

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **MOTORLU ARAÇLAR TEKNOLOJİSİ**

**EGZOZ EMİSYON KONTROLÜ**  
**525MT0300**

**Ankara, 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. EMİSYONLAR.....	3
1.1. Tanımı .....	3
1.2. Motorlu Araç Emisyonları ve Hava Kirliliğine Etkisi .....	4
1.3. Hava ve Kirlenici Emisyonlar.....	5
1.4. Hava Kirliliğinin Çevre ve İnsan Sağlığına Etkileri .....	6
1.5. Hava Kirlenmesinin Başlıca Kaynakları .....	8
1.5.1. Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği .....	8
1.5.2. Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliği .....	8
1.5.3. Trafikten Kaynaklanan Hava Kirliliği .....	9
1.6. Emisyonlarla İlgili Yasal Zorunluluklar .....	9
1.6.1. Uluslararası Standartlar .....	10
1.6.2. Ulusal Standartlar .....	11
1.7. Egzoz Emisyon Kontrolü .....	12
1.7.1. Yakıtlar ve Yanma .....	12
1.7.2. Benzinli ve Alternatif Yakıtlı Motorların Emisyonları.....	15
1.7.3. Benzinli Motor Emisyon Kontrol Cihazları (O <sub>2</sub> ,CO,HC,CO <sub>2</sub> ) .....	17
UYGULAMA FAALİYETİ .....	23
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	27
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	29
2. DİZEL MOTORLARDA EGZOZ EMİSYON KONTROLÜ .....	29
2.1. Dizel Motorların Emisyonları .....	29
2.1.1. Karbon Oksitler .....	30
2.1.2. Azot Oksitler.....	30
2.1.3. Kükürtlü Bileşikler .....	31
2.1.4. Hidrokarbonlar.....	31
2.1.5. Aldehitler .....	31
2.1.6. Partiküller .....	31
2.2. Azot Oksitlerin Çevre ve İnsan Sağlığına Etkileri .....	33
2.3. Dizel Motorda Azot Oksit Azaltma Yöntemleri .....	33
2.4. Araçta Egzoz Emisyonuna Etki Eden Faktörler.....	34
2.4.1. Sıkıştırma Oranı.....	34
2.4.2. Hava /Yakıt Oranı.....	36
2.4.3. Ateşleme Avansı.....	37
2.4.4. Yakıt Kalitesi.....	38
2.4.5. Motorlarda Alev Hızı.....	38
2.4.6. Motor Sürtünmesi .....	39
2.4.7. Motorlarda Kullanılan Yardımcı Sistemler .....	39
2.4.8. Yanma Odası Tasarımı .....	40
2.4.9. Taşıt Tasarımı .....	42
2.4.10. Taşıt Aerodinamiği .....	42
2.5. Motor Bakımının ve Ayarının Emisyona Etkisi.....	42
2.6. Motorlu Araçların Farklı Çalışma Şartlarının Emisyona Etkileri .....	44
2.7. Motorlu Araçlardaki Emisyonlarının Düşürmek İçin Kullanılan Donanımlar .....	45

---

2.8. Dizel Motor Emisyon Kontrol Cihazları (Duman Ölçer).....	45
2.8.1. Görevi .....	46
2.8.2. Ekipmanların ve Cihazın Kullanılması.....	46
2.8.3. Cihazın Periyodik Bakımı.....	47
2.8.4. Cihazla Ölçüm Yaparken Dikkat Edilecek Hususlar.....	48
2.8.5. Emisyon Değerlerinin Yorumlanması .....	48
UYGULAMA FAALİYETİ .....	50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	54
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	55
CEVAP ANAHTARLARI.....	56
KAYNAKÇA .....	58

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>525MT0300</b>
<b>ALAN</b>	<b>Motorlu Araçlar Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Otomotiv Elektromekanikerliği ve İş Makineleri</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Egzoz Emisyon Kontrolü</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Egzoz emisyon kontrolü yapabilme; yakıtlar, yanma ve araçlardaki egzoz emisyon değerlerini ölçebilme becerilerinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Bu modülün ön koşulu yoktur.
<b>YETERLİK</b>	Egzoz emisyonlarının kontrolünü sağlamak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Araçlarda egzoz emisyon ölçümü ve azaltıcı uygulamalar yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <b>1.</b> Benzinli ve alternatif yakıtlı motorlarda egzoz emisyonları ölçümünü yapabileceksiniz. <b>2.</b> Dizel motorlarda egzoz emisyonları ölçümünü yapabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Teknoloji sınıfı ve atölye <b>Donanım:</b> Egzoz emisyon ölçüm cihazı
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.



# GİRİŞ

## **Sevgili Öğrenci,**

Bu modülde motorun çalışırken veya çalışmazken çevreye (Hava, Su, Toprak) salıverdiği, insan ve tabiat için zararlı olduğu bilimsel olarak ispatlanmış atıklar olan emisyon atıklarını göreceksiniz.

Dünyamızda sanayinin gelişmesi ve makinelerin insan üretimlerinin önüne geçmesi, fabrikalardan dışarıya salınan gazlar etkisi ile atmosfer kirliliği had safhaya ulaşmıştır. Bu kirliliğe en büyük etken olarak gösterilen otomotiv piyasası da kirliliği laboratuvarlarında inceleyerek dışarıya salınımı iyileştirmek için sürekli yeni normlar uygulamakta ve yenilikler yapmaktadır. Bunun en büyük destekçisi Euro normlarında motorlardır ve Euro 1,Euro 2, Euro 3, Euro 4 ve son olarak da Euro 5 normlarında motorlar piyasaya sürülmüştür.

Sizler de bu modül sayesinde çevrenize ve insanlığa karşı daha duyarlı olmanın yanında egzoz emisyon ölçümleri yapabilme becerisini kazanmış olacaksınız.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Benzinli ve alternatif yakıtlı motorlarda egzoz emisyonlarını ölçebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

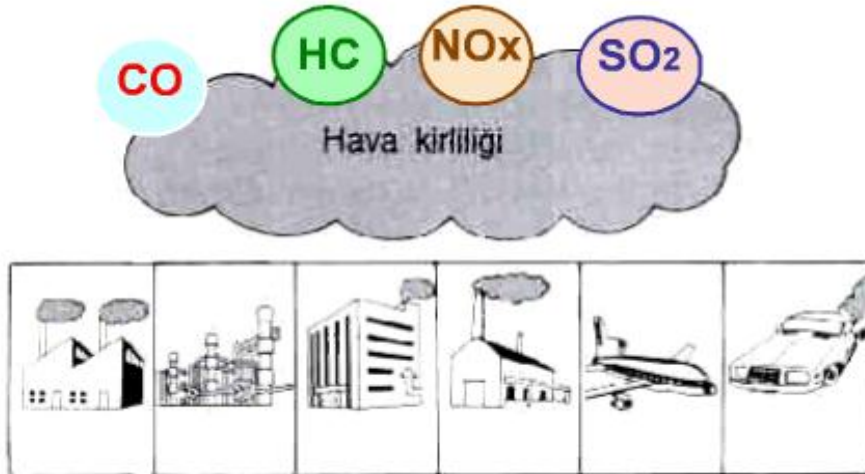
- Emisyonlar hakkında çevrenizdeki insanların neler bildiğini araştırınız.
- Motorlu araçlarda emisyonların neler olduğu hakkında bilgiler araştırınız.
- Ülkemizde araçlarda zorunlu olan çevre pulunun neden verildiğini araştırınız.

## 1. EMİSYONLAR

### 1.1. Tanımı

Saf hava, başta azot ve oksijen olmak üzere argon, karbondioksit, su buharı, neon, helyum, metan, kripton, hidrojen, azot monoksit, karbon monoksit, ksenon, ozon, amonyak ve azot dioksit gazlarının karışımından meydana gelmiştir.

Atmosferi oluşturan bu gazların, en kararsız olanları su buharı ve karbondioksittir. Atmosferdeki su buharı miktarı denizler, göller, nehirler ve bitkilerden buharlaşma ile artar ve bulutlardan sis, çığ, yağmur oluşumu ile de azalır.



Şekil 1.1: Atmosferi kirletici etkiler

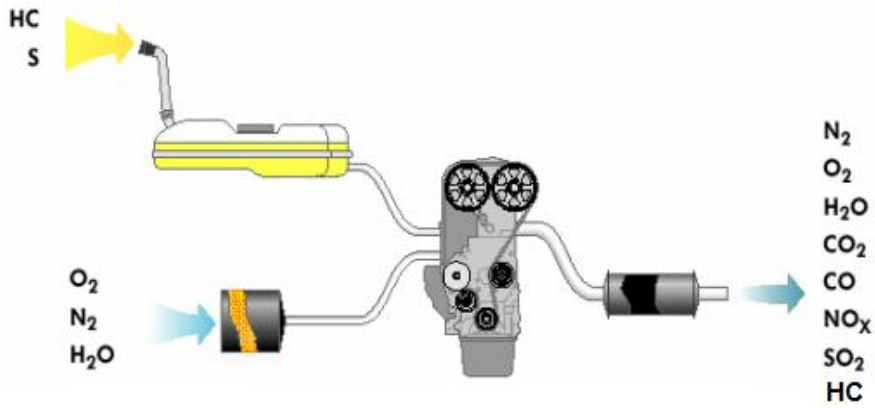
Su buharının bu değişkenliği, uzun sürede, bu olaylarla birbirini öyle dengeler ki, su buharının atmosferdeki miktarı değişmez.

Karbondioksit ise normalde çok küçük yer teşkil eden bir bileşendir. İnsan ve hayvanların teneffüsü ve bitkilerin fotosentez olayı ile atmosferdeki miktarı dengede tutulur.

Atmosferdeki bu hava diğer kirletici etkilerin yanı sıra Şekil 1.1’de görüldüğü gibi motorlu araçların kirletici etkilerine de mazur kalır.

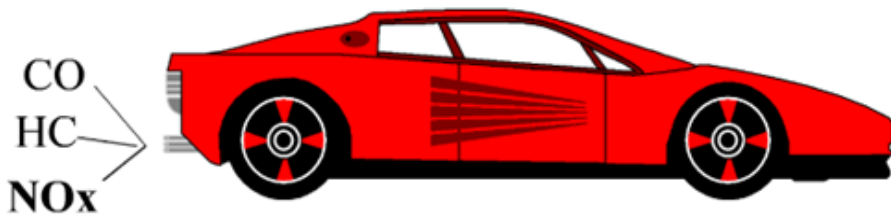
Atmosferdeki bu kirleticiler, kirletici kaynaklarından atmosfere doğrudan verilen kirleticiler ve bu kirleticilerle, atmosferik özellikler arasındaki kimyasal olaylar sonucu oluşan kirleticiler olmak üzere iki şekilde bulunur.

## 1.2. Motorlu Araç Emisyonları ve Hava Kirliliğine Etkisi



Şekil 1.2: Motorlu araçların kirletici etkileri

İçten yanmalı motorlarda yakıt hava karışımlarının yanması sonucu açığa çıkan zararlı gazların oluşturduğu ve atmosfere çıkan egzoz gazlarıdır. Motorlu taşıtların hava kirliliğinde önemli bir payı bulunmaktadır (Şekil 1.1. ve 1.2.) . Bu ise emisyon kontrol teknolojilerinin geliştirilmesini zorunlu hâle getirmiştir.



Şekil 1.3: Otomotiv egzoz gazı emisyonu

Motorlu taşıtların yaydığı egzoz gazı emisyonlarından kaynaklanan kirlilik, son yıllarda hava kirliliğine yol açan önemli faktörlerden biridir. Egzoz gazı emisyonları CO, HC ve NO<sub>x</sub> ihtiva eder. Tablo 1.1'de önlem alınmamış benzin motorlu kara taşıtında, egzoz gazı ile açığa çıkan kirletenlerin bileşenleri ve kompozisyonları verilmiştir.

BİLEŞEN	HACİMSEL YÜZDE
CO	0,85
HC	0,05
NO <sub>x</sub>	0,08
Katı partüküller	0,005

**Tablo 1.1: Önlem alınmamış egzoz gazındaki kirleticilerin kompozisyonu**

### 1.3. Hava ve Kirletici Emisyonlar

Türkiye'de, özellikle 1950'lerden sonra sanayileşme, şehirleşme, gelir seviyesinin yükselmesi ve hızlı nüfus artışına paralel olarak gelişen enerji tüketimi, yerli kaynak üretimi ile karşılanamayacak boyutlara ulaşmıştır. Oluşan enerji açığını karşılamadaki acil ve en ucuz kaynak ise petrol ve petrol ürünleri ithalatı olmuştur. Ancak ilki 1973 yılında yaşanan petrol krizleri sonucunda, enerji kısıtlamasına gidilmiş ve yerli kaynakların üretimine hız verilmiştir.

Hidrolik enerji ve yerli üretim linyitlerle elektrik üretimi için yeni santrallerin yapılması, ısınmada linyit kullanımının artması, bu politikanın doğal sonucu olmuştur. Ancak kısa ve orta vadede alınan bu tedbirlerin sonucunda, özellikle düşük kaliteli linyit tüketiminin meydana getirdiği birçok çevre problemleri de yaşanmış ve yaşanmaktadır.

Bu problemlerin azaltılmasında düşük kaliteli yakıtların ithal taşkömürü ve doğal gazı ile ikame edilmesi Ankara'da olduğu gibi bazı olumlu sonuçlar vermiştir. Linyit kullanımında yakıt zenginleştirme işlemlerinin uygulanması, yüksek verimli, ileri yakma teknolojilerinin kullanılması, merkezi ısıtma uygulamalarının artırılması, uygun olan her yerde muhakkak sıyırma sistemlerinin kurulması ve işletilmesi bir zorunluluktur. Taşkömürü ve linyit rezervlerinin büyüklüğü göz önüne alındığında Türkiye şartlarında bu kaynaklardan vazgeçilmesi düşünülemez. Ancak maliyetin beşte birine kadar indirimli satış yapılması da sürdürülemez. Bu nedenle rasyonel fiyatlandırma ve kaynakların rasyonel işletilmesi esasları mutlaka uygulanmalıdır.

Diğer taraftan petrol ve petrol ürünleri tüketimi azalmamış, aksine artmıştır. Ayrıca enerji kaynakları ithalatına taşkömürü ve doğal gaz gibi iki yeni kalem daha eklenmiştir. Diğer taraftan ormanların tahribine dek ulaşan odun üretimi ve tezek kullanımı, hâlen enerji üretimindeki temel iki kaynaktır.

Türkiye jeotermal, güneş, rüzgâr ve biyokütle gibi temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları açısından çok iyi bir konumda olmasına karşın bu potansiyelin üretime kazandırılması yönündeki çalışmalara henüz gereken önemin verildiği söylenemez.

Enerji üretimi sırasında, asidik gazların emisyonu ve sera etkisinin azaltılması gibi çevre problemlerine çözüm olarak önerilen nükleer santraller konusunda ise karar vermeden önce diğer tüm alternatiflerin dikkate alınması ve bu alanda yapılması düşünülen yatırımların, dışa bağımlılık, istihdam olanağı, ithal yakıt sorunu yaratılması gibi ülke çıkarlarını yakından ilgilendiren konular açısından da değerlendirilmesi gerekli görülmektedir.

Çevre açısından atık üretiminin en aza indirilmesi kadar önemli olan bir diğer faktör de kaynak kullanımındaki israfın önlenmesidir. Enerji tasarrufu ve verimliliği konusunda alınması gereken birçok önlem ve buna paralel olarak büyük bir tasarruf potansiyeli mevcuttur. Kaynak kaybı sadece dönüşüm ve kullanım aşamalarında değil, aynı zamanda iletim aşamasında da büyük boyutlardadır. Elektrik enerjisinin daha çok Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, tüketimin daha çok batı bölgelerinde olduğu göz önüne alırsa enerji iletim kayıplarının temel nedeni kolayca anlaşılabilir. Bu nedenle enerji tüketiminde tasarrufa, üretiminde ise desentralizasyona gidilmesi, yeni kurulacak ithal doğal gaz, ithal taşkömürü ve nükleer santrallerin batı bölgelerine kurulması bir çözüm olarak görünmektedir. Bir diğer önemli çözüm de iletim ve dağıtım hatlarının yenilenmesidir.

#### **1.4. Hava Kirliliğinin Çevre ve İnsan Sağlığına Etkileri**

Hava kirliliği, soluduğumuz dış havada kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), partiküler madde (PM), nitrojen oksitleri (NO<sub>x</sub>) ve ozon (O<sub>3</sub>) gibi kirleticilerin çevre ve sağlık üzerinde olumsuz etkileri yapacak düzeylerde olması şeklinde tanımlanabilir. Bu kirlilik atmosferde doğal süreçleri bozmakta ve toplum sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Hava kirliliği, dünya genelinde özellikle endüstriyel tesislerden, konutlarda ısınma amaçlı yakıt tüketiminden ve motorlu taşıt egzozlarından kaynaklanmaktadır. Özellikle gelişmekte olan bölgelerde hızlı kentleşme ve enerji tüketiminin artışı ile birlikte kirlilik de artmaktadır. Bu durum insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmekte ve özellikle solunum yolları hastalıklarında artışlar hava kirliliğinin kaçınılmaz bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır.

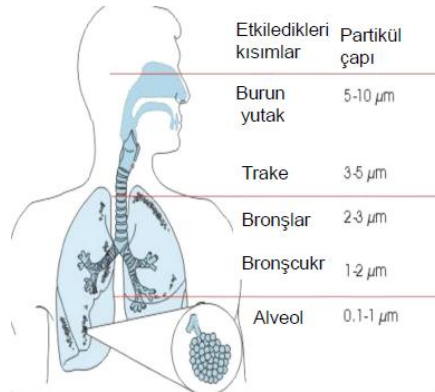
Atmosferi meydana getiren gazların karışımlarından oluşan hava, canlı organizmanın yaşam sürecindeki en önemli öğelerden biridir. Bir insanın günde yaklaşık olarak 2,5 litre su, 1,5 kg besin, 10 - 20 m<sup>3</sup> hava gereksinimi vardır. Açlığa 60 gün, susuzluğa 6 gün dayanabilen insan, havasızlığa ancak 6 dakika dayanabilmektedir.

Hava kirliliğinin, başta insan sağlığı olmak üzere görüş mesafesi, materyaller, bitkiler ve hayvan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri vardır. Katı yakıtlar ve akaryakıt gibi karbonlu maddelerin tam yanmamasından meydana gelen katı ve sıvı parçacıkların bir gaz karışımı olan duman, hava kirliliğinin bir çeşitlidir ve görüş uzaklığını azaltıcı bir etkiye sahiptir.

Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri, atmosferde yüksek miktardaki zararlı maddelerin solunması sonucu ortaya çıkar. İnsanların sağlıklı ve rahat yaşayabilmesi

için teneffüs edilen havanın mutlaka temiz olması gerekir. Havanın doğal yapısını bozan ve kirlüten maddelerin başka bir deyişle kirli havanın solunması, özellikle akciğer dokularını tahrip edici ve öldürücü olabilmektedir. Solunum yolu ile alınan hava içerisindeki parçacıklar ve duman, teneffüs esnasında yutulur ve akciğerlere kadar ulaşır.

- Kükürt oksitler (SOx): Hava kirlenici emisyonların en yaygın olanı kükürt dioksit ( $SO_2$ ) dir. Her yıl tonlarca  $SO_2$  çeşitli kaynaklardan atmosfere karışmaktadır. Solunan yüksek konsantrasyondaki kükürt dioksitin %95'i üst solunum yollarından absorbe olur. Bunun sonucu olarak bronşit, anfiyem ve diğer akciğer hastalık semptomları meydana gelir.
- Karbon monoksit (CO): Karbon monoksitin oksijen taşıma kapasitesini azaltması sonucunda kandaki oksijen yetersizliği nedeniyle kan damarlarının çeperleri, beyin kalp gibi hassas organ ve dokularda fonksiyon bozuklukları meydana gelir.
- Azot oksitler (NOx): NOx'in atmosferdeki kaynakları taşıt egzozu ve sabit yakma tesisleridir. Bu gazlar atmosferde doğal gaz çevrimine girerek nitrik asit ( $HNO_3$ ) oluşumuyla sonuçlanan zincirleme reaksiyonları tamamlar. Atmosferdeki  $HNO_3$  oluşumu ise asit yağışının oluşmasını etkiler. Bu yağışlara maruz kalan insanlarda akciğer fonksiyonlarında olumsuz değişimler meydana gelir.
- Partikül maddeler: Partikül maddelerin fiziksel yapısı ve kimyasal kompozisyonu sağlık açısından oldukça önemlidir. Kanser yapıcı organik kimyasallar içeren partikül maddeler sağlık açısından çok tehlikelidir. Birçok farklı bileşenden oluşmuş olan partikül maddeler akciğerdeki nemle bileşerek aside dönüşmektedir. PM akciğere kadar ulaşır kanın içindeki karbon dioksitin oksijene dönüşümünü yavaşlatmakta bu da nefes darlığına neden olmaktadır. Bu durumda oksijen kaybının giderilebilmesi için kalbin daha fazla çalışması gerektiğinden kalp üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır. İnce partiküllerle ölüm sayısındaki fazlalık arasında bağlantı vardır (Şekil 1.4). Yolların yakınında yaşayan çocuklarda astım artmaktadır.



Şekil 1.4: İnsan ciğerlerinde partiküllerin erişim noktaları

- Kurşun: Mavimsi veya gümüş grisi renginde yumuşak bir metaldir. Kurşun tetraetil veya tetrametil gibi organik bileşiklerinin yakıt katkı maddesi olarak

kullanılması nedeniyle kirletici parametre olarak önem göstermektedir. Tetraetil kurşun ve tetrametil kurşunun her ikisi de renksiz sıvı olup kaynama noktaları sırası ile 110 ve 200 santigrad derecedir. Uçuculuklarının diğer petrol bileşiklerinden daha fazla olması nedeni ile ilave edildiği yakıtında uçuculuğunu artırır. İnsan kanındaki kurşun konsantrasyonunun artması geri dönüşü mümkün olmayan beyin hasarları meydana getirmektedir.

## 1.5. Hava Kirlenmesinin Başlıca Kaynakları

Atmosferde bulunan gazları üç grupta inceleyebiliriz.

- Havada devamlı bulunan ve miktarları değişmeyen gazlar (Azot, Oksijen, Asal gazlar)
- Havada devamlı bulunan ve miktarları azalıp çoğalan gazlar (Karbon dioksit, Su buharı, Ozon)
- Havada her zaman bulunmayan gazlar (Kirleticiler)

Doğal kaynaklar: Yanardağ volkan faaliyetleri, orman yangınları ile bitki örtüsü ve doğanın tahrip edilmesi örnek olarak verilebilir.

Yapay kaynaklar: İnsanların faaliyetleri sonucu oluşan kaynaklardır. Bunlara ısınma amacıyla konutlarda yakıt kullanımı, sanayi faaliyetleri sonucu oluşan kullanımlar ve trafik kaynaklı kirlilikler verilebilir.

### 1.5.1. Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği

Kentlerimizdeki ısınmadan kaynaklanan hava kirliliği özellikle kış döneminin başlaması ile birlikte artış göstermektedir. Kış aylarında ısınmadan kaynaklanan hava kirliliğinin temel sebepleri; ısınmada kalitesiz yakıtların (kükürt, kül ve nem oranı yüksek kalori değeri düşük kömürler) iyileştirilme işlemine tabi tutulmadan kullanılması, yanlış yakma tekniklerinin uygulanması ve kullanılan kazanların bakımlarının düzenli olarak yapılmaması olarak sıralanabilir. Soba veya kalorifer kazan bacalarından çıkan gazlara genel kirleticiler denilmektedir. Bunlar; karbonmonoksit (CO), kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>), azotdioksitler (NO<sub>x</sub>) ve partikül maddeler (is, kurum ve toz) dir.

### 1.5.2. Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliği

Fabrikaların bacalarından çıkan kimyasal gazlar, tozlar ve dumanlar havayı kirletmektedir. Fabrikalarda enerji ihtiyacı için yakılan yakıtlar ve fabrikada yapılan işlemde oluşan kirleticiler baca ile havaya atılarak kirliliğe neden olmaktadır. Burada önemli olan hem kalkınmayı sürdürmek ve hem de çevreyi korumaktır. İş yerleri, fabrikalar çevreyi kirletmemek için gerekli önlemleri almalıdır. Örneğin, temiz enerji kaynakları kullanılmalı, filtre sistemleri kurulmalı, geri dönüşümü mümkün olan ham maddeler kullanılmalı, personel çevre konusunda eğitilmeli, yeşillendirme çalışmaları yapılmalı, teknolojik yenilikler takip edilmeli ve uygulanmalıdır. Sanayileşmenin yer seçimi önemlidir.

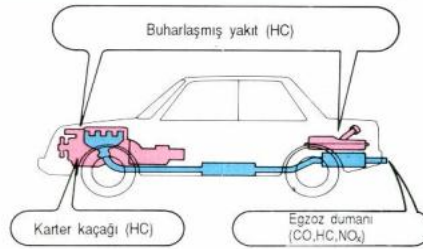
### 1.5.3. Trafikten Kaynaklanan Hava Kirliliği

Ulaşım araçları günlük yaşantımızın bir parçasıdır. Her gün değişik şekilde yararlandığımız bu motorlu kara yolu taşıtları havaya verdikleri kirlenici gaz ve taneciklerle çevremizi ve soluduğumuz havayı kirlenmektedir. Hava kirliliğinin yarısı motorlu taşıtlarından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle büyük kentlerin ana cadde ve kavşaklarında, kara yolları çevrelerinde havayı kirlen madde emisyonları (atmosfere atılan gaz, toz, is vs.) önemli boyutlardadır.

Bir insanın günlük ihtiyacı olan  $15 \text{ m}^3$  temiz havayı bir tek taşıtın sadece 10 dakikalık bir süre içerisinde tehlikeli hâle dönüştürmesi, kentlerdeki yüz binlerce taşıtın neden olduğu hava kirliliğinin boyutu hakkında bizlere yeterli bir fikir verebilir. Şehir trafiğindeki araçların; teknik bakımlarının yeterince yapılmaması, bilinçsiz kullanımı ve bir kısmının çok eski oluşları nedeniyle kirlenici özellikleri bir kat daha artmakta ve araçlar önemli kirlenici kaynak durumuna gelmektedir. Taşıtlarda hava kirliliği yaratan kirlenici kaynaklar, motor cinsine göre değişmektedir.

Bir taşıtın başlıca kirlenici kaynakları; egzoz borusu, benzin deposu, kartel havalandırma, karbüratör, fren balataları ve lastiklerdir (Şekil 1.5). Egzozdan üç tür duman çıkar. Siyah duman, tam yanmamış yakıt taneciklerinin oluşturduğu dumandır. Uygun yanma koşullarının olmadığını gösterir. Gri-Beyaz duman, tam yanma artığı maddelerin oluşturduğu dumandır. Uygun yanma koşullarının olduğunu gösterir. Mavi duman, yanmamış yakıt ve yağ karışımı olup genellikle motorun bakıma ihtiyacı olduğunu gösterir. Taşıtlardan kaynaklanan kirleniciler, genel ve özel kirleniciler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Egzoz gazları içinde bulunan karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ), su buharı ( $\text{H}_2\text{O}$ ), hidrojen ( $\text{H}_2$ ) ve azot ( $\text{N}_2$ ) gazları kirlenici olarak kabul edilmemektedir. Egzoz gazı içerisindeki karbonmonoksit ( $\text{CO}$ ), partikül madde (is, toz, tanecik vs.) ve hidrokarbonlar genel kirleniciler olarak kabul edilmektedir. Benzinli taşıtlarda ise kurşun ( $\text{Pb}$ ) bileşikleri önemli bir kirlenicidir.

Gaz tipi	Bileşim	CO	HC	NO <sub>x</sub>
Egzoz dumanı		%100	%55	%100
Buharlaştırılmış yakıt		—	%20	—
Karter kaçağı		—	%25	—



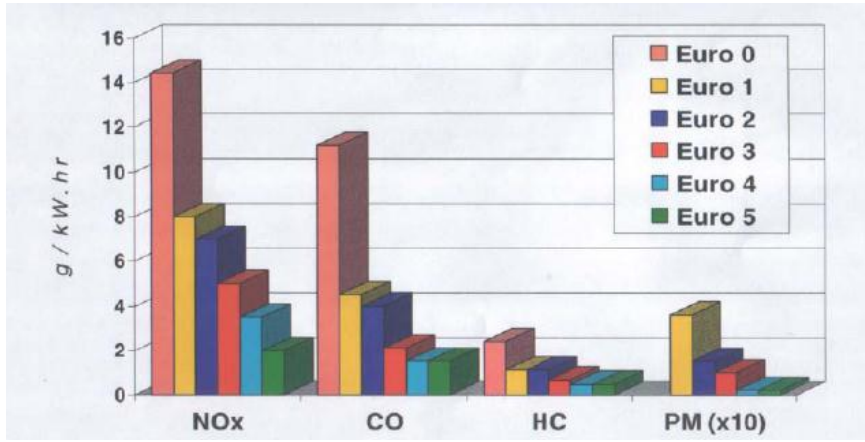
Şekil 1.5: Taşıtların kirlenici etkileri

## 1.6. Emisyonlarla İlgili Yasal Zorunluluklar

Avrupa Birliği'nde emisyon gereksinimleri hafif taşıtlar için 1970'li yıllar öncesinde, ağır taşıtlar için 1980'li yılların sonlarında doğmuştur. Birleşmiş Milletler ve bazı

Avrupa ülkelerinin önderliğinde, AB son olarak benzinli araçlarda katalitik konvertörlerin kullanımını zorunlu hâle getirmiştir.

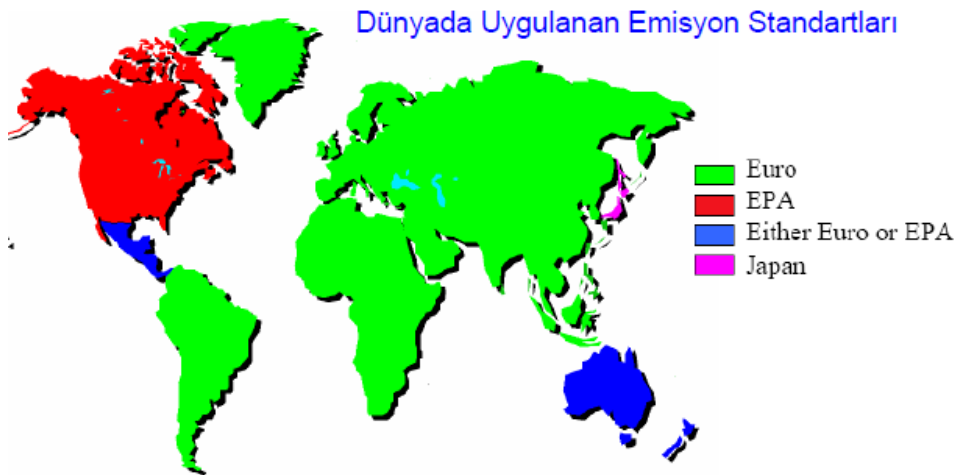
AB'nin getirdiği standartlardan önce belirli bir emisyon kuralına uymadan üretilen motorlara Noneuro (Euro standartları öncesi) motor denilmektedir. Daha sonraları ise getirilen sınırlamalar sonucu 1992-1993 yılları arasında Euro I, 1995-1996 yılları arasında Euro II, 2000 yılında Euro III, 2005 yılında Euro IV standartlarına geçilmiştir. 2009 yılında EuroV ve 2014 yılında da Euro VI sınırlamasına geçilmesi planlanmıştır (Tablo 1.2) .



Tablo 1.2: Motor emisyonların euro standartlarındaki değişimi

### 1.6.1. Uluslararası Standartlar

Dünyada emisyonlara yönelik ilk düzenlemeler 1968 yılında California'da, ilk sınırlama ise 1972 yılında Avrupa Birliği ülkelerinde ECE R 15.00 Regülasyonu ve EEC 72/220 Yönetmelik'i ile başlamıştır.



Şekil 1.6: Dünyadaki emisyon standartları

Günümüzde; tüm gelişmiş ve gelişme yolundaki dünya ülkeleri, çeşitli standartlarla (EEC/ECE , EPA, JIS) egzoz emisyonlarına denetimler uygulamaktadır (Şekil 1.6.).

Egzoz emisyon gereksinimleri şu an için dört grup bileşiği düzenlemektedir. Bunlar:

- Nitrojen oksitler (NO<sub>x</sub>)
- Hidrokarbonlar (HC)
- Karbon monoksit (CO)
- Partiküller (PM)

Hafif ve ağır taşıtlardaki emisyon standartlarının yıllara göre sayısal değerleri Tablo 1.3 ve Tablo 1.4'te gösterildiği gibidir.

	Zaman	CO		HC		NO <sub>x</sub>		HC+NO <sub>x</sub>		PM	
		Dizel	Benzin	Dizel	Benzin	Dizel	Benzin	Dizel	Benzin	Dizel	Benzin
Euro1	1994	5.17	5.17	-	-	-	-	1.40	1.40	0.19	-
Euro2	1998	1.25	4.00	-	-	-	-	1.00	0.65	0.12	-
Euro3	2001	0.80	4.17	-	0.25	0.650	0.180	0.720	-	0.07	-
Euro4	2006	0.63	1.81	-	0.13	0.330	0.100	0.390	-	0.04	-
Euro5	2010	0.63	1.81	-	0.13	0.235	0.075	0.295	-	0.005	0.005
Euro6	2015	0.63	1.81	-	0.13	0.105	0.075	0.195	-	0.005	0.005

**Tablo 1.3: Hafif taşıtlar için AB standartları**

	Zaman	CO		HC		NO <sub>x</sub>		HC+NO <sub>x</sub>		PM	
		Dizel	Benzin	Dizel	Benzin	Dizel	Benzin	Dizel	Benzin	Dizel	Benzin
Euro1	1994	6.90	6.90	-	-	-	-	4.90	1.7	0.19	-
Euro2	1998	1.50	5.00	-	-	-	-	0.96	0.8	0.12	-
Euro3	2001	0.95	5.22	-	0.29	0.780	0.210	0.86	-	0.07	-
Euro4	2006	0.95	2.27	-	0.16	0.390	0.110	0.46	-	0.04	-
Euro5	2010	0.74	2.27	-	0.16	0.280	0.082	0.350	-	0.005	0.005
Euro6	2015	0.74	2.27	-	0.16	0.125	0.082	0.215	-	0.005	0.005

**Tablo 1.4: Ağır taşıtlar için AB standartları**

## 1.6.2. Ulusal Standartlar

Hava kalitesini artırmak için ise sera ve egzoz gazlarının azaltılması önem arz ediyor. Ulaşım ve nakliye faaliyetlerindeki artış da sera ve egzoz gazlarının artığında önemli bir rol oynuyor. Birçok ülkenin bu tür emisyonları azaltmayı amaçlayan Kyoto Protokolü'nü onaylaması nedeniyle özellikle son yıllarda dünyada birçok firma ve bilim adamı hava kirliliğinin azaltılması için çalışmalar yapıyor. Bu noktada, hava kirliliğini önlemek amacıyla motorlu araçlara getirilen Euro emisyon standartlarına uygun yeni motor, egzoz sistemleri ve

yakıtların kullanımı AB ülkelerinin ardından, 2009 yılından itibaren ülkemizde de zorunlu hâle gelmiştir. Hatta Euro-4 uyumu olmayan araçların 2012 yılından itibaren Avrupa Birliği sınırlarına giriş yapamayacakları söyleniyor. Böylece ülkemizde otomotiv sektörü için önümüzdeki yıldan itibaren yeni ve maliyetli bir süreç başlıyor. 2008 yılında Resmî Gazete'de yayımlanan "Motorlu Araçların Motorlarından Çıkan Gazların Havayı Kirletmesine Karşı Alınacak Tedbirlerle ilgili Tip Onayı Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" e göre Euro-4 (E-4) standardı 1 Ocak 2008 tarihinden önce tip onayı almış araçlar için 1 Ocak 2009 tarihinden itibaren zorunlu olmuştur. Yani Avrupa Birliği (AB) mevzuatına uyum kapsamında, 1 Ocak 2009 itibariyle piyasaya "Euro-4" standardına uygun olmayan yeni tip motorlu taşıt trafiğe çıkamayacaktır. AB ülkelerinde ise 2009 itibariyle Euro-5 ve 2014 yılında da Euro-6 standardına geçilecektir.

1993: "Otomotiv sanayi çevre deklarasyonu"

1995: Otomobiller Euro 93 standardına artan yüzdelerle uygun hâle getirilmeye başlandı.

1996:"AB Gümrük Birliği Anlaşması" ile AB tip onayı mevzuatı çalışmaları başlatıldı. Üretilen taşıtların AB normlarına 5 yıl içinde uygun hâle getirileceği bildirildi.

1996:Ticari araçlar emisyon (ECE R24) uyum programı yayınlandı.

2001: Tüm dizel araçlarda Euro 1 seviyesi başladı.

2008: Yeni tip onayında Euro 4 seviyesi başladı. Mevcut araçlarda 1.1.2009'da başladı.

AB'nin 2008 -2009 yılında Euro 5 seviyesine geçmesini takip ederek 2011 -2012 yıllarında Türkiye'de de Euro 5 seviyesine geçebilmek üzere hazırlıklar sürmektedir.

## 1.7. Egzoz Emisyon Kontrolü

Emisyon sınırlarına uyum için motorlar sürekli geliştirilmekte, günümüzde motorlarda son derece kompleks ve pahalı teknolojiler kullanılmaktadır. Gelecekteki "Sıfır Emisyon" hedefi için elektrik veya hidrojen gibi alternatif enerjiler kullanan "Hibrid" motorların geliştirme süreci başlamıştır.

### 1.7.1. Yakıtlar ve Yanma

#### ➤ Tanımı

Yanma, yakıtların oksijenle girdikleri kimyasal tepkimenin özel adıdır. Bu tepkime sırasında yakıt içindeki kimyasal enerji açığa çıkar. Açığa çıkan enerjinin büyük kısmı ısı (sıcak gazlar), geri kalan küçük bir kısmı ise elektromanyetik dalgalar (ışık), elektrik (çevreye saçılan serbest elektronlar ve iyonlar) ve mekanik enerji (ses) şeklinde çevreye yayılır. Tepkime sonucunda elektrik ve mekanik enerji şeklinde çok az enerji çıktığı için bunlar genellikle dikkate alınmaz.

Aynı şekilde yanma işleminde ortaya çıkan ışık şeklindeki elektromanyetik enerjinin, toplam enerji içindeki payı da çok azdır. Yanma işlemi sırasında ortaya çıkan ışık, günümüzde ışığa duyarlı dirençler (light dependent resistor-LDR, fotosel) yardımıyla örneğin bir kazan içinde yanmanın devam edip etmediğini izlemeye yaramaktadır.

Aydınlatmanın çam ağacından elde edilen çıra veya yakıt olarak değişik yağların kullanıldığı, fitilli lambalar döneminde de yanma olayında oluşan ışık önemli bir konu olmuştur. Bütün maddelerin yapısında kimyasal enerji vardır. Ancak yalnız, oksijenle girdikleri tepkime sonucu ısı ve ışık yayan maddelere yakıt denir.

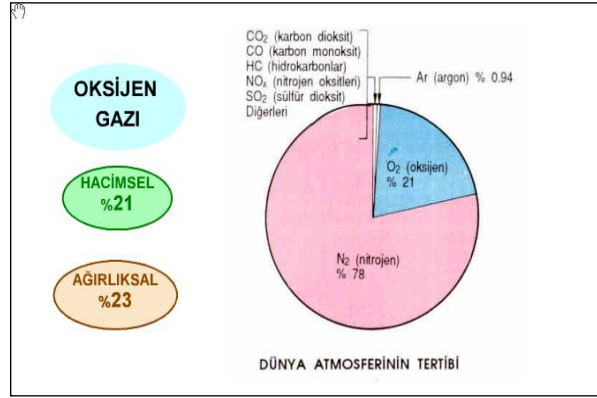
Doğada bulunan odun, kömür ve petrol doğal yakıtlardır. Bunlar dışında alkoller, sıvılaştırılmış petrol gazı (liquefied petroleum gas, LPG), sıvılaştırılmış doğal gaz (liquefied natural gas, LNG), sıkıştırılmış doğal gaz (compressed natural gas, CNG), şehir gazı, yüksek fırın gazı, kok gazı vs. gibi yapay olarak üretilen yakıtlar da vardır. Metanol ve etanol son yıllarda taşıtlarda yakıt olarak kullanımı gittikçe artan alkollerdir. Yine son yıllarda sera gazlarını azaltmak amacıyla enerji ormancılığı çalışmaları hız kazanmıştır. Fosil yakıtların azalmaya başlamasıyla mevcut biyokütle kaynakları da yakıt olarak eskiye göre hem evsel hem de endüstriyel alanda daha çok kullanılır olmuştur.

### ➤ Özellikleri

Pratik yanma hesaplamalarında hava, yalnız azot (N<sub>2</sub>) ve oksijenden (O<sub>2</sub>) ibaretmiş gibi alınabilir. Bu durumda hava, hacimsel olarak %21 oksijen ve diğer gazlar da içine katılmış olarak %79 azot olarak kabul edilir. Yanmaya katılmayan diğer gazların azota dâhil edilmeleri ciddi bir sorun yaratmamaktadır. Kütleli oranlar ise %23.2 oksijen ve %76.8 azot şeklindedir. Kuru havanın bileşenleri aşağıdaki tablodaki gibidir (Tablo 1.5.);

Bileşen%	Hacimsel Oranı
Azot	78.0881
Oksijen	20.9495
Karbondiyoksit	0.0300
Argon	0.9300
Neon	0.0018
Helyum	0.00053
Kripton	0.00011
Ksenon	0.000009

**Tablo 1.5: Kuru havanın bileşenleri**



**Şekil 1.7: Dünya atmosferinin tertibi**

Yanma işlemlerinde çok karşılaşılan bazı maddelerin simgeleri ve mol kütleleri Tablo 1.6'da verilmiştir. Pratik hesaplamalarda yuvarlatılmış mol kütlesi değerleri kullanılabilir.

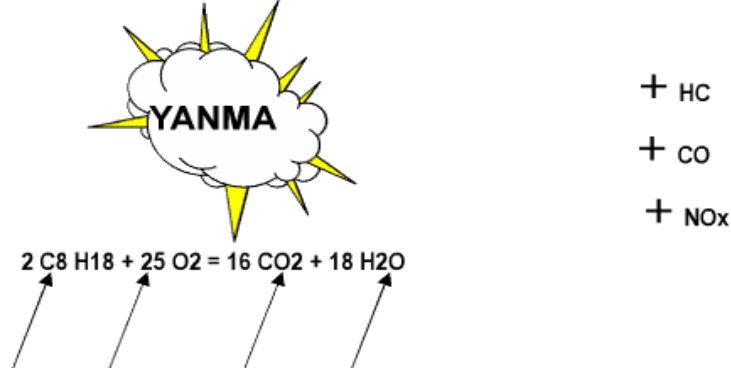
Madde	Simgesi	Mol kütlesi (kg/kmol)	Yuvarlatılmış mol kütlesi(kg/kmol)
Karbon	C	12.011	12
Hidrojen	H	1.008	1
Oksijen	O	15.999	16
Azot	N	14.008	14
Kükürt	S	32.064	32
Argon	Ar	39.948	40
Su	H <sub>2</sub> O	18.015	18
Hava	(Karışım)	28.964	29

**Tablo 1.6: Bazı maddelerin mol kütleleri**

Gaz karışımındaki bileşenler kendileri de birer bileşik hâlinde olabilir. Bu durumda bileşiğin mol külesinden bahsetmek gerekir. Mol kütlesi yerine formül kütlesi deyimi de kullanılmaktadır. Örneğin karbondioksitin (CO<sub>2</sub>) formül kütlesi (mol kütlesi)  $(1 \times 12) + (2 \times 16) = 44 \text{ kg/kmol}$ 'dür ( $M_{CO_2} = \text{kg/kmol}$ ).

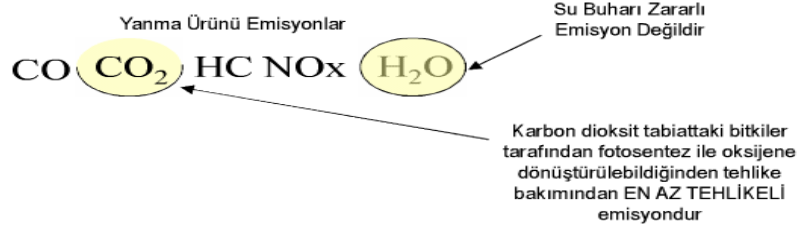
## ➤ Yanma reaksiyonları

Şekil 1.8’de benzinin yanması ve neticesinde oluşan gazlar görülmektedir.



Şekil 1.8: Benzinin yanma reaksiyonu

## 1.7.2. Benzinli ve Alternatif Yakıtlı Motorların Emisyonları



Şekil 1.9: Yanma ürünü emisyonlar

Şekil 1.9’ da yanma sonucunda meydana gelen egzoz emisyonları görülmektedir. Bunlar karbon monoksit, karbon dioksit, hidrokarbon ve diğer gazlar (azot oksitler, su buharı)dır.

Benzinli motorlarda bu emisyonlar yoğun olarak görülmektedir. Uzunca bir süreden beri hidrojenin motorlarda yakıt olarak kullanılma imkânları araştırılmaktadır. Günümüzde yakıt seçiminde ölçüt olarak alınan ulaştırma yakıtı olma özelliği, çok yönlü kullanıma uygunluk, kullanım verimi, çevresel uygunluk, emniyet ve maliyet açısından yapılan değerlendirmeler hidrojen lehine sonuç vermektedir.1970’lerde hidrojenin alternatif motor yakıtı olarak kullanılması yeniden gündeme gelmiştir. Egzoz emisyon değerlerinin düşük olması, petrole olan bağımlılığın azaltması hidrojenin uzun yıllar önceden tespit edilmiş olan avantajlarıdır.

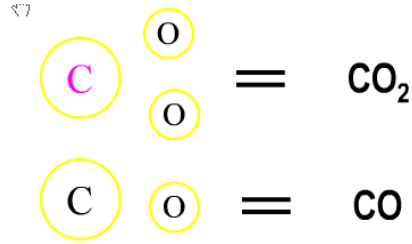
Benzin motoruna hidrojen takviyesi ile yanmamış hidrokarbon emisyonları azaltılarak ısı verimi iyileştirilir. Hidrojen takviyesi yapılan Otto motorlarında küçük bir ön yanma odası mevcuttur. Yanma odası bujinin yerine yerleştirilmiştir. Bu ön yanma odası

içinde hidrojen enjektörü ile buji vardır. Esas yakıt ise (benzin, metanol, propan vs.) emme portlarındaki enjektörlerden püskürtülerek silindirlere gönderilir. Hidrojen takviyesi ile esas yanma odası içinde yakılan hidrokarbon esaslı yakıtların çok fakir karışım oranlarında düzgün bir şekilde yakılması sağlanır. Böylece ısı verim arttırılarak, azotoksit emisyonları önemli derecede azaltılır. Hidrojenin hava ile yanmasının sonucu da, yakıtta karbon bulunmaması nedeni ile yanma ürünleri arasında CO, CO<sub>2</sub>, HC'ler mevcut olmayacak, sadece motorun yağlama yağının yanması nedeni ile oluşan HC'ler egzoz gazları arasında bulunacaktır. Ayrıca yüksek yanma sıcaklıkları nedeniyle havanın kimyasal reaksiyonu sonucu azot oksitler oluşacaktır. Hidrojenin yanma ürünü su buharıdır ve sınırlı maksimum sıcaklıklardaki NO<sub>x</sub> emisyonları ihmal edilebilir. Nitekim hidrojenle çalışan bir içten yanmalı motor, günümüz taşıt motorlarından çok daha az NO<sub>x</sub> emisyonuna neden olmaktadır.

➤ **Karbon monoksit (CO)**

Yanma ürünleri arasında CO bulunmasının ana nedeni oksijen ile yakıtın buluşmamasıdır. CO (Karbon monoksit) motorun silindirlerindeki kötü yanma sonucunda, silindire alınan yakıtın bir kısmının, silindir içerisinde yanarken yetersiz oksijenden dolayı tam yanmaması ve yakıt molekülünün 2 yerine 1 oksijen ile birleşmesi ile ortaya çıkan zehirli gazdır. Karbon monoksitin oksijen taşıma kapasitesini azaltması sonucunda kandaki oksijen yetersizliği nedeniyle kan damarlarının çeperleri, beyin kalp gibi hassas organ ve dokularda fonksiyon bozuklukları meydana gelir.

➤ **Karbon dioksit (CO<sub>2</sub>)**



Şekil 1.10: Karbon oksitler

CO<sub>2</sub> (Karbon dioksit) yanma sonucunda çıkan emisyonlar içerisinde en az zararı bulunan gazdır. Karbon dioksitler tabiatta bitkiler tarafından fotosentez edilerek oksijene dönüştürülmektedir (Şekil 1.10).

➤ **Hidro karbon (HC)**

Yakıtın tam yanmaması ve benzinin (yakıt deposundan veya dolum sırasında) buharlaşması neticesinde ortaya çıkar. Motorun silindirlerindeki kötü yanma sonucunda silindire alınan yakıtın bir kısmının ateşleme zamanında yanmadan kalması ve egzozdan benzin buharı olarak atılmasıdır. Hidrokarbonlar, azot oksit ve güneş ışığı etkisi ile ozon meydana getirir.

➤ **Diğer gazlar**

Tam yanmanın oluşmadığı durumlarda egzoz emisyon değerleri arasında diğer gazlarda görülmektedir. Bunlar ortaya çıkış sebeplerine göre aşağıdaki gibidir.

➤ **Yanmamış hidrokarbonlar**

$C_nH_m$  ( parafinler, olefinler, aromatik hidrokarbonlar )

➤ **Kısmen yanmış hidrokarbonlar**

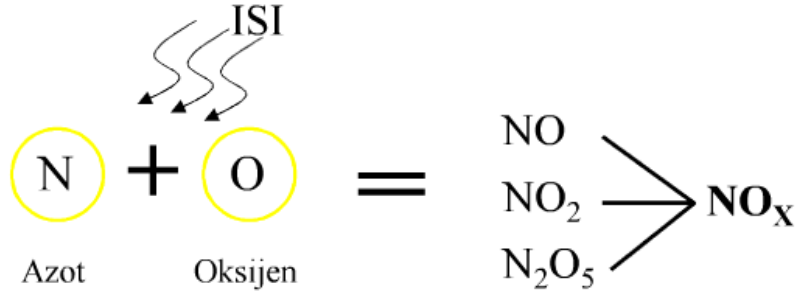
$C_nH_m.CHO$  ( aldehitler )

$C_nH_m.CO$  ( ketonlar )

$C_nH_m.COOH$  ( karboksiklik asitler )

CO ( karbonmonoksit )

Ayrıca benzinli motorlarda yanma ürünü olarak Azot (N) ve su buharı (H<sub>2</sub>O) gibi maddelerde emisyon değerleri arasında yerlerini almaktadır. Azot yüksek sıcaklıklarda oksijenle birleşerek zararlı emisyon niteliği kazanmaktadır (Şekil 1.11).



Şekil 1.11. Yüksek ıslarda oluşan NO<sub>x</sub> ler

### 1.7.3. Benzinli Motor Emisyon Kontrol Cihazları (O<sub>2</sub>,CO,HC,CO<sub>2</sub>)

Egzoz gaz emisyon ölçüm cihazları egzoz gazında bulunan bileşimlerin ölçümünü kızılötesi (infraret) emme yöntemine göre yapar (Resim 1.1). Bu yöntem gazların kızılötesi ışınlarının nitelikleri bakımından yutulmasına dayanır. Egzoz gazında bulunan her madde, kızılötesi ışınlarına ilişkin belirli bir emilme sahasına sahiptir. Egzoz gazı test cihazı, birinin içinden egzoz gazı geçtiği, diğerinin bir nötr gaz ile doldurulduğu 2 odaya (analiz ve

karşılaştırma odası) sahiptir. Her iki odaya kızılötesi ışınları tarafından etki edilir. Kızılötesi ışınları analiz odasının içinde zararlı maddeler kısmen egzoz gazının içine emilirken nötr gaza engel olmadan etki eder. Her odadan eşit olmayan miktarda ışın alıcıya erişir. Fark egzoz gazındaki zararlı madde hakkında tam bir ölçü değeri verir.



**Resim 1.1: Egzoz gaz emisyonları ölçüm cihazı**

➤ **Görevi**

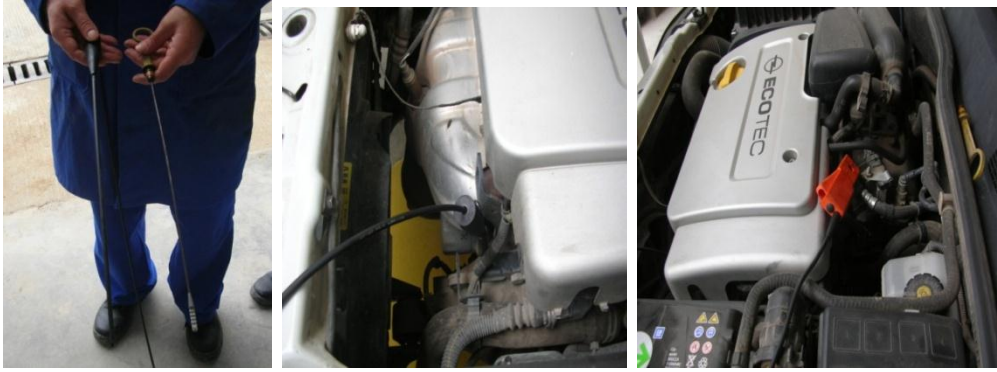
Egzoz gazları içerisindeki emisyon değerlerinin elde edilmesini sağlamaktır.

➤ **Ekipmanların ve cihazın kullanılması**

Egzoz emisyon ölçüm cihazları farklı şekillerde olabilmektedir. Tüm bu şekil farklılıklarına rağmen aynı amaca hizmet etmektedir. Genel olarak tüm marka ve model cihazlarda bulunması gereken temel kısımları şöyle sayabiliriz:

- Ölçme (örnek alma) sondası
- Devir ölçme sensörü
- Yağ sıcaklığı ölçme sensörü
- Yoğunlaşma suyu ayırıcı filtre
- Hassas filtre
- Diyaframli pompa
- Ölçme (analiz) odası
- Karşılaştırma odası

- Kızılötesi ışın alıcısı
- Kızılötesi Parabolik ışınlayıcı ayna
- Yükseltici
- Gösterge ve kumanda paneli vb. kısımlardan oluşmaktadır.
- Ölçme işlemine başlamadan evvel araç ölçüme hazırlanmalıdır.
- Motor ayarları kontrol edilmeli,
- Egzoz borularındaki kaçak ya da sızıntılar kontrol edilmeli,
- Motor ölçüm yapacağımız esnada çalışma sıcaklığında olmalıdır.
- Test öncesi araca cihaza bağlı bulunan devir ölçme sensörü, yağ sıcaklığı ölçme sensörü ve egzoz gazı emme sondası takılmalıdır (Resim 1.2) .



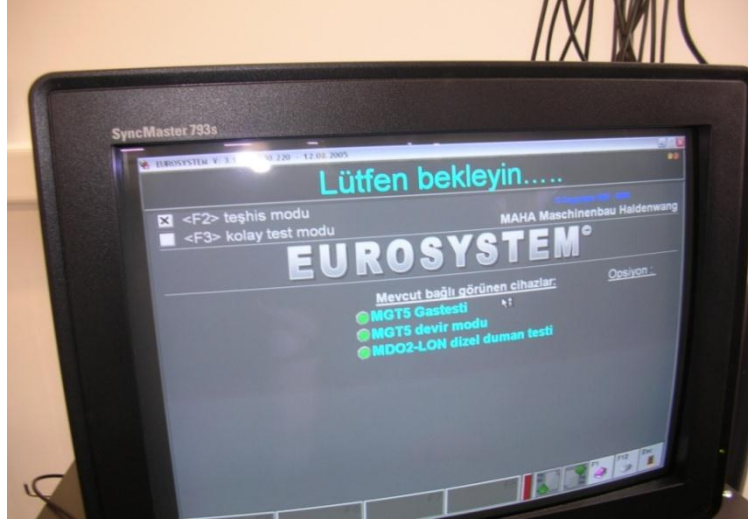
**Resim 1.2: Cihaz araç bağlantıları**

Tüm bu ön hazırlıklardan sonra egzoz gazı emisyonları ölçüm işlemine geçebiliriz. Cihaz kumanda panelinden aracın egzoz donanımı göz önünde bulundurularak uygun konum seçilir (Resim 1.3) .



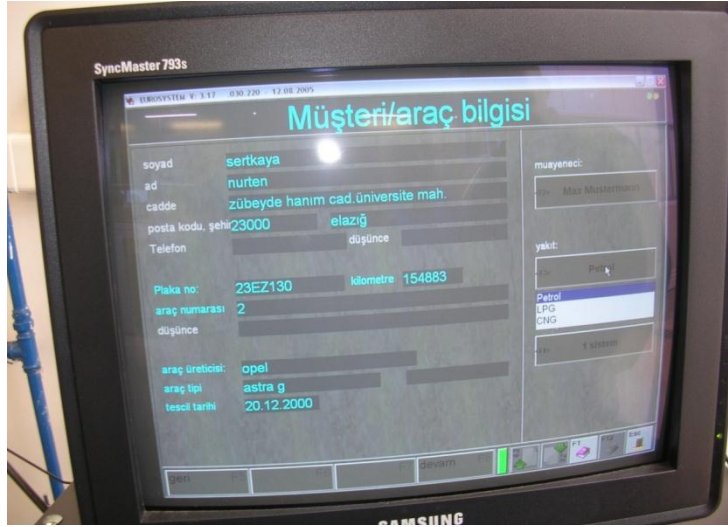
**Resim 1.3: Cihaz egzoz gazı emme sondası bağlantısı**

Açılan müşteri ve araç bilgisi ekranında müşteri ile ilgili bilgiler girilir ve sağ yandaki yakıt türü maskesinden, yakıt türü seçilir (Resim 1.4) .

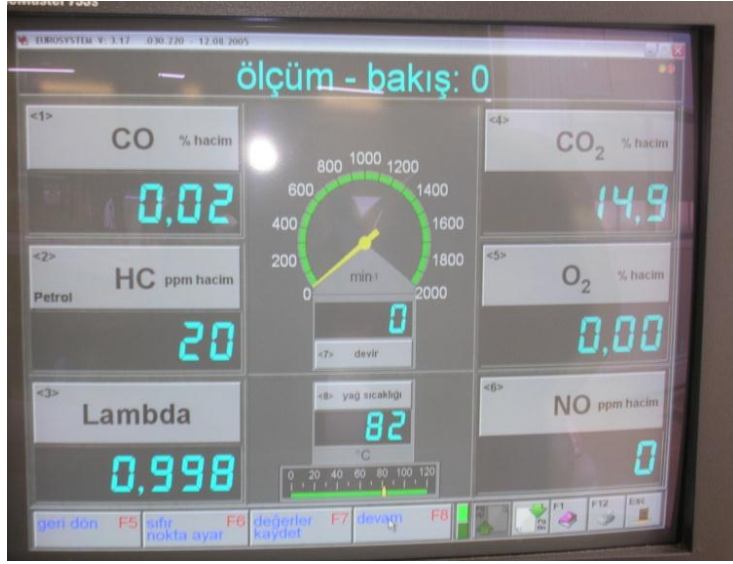


**Resim 1.4: Emisyon testi seçici ekran**

Çıkan ölçüme bakış penceresinde rölanti ve 2000 dev/dk.da CO değerleri ölçülerek elde edilen sonuç değerleri çıktısı alınarak emisyon ölçüm işlemi tamamlanır (Resim 1.5).



**Resim 1.5: Test öncesi araç bilgi giriş ekranı**



**Resim 1.6: Cihazdan araç değerlerinin ölçülmesi**

➤ **Cihazın periyodik bakımı**

Emisyon ölçümünü gerçekleştirme işlemine geçmeden evvel cihaz açıldıktan 1-15.sn kadar sonra ekranda her gün ilk açılımda yapılması gereken cihaz kaçak test ve kontrol işlemleri yapılır (Resim 1.7).



**Resim 1.7: Cihaz kaçak kontrol testi**

Cihaz üzerinde bulunan filtrelerin sık sık kontrol edilerek temizlenmesi ve belirli aralıklarda değiştirilmesi gerekmektedir. Cihaz ölçme işlemlerinin yapılmadığı zamanlarda temiz ve güvenli bir oramda muhafaza edilmelidir.

➤ **Cihazla ölçüm yaparken dikkat edilecek hususlar**

Egzoz emisyon analiz cihazında ölçüm yaparken dikkat etmemiz gereken hususlar şunlardır:

- Araç motoru çalışma sıcaklığında olmalıdır.
- Egzoz sisteminde kaçak ya da sızıntı olmamalıdır.
- Ölçüm yapacağımız aracın motor ayarları normal standardında olmalıdır.
- Cihaz ilk açıldığında kaçak testi yapılmalıdır.
- Devir sensörü, yağ sıcaklığı sensörü ve egzoz gazı emme sondası araca takılı duruma getirilmelidir.

➤ **Emisyon değerlerinin yorumlanması**

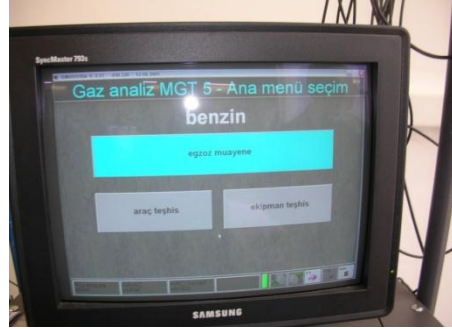
Ölçüm sonrasında elde edilen emisyon değerleri benzinli araçlar için mevcut Euro 4 standartlarına göre HC, CO ve NOx değerleri karşılaştırılması yapılmalıdır. Euro 4 için değeri Tablo 1.2'den CO değeri maksimum 1.81, HC değeri 0.130 ve NOx değeri 0.100 olması gereken değerlere uygunluğu denetlenir. CO değeri istenilenden daha yüksek değerde ise tam bir yanma olmadığını yani yakıtın yeterince oksijen ile buluşmadığı söylenebilir. HC fazlalığı durumunda, yakıtın bir kısmının yanmadan egzozdan atıldığı ve zengin karışım durumu olduğundan yakıt tüketiminde de artış olduğundan hem çevre hem ekonomi açısından zararlı bir durum olduğu söylenebilir. NOx değeri fazla çıkması durumu ise yanma sıcaklığındaki aşırı yükselme durumunu bildirir. NOx artışını önleyici sistemlerden herhangi birinde arıza olması durumu muhtemeldir. Giderilmesi gerekir. Ülkemizde mevcut kanunda Euro 4 emisyon değerleri yasal zorunluluk durumundadır ve bu değerlerin aşılması durumunda araç muayenelerinden geçememekte ve cezai yaptırımları da bulunmaktadır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Benzinli motorla çalışan bir araçta egzoz gazı emisyon değerlerini ölçünüz.

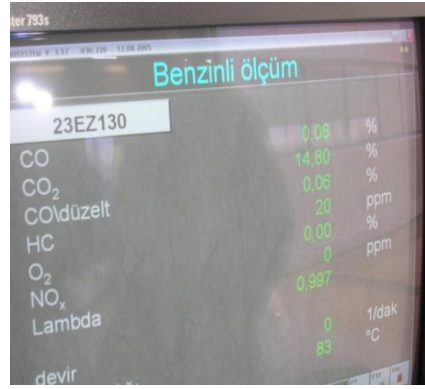
İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motoru çalışma sıcaklığına getiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motorun normal çalışma şartlarındaki verilerinin alınması için önemlidir. Mutlaka ölçüm yapılmadan evvel motorun sıcak olmasını sağlayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Egzoz boru hattının sızdırmaz olmasını kontrol ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motorun egzoz boru hattında muhtemel bir kaçak ya da delik olması ölçüm sonuçlarını etkileyecektir.</li><li>➤ Eğer buna benzer bir sorun varsa öncelikle onun giderilmesini sağlayınız</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ateşleme sistemi ayarlarının kusursuz olmasını temin ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ateşleme sistemi ayarlarının normal değerlerinde olması gerekmektedir. Motor ayarlarının kusursuz olmasını temin ediniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ölçme işlemine başlayınız.</li><li>➤ Cihazın bağlantı kontrolünü yapınız.</li></ul>	<div data-bbox="817 893 1243 1230"></div> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ölçme sondası egzoz borusunun ucundan itibaren en 30 cm içeriye sokulur ve egzoz gazı cihazın emme borundan cihaza gönderilir.</li><li>➤ Açılan ekranda görülen test cihazlarının aktif olup olmadıklarını anlamak için Enter tuşuna basılır.</li><li>➤ Enter tuşuna basıldıktan sonra mevcut bağlı görülen cihazların yanında yeşil noktalar yanar. Bu noktalar o cihazların kullanıma hazır olduğunu bildirir.</li></ul>

- Cihaz kontrol ünitesinde taşıt türünü seçiniz.



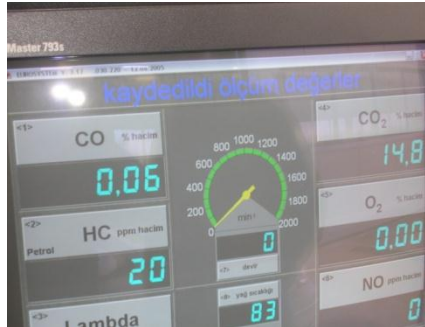
- Aracını şartlarına uygun seçeneği belirleyip işleme devam ediniz.

- Cihaza tolerans değerlerini giriniz.



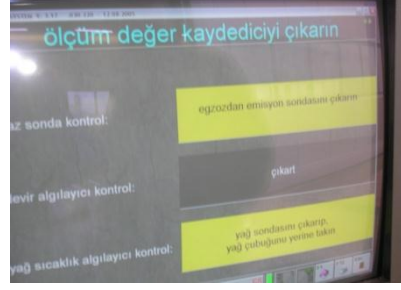
- Cihaza ölçüm yapacağımız devirlerde olması gereken değerleri giriniz.

- Cihaz ölçme değerlerini alınız.



- Cihaz üzerindeki ekranda ölçme sonuçlarını oluşturduğunuz bir tablo üzerine alınız, eğer cihazınızda yazıcı özelliği varsa değerlerin çıktısını alınız.

- Araca takılan sondaları çıkartınız ve testi sona erdiriniz.
- Ölçme sonucunda elde ettiğiniz CO, HC, CO2 değerlerini yorumlayınız.



- Araca takılan yağ sıcaklık sensörü, egzoz gaz sondası ve devir sensörü bağlantıları çıkartılır.
- Elde ettiğiniz bu değerleri Euro 4 standartlarındaki değerlerle karşılaştırmamız.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığımız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Araçla ilgili ulusal emisyon değerlerini öğrendiniz mi?		
2. Motorun çalışma sıcaklığında olmasını temin ettiniz mi?		
3. Motor ayarlarının kusursuzluğunu sağladınız mı?		
4. Egzoz borularında sızıntı ya da kaçak olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
5. Ölçüm sonucu değerleri ile yasal değerleri karşılaştırdınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Gelecekteki “Sıfır Emisyon” hedefi için elektrik veya hidrojen gibi alternatif enerjiler kullanan ..... motorların geliştirmeleri ile sağlanacaktır.
2. Egzoz emisyon gereksinimleri şu an için dört grup bileşiği düzenlemektedir.  
Bunlar;  
1..... (NO<sub>x</sub>),  
2..... (HC),  
3..... (CO),  
4.....(PM).
3. Havada devamlı bulunan ve miktarları değişmeyen gazlar (....., ..... ve ..... gazlardır)
4. CO<sub>2</sub> (Karbon dioksit) yanma sonucunda çıkan emisyonlar içerisinde en ..... zararı bulunan gazdır.
5. Yakıtın tam yanmaması ve benzinin (yakıt deposundan veya dolum sırasında) buharlaşması neticesinde ortaya çıkan emisyon .....dur.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. AB ülkeleri 2009 itibariyle hangi Euro standardına geçmişlerdir?  
A) Euro 1  
B) Euro 3  
C) Euro 5  
D) Euro 6
7. 2009 yılı itibariyle ülkemiz hangi Euro standardına geçmiştir?  
A) Euro 1  
B) Euro 3  
C) Euro 4  
D) Euro 5
8. Egzoz gaz emisyonları içerisinde havayı en az kirletici etkisi olan gaz hangisidir?  
A) CO  
B) HC  
C) NO<sub>x</sub>  
D) CO<sub>2</sub>

9. Yüksek sıcaklıklarda oksijenle birleşerek zararlı emisyon niteliği kazanan madde hangisidir?  
A) Azot  
B) Karbon  
C) Kurşun  
D) Hidrojen
10. Havanın içerisinde %79 miktarında bulunan madde hangisidir?  
A) Azot  
B) Oksijen  
C) Kurşun  
D) Hidrojen

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Dizel araçlarda egzoz emisyon ölçümü ve azaltıcı uygulamalar yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Motorlu araçlarda egzoz emisyonların neler olduğu hakkında bilgiler bulunuz.
- Egzoz emisyonları hakkında çevrenizdeki insanların neler bildiğini araştırınız.
- Ülkemizde araçlarda zorunlu olan çevre pulunun neden verildiğini araştırınız.
- Dizel araçlarda benzinli motorlardan farklı olarak hangi emisyonlar çıkmaktadır? İnceleyiniz.

## 2. DİZEL MOTORLARDA EGZOZ EMİSYON KONTROLÜ

Toplu taşımacılıkta ve ağır yük taşıtlarında genellikle dizel motorları kullanılmaktadır. Bu sebeple dizel motorlarından kaynaklanan emisyonların azaltılması önem kazanmaktadır.

Dizel motorlardaki kirleticilerin önemli olanları altı grupta toplanabilir. Bunlar;

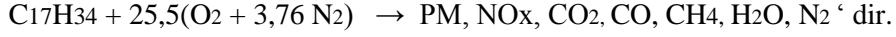
- Karbon oksitler,
- Azot oksitler,
- Kükürtlü bileşenler,
- Hidrokarbonlar,
- Aldehitler,
- Partiküller'dir.

### 2.1. Dizel Motorların Emisyonları

Yakıtın oksijenle birleşerek büyük miktarda enerji açığa çıkardığı kimyasal reaksiyona yanma denir. Yanma için gerekli oksijen genellikle havayla sağlanır.

Dizel motor yakıtı olarak kullanılan motorini genellikle C<sub>17</sub>H<sub>34</sub> temsil eder. Yakıt ile havanın karışarak tam yanması sonucunda yanma ürünleri oluşur. Bunlar CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O ve N<sub>2</sub>'dir. Eğer yakıt çevrim sonucu tam olarak yanmamış ise bu bileşenlere ek olarak CO, HC, NO<sub>x</sub>, PM gibi ürünler de oluşur.

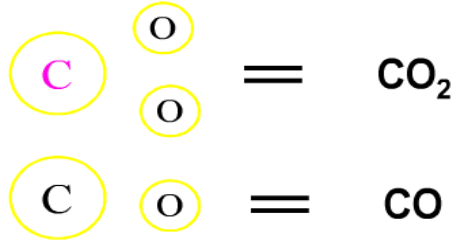
Motorin-hava karışımının yanma denklemi;



Dizel motorlarda PM ve NO<sub>x</sub> emisyonlarının yüksek düzeyde, CO ve HC emisyonlarının ise daha az olduğu görülmektedir. Çünkü dizel motorlarda hava fazlalık katsayısı, benzinli motorlara göre daha yüksektir.

### 2.1.1. Karbon Oksitler

Yanma ürünleri arasında CO bulunmasının ana nedeni oksijen ile havanın buluşmamasıdır (Şekil 2.1).

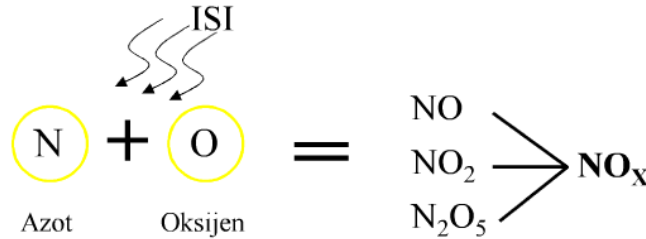


Şekil 2.1: Karbon monoksitler

Dizel motorlarında genellikle fakir karışım oranları ile çalışıldığından CO emisyonu düşük olmaktadır. Karbon monoksitin oksijen taşıma kapasitesini azaltması sonucunda kandaki oksijen yetersizliği nedeniyle kan damarlarının çeperleri, beyin kalp gibi hassas organ ve dokularda fonksiyon bozuklukları meydana gelir.

### 2.1.2. Azot Oksitler

Genelde stokiometrik orana yakın hava yakıt karışımlarında yanma sırasında NO oluşur. NO oluşumunu arttıran parametreler gaz sıcaklığı ve oksijen konsantrasyonudur. İçten yanmalı motorlarda yanma odasındaki sıcaklık 1800 K'nin üzerine çıktığında, havanın içerisindeki azot ve oksijen kimyasal olarak birleşerek azot oksit denilen, insan sağlığına ve çevreye zararlı bir gaz hâline dönüşür (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: 1800 K üzerinde oluşan NO<sub>x</sub> emisyonları

### 2.1.3. Kükürtlü Bileşikler

Yanma sırasında oluşan SO<sub>3</sub> motor soğukken yoğuşan su buharı ile birleşir ve süfirik aside (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dönüşür. Motor yağına karışan süfirik asit motordaki segmanlar, yataklar gibi motor aksamını aşındırır ve motor ömrünü kısaltır.

Egzoz gazı emisyon standartları ile birlikte Avrupa'da auto-oil programları ile dizel yakıt standardı (EN 590) altına alınarak geliştirilmektedir.

Yakıttaki sülfür miktarı, PM emisyonları ve diğer olumsuz etkileri nedeniyle emisyon seviyeleri ile birlikte sürekli azaltılmaktadır. Aşağıdaki değerler bu azalışın yıllara göre durumunu vermektedir.

EURO 1 / 2	1998	500 ppm	(% 0.050)
EURO 3	2000	350 ppm	(% 0.035)
EURO 4	2005	50 ppm	(% 0.005)
EURO 5	2009	10 ppm	(% 0.001)

Tablo 2.1: Yakıttaki sülfür miktarının yıllara göre durumu

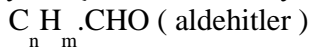
### 2.1.4. Hidrokarbonlar

Hidrokarbonlar (HC) yakıtın tam yanmaması ve yakıtın (yakıt deposundan veya dolum sırasında) buharlaşması neticesinde ortaya çıkar.

- İnsan sağlığı ve çevre açısından zararları;
- Bazı hidrokarbonlar mukozada tahrişe yol açar, bazıları ise kansorejendir (katran zift gibi).
  - Hidrokarbonlar, azot oksit ve güneş ışığı etkisi ile ozon meydana getirir.

### 2.1.5. Aldehitler

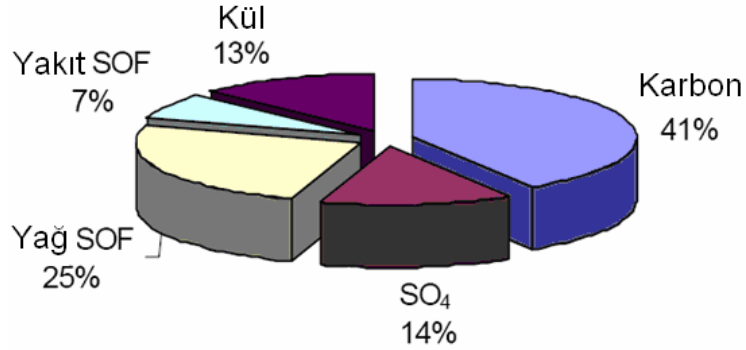
Yakıt olarak kullanılan hidrokarbonların eksik yanması neticesinde emisyon olarak kısmen yanmış hidrokarbonlar yani aldehitler ortaya çıkar.



### 2.1.6. Partiküller

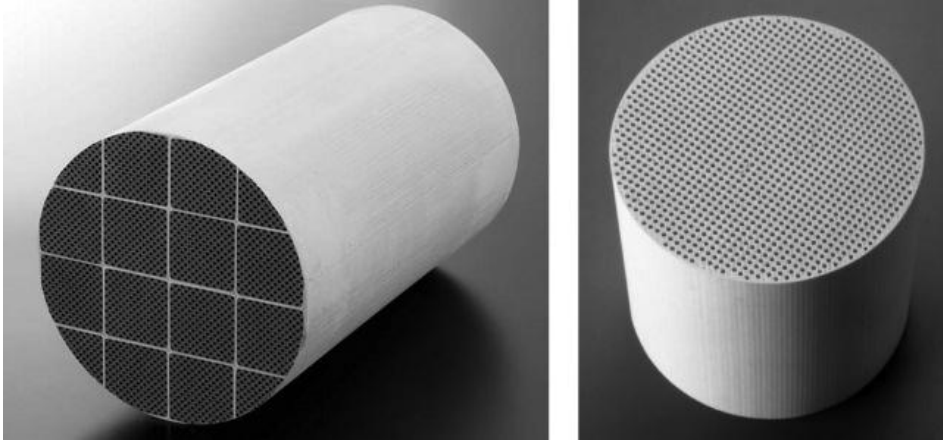
Dizel egzoz kompozisyonu büyük ölçüde motor tipi ve kullanım şartları, yakıt, yağlama yağı ve emisyon kontrol sistemi kullanılıp kullanılmadığına bağlı olarak değişmektedir.

Günümüzde başlıca zararlı dizel emisyonlarından olan PM ve NO<sub>x</sub>'in azaltılması için çalışmalar yoğunlaşmıştır. Dizel egzoz partikülleri, toplanmış katı karbonlu malzeme, kül, uçucu organik ve kükürt bileşiklerinden oluşur. Tablo 2.2 ağır hizmet tipi dizel motorundan kaynaklanan partikül madde kompozisyonunu göstermektedir.



**Tablo 2.2: Dizel partikül madde kompozisyonu**

Dizel partikül filtreleri(DPF) PM'nin azaltılmasında teknik olarak en uygun çözümlerden biridir. Dizel partikül filtresi egzoz gazlarının sistem boyunca geçişine izin verirken katı ve sıvı partikül madde emisyonlarını biriktirmek için tasarlanıp egzozu yerleştirilmektedir. Genellikle bir yanma sonrası PM kontrol sistemi dizel egzozundaki PM veya isı tutabilen gözenekli metal veya seramik bir filtreden oluşur. Filtreden düşük bir basınç azalması ve yüksek is tutma kapasitesine sahip olması istenir. Günümüzde ticarileşmiş dizel partikül filtreleri silikon karpit, kordierit veya metalden yapılmaktadır (Resim 2.1 ve 2.2 ).



**Resim 2.1: Silikon karpit (solda) ve kordierit (sağda) DPF'leri**

İyi ayarlı bir benzin motoruna göre dizel motorlu taşıtlar daha fazla duman ve koku veren madde yaymaktadır. Dizel motorlarında değişik işletme şartlarından kaynaklanan dört tip partikül emisyonlarına rastlanmaktadır.



Resim 2.2: Sinterlenmiş metal DPF

- **Beyaz duman:** Soğuk havalarda görünen genellikle su buharıdır. Bu kirletici değildir. Ancak soğuk ilk harekette veya çok düşük yüklerde görülen beyaz duman yük artınca kaybolmuyorsa yoğunlaşmış yakıt buharıdır.
- **Mavi duman:** Tam yanmamış yakıt veya bilhassa aşınmış motorlarda yağ zerreciklerinin oluşturduğu dumandır.
- **Siyah duman:** İs-karbon parçacıklarının oluşturduğu dumandır. Tam yükte ve düşük hava/yakıt oranlarında ortaya çıkar.
- **Diğer parçacıklar:** Sülfatlar, yağlama yağı ve yakıt içindeki katkılardan gelen parçacıklardır.

## 2.2. Azot Oksitlerin Çevre ve İnsan Sağlığına Etkileri

NO<sub>x</sub>'lerin çevre ve insan sağlığına etkisi NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve benzeri bileşiklerin tümünü NO<sub>x</sub> olarak tanımlanmaktadır. Azot oksitler, kandaki hemoglobin ile birleşmektedir. Ciğerdeki nemle birleşerek nitrik asit oluşturur. Oluşan asit miktarının konsantrasyonunun azlığı nedeniyle etkisi de az olmaktadır. Ancak zamanla birikerek solunum yolu hastalıkları bulunan kişiler için tehlike oluşturmaktadır. Ayrıca NO<sub>x</sub>'ler aerosol ve fotokimyasal duman oluşumu ile ozon tabakasının tahribine yol açmaktadır.

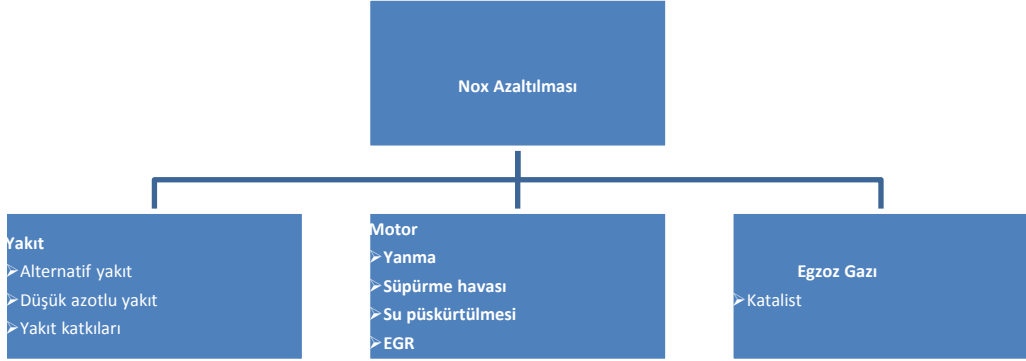
Azot oksitler içinde NO, kokusuz bir gazdır. Akciğerlerin çalışmasını bozar, mukoza zarını tahriş eder ve felç yapıcı etkisi vardır. Nitrik asit oluşumuna sebep olur. Çevre şartlarında kararsızdır ve oksijenle birleşerek NO<sub>2</sub>'ye dönüşür. MAK değeri 9 mg/m<sub>3</sub>' tür.

NO<sub>2</sub>, keskin kokulu kırmızı kahverengi karışımı bir gazdır. Düşük yoğunlukta olması hâlinde bile akciğeri tahriş eder, dokulara ve mukoza zarına zarar verir. MAK değeri 9 mg/m<sub>3</sub>' tür.

## 2.3. Dizel Motorda Azot Oksit Azaltma Yöntemleri

Dizel motorlarında NO<sub>x</sub> emisyonlarını kontrol etmede kullanılan çeşitli yöntemler Şekil 2.3.'te gösterilmiştir. Yakıtta, motorda ve egzoz gazlarında alınacak önlemler olarak toplanabilir.

Püskürtme avansının değiştirilmesi, fakir ya da zengin yanma, sıkıştırma oranının değiştirilmesi, emme supabı özellikleri (silindir başına düşen supap sayısı, emme kanalı şekli ve uzunluğu, girdap oluşumu vb.) ve ön yanma odası gibi özellikler motordaki yanma işlemine etki eden önemli parametrelerdir.



**Şekil 2.3: NOx emisyonlarını kontrol etmede kullanılan çeşitli yöntemler**

Dizel motorlarında NOx emisyonlarını azaltmada kullanılan yöntemlerin, etkileri Şekil 2.4' te gösterilmiştir. Sadece EGR uygulaması ile NOx emisyonlarında % 75'lik bir azalma elde edilebilmektedir. Tüm yöntemler ve katalitik konvertör kullanarak ise NOx emisyonlarında % 95'lik bir azalış sağlanabilmektedir.

NO <sub>x</sub> Emisyonu	
Standart Ayar (% 100)	
Sıkıştırma Oranının Artırılması	% 80
Püskürtme Avansının Azaltılması	% 55
EGR	% 25
Su Püskürtülmesi	% 30
EGR+Su püskürtülmesi	% 20
Tüm Yöntemler+Katalitik Konvertör	% 5

**Şekil 2.4: Dizel motorlarında NOx emisyonlarını azaltmada kullanılan yöntemlerin etkileri**

## 2.4. Araçta Egzoz Emisyonuna Etki Eden Faktörler

### 2.4.1. Sıkıştırma Oranı

Buji ile ateşlemeli motorlarda oluşan süreçleri en iyi anlatan model otto çevrimi olup verimin sıkıştırma oranıyla değiştiğini gösterir.

$$\eta_{otto} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$$

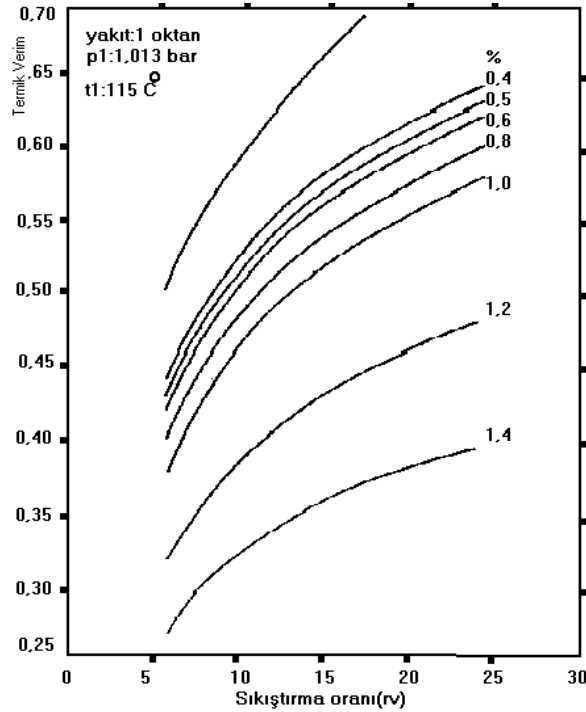
Burada kullanılan;

$\varepsilon$ = Hacimsel sıkıştırma oranı

$k$ =  $C_p/C_v$  için kullanılan özgül ısı kapasitesi oranıdır.

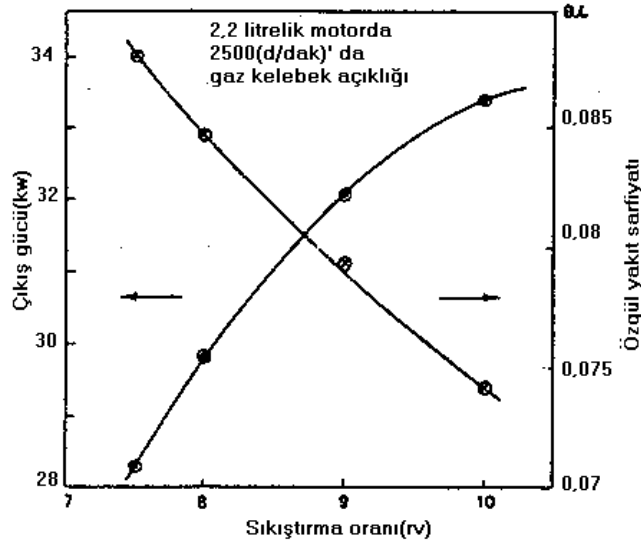
Bu ifade sıkıştırma oranı arttıkça termik verimin arttığını, yakıt tüketiminin azaldığını göstermektedir (Şekil 2.5).

Şekil 2.5'ten de anlaşılacağı gibi karışım fakirleştikçe ( $\lambda \rightarrow 0$ ), belirtilen sıkıştırma oranındaki verim artmaktadır. Diğer bir ifadeyle fakir karışımlardaki gazların karakteristikleri, otto çevrimi için kabul edilen karakteristiklere çok yakındır. Bu sebeple maksimum verim stokiometrik olarak fakir karışımlarda elde edilir.



Şekil 2.5: Değişik sıkıştırma oranları ve denge oranlarına bağlı olarak verimdeki değişimler

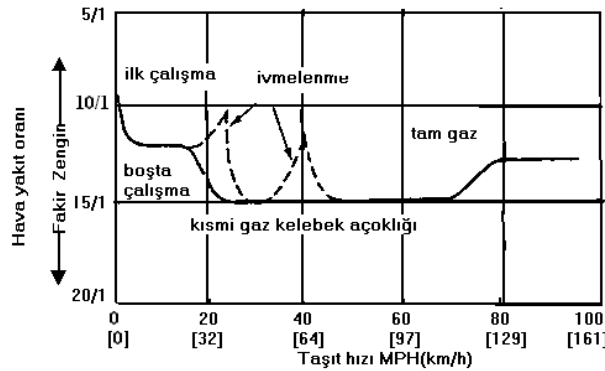
Yapılan laboratuvar testlerine göre sıkıştırma oranındaki birim artış ile % 7.7'lik; oktan sayısında birim artış ile % 1,3'lük bir yakıt ekonomisi sağlanmış olmaktadır. Yapılan diğer bir çalışmada da sıkıştırma oranı arttıkça motor gücünün arttığı ve özgül yakıt tüketiminin azaldığı belirlenmiştir (Şekil 2.6) .



Şekil 2.6: Kompresyon oranının yakıt ekonomisi üzerindeki etkisi

## 2.4.2. Hava /Yakıt Oranı

Motorlarda en ekonomik çalışma fakir karışımla sağlanmaktadır. Maksimum güç alınması için ise zengin karışıma ihtiyaç vardır. Motorlarda ekonomik çalışmanın ölçümü, birim güç için birim zamanda harcanan yakıt miktarını veren, efektif yakıt sarfiyatıdır. Motorun değişik çalışma koşullarında hava/yakıt oranının iyi bir şekilde sağlanması, değişimin minimum düzeyde kalması gerekmektedir. Karışım oranı, hız değişimindeki ivmelenmelerden dolayı zengin karışıma doğru yönelir. Şekil 2.7'de hava/yakıt oranının, farklı hızlarda ve işletme durumlarındaki değişimleri görülmektedir. Tablo 2.3' te ise H/Y oranındaki değişmelerin motor gücü, yakıt sarfiyatı, egzoz emisyonları ve motorun çalışmasına etkisi verilmiştir.



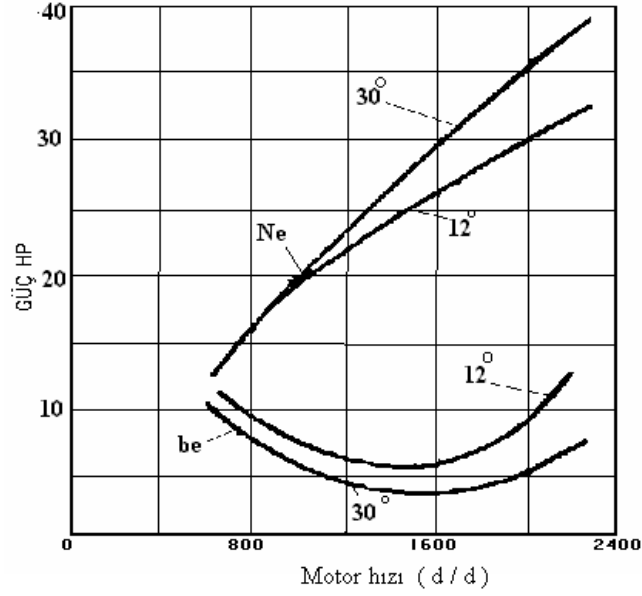
Şekil 2.7: Taşıtın hızına bağlı olarak hava yakıt oranı değişimi

Hava yakıt oranı (ağırlık)	Karışımının Tarifi	Güç	Beygir saat başına yakıt sarfiyatı	Egzoz gazı kompozisyonu (yaklaşık)	Düşünceler
20-22	Çok Fakir	En az normalden yaklaşık olarak %40 daha az	Düşük	% 84,0 N2 % 8,0 CO2 % 8,0 O2	Güç düşüktür. Karbüratörde öksürme ve alev tepmesi olur. Yanma yavaş ve çalışma düzensizdir.
16-18	Fakir	Normalden %10 daha fazla	En az (min)	% 84,5 N2 % 12,0 CO2 % 3,5 O2	Sarfiyat bakımından en ekonomik karışım oranıdır. Fakat en yüksek güç için uygun değildir.
15-15,5	Normal veya Doğru	Aşağıdaki zengince karışımındaki n %4 daha az	En az değerden %4 daha fazla	% 86,8 N2 % 13,2 CO2 Pratik olarak hiç O2 yok	En uygun orandır. Egzozdaki CO <sub>2</sub> miktarı maksimumdur.
11,5-13	Zengin	En yüksek gücü verir.	En az (min) değerden %25-30 daha fazla	% 84,5 N2 % 10,5 CO2 % 5,0 CO	Yüksek güç için en uygun oran, fakat yakıt sarfiyatı daha fazladır. Egzozda O <sub>2</sub> yoktur. Yanma hızı (alevin yayılma hızı) en yüksektir.
8-10	Çok Zengin	Normalden daha az güç verir.	Çok yüksek	% 82,0 N2 % 6,0 CO2 % 13,0 CO Karbon isisi de vardır	Düşük sonuçlar. Düşük güç, yüksek yakıt sarfiyatı, çokça karbon isisi, düşük yanma hızı

**Tablo 2.3: Hava/Yakıt oranındaki değişmelerin motor gücü, yakıt sarfiyatı, egzoz emisyonları ve motorun çalışmasına etkisi**

### 2.4.3. Ateşleme Avansı

Şekil 2.8' de bir motorda avans değiştirilerek yapılan deneyde güç ve yakıt sarfiyatının avansla nasıl değiştiği görülmektedir. Avans artınca yakıt ekonomisi iyileşmektedir. Ancak buradan avans istenildiği kadar artırılabilir anlamı çıkarılmamalıdır. Her motorun değişik çalışma koşullarında değişik miktarlarda avansa ihtiyacı vardır.



Şekil 2.8: Avansın güç ve yakıt sarfiyatına etkisi

#### 2.4.4. Yakıt Kalitesi

Benzinli motorlarda, yakıtın kalitesi, oktan oranıyla belirlenir ve yakıtın kendiliğinden yanmaya direncini ifade eder. Oktan oranı, motor üzerinde dikkatle yapılan test ve kontrollerle belirlenir. Bir motorda kendiliğinden yanma; sıkıştırma oranı, hava/yakıt oranı, ateşleme zamanı, gaz ayarı, motor hızı, hava giriş ısısı ve yanma odası dizaynı gibi birçok parametreye dayanır.

Benzinde aranan performans özelliklerini şöyle sıralayabiliriz:

- Vuruntuya karşı dayanıklı olmalıdır.
- Uygun buharlaşma olmalıdır.
- Zamk ve vernik oluşturmamalıdır.
- Yakıt veya yanma ürünleri korozif olmamalıdır.
- Alevlenme tehlikesi olmamalıdır.

#### 2.4.5. Motorlarda Alev Hızı

Yanma olayının kısa sürede tamamlanması, bir diğer ifadeyle alev hızının yüksek olması motor performansı açısından çok önemlidir. Çift buji kullanılmasıyla hızlı ve etkili bir yanma gerçekleştirilmekte, yakıt ekonomisinde ve taşıt performansında iyileşme sağlanmaktadır.

## 2.4.6. Motor Sürtünmesi

Motorlarda iç sürtünme, balansa, yatak yuvası dizaynına ve pistonlar dikkate alınarak düşürülmeye çalışılmaktadır. Sürtünme kuvvetindeki artma, lineer hız artımından fazla olacağından dolayı, yüksek hızlarda mekanik verim önemli ölçüde düşük olacaktır. Bunun için motor hızını sınırlamak zorunlu hâle gelmiştir.

Son yıllarda önemli bir gelişmede pistonlardaki sürtünmenin azaltılmasıdır. Motorlarda aşırı sürtünme, piston ile silindir yüzeyi arasındaki yağ tabakasından kaynaklanmaktadır. Sürtünme yüzeyleri azaltılmış pistonların motorlarda kullanılmasıyla sürtünme kayıplarında % 10 azalma olduğu ve bu azalmanın, geniş ölçüdeki çalışma koşullarında, maksimum güçte % 2 artma ve yakıt tüketiminde % 3 azalma sağladığı belirlenmiştir.

Piston sürtünmesini azaltan diğer bir gelişme de segman sayısının ve ağırlığının azaltılmasıdır. Standart pistonlarda kullanılan üst ve orta segmanların yerini almak için bir adet segman kullanılmaktadır. % 10'luk azaltılmış segman ağırlığı ve bir segmanın eksik olmasıyla sürtünme azaltılmaktadır.

Motorlarda kullanılan düşük viskoziteli yağlar aracın yakıt ekonomisini iyileştirir. Araçlar üzerinde düşük viskoziteli yağın (15 W/40), referans olarak alınan yağ (20 W/50) ile karşılaştırılması sonucunda yakıt ekonomisinde sağlanan iyileşme ilk 1,6 km'de % 6, motorun ısınması ile % 9 oranındadır.

## 2.4.7. Motorlarda Kullanılan Yardımcı Sistemler

Motorlarda kullanılan yardımcı sistemlerin (su pompası, havalandırma-soğutma kompresörü, alternatör) önceden belirlenemeyen çalışma çevrimleri vardır. Direkt hava soğutmalı veya su ile soğutulan motorlarda kullanılan preslenmiş çelik fanların verimi % 10 düzeyinde, püskürtülmüş plastikten itinalı olarak yapılmış fanlarda verim % 30 seviyesinde olabilmektedir. Su soğutmalı motorlarda, belirtilen hız ve yük durumlarında, gücün % 5'i fan tarafından harcanmaktadır. Alternatif olarak belirlenen hava sıcaklığı veya su sıcaklığına göre çalışan termodinamik bir fan kullanılmaktadır. Su pompasının ihtiyaç duyduğu maksimum güç gereksinimi, motor gücünün % 2'sinden azdır. Verimlilikte sağlanan gelişmenin büyük bölümü, plastik enjeksiyonla kalıba alınmış kanatçıklar sayesinde olmuştur.

Alternatör üzerindeki yüklerin önemli bir bölümü ısıya dönüşmektedir. Tipik bir alternatörün en fazla çıkış gücü 600 watt ve maksimum verimi % 35,5 olmaktadır.

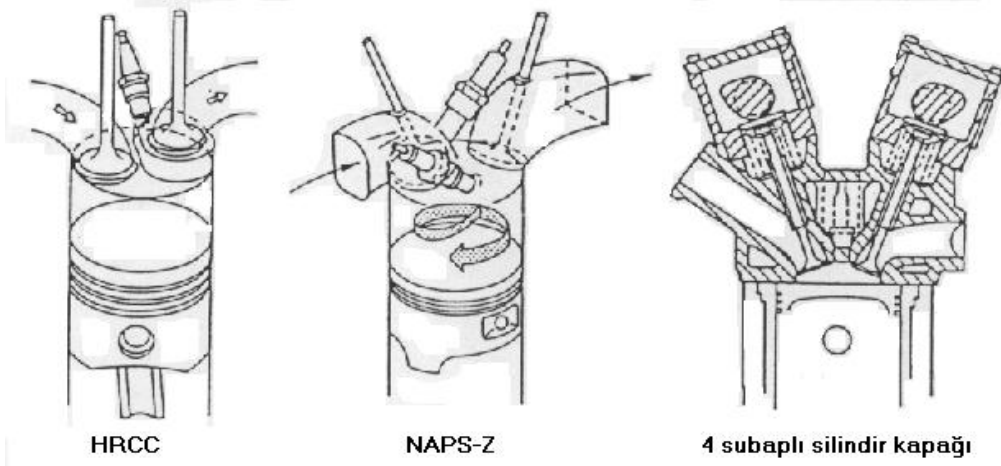
Klima kompresörü ortalama olarak 10 kw'a kadar enerji harcamaktadır. Dolayısıyla % 5 ile % 10 arasında ek yakıt tüketilmektedir.

## 2.4.8. Yanma Odası Tasarımı

Silindirlerde etkili bir yanmanın gerçekleşmesi yanma odasının tasarımıyla çok yakından ilgilidir. Etkili bir yanma oluşumunu sağlamak için ön alev tarafından kat edilen yol küçültülmelidir. Alevin kat ettiği mesafeyi küçültmek için yanma mümkün olduğunca hızlı olmalıdır. Bunun önemli iki etkisi vardır: Birincisi yüksek motor hızlarına müsaade eder ve böylece yüksek çıkış gücü elde edilir. İkinci olarak hızlı yanma, zincirleme reaksiyonların zamanını azaltarak kendiliğinden yanma ortadan kalkar. Egzoz supapları ve bujiler mümkün olduğunca birbirine yakın olmalıdır. Egzoz supabı çok sıcaktır, kendiliğinden ateşlemeye sebep olmadan ön alev egzoz supabını geçmek zorundadır. Çabuk yanmayı kolaylaştırmak için yeterli büyüklükte türbülans olmalıdır. Kendiliğinden ateşlemenin oluşabileceği zaman kısaltılmalıdır. Bununla birlikte aşırı türbülans, silindir cidarlarından aşırı ısı transferine sebep olur ve ısı kayıplarını artırır. Son gaz; alev cephesinin önünde kalan yanmamış karışımdır ki yanma odasının soğuk bölgesinde olmalıdır. Bu kendiliğinden ateşlemeyi engeller. Yanma odası, kısa ve oyuklardan arındırılmış olmalıdır. Yanma odasında, yanma mesafesi de kesinlikle kısa olmalıdır. Yanma odasında oyuk ve yarıklardan kaçınılmalıdır, çünkü alev soğutma etkisiyle söndürülür ve yanmamış H/Y karışımı bu çatlaklarda birikerek verimi düşürür ve yüksek hidrokarbon emisyonuna neden olur.

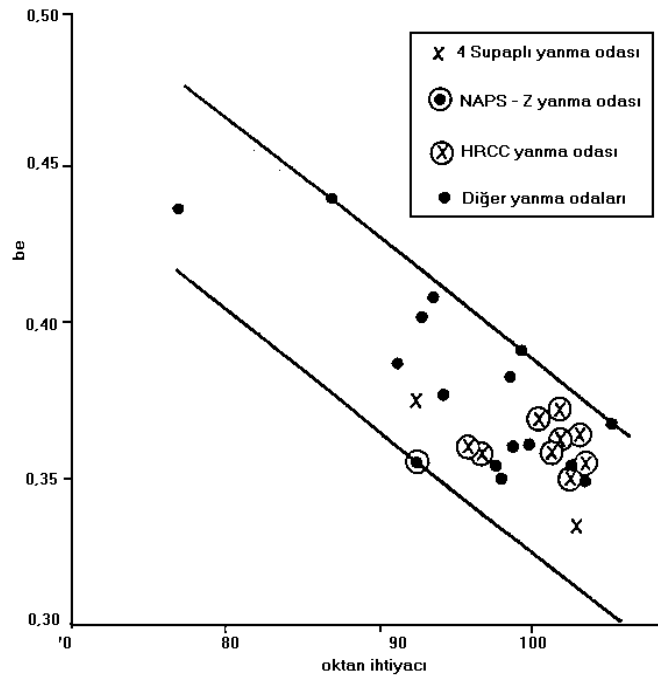
Motorlarda kullanılan çok değişik yanma odası tasarımları vardır. Genellikle yanma odası tasarımında üç değişik yaklaşım vardır. Şekil 2.9'da farklı tasarım yaklaşımları görülmektedir. Bunlar; Ricardo'nun yüksek sıkıştırma oranlı yanma odası (HRCC), Nissan'ın NAPS-Z'si ve silindir kapağında 4 supabı olan yanma odasıdır. Silindir kapağında 4 supabı olan yanma odasının ana karakteristiği, supaplar tarafından sağlanan geniş akış alanına sahip olmasıdır. Bundan dolayı motor hızlarında çok yüksek bir hacimsel verim sağlanır. Bu da orta hızlar ve üzerinde hemen hemen sabit ve kararlı bir ortalama efektif basınç oluşturur.

Nissan NAPS-Z yanma odası sistemi çift buji ve daha çok türbülans seviyesi sağlayan emme sistemine sahiptir. Yanma odası kenarında yanma başlarken türbülanslı akış ve çift bujiden dolayı hızlı bir yanma oluşur. Dört supap sistemde iki giriş supabından geçen akış birbirine karışarak bir türbülans oluşturur. Hızlı yanma, küçük yanma odası ve yüksek türbülansın sonucudur.



Şekil 2.9: Üç farklı yanma odası tasarımı

Bu türbülans, belirtilen oktanlı yakıt kullanıldığında yüksek sıkıştırma oranına müsaade eder. Şekil 2.10'da değişik yanma odası sisteminin oktan sayısına bağımlı olarak özgül yakıt tüketimindeki değişimler ele alınmıştır. Motorlarda fakir karışım kullanıldığında HRCC'de yanma hızı en fazla, dört-supaplı sistemde ise en azdır, özgül yakıt tüketimindeki farklılıklar, değişik oktanlı yakıt gereksiniminin ışığında değerlendirilmektedir.



Şekil 2.10: Özgül yakıt tüketimi ve oktan sayısı arasındaki ilişki

## 2.4.9. Taşıt Tasarımı

Taşıtın biçimsel tasarımı ve ağırlık kontrolü birbiriyle çok sıkı ilişkilidir. Taşıt ağırlığının azaltılması çalışmaları yakıt tüketimini azaltmada en önemli çalışmalardan biridir. Ancak taşıt ağırlığını azaltırken çok çeşitli sınırlamalarla karşılaşmaktadır. İç tasarımda önemli olan bazı kriterler; yeterli ve ekonomik yolcu kabini ve bagaj hacmi, korozyon direncinin sağlanması, iyi hareket özellikleri, kullanım kolaylığı ve çarpışma dayanımıdır. Taşıtlarda diğer önemli bir tasarım çalışması da; motordan alınan gücün en kısa bir mesafeden ve etkili bir şekilde tekerleklere iletilmesinin sağlanmasıdır.

Günümüzde en çok kullanılan sistemler transversal olarak yerleştirilmiş motor ve ön tekerleklerden çekili taşıtlardır. Bu sistemler, taşıtın ağırlığında ve maliyetinde büyük azalmalar, yakıt ekonomisinde ve performansında ise önemli iyileşmeler sağlamaktadır.

## 2.4.10. Taşıt Aerodinamiği

Taşıtın aerodinamik yapısı taşıt tasarımında önemli bir parametre olarak ele alınmaktadır. İyi bir aerodinamik tasarım yakıt tüketimini azaltmakla kalmayıp aynı zamanda, kirletici emisyonlarda, kararlılıkta, gürültü düzeyinde, hareket kabiliyeti ve taşıt iklimlendirmesini de olumlu yönde etkilemektedir.

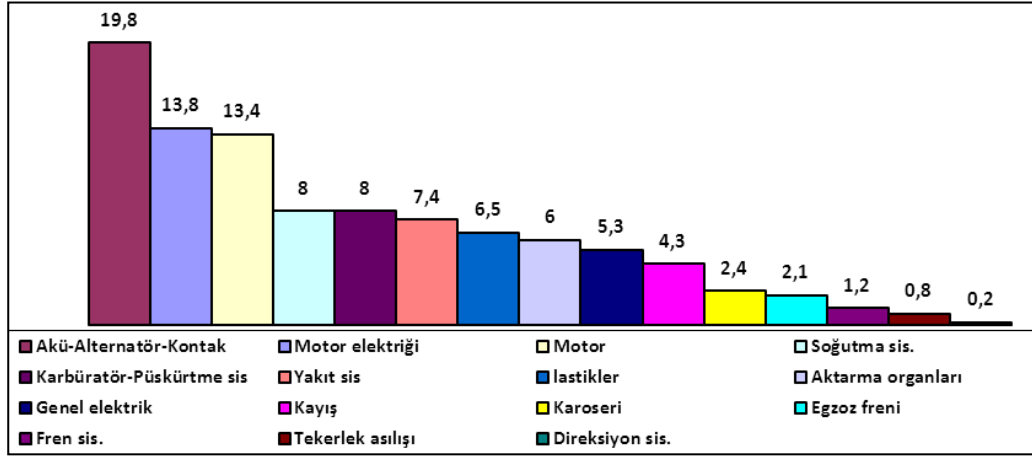
Aerodinamik kayıplar üç kısımda incelenebilir. Birincisi taşıtın sınır tabakasında küçük miktarda oluşan, türbülans ile meydana gelen sürtünme kayıpları, bir diğeri taşıtın radyatör kısmından ve havalandırmasından giren sürtünme kayıpları, üçüncüsü ise sınır tabakanın yüzeyden ayrım noktasında oluşan, büyük ölçekli türbülansın sebep olduğu kayıplardır. Aerodinamik çalışmaların esasını, sınır tabakanın, taşıtın yüzeyinde türbülans meydana getirmeyecek bir şekilde ayrılmasını en aza indirmektir.

Taşıtlarda yakıt ekonomisini kötüleştirmeyecek şekilde aksesuar kullanmak gerekmektedir. Aksesuarların kullanılmasıyla yakıt ekonomisi % 2 olarak kötüleşmektedir.

## 2.5. Motor Bakımının ve Ayarının Emisyona Etkisi

Bir taşıtın daha az kirletici egzoz gazı üretecek ve daha az yakıt tüketecek şekilde tasarlanması ve üretilmesi yeterli olmamaktadır. Bu özelliklerin kullanım sırasında aracın tüm ömrü boyunca ilk hâlde veya buna yakın bir düzeyde korunması gerekmektedir.

Her tip taşıt ve kullanım şartları için teknik bakım aralıkları ve kapsamı üretici firmalar tarafından belirtilmektedir. Taşıtın egzoz emisyonu ve yakıt tüketimini etkileyen kullanım, bakım ve ayar koşullarının yerine getirilmemesi, birçok parçanın ve donanımın da kötüleşmesine neden olmaktadır. Şekil 2.11'de Alman Otomobil Kulübü (ADAC) tarafından 1995 yılında yayınlanan ve 1 ila 6 yaş arası bir milyonun üzerinde taşıtın arıza dağılımları grafik hâlinde gösterilmiştir.



Şekil 2.11: ADAC tarafından 1995 yılında 1–6 yaş arasında 1 294 158 adet taşıtta karşılaşılan arızaların dağılımı

Taşıtların orijinal teknik özelliklerinde çeşitli nedenlerle sonradan meydana gelen değişmelerin, taşıt egzoz emisyonuna ve yakıt tüketimine etkileri konusunda farklı ülkeler ve kuruluşlarda araştırmalar yapılmıştır. Böyle bir araştırmada sürücülerinin arızasız ve kullanılabilir dediği taşıtların da arızaları ve ayar bozuklukları incelenmiştir. Örneğin karbüratörlü benzin motoru ile donatılmış olan taşıtlar için bu arızalar ve ayar bozuklukları şöyle sıralanmaktadır:

- Yakıt/besleme sistemi: %30...40
- Ateşleme sistemi: %25..30
- Motorun kendisi: %20...25
- Şasi, karoseri ve yürüyüş aksamı: %15

Arızaların sistemler içindeki dağılımı ise şöyledir:

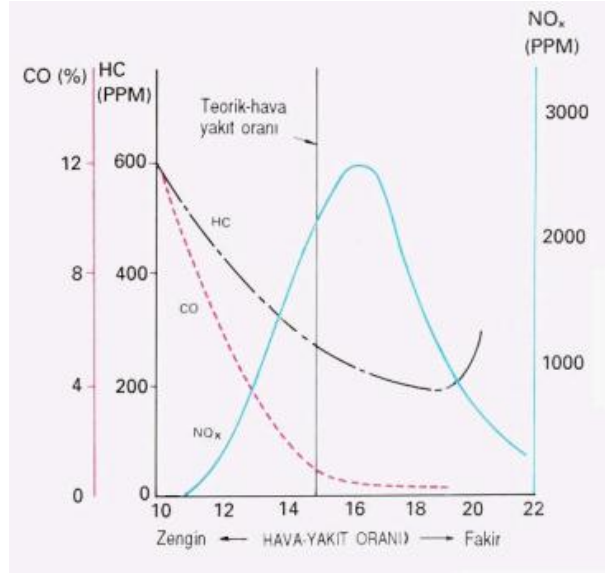
**Ateşleme sistemindeki arızalar:**

- Ateşleme bujilerinin kısmen veya tamamen bozulması %63
- Ateşleme avansının bozulması %16
- Kesici (platin) uçlar, kapalı kalma açısının bozulması %13

**Yakıt-besleme sistemindeki arızalar:**

- Boşta çalışmada CO emisyonunun sınırı aşması (aşırı zengin karışım) %70
- Yük rejimlerinde karışımın aşırı zenginleşmesi %23
- Karışımın fakirleşmesi %7-9

Şehir içi seyir çevrimleri kullanılarak yapılan deneylerde de, üretici firmanın önerdiği ayar sınırlarının dışına çıkılmasının egzoz kirletici gazlarının ve yakıt tüketiminin artmasına neden olduğu saptanmıştır.

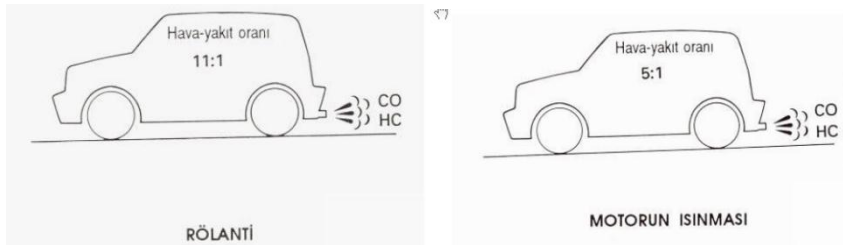


Şekil 2.12: Değişik hava yakıt karışımlarında emisyonların değişimi

## 2.6. Motorlu Araçların Farklı Çalışma Şartlarının Emisyona Etkileri

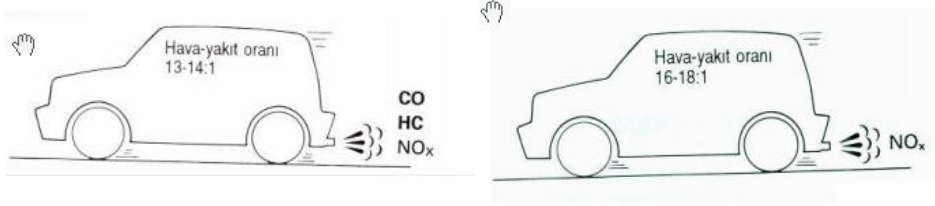
Motorlu araçlarda aracın farklı çalışma koşullarına göre egzoz gaz emisyonlarında da farklılıklar görülmektedir. Şekil 2.6' da hava yakıt karışımının zengin ya da fakir olması durumlarına göre CO, HC ve NO<sub>x</sub> emisyonları değişimleri görülmektedir.

Şekil 2.13'te rölanti ve motor ısınırken çalışma koşulunda hava yakıt oranı zengin karışım ile sağlanmaktadır. Bu koşulda emisyon değerleri karbon monoksit ve hidrokarbon çıkışı şeklinde olmaktadır.



Şekil 2.13: Rölanti ve motor ısınırken çalışma koşulunda egzoz emisyonları

Yüksek hızlar da ise 13:1 ila 18:1 arası hava yakıt karışımları arasında çalışma koşullarında zengin karışım durumlarında (13:1) CO, HC ve NO<sub>x</sub> çıkarken, fakir karışım durumunda ise NO<sub>x</sub> çıkışında artış gözlenmektedir (Şekil 2.14) .



Şekil 2.14: Yüksek hızlarda oluşan egzoz emisyonları

## 2.7. Motorlu Araçlardaki Emisyonlarının Düşürmek İçin Kullanılan Donanımlar

Araçlardaki emisyonları düşürmek için araçlarda kullanılan en yaygın bilinen donanımlar aşağıdaki gibidir:

- Kapalı çevrim yakıt sistemi
- Egzoz gazı çevrimi (EGR)
- İkinci hava püskürtme sistemi (AIR)
- Yakıt buharlaşması kontrol sistemi (EVAP)
- Karter havalandırma sistemi
- Yavaşlamada yakıt kesme sistemi(motor freni esnasında)

## 2.8. Dizel Motor Emisyon Kontrol Cihazları (Duman Ölçer)



Resim 2.3: Dizel emisyon kontrol cihazı

Emisyon ölçüm sistemi benzinli sistemdekinden farkı değildir. Dizel araçlarda ölçüm yapan cihazlarda duman ölçme ünitesi bulunmaktadır.

Dizel araçlarda duman yoğunluğu kontrolün prensibi gazları analiz etmek değildir. Bir yoğunluk ölçme aleti ile hızlanma sırasında gözle görülen kirletici maddelerin seviyesinin ölçümünü yapmaktır. Gerçekten de dizel araçlar CO bakımından benzinli araçlara göre havayı daha az kirletir, ancak yakıtın yanmasından ileri gelen gözle görülür kirletici maddeler yayar.

Prensip olarak yoğunluk ölçme aleti optik bir yöntem ile dumanı ölçer. Duman ışıklı bir tüp içinden geçer. Bir ucundan yayılan ışık diğer uca bulunan bir fotosel tarafından algılanır. Görülen ışık oranı ne kadar düşükse odadaki mevcut duman yoğunluğu o kadar yüksektir.

### 2.8.1. Görevi

Dizel motorlu araçlardaki egzoz emisyon değerlerinin ve duman koyuluk derecesinin ölçümünü gerçekleştiren cihazlardır. Bu cihazlar hem sadece dizel araçlar için hem de benzinli araçlar ile beraber olanlar için kullanılmaktadır.

### 2.8.2. Ekipmanların ve Cihazın Kullanılması



Resim 2.4: Emisyon ölçüm cihazı ekipmanları

Cihaz araca bağlanmadan evvel motorun çalışma sıcaklığında olmasına dikkat edilir. Test cihazı açılarak cihazın sızdırmazlık testi yapılarak cihazının yağ sıcaklığı ölçme sensörü ve duman ölçme sondası araca bağlanır. Cihaz üzerinde araç ve müşteri bilgi girişleri tamamlandıktan sonra egzoz gazı içerisindeki CO, HC, NOx ve PM miktarları ölçülerek elde edilen değerlerin cihazın yazıcısından çıktısı alınarak test işlemi tamamlanır. Cihazlar son derece kolay kullanımı hedef olarak ölçüm esnasında her türlü bağlantı ve bilgi erişimini sağlayabilmek için ergonomik olarak tasarlanmıştır (Resim 2.5).



Resim 2.5: Test cihazı ekipmanları

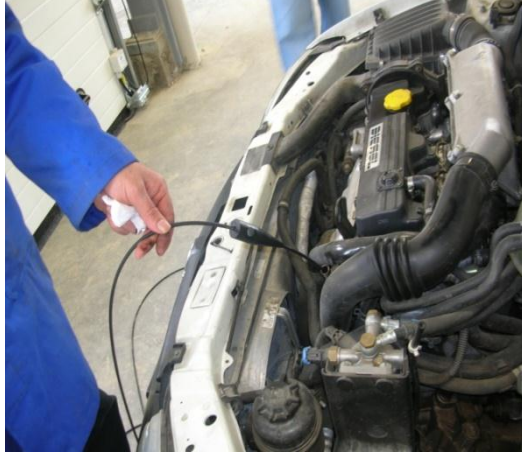
### 2.8.3. Cihazın Periyodik Bakımı



Resim 2.6: Cihaz filtreleri

Cihaz her gün ilk kullanımdan evvel sızdırmazlık testine tabi tutulmalıdır. Cihazlar ekranları açıldığında bu yönlendirmeyi kullanıcıya yaptırmaktadır ayrıca filtrelerinin belirli kullanım aralıklarında kontrol edilerek kirlenmiş filtrelerin yenisi ile değiştirilmesi gerekmektedir.

#### 2.8.4. Cihazla Ölçüm Yaparken Dikkat Edilecek Hususlar



Resim 2.7: Yağ sıcaklık sensörünün motora takılışı

Egzoz emisyon analiz ve duman ölçümü yaparken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Araç motoru çalışma sıcaklığında olmalıdır.
- Egzoz sisteminde kaçak ya da sızıntı olmamalıdır.
- Ölçüm yapacağımız aracın motor ayarları normal standardında olmalıdır.
- Cihaz ilk açıldığında kaçak testi yapılmalıdır.
- Yağ sıcaklığı sensörü ve egzoz gazı emme sondası araca takılı duruma getirilmelidir.

#### 2.8.5. Emisyon Değerlerinin Yorumlanması

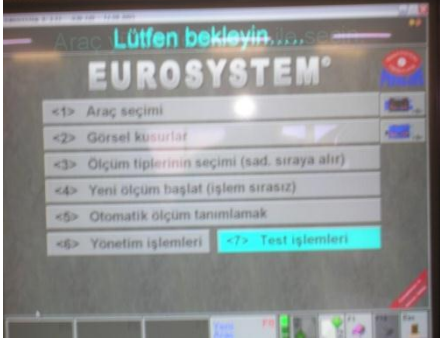



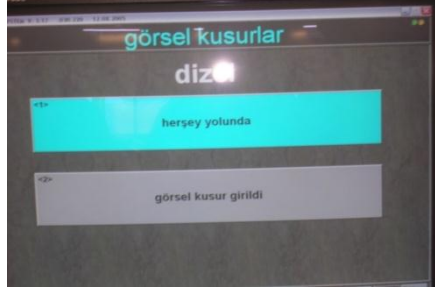

Resim 2.8: Test değerlerinin ekran görüntüsü

Test sonucu elde edilen CO, NOx ve PM değerleri Ülkemizin mevcut emisyon standardı olan Tablo 1.2 ve 1.3'deki Euro 4 değerleri ile karşılaştırması yapılır. Bu değerlere göre CO miktarı hafif taşıtlarda 0.63, ağır taşıtlarda 0.95, NOx miktarı hafif taşıtlarda 0.330 ağır taşıtlarda 0.390, PM miktarı ise hafif taşıtlarda 0.040, ağır taşıtlarda 0.060 değerlerinde olması gerekmektedir. Değerlerin farklı çıkması durumunda ise araç emisyon önleyici sistemlerinde ya da yakıt hava karışım miktarlarında bozukluk olduğu düşünülebilir. Aracın ilgili sistemleri gözden geçirilerek sebep ortadan kaldırılmalıdır. Çünkü emisyon değerlerinin istenilen standartlarda olması hem yasal açıdan hem insan ve çevre sağlığı açısından önem taşımaktadır.

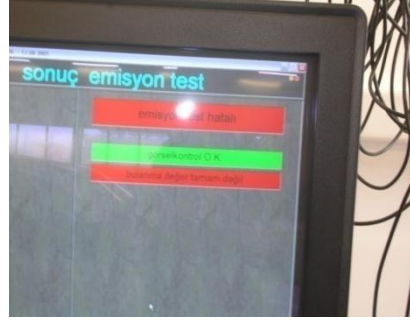
## UYGULAMA FAALİYETİ

Dizel motorla çalışan bir araçta egzoz gazı emisyon değerlerini ölçünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motoru çalışma sıcaklığına getiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motorun normal çalışma şartlarındaki verilerinin alınması için önemlidir mutlaka ölçüm yapılmadan evvel motorun sıcak olmasını sağlayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Egzoz boru hattının sızdırmaz olmasını kontrol ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motorun egzoz boru hattında muhtemel bir kaçak ya da delik olması ölçüm sonuçlarını etkileyecektir.</li><li>➤ Eğer buna benzer bir sorun varsa öncelikle onun giderilmesini sağlayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yakıt enjeksiyon sistemi ayarlarının kusursuz olmasını temin ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yakıt enjeksiyon sistemi ayarlarının normal değerlerinde olması gerekmektedir. Motor ayarlarının kusursuz olmasını temin ediniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ölçme işlemine başlayınız.</li><li>➤ Cihazın bağlantı kontrolünü yapınız.</li></ul>	<div data-bbox="783 907 1224 1247"></div> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ölçme sondası egzoz borusunun ucundan itibaren 30 cm içeriye sokulur ve egzoz gazı cihazın emme borusundan cihaza gönderilir.</li><li>➤ Açılan ekranda görülen test cihazlarının aktif olup olmadıklarını anlamak için Enter tuşuna basılır.</li><li>➤ Enter tuşuna basıldıktan sonra mevcut bağlı görülen cihazların yanında yeşil noktalar yanar. Bu noktalar o cihazların kullanıma hazır olduğunu bildirir.</li></ul>

<p>➤ Cihaz kontrol ünitesinde taşıt türünü seçiniz.</p>	 <p>➤ Aracını şartlarına uygun seçeneği belirleyip işleminize devam ediniz.</p>
<p>➤ Cihaza tolerans değerlerini giriniz.</p>	 <p>➤ Cihaza ölçüm yapacağımız devirlerde olması gereken değerleri giriniz.</p>
<p>➤ Cihaz ölçme değerlerini alınız.</p>	 <p>➤ Cihaz üzerindeki ekranda ölçme sonuçlarını oluşturduğunuz bir tablo üzerine alınız, eğer cihazınızda yazıcı özelliği varsa değerlerin çıktısını alınız.</p>

- Araca takılan sondaları çıkartınız ve testi sona erdiriniz.
- Ölçme sonucunda elde ettiğiniz CO, NOx ve PM değerlerini yorumlayınız.



- Araca takılan yağ sıcaklık sensörü, egzoz gaz sondası bağlantıları çıkartılır.



- Elde ettiğiniz bu değerleri Euro 4 standartlarındaki değerlerle karşılaştırınız.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığımız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Araçla ilgili ulusal emisyon değerlerini öğrendiniz mi?		
2. Motorun çalışma sıcaklığında olmasını temin ettiniz mi?		
3. Motor ayarlarının kusursuzluğunu sağladınız mı?		
4. Egzoz borularında sızıntı ya da kaçal olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
5. Ölçüm sonucu değerler ile yasal değerleri karşılaştırdınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Dizel motorlarda kirleticilerin önemli olanlarını altı grupta toplayabiliriz. Bunlar ;
  1. ....
  2. ....
  3. ....,
  4. ....,
  5. ....,
  6. ....'dir
2. İcten yanmalı motorlarda yanma odasındaki sıcaklık 1800 K'nin üzerine çıktığında, havanın içerisindeki ..... ve ..... kimyasal olarak birleşerek azot oksit denilen, insan sağlığına ve çevreye zararlı bir gaz hâline dönüşür.
3. Rölanti ve motor ısınırken çalışma koşulunda hava yakıt oranı zengin karışım ile sağlanmaktadır. Bu koşulda emisyon değerleri ..... ve ..... çıkışı şeklinde olmaktadır.
4. Yanma olayının kısa sürede tamamlanması, bir diğer ifadeyle ..... hızının yüksek olması motor performansı açısından çok önemlidir.
5. Dizel motor yakıtı olarak kullanılan motorini genellikle ..... temsil eder.
6. Test cihazı araca bağlanmadan evvel motorun ..... olmasına dikkat edilir.
7. Yanma sırasında oluşan  $SO_3$  motor soğukken yoğunlaşan su buharı ile birleşir ve ..... dönüşür.
8. .... **duman:** Soğuk havalarda görünen genellikle su buharıdır. Bu kirletici değildir. Ancak soğuk ilk harekette veya çok düşük yüklerde görülen beyaz duman yük artınca kaybolmuyorsa yoğunlaşmış yakıt buharıdır.
9. .... **duman:** Tam yanmamış yakıt veya bilhassa aşınmış motorlarda yağ zerreciklerinin oluşturduğu dumandır.
10. .... **duman:** İs-karbon parçacıklarının oluşturduğu dumandır. Tam yükte ve düşük hava/yakıt oranlarında ortaya çıkar.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. İçten yanmalı motorlarda yakıt hava karışımlarının yanması sonucu açığa çıkan zararlı gazların oluşturduğu ve atmosfere çıkan egzoz gazlarına ne ad verilir?  
A) Egzoz gazı B) İs C) Motorlu araç emisyonları D) Yanmamış hidrokarbon
2. Aşağıdakilerden hangisi partikül maddelerin insan sağlığına verdiği zararlardan **değildir**?  
A) Kanser B) Nefes darlığı C) kalp üzerindeki etkileri D) Ortopedik etki
3. Aşağıdakilerden hangisi trafikten kaynaklanan hava kirliliğinin nedenlerinden biridir?  
A) Fabrikalara filtreleme sistemi kurulmaması  
B) Motorlu araçların debriyaj ve fren balataları  
C) Personel eğitiminin yetersiz olması  
D) Araçlarda su ile soğutma sistemi kullanılması
4. Aşağıdakilerden hangisi dizel motoru emisyonlarından **değildir**?  
A) Sis B) Beyaz duman C) Mavi duman D) Siyah duman
5. Yakıt/besleme sisteminin motor emisyonları üzerindeki etkisi ne kadardır?  
A) % 30-40 B) % 20-30 C) % 50 D) % 10-15

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Soluduğumuz dış havada kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), partiküler madde (PM), nitrojen oksitleri (NO<sub>x</sub>) ve ozon (O<sub>3</sub>) gibi kirleticilerin çevre ve sağlık üzerinde olumsuz etkileri yapacak düzeylerde olmasına ..... denir.
7. CO emisyonunun sınırı aşması (aşırı zengin karışım) %70 motorun ..... çalışmasında karşılaşılan emisyon durumudur.
8. EGR, ikinci hava püskürtme sistemi (AIR), yakıt buharlaşması kontrol sistemi (EVAP) ve karter havalandırma sistemi; ..... düşürmek için kullanılan donanımlardır.
9. Dizel araçlar ..... bakımından benzinli araçlara göre daha az havayı kirletir ancak yakıtın yanmasından ileri gelen gözle görülür ..... yayar.
10. Egzoz emisyon analiz ve duman ölçümü yaparken egzoz sisteminde ..... veya ..... olmamalıdır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Hibrit
2	Azotoksitler Hidrokarbonlar Karbon Monoksitler Partikül Maddeler
3	Azot Oksijen Soygazlar
4	Az
5	Hidrokarbon
6	C
7	C
8	D
9	A
10	A

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Karbon Oksitler, Azot Oksitler, Kükürtlü Bileşenler, Hidrokarbonlar, Aldehitler, Partiküller'dir
2	Azot Oksijen
3	Oksijen Azot Soygazlar
4	Alev
5	C <sub>17</sub> H <sub>34</sub>
6	Çalışma Sıcaklığında
7	Sülfürikasite
8	Beyaz
9	Mavi
10	Siyah

## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	B
4	A
5	A
6	Hava Kirliliği
7	Boşta
8	Motorlu Araç Emisyonlarını
9	Co; Kirletici Maddeler
10	Kaçak, Sızıntı, Tıkanıklık

## KAYNAKÇA

- ALTIPARMAK Duran, **Motorlu Taşıtlar Tekniđi**, Ajans Türk Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş/ Ankara, 1995.
- BORAT Ođuz, BALCI Mustafa, SÜR MEN Ali, **Hava Kirlenmesi ve Kontrol Tekniđi**, Teknik Eğitim Vakfı Yayınları-3/ Ankara, 1992.
- [Obitetgazi.edu.tr](http://Obitetgazi.edu.tr) (20.07.2011/ 12.00)