

MOTORLARDA YANMA OLAYININ TEORİK İNCELENMESİ VE  
MOTORLU TAŞITLARIN NEDEN OLDUĞU ÇEVRE KİRLİLİĞİ

Nevin Şekerci /

Anadolu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı  
Enerji Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Prof.Dr.Battal Kuşhan

Haziran-1989

## ÖZET

Bugün kentlerimizde motorlu karayolu taşıtlarından kaynaklanan hava kirliliği gerek nitelik ve gerekse nicelik açısından en önemli çevre kirliliğini oluşturmaktadır. Bu durum ülkemizde yapılan araştırmalar ve ölçümlerle de kanıtlanmıştır. Nitekim TÜBİTAK' ın 1969 - 1971 yıllarında gerçekleştirdiği araştırma ve ölçümler sonucu 1969 yılında sadece 45.000 motorlu taşıt bulunan Ankara'daki hava kirliliğinin % 65'inin motorlu taşıt kaynaklı olduğu belirlenmiştir.

Ülkemizde de sorun haline gelen hava kirliliğini oluşturan etkenler içerisinde en büyük paya sahip olan taşıtların yama olayları incelenerek, eksos emisyonlarının uzun vadede önenebilmesi, kısa vadede de azaltılabilmesi için bugüne kadar yapılan çalışmalar araştırılıp konuyla ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının çalışmalarını değerlendirilmiştir.

## SUMMARY

Today in cities, air pollution which is result of motorized road vehicle constitutes the most important environmental air pollution. This situation is proved from the researches and measurements made in our country. Between 1969 - 1971 TÜBİTAK realized some investigations and resulted that there were 45.000 motorized vehicles in ANKARA and air pollution had reached to 65 % because of these vehicles.

In our country emissions of unburned hydrocarbons and other products of incomplete combustion have become a serious problem in connection with air pollution. To reduce this serious problem in far future and in near future, combustion events and exhaust emissions that have been studied by public associations and foundations have been investigated and utilized in this prompt.

## TEŞEKKÜR

" Motorlarda Yanma Olayının Teorik İncelenmesi ve Motorlu Taşıtların Neden Olduğu Çevre Kirliliği " konulu tez çalışmamı veren ve başladığı günden sonuçlanmasına kadar bana yardım eden, yol gösteren, çalışmalarımı inceleyip, düzenleyen değerli hocam Makina Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof.Dr.Battal KUŞHAN'a en içten teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarında bana yardımcı olan Türkiye Çevre Eğitim Vakfı ile Eskişehir Sağlık ve Sosyal Yardım Müdürlüğü Çevre Sağlığı yetkililerine teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

x

Sayfa

ÖZET .....	iii
SUMMARY .....	iv
TİPŞEKİR .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZİMLER DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. HAVA KİRLİLİĞİ VE HAVA KİRLİLİĞİNE NEDEN OLAN FAKTÖRLER ....	2
2.1. Hıos Emısyonlarının Nedenleri .....	3
2.1.1. Yakıtın özellikleri .....	4
2.1.2. Mazot pompası, enjektör, karbüratör ve ateşleme sistemleri .....	4
2.1.3. Hava ve yakıt filitrelere .....	5
2.1.4. Silindir aşınması .....	5
2.1.5. Fazla yükleme .....	6
2.1.6. Motorlu taşıtlarda yağ dağılımının emisyonlara etkisi .....	6
2.2. Hıos Gazı Bileşenleri, Oluşunları ve Bunların Neden Olduğu Zararlar .....	7
2.2.1. Karbonmonoksit .....	7
2.2.2. Karbondioksit .....	9
2.2.3. Yanmamış hidrokarbonlar .....	9
2.2.4. Azotoksitleri .....	10
2.2.5. Kültürt bileşikleri .....	10
2.2.6. Katı zerreler .....	11

## İÇİNDEKİLER (devam)

	X	<u>Sayfa</u>
2.3. Eksos Emisyonlarının Kontrolü .....		11
2.3.1. Karbonmonoksit kontrolü .....		11
2.3.2. Hidrokarbon kontrolü .....		11
2.3.3. Azotoksit kontrolü .....		12
3. ENERJİ VE YAKITLAR .....		13
3.1. Enerji ve Dönüşümleri .....		13
3.2. Yakıt Türleri .....		13
3.3. Yakıtların Özellikleri .....		13
4. BENZİN MOTORLARINDA YANMA .....		14
4.1. Ana Teori ve Deneyler .....		14
4.2. Karışım Hazırlama, Ateşleme ve Yanma .....		15
4.2.1. Karışım Hazırlama .....		15
4.2.2. Ateşleme ve Yanma .....		16
4.3. Benzin Motorlarında Vuruntulu Yanma .....		16
4.3.1. Vuruntulu yanmanın zararları ve korunma .....		16
5. DİZEL MOTORLARINDA YANMA .....		17
5.1. Yanma Üzerine Genel Bilgiler .....		17
5.2. Dizel Motorlarında Karışım Teşhili ve Yanma Odası Türleri .....		19
5.2.1. Yanma Odası Türleri .....		20
5.2.2.1. Direkt püskürtme yöntemi .....		20
5.2.2.2. İndirekt püskürtme yöntemi .....		21
5.3. Dizel Motorlarında Vuruntu .....		23
5.4. Dizel Motorlarının Karakteristik Özellikleri .....		23
6. BENZİN VE DİZEL MOTORLARININ HAVA KİRLİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLE- RİNİN KARŞILAŞTIRILMASI .....		24

## İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
7. EKSOZ EMİSYONLARININ AZALTILMASI İÇİN ALINACAK ÖNLEMLER ....	25
7.1. Motorun Çalışma Koşullarını Etkileyerek Alınacak Önlemler .....	27
7.1.1. Emme havası sıcaklığı .....	27
7.1.2. Emme havasına su püskürtme .....	27
7.1.3. Eksos gazlarının emme havasına karıştırılması ..	27
7.1.4. Kademeli dolgu .....	28
7.1.5. Yakıtta yapılan ilaveler .....	28
7.2. Motorda Alınacak Önlemler .....	28
7.2.1. Püskürtme sistemi karakteristiği .....	28
7.2.2. Sıkıştırma oranı .....	29
7.2.3. Silindirdeki hava sirkülasyonu .....	29
7.2.4. Yanma metodu .....	29
7.3. Eksos Gazlarını Atmosfere Vermeden Önce Alınacak Önlemler .....	29
7.3.1. Katalizörlü tağıtların kullanılması .....	30
7.4. Alternatif Yakıtların Kullanılması .....	32
8. EKSOZ EMİSYONLARININ NEDEN OLDUĞU HAVA KİRLİLİĞİNİN AZALTILMASI İÇİN YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	33
9. SONUÇLAR VE İRDELEME .....	39
10. ÖNERİLER .....	45
KAYNAKLAR DİZİNİ .....	48

## İÇİNDEKİLER (devam)

### EKLER

1. Türk Standartları (TS 4236)

Motorlu Karayolu Taşıtlarının Eksos Gazındaki Hava Kirlenmeler İçin  
Emisyon Sınır Değerleri

2. Türk Standartları Enstitüsü ile İzmir Büyük Şehir Belediyesi İşbirli-  
ği Protokolü Örneği



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. (Hava/yakıt) oranının bir fonksiyonu olarak yanmamış hidrokarbon, karbonmonoksit ve azotoksitlerin tipik konsantrasyonları .....	12
5.1. Dizel motorlarında yanmanın evreleri .....	18
5.2. Direkt yama odası .....	21
5.3. Ön yama odalı motorun şematik görünümü .....	22
5.4. Türbülans yama odası yöntemi .....	22
7.1. Hava fazlalık katsayısının oksos emisyonları, özgül yakıt sarfiyatı ve efektif ortalama basınç etkisine ait bir örnek .....	26
7.2. Motorlarda oksos emisyonlarının redüksiyonuna ait önlemlerin spesifik emisyonlar ile motor verimi ve özgül güç üzerine etkisi .....	31

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Ankara'da ısınma ve ulaşım kaynaklı hava kirliliği .....	3
2.2 Motorlu taşıtlardaki emisyonların kaynaklara göre oranları (% ortalama).....	8
7.1. Deneyde kullanılan otomobillerin özellikleri .....	30
7.2. Deney sonucunda ölçülen eksos emisyon değerleri .....	32

## 1. GİRİŞ

Dünyadaki enerji tüketiminin hızla artması ve enerjinin geniş ölçüde yanma reaksiyonlarıyla temin edilmesi, günümüzde lokal boyutlarda da olsa insanların ve diğer canlıların sağlığını ciddi biçimde etkiler duruma gelmiştir. Hava kirlenmesi kentlerde yaşayan büyük kitlelerin sağlığı bakımından son yılların güncel bir problemini oluştururken diğer taraftan da içten yanmalı motorların karşılaştığı en büyük teknik sorunlardan biri olmuştur.

Doğal varlıkların korunması, insanların temiz, sağlıklı ve huzurlu bir çevrede yaşama ihtiyacı, çevre sorunlarının her geçen gün artan önemini ortaya koymuştur.

Son yıllarda halkın dikkati taşıtlardan yayılan eksos gazları sorununa yöneltilmiştir. Bu problem ilk önce bitkilerin hasar gördüğü, göz ve boğaz hastalıklarının arttığı ve görüş sahasının azaldığı A.B.D. nin LOS ANGELES kentinde gündeme gelmiştir.

Hava kirliliğine neden olan emisyonların<sup>1</sup> bir kısmı gözle görülebilmekte veya kokusu hissedilebilmektedir. Ancak bir kısmı, özellikle de çok daha zararlı olanları özel cihazlarla saptanıp ölçülebilmektedir. Bu da kamuoyunda hava kirliliğinin varlığından, tanımına, tehlikesine ve sürekliliğine kadar önemli yanılguların oluşmasına neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak da hava kirliliğini önlemek amacıyla yapılan çalışmalar geciktirilmekte ve yeteri kadar dikkate alınmamaktadır.

Hava kirliliğinin genelde nüfus artışı, kentleşme, endüstrileşme ve daha rahat, daha yüksek yaşam standardı ile ortaya çıkan tüm çevre

---

<sup>1</sup>Yakıt ve benzerlerinin yanmasıyla; sentez, ayrışma, buharlaşma ve benzeri işlemlerle, maddelerin yığılması, taşınması ve bu gibi diğer mekanik işlemler sonucu bir tesisten, motordan atmosfere yayılan hava kirliticileridir.

sorunları içerisinde öncelikle çözümlenmesi gereken önemli bir sorun olduğu kuşkusuzdur.

Günümüz çevre sorunlarının herbirinin, kısa veya uzun vadede sosyo-ekonomik yaşantımızda veya sağlığımızın korunmasında göz ardı edilemeyecek olumsuz yönlerinin bulunduğu gerçek olmakla beraber fizyolojik yapımız gereği öncelikle yeterli ve temiz bir havaya gereksinmemiz olması bizleri hava kirliliği sorununu ivedi olarak çözmeye zorlamaktadır.

Burada ulaşımdan gelen hava kirliliği ele alınarak, benzin ve dizel motorlarındaki yanma olayı incelenip, bunun sonucunda oluşan eksos emisyonlarının oluşumları, zararları araştırılıp, bu zararların önlenmesi için alınabilecek önlemler ve bugüne kadar yapılan çalışmalar araştırılıp, derlenmiştir.

## 2. HAVA KİRLİLİĞİ VE HAVA KİRLİLİĞİNE NEDEN OLAN FAKTÖRLER

Hava kirliliğine taşıtların eksos gazları, ısınma ve endüstri atıkları neden olmaktadır. Bu üç ayrı hava kirliliği etkenleri çoğu ke-re birlikte oluşurlar ve doğal olarak da hava kirliliği yaşamı oldukça tehdit eden oluşumlara ve felaketlere neden olmaktadır.

Hava kirliliğine neden olan bu üç ayrı etken içerisinde en fazla orana ulaşım sahiptir (İ.K.U., 1987). Ankara, İstanbul ve İzmir'de yapılan ölçümler sonucu motorlu taşıt kaynaklı hava kirliliğinin, toplam kirlilikteki payının % 70 leri aştığı ve böylece sınırların tam aksine, ısınma (soba ve kalorifer) kaynaklı hava kirliliğinden en az 2 kat fazla bir kirliliğe neden olduğu saptanmış bulunmaktadır (Çizelge 2.1) (End.Müh.Sem., 1989).

Benzin motorları normal olarak yakıt bakımından zengin bir karışımla çalıştıklarından ( $\lambda < 1$ ) arzu edilmeyen miktarda karbomonoksit, hidrokarbon, azotoksit ve kurşun bileşiklerini içeren eksos emisyonlarını atmosfere verirler. Dizel motorları ise hava fazlalığında çalış-

tığından ( $\lambda > 1$ ) eksos gazlarında genelde koku, azotoksitleri ve toz parçacıklarına bulaşmış benzopren türevleri daha yoğun olarak bulunur. Tam yük altında bazen dumanda görülür.

Çizelge 2.1 Ankara'da ısınma (EV) ve ulaşım (Oto) kaynaklı hava kirliliği (TÜBİTAK-NATO/CCMS çalışması) (End.Müh.Sem., 1989).

Toplam Kirliliğin Kaynaklara Göre Dağılımı						
Yıl	Motorlu Taşıt Sayısı	Isınma ve Ulaşım Kirliliği Ton/yıl	Isınma Kirliliği	Pay %	Ulaşım Kirliliği	Pay %
1969	45.000	109310	38280	35	71030	65
1990	225.000	506620	113650	23	392970	77

Not: 1990 için öngörülmüş bu taşıt sayısına 1987'de ulaşılmıştır.

Gerek benzin gerekse dizel motorlarında eksos emisyonlarını azaltabilmek için alınabilecek tedbirlerin çoğu motor gücünün ya da veriminin düşmesine yol açmaktadır. Günümüzde yakıtta ekonomi sağlayan ve eksos emisyon miktarları minimum seviyede olan taşıtların yapımına doğru bir yönelme vardır.

## 2.1. Eksos Emisyonlarının Nedenleri

Hava kirliliğinin en tehlikeli unsurlarından olan eksos emisyonları motorların yanma verimi ile direkt ilgilidir. Genel olarak benzin ve dizel motorları için verimli yanmaya ekti eden faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz.

- Yakıtın özellikleri
- Mazot pompası, enjektör, karbüratör ve ateşleme sistemleri
- Subap ayarları
- Silindir aşınması
- Fazla yükleme

Bu nedenlerden bir veya birkaçı bir araya geldiğinde zehirleyici eksos emisyonları hissedilebilir duruma gelmektedir.

### 2.1.1. Yakıtın özellikleri

Bazı teknik amaçlara ulaşabilmek için yakıtlara kimyasal maddeler katılmaktadır. Bu katılan maddelerde yanma sonucunda hava kirliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu maddelere örnek olarak; benzine oktan sayısını arttırmak amacıyla katılan kurşun tetraethyl, kurşun tetramethyl, kurşun süpürücü olarak katılan etilendibromar, etilendikloror ile motorine setan sayısını arttırmak amacıyla katılan Amilnitrat, Bitölnitrat verilebilir.

Belirli zamanda ateşlemenin olabilmesi için benzine % 0,02 - 0,06 hacim kurşun tetraethyl katılmaktadır. Motorun çalışması ve yanma sonucu söz konusu kurşunun % 50 - 70'i eksos gazları ile havaya atılmaktadır. 10 lt. benzinle 100 km. giden bir araç 2 - 3 gr. kurşunu havaya iletmiş olur. Bu da saatte 2000 araçlık bir trafikte 40 - 60 gr. km./saat kurşunun havaya aktarılması demektir (Barth, 1987). Çoğu zaman trafik yoğunluğunun bu değerlerin üzerine çıktığında bir gerçektir.

### 2.1.2. Mazot pompası, enjektör, karbüratör ve ateşleme sistemleri

Mazot pompasının, özellikle püskürtme başlangıcının yanlış ayarlı ve elemanlarının aşınmış olması; püskürtmenin gerektiği anda yapılamamasına ve enjektörlere gerekli basıncın sağlanamamasına, dolayısıyla de zehirli emisyonların artmasına neden olmaktadır.

Bu aşamada dikkat edilmesi gereken bir hususta hatalı enjektör kullanımını olmaktadır. Özellikle delik çapı aşınarak büyümüş ve düşük ba-

sıngta çalışan enjektörler, yakıtın tam pulvarizasyonunu sağlayamadan iri zerrecikler halinde püskürmesine ve bunun sonucunda da karışımın tam olmaması nedeni ile verimsiz ve fazla emisyon çıkışlı bir yanmaya neden olmaktadırlar (İ.K.U., 1987).

Karbüratörde sağlanan karışımın çok zengin veya çok fakir olması da, motorun yanma verimini etkilemektedir. Örneğin karışımın fakirleşmesi ile eksosda alev çıkışı, eksos subaplarının tahrip olması, vuruntu veya ön ateşleme gibi anormal yanmalar ortaya çıkmaktadır. Karışımın zenginleşmesi ile de; silindir segman ve piston yüzeylerinde kurumlanma nedeniyle aşınmanın hızlanması, kontrolsüz ateşlemenin ortaya çıkması, silindire giren fazla benzinin silindir cidarındaki yağlama yağının viskozitesini düşürdüğünden silindirdeki aşınmanın hızlanması gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır (İ.K.U., 1987).

Motorlarda tam yanmanın sağlanamaması, eksos gazı çıkışında sağlığa zararlı karbonmonoksit ve yanmamış hidrokarbon miktarının ve dolayısıyla ile hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Ateşleme sisteminde bulunan buji, platin gibi parçaların hatalı çalışması yada görev yapmaması ile de bir veya birkaç silindirde ateşleme yapılamadığından istenmeyen eksos emisyonları oluşmaktadır.(İ.K.U., 1987).

### 2.1.3. Hava ve yakıt filitrelere

Zamanında değiştirilmeyen hava filitrelere tıkalı olmaları nedeniyle yanmanın iki unsurundan biri olan havanın sağlıklı olarak silindire emilmemesini ve dolayısıyla yanmanın zengin bir karışım ile yapılmasını sağlamaktadır. Bu da eksosdan çıkan zehirli emisyonların artmasına neden olmaktadır. Aynı şekilde özelliklerini yitirmiş yakıt filitresi de yakıtın iyi süzülmesini sağlayamayacağından eksosda istenmeyen emisyonlara neden olacaktır (İ.K.U., 1987).

### 2.1.4. Silindir aşınması

Gömlek - piston - segman takımının zamanla aşınarak ölçü toleransı-

ni aşması halinde sıkıştırma tam olarak yapılamamakta ve bir kısım basınç kartere kaçmaktadır. Bu ise yanma için yeterli hava miktarının ve basıncının azalmasına neden olarak verimsiz yanmayı oluşturacağı gibi aynı zamanda karterde oluşacak yüksek basınç nedeni ile karter havalandırmasından fazla miktarda yağ buharlaşmasına ve dolayısı ile atmosfer kirliliğine neden olacaktır. Segmanların aşınması, ayrıca yağlama yağının yanma odasına sızması ve yanması sonucunda zehirli emisyonların artmasına neden olacaktır (İ.K.U., 1987).

#### 2.1.5. Fazla yükleme

Muhakkak ki, her sistemin taşıyabileceği ve önceden saptanan bir yük kapasitesi vardır. Motorlarda fazla yükleme; birim zamanda harcanan yakıt miktarını arttıracığı için eksos emisyonlarının da artmasına neden olacaktır (İ.K.U., 1987).

#### 2.1.6. Motorlu taşıtlarda yaş dağılımının emisyon miktarlarına etkisi

Bilindiği gibi bütün canlı ve cansız varlıklarda olduğu gibi taşıt araçları da eskidikçe karakterlerinde ve çeşitli fonksiyonlarında bir takım değişiklikler olmaktadır. Bu değişiklikler genelde olumlu yönde değildir. Eksos gazları açısından da bu böyle olup, araçlar eskidikçe onların emisyon miktarlarında artışlar ortaya çıkmaktadır.

Bu konuda yapılan çalışmalar sonucunda, eskimeden en çok etkilenen kaynağın eksos olduğu gözlemlenmiştir. Kirletici parametrelerin hemen hemen tamamında eksosdan kaynaklandığı göz önüne alındığında taşıtların yaşlanması ile bütün kirlenme tablosunda önemli bir değişiklik olacağı kendiliğinden ortaya çıkmaktadır (Erkan, 1988).

Bütün bunların sonucunda da; taşıtların yaş dağılımının şehirlerdeki trafikte çok büyük önem taşıdığı ortaya çıkmaktadır.

Bu konuda bir araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmada; 1966 ve 1976 model iki araba ele alınmış ve bu arabalarla ilgili literatür bilgileri derlenmiştir. Üç kirletici karbonmonoksit, hidrokarbon ve azot-



oksitleri ele alınmıştır. Araba 0 kilometrede iken emisyonlar birim olarak alınmış ve arabanın yaşlanması ile bu emisyonların ne şekilde değiştiği gözlenmiştir. Bu gözlem sonucunda; karbonmonoksitin yaklaşık 4 yılda % 25 oranında diğerlerinin de hemen hemen karbonmonoksitide paralel oranlarda arttığı ve 9 yıl sonunda emisyonlarda % 35'e varan artışlar olduğu, ayrıca 10 yıllık bir arabanın yeni bir arabanın 1,5 katı kadar eksos emisyonu yaydığı gözlenmiştir (Erkan, 1988).

Taşıtların yaş dağılımının neden olduğu hava kirliliğini birazda olsa azaltabilmek için, çok yaşlı arabaların işletmeden kaldırılması, en azından trafiğin çok yoğun olduğu yerlerde trafikten kalkması ve eğer mümkünse hiç olmazsa arabalar yaşlı olsalar bile bakımlarının çok iyi yapılması gerekliliği ilk akla gelebilecek önlemlerdir.

## 2.2. Eksos Gazı Bileşenleri, Oluşumları Ve Bunların Neden Olduğu Zararlar

Motorlu taşıt araçlarında yakılan 1 litre yakıt, kendi hacminin 1000 katından fazla eksos gazı oluşturmaktadır (End.Müh.Sem., 1989). Eksosdan çıkan gazlar karbondioksit ( $CO_2$ ), su buharı ( $H_2O$ ) gibi kısmen zararsız bileşenlerle karbonmonoksit ( $CO$ ), hidrokarbonlar ( $HC$ ), azotoksitleri ( $NO_x$ ), kükürtdioksit ( $SO_2$ ) ve kurşun ( $Pb$ ) gibi zararlı gazları içerir. Bu gazların kirletici kaynaklara göre dağılım oranları Çizelge 2.2. de gösterilmektedir. Eksos emisyonları solunum yollarında ve kanda çeşitli rahatsızlıklara neden olabildikleri gibi, kansorejen etkileri de bilinmektedir. Aracın 1 km. hareketi sırasında eksos gazlarında 15,9 - 34,9 gr. karbonmonoksit, 1,5 - 2,3 gr. hidrokarbon, 2,0 - 3,3 gr. azotoksit ve 0,01 gr. kurşun atmosfere verilmektedir (End.Müh.Sem., 1989).

### 2.2.1. Karbonmonoksit ( $CO$ )

Bu gaz için başlıca kaynak, benzin ile çalışan motorlu taşıtlardır.

Çizelge 2.2 Motorlu taşıtlardaki emisyonların kaynaklara göre oranları (% ortalama) (End.Müh.Sem., 1989).

Emisyonların Kaynağı	EMİSYONLAR			
	HC	CO	NO <sub>x</sub>	Pb
Benzin Buharlaşması	20	0	0	0
Eksos Gazları	60	100	100	100
Motor Karteri	20	0	0	0

Karbonmonoksit yakıt bakımından zengin karışımların yanması sonucu oluşmaktadır. Zengin karışımlar hızın düşük olduğu anlarda söz konusudur. O halde karbonmonoksit miktarlarının azalması aracın hızlı gidişine bağlıdır. Araç boşta çalışırken yani rölantide iken karbonmonoksit oranı en yüksek ve hacmen % 7,5 - 8 arasındadır. Aracın hızı arttıkça karbonmonoksit oranı % 1,5'a kadar düşer (İ.K.U., 1987).

Canlılar için çok zehirli olan bu gazın zararlılığı; kanda dokulara oksijen taşıyan hemoglobin ile kalıcı bileşikler oluşturması ve bu maddeyi oksijen taşıyamayacak hale getirmesidir (End.Müh.Sem., 1989).

Bu gazın zehirleyici etkisi solunan hava miktarına, kişinin karşılaşma süresine, solunumun şiddetli olup olmasına göre değişir. Bu gaz daha ziyade bazı mesleklerde çalışanlar için tehlike oluşturur. Bu konuda kavşaklarda çalışan nokta polisleri, iyi havalandırılmayan garajlarda çalışan kişiler ve sürücüler klasik örnekler olarak verilebilir.

Günümüzde kazda tolere edilebilecek karbonmonoksit konsantrasyonları ortalama % 0,8 max. % 2,5 olarak kabul edilebilir (End.Müh.Sem., 1989).

### 2.2.2. Karbondioksit ( CO<sub>2</sub> )

Karbondioksit zararlı bir bileşen olarak düşünülmemektedir. Ancak atmosferin yanma reaksiyonları sonucu devamlı olarak karbondioksit üretilmesine belirli bir sınıra kadar tahammül edilebileceği düşünülmekte ve sürekli karbondioksit artışının iklimi etkilediği düşünülmektedir (İ.K.U., 1987).

### 2.2.3. Yanmamış hidrokarbonlar ( HC )

Benzin motorlarında yapılan incelemeler stokiyometrik<sup>1</sup> yanmada ciddi etkilerinin daha düşük olduğunu göstermektedir. Genişleme fazında yanmamış hidrokarbonların da reaksiyona girmesi, özellikle stokiyometrik karışımlar için gerekli hava miktarında hidrokarbon konsantrasyonunu düşürmektedir. Minimum hidrokarbon emisyonu stokiyometrik karışım değerlerinde elde edilmektedir. Bu değerler gerçekte motorun ekonomik çalıştığı hava fazlalığı bölgesidir. Hava fazlalığının daha yüksek değerleri hidrokarbon emisyonu bakımından en kötü çalışma bölgesidir. Dizel motorları normal bu bölgede çalışmaktadır.

Dizel motorlarında hidrokarbon emisyonu ya yakıtın soğuk bölgelerde yanmasına engel olunmasından veya hava bakımından çok fakir bölgelerin yanma sonuna kadar muhafaza edilmesinden doğmaktadır. İkinci halde hidrokarbon emisyonlarının ortaya çıkması bölgesel sıcaklıkların da yüksek olması ile mümkündür. Aksi halde is oluşur. Yakıt yeterince parçalanmıyorsa, silindirde hava hareketi eksikse, sıcaklıklarda düşükse hidrokarbon oluşumu artar. Ayrıca motorun yanma odası konstrüksiyonuna göre

---

<sup>1</sup>Stokiyometrik karışım: Belli miktardaki bir yakıtın mükemmel yanabilmesi için gerekli hava miktarı.

(yüzey/hacim) oranı arttıkça hidrokarbon emisyonunun artması beklenir (İ.K.U., 1987).

Yanmamış hidrokarbon atmosferde smog (dumanlı sis) oluşumuna katılırlar. Ayrıca kanserojen etkileri bulunmaktadır (End.Müh.Sem., 1989).

#### 2.2.4. Azotoksitleri ( $\text{NO}_x$ )

Benzin ve dizel motorlarında azotoksit oluşumu için şu özellikler bulunmaktadır (İ.K.U., 1987).

- Azotoksit, büyük ölçüde çevrimin yüksek sıcaklık bölgesinde oluşmaktadır. Yüksek yanma hızı tutuşmanın öne alınması, ağırlı doldurma, fazla sıkıştırma gibi max. sıcaklığı yükselten bütün teknik girişimler azotoksit emisyonunun artmasına neden olmaktadır.

- Yüksek oksijen konsantrasyonları azotoksit oluşumunu kolaylaştırılmaktadır.

Atmosfer içerisinde bulunan Olefinler, Aldehitler ve diğer bazı hidrokarbonlar güneş ışınlarının etkisi altında azotoksitleri ile karşılaşılırsa, çeşitli kimyasal reaksiyonlar meydana gelir. Bu reaksiyonların sonucu olarak da yeni fakat zararlı maddeler ortaya çıkar. Hava içinde türeyen bu yeni maddelere foto-kimyasal kirleticiler denilmektedir. Bunlar da; göz, burun, boğaz ve solunum yollarını ileri derecede tahriş ederler ve bu suretle de saatlerce devam eden rahatsızlıklara neden olurlar. Bazı bölgelerde bu gibi belirtiler, havanın fazlasıyla kirlendiğini gösteren alarm işareti olarak kabul edilir (İ.K.U., 1987).

#### 2.2.5. Kükürt bileşikleri

Bu madde benzin, motorin ve fuel-oil yakmalarında % 3 - 5 oranında oluşur. Çeşitli oksitler içinde kükürtdioksit ölçülür. Bu oksidin ölçülmesi kolaydır. Bu oksidin bulunmasıyla diğer oksitlerin de varlığı kabul edilir. Kabul edilebilir değeri 5 ppm. dir. 0,01 ppm. artınca bitkilere zarar vermeye, 0,1 -0,2 ppm. artarsa canlılara ve insanlara zarar vermeye başlar (İ.K.U., 1987).

### 2.2.6. Katı zerreler

Dizel motorlarında; hidrokarbon moleküllerinin parçalanmasıyla oluşan karbon tanecikleridir.

Bu maddelerin başında gelen is, dizel motorlarında eksosda üç ayrı form'da gözlenir.

- Yanmanın tamamlanmamış olmasından doğan, karbon zerrelerini içeren siyah is.
- Yanmamış yakıt dumanından oluşan beyaz is.
- Yanmış yağlama yağından oluşan mavi is.

Katı zerreciklerden kurşun da eksos gazlarının zehirli bir bileşenidir. Benzin motorlarında, vurutuya dayanıklılığı arttırmak ve eksos subaplarının aşınmasını azaltmak amacıyla kullanılan kurşun, eksos gazı bileşeni olarak atmosfere verilmektedir.

Katı zerreler; sağlık üzerindeki olumsuz etkilerinin yanında katı karbon tanecikleri halinde yaşam alanlarını da kirletmektedirler.

## 2.3. Eksos Emisyonlarının Kontrolü

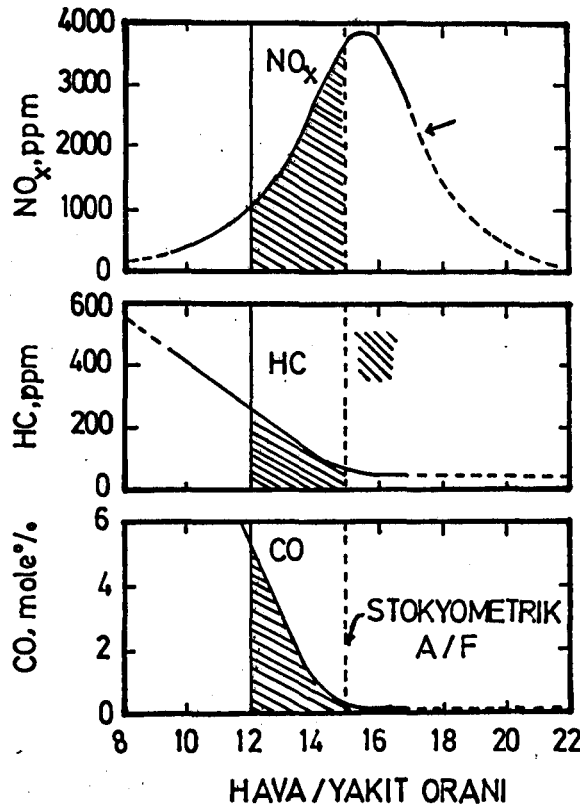
### 2.3.1. Karbonmonoksit kontrolü

Şekil 2.1 'de de görüldüğü gibi hava/yakıt oranındaki artış karbonmonoksit emisyonunu indirmektedir.

### 2.3.2. Hidrokarbon kontrolü

Hidrokarbon emisyonlarının yaklaşık % 20 - 25'i karterde oluşmaktadır (Benson, 1979). Bu yüzden karteri kontrol altına almak hidrokarbonların oluşumunu azaltacaktır.

Karterin kontrolü; atmosfere çıkış deliğinin kapatılması ve yakıtın motor giriş ağzına geri tepilerek tekrar yanmasıyla olmaktadır. Ancak burada esas olarak, emme manifoldunun; emiş ile birlikte, ventilasyon ha-



Şekil 2.1 (Hava/yakıt) oranının bir fonksiyonu olarak yanmamış hidrokarbon, karbonmonoksit ve azotoksitlerin tipik konsantrasyonları (Benson, 1979).

vasını ve hidrokarbonları girişteki karışıma sevk etmesidir. Ayrıca uçabilen maddelerin yakıt tankı ve karbüratör gibi yerlerden uymasını önleyecek tedbirlerde alınmalıdır. Bütün bu önlemler hidrokarbon emisyonlarını % 20 kadar düşürebilmektedir (Benson, 1979).

### 2.3.3. Azotoksit kontrolü

Alev sıcaklığını, hızını ve sıkıştırma oranını azaltmak azotoksit emisyonlarını dikkate değer şekilde azaltmaktadır.

Ayrıca eksos gazlarının % 5 - % 10'unun geri yedirilmesi ile de azotoksitleri yaklaşık yarıya düşürecektir. Fakat bu durumda motor veriminde düşmektedir (Benson, 1979).

### 3. ENERJİ ve YAKITLAR

#### 3.1. Enerji Ve Dönüşümleri

Motorlar, yakıtların yanması sonucu oluşan ısı enerjisini, mekanik enerjiye dönüştüren kuvvet makineleridir. Bu enerji dönüşümünde ısı enerjisinin tümünün mekanik enerjiye dönüştürülmesi gerçekleştirilemez. Enerjinin büyük bir kısmı soğutma suyu ve eksos gazlarıyla dışarıya atılır. Ancak % 35 - 40'ı mekanik enerji olarak kullanılır (Cerit, 1977).

#### 3.2. Yakıt Türleri

Doğada bulunan bütün yakıtlar dış görünüşleriyle; katı, sıvı ve gaz halindedirler. Bir yakıtın motorda yanabilmesi için gaz halinde veya buharlaşmış ve yine gaz kıvamına yakın bir hale gelmiş olarak silindire girmiş olması gereklidir.

Bu durum gaz yakıtlar için önemli bir sorun oluşturmaz. Sıvı yakıtlar ise; karbüratör, yakıt pompası ve enjektör gibi organların yardımıyla buharlaşmakta veya çok ince zerrecikler haline gelebilmektedir.

Katı yakıtları ise jeneratör cihazı ile gaz haline getirip motorlarda kullanmak mümkün olduğu gibi, linyit vb. katı yakıtlardan bazı kimyasal yöntemlerle benzin elde edip, motor yakıtı olarak kullanmak mümkündür (Cerit, 1977).

Gaz, sıvı ve katı yakıtların içerisinde, bütün motorlar için en elverişli olan sıvı yakıtlardır. Ancak; son günlerde sıvılaştırılmış petrol gazı ve doğal gaz gibi yakıtların motor yakıtı olarak kullanılabilmesi için bazı çalışmalar yapılmaktadır.

#### 3.3. Yakıtların Özellikleri

Motorlarda kullanılan yakıtlar; kolay karışım meydana getirmeli, iyi yarmalı, yanma sonunda artık bırakmamalı, az yer tutmalı, taşınması

ve depolanması kolay olmalı ve her zaman kullanıma hazır olmalıdır (Cerit, 1977).

Genellikle motorlarda kullanılan yakıtların ısı değerleri yüksektir. Isı değerlerinden başka benzin ve dizel motoru yakıtlarında bazı özellikler aranır. Bunlar;

- a- Buharlaşma ısısı
- b- Soğuğa karşı dayanıklılık
- c- Akıcılık (Vizkozite)
- d- Yakıtların korozyon yapma durumları
- e- Yakıtın yanması için gerekli hava miktarı
- f- Yakıtın yanma hızı
- g- Yakıtın kendi kendine yanma ısısı
- h- Yakıtların vuruntu yapma durumları ve vuruntuya karşı dayanıklılık.

Yakıtlar ayrıca; motor tipine göre hava kirliliği açısından yeterli özellikte olmalıdır.

#### 4. BENZİN MOTORLARINDA YANMA

Genellikle benzin motorları homojen bir yakıt hava karışımı ile beslenir ve ateşleme olduğu anda bu bir gaz karışımı şeklindedir. Homojen olmayan karışımların kullanılması da denenmiş olmakla beraber pratikte fazla uygulama alanı bulamamıştır.

##### 4.1. Ana Teori ve Deneyle

Benzin motorlarında yanma olayı üzerine birçok teorik ve deneysel çalışmalar yapılmaktadır. Bu araştırmalar, benzin motorlarında yanma olayı çevriminin, ideal çevrimden farklı olduğunu göstermiştir (Taylor, 1972).

Benzin motorunda yanma olayı; silindirde bulunan yakıt buharı, hava



ve artık gazlarla homojen karışımın bir buji ile ateşlenmesi sonucu bağlar. Oluşan alev karışım boyunca yayılır. Karışım tamamen yanıcaya kadar devam eder. Yakıt-hava karışımının ateşlenmesi Üst Ölü Noktadan önce ve motorda maksimum güç elde edilebilecek açıda olmalıdır.

#### 4.2. Karışım Hazırlama, Ateşleme Ve Yanma

##### 4.2.1. Karışım hazırlama

Benzin motorlarında, yamaya hazır yakıt hava karışımını silindire emme strokunda emilir ve sıkıştırma strokunda da sıkıştırılır. Yanma Ü.Ö.N. yakınında yabancı ateşleme ile gerçekleştirilir. Yanma için gerekli hava bir hava filitresinden geçirilerek karbüratöre gönderilir.

Karışım hazırlama, motor tarafından emilen hava içerisine belli miktarda yakıt göndermekle başlar. Bu yakıt ya karbüratör yada püskürtme düzeni tarafından emme subabından önce emme kanalına ya da doğrudan silindir içerisine gönderilir. İstenilen hava fazlalık katsayısına uygun yakıt miktarının ayarı karbüratörün ya da püskürtme düzeninin konstrüktif yapısıyla çözümlenir.

İdeal karışımın hazırlanmasında yakıt, gaz şeklinde bulunmalı ve homojen yakıt-hava karışımı sağlamalıdır. Çünkü ateşleme ve yanma ancak belli bir karışım oranında başarıya ulaşır. Karışım oranları stokyometrik bileşimlere yakın olmalıdır. Stokyometrik karışım oranları yanma denklemlerinden ve yakıtın elementer analizinden elde edilir. Böylece belli miktardaki yakıtın mükemmel yanabilmesi için gerekli hava miktarı bulunur.

Karışım oranı güce, sarfiyata ve gerekli ateşleme ayarına bağlıdır. Benzin motorlarında en iyi güç; bir silindirli motorlarda  $\lambda=0,95$  hava fazlalık katsayısında ve çok silindirli motorlarda ise  $\lambda=0,85 \sim 0,90$  değerinde elde edilir.

#### 4.2.2. Ateşleme ve yanma

Benzin motorlarında; yakıt-hava karışımının ateşlenip yanabilmesi için karışım şu koşulları gerçekleştirmelidir:

1- Karışım; tutuşmaya hazır yakıt-hava karışımında olmalıdır. İ- çinde az yakıt çok oksijen bulunan fakir karışım ile içerisinde çok ya- kıt az oksijen bulunan zengin karışım tutuşmaz.

2- Karışımın herhangi bir yerinde, karışımın tutuşma sıcaklığının üstündeki bir sıcaklığa çıkılmalıdır. Tutuşma sıcaklığı yakıtın cinsi- ne ve sıkıştırılan havanın yoğunluğuna bağlı olup sabit bir değerde de- ğildir.

3- Yanma sonunda ortaya çıkan ısı, eksos gazları ve motor cidarları tarafından dışarıya atılan ısıdan daha fazla olmalıdır. Bu, yanmanın devamı için gereklidir.

Karışım tutuşmaya yetenekli ise buji ateşlemesiyle tutuşur. Tutuş- ma sıcaklığının alt değeri stokyometrik karışımlar için  $530^{\circ}\text{C}$  dolayında- dır. Ateşleme sonunda basınç 30 - 55 atü'ye yükselir.

#### 4.3. Benzin Motorlarında Vuruntulu Yanma

Vuruntulu yanma motorun sıkıştırma oranını ve motorun verimini etki- leyen en önemli etkidir.

##### 4.3.1. Vuruntulu yanmanın zararları ve korunma

Çoğu hallerde, örneğin taşıt motorlarında vuruntulu yanmanın meydana getirdiği ses istenmeyen bir durumdur. Ayrıca vuruntulu yanma buji ve çevresinin aşırı ısınmasına ve dolayısıyla erken tutuşmaya neden olur. Uzun süre erken tutuşmalı olarak çalışma güç ve ekonomi kaybına sebep o- lur, kaba ve istenmeyen bir işletme durumu yaratır ve motoru tahrip eder. Erken tutuşma olmasa bile uzun süre vuruntulu çalışma; motor pistonu, si- lindir kafaları, eksos ve emme subapları ile piston segmanlarını da yap-

ratır. Sonuçta vuruntulu çalışmanın neden olduğu bu hasarlar motoru tamamen çalışamaz duruma getirir.

Motor ve elemanlarında meydana gelen bu tahrip sadece yüksek basınç nedeniyle değildir. Artan basınç dalgaları hassas motor parçalarının, ısı transferini ve dolayısıyla bu parçaların sıcaklığını arttırmaktadır. Sonuçta da malzemenin kısmi olarak erimesine veya basınçtan etkilenecek derecede yumuşamasına neden olmaktadır.

Çıkardığı gürültülü sestən, erken tutuşma ihtimalinden ve motorda ciddi hasar yapması olasılığından vuruntulu yanma benzin motorlarının verimini etkileyen ve sınırlayan en önemli faktördür. Vuruntulu yanma olmasaydı daha yüksek sıkıştırma oranları kullanılabilir ve motor verimi arttırılabilir yada aşırı doldürmalı motorlarda daha yüksek emme basınçları kullanılıp verim arttırılabilirdi (Taylor, 1972).

Bütün bu nedenlerden dolayı vuruntuya dayanıklılığı daha fazla olan yakıt türleri geliştirilmeye ve vuruntu olasılığını azaltan silindir ve yanma odası şekilleri yapılmaya çalışılmaktadır.

## 5. DİZEL MOTORLARINDA YANMA

### 5.1. Yanma Üzerine Genel Bilgiler

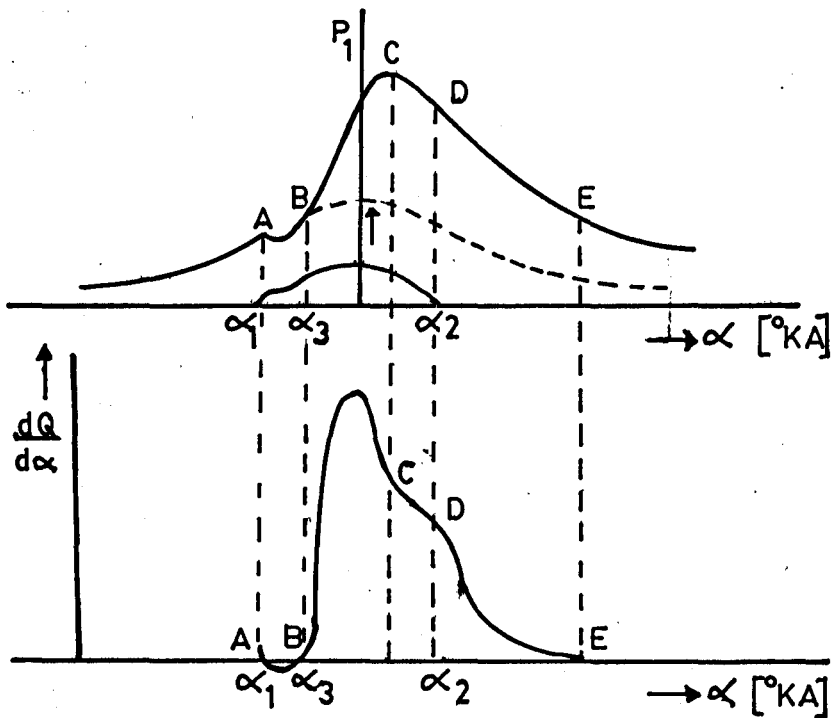
Dizel motorlarında yanma, yakıtın püskürtülmeye başladığı andan başlayarak eksos başlangıcına kadar geçen süre içerisinde meydana gelen, fiziksel ve kimyasal karmaşık bir olaydır.

Dizel motorlarında silindire giren yakıt başlangıçta sıvı fazda olduğundan hemen yanmaya başlamaz. Yanmanın gerçekleşebilmesi için; yakıt piston tarafından  $30 - 40 \text{ kg/m}^2$  basınca kadar sıkıştırılmış ve sıcaklığı  $450 - 550^\circ \text{C}$  ye kadar artmış havanın içerisine oldukça yüksek bir basınçla püskürtülür. Sıcak hava ile temasa geçen yakıt zerrecelerinin ısınması, buharlaşması, hava ile karışması ve kendi kendine yanma sıcaklığına

kadar sıcaklığının artması gerekmektedir (Yavaşlıol, 1988).

Silindire ilk yakıt girişinin başlangıcından ilk alevin görülmesine kadar geçen süre " TUTUŞMA GECİKMESİ SÜRESİ " olarak tanımlanır. Bu sürenin uzaması, yanma başlayıncaya kadar silindire giren yakıt miktarının artmasına neden olur. Artan yakıt yanma odasına dolacağından tutuşma ile bu kütle birden alev alınca basınç büyük bir hızla artar ve istemeyen titreşimler oluşur. Bu titreşimler dizel vuruntusu olarak tanımlanır ve motorun sert çalışmasına neden olur.

Dizel motorlarında yanmanın evreleri Şekil 5.1'de açıklanmaktadır.



Şekil 5.1 Dizel motorlarında yanmanın evreleri (Yavaşlıol, 1988).

Yakıt silindire A noktasında sevk edilmekte B noktasında ise silindire ilk yanma başlamaktadır. Tutuşma gecikmesi olarak tanımlanan bu evrede, silindire giren yakıtın ısınması ve buharlaşması için ortamdaki ısı nedeniyle silindir basıncında biraz azalma görülür. Ayrıca bu evrede silindir içerisindeki yakıt miktarının artması (BC) arasın-

daki basınç değişiminin dikleşmesine neden olur. " KONTROLSÜZ YANMA " olarak da tanımlanan (BC) arasında, yanma sonucu açığa çıkan ısı, daha sonra yanmada açığa çıkan ısıya göre bağlı olarak daha fazladır (Yavaşlıol, 1988).

Motorun yumuşak çalışmasını sağlamak için (BC) arasındaki basınç değişimi azaltılmalı, yani daha az enerjinin açığa çıkması sağlanmalıdır. Bu durum ise iki şekilde sağlanabilir. Ya, gecikme süresinde silindire giren yakıt miktarı azaltılmalı ya da gecikme süresinin kısaltılması sağlanmalıdır.

(BC) arasındaki kontrolsüz yanmanın ardında silindire sokulan yakıt miktarı yanmaya katılır. " KONTROLLÜ YANMA " bölgesi olarak tanımlanan (CD) bölgesindeki silindir basınç değişimi, bu evrede silindire sokulan yakıt miktarı ile belirlenir. Bu noktada piston alt ölü noktaya hareket ettiği için yanma odasının hacmi büyür ve basınç azalır. (D) noktasında silindire yakıt sevki kesilmesine rağmen o ana kadar yanmaya katılmayan yakıt " ART YANMA " olarak tanımlanan (DE) bölgesinde yanmasını tamamlar. (E) noktasında yanma tamamlandığından, bundan sonra yanma sonunda sıcaklığı artan gazlar eksos periyodu başlangıcına kadar genişler (Yavaşlıol, 1988).

Dizel motorlarında yanmanın kalitesi yakıtla-havanın karıştırılabilme derecesinden etkilenir. Gerek ilk yanma öncesinde ve gerekse yanma esnasında yakıt-hava karışımının homojenliğinin sağlanması yanma verimini yükseltir (Yavaşlıol, 1988).

## 5.2. Dizel Motorlarında Karışım Teşkilî ve Yanma Odası Türleri

Dizel motorlarında, sıkıştırılmış hava içerisine dolaylı ya da doğrudan yakıt püskürtülerek karışım hazırlanır. Yanma odalarında püskürtme tarzına bağlı olarak şekillendirilir.

Tem ve yeterli bir yanmanın oluşabilmesi için yakıt ile yanma hava-

sının gereken ölçüde ve zamanda karışması ön şarttır. Yakıt bir püskürtme sistemi ile yüksek basınç altında silindire püskürtülmektedir. Yakıtın mümkün olduğu kadar küçük zerrecikler halinde parçalanmasının (mikro karışım) ve bu zerreciklerin yama odası içinde homojen bir şekilde dağılmasının (makro karışım) en ideal durum olduğu ileri sürülmüştür. Ancak zamanla karışım teşkilini etkileyen en önemli faktörün mikro veya makro karışım değil de termik karışım olayı olduğu kabul edilmiştir. Termik karışım olayı silindir içerisinde spiral yörüngeli bir gaz akımının olduğu ve yakıt gaz veya sıvı halinde bu akım içerisine püskürtüldüğü zaman söz konusu olur. Yakıtı oluşturan elemanların hareketleri de gaz akımı gibi spiral yörüngelidir. Ortamdan hafif olan elemanların yörüngelerinin eğrilik yarıçapı, ortaminkinden daha ufaktır. Ortamdan ağır olan elemanlar için bunun tersi söylenebilir. Böylece silindir içinde dıştan içe doğru şöyle bir yakıt dağılımı gerçekleşir; sıvı yakıt, yakıt buhar, hava yakıt karışımı, hava, yama ürünleri. Bu sayede hem yanyana bulunan hava ve yakıt buharı arasında sürekli bir karışım, hem de yama ürünlerinin yanmamış bileşenlerden ayrılması sağlanır. Termik karışım olayı bütün karışım teşkil yöntemlerinde söz konusudur.

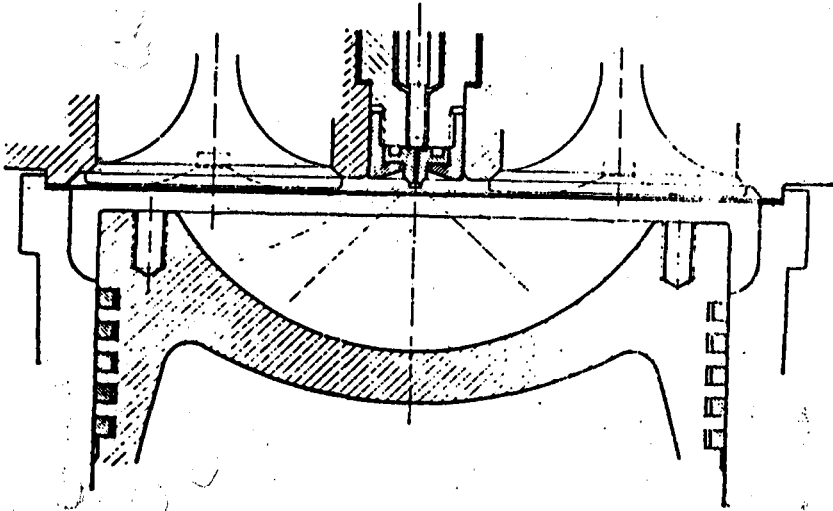
Silindir içerisindeki hava akımına göre; karışım teşkil yöntemleri iki ana gruba ayrılmıştır.

- 1- Direkt püskürtme yöntemi (yama odası tek bir hacimden ibaret).
- 2- İndirekt püskürtme yöntemi (yama odası bölümlere ayrılmıştır).

### 5.2.1. Yama Odası Türleri

#### 5.2.1.1. Direkt püskürtme yöntemi

Direkt püskürtmeye uygun yama odası biçimi Şekil 52'de gösterilmektedir. Bu tür yama odalarında kullanılan enjektörler silindir kafasına merkezciil olarak yerleştirilir. Enjektör memesi çok delikliidir.



Şekil 5.2 Direkt yanma odası (Cerit, 1977).

#### 5.2.2.2. İndirekt püskürtme yöntemi

Yakıtın püskürtüldüğü yer ve yaratılan hava hareketlerine bağlı olarak indirekt püskürtmeli motorlar şu şekilde gruplandırılabilir.

- a- Ön yanma odalı motorlar
- b- Türbülans yanma odalı motorlar

a- Ön yanma odalı motorlar: Yanma odası ön yanma odası ve ana yanma odası olarak iki kısma ayrılmıştır. Yakıt ön yanma odasına püskürtülür (Yavaşlıoğlu, 1988).

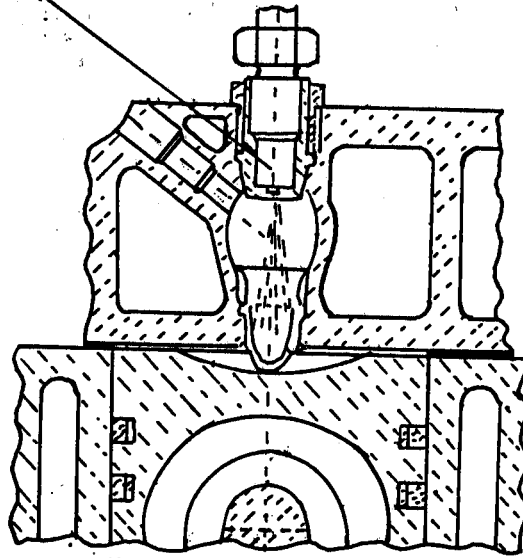
İlk yanma, yakıtın püskürtüldüğü ön yanma odasında başlar, alevin dar kanallardan ana yanma odasına geçmesi ile de orada devam eder.

(Şekil 5.3)

- b- Türbülans yanma odalı motorlar

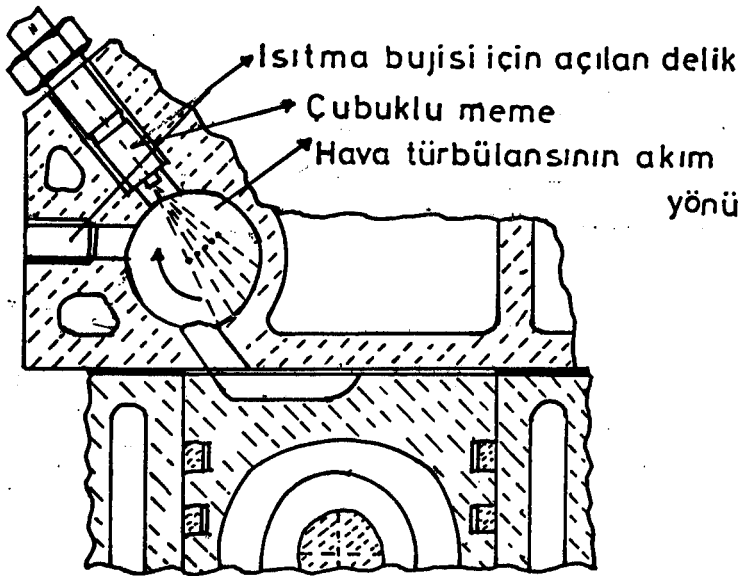
Bu yöntemde yakıt büyük bir hızla dönen türbülanslı hava ortamına püskürtülür. Türbülans odası küresel veya silindirik formda dizayn edilmiştir. Ana yanma odası türbülans odasına teğetsel bir kanalla bağlanmıştır (Şekil 5.4).

Çubuklu meme



Ön yanma odası

Şekil 5.3 Ön yanma odalı motorun şematik görünümü (Grohl, 1985).



Türbülans odası

Şekil 5.4 Türbülans odası yöntemi (Grohl, 1985).



Türbülans odasında ilk yanmanın ardından, daha önce yaratılan hava hareketlerine ek olarak yanma nedeni ile bir türbülans oluşur ve aynı zamanda yanmanın yarattığı basınç artışı, türbülans odasından ana yanma odasına doğru genişleme strokunda bir gaz akışı yaratır.

Türbülans odasından ana yanma odasına geçen yamaya katılmamış yakıtın, ana yanma odasındaki hava ile karışarak yanması sağlanmış olur (Yavaşlıoğ 1988).

### 5.3. Dizel Motorlarında Vuruntu

Dizel motorlarında vuruntuya neden olan ana faktör tutuşma gecikmesidir. Tutuşma gecikmesinin uzun olması bu sürede silindir içcrisine giren yakıtın miktarını arttıracaktır. Sürenin sonunda yanan yakıt enerjisi fazla olacağından, uzun tutuşma gecikmesi silindir içerisinde ani basınç yükselmelerine yol açacak ve vuruntunun şiddetini arttıracaktır. Buradan da anlaşılacağı gibi, tutuşma gecikmesini kısaltan bütün faktörler dizel vuruntusunu azaltacak yönde etki yapar.

Ayrıca; motorda kullanılan yakıtın uygun olmaması, yakıt pompası avans açısının fazla olması, yakıt pompası elemanlarından bir veya birkaçı ile motorun arızalı olması ve enjektörlerin normal çalışmamasıda vuruntu meydana getirir.

### 5.4. Dizel Motorlarının Karakteristik Özellikleri

Dizel motorlarının karakteristik özelliklerini şöyle özetleyebiliriz:

İçten yanmalı motorlar arasında dizel motorlarının verimi en yüksektir. Bu yalnız hava emilmesi ve sıkıştırılması nedeniyle dizel motorlarının sıkıştırma oranının yüksek olabilmesinden ileri gelmektedir. Sıkıştırma sonunda püskürtülen yakıt kendiliğinden tutuşabildiğinden dışarıdan ateşlemeye gerek yoktur. Karışım hazırlama için ayrılan süre çok az olduğundan hava fazlalık katsayısının büyük tutulması zorunludur.

Bu durum, litre gücünü (hacimsal güç) azaltmakla birlikte soğutmaya olan gereksimmeyi ve eksos gazları içerisindeki zararlı gaz miktarını azaltması yönünden olumludur. Soğutmaya olan gereksinmenin azaltılması da verimi yükseltici yönde etkilidir. Dizel yakıtı, benzine göre ateşe karşı daha az tehlikeli ve daha ucuzdur.

#### 6. BENZİN VE DİZEL MOTORLARININ HAVA KİRLİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Karayolu ulaşımındaki toplam taşıtların % 78'ini benzin motorları, % 22'sini dizel motorları oluşturmaktadır.

Bu iki tip motorun eksos emisyonları ise şöyle hesaplanmıştır (İ. K.U., 1987).

<u>Emisyonlar</u>	<u>Benzin Motorları</u>	<u>Dizel Motorları</u>	<u>Toplam</u>
CO	150 ton/gün	80 ton/gün	230 ton/gün
NO <sub>x</sub>	15 ton/gün	10 ton/gün	25 ton/gün
HC	5 ton/gün	3 ton/gün	8 ton/gün
Aldehitler	0,6 ton/gün	-	0,6 ton/gün
Kurşun	0,4 ton/gün	-	0,4 ton/gün

Bu çizelgeden de görüldüğü gibi dizel motorlarının hava kirliliğindeki rolü benzin motorlarından daha azdır. Ayrıca eksos emisyonları da daha azdır.

Benzin motorları karbonmonoksit ve hidrokarbon emisyonları bakımından oksijenin yetersiz olması nedeniyle büyük bir dezavantaja sahip bulunmaktadırlar. Tüm dünyada kirletici olarak atmosfere verilen toplam karbonmonoksitin % 55'i benzinli motorlardan gelmektedir. Dizel motorlarındaki karbonmonoksit emisyonu hacimin % 1'i oranındadır. Hidrokarbon emisyonu da dizel motorlarında azdır. Fakat motor yükü yükseldikçe benzin motorlarındaki seviyeye yaklaşır.

Azotoksit emisyonu dizel motorlarında benzin motorlarınına yaklaşıklık yarısı kadardır. Fakat oksijen konsantrasyonunun yüksek olması ile azotoksit oluşumu artmaktadır.

Karbonmonoksit, hidrokarbon ve azotoksit gibi emisyonlar dizel motorlarında daha az olmasına karşın çevre kirlenmesine olumsuz etkide bulunan gri ve siyah renkli kurunlarla, duman ve gürültü dizel motorlarının karakteristik özelliklerindedir.

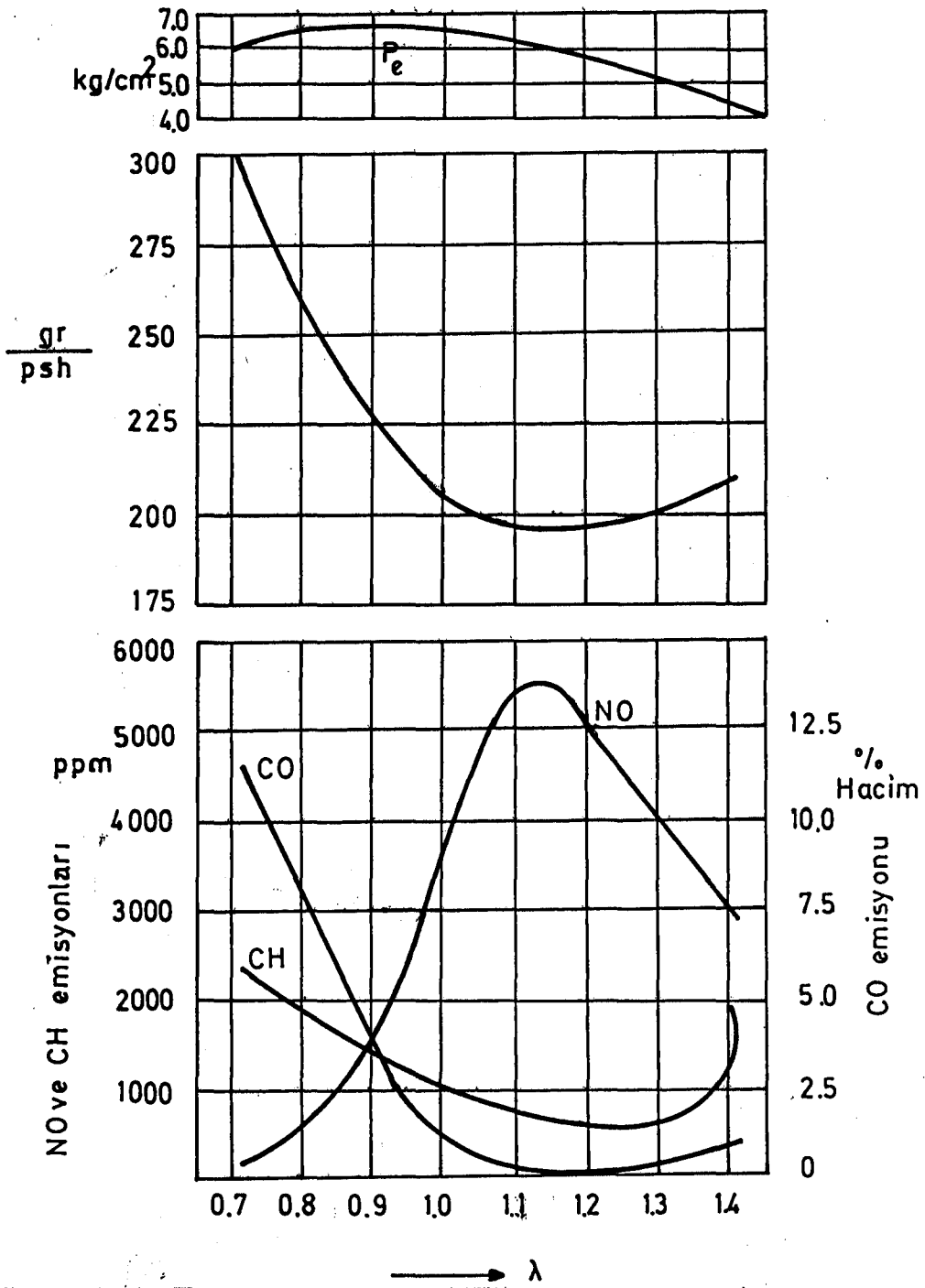
Son günlerde yapılan benzinli motorlar mı? Dizel motorlar mı? tartışmasında, benzinli motorlar yerine dizel motorları takılması veya üretimde dizel motorlu olanlara ağırlık verilmesi gündemdedir. Her ikisinin de insan sağlığına zararlı, zehirleyici emisyonları vardır.

## 7. EKSOZ EMİSYONLARININ AZALTILMASI İÇİN ALINACAK ÖNLEMLER

Benzin ve dizel motorlu taşıtların, trafiğin yoğun olduğu kentlerde yalnızca ölçüm gereçleriyle değil, çıplak gözle ve solunarak da yıllardır kolayca ayırtedilebilen hava kirliliğinde ağırlıklı bir paya sahip oldukları, bugüne kadar yapılan çeşitli araştırmalarla saptanmıştır.

Kent insanının uzun vadeli zehirlenmesinde % 70 oranında bir paya sahip olan motorlu taşıtların, hava kirliliğindeki rolünü azaltmak için bir takım önlemler alınmalıdır.

Eksos emisyonlarının minimum olması için iki karakteristik çalışma konumu vardır. Bunlardan biri NO emisyonları için uygun olan maksimum ortalama efektif basıncın, yani maksimum gücün elde edildiği konudur (Şekil 7.1  $\lambda = 0,8-0,9$ ). Diğerleri karbonmonoksit ve hidrokarbon emisyonları yönünden uygun olan maksimum özgül yakıt sarfiyatını veren, yani motorun termik veriminin en yüksek olduğu ekonomik konudur (Şekil 7.1  $\lambda = 1,1-1,2$ ). İkinci konumda güç kapasitesinden tam olarak yararlanılmamaktadır. Benzin motorunda yakıt-hava karışımının uygun bir şekilde hazırlanarak eksos kalitesinin düzeltilmesi bu durumlarda açıklanan iki



Şekil 7.1 Hava fazlalık katsayısının eksos emisyonları, özgül yakıt sarfiyatı ve efektif ortalama basınç etkisine ait bir örnek (Benson, 1979).

( $V_H$ :  $1761 \text{ cm}^3$ . strok hacimli bir otomobil motoru:  
 $n=3000 \text{ d/dak.}$  süper benzinle çalışıyor)

kontra konum dolayısıyla güçlük arz etmektedir. Fakat pratikte karışım hazırlama yönteminden çok yakıtın iyi buharlaşması, karışımın homojen olması ve her bir silindire eşit miktarlarda dağılması özellikle hidrokarbon emisyonu yönünden özel bir önem kazanmaktadır.

Dizel motoru daha çok ekonomik bölgede çalıştığından ve hava fazlalığı 1,2 nin üzerinde olduğundan nispeten daha az problemlidir.

## 7.1. Motorun Çalışma Koşullarını Etkileyerek Alınacak Önlemler

### 7.1.1. Emme havası sıcaklığı

Emme havası sıcaklığı arttıkça çevrim sıcaklığı yükseldiğinden azotoksit emisyonu da artar (yaklaşık 6 - 8 ppm/°C) (Benson, 1979). Bu yüzden özellikle aşırı doldurmalı motorlarda emme havası soğutulur. Emme havasının soğutulması çevrimin termik verimini de yükselttiğinden dizel motorları için etkin bir önlemdir.

### 7.1.2. Emme havasına su püskürtme

Emilen havanın nemini arttırarak alev sıcaklığını düşürmek amacıyla uygulanır. Düşük alev sıcaklığı sonucu daha düşük azotoksit oluşur. Yaklaşık yakıt miktarı kadar su emme havasına püskürtülecek olursa azotoksitler % 50 civarında düşer. Su püskürtülmesi isi teşekkülünü ve karbonmonoksit emisyonunu olumlu, fakat hidrokarbon emisyonunu olumsuz yönde etkilemektedir. Suyun yakıtla birlikte emülsiyon halinde püskürtülmesi isi azaltır. Bu durumda karbonmonoksit emisyonu hemen hemen sabit kalır. Azotoksit ve hidrokarbon emisyonları artar. Çünkü bu durumda fiziksel olaylar hızlanmakta ve sıcaklıklar yükselmektedir (Benson, 1979).

### 7.1.3. Eksos gazlarının emme havasına karıştırılması

Bu yöntem uygulandığında azotoksit miktarı önemli derecede azalır. Motora yeniden sevk edilmiş olan CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O daha düşük ısıya sahip

olduklarından reaksiyon gazlarının sıcaklığını düşürürler ve bir ısı düşürücü rolünü oynarlar. Sıcaklığın düşmesi yanında oksijenli ortamda dağılması dolayısıyla da  $NO_x$  oluşumu azalır (Benson, 1979).

Emme ve eksos subaplarının aynı anda açık kalma sürelerinin uzatılması da eksos gazlarının emme havasına karıştırılmasına benzer sonuçlar vermektedir (Benson, 1979).

#### 7.1.4. Kademeli dolgu

Bu yöntemde; buji etrafında kolay yanabilir bir karışım oluşturulur ve silindirin kalan diğer kısmı sırf havayla doldurulur. Bu durumda hava fazlalığı yüksek değerlere ulaşabildiğinden CO emisyonu kuvvetle düşmektedir. Buna karşılık hidrokarbon ve azotoksit emisyonları az etkilenmektedir. (Benson, 1979).

#### 7.1.5. Yakıta yapılan ilaveler

Dizel motorlarında baryum ihtiva eden yakıtlar is oluşumunu azaltmaktadır. Bu sırada azotoksit ve karbonmonoksit emisyonları sabit kalırlar. Hidrokarbon emisyonu biraz artar. Etilen gibi katıklar zehirli etkileri ve pahalı oluşları dolayısıyla dezavantaja sahiptirler. İzoamil alkol ( $C_5H_{11}-OH$ ) ve nitrometan ( $CH_3NO_2$ ) gibi maddeler azotoksit oluşumuna engel olmakta fakat karbonmonoksit emisyonunu arttırmaktadırlar.

### 7.2. Motorda Alınacak Önlemler

#### 7.2.1. Püskürtme sistemi karakteristiği

Püskürtme sistemi bütün dizel eksos emisyonları üzerinde önemli bir rol oynar. İlk periyottan sonraki püskürtme azotoksit emisyonunu azaltır, is oluşumunu kolaylaştırır. Enjektör iğnesi ve püskürtme delikleri arasında kalan hacim hidrokarbon emisyonu yönünden önemli bir karakteristiktir. Emisyonlar üzerinde en önemli parametrelerden biri de püskürtme

bağlanıcıdır. Püskürtme geciktikçe azotoksit emisyonu artar ve daha sonraları düşer.

#### 7.2.2. Sıkıştırma oranı

Sıkıştırma oranı; sıkıştırma sıcaklığının değiştirilmesi özellikle azotoksit emisyonunu etkiler. Beyaz is (yanmamış yakıt) ve hidrokarbon emisyonu düşük sıkıştırma oranının sonucudur.

#### 7.2.3. Silindirdeki hava sirkülasyonu

Silindirdeki hava sirkülasyonu püskürtme sistemiyle uyum yapmak ve belirli sınırlar dahilinde kalmak üzere isi azaltır fakat azotoksit emisyonunu biraz arttırır.

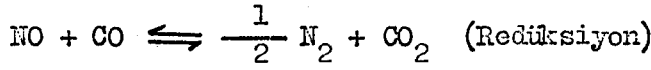
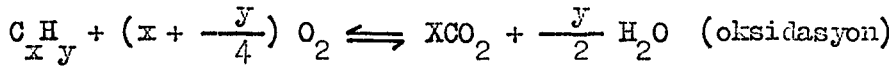
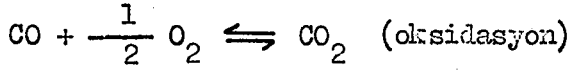
#### 7.2.4. Yanma metodu

Eğer yakıt ön yanma odasına püskürtülür ve buradan yanmaya başlarsa hava fazlalık katsayısı oldukça düşüktür. Ön yanma odasındaki sıcaklıklar yeter derecede yüksek olmasına karşın, oksijen konsantrasyonunun düşük olması dolayısıyla NO miktarı azalmaktadır. Ön yanma odasında basıncın artmasıyla yanma gazları genişleyerek ana yanma odasına geçerler. Burada yanmanın devam etmesine yetecek kadar oksijen mevcuttur. Sıcaklık burada nispeten düşüktür. Yanma gazlarının hızla soğuması azotoksit oluşturan reaksiyonları bastırır. Bu sırada karbonmonoksit oksidasyonu kesilmez.

Bütün ön yanma odalı motorlar konvensiyonel motora göre daima daha düşük azotoksit emisyonu verirler.

#### 7.3. Eksos Gazlarını Atmosfere Vermeden Önce Alınacak Önlemler

Buradaki amaç; CO, HC ve  $NO_x$  maddelerini zararsız olan  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  ve  $H_2O$ 'ya dönüştürmektir. Bu işlem aşağıdaki reaksiyonlara göre oluşur.



Bu reaksiyonların kısa bir süre içinde oluşabilmeleri için yeteri kadar yüksek sıcaklık ve bir katalizörün mevcut olması gerekir (Benson, 1979).

### 7.3.1. Katalizörlü taşıtların kullanılması

Selanik Aristo Üniversitesi tarafından katalizörlü taşıtlarla ilgili bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırmada; özellikleri Çizelge 7.1 de belirtilen iki otomobil ele alınmış ve bu otomobiller katalizörlü ve katalizörsüz olarak şehir trafiğinde denenerek eksos emisyonları ölçülmüştür (Çizelge 7.2) (2.oto.Sem., 1989).

Çizelge 7.1 Deneyde kullanılan otomobillerin özellikleri (2.oto.Sem., 1989).

	Otomobil A	Otomobil B
Markası	TOYOTA	FORD
Tipi	STARLET	ESCORT
Silindir Hacmi	1300	1100
Şasi No	GHU 009	MB 6931
Şanzıman Türü	Otomatik	Düz
İmalatçı Ülke	Japonya	Almanya

Çizelgeden de görüldüğü gibi katalizör kullanmak eksos emisyonlarını belli miktarda azalttığı gibi yakıt tüketiminde de etkili olmaktadır



ÖNLEMLER	CO	CH	NO <sub>x</sub>	İs Dizel	Verim	Özgül Güç
Emme havası sıcaklığının arttırılması	→	↘	↗	→	↘	↘
Emme havasının kısaltılması	↗	→	↘	↗	↘	↘
Sıkıştırma oranının arttırılması	→	↗	↘	→	↗	↗
Aşırı doldurmanın arttırılması (doldurma havası soğutulmuyor)	↘	↘	↗	→	↗	↗
Aşırı doldurmanın arttırılması (doldurma havası soğutuluyor)	↘	↘	→	→	↗	↗
Geç tutuşma geç püskürtme	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Hava sirkülasyonu hızlı yama	→	↘	→	↘	↗	↗
Hava fazlalığı ile yama	↗	→	↗	↗	→	↗
Yüzey/bacım oranının arttırılması	→	↗	↗	↗	↗	↗
Fazla yükleme	→	↘	↗	↗	↗	↗
Devir sayısının arttırılması	→	→	→	↘	↘	↗

Şekil 7.2 Motorlarda oksos emisyonlarının redüksiyonuna ait önlemlerin spesifik emisyonlar ile motor verimi ve özgül güç üzerine etkisi (Öz, 1973).

(2.Oto.Sem., 1989).

Çizelge 7.2 Deney sonucunda ölçülen eksos emisyon değerleri (İ.K.U., 1987).

	OTOMOBİL A				OTOMOBİL B			
	CO (g/km)	HC (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/km)	Tüketim (l/1000 km)	CO (g/km)	HC (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/km)	Tüketim (l/1000 km)
Katalizörsüz	13,4	0,92	1,61	9,4	23,6	1,88	1,21	11,5
Katalizörlü	6,0	0,80	1,51	8,5	12,5	1,44	1,28	10,8

#### 7.4. Alternatif Yakıtların Kullanılması

Petrole alternatif oluşturabilecek, yarma özellikleri daha iyi, atmosferi daha az kirleten, vuruñtuya daha dayanıklı yakıt arayışı son yıllarda önem kazanmıştır.

Bu yakıtlardan LPG (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı) ve CNG (Doğal Gaz) nin kullanılması durumunda eksos emisyonlarının önemli ölçüde azaldığı bilinmektedir. Bu nedenle de LPG ve CNG Avrupa'nın pek çok ülkesinde yıllardır yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (2.Oto.Sem., 1989).

LPG ve CNG kullanımının sadece hava kirliliğinin azaltılması ve yakıt ekonomisi açısından değil, yüksek oktan sayıları nedeniyle motorda daha iyi bir performans sağlamaları, yağ sarfiyatını ve motorun bakım-onarım masraflarını azaltmaları açısından da önemli avantaj ve üstünlükleri bulunduğu istatistiki sonuçlarla kanıtlanmıştır (2.Oto.Sem., 1989).

Alternatif yakıtlardan biri de etilalkol (etonal) dir. Etilalkol

geçitli bitkilerden fermantasyon yolu ile elde edilmektedir. Bu nedenle de güneş enerjisine dayalı bir yakıt olarak düşünülebilir.

Etilalkol; benzin motorlarında yüksek sıkıştırma oranlarının seçilebilmesine ve verimin yükselmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, petrole göre daha düşük alev sıcaklığının olması yanma işleminin iyileşmesini, yanma ürünleri içindeki azotoksitlerin ve karbonmonoksit oranlarının azalmasını sağlamaktadır. (Ancak oktan sayısının yüksek olması nedeni ile dizel motorlarında belirli bir karışım oranından sonra vuruntuya neden olur.) Yakıt donanımı ve emme sistemi üzerinde korozif etki side bulunmaktadır (2.Oto.Sem., 1989).

Yüksek patlayıcı özelliği ve kullanımındaki bazı güçlüklerine rağmen hidrojenin motorlarda yakıt olarak kullanılması da düşünülmektedir.

Hidrojen petrol kökenli motor yakıtlarına oranla birçok önemli avantaja sahip bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri

- Yüksek alev hızı ve tutuşma yeteneği
- Yüksek ısı değeri ve termik verim
- Eksos gazı emisyonlarının azlığı
- Yüksek oktan sayısı dolayısıyla vuruntuya karşı direnç'tir.

Bu avantajlarının yanında kaynağı su olan hidrojenin hava ile yanması sonucu tekrar suya dönüşerek kaynağını yenilemesi önemli bir özelliktir (2.Oto.Sem., 1989).

## 8. EKSOZ EMİSYONLARININ NEDEN OLDUĞU HAVA KİRLİLİĞİNİN AZALTILMASI İÇİN YAPILAN ÇALIŞMALAR

Kentlerde hava kirliliğine neden olan geçitli emisyonların, ancak bir kısmı gözle görülebilmekte veya kokusu hissedilmektedir. Ama hava kirleticilerinin çoğu, özellikle de çok daha zararlı olanları özel cihazlarla saptanıp ölçülebilmektedir. Bu da; kamuoyunda, hava kirliliğinin varlığından, tanımından, tehlikesi ve sürekliliğine kadar önemli ya-

nılgıların oluşmasına neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak da hava kirliliğini önlemek amacıyla yapılan çalışmalar geciktirilmekte ve yeteri kadar dikkate alınmamaktadır.

Nitekim, hava kirliliğini önlemek amacıyla ciddi şekilde ilk uluslararası işbirliği girişimleri 1969 yılında başlatılmıştır. Bundan önce Kaliforniya 1963 yılında bazı kontrolleri zorunlu hale getirilmiştir. A.B.D.'deki arabalara ise 1968 yılında mecburi kontrol düzenleri konulmuştur. HC ve CO için eksos emisyon kontrolleri 1966 yılında Kaliforniya'da 1968 yılında da bütün uluslararası mecbur hale getirilmiştir.

Kasım 1969'da yapılan bir toplantıda Kuzey Atlantik Konseyi, teknolojik gelişmenin doğurduğu toplumsal sorunları ele almak üzere "Modern Toplumun Sorunları Komitesi'ni" (Challenges of Modern Society=CMS) kurmuşlardır.

Aralık 1969 yılında yapılan ilk CMS toplantısında, "Hava Kirlenmesi Pilot Bölge Projesi" gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada; karbonmonoksit, hidrokarbon, tüm oksitleyiciler ve azotoksitler başta olmak üzere otomobillerle ilgili kirleticilerin durumu ve buna ilişkin uygulamalar ele alınmıştır.

Bu projenin uygulanabilmesi için; Türkiye'de Ankara, Almanya'da Frankfurt bölgesi ve A.B.D.'de St-Louis bölgesi inceleme yapılacak pilot bölgeler olarak seçilmiştir.

Ülkemizde TÜBİTAK aracılığıyla da desteklenen bu projede pilot bölge olarak seçilen Ankara'da 1969 - 1971 yılları arasında yapılan araştırma ve ölçümler, ulaşım ve ısınma kaynaklı hava kirletici emisyonlar, nitelik ve niceliklerine göre aşağıdaki şekilde saptanmıştır.

1969 yılında saptanan değerler (İ.K.U., 1987).

Kategorisi	CO	HC	NO <sub>x</sub>	Partikül	SO <sub>2</sub>	Toplam Emisyon
ULAŞIM (eksoz gazı)	56.000	9.700	4.900	230	200	71.030 % 65
ISINMA (baca gazı)	9.010	1.890	1.480	7.470	18.430	38.280 % 35

NOT: Bu tarihte Ankara'da 45.000 motorlu taşıt bulunmaktaydı.

1990 yılında beklenen değerler (İ.K.U., 1987).

Kategorisi	CO	HC	NO <sub>2</sub>	Partikül	SO <sub>2</sub>	Toplam Emisyon
ULAŞIM (eksoz gazı)	311.650	54.000	25.290	1.160	870	392.970 % 77
ISINMA (baca gazı)	27.700	5.700	3.650	20.100	56.000	113.650 % 23

1969 yılı sayımına göre, Ankara'daki motorlu taşıt sayısının 1990 yılında ortalama 5 kat artacağı varsayılarak saptanan bu değerler dikkate alındığında ulaşım kaynaklı hava kirliliğinin ciddiyeti ortaya çıkmaktadır.

1970 Ekim ayında Brüksel'de yapılan CMS toplantısında, " Düşük Kirletmeli Enerji Sistemlerinin Geliştirilmesi " programı gündeme alınmıştır (LEPPSD=Low Pollution Power System Development). Bu program yeni enerji sistemleri bulmak, yada içten yamalı motorların eksozlarının kontrol altına alınması suretiyle ve komu ile ilgili yeni görüşlerin denemesi yoluyla, kirletme derecesi daha düşük olan araçların geliştirilmesini öngörmüştür.

Eksoz emisyonlarının azaltılması ve zararsız hale getirilmesi amacıyla çalışmalara 1976 yılında hız verilmiştir. Bu çalışmalarla, 1970 model bir otomobilin 50 gr/km. eksoz emisyonu yaydığı, aynı model otomobilin belirli kontrollerden geçirildikten sonra 14 gr/km. eksoz emisyonu yaydığı saptanmıştır. Bu incelemeye göre karbonmonoksit % 70 oranında

indirgemistir. Hidrokarbon ise 7 gr/km. den 1,4 gr/km.'e yaklagik % 80'e varan bir limitle indirgemistir (Perkins, 1974). Bu 1970 model otomobilde  $NO_x$  kontrol edilememistir.

İçten yamalı motorlar çok zayıf karışımlarla çalıştırıldığında, yanmamış hidrokarbon ve karbonmonoksitlerin azaltılması söz konusudur. Yalnız bu durumda; motorda güç kayıplarına neden olmakta ve motorun gelişmesinde tekleme sorununu ortaya çıkarmaktadır (Perkins, 1974).

Eksos emisyonlarının azaltılabilmesi için, eksosda termal bir reaktör kullanarak, motorun zengin bir karışımla çalıştırılması da söz konusudur (Termal reaktör; eksos gazlarının hava ile karıştığı ve karbonmonoksit ile hidrokarbonun okside olduğu eksos manifoldudur). Bu dizaynda (hava/yakıt) oranı azaltılmış ve reaktördeki eksos gazı eksos valfinin arkasından hava ilave edilerek okside edilmiştir.

Ayrıca 1976 yılında çıkarılan eksos emisyonlarına ait standart değerlerini elde etmek için motorda çift reaktör kullanılmıştır. Birinci reaktör  $NO_x$  i, ikinci reaktör hidrokarbon ve karbonmonoksidi azaltmaktadır (Perkins, 1974).

Reaktör; eksos emisyonlarının dışarıya çıkmasını önleyen ısılal bir bölümü ifade etmektedir. Otomobillerde reaktör kullanımının pek çok zorluğu vardır. Bu nedenle Amerika Birleşik Devletlerindeki araba yapımcıları, 1975 - 1976 yıllarındaki eksos emisyonu standart değerlerine erişebilmek için yama devresini değiştirmişlerdir. Eksos gazı devridaiminde eksosun % 10 - 20 sini yama odasına geri döndürmüşler ve bunun sonucunda da % 50 - 60 lık bir  $NO_x$  azalmasını başarmışlardır (Prahob, 1971).

Bu sistemde,  $NO_x$  emisyonlarının azalmasına karşılık, CO ve HC emisyonları, 64 km/saat te % 10'luk devirdaimde % 40'luk bir artış göstermektedir (Perkins, 1974).

Taşıt araçlarının hava kirliliğine katkısını azaltmak ve eksos emisyonlarının sağlığımız üzerindeki zararlı etkilerinden kurtulmak amacıyla

ülkenizde de bir takım teknik tedbirler alınmaya başlanmıştır.

Başbakanlığın 2 Haziran 1987 tarihli " Ankara Hava Kirliliği " konulu genelgesinde bu konu ile ilgili şu madde yer almaktadır.

- Araçlar için, emisyonu zararsız düzeye indirecek donanım mecburiyeti konmalıdır.

Bu maddeden hareketle; 29.7.1982 tarihinde Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Daire Başkanlığı Koordinatörlüğünde yapılan toplantıda sorunla ilgili araştırma sonuçları ve veriler, bilimsel ve teknolojik gelişme ve olanaklar değerlendirilerek, kısa vadede alınması gerekli önlemlerle ilgili olarak aşağıdaki kararlar alınmıştır.

- Otomotiv emisyon standartlarının belirlenerek, emisyonu zararsız düzeye indirecek donanımın tespiti gerekmektedir.

- Yeni trafik yasasına göre hazırlanacak yönetmeliklerde, bu donanım mecburiyeti hükmüne bağlanacaktır.

- Karayolları taşıt muayene istasyonları ile Emniyet Müdürlüğü Trafik Ekipleri, ihtiyaca cevap verecek teknik cihazlarla donatılarak, eksos kontrolleri yapılacaktır.

Eksos emisyonlarının zararlarını azaltmak amacıyla, 1969 yılında bağlatılan Uluslararası İşbirliği Girişimlerinden yaklaşık 13 yıl sonra Türkiye'de de konu üzerinde tam anlamıyla çalışılmaya başlanmıştır. 2 Haziran 1982 tarihinde Başbakanlığın " Zorunlu ve Sürekli Uygulanacağı, Vurgulanan Otomotiv Emisyon Standartları " konulu genelgesi ile Türk Standartları Enstitüsü (TSE) konu üzerine eğilmiştir. TSE bu çalışmalarını 2 yıl içinde tamamlayarak TS 4236 sayılı " Motorlu Karayolu Taşıtlarının Eksos Gazındaki Hava Kirleticiler İçin Emisyon Sınır Değerleri " standardını hazırlanmıştır (Bu standart ekte sunulmaktadır).

Bu standardın amacı; motorlu taşıtların eksos gazından kaynaklanan hava kirliliğinin önlenmesidir.

İstanbul 1985 verilerine göre, eksos gazlarından sadece karbonmonoksiti temel alarak yapılan bir çalışmada, benzinli motorlardan günde 150 ton, dizel motorlarından günde 80 ton karbonmonoksit yayılmaktadır. Bu miktarın büyük çoğunluğu motor rölantide çalışırken yayılmaktadır. TS 4236'da rölantide sınırlandırılan miktarlara göre, gerçek bir kontrol yapılırsa, karbonmonoksit 150 tondan 110 tona inecektir. Tüm eksos emisyonunun kontrol donanımlı olarak verilmesi durumunda da karbonmonoksit günde 60 tona inecektir (İ.K.U., 1987).

Bu kaba yaklaşımda bile görüldüğü gibi TS 4236 sayılı standardın uygulanması, taşıt araçlarının plansız, denetimsiz olması ve çokluğu nedeniyle, kirlenmeyi önleyemeyecek, kısmi olarak azaltacaktır. Ayrıca TS 4236 sayılı standartta değinilen " Ruhsat için emisyon değerleri " halen trafikte bulunan taşıtlar için değil, sadece yeni üretilen taşıtlar için söz konusudur.

Ancak; TS 4236 sayılı standart bu hali ile bile henüz uygulamaya konulamamıştır.

AEE ülkeleri geliştirdikleri standartlarda CO ve HC miktarının taşıt ağırlıklarına göre dağılımını belirlemişlerdir. Bu değerler her yıl için farklı olup, çevre kirliliğine göre değişmektedir.

Japonya ve İsveç, CO miktarının ölçülmesiyle ilgili, kendilerine özgü standart ve dency çevrimine sahiptirler.

ECE (Avrupa Ekonomi Komisyonu) is değerleri ve Amerikan yönetmelikleri; büyük motorlara çok sıkı sınırlar getirerek bütün taşıtların aynı is miktarını göstermelerini şart koşmaktadırlar.

Kirleticilerin atmosferdeki dağılımı, oranı, genişliği, atmosfere verilen kirleticilerin havadaki ömrüne, iklim koşullarına, hava akımlarının yönü ve hızına, yağış ve nem ve atmosferin kendi kendini temizleme koşullarına bağlıdır. Bu bakımdan her ülke, kirletici maddeler için, belli sınır değerleri saptamıştır. Bu sınır değerleri ülkeden ülkeye



değişmektedir.

Ne yazık ki ülkemiz koşullarına göre bir sınır değeri saptaması yapılmamıştır.

Türkiye'deki eksos emisyonlarının neden olduğu hava kirliliğini azaltmak amacıyla yapılan bir çalışmada; Ocak 1982 yılında uygulanan motorlu taşıtlarda tek çift plaka uygulamasıdır. Bu uygulama gerçeklere uygun bir ilk adım olması bakımından önemlidir. Ayrıca kentlerde motorlu karayolu taşıt eksoslarından kaynaklanan hava kirliliği ile ilgili önlemlerin, kamuoyunca da araştırılması ve izlenmesi önemlidir.

Buna rağmen bugüne kadar yapılan araştırmalar, ölçümler ve yetkili makamlarca alınmış kararlara karşın, konunun gerçekçi çözümüne yönelik hiç bir önlem uygulanmaya konulmamıştır.

## 9. SONUÇLAR VE İRDELEME

Hava kirliliğine, taşıtların eksos gazları, ısınma ve endüstri artıkları neden olmaktadır. Hava kirliliğine neden olan bu üç ayrı etken içerisinde en fazla orana ulaşım sahiptir. Örneğin A.B.D. verilerine göre havaya verilen kirleticilerin % 60'ı ulaşım, % 17'si endüstri, % 14 ü enerji sektörü, % 9'u ısınmadan gelmektedir. İstanbul'da yalnız taşıtlardan günde yaklaşık 300 ton kirletici yayılmaktadır.

Motorlarda yanma sonucu oluşan ve arzu edilmeyen eksos emisyonları şunlardır:

- Karbonmonoksit ( CO )
- Yanmamış hidrokarbonlar ( HC )
- Azotoksitler NO ( NO, NO<sub>2</sub> )
- Katı zerreçikler (karbon, is, aromatik hidrokarbonlar, kumun)
- Kükürt bileşikleri ( SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> )
- Kısmen okside olmuş hidrokarbonlar (aldehitler, ketonlar v.s)
- Metalik yakıt ve yağ artıkları

Benzin motorları normal olarak yakıt bakımından zengin bir karışım ile çalıştıklarından ( $\lambda < 1$ ) arzu edilmeyen miktarda CO, HC,  $\text{NO}_x$  ve  $\text{P}_b$  bileşiklerini içeren eksos emisyonlarını atmosfere verirler. Dizel motorları ise; genelde hava fazlalığında çalıştığından eksos gazlarında koku,  $\text{NO}_x$  ve toz parçacıklarına buluşmuş olarak benzopren türevleri daha yoğun olarak bulunur.

Ülkemizde yalnız benzinle çalışan motorların eksos gazlarından yılda yaklaşık 750.000 ton CO, 64.000 ton HC, 36.000 ton  $\text{NO}_x$ , 3.000 ton  $\text{SO}_x$  atmosfere atılmaktadır.

Tüm dünyada kirletici olarak atmosfere verilen toplam karbonmonoksitin % 55'i benzinli motorlardan gelmektedir.

Yakıt ekonomisi düşünülerek yapılan benzinli motorlar mı, dizel motorları mı, tartışmasında hava kirliliği konusu da gözönüne alınmalıdır.

İstanbul 1985 verilerine göre, eksos gazlarından sadece karbonmonoksiti temel olarak yapılan bir çalışmada, benzinli motorlardan günde 80 ton karbonmonoksit yayılmaktadır. Bu miktarın büyük çoğunluğu motor rölantide çalışırken yayılmaktadır.

Eksos gazlarında bulunan zararlı maddeler doğrudan doğruya yada dolaylı olarak büyük kentlerin havasını bir endüstri merkezi havasına dönüştürmektedir. Tek tek bu zararlı maddeleri incelediğimizde, kısa süre içerisinde bu zararlı maddelerin hiç bir zararı olmayacak gibi gelir insana. Oysa bu maddeler birlikte etkilerini arttırarak ve atmosferde doğal olarak ortaya çıkan değişikliklerle kısa sürede bile öldürücü etkilere neden olabilmektedir. Bu zararlı maddelerin uzun zaman içinde 10 yıl, 20 yıl veya 30 yıl gibi zaman süreçlerinde sağlık yönünden kükürsüzenmeyecek zararlarını ortaya çıkardıkları bugün için tartışmasız kabul edilmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda eksos emisyonlarıyla kirlenmiş havadaki CO, HC gibi madde miktarlarının sağlık için müsaade edilen sınırın yaklaşık 5 kat üzerinde olduğu saptanmıştır.

Yapılan bir araştırmada New York, Londra, Paris gibi büyük kentlerde göyle bir sonuç ortaya çıkmıştır. Trafiğin yoğun olduğu kalabalık bölgelerde yol kenarlarında yapılan analizlerde CO değerleri en yüksek olarak haftanın iş günlerinde ve özellikle sabah, akşam saatlerinde bulunmuştur. Sayısal sonuç 250 - 400 ppm. arasındadır. Havada 30 ppm. değerindeki CO kandaki hemoglobinin % 5'ini oksijen taşıyamaz duruma getirmektedir. Uzun süre 30 ppm. CO'ye maruz kalmak kronik yetmezliğine neden olmaktadır. Vücuttaki hissedilebilir fizyolojik etkileri 10 ppm. den başlamaktadır. 200 ppm. de baş ağrısı ve yaşamsal fonksiyonlarda azalma görülmekte 600 ppm. de mutlak ölüm olmaktadır.

Eksos emisyonlarıyla uzun yıllar etkileşimde bulunan kişilerde bir takım sağlık sorunları ortaya çıkmaktadır. 20 yaşında bir insan kalabalık bir şehirde, trafiğin yoğun olduğu bir bölgede çalışıyorsa 20 - 30 yıl sonra kendisini köyde yaşayan akrabasına göre değişik bir sağlık geleceği beklemektedir. Bunu 20 yaşındaki o gence anlatmak olası değildir. Yapılacak iş konuyu her kademesinde ele alarak korunma önlemlerine bilimsel yaklaşmaktır.

Ancak olayın önemli tarafı ise bu konuda alınacak önlemlerin zorluğudur. Genellikle insanlar ve yöntemler gözle görülmeyen zararlara karşı önlem almada aceleci değildir. Özellikle kanser oluşturan bir takım maddelerin kontrolü çok zor olmaktadır. Yasalar ne kadar mükemmel olursa olsun uygulama iyi yapılmadığı, eğitimi iyi yapılmadığı, denetim iyi olmadığı takdirde sonuç genellikle başarısız olmaktadır.

Bugün pek çok ülkede, motorlu taşıt kaynaklı hava kirliliğinin önlenmesine veya azaltılmasına yönelik olarak, eksos emisyonları standart ve teknolojinin yanı sıra taşıtın yakıt donanımı ve motor karterindeki kirletici emisyonlar için de zorunlu sınır değerleri saptanıp uygulanmaya konulmuştur.

Trafikteki taşıtların emisyonlarının; bakım-onarım hatası ve noksanlığı nedeniyle artması ise trafik fenni muayene sistemi ve teknolojilerinin-

deki gelişmelerle önlendiği, ayrıca taşıtlarda optimum bir yakıt sarfiyatını sağlayacak teknolojilerin kullanılmasına ve geliştirilmesine yönelik " Yakıt Ekonomisi Standartları " ve yakıt cinsi ile ilgili (LPG - CNG kullanımı gibi) uygulamalarda başarı ile sürdürülmektedir.

Zorunlu otomotiv emisyon kontrolünü ilk başlatan A.B.D.'de yapılan bir araştırmada, 1975 - 1985 yılları arasında taşıt sayısında % 24, bu taşıtlarla yapılan kilometre de % 39 luk bir artış olmuştur. Buna karşılık benzin kullanımında % 7 lik bir azalma, hava kirliliğinde de % 50 nin üzerinde bir azalmanın sağlanabildiği görülmüştür. Gene yapılan bir araştırmada hava kirliliği ile ilgili önlemlerin milli ekonomiye katkısının yılda 900 milyon doları geçtiği saptanmıştır.

Ayrıca A.B.D., Japonya, Kanada v.b. ülkelere; taşıtların yarattığı hava kirliliğinin gerçekte daha pahalı ve kompleks bir teknolojiyi gerektiren motor dizaynına ait değişiklikler de yeterince giderilmediği gözönüne alınarak katalitik konvertör uygulamasına yönelmiştir.

Herhangi bir önlem alınmadığında gelecekte bu emisyon miktarları hızla büyüyecektir. Bu nedenle önlemlerin şimdiden alınması zorunludur.

Eksos emisyonlarının azaltılması ve zararsız hale getirilmesi amacıyla yapılan çalışmalara 1976 yılında hız verilmiştir. Bu çalışmalarla; 1970 model bir otomobilin 50 gr/lm. eksos emisyonu yaydığı, aynı model bir otomobilin belirli kontrollerden geçirildikten sonra 14 gr/lm. eksos emisyonu yaydığı saptanmıştır. Bu incelemeğe göre CO % 70 oranında, hidrokarbon ise % 80 oranında indirgenmiştir. Bu 1970 model otomobilde NO<sub>x</sub> kontrol edilememiştir.

Ülkemizde de konu ile ilgili ilk çalışmalara 1969 yılında başlamıştır. 1982 yılında TS 4236 sayılı standart çıkarılmış fakat henüz uygulamaya konulmamıştır. Oysa TS 4236 sayılı standartta belirtilen sınırlara göre gerçek bir kontrol yapılırsa; motor rölantide çalışırken CO miktarı 150 tondan 110 tona inecektir. Tüm eksos emisyonunun kontrol do-

nanımlı olarak verilmesi durumunda da CO günde 60 tona kadar inecektir.

Bu kaba yaklaşımda bile görüldüğü gibi TS 4236 sayılı standardın uygulanması, taşıt araçlarının plansız, denetimsiz olması ve çokluğu nedeniyle, kirlenmeyi önleyenecek kısmi olarak azaltacaktır.

Karayollarında ve şehir içlerinde, taşıt araçlarının hemen hemen hiç biri ciddi bir kontrole tabii tutulmamaktadır. Sadece trafik ışıklarına ve hız sınırlamasına uymak, trafik düzenini sağlamaya yetmemektedir. Eksos kirliliği ve gürültü, trafik kontrollerinin ve trafikle ilgili davranış ve alışkanlıkların bir parçası olmalıdır.

Karayollarımızda hergün her taşıt aracının havaya bıraktığı onbinlerce metreküp zehir, insan sağlığını ciddi boyutlarda etkilemektedir. Ayrıca bitki örtüsü tahribine de yol açan bu kirliliği önlemek için hiç bir adım atılmaması düşündürücü ve üzücüdür.

Eksos emisyonlarının neden olduğu hava kirliliğini önlemek amacıyla yapılan çalışmalar dikkate alındığında; gelişmiş ülkelerin konunun üzerine daha ciddi ve gerçekçi bir yaklaşımla eğildikleri görülmektedir. Bundan da aklımıza şu soru gelebilir. Eksos emisyonları gelişmiş ülkelerin toplum sağlığını az gelişmiş ülkelere göre daha fazla mı etkiliyor ki; gelişmiş ülkeler konu üzerinde uzun bir süredir çalışıyor standartlar koyuyor ve uygulatıyor?

Oysa ki hava kirliliği problemi tüm insanlar için ciddi bir tehlike oluşturmaktadır. Gelişmiş ülkelerin konuya eğilmeleri teknik ve ekonomik olanaklarla ilgili olduğu kadar, bu ülkelerdeki kültürel ve politik yapı ve koşullar nedeniyle soruna bakış ve yaklaşım farklılığının da bir sonucudur.

Bugün trafik yoğunluğunun azaltılması ve trafiğin neden olduğu hava kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılabilcek en etkin ve pratik çözümlerden biri de özel ulaşımdan, kitle ulaşımına geçiş olarak düşünülebilir. Bu ilk bakışta geçerli bir yöntem olarak dikkati çekiyorsa

da, ülkemizin politikası gereği, üretim tüketim faaliyetlerinin sonucu gözümüne alındığında, bu yaklaşımın gerçekçi bir çözüm olmadığı, hava kirliliği sorununun köklü çözümünün, kirliliğin kaynağı olan motorlu taşıtlarda alınabilecek önlemler olduğu daha gerçekçi bir yaklaşımdır. Buradan da çevre mi - ekonomik kalkınma mı? sorusu aklımıza gelebilir.

Hava kirliliği problemi, sağlığımız için çözülmesi gereken büyük bir problemdir. Bu problemi çözebilmek için; çalışmalar ve uygulamalara vakit geçirilmeden başlanılmalıdır. Konu ile ilgili komisyonlar kurulmalı, taşıtlar sıkı kontrolden geçirilmeli, eksos emisyonları için saptanan sınır değerlere ve standartlara uyulmalı, çevre konusunda Uluslararası bütün gelişmeler izlenip değerlendirilmelidir.

Bu konuda ülkemizde ilk ve ciddi bir çalışmanın örneği, Türk Standartları Enstitüsü ile İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin ortaklaşa hazırladığı işbirliği protokolüdür. Ekte sunulan bu protokolün amacı; motorlu taşıtların eksos gazları ile 2918 sayılı Trafik Kanunu tüzüğünde sınırları belirtilen gürültülerin ölçülmesi, hava kirliliğinin ölçülmesi, baca gazlarının analizi gibi insan sağlığı yönünden büyük sakınca teşkil eden konuların en aza indirilmesi ve bir kısmının tamamen kaldırılmasıdır. Bu tür protokollerin 67 vilayette de kurulup çalışmaya başlaması konuya kısmen de olsa çözüm getirecektir.

Çeşitli olayların sonucunda oluşan ve bir takım sorunların da nedeni olan çevre kirliliği doğal ve kaçınılmaz bir olgu değildir. Tüm toplum ancak ülke çapında, geniş kapsamlı bir program uyarınca, devlet denetimi altında bilimsel şekilde planlı bir yöntemle sorunlarını çözebilir.

Bugün tüm büyük kentlerimizde eksos kaynaklı hava kirliliğinin, kısa sürede azaltılabilmesi, uzun sürede de önlenbilmesi, sadece günümüz bilim ve teknolojisinin değil aklın ve mantığın da bir gereğidir.

Fakat ne yazık ki bugün çevre sağlığı konusuyla direkt ilgili olan

kuruluşlarda konunun önemini bilmemekte ve imkansızlık v.s. nedenlerle konu üzerine eğilmemektelerdir.

Yaz aylarında bile insan sağlığını tehdit eden sınırlara ulaşan havanın kış aylarında baca gazlarının da ilavesiyle daha korkunç boyutlara ulaştığı bir gerçektir.

## 10. ÖNERİLER

1- Kolay, ucuz ve çevre kirlenmesi açısından en az sakıncalı olan " Toplu Taşıma Sistemi " hızla geliştirilmelidir. Araç sayısının plansız, programsız artmasının neden olduğu ulaşım sorununa ve yaşamsal tehlikesi olan trafik kirliliğine kısa vade de köklü bir çözüm bulma olanlığı yoktur. Fakat öncelikle özel otoların kent içinde neden oldukları trafik tıkanıklığı, hava kirlenmesi, toplu taşıma araçlarının işleyişinin engellenmesi gözönüne alınarak toplu taşımacılık geliştirilmeli, özel otoyu özendirilen nedenler azaltılmaya çalışılmalıdır.

2- Şehir içinde; rölantide çalışma, durup-kalkma gibi işlemlerin azaltılması. Yolları yetersiz ve trafiği düzenli bir şekilde kontrol edilmeyen kentlerde, normal koşullarda bile yüksek oranda kirletici çığırın karayolu araçları, trafiğin yoğun olması nedeniyle yolların tıkanması, ortalama hızın düşmesi, seyir sürelerinin uzamalarına, yolların kapasitelerinin düşmesine, ağırlı yüklenmesine ve inme birme sürelerinin uzamasına neden olmaktadır. Her olumsuz gelişmede daha fazla yakıt sarfıyatı ve daha fazla hava kirlenmesidir.

3- Yayalar için arterler, üst ve alt geçitler yapılması. Taşıtların durup kalkmalarını azaltmak, hızlarını belirli bir limitte tutarak, eksos emisyonlarını kısmen de olsa azaltabiliriz.

4- Motorlu taşıt sayılarını mümkün olduğu kadar azaltmak. Bunların yerine elektrikli trenler, metro yaylı sistem, LPG ve Doğal Gaz (LNG - CNG) ile çalışan motorlar geliştirilmelidir.

5- Modeli eski araçlar trafiktan uzaklaştırılmalı motorları mevcut yakıtı yakmayan arabalarla, eksosu hasarlı arabalar kesinlikle çalıştırılmamalıdır.

6- Çevre yolları, trafiğin yoğun olduğu yollar şehir merkezinin dışına çıkarılmalı. Bunun için de; ülkenin atmosferik değişiklikleri, topografik özellikleri incelemeli ve bir harita çıkarılmalıdır. Şehirlerin kurulmaları, yolların yapılması ancak ondan sonra uygulamaya konulmalıdır.

7- Mazot pompası-enjektör-karbüratör-ateşleme sistemi ayar ve bakımları özellikle imalatçı firmanın öngördüğü koşullar içinde yapılmalı, hava ve yakıt filtresi sürekli temiz tutulmalı, subap ayarları öngörülen konstrüktif yapıda doğru olarak yapılmalı ve aşınan silindirlerde piston, segman ve gömlek yenilenmelidir.

8- Vuruntuyu önlemek amacıyla yakıtta katılan kurşun-tetra-alkolün yerine başka bir yakıt kullanılması yoluna gidilmelidir. Fuel-oil içine duman oluşumunu azaltan, diğer ülkelerde kullanılmaya başlanmış bileşikler örneğin metil siklopenta dienil manganez gibi maddeler katılmalıdır.

9- Eksosa katalitik özellikli, zehirli gazları tutucu filitreler yerleştirilmelidir.

10- Yanma veriminin iyileştirilmesi. Eksos emisyonları motorda yanma verimi ile direkt etkilidir. Yakıtın tam yanması sonucu yalnız  $CO_2$  ve su buharı oluşmaktadır. Fakat bu pratikte gerçekleşmemektedir. Eksos emisyonlarının en aza indirilmesi için yanma veriminin iyileştirilmesi gerekmektedir.

11- Yeşil bitkiler, inorganik maddeleri, organik yiyecekler haline dönüştüren ve havanın  $CO_2$  ve suyunu, güneş ısısının etkisi ile kullanarak klorofil özümlemesi yaparken azaltarak havaya oksijen vermektedir. Bu yüzden hava kirliliğini azaltmak için yollarda, metropollerde yeşil



alanlar arttırılmalı, ağaçlandırılmalıdır. Ayrıca yolların temizlenmesi ve yıkamaları da önemlidir.

12- Üniversitelerin, meslek hastalıkları hastanelerinin laboratuvarlarında, bazı ufak değişiklik ve ilavelerle bilimsel araştırmaların ve ölçümlerin sürekli olarak yapılması.


13- Bu alandaki eğitimin, genel eğitim içine alınması, çeşitli haberleşme olanaklarından -TV gibi- faydalanılarak toplum kirlenme konusunda eğitilmelidir.

14- Kanun, yönetmelik, tüzük ve standartların en kısa zamanda uygulanması ve uygulamaya karşı çıkanlara cezai işlemin uygulanması.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Barth, H.C., Bayraktar, A., Kantarcı, D., Kocasoy, G., Müezzinoğlu A.,  
1987, Ced uygulamasından örnekler, Türkiye Çevre Sorunları Vak-  
fı, 187 s.
- Benson, R.S. and Whitehouse, N.D., 1979, Internal Combustion Engines,  
Pergamen Press, I, 160 p.
- Bilginperk, N., 1987, Dizel motorları, Milli Eğitim Bakanlığı, İstanbul,  
295 s.
- Cerit, A.M., 1977, Makina Mühendisliği El Kitabı, T.M.M.O.B., III, 214 s.
- Çevre 1988, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, haber bülteni 40. sayı
- Demirtaş, H., 1972 Termik Motorlar, İ.T.Ü. Makina Fak. Ofset Atölyesi  
440 s.
- Grohl, 1985, Otto ve Diesel Motoren, Wissenschaftliche Backhandlung  
Berlin, 174 p.
- İkinci Otomotiv ve Yan Sanayi Sempozyumu, 1989, End.Müh.Odası Bursa,  
252 s.
- İ.K.Ü. (İstanbul Karayollarında Ulaşım), 1987, İstanbul T.M.M.O., 57 s.
- Khovakh, M., 1979 Motor Vehicle Engines, Moscow, 615 p.
- Kimya ve Kimya Mühendisleri Sempozyumu, 1987 Fırat Üniversitesi Dicle
- Öz, İ.H., 1973 Motorlar, Birsen Kitabevi, İstanbul I, 201 s.
- Perkins, H., 1974, Air Pollution, Mc Graw-Hill Book Company, P.
- Stone, R., 1985, Introduction to Internal Combustion Engines, Brunel  
University, Macmillan, 318 p.
- Taylor, C.F., 1972, The Internal-Combustion Engine in Theory and Prac-  
tice, I, 62 p.
- Tekgürler, M., 1973, Motor Teknolojisi, İstanbul 225 s.
- Yavaşlıol, İ., 1988, İçten Yarımlı Motorlar, Yıldız Üniversitesi, 288 s.

# TÜRK STANDARDLARI

MAYIS	1984		TS 4236/Nisan 1984
BİRİNCİ	BASKI		UDK 621.043.025
<b>MOTORLU KARAYOLU TAŞITLARININ EGZOZ GAZINDAKİ HAVA KİRLETİCİLER İÇİN EMİSYON SINIR DEĞERLERİ</b>			
EXHAUST EMISSION STANDARDS FOR ROAD VEHICLES			

TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ  
Necatibey Caddesi 112 — Bakanlıklar  
ANKARA

	<b>MOTORLU KARAYOLU TAŞITLARININ EGZoz GAZINDAKİ HAVA KİRLİTİCİLER İÇİN EMİSYON SINIR DEĞERLERİ</b>	TS 4236/Nisan 1984
<b>M A Y I S 1984 BİRİNCİ BASKI</b>	EXHAUST EMISSION STANDARDS FOR ROAD VEHICLES	UDK 621.043.025

## 0 - KONU, TANIM, KAPSAM, AMAÇ

### 0.1 - KONU

Bu standard, motorlu karayolu taşıtlarının egzoz gazındaki hava kirlenici emisyonların sınır değerlerine dairdir.

### 0.2 - TANIMLAR

#### 0.2.1 - Ruhsat İçin Emisyon Sınırları

Ruhsat için emisyon sınırları, taşıtın trafiğe kayıt ve tescilli için gerekli ve imal edilecek prototipindeki hava kirlenicilerin müsaade edilen üst sınırlarıdır (Çizelge-1).

#### 0.2.2 - Denetlemelerde Aranacak Emisyon Sınırları

Denetlemelerde aranacak emisyon sınırları, fabrikalarda montaj hattından çıkan emisyon donanımlı taşıtlarda yapılacak denetlemelerde ve trafikteki tüm taşıtlara uygulanan periyodik fenni muayenelerde, müsaade edilen emisyon sınırlarıdır. (Çizelge - 2).

#### 0.2.3 - Yol Testi Emisyon Sınırları

Yol testi emisyon sınırları, yol testlerinde, hava kirlenici emisyonların müsaade edilebilen üst sınırlarıdır (Çizelge - 3).

#### 0.2.4 - Rölanti (Rölanti Devri)

Rölanti, önceden belirlenen, motorun yüksüz olarak, yardımcı donanımları ile birlikte çalışmasını sağlayacak en düşük devir sayısıdır.

#### 0.2.5 - Hız Arttırımı

Hız arttırımı, motorun kesintisiz olarak devir adedinin, önceden belirlenen en yüksek devre kadar arttırılmasıdır.

#### 0.2.6 - Zorlama (Zorlanma Durumu)

Zorlama, seçilen herhangi bir devirdeki, önceden belirlenen en büyük gücün, aşılması halidir.

### 0.3 - KAPSAM

Bu standard, motorlu karayolu taşıtlarının egzoz gazındaki hava kirlenici emisyonların sınır değerlerini kapsar. Yol ve iş makineleri ile tarım makineleri ve motosikletlerin egzozundaki hava kirlenici emisyonların sınır değerlerini kapsamaz.

### 0.4 - AMAÇ

Bu standardın amacı, motorlu karayolu taşıtlarının egzoz gazı emisyonundan kaynaklanan hava kirliliğinin önlenmesidir.

## 1 - KURALLAR

### 1.1 - GENEL

1.1.1 - Motorlu karayolu taşıtlarının, gerek üretimi ve gerekse emisyon denetim ve testlerinde uyulması zorunlu sınır değerleri olarak saptanan hava kirlenici emisyonlara ait bu standard, gelişen teknolojik olanaklar ve trafikte artan taşıt miktarları dikkate alınarak her sene, tüm kirlenici emisyonları, daha da kısıtlayıcı yönde, yeniden saptanır.

1.1.2 - Egzoz gazlarındaki kurşun kirliliğinin önlenmesi için, Emisyon kontrol donanımı takılmış benzin motorlu karayolu taşıtlarının kullanacakları benzindeki kurşun katkısı, en çok 0,013 gr/litre'dir. Emisyon kontrol donanımlı benzin motorlu taşıtların, daha yüksek oranda kurşun katkılı benzin kullanmalarını önlemek için de, bu tip taşıtların yakıt depolarındaki yakıt girişi deliği çapı; 23,6 mm çapındaki kurşunlu yakıt ikmal tabancalarının girmesini önleyecek ve ancak 21,34 mm çapındaki kurşunsuz yakıt tabancalarının girebilecekleri ölçüde yapılır.

1.1.3 - Emisyon kontrol donanımı bulunan her taşıta bu donanımı tanıttıcı bilgileri özet olarak gösterir bir plaka takılmalıdır. Ayrıca, emisyon kontrol donanımlı benzin motorlu taşıtlarda kurşunsuz benzin kullanılması gerektiği de, bir uyarı işareti ile belirtilir.

1.1.4 - Ruhsat İçin Emisyon Sınırlarına uygun bulunmayan yeni taşıtlara hiçbir şekilde trafik kayıt ve tescilli yapılmamalıdır.

analitik metodla hemen ölçülürler. Veriler, gram/kilometre emisyon olarak ve yazılı alınır.

### 2.2.2 - Denetlemeler İçin Emisyon Testi

Bu test, 75 saniyelik bir süre içinde, dinamik metodla (3 safhada ve taşıt ağırlıklarına göre saptanan hız ve yüklerde, Rolantide, Düşük Hız ve Yükte, Yüksek Hız ve Yükte) ve (Çizelge - 4) deki değerlere göre, uygun bir şasi dinamometresi üzerinde yapılır.

### 2.2.3 - Emisyon Yol Deneyi

Yetkililerce Madde 2.1.3 deki cihazlarla, emisyon ölçü-

meli ve bulunan değerler, Çizelge-3 deki değerlere uygun olmalıdır.

### 2.2.4 - Emisyon Şasi Dinamometresi Kalibrasyonu

Ruhsat için emisyon testine başlamadan önce, emisyon dinamometresi Çizelge-6 daki değerlere uygun olarak kalibre edilir.

### 2.3 - DENEY YAKITI ÖZELLİKLERİ

#### 2.3.1 - Benzin

	ÖZELLİK	TS
Oktan Sayısı (Araştırma Met.)	91 min. 93 max.	TS 2431 <sup>1)</sup>
Oktan Sayısı Motor Met.)	82 min.	TS 2232
Kurşun (organik gr/lt)	0.013 max.	TS 1755
Kükürt (% ağırlık)	0.10 max.	TS 1539
Distilasyon (°C)		TS 1232
İlk kaynama noktası	24 - 35	
% 10	49 - 57	
% 50	93 - 110	
% 90	149 - 163	
Son kaynama noktası	213 max.	
Hidrokarbonlar :		TS 1522
Olefinler (% hacim)	10 max.	
Aromatikler (% hacim)	35 max.	
Reid Buhar Basıncı (kPa)	55.0 - 63.4 (8.0 - 9.2 psi)	TS 1448

#### 2.3.2 - Dizel Yakıtı (Motorin) :

	ÖZELİK	TS
Setan Sayısı	42 - 50	TS 2883
Distilasyon (°C)		TS 1232
İlk Kaynama Noktası	171 - 204	
% 10	204 - 238	
% 50	243 - 282	
% 90	288 - 321	
Son kaynama noktası	304 - 349	
Kükürt (%)	0.2 - 0.5	TS 1539
Hidrokarbonlar		TS 1522
Aromatikler %	27	
Parafin, Nafta Olefin	Geril kalan %	
Viskozite (Centistokes)	2.0 - 3.2	TS 1451

1) Bu standard metninde atıf yapılan Türk Standardlarının numaraları metnin sonunda verilmiştir.

analitik metotla hemen ölçülürler. Veriler, gram/kilometre emisyon olarak ve yazılı alınır.

### 2.2.2 - Denetlemeler İçin Emisyon Testi

Bu test, 75 saniyelik bir süre içinde, dinamik metotla (3 safhada ve taşıt ağırlıklarına göre saptanan hız ve yüklerde, Rolanti'de, Düşük Hız ve Yükte, Yüksek Hız ve Yükte) ve (Çizelge -4) deki değerlere göre, uygun bir şasi dinamometresi üzerinde yapılır.

### 2.2.3 - Emisyon Yol Deneyi

Yetkililerce Madde 2.1.3 deki cihazlarla, emisyon ölçü-

meli ve bulunan değerler, Çizelge-3 deki değerlere uygun olmalıdır.

### 2.2.4 - Emisyon Şasi Dinamometresi Kalibrasyonu

Ruhsat için emisyon testine başlamadan önce, emisyon dinamometresi Çizelge-6 daki değerlere uygun olarak kalibre edilir.

## 2.3 - DENEY YAKITI ÖZELLİKLERİ

### 2.3.1 - Benzin

	ÖZELLİK	TS
Oktan Sayısı (Araştırma Met.)	91 min. 93 max.	TS 2431 <sup>1)</sup>
Oktan Sayısı Motor Met.)	82 min.	TS 2232
Kurşun (organik gr/lt)	0.013 max.	TS 1755
Kükürt (% ağırlık)	0.10 max.	TS 1539
Distilasyon (°C)		TS 1232
İlk kaynama noktası	24 - 35	
% 10	49 - 57	
% 50	93 - 110	
% 90	149 - 163	
Son kaynama noktası	213 max.	
Hidrokarbonlar :		TS 1522
Olefinler (% hacim)	10 max.	
Aromatikler (% hacim)	35 max.	
Reid Buhar Basıncı (kPa)	55.0 - 63.4 (8.0 - 9.2 psi)	TS 1448

### 2.3.2 - Dizel Yakıtı (Motorin) :

	ÖZELLİK	TS
Setan Sayısı	42 - 50	TS 2883
Distilasyon (°C)		TS 1232
İlk Kaynama Noktası	171 - 204	
% 10	204 - 238	
% 50	243 - 282	
% 90	288 - 321	
Son kaynama noktası	304 - 349	
Kükürt (%)	0.2 - 0.5	TS 1539
Hidrokarbonlar		TS 1522
Aromatikler %	27	
Parafin, Nafta Olefin	Geri kalan %	
Viskozite (Centistokes)	2.0 - 3.2	TS 1451

1) Bu standard metninde atıf yapılan Türk Standardlarının numaraları metnin sonunda verilmiştir.

ÇİZELGE - 2 Denetlemelerde Aranacak Emisyon Sınırları En Büyük Değerler

Kirlenici Gazlar (Emisyonlar)	Otomobil, Minibüs, Kamyonet						Otobüs, Kamyon	
	Emisyon Kontrol Donanımlı Taşıtlarda			Emisyon Kontrol Donanımı Olmayan Taşıtlarda			Emisyon Kontrol Donanımlı Taşıtlarda	Emisyon Kontrol Donanımı Olmayan Taşıtlarda
	Rolantide	Düşük Hız ve Yükte	Yüksek Hız ve Yükte	Rolantide	Düşük Hız ve Yükte	Yüksek Hız ve Yükte		
CO	% 3	% 2,5	% 2	% 5,5	% 3,5	% 3		
HC	290 ppm	240 ppm	220 ppm	700 ppm	450 ppm	450 ppm		
Dizel duman koyuluğu :								
Hız artırımında							% 40	% 40
Zorlamada (aşırı yük düşük devir)							% 20	
En fazla							% 50	% 50

ÇİZELGE - 4 Emisyon Test Dinamometresindeki Yük ve Hız Değerleri

Taşıt Ağırlığı kg.	Düşük Hız		Yüksok Hız	
	Hız (km)	Yük (hp)	Hız (km)	Yük (hp)
1270 kg. dan az	37	5	60	14
1270 - 1725 kg.	48	9	72	23
1725 kg. dan fazla	53	11	79	29



Zaman (Saniye)	Hız (Km/Saat)	Zaman (Saniye)	Hız (Km/Saat)	Zaman (Saniye)	Hız (Km/Saat)	Zaman (Saniye)	Hız (Km/Saat)
161	0.0	216	77.1	271	83.0	326	27.4
162	0.0	217	78.1	272	83.4	327	24.9
163	0.0	218	79.0	273	83.8	328	20.1
164	5.3	219	79.7	274	84.5	329	17.4
165	10.6	220	80.5	275	85.3	330	12.9
166	15.9	221	81.4	276	86.1	331	7.6
167	21.2	222	82.1	277	86.9	332	2.3
168	26.6	223	82.9	278	88.4	333	0.0
169	31.9	224	84.0	279	89.2	334	0.0
170	35.7	225	85.6	280	89.5	335	0.0
171	39.1	226	87.1	281	90.1	336	0.0
172	41.5	227	87.9	282	90.1	337	0.0
173	42.5	228	88.4	283	89.8	338	0.0
174	41.4	229	88.5	284	88.8	339	0.0
175	40.4	230	88.4	285	87.7	340	0.0
176	39.8	231	87.9	286	86.3	341	0.0
177	40.2	232	87.9	287	84.5	342	0.0
178	40.6	233	88.2	288	82.9	343	0.0
179	40.9	234	88.7	289	82.9	344	0.0
180	41.5	235	89.3	290	82.9	345	0.0
181	43.8	236	89.6	291	82.2	346	0.0
182	42.6	237	90.3	292	80.6	347	1.6
183	38.6	238	90.6	293	80.5	348	6.9
184	36.5	239	91.1	294	80.6	349	12.2
185	31.2	240	91.2	295	80.5	350	17.5
186	28.5	241	91.2	296	79.8	351	22.9
187	27.7	242	90.9	297	79.7	352	27.8
188	29.1	243	90.9	298	79.7	353	32.2
189	29.9	244	90.9	299	79.7	354	36.2
190	32.2	245	90.9	300	79.0	355	38.1
191	35.7	246	90.9	301	78.2	356	40.6
192	39.4	247	90.9	302	77.4	357	42.8
193	43.9	248	90.8	303	76.0	358	45.2
194	49.1	249	90.3	304	74.2	359	48.3
195	53.9	250	89.8	305	72.4	360	49.6
196	58.3	251	88.7	306	70.5	361	50.9
197	60.0	252	87.9	307	68.8	362	51.7
198	63.2	253	87.2	308	66.8	363	52.8
199	65.2	254	86.9	309	64.9	364	54.1
200	67.8	255	86.4	310	62.0	365	55.5
201	70.0	256	86.3	311	59.5	366	55.7
202	72.6	257	86.7	312	56.6	367	56.2
203	74.0	258	86.9	313	54.4	368	56.0
204	75.3	259	87.1	314	52.3	369	55.5
205	76.4	260	87.1	315	50.7	370	55.8
206	76.4	261	86.6	316	49.2	371	57.1
207	76.1	262	85.9	317	49.1	372	57.9
208	76.0	263	85.3	318	48.3	373	57.9
209	75.6	264	84.7	319	46.7	374	57.9
210	75.6	265	83.8	320	44.3	375	57.9
211	75.6	266	84.3	321	39.9	376	57.9
212	75.6	267	83.7	322	34.6	377	57.9
213	75.6	268	83.5	323	32.3	378	58.1
214	76.0	269	83.2	324	30.7	379	58.6
215	76.3	270	82.9	325	29.8	380	58.7

Zaman (Saniye)	Hız (Km/Saat)	Zaman (Saniye)	Hız (Km/Saat)	Zaman (Saniye)	Hız (Km/Saat)	Zaman (Saniye)	Hız (Km/Saat)
601	35.4	656	35.7	711	36.2	766	0.0
602	36.0	657	37.5	712	35.6	767	4.8
603	36.2	658	39.4	713	36.5	768	10.1
604	36.2	659	40.7	714	37.5	769	15.4
605	36.2	660	41.2	715	37.8	770	20.8
606	36.5	661	41.8	716	36.2	771	25.4
607	38.1	662	42.0	717	34.8	772	28.2
608	40.4	663	42.2	718	33.0	773	29.6
609	41.8	664	42.2	719	29.0	774	31.4
610	42.6	665	42.5	720	24.1	775	33.3
611	43.5	666	42.6	721	19.3	776	35.4
612	42.0	667	42.6	722	14.5	777	37.3
613	36.7	668	41.8	723	10.0	778	40.2
614	31.4	669	41.0	724	7.2	779	42.6
615	26.1	670	38.0	725	4.8	780	44.3
616	20.8	671	34.4	726	3.4	781	45.1
617	15.4	672	29.8	727	0.8	782	45.5
618	10.1	673	26.4	728	0.8	783	46.5
619	4.8	674	23.3	729	5.1	784	46.5
620	0.0	675	18.7	730	10.5	785	46.5
621	0.0	676	14.0	731	15.4	786	46.3
622	0.0	677	9.3	732	20.1	787	45.9
623	0.0	678	5.6	733	22.5	788	45.5
624	0.0	679	3.2	734	25.7	789	45.5
625	0.0	680	0.0	735	29.0	790	45.5
626	0.0	681	0.0	736	31.5	791	45.4
627	0.0	682	0.0	737	34.6	792	44.4
628	0.0	683	0.0	738	37.2	793	44.3
629	0.0	684	0.0	739	39.4	794	44.3
630	0.0	685	0.0	740	41.0	795	44.3
631	0.0	686	0.0	741	42.6	796	44.3
632	0.0	687	0.0	742	43.6	797	44.3
633	0.0	688	0.0	743	44.4	798	44.3
634	0.0	689	0.0	744	44.9	799	44.4
635	0.0	690	0.0	745	45.5	800	45.1
636	0.0	691	0.0	746	46.0	801	45.9
637	0.0	692	0.0	747	46.0	802	48.3
638	0.0	693	0.0	748	45.5	803	49.9
639	0.0	694	2.3	749	45.4	804	51.5
640	0.0	695	5.3	750	45.1	805	53.1
641	0.0	696	7.1	751	44.3	806	53.1
642	0.0	697	10.5	752	43.1	807	54.1
643	0.0	698	14.8	753	41.0	808	54.7
644	0.0	699	18.2	754	37.8	809	55.2
645	0.0	700	21.7	755	34.6	810	55.0
646	3.2	701	23.5	756	30.8	811	54.7
647	7.2	702	26.4	757	26.8	812	54.7
648	12.6	703	26.9	758	24.0	813	54.8
649	16.4	704	26.6	759	20.1	814	54.1
650	20.1	705	26.6	760	15.1	815	53.3
651	22.5	706	29.3	761	10.0	816	53.1
652	24.8	707	30.9	762	4.8	817	52.3
653	28.2	708	32.3	763	2.4	818	51.5
654	31.5	709	34.6	764	2.4	819	51.3
655	33.8	710	36.2	765	0.8	820	50.9

Zaman (Saniye)	Hız (Km/Saat)	Zaman (Saniye)	Hız (Km/Saat)	Zaman (Saniye)	Hız (Km/Saat)	Zaman (Saniye)	Hız (Km/Saat)
1041	0.0	1096	8.0	1151	6.6	1206	20.6
1042	0.0	1097	6.8	1152	1.3	1207	21.1
1043	0.0	1098	4.2	1153	0.0	1208	21.1
1044	0.0	1099	1.6	1154	0.0	1209	22.5
1045	0.0	1100	0.0	1155	0.0	1210	24.9
1046	0.0	1101	0.2	1156	0.0	1211	27.4
1047	0.0	1102	1.0	1157	0.0	1212	29.9
1048	0.0	1103	2.6	1158	0.0	1213	31.7
1049	0.0	1104	5.8	1159	0.0	1214	33.8
1050	0.0	1105	11.1	1160	0.0	1215	34.6
1051	0.0	1106	16.1	1161	0.0	1216	35.1
1052	0.0	1107	20.6	1162	0.0	1217	35.1
1053	1.9	1108	22.5	1163	0.0	1218	34.6
1054	6.4	1109	23.3	1164	0.0	1219	34.1
1055	11.7	1110	25.7	1165	0.0	1220	34.6
1056	17.1	1111	29.1	1166	0.0	1221	35.1
1057	22.4	1112	32.2	1167	0.0	1222	35.4
1058	27.4	1113	33.8	1168	0.0	1223	35.2
1059	29.8	1114	34.1	1169	3.4	1224	34.9
1060	32.2	1115	34.3	1170	8.7	1225	34.6
1061	35.1	1116	34.4	1171	14.0	1226	34.6
1062	37.0	1117	34.9	1172	19.3	1227	34.4
1063	38.6	1118	36.2	1173	24.6	1228	32.3
1064	39.9	1119	37.0	1174	29.9	1229	31.4
1065	41.2	1120	38.3	1175	34.0	1230	30.9
1066	42.6	1121	39.4	1176	37.0	1231	31.5
1067	43.1	1122	40.2	1177	37.8	1232	31.9
1068	44.1	1123	40.1	1178	37.0	1233	32.2
1069	44.9	1124	39.9	1179	36.2	1234	31.4
1070	45.5	1125	40.2	1180	32.2	1234	28.2
1071	45.1	1126	40.9	1181	26.9	1236	24.9
1072	44.3	1127	41.5	1182	21.6	1237	20.9
1073	43.5	1128	41.8	1183	16.3	1238	16.1
1074	43.5	1129	42.5	1184	10.9	1239	12.9
1075	42.3	1130	42.8	1185	5.6	1240	9.7
1076	39.4	1131	43.3	1186	0.3	1241	6.4
1077	36.2	1132	43.5	1187	0.0	1242	4.0
1078	34.6	1133	43.5	1188	0.0	1243	1.1
1079	33.2	1134	43.5	1189	0.0	1244	0.0
1080	29.0	1135	43.3	1190	0.0	1245	0.0
1081	24.1	1136	43.1	1191	0.0	1246	0.0
1082	19.8	1137	43.1	1192	0.0	1247	0.0
1083	17.9	1138	42.6	1193	0.0	1248	0.0
1084	17.1	1139	42.5	1194	0.0	1249	0.0
1085	16.1	1140	41.8	1195	0.0	1250	0.0
1086	15.3	1141	41.0	1196	0.0	1251	0.0
1087	14.6	1142	39.6	1197	0.3	1252	1.6
1088	14.0	1143	37.8	1198	2.4	1253	1.6
1089	13.8	1144	34.6	1199	5.6	1254	1.6
1090	14.2	1145	32.2	1200	10.5	1255	1.6
1091	14.5	1146	28.2	1201	15.8	1256	1.6
1092	14.0	1147	25.7	1202	19.3	1257	2.6
1093	13.8	1148	22.5	1203	20.8	1258	4.8
1094	12.9	1149	17.2	1204	20.9	1259	6.4
1095	11.3	1150	11.9	1205	20.3	1260	8.0

ÇİZELGE - 6 Emisyon Test Dinamometresinde Taşıtların Ağırlıklarına Göre Yapılacak Ayarlara Ait Tablo

Taşıtların Ağırlığı (kg)	Test İçin Eşdeğer Ağırlık kg	Ayar Değeri (kw-80 km/sa)
481 kg ma kadar	454	4.4
482-538	510	4.6
539-595	567	4.8
596-652	624	5.0
653-708	680	5.3
709-765	737	5.5
766-822	794	5.7
823-888	850	6.0
889-935	907	6.2
936-992	964	6.4
993-1048	1021	6.6
1049-1105	1077	6.8
1106-1162	1134	7.0
1163-1219	1191	7.2
1220-1275	1247	7.4
1276-1332	1304	7.6
1333-1389	1360	7.7
1390-1445	1417	7.9
1446-1502	1474	8.0
1503-1559	1531	8.2
1560-1615	1588	8.4
1616-1672	1644	8.5
1673-1729	1701	8.6
1730-1786	1758	8.8
1787-1881	1814	9.0
1882-1984	1978	9.2
1985-2097	2041	9.5
2098-2211	2155	9.7
2212-2324	2268	10.0
2325-2438	2381	10.2
2439-2608	2495	10.4
2608 den fazla	2722	10.7

d. 6 (10)

TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ  
İLE  
İZMİR BÜYÜK ŞEHİR BELEDİYESİ  
İŞBİRLİĞİ PROTOKOLÜ TASLAĞI

MADDE 1.0

TARAF LAR

İşbu protokolde taraflar İzmir Büyük Şehir Belediye Başkanlığı ile Türk Standardları Enstitüsü adına Türk Standardları Enstitüsü Başkanlığı'dır.

## MADDE 2.0

### TANIMLAR

Aşağıdaki terimler, anlaşma metninde başka bir biçimde ifade edilmedikçe belirtilen anlamları taşıyacaktır.

- 2.01. " BELEDİYE " İzmir Büyük Şehir Belediye Başkanlığı'dır.
- 2.02. " ENSTITÜ " Türk Standardları Enstitüsü'dür.
- 2.03. " İŞ " İzmir Büyük Şehir Belediye sınırları içinde yürütülmesi öngörülen ve Madde 3.0 İŞ TARİFİ'nde tanımlanan tetkik, ölçüm, analiz ve araştırmaların yapılmasıdır.

## MADDE 3.0

### İ Ş T A R İ F İ

- 3.01. İzmir'deki motorlu taşıtların egzoz gaz ölçümlerinin yapılması.
- 3.02. İzmir'de motorlu taşıtların 2918 sayılı Trafik Kanunı Tüzüğünde sınırları belirtilen gürültü ölçümlerinin yapılması.
- 3.03. İzmir "BELEDİYE" sınırları içinde, BELEDİYE ile ENSTITÜ'nün uygun göreceği yerlere kurulacak atmosfer ölçüm istasyonları ile hava kirliliği ölçümlerinin yapılması (Emisyon testleri)
- 3.04. "Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği"nde belirtilen işletmelerin baca gazı analizlerinin yapılması. (Baca gazı analiz sicil Def.)
- 3.05. Sanayi işletmelerinde mevcut kazan yanma ve baca gazı kontrolü, Konutların kalorifer kazanları kontrolü ve Basınçlı Kapların Kontrolü.
- 3.06. Binalarda asansörlerin kontrolü.
- 3.07. Deniz araçlarının tank ve sintine suyu kontrolleri.
- 3.08. Deniz, akarsu, durgunsu, içme suyu ve çeşitli artık veya atıksularda kirlilik parametrelerinin analizinin yapılması.
- 3.09. Çevreyi kirletmesi muhtemel her çeşit atık, artık, yakıt ve diğer kimyevi maddelerin ve bunları zararsız hale getirecek arıtma ve diğer tesislerin proje ve yapılarının çalışmalarının mer'i mevzuata uygunluklarının kontrolü.  
Motorlu kara vasıtalarının egzoz gazı ölçümleri, gürültü ölçümleri ile deniz, akarsu ve çeşitli atıksulardaki kirlilik parametrelerinin ölçümleri ENSTITÜ'nün Çiğli'deki veya diğer Laboratuvarlarında gerçekleştirilecektir..

Atmosfer ölçüm istasyonları BELEDİYE ile ENSTITÜ'nün birlikte belirleyeceği yerlerde kurulacaktır.

İşletmelerin baca gazı analizlerinin yapılması, işletmelere gidilerek yerinde ve tozluluk ölçümü için alınacak baca gazı numunelerinin ENSTITÜ'nün Çiğli'deki veya diğer Laboratuvarlarında değerlendirilmesiyle yapılacaktır.

BELEDİYE ve ENSTITÜ'nün bu amaçla yetkilendireceği elemanlar, ölçüm ve kontrolleri için gereklerini ve aciliyetini göz önüne alarak planlayacaklar, programı mevcut istek ve ihtiyaçları göz önüne alarak belirleyebileceklerdir.

Hizmet giderlerinin nasıl karşılanacağı tarafların yapacağı ayrı protokol ile tesbit edilir.



## MADDE 4.0

### ENSTİTÜ'NÜN YÜKÜMLÜLÜK VE SORUMLULUKLARI

- 4.01. ENSTİTÜ, BELEDİYE'ye karşı aşağıdaki hususları yerine getirmekle yükümlüdür.
- A) Protokol'de belirtilen hususlar için gerekli ve imkânları dahilinde; Araştırma Laboratuvarını kurmak, donatmak ve çalışmaların İŞ ALANLARI'nda aksamadan usulüne uygun olarak sürdürülebilmesi için yeterli hizmet personeli ile çalışmalar için gerekli bilimsel ve teknik personeli sağlamak.
- B) İŞ'le ilgili teknik personelin yurt içi ve yurt dışı eğitimlerini sağlamak.
- C) Protokol'de yer alan teçhizatın test veya çalışmaları sırasında kalibre ve ayar edilmesini, analizlerde gerekebilecek her türlü miyar, kimyasal madde, çeşitli gaz ve kalibrasyon cihazlarının temin edilmesi ve yukarıdaki analiz çalışmaları sırasındaki bakım ve bu işlemlerin yapılması için gerekli ikmal Enstitü tarafından temin edilecektir.
- 4.02. ENSTİTÜ, İŞ'in yapılması için kendisine ait her türlü arsa, tesis, araç ve gereçlerden bedelsiz olarak BELEDİYE'nin yararlanmasına imkân sağlayacağını taahhüt eder.
- 4.03. ENSTİTÜ, Yurt içi ve dışındaki İŞ'le ilgili gerekli araç, gereç, bilgi görüş alışverişi ve yurt dışı çeşitli kuruluşlarla gerekli koordinasyonu sağlayacaktır.
- 4.04. ENSTİTÜ protokolün yürürlüğe girmesinden sonra tesbit edilecek İŞ programına uygun olarak İŞ'e başlayacak ve yürütecektir.

MADDE 5.0

BELEDİYE'NİN SORUMLULUKLARI

- 5.01. BELEDİYE, protokol konusu iş'le ilgili olarak ve gereken gizlilik derecesinde muhafaza edilmek kaydıyla ENSTİTÜ'nün gerekli göreceği haritaları, döküman, bilgi ve doneleri ENSTİTÜ'ye verecektir.
- 5.02. BELEDİYE, iş'le ilgili olarak devlet teşekkülleri ile diğer özel ve kamu kuruluşları arasındaki gerekli iletişim ve koordinasyonu sağlayacaktır.
- 5.03. BELEDİYE, iş'in yapılması için kendisine ait her türlü arsa, tesis, araç ve gereçlerden bedelsiz olarak ENSTİTÜ'nün yararlanmasına imkân sağlayacağını taahhüt eder.
- 5.04. Bu hizmet için gerekli teknik dökümantasyon ve bilgi merkezini T.S.E. nin tesbit ettiği esasla dahilinde, taraflar müştereken kuracaktır.
- 5.05. ENSTİTÜ, iş'in yürütülmesi esnasında BELEDİYE'de mevcut laboratuvar olanaklarından yararlanacaktır.
- 5.06. BELEDİYE gerektiğinde ENSTİTÜ'ye iş'in yürütülmesi esnasında elindeki mevcut teknik elemanlarla imkânları ölçüsünde yardımcı olacaktır.
- 5.07. Taraflar bu maksat ve iş için derlenen ve değerlendirilen bilgi ve belgeler rızaları hilafına üçüncü kişilere açıklamıyacaklardır.