2001	Y	B	10,65	0	12	0,1	14,82
329	19.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	8,91	2,85	203	0,5	138
330	19.12.2000	RENAULT	1992	Y	B	6,75	6,83	495	0,9	11,95
331	19.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	7,89	4,92	352	0,7	12,86
332	19.12.2000	KANGO	1978	Y	B	8,11	3,41	377	2,1	14,84
333	19.12.2000	RENAULT	1992	Y	B	7,56	5,83	234	0,6	12,36
334	19.12.2000	FORD	1989	Y	B	7,76	4,08	241	0,5	13,18
335	19.12.2000	TOYOTA	1999	Y	B	9,09	2,43	368	0,9	14,16
336	19.12.2000	LADA	1992	Y	B	8,82	2,88	367	1	14,1
337	19.12.2000	DOĞAN	1990	Y	B	7,57	4,09	190	1,6	14,29
338	19.12.2000	TOYOTA	1996	Y	B	8,52	0,58	178	2,4	17,03
339	19.12.2000	RENAULT	1998	Y	B	9,89	0,48	180	1,1	15,38
340	19.12.2000	RENAULT	1994	Y	B	7,95	5,05	309	0,9	12,92
341	19.12.2000	RENAULT	1984	Y	B	7,59	3,7	354	0,9	13,73
342	19.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	7,33	6,17	216	0,8	12,36
343	19.12.2000	RENAULT	1993	Y	B	6,13	7,89	464	1,4	11,76
344	19.12.2000	KARTAL	1990	Y	B	6,44	5	380	3	15,2
345	19.12.2000	RENAULT	1996	Y	B	9,19	2,21	199	1,4	14,86
346	19.12.2000	DOĞAN	1994	Y	B	7,74	3,63	195	2	14,94
347	19.12.2000	SKODA	1996	Y	B	6,83	4,45	283	2,7	15,18

Tablo 4.1.in Devamı

348	19.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	6,12	7,02	294	1,3	12,35
349	19.12.2000	ŞAHİN	1995	Y	B	9,17	0,7	285	2,1	16,33
350	18.12.2000	RENAULT	1998	Y	B	10,7	0,11	71	0	14,63
351	18.12.2000	RENAULT	1998	Y	B	6,23	6,56	225	2,9	14,1
352	18.12.2000	RENAULT	1994	Y	B	7,63	5,32	252	0,7	12,73
353	18.12.2000	DOĞAN	1994	Y	B	7,34	3,67	536	2,3	14,98
354	18.12.2000	FORD	1987	Y	D	6,75	6,94	339	0,9	11,97
355	18.12.2000	RENAULT	1996	Y	B	9,78	0,72	236	0,8	14,94
356	18.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	7,45	5,41	152	1,3	13,29
357	18.12.2000	HONDA	2001	Y	B	10,23	0,48	140	0,7	15,09
358	18.12.2000	DOĞAN	1997	Y	B	7,31	0,14	194	5,1	21,2
359	18.12.2000	FIAT	1993	Y	D	10,14	0,55	125	0,5	14,81
360	18.12.2000	ŞAHİN	1990	Y	B	6,59	7,12	325	1,2	12,15
361	18.12.2000	MURAT	1994	Y	B	8,24	3,14	189	0,2	13,42
362	18.12.2000	FIAT	1997	Y	B	8,55	3,31	262	1,1	14,09
363	18.12.2000	MURAT	1990	Y	B	6,38	5,33	198	3,8	15,96
364	18.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	7,95	4,08	207	0,9	13,56
365	18.12.2000	OPEL	2001	Y	B	10,49	0	4	0,2	14,94
366	18.12.2000	DOĞAN	1993	Y	B	7,18	5,35	294	0,3	12,35
367	18.12.2000	RENAULT	1998	Y	B	9,27	2,3	201	0,6	14,09
368	18.12.2000	NISSAN	1997	V	B	10,73	0	29	0,1	14,8
369	18.12.2000	OPEL	2001	V	B	10,61	0	8	0,3	14,99
370	18.12.2000	DOĞAN	1998	Y	B	10,63	0,04	144	0	14,6
371	18.12.2000	RENAULT	1989	Y	B	6,02	7,85	407	1,1	11,62
372	18.12.2000	RENAULT	2000	Y	B	10,59	0,02	98	0,1	14,73
373	18.12.2000	LADA	1994	Y	B	7,04	5,29	228	1,7	13,71
374	11.05.2000	RENAULT	1997	Y	B	10,35	0,03	69	0,9	15,51
375	18.12.2000	LADA	1992	Y	B	8,23	2,89	318	1,3	14,46
376	18.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	7,16	6	331	0,7	12,34
377	18.12.2000	RENAULT	1997	Y	B	8,2	3,92	456	1,1	13,6
378	18.12.2000	TEMPRA	1994	Y	B	6,24	7,89	503	0,5	15,07
379	18.12.2000	FORD	1996	Y	B	8,85	3,44	255	0,4	13,39
380	18.12.2000	OPEL	1997	Y	B	10,66	0,02	142	0,1	14,687
381	18.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	7,54	0,26	553	5,7	21,04
382	18.12.2000	RENAULT	1994	Y	B	6,05	0,41	684	8,9	27,03
383	18.12.2000	MURAT	1983	Y	B	8,03	1,06	147	4,3	19,02
384	18.12.2000	MURAT	1993	Y	B	6,14	25	634	0,7	11,13
385	18.12.2000	RENAULT	1991	Y	B	6,21	4,06	232	5,4	18,97
386	18.12.2000	ŞAHİN	1988	Y	B	6,96	4,04	260	1	13,81
387	18.12.2000	RENAULT	1991	Y	B	8,28	1,77	745	1,9	15,29

Tablo 4.1.in Devamı

388	18.12.2000	RENAULT	1990	Y	B	7,45	4,34	161	0,4	13,02
389	18.12.2000	RENAULT	1977	Y	B	6,42	6,41	318	2,2	13,45
390	18.12.2000	ŞAHİN	1991	Y	B	6,88	6,74	364	0,07	11,92
391	18.12.2000	OPEL	2001	Y	B	9,84	0	5	0,9	15,58
392	18.12.2000	RENAULT	1984	Y	B	6,15	3,13	176	6,9	21,84
393	18.12.2000	ŞAHİN	1996	Y	B	8,4	3,84	216	0,7	13,47
394	18.12.2000	LADA	2000	Y	B	10,65	0	122	0,1	14,76
395	18.12.2000	MURAT	1989	Y	B	7,26	6,01	448	0,5	12,13
396	18.12.2000	KARTAL	1989	Y	B	7,17	4,91	286	0,5	12,76
397	18.12.2000	VW	2000	Y	B	7,01	6,73	119	0	11,53
398	18.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	7,66	3,24	146	1,9	15,14
399	18.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	6,71	5,3	777	3,9	15,39
400	18.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	7,35	3,77	161	3,6	16,47
401	18.12.2000	DOĞAN	1993	Y	B	7,38	0,17	679	4,5	19,63
402	18.12.2000	ŞAHİN	1991	Y	B	7,69	3	407	1,4	14,5
403	18.12.2000	RENAULT	1998	Y	B	9,12	39	87	2,1	16,73
404	18.12.2000	HYUNDAİ	1998	Y	B	10,55	0,06	93	0	14,61
405	18.12.2000	DOĞAN	1994	Y	B	6,89	5,53	408	0,7	12,51
406	18.12.2000	FORD	1989	Y	D	6,81	5,44	489	0,9	12,73
407	18.12.2000	ŞAHİN	1999	Y	B	7,81	5,19	410	0,7	12,74
408	18.12.2000	RENAULT	1997	Y	B	6,59	5,79	294	2,2	13,91
409	18.12.2000	RENAULT	1988	Y	B	8,57	3,93	240	0,4	13,14
410	18.12.2000	HONDA	1996	Y	B	7,9	0,23	653	5	19,87
411	18.12.2000	DOĞAN SLX	1993	Y	B	8,04	4,4	337	0,9	13,34
412	18.12.2000	ŞAHİN	1988	Y	B	5,67	4051	379	4,3	11,3
413	18.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	648	7,59	122	0,4	11,37
414	18.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	7,12	6,47	297	0,7	12,1
415	18.12.2000	TOYOTA	1995	Y	B	7,74	3,92	393	0,7	13,37
416	18.12.2000	RENAULT	1988	Y	B	8,22	4,57	359	0,7	13,06
417	18.12.2000	ŞAHİN	1994	Y	B	8,87	0,84	98	1,1	15,42
418	18.12.2000	RENAULT	1990	Y	B	8,19	2,5	130	2,4	15,91
419	18.12.2000	MURAT	1995	Y	B	8,43	2,32	216	2,4	16,02
420	18.12.2000	DOĞAN	1994	Y	B	6,9	7,07	391	0,6	11,69
421	18.12.2000	FORD	1995	Y	B	8,43	3,03	255	2,3	15,36
422	18.12.2000	DOĞAN	1994	Y	B	8,13	4,86	260	0,7	12,98
423	18.12.2000	RENAULT	1992	Y	B	6,23	7,27	408	1	11,83
424	18.12.2000	MURAT	1994	Y	B	8,75	59	513	3,7	17,88
425	18.12.2000	FORD	1999	Y	B	12,11	0,99	116	0,7	14,76
426	18.12.2000	RENAULT	1992	Y	B	9,3	0,86	392	1,9	15,93
427	18.12.2000	LADA	1993	Y	B	9,08	3,2	214	0,4	13,48

Tablo 4.1.in Devamı

428	18.12.2000	HYUNDAİ	1994	Y	B	6,36	6,94	331	0,5	11,74
429	18.12.2000	TEMPRA	1992	Y	B	6,84	3,44	168	5,2	18,77
430	18.12.2000	RENAULT	1992	Y	B	7,97	0,28	623	3,2	17,74
431	18.12.2000	DOĞAN SLX	1995	Y	B	6,61	6,66	605	2	12,9
432	18.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	7,99	3,29	348	1	13,97
433	18.12.2000	DOĞAN	1992	Y	B	6,38	6,69	329	0,6	11,77
434	18.12.2000	HYUNDAİ	1999	Y	B	10,77	0,15	101	0,1	14,68
435	18.12.2000	RENAULT	1987	Y	B	10,17	4,12	214	1,1	13,57
436	18.12.2000	RENAULT	1999	Y	B	9,58	5,07	349	1	12,96
437	18.12.2000	DOĞAN SLX	1993	Y	B	10,86	1,04	187	1,2	15,19
438	18.12.2000	RENAULT	1988	Y	B	7,88	6,89	375	2,8	13,2
439	18.12.2000	RENAULT	1984	Y	B	10,17	4,14	460	0,8	13,2
440	18.12.2000	MITSUBISHİ	1990	Y	D	7,9	2,06	159	1,6	15,47
441	15.12.2000	OPEL	2001	V	B	10,6	0,1	16	0,1	14,76
442	15.12.2000	RENAULT	1994	Y	B	9,47	0,27	176	1,9	16,4
443	15.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	6,47	7,21	546	1	11,79
444	15.12.2000	SKODA	1994	Y	B	8,14	0,19	225	1,9	16,68
445	15.12.2000	ŞAHİN	1993	Y	B	6,33	7,23	283	0,9	11,85
446	15.12.2000	DOĞAN	1993	Y	B	7,03	3,5	384	1,5	14,41
447	15.12.2000	ŞAHİN	1992	Y	B	7,31	5,59	319	1,4	13,15
448	15.12.2000	RENAULT	1998	Y	B	8,86	1,41	368	2	15,82
449	15.12.2000	MURAT	1992	Y	B	6,13	6,62	610	1	12,11
450	15.12.2000	LADA	1994	Y	B	8,45	1,65	720	2,6	15,95
451	15.12.2000	RENAULT	1994	Y	B	8,28	4,39	264	0,5	13,04
452	15.12.2000	MURAT	1992	Y	B	6,05	8,2	347	0,9	11,26
453	15.12.2000	RENAULT	1997	Y	B	9,19	1,68	176	1,2	15,03
454	15.12.2000	LADA	1993	Y	B	9,14	0,9	293	1,4	15,56
455	15.12.2000	ŞAHİN	1996	Y	B	9,21	1,88	129	0,9	14,66
456	15.12.2000	TEMPRA	1993	Y	B	8,72	3	244	0,8	13,93
457	15.12.2000	RENAULT	1987	Y	B	9,5	5,15	218	0,4	12,52
458	15.12.2000	OPEL	1997	Y	B	12,39	0,33	116	0,1	14,59
459	15.12.2000	DOĞAN SL	1993	Y	B	9,07	4,51	236	0,4	12,89
460	15.12.2000	ŞAHİN	1995	Y	B	7,68	4,66	220	1,4	13,79
461	15.12.2000	FORD	1988	Y	D	9,24	4	435	0,7	13,24
462	15.12.2000	DOĞAN	1985	Y	B	9,11	0,8	182	0,6	14,86
463	15.12.2000	RENAULT	1992	Y	B	10,38	3,05	490	0,7	13,62
464	15.12.2000	ŞAHİN	1990	Y	B	8,54	4,02	195	0,5	13,24
465	15.12.2000	TEMPRA	1993	Y	B	7,85	0,17	200	3,7	19,03
466	15.12.2000	FORD	1997	Y	D	9,32	2,1	275	1	14,48
467	15.12.2000	TOYOTA	1993	Y	B	7,21	6,35	634	0,9	12,12

Tablo 4.1.in Devamı

468	15.12.2000	MURAT	1976	Y	B	6,78	1,11	159	5,4	21,33
469	15.12.2000	RENAULT	1994	Y	B	6,85	6,96	451	0,5	11,59
470	15.12.2000	DOĞAN	1992	Y	B	6,1	6,91	567	0,8	11,88
471	15.12.2000	DOĞAN SLX	1994	Y	B	8,95	3,12	309	0,4	13,47
472	15.12.2000	DOĞAN	1990	Y	B	6,46	7,13	311	0,9	11,89
473	06.01.1998	TOYOTA	1995	Y	B	14,56	0,32	144	1,2	15,26
474	30.12.1997	TOYATA	1994	Y	B	12,66	0,17	264	3	16,78
475	03.03.1997	KARTAL	1996	Y	B	12,62	2,64	275	0,6	13,83
476	03.03.1997	RENAULT	1997	Y	B	11,66	4,37	307	0,7	13,2
477	03.03.1997	DOĞAN	1994	Y	B	11,49	4,51	411	0,9	13,17
478	03.03.1997	TEMPRA	1994	Y	B	11,7	4,36	234	0,6	13,16
479	03.03.1997	ŞAHİN	1995	Y	B	12,57	2,03	258	1,7	14,75
480	03.03.1997	MURAT	1998	Y	B	14,5	0,6	128	0,8	14,91
481	03.03.1997	KARTAL	1986	Y	B	12,01	4,22	218	0,3	13,06
482	03.03.1997	ŞAHİN	1994	Y	B	10,87	5,42	380	0,7	12,69
483	03.03.1997	DOĞAN	1996	Y	B	12,08	4,15	219	0,3	13,09
484	03.03.1997	LADA	1990	Y	B	9,32	5,27	245	1	12,9
485	03.03.1997	ŞAHİN	1994	Y	B	11,45	4,37	332	1	13,33
486	03.03.1997	FORD	1977	Y	B	9,73	7,65	378	0,5	11,8
487	03.03.1997	RENAULT	1992	Y	B	10,49	4,55	289	2,1	13,88
488	03.03.1997	ŞAHİN	1992	Y	B	10,3	3,89	247	1,1	13,66
489	03.03.1997	RENAULT	1995	Y	B	11,93	4,49	255	0,7	13,16
490	03.03.1997	DOĞAN	1997	Y	B	11,09	5,36	431	0,7	12,72
491	03.03.1997	FORD	1996	Y	B	12,84	1,85	225	1,6	14,84
492	03.03.1997	TEMPRA	1997	Y	B	11,23	5,61	198	0,8	12,83
493	03.03.1997	DOĞAN	1992	Y	B	10,7	4,64	284	1,3	13,38
494	03.03.1997	LADA	1990	V	D	11,01	6,12	296	0,5	12,44
495	03.03.1997	MURAT	1986	Y	B	11,95	1	670	3,7	16,63
496	03.03.1997	ŞAHİN	1992	Y	B	11,13	4,81	358	1,4	13,37
497	25.02.1997	ŞAHİN	1992	Y	B	13,33	1,14	386	1	14,65
498	28.02.1997	ŞAHİN	1994	Y	B	11,41	4,86	233	0,6	12,98
499	28.02.1997	RENAULT	1990	Y	B	11,15	5,4	268	0,4	12,62
500	31.08.1998	ŞAHİN	1994	Y	B	11,38	3,92	360	0,8	13,31

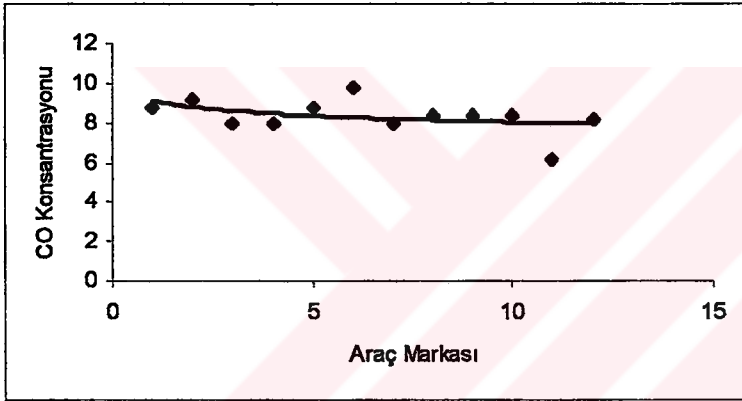
1. K: Konvertörlü

2. B/D: Benzinli/Dizel

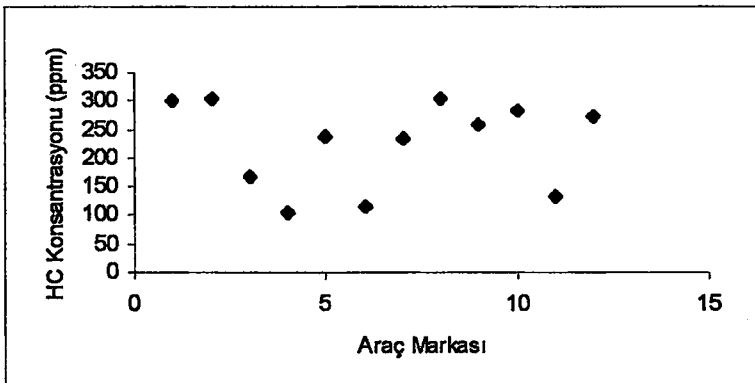
4.2. Sonuçların Değerlendirilmesi

Çevre İl Müdürlüğü Egzoz Emisyon Ölçüm İstasyonu'ndan alınan 30370 araca ait veri SPSS 10.0 istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler aracın markasına, modeline, araçlarda konvertör bulunup bulunmayışına, ölçüm yapılan aylara ve yakıt türüne göre gruplandırma suretiyle yapılmıştır.

4.2.1. Araç Markalarına Göre CO ve HC Değişimi



Şekil 4.1. Araç Markalarına Göre CO Değişimi



Şekil 4.2. Araç Markalarına Göre HC Değişimi

Tablo 4.1. Kirletici Madde Konsantrasyonu ile Araç Markaları Arasındaki İlişki İçin Anova Tablosu

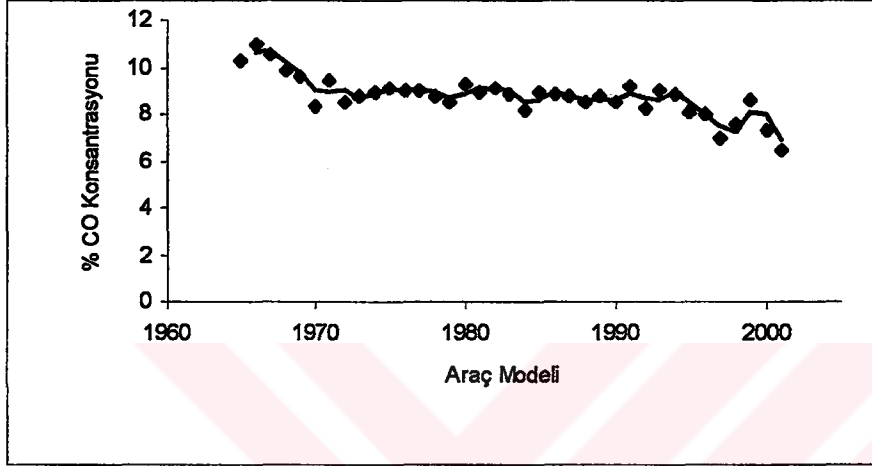
		Kareler Toplamı	df	Ort. karesi	F	Sig.
CO	Gruplar Arası	5576,876	11	506,989	1,761	,055
	Gruplar İçi	8742479,800	30358	287,979		
	Toplam	8748056,675	30369			
CO2	Gruplar Arası	2844,662	11	258,606	3,996	,000
	Gruplar İçi	1894099,390	29269	64,713		
	Toplam	1896944,051	29280			
HC	Gruplar Arası	40993953,814	11	3726723,074	100,461	,000
	Gruplar İçi	1087997951,390	29329	37096,319		
	Toplam	1128991905,204	29340			
O2	Gruplar Arası	638,941	11	58,086	23,474	,000
	Gruplar İçi	74738,084	30204	2,474		
	Toplam	75377,025	30215			
AFR	Gruplar Arası	775,260	11	70,478	6,990	,000
	Gruplar İçi	304853,726	30236	10,082		
	Toplam	305628,986	30247			

Toplam 30370 araç üzerinde CO değerleri için istatistiksel analiz yapılmış ve araç markalarının CO konsantrasyonunu istatistiksel olarak çok fazla etkilemediği görülmüştür. Aynı işlem HC konsantrasyonları için de uygulanmış ve HC konsantrasyonunun araç markalarına göre belirgin farklılıklar göstermiştir. Özellikle son yıllarda trafiğe çıkan ve konvertör bulunan markalarda HC konsantrasyonunun çok daha düşük değerlerde bulunduğu gözlenmiştir. Bu markaların başında Volkswagen, Honda, Nissan gibi yabancı arabalar gelmektedir.

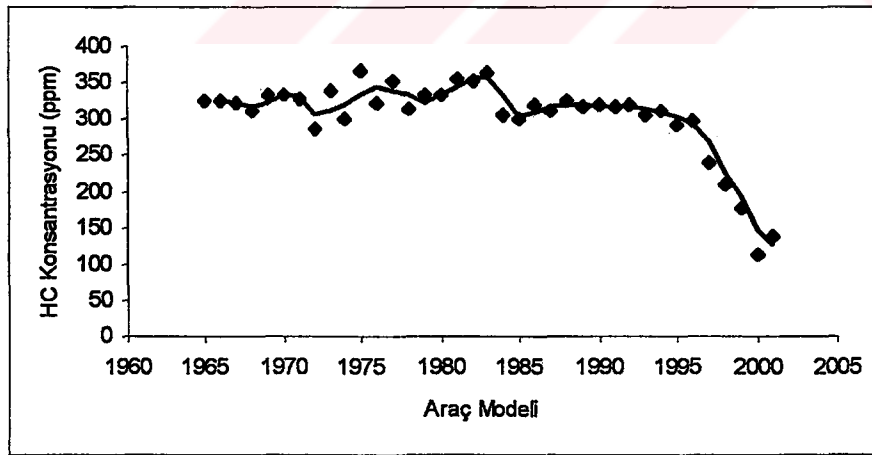
Fakat dikkat edilmelidir ki Tofaş Grubu araçlar çok çeşitlilik göstermektedir. Çok eski model Murat 131, Şahin, Doğan gibi markaların yanı sıra son dönemlerde trafiğe çıkan Brava, Palio, Marea ve Siena gibi markalar da bu gruba dahil edilmiştir. Bu nedenle eski model araçların sayısının fazlalığı göz önüne alındığında konvertörlü ve yeni model araçların HC konsantrasyonlarının daha düşük olmasına rağmen bu grubun ortalamasının diğerlerinden yüksek oluşu normal bir durumdur. Aynı durum CO konsantrasyonu için de geçerlidir. Yine eski modelleri oldukça fazla olan Renault Grubunu da bu gerekçe ile açıklamak mümkündür. Ancak daha az sayıda araç bulunan

ve araçların hemen hemen tamamı yeni modeller olan markalarda bu değerlerin neden daha düşük olduğu belirgin bir şekilde ortadadır.

4.2.2. Araç Modellerine Göre CO ve HC Değişimi



Şekil 4.3. Araç Modellerine Göre CO Değişimi



Şekil 4.4. Araç Modellerine Göre HC Değişimi

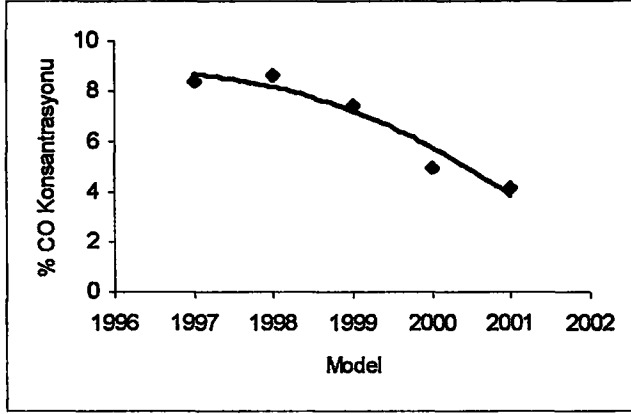
Tablo 4.2. Kirletici Madde Konsantrasyonu ile Araç Modelleri Arasındaki İlişki İçin Anova Tablosu

		Kareler Toplamı	df	Ort. Karesi	F	Sig.
CO	Gruplar Arası	31999,578	36	888,877	3,093	,000
	Gruplar İçi	8716057,097	30333	287,346		
	Toplam	8748056,675	30369			
CO2	Gruplar Arası	28545,516	36	792,931	12,411	,000
	Gruplar İçi	1868398,535	29244	63,890		
	Toplam	1896944,051	29280			
HC	Gruplar Arası	80996800,733	36	2249911,131	62,912	,000
	Gruplar İçi	1047995104,471	29304	35762,869		
	Toplam	1128991905,204	29340			
O2	Gruplar Arası	1377,105	36	38,253	15,600	,000
	Gruplar İçi	73999,920	30179	2,452		
	Toplam	75377,025	30215			
AFR	Gruplar Arası	1796,307	36	49,897	4,961	,000
	Gruplar İçi	303832,679	30211	10,057		
	Toplam	305628,986	30247			

Grafiklerde de görüldüğü gibi gerek CO konsantrasyonu gerek ise HC konsantrasyonu araçların yaşlarına bağlı olarak son derece belirgin değişiklikler göstermektedir. Yeni model araçlarda bu değerler eski modellere göre çok düşük değerlerdedir. Bunun en önemli sebebi olarak kullanımı son yıllarda yaygınlaşan konvertör olarak gösterilebilir. Özellikle 1990'lı yıllardan sonra bu değerler çok belirgin düşüşler göstermektedir.

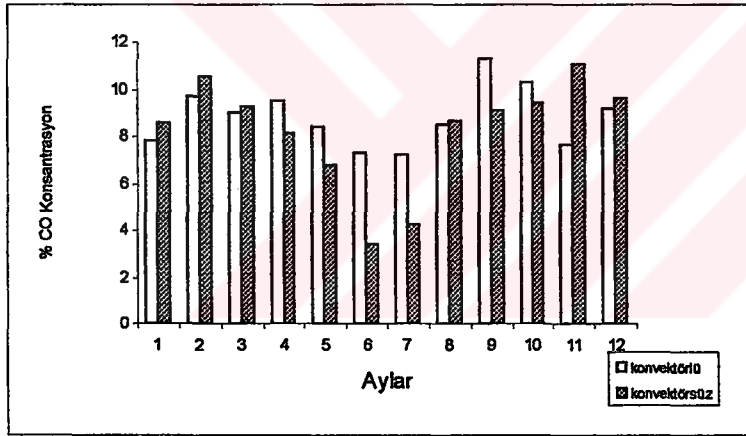
Araç yaşının CO ve HC konsantrasyonları üzerindeki etkisini tam olarak görebilmek için tek bir marka araç seçilmiş ve bu markanın farklı yaşlardaki araçları üzerinde Şekil 4.5' de görüldüğü gibi bir inceleme yapılmıştır.

Tek bir araç türü olması açısından bu iş için Hyundai marka otomobiller seçilmiştir. Çünkü diğer gruplardaki araçlar çok çeşitlilikler göstermektedir. Araç modelinin CO ve HC konsantrasyonları üzerindeki etkisini belirlemek için seçilen Hyundai marka otomobillerden Ocak 2001 tarihinde ölçümleri yapılan 1997, 1998, 1999, 2000 ve 2001 model araçların ölçüm sonuçları alınmış ve araç yaşı arttıkça kirletici değerlerinin de arttığı açıkça görülmüştür.

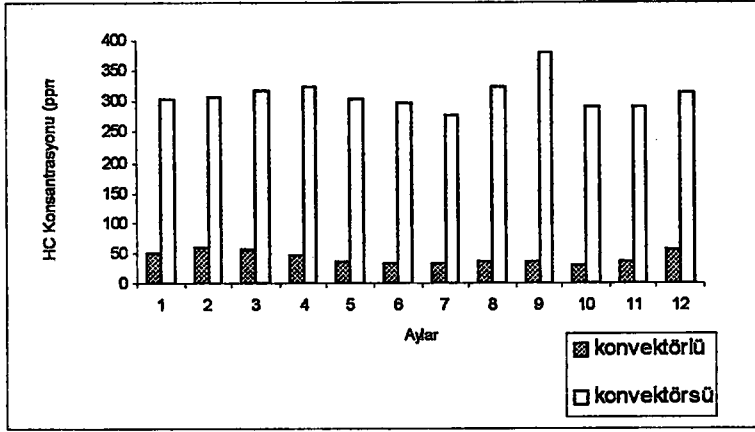


Şekil 4.5. Farklı Yaşlardaki Ayni Marka Araçların CO Değişimi

4.2.2. Konvertörlü Ve Konvertörsüz Araçlarda CO ve HC Değişimi



Şekil 4.6. Konvertörlü ve Konvertörsüz Araçlarda Aylara Göre CO Değişimi



Şekil 4.7. Konvertörlü ve Konvertörsüz Araçlarda Aylara Göre HC Değişimi

Tablo 4.3. Kirletici Madde Konsantrasyonu ile Konvertör Arasındaki İlişki İçin Anova Tablosu

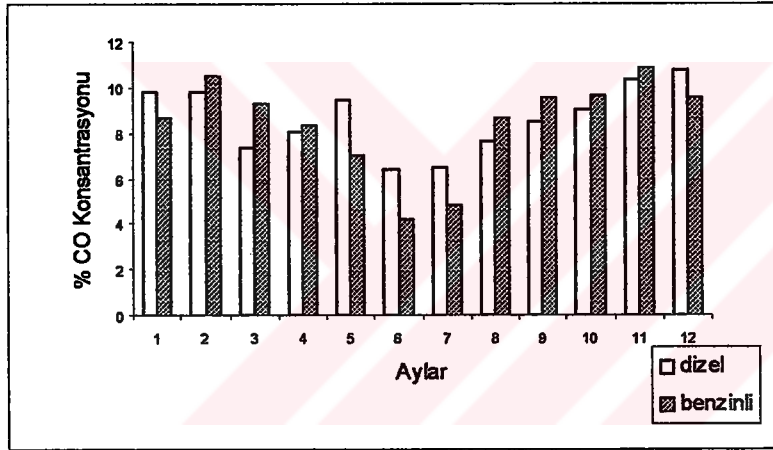
		Kareler Toplamı	df	Ort. Karesi	F	Sig.
CO	Gruplar Arası	11,538	1	11,538	,040	,841
	Gruplar İçi	8748045,137	30368	288,068		
	Toplam	8748056,675	30369			
CO2	Gruplar Arası	1997,943	1	1997,943	30,870	,000
	Gruplar İçi	1894946,108	29279	64,720		
	Toplam	1896944,051	29280			
HC	Gruplar Arası	162982073,983	1	162982073,983	4949,982	,000
	Gruplar İçi	966009831,221	29339	32925,793		
	Toplam	1128991905,204	29340			
O2	Gruplar Arası	2209,737	1	2209,737	912,498	,000
	Gruplar İçi	73167,288	30214	2,422		
	Toplam	75377,025	30215			
AFR	Gruplar Arası	2518,077	1	2518,077	251,267	,000
	Gruplar İçi	303110,909	30246	10,022		
	Toplam	305628,986	30247			

Araçlarda konvertör bulunması durumunda gerek CO konsantrasyonunun gerek ise HC konsantrasyonunun belirgin şekilde azaldığı bilinen bir gerçektir. Grafiklerden de anlaşılabileceği gibi özellikle HC konsantrasyonu konvertörlü araçlarda son derece düşük değerlerdedir.

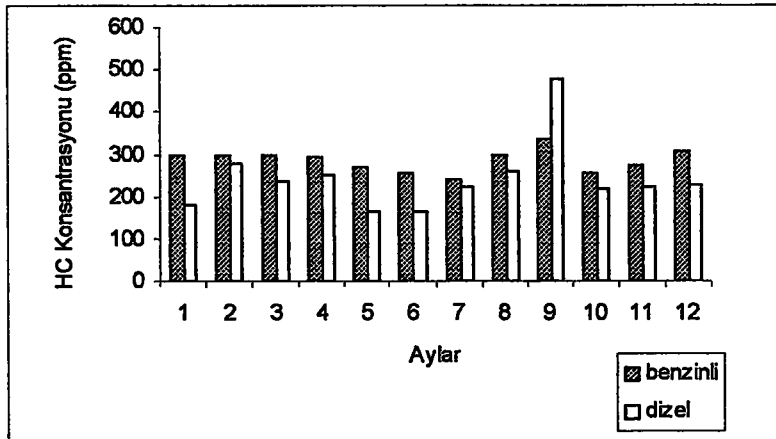
Araçlarda konvertörün CO açısından etkisinin çok belirgin olmayışının nedeni konvertörlü araçlarla konvertörsüz araç sayılarının birbirlerinden çok farklı oluşudur. Konvertörsüz araç sayısı 27077 iken konvertörlü araç sayısı 3293 dür.

Konvertör, özellikle kış aylarında etkisini göstererek bu aylarda konvertörsüz araçlara göre çok daha az CO konsantrasyonu göstermektedir. Fakat istatistiksel sonuçlara göre yaz aylarında bu denge bozulmaktadır.

4.2.3. Benzinli ve Dizel Araçlarda CO ve HC Değişimi



Şekil 4.8. Benzinli ve Dizel Araçlarda Aylara Göre CO Değişimi



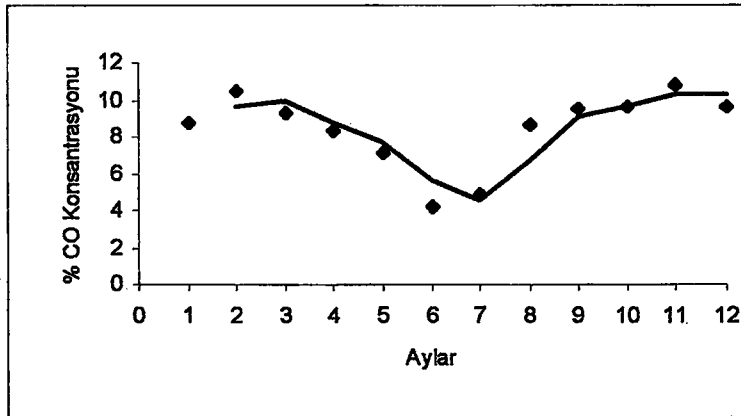
Şekil 4.9. Benzinli ve Dizel Araçlarda Aylara Göre HC Değişimi

Tablo 4.4. Kirletici Madde Konsantrasyonu ile Yakıt Türü Arasındaki İlişki İçin Anova Tablosu

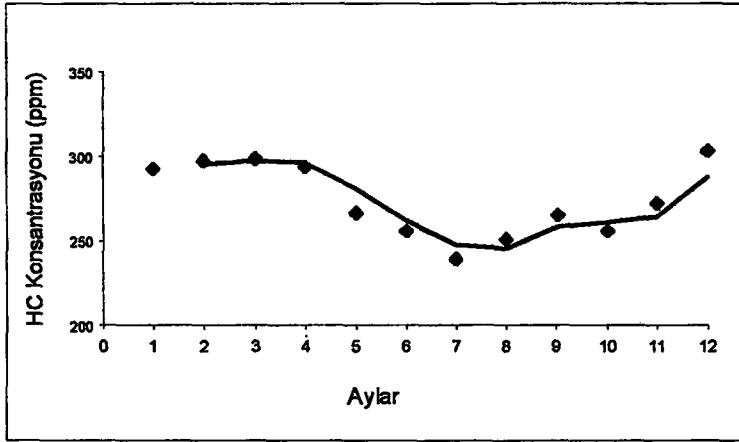
		Kareler Toplamı	df	Ort. Karesi	F	Sig.
CO	Gruplar Arası	860,558	1	860,558	2,988	,084
	Gruplar İçi	8747196,117	30368	288,040		
	Toplam	8748056,675	30369			
CO ₂	Gruplar Arası	6043,067	1	6043,067	93,572	,000
	Gruplar İçi	1890900,984	29279	64,582		
	Toplam	1896944,051	29280			
HC	Gruplar Arası	3472946,462	1	3472946,462	90,530	,000
	Gruplar İçi	1125518958,742	29339	38362,554		
	Toplam	1128991905,204	29340			
O ₂	Gruplar Arası	4,671	1	4,671	1,872	,171
	Gruplar İçi	75372,355	30214	2,495		
	Toplam	75377,025	30215			
AFI	Gruplar Arası	764,702	1	764,702	75,867	,000
	Gruplar İçi	304864,284	30246	10,079		
	Toplam	305628,986	30247			

Benzinli ve mazotla çalışan dizel araçlar istatistiksel olarak özellikle HC ve CO₂ açısından farklılık göstermektedir. Ölçüm yapılan araçlardan 29640 araç benzinli, 730 araç ise mazotludur. Benzinli araç sayısı mazotlu araçlara göre çok fazla olduğundan özellikle CO açısından çok sağlıklı veriler elde edilememiştir. HC açısından benzinli araçlar, dizel araçlara göre daha fazla emisyon oluşturmaktadır.

4.2.5. Aylara Göre CO ve HC Konsantrasyon Değişimleri



Şekil 4.10. Aylara Göre CO Konsantrasyon Değişimleri



Şekil 4.11. Aylara Göre HC Konsantrasyon Değişimleri

Tablo 4.5. Aylara Göre CO ve HC Konsantrasyonu İçin Anova Tablosu

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CO	Gruplar Arası	87999,689	11	7999,972	28,044	,000
	Gruplar İçi	8660056,987	30358	285,264		
	Toplam	8748056,675	30369			
CO2	Gruplar Arası	55738,883	11	5067,171	80,551	,000
	Gruplar İçi	1841205,168	29269	62,906		
	Toplam	1896944,051	29280			
HC	Gruplar Arası	13419296,164	11	1219936,015	32,073	,000
	Gruplar İçi	1115572609,040	29329	38036,503		
	Toplam	1128991905,204	29340			
O2	Gruplar Arası	913,944	11	83,086	33,702	,000
	Gruplar İçi	74463,082	30204	2,465		
	Toplam	75377,025	30215			
AFR	Gruplar Arası	627,311	11	57,028	5,653	,000
	Gruplar İçi	305001,675	30236	10,087		
	Toplam	305628,986	30247			

İstatistiksel analiz sonucunda CO ve HC konsantrasyonlarının aylara bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle Aralık, Ocak ve Şubat gibi kış aylarında bu değerler oldukça yüksek iken Haziran ve Temmuz aylarında kirletici konsantrasyonu düşmektedir. Bunun sebebi ise Erzurum'da kış aylarında oksijen miktarının %16,4 gibi düşük bir değerde oluşu ve buna bağlı olarak eksik yanma olayının meydana gelmesidir.

5. DEĞERLENDİRME VE YORUMLAR

İncelenen 30370 aracın ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde Tablo 5.1' de gösterildiği gibi, bunlardan bazıları Çevre İl Müdürlüğü'nün açıkladığı sınır değerleri aşmıştır. Bu değerlere hava kirliliği için önemli tehlikeler oluşturmaktadır. Bu tehlikenin önüne geçilmesi için ölçümlerin titizlikle yapılması ve ölçümler sonucunda tehlikeli değerlerde kirliliğe yol açan araçların trafiğe çıkışlarının yasaklanmasının gerekliliği bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Bu sınır değerleri aşan araçların sayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5.1. Egzoz Ölçüm Sonuçlarına Göre Sınır Değerleri Aşan Araç Sayıları

Kirletici Parametre	Sınır Değerler	Sınır Değeri Aşan Araç Sayısı
% CO	0,00 – 4,50	24515
% CO ₂	10,00 – 15,00	25896
HC (ppm)	0,00 – 500,00	2874
% O ₂	0,00 – 2,00	7570
AFR	13,50 – 16,50	11903

Ayrıca Değerlendirme ve Sonuçlar bölümünde sözü edilen incelemeler neticesinde araçlarda konvertör bulunmasının önemli ölçüde kirliliği azalttığı ve kirletici emisyonlarının araç markalarından daha belirgin olarak araç yaşları ile ilgili olduğu görülmektedir. Bunun sonucunda da eski model araçların kirliliğe etkilerini azaltmak için bu araçlara düzenli olarak bakım yapılması ve ölçümlerinin titizlikle sürdürülmesi gerekliliği ortaya çıkar.

Araçlarda kullanılan yakıt türü göz önüne alındığında CO konsantrasyonun çok fazla farklılık göstermediği ancak HC emisyonunun benzinli araçlarda daha fazla olduğu dikkat çekmektedir.

Ölçüm yapılan aylar içerisinde özellikle kış aylarında kirliliğin fazla olduğu görülmektedir. Bunun sebebi daha önce de bahsedilen eksik yanma olayı olarak açıklanabilir.



EK 1: Araç Modelleri İle Kirleticiler Arasındaki İlişkiyi Gösteren İstatistik Sonuçları

Model	Araç Sayısı	Ortalama Kons.	Std. Sapma	Std. Hata	Ortalama İçin % 95 Güven Aralığı	Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır	
CO	1965	10,3250	1,7116	,8558	7,6014	13,0486	8,01 11,62
	1966	10,9820	3,3909	1,5164	6,7717	15,1923	5,92 14,05
	1967	8,8575	3,9222	1,1323	6,3654	11,3496	,36 12,14
	1968	9,9094	5,2015	1,3004	7,1377	12,6811	1,98 16,16
	1969	9,1036	3,8358	1,0252	6,8889	11,3183	,46 16,31
	1970	7,3926	3,4250	,7857	5,7418	9,0434	,21 11,74
	1971	8,0324	4,4722	,7352	6,5413	9,5235	,39 13,74
	1972	8,5444	4,0835	,5104	7,5243	9,5644	,00 14,42
	1973	8,7494	4,1283	,4128	7,9303	9,5685	,14 14,56
	1974	8,9668	3,5870	,3234	8,3266	9,6071	,00 14,27
	1975	9,0656	3,8302	,3117	8,4497	9,6815	,15 17,17
	1976	9,0072	3,7319	,3338	8,3465	9,6679	,01 16,80
	1977	7,6924	4,1606	,2949	7,1108	8,2740	,17 16,38
	1978	10,1957	19,8606	1,2663	7,7015	12,6898	,15 315,00
	1979	8,5066	3,5269	,2559	8,0018	9,0113	,19 15,96
	1980	9,2590	3,9744	,2796	8,7076	9,8104	,16 17,21
	1981	8,9649	3,8294	,3868	8,1971	9,7327	,00 14,53
	1982	9,0938	3,7561	,2898	8,5217	9,6659	,00 14,59
	1983	8,8784	4,2855	,3015	8,2838	9,4729	,00 25,42
	1984	8,1618	3,6519	,2013	7,7658	8,5579	,00 16,16
	1985	8,9713	3,7324	,2166	8,5451	9,3975	,02 15,21
	1986	8,8181	3,8357	,1818	8,4607	9,1754	,00 18,71
	1987	8,7435	3,6829	,1497	8,4495	9,0376	,00 16,74
	1988	8,5174	3,7146	,1343	8,2537	8,7810	,00 18,38

1978	234	5,2001	3,8616	,2524	4,7027	5,6974	,03	14,87
1979	188	5,4827	3,6360	,2652	4,9595	6,0058	,06	16,86
1980	200	4,7526	3,7348	,2641	4,2318	5,2734	,07	15,00
1981	97	5,3822	3,7305	,3788	4,6303	6,1340	,16	14,14
1982	165	5,4053	3,5798	,2787	4,8550	5,9556	,09	15,01
1983	201	5,2816	3,9071	,2756	4,7382	5,8250	,01	17,81
1984	321	5,8119	3,7538	,2095	5,3997	6,2241	,02	15,54
1985	296	4,8740	4,0958	,2381	4,4055	5,3425	,01	30,69
1986	440	5,3026	3,6106	,1721	4,9643	5,6409	,01	17,83
1987	596	5,1380	3,8769	,1588	4,8262	5,4499	,04	15,49
1988	757	6,4924	18,0567	,6563	5,2040	7,7807	,01	347,00
1989	695	5,2696	3,7396	,1418	4,9911	5,5481	,01	19,08
1990	1534	5,3642	4,7736	,1219	5,1251	5,6032	,01	117,00
1991	1489	5,4606	3,9172	,1015	5,2615	5,6597	,01	24,98
1992	2972	5,7294	8,9301	,1638	5,4082	6,0506	,01	261,00
1993	4212	6,0182	14,4819	,2231	5,5807	6,4557	,01	464,00
1994	3946	5,4781	4,6152	7,347E-02	5,3340	5,6221	,01	121,34
1995	1848	6,0265	5,2188	,1214	5,7884	6,2646	,01	67,00
1996	2143	6,0000	4,5377	9,802E-02	5,8078	6,1922	,01	26,00
1997	1980	6,7343	5,2780	,1186	6,5016	6,9669	,01	19,88
1998	1954	6,2077	5,6998	,1289	5,9548	6,4606	,01	39,00
1999	911	3,5177	5,4334	,1800	3,1644	3,8710	,01	59,00
2000	779	1,8356	5,5940	,2004	1,4422	2,2290	,01	137,00
2001	471	1,8250	2,3242	,1071	1,6146	2,0354	,01	7,95
2000	1	5,000E-02	,	,	,	,	,05	,05
Total	29281	5,5756	8,0490	4,704E-02	5,4834	5,6678	,01	464,00
HC 1965	4	326,0000	189,4712	94,7356	24,5090	627,4910	207,00	609,00
1966	5	175,8000	75,3074	33,6785	82,2935	269,3065	80,00	290,00

1967	12	323,4167	210,8030	60,8536	189,4788	457,3545	164,00	942,00
1968	16	313,4375	259,0935	64,7734	175,3763	451,4987	110,00	1179,00
1969	14	335,2143	111,6844	29,8489	270,7296	399,6990	184,00	558,00
1970	18	408,6111	310,9252	73,2858	253,9916	563,2306	1,00	1166,00
1971	37	329,7568	142,2036	23,3781	282,3437	377,1698	43,00	668,00
1972	61	286,2407	171,7274	21,9874	242,2592	330,2221	1,68	1060,00
1973	99	339,3030	218,7553	21,9857	295,6731	382,9330	2,00	1746,00
1974	122	302,7623	188,6711	17,0815	268,9450	336,5796	107,00	1467,00
1975	149	368,5503	220,1846	18,0382	332,9046	404,1961	31,00	1812,00
1976	125	322,0428	194,9434	17,4363	287,5315	356,5541	4,35	1324,00
1977	196	354,4541	277,5793	19,8271	315,3510	393,5572	2,00	1999,00
1978	245	314,6653	188,9797	12,0735	290,8838	338,4468	1,00	1061,00
1979	189	333,8202	206,6915	15,0346	304,1620	363,4784	3,79	1681,00
1980	200	333,1021	220,2667	15,5752	302,3885	363,8157	5,71	1669,00
1981	98	356,1224	174,8995	17,6675	321,0573	391,1876	13,00	750,00
1982	165	353,6364	263,6453	20,5248	313,1095	394,1632	11,00	1856,00
1983	199	364,1508	295,6010	20,9546	322,8279	405,4736	16,00	1904,00
1984	327	305,0418	153,4713	8,4870	288,3456	321,7379	5,00	993,00
1985	295	300,0721	181,5605	10,5709	279,2680	320,8762	1,00	1320,00
1986	438	319,9018	175,0698	8,3652	303,4609	336,3428	1,00	1749,00
1987	602	313,6091	228,5002	9,3130	295,3191	331,8990	1,00	1989,00
1988	759	325,4153	235,0631	8,5322	308,6657	342,1650	1,00	1833,00
1989	699	316,7921	178,6466	6,7570	303,5256	330,0586	7,00	1204,00
1990	1534	320,7624	200,2614	5,1131	310,7329	330,7918	1,00	1986,00
1991	1494	316,0250	179,2915	4,6386	306,9262	325,1238	1,00	1779,00
1992	2977	321,2964	195,8753	3,5900	314,2573	328,3354	1,00	1983,00
1993	4223	307,3756	168,2854	2,5896	302,2985	312,4526	1,00	1660,00
1994	3946	313,1182	197,0447	3,1368	306,9683	319,2681	,61	1999,00
1995	1842	293,3063	163,4424	3,8082	285,8375	300,7752	3,00	1998,00

1996	2148	297,4443	193,9687	4,1852	289,2368	305,6517	,55	1704,00
1997	1960	241,8245	186,6393	4,2158	233,5567	250,0923	1,00	1985,00
1998	1917	211,7830	192,1506	4,3886	203,1760	220,3900	,40	1738,00
1999	950	177,5047	177,5636	5,7609	166,1991	188,8104	,10	1797,00
2000	804	113,1776	142,2537	5,0169	103,3298	123,0254	1,00	954,00
2001	471	139,3291	147,8305	6,8117	125,9440	152,7142	1,00	1112,00
2000	1	7,0000					7,00	7,00
Total	29341	289,1786	196,1622	1,1452	286,9340	291,4232	,10	1999,00
O2	4	1,2750	,5500	,2750	,3998	2,1502	1,00	2,10
1965	5	1,1800	,2683	,1200	,8468	1,5132	1,00	1,60
1966	12	1,8917	2,4471	,7064	,3369	3,4465	,40	7,70
1967	16	,7500	,4179	,1045	,5273	,9727	,30	1,50
1968	14	2,1000	1,4518	,3880	1,2618	2,9382	,40	4,40
1969	19	1,7526	2,0186	,4631	,7797	2,7256	,50	9,30
1970	37	1,7676	1,6518	,2716	1,2168	2,3183	,30	8,60
1971	64	2,4016	2,8946	,3618	1,6785	3,1246	,40	15,30
1972	100	2,1080	1,8424	,1842	1,7424	2,4736	,10	10,00
1973	122	2,2861	2,1305	,1929	1,9042	2,6679	,30	12,40
1974	151	2,0675	1,6844	,1371	1,7967	2,3384	,20	9,10
1975	125	1,9665	1,6777	,1501	1,6695	2,2635	,10	9,30
1976	199	1,9764	1,7288	,1226	1,7348	2,2181	,19	10,30
1977	246	1,9951	1,8291	,1166	1,7654	2,2248	,10	8,90
1978	190	1,8756	1,4795	,1073	1,6639	2,0873	,30	8,00
1979	202	2,0337	1,8975	,1335	1,7705	2,2970	,10	10,20
1980	98	1,8582	1,8715	,1890	1,4830	2,2334	,40	10,50
1981	168	1,7637	1,7592	,1357	1,4957	2,0316	,10	8,60
1982	202	2,1106	1,9680	,1385	1,8376	2,3837	,05	10,40
1983	327	1,8153	1,5409	8,521E-02	1,6477	1,9829	,30	9,40

1985	297	1,7842	1,5032	8,722E-02	1,6125	1,9558	,10	12,80
1986	445	1,7598	1,6757	7,943E-02	1,6037	1,9159	,10	20,90
1987	603	1,8885	1,6507	6,722E-02	1,7565	2,0205	,10	9,70
1988	765	1,9566	1,6972	6,136E-02	1,8361	2,0770	,09	20,30
1989	705	1,7526	1,4976	5,640E-02	1,6419	1,8634	,10	14,40
1990	1547	1,8266	1,6494	4,194E-02	1,7443	1,9088	,10	18,01
1991	1500	1,7914	1,5247	3,937E-02	1,7142	1,8686	,10	20,90
1992	2999	1,7938	1,6321	2,980E-02	1,7354	1,8523	,10	19,50
1993	4253	1,7924	1,5374	2,357E-02	1,7462	1,8386	,04	20,10
1994	3968	1,7558	1,5397	2,444E-02	1,7079	1,8038	,07	20,90
1995	1861	1,7281	1,5407	3,571E-02	1,6581	1,7982	,10	20,90
1996	2169	1,6945	1,4968	3,214E-02	1,6314	1,7575	,10	19,30
1997	2032	1,4125	1,4315	3,176E-02	1,3502	1,4748	,02	20,90
1998	2066	1,3778	1,4807	3,258E-02	1,3139	1,4417	,07	20,90
1999	1080	1,3269	1,4921	4,540E-02	1,2378	1,4160	,06	19,00
2000	1031	1,1771	1,6226	5,053E-02	1,0779	1,2762	,07	18,60
2001	593	1,2401	1,3266	5,448E-02	1,1331	1,3471	,07	10,10
2000	1	,1000	,	,	,	,	,10	,10
Total	30216	1,6939	1,5795	9,086E-03	1,6761	1,7117	,02	20,90
AFR								
1965	4	13,8825	,8755	,4377	12,4895	15,2755	13,08	15,13
1966	5	14,4940	,6913	,3092	13,6357	15,3523	13,27	14,87
1967	12	14,3817	2,3543	,6796	12,8858	15,8775	12,79	21,28
1968	16	13,8931	,9223	,2306	13,4017	14,3846	12,35	14,92
1969	14	14,5250	1,9626	,5245	13,3918	15,6582	11,85	17,63
1970	19	14,4979	2,5287	,5801	13,2791	15,7167	12,14	23,47
1971	37	14,4357	2,1650	,3559	13,7138	15,1575	12,15	23,83
1972	62	15,2531	3,3475	,4251	14,4030	16,1032	12,55	32,95
1973	100	14,5039	2,7965	,2797	13,9490	15,0588	2,89	25,89

1974	121	14,7539	2,1704	,1973	14,3632	15,1445	12,09	21,98
1975	150	14,6764	2,0937	,1710	14,3386	15,0142	11,97	22,21
1976	125	14,5621	2,1046	,1882	14,1895	14,9347	10,20	23,85
1977	198	14,5022	1,7138	,1218	14,2620	14,7424	11,80	23,41
1978	243	14,6565	1,9494	,1251	14,4102	14,9029	11,40	23,21
1979	190	14,3427	1,8633	,1352	14,0761	14,6094	10,81	21,51
1980	201	14,7741	2,3152	,1633	14,4521	15,0961	11,89	28,40
1981	97	14,3695	2,0943	,2126	13,9474	14,7916	11,58	21,79
1982	167	14,1732	1,7678	,1368	13,9032	14,4433	11,24	24,32
1983	201	14,6696	2,7932	,1970	14,2811	15,0581	1,92	27,03
1984	327	14,3719	1,9263	,1065	14,1623	14,5814	11,26	24,49
1985	297	14,6226	1,8876	,1095	14,4070	14,8381	11,70	27,13
1986	444	14,3766	1,7359	8,238E-02	14,2147	14,5386	11,22	21,07
1987	602	14,6081	2,0150	8,213E-02	14,4468	14,7694	11,14	23,61
1988	762	14,4770	1,9706	7,139E-02	14,3368	14,6171	5,30	25,23
1989	713	14,3938	1,8984	7,110E-02	14,2542	14,5334	10,88	25,96
1990	1548	14,5332	3,4250	8,705E-02	14,3625	14,7040	3,49	125,16
1991	1499	14,3834	1,9009	4,910E-02	14,2871	14,4797	1,50	32,00
1992	2991	14,6941	6,0951	,1114	14,4756	14,9126	1,35	152,26
1993	4248	14,5971	4,0170	6,163E-02	14,4762	14,7179	,20	159,00
1994	3970	14,4152	1,8128	2,877E-02	14,3588	14,4716	1,26	30,43
1995	1857	14,4504	1,9217	4,459E-02	14,3629	14,5378	,70	28,09
1996	2179	14,5468	1,8625	3,990E-02	14,4686	14,6251	3,08	29,12
1997	2044	14,6625	1,8293	4,046E-02	14,5831	14,7418	,40	30,40
1998	2087	14,8226	1,7822	3,901E-02	14,7461	14,8991	2,86	34,63
1999	1084	15,0755	1,7739	5,388E-02	14,9698	15,1813	3,96	30,36
2000	1038	15,4463	5,6722	,1761	15,1008	15,7917	,17	188,47
2001	595	15,2344	1,8588	7,620E-02	15,0847	15,3841	11,31	29,06
Total	30248	14,6200	3,1787	1,828E-02	14,5842	14,6558	,17	188,47

EK 2: Ölçüm Yapılan Aylar ile Kirlenici Maddeler Arasındaki İlişkiyi Gösteren İstatistik Sonuçları

	Araç Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	Ortalama İçin % 95 Güven Aralığı	Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır	
CO	1	4373	8,7637	14,1063	,2133	8,3455	9,1819
	2	3615	10,5054	30,9388	,5146	9,4965	11,5142
	3	4546	9,2856	4,1458	6,149E-02	9,1650	9,4061
	4	2598	8,3351	4,5033	8,835E-02	8,1618	8,5083
	5	1511	7,0908	4,7633	,1225	6,8505	7,3312
	6	1448	4,2579	3,5338	9,287E-02	4,0757	4,4401
	7	1961	4,8479	7,8877	,1781	4,4986	5,1973
	8	1914	8,6349	5,2056	,1190	8,4015	8,8682
	9	1606	9,5396	3,4369	8,576E-02	9,3714	9,7078
	10	1333	9,6266	2,3778	6,513E-02	9,4989	9,7544
	11	1624	10,8084	30,8464	,7654	9,3071	12,3098
	12	3841	9,6249	25,0159	,4036	8,8335	10,4162
	Total	30370	8,7506	16,9723	9,739E-02	8,5597	8,9415
CO2	1	4238	5,4692	11,4865	,1764	5,1233	5,8151
	2	3560	4,9861	4,6661	7,820E-02	4,8327	5,1394
	3	4482	5,1641	4,4148	6,594E-02	5,0348	5,2934
	4	2498	6,5710	13,8481	,2771	6,0276	7,1143
	5	1422	6,7026	5,1227	,1358	6,4361	6,9691
	6	1374	9,1196	5,1073	,1378	8,8493	9,3898
	7	1871	8,3970	4,6880	,1084	8,1845	8,6096
	8	1835	5,8337	7,7509	,1809	5,4788	6,1886
	9	1483	4,9946	14,6676	,3809	4,2475	5,7418
	10	1228	3,0947	2,7639	7,887E-02	2,9400	3,2494

11	1555	3,5904	2,8998	7,354E-02	3,4461	3,7346	,01	18,16
12	3735	4,6864	4,4166	7,227E-02	4,5448	4,8281	,01	117,00
Total	29281	5,5756	8,0490	4,704E-02	5,4834	5,6678	,01	464,00
HC								
1	4305	293,4112	184,5333	2,8125	287,8974	298,9251	1,00	1999,00
2	3570	297,3816	194,1653	3,2497	291,0103	303,7530	1,00	1983,00
3	4496	298,4398	196,0876	2,9244	292,7066	304,1731	1,00	1989,00
4	2516	294,3102	198,1616	3,9506	286,5634	302,0570	,55	1999,00
5	1415	267,0950	174,8071	4,6471	257,9791	276,2109	1,00	1797,00
6	1319	255,6711	180,1507	4,9604	245,9401	265,4022	1,00	1812,00
7	1861	239,0013	174,7093	4,0499	231,0585	246,9441	1,00	1760,00
8	1811	295,2784	206,2657	4,8469	285,7722	304,7846	1,00	1921,00
9	1475	336,1244	273,1663	7,1126	322,1724	350,0764	,10	1998,00
10	1231	256,0655	181,4742	5,1723	245,9179	266,2130	,61	1292,00
11	1566	273,1737	189,7145	4,7941	263,7702	282,5771	,40	1833,00
12	3776	303,0300	189,9999	3,0920	296,9679	309,0922	1,00	1983,00
Total	29341	289,1786	196,1622	1,1452	286,9340	291,4232	,10	1999,00
O2								
1	4353	2,0358	1,8975	2,876E-02	1,9795	2,0922	,07	20,90
2	3613	1,6888	1,4177	2,359E-02	1,6425	1,7350	,02	20,30
3	4521	1,6538	1,5570	2,316E-02	1,6084	1,6992	,07	20,90
4	2566	1,7768	2,0633	4,073E-02	1,6969	1,8567	,05	20,90
5	1502	1,5641	1,4864	3,835E-02	1,4888	1,6393	,10	20,90
6	1431	1,3581	1,2731	3,366E-02	1,2920	1,4241	,06	13,40
7	1943	1,5301	1,4030	3,183E-02	1,4676	1,5925	,04	20,10
8	1913	1,6724	1,4205	3,248E-02	1,6087	1,7361	,04	13,50
9	1602	1,8781	1,6630	4,155E-02	1,7966	1,9596	,10	11,30
10	1330	1,5830	1,3156	3,607E-02	1,5123	1,6538	,10	10,00
11	1619	1,5831	1,3384	3,326E-02	1,5179	1,6483	,10	17,00

12	3823	1,5799	1,3256	2,144E-02	1,5379	1,6220	,07	18,01
Total	30216	1,6939	1,5795	9,086E-03	1,6761	1,7117	,02	20,90
AFR								
1	4357	14,8578	4,2960	6,508E-02	14,7302	14,9854	,20	188,47
2	3611	14,4504	3,6635	6,097E-02	14,3309	14,5699	3,49	152,26
3	4534	14,5450	4,2667	6,337E-02	14,4208	14,6692	,40	159,00
4	2583	14,6478	2,2258	4,379E-02	14,5619	14,7337	2,89	34,63
5	1501	14,6301	1,7519	4,522E-02	14,5414	14,7188	11,00	30,43
6	1439	14,5805	1,5865	4,182E-02	14,4985	14,6625	11,14	26,76
7	1953	14,8475	1,8829	4,261E-02	14,7639	14,9311	1,95	32,95
8	1909	14,5290	1,8531	4,241E-02	14,4458	14,6122	1,92	29,04
9	1586	14,6319	1,9402	4,872E-02	14,5364	14,7275	10,71	28,03
10	1329	14,8002	1,7630	4,836E-02	14,7054	14,8951	4,84	28,40
11	1622	14,5709	1,9293	4,790E-02	14,4770	14,6649	3,77	30,09
12	3824	14,4727	3,3546	5,425E-02	14,3663	14,5790	,17	138,00
Total	30248	14,6200	3,1787	1,828E-02	14,5842	14,6558	,17	188,47

EK 3: Araç Markaları İle Kirletici Maddeler Arasındaki İlişkiyi Gösteren İstatistik Sonuçları

	Araç Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	Ortalama İçin % 95 Güven Aralığı Alt Sınır	Üst Sınır	Minimum	Maksimum
CO	1	14886	8,8085	16,2821	,1335	8,5469	9,0700	971,00
	2	7534	9,2100	24,7263	,2849	8,6516	9,7684	874,00
	3	1239	7,9938	4,7962	,1363	7,7265	8,2612	17,88
	4	374	7,9904	5,2074	,2693	7,4609	8,5199	18,28
	5	273	8,7451	3,7666	,2280	8,2963	9,1939	17,48
	6	164	9,7376	3,6318	,2836	9,1776	10,2976	16,79
	7	259	7,9447	4,3957	,2731	7,4069	8,4826	17,58
	8	1414	8,3245	3,7330	9,927E-02	8,1297	8,5192	17,47
	9	954	8,4083	6,6467	,2152	7,9860	8,8306	123,51
	10	1504	8,3471	4,0447	,1043	8,1426	8,5517	17,86
	11	216	6,1244	5,4059	,3678	5,3993	6,8494	15,22
	12	1553	8,1395	5,5907	,1419	7,8612	8,4177	80,46
	Total	30370	8,7506	16,9723	9,739E-02	8,5597	8,9415	971,00
CO2	1	14585	5,5208	6,3029	5,219E-02	5,4185	5,6231	347,00
	2	7312	5,7136	12,0940	,1414	5,4363	5,9908	464,00
	3	1077	5,6366	5,8888	,1794	5,2845	5,9887	18,99
	4	303	5,8990	6,5288	,3751	5,1609	6,6371	18,77
	5	250	5,1503	6,0889	,3851	4,3919	5,9088	39,00
	6	137	2,9103	4,6112	,3940	2,1312	3,6894	18,31
	7	236	5,9160	4,8191	,3137	5,2980	6,5340	16,49
	8	1360	5,1647	4,1246	,1118	4,9453	5,3841	18,41
	9	905	5,0324	4,2568	,1415	4,7547	5,3101	17,77
	10	1449	5,7278	6,9417	,1824	5,3701	6,0855	131,00

11	195	7,7572	6,9262	,4960	6,7789	8,7354	,01	18,16
12	1472	5,8633	6,3352	,1651	5,5394	6,1872	,01	121,34
Total	29281	5,5756	8,0490	4,704E-02	5,4834	5,6678	,01	464,00
HC								
1	14639	301,4961	184,0974	1,5216	298,5136	304,4785	,10	1999,00
2	7319	305,6367	209,0237	2,4433	300,8472	310,4262	1,00	1999,00
3	1077	168,8152	184,3791	5,6183	157,7912	179,8393	1,00	1746,00
4	293	104,1160	113,6436	6,6391	91,0494	117,1827	1,00	433,00
5	253	239,5296	198,8682	12,5027	214,9065	264,1528	1,00	1210,00
6	136	116,5921	143,0698	12,2681	92,3295	140,8546	1,00	654,00
7	241	236,1162	157,0053	10,1136	216,1934	256,0389	1,00	929,00
8	1371	302,8332	229,1085	6,1876	290,6950	314,9714	,61	1986,00
9	906	258,8821	181,5516	6,0316	247,0444	270,7197	1,00	1562,00
10	1455	284,3600	183,2973	4,8053	274,9338	293,7861	1,00	1747,00
11	178	134,4663	188,4366	14,1239	106,5933	162,3392	1,00	1112,00
12	1473	272,3299	195,5422	5,0949	262,3358	282,3241	1,00	1904,00
Total	29341	289,1786	196,1622	1,1452	286,9340	291,4232	,10	1999,00
O2								
1	14832	1,7201	1,5335	1,259E-02	1,6954	1,7447	,04	20,90
2	7490	1,7774	1,6229	1,875E-02	1,7407	1,8142	,09	20,90
3	1225	1,2594	1,5250	4,357E-02	1,1739	1,3449	,02	17,00
4	366	1,1036	1,6233	8,485E-02	,9367	1,2704	,10	18,90
5	273	1,3212	1,2272	7,428E-02	1,1750	1,4675	,10	10,30
6	163	1,0310	1,4881	,1166	,8008	1,2611	,05	17,10
7	257	1,4580	1,3059	8,146E-02	1,2976	1,6184	,10	7,40
8	1409	1,7842	1,6690	4,446E-02	1,6970	1,8714	,08	20,90
9	954	1,6783	1,6523	5,350E-02	1,5733	1,7833	,06	19,80
10	1497	1,6892	1,5986	4,132E-02	1,6082	1,7703	,07	20,90
11	209	1,0694	1,4106	9,758E-02	,8770	1,2617	,10	9,70

12	1541	1,7129	1,6833	4,288E-02	1,6288	1,7970	,04	18,01
Total	30216	1,6939	1,5795	9,086E-03	1,6761	1,7117	,02	20,90
AFR								
1	14848	14,5095	3,4384	2,822E-02	14,4542	14,5648	,20	188,47
2	7494	14,6272	3,4446	3,979E-02	14,5492	14,7052	1,50	138,00
3	1235	15,0606	1,8404	5,237E-02	14,9579	15,1633	,17	30,32
4	372	15,2234	1,5817	8,201E-02	15,0621	15,3846	5,99	28,60
5	268	14,5443	1,7828	,1089	14,3299	14,7587	9,00	27,37
6	164	15,0825	1,4364	,1122	14,8610	15,3040	11,92	27,09
7	259	14,6591	1,7847	,1109	14,4407	14,8775	5,30	22,56
8	1408	14,7080	3,4748	9,260E-02	14,5263	14,8896	3,49	123,83
9	949	14,8215	1,9498	6,329E-02	14,6973	14,9457	8,55	28,10
10	1499	14,6485	1,9389	5,008E-02	14,5502	14,7467	,40	30,40
11	216	15,2574	1,6259	,1106	15,0393	15,4755	11,68	22,89
12	1536	14,7873	2,0593	5,254E-02	14,6842	14,8904	2,86	30,36
Total	30248	14,6200	3,1787	1,828E-02	14,5842	14,6558	,17	188,47

KAYNAKLAR

1. Aydın, Y., 1996, Motorlu taşıt araçlarının çevreye olan etkileri ile bunların azaltılması çabalarının araştırılması ve alternatif yakıt ve tahrik sistemleri. Yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir
2. Müezzinoğlu, A., 1987, Hava Kirliliğinin Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir
3. Peavy, H., 1985, Environmental Engineering, Mc Grav Hill International Editions, 3rd Edition.
4. Doğan, L., 1991, Adana'da ulaşım kaynaklı hava kirliliğinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
5. Hava Kalitesi Koruma Yönetmeliği, 2.11.1986 Tarih ve 19269 Sayılı Resmi Gazete
6. Corbitt, R., 1989, Standart Handbook of Environmental Engineering, Mc Grav Hill International Editions
7. Ata, S., 2000, Erzurum – Ilıca karayolu güzergahında motorlu taşıtlardan kaynaklanan kurşun kirliliği. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
8. Devlet İstatistik Enstitüsü, 1999, Motorlu Araç İstatistikleri 1999, Ankara
9. Ankara İli Çevre Koruma Vakfı, 1995, 1995Bülteni, Ankara
10. Kyoungcho, A., 1998, Microscopic fuel consumption and emission modeling. Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia.
11. Combrie, A., 1999, Climatology and forecast modeling of ambient CO in Phoenix, Arizona. Atmospheric Environment
12. Özbay, O., Tosunoğlu, V., Boncukcuoğlu, R., 1988, Erzurum şehir merkezinde motorlu taşıtların neden olduğu hava kirliliği ve alınması gereken önlemler. 4. Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir .
13. Viskary, E., 1999, Response of spruce seedlings to exhaust gas under laboratory conditions. Environmental Pollution, Elsevier.
14. EPA, 1977, Control techniques for lead air emissions. US Environmental Protection Agency.

15. Boncukcuoğlu, R., Özbay, O., Tosunoğlu, V., 1991, Hava kirliliği ile meteorolojik veriler arasındaki ilişkiler. Türkiye Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu, 2. Cilt, İstanbul.
16. Türk Standartları Enstitüsü, Egzoz Gazı Emisyon Standartları, TS 4236, Ankara
17. Bogo, H., 1999, Continious measurement of gases pollutants in Buenos Aires City. Atmospheric Environment.
18. Shun Hua Ye, 1999, Toxicity and health effects of vehicles in Shangai. Atmospheric Environment.
19. Demirsoy, M., 1986, Motorlu taşıtların sebep olduğu hava kirliliği ve alınması gereken önlemler. Çevre 86 Sempozyumu, Ege Üniversitesi, İzmir.
20. Sutton, O.G., 1932, A theory of eddy diffusion in the atmosphere. Proc. R. Soc. London, p:135 –143.
21. Turner, D.B., 1970, Atmospheric dispersion estimates, office of air programs publication NO. AP – 26 US. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.
22. Luhar, A.K., Patil, R.S., 1989, A general finite line source model for vehicular pollution prediction. Atmospheric Environmental, v:23, p:555-562.
23. Khara, M., Sharma, P., 1999, Performance evaluation of general finite line source model for Delhi traffic conditions. Transportation Resesarch, partD4, p:65-70.
24. EPA, 1975, Compialtion of air pollutant emission factors. Office of Air and Radiation, Office Air Quality Planning and Standarts, Resesarch Triangle Park, NC.
25. California Air Resources Board, 1986, Methodology to calculate emission factors for on-road motor vehicles. Technical Support Section, Emissions Inventory Branch, Motor Vehicle Emissions and Projections Section.
26. Mc. Collister, G.M., Wilson, K.R., 1975, Linear stochastic models for forecasting daily maxima and hourly concentrations of air pollutants. Atmospheric Environmental v:9, p:417-423.
27. Liu, J.J., Chan, C.C., Jeng, F.T., 1994, Predicting personal exposure levels to CO in Taipei based on actual CO measurements in microenvironments and a Monte Carlo simulation method. Atmospheric Environmental v:28, p:2361-2368.

28. Glen, W.G., Zelenka, M.P., Graham, R.C., 1996, Relating meteorological variables and trends in motor vehicle emissions to monthly urban CO concentrations. *Atmospheric Environmental* v:30, p:4225-4232.
29. Karim., Matsui, H., Guensler, R., 1998, A mathematical model of wind flow, vehicle wake and pollution concentration in urban road microenvironments. Part 1: Model Description. *Transportation Research D5*, p:81-92.
30. Çevre Bakanlığı Erzurum Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, 1998, Erzurum İli Çevre Durum Raporu.
31. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1996, Ekonomik ve Sosyal Göstergeler, Ankara.
32. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1987, Motorlu Taşıtlar Bülteni, Ankara.
33. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1988, Motorlu Taşıtlar Bülteni, Ankara.
34. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1989, Motorlu Taşıtlar Bülteni, Ankara.
35. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1990, Motorlu Taşıtlar Bülteni, Ankara.
36. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1991, Motorlu Taşıtlar Bülteni, Ankara.
37. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1992, Motorlu Taşıtlar Bülteni, Ankara.
38. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1993, Motorlu Taşıtlar Bülteni, Ankara.
39. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1994, Motorlu Taşıtlar Bülteni, Ankara.
40. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1995, Motorlu Taşıtlar Bülteni, Ankara.
41. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1996, Motorlu Taşıtlar Bülteni, Ankara.
42. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1997, Motorlu Taşıtlar Bülteni, Ankara.
43. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1998, Motorlu Taşıtlar Bülteni, Ankara.
44. Efthimios, Z., 2000, Organic acid emissions from natural gas – fed engines. *Atmospheric Environment*.
45. Raub, J., 1999, CO Poisoning Toxicology, Elsevier.
46. Gündüz, T., 1994, Çevre Sorunları, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Ankara.
47. Sharma, P., 2001, Modeling of vehicular exhaust. *Transportation Research*.
48. Jo, W.K., 1999, Analyses of air pollution in two major Korean Cities. Trends, Seasonal Variations, Daily One Hour Maximum Versus Other Hour Aset Concentrations And Standart Exceedences. *Environmental Pollution*.