



Motorlu Taşıt Emisyonları

Kontrol sistemleri

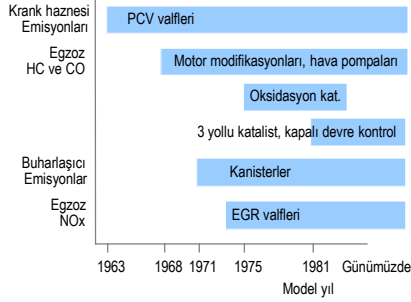
- Katalistler ve filtreler
- Denetim ve bakım programları

Prof. Dr. Selim ÇETİNKAYA

Emisyon kontrol sistemleri

- **Buharlaştırıcı emisyon kontrol sistemi**
Yakıt deposu veya karbüratörden çıkan yakıt buharlarını azaltır
- **Yanma öncesi sistemler**
 - **PCV sistemleri**
Yanmanın son kademelerinde, bazı yanmamış yakıt ve yanma ürünleri piston segmanlarını geçerek krank haznesine sızarlar. PCV sistemi, bu ürünleri tekrar silindire yönlendirir.
 - **Egzoz gazı tekrar sirkülasyon (EGR) sistemleri**
Yanma sırasında üretilen nitrojen oksitlerin miktarını azaltır.
 - **Emme sıcaklığı kontrol sistemleri**
Motor soğukken hidrokarbon ve karbon monoksit egzoz emisyonları en yüksek düzeydedir.
- **Yanma sonrası sistemler**
 - **Hava enjeksiyon sistemleri**
Yanmadan sonra egzoz sistemine taze hava basılır.
 - **Katalitik konvertör**
Egzoz emisyonlarının kontrolünde halen en etkili araçtır.
 - **Partikül filtresi**
Partikülleri tutar.

Emisyon kontrollerinin gelişimi



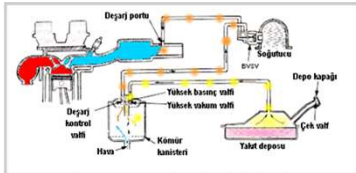
Buharlaştırıcı emisyon kontrolü

- Buharlaştırıcı emisyonlar taşıtlarda kullanılan yakıt, yağ, lastik ve plastik parçalardan kaynaklanmaktadır.
- HC emisyonlarının yaklaşık % 20 si yakıt deposundan olmaktadır.
- Yakıt deposundan gelen emisyonlar havalandırma hattına bağlanan ve kanister olarak da adlandırılan bir odun kömürü deposu (charcoal canister) ile kontrol edilmektedir.



Buharlaştırıcı emisyon kontrolü...

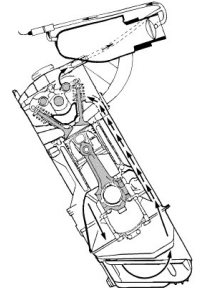
- Kanisterdeki aktifleştirilmiş odun kömürü (karbon), sıvı yakıttan buharlaşan hidrokarbon buharlarını çeker.
- **Aktifleştirilmiş meşe kömürü kendi ağırlığının 1000 katı kadar hidrokarbon buharı tutabilmektedir (300-2000 m²/g)**
- Kanisterin sihirli temiz hava odun kömürünün içinden geçirilerek çekildiğinde tutmakta olduğu buharları bırakmasıdır. Kanister böylece tekrar tekrar kullanılabilir.
- Rölanti hızının üzerinde kontrol valfi açılır ve yakıt buharları emme vakumuyla kanisterden çekilerek motora alınır.



- Depo yalıtılmıştır. Bazı taşıtlarda motor ısındıktan sonra sistemi temizleme için bir BSV [bimetallic vacuum switching valve] bulunur.

PCV sistemi

- Karter havalandırması 1963'ten önce ucu aşağıya doğru yönelik bir boru ile kaçakları atmosfere atarak yapılmaktaydı.
- Şimdi General Motors'un pozitif karter havalandırma kavramı (PCV) standard hale gelmiştir. Bununla iki fayda sağlanmaktadır:
 1. Kaçaklarla oluşan atmosferik kirlenme ihmal edilebilir düzeye inmiştir.
 2. Daha az pislik ve yağ kirliliği ile birlikte karter havalandırması geliştirmiştir (küçük hızlarda boşaltma borusu etkili değildi).



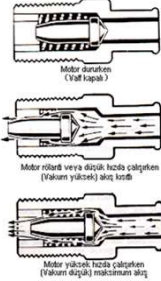
PCV sistemi...

■ PCV supabı yay kontrollüdür ve böylece yüksek manifold vakumlarında (rölanti) hava akışı kısıtlanmakta (kaçak az olduğu için daha az havalandırma), tam gazda ise akış miktarının, supap açılması ile artırılması nedeniyle akış kısıtlanması yapılmamaktadır.

■ Supabın yerine oturmaması yüksek vakumlarda karışımın fakirleşmesine, yapışması ise zengin karışıma neden olabilmektedir.



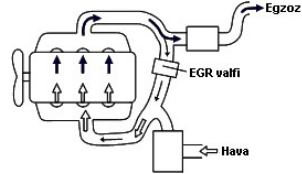
PCV valfi



EGR sistemi

■ Egzoz gazlarının tekrar kullanımı için EGR (exhaust gas recirculation) sistemleri kullanılmaktadır.

■ Bu sistemin fonksiyonu, hava-yakıt karışımını artık egzoz gazlarıyla karıştırarak azaltmak ve silindir gazlarının ısı kapasitesini yükselterek maksimum gaz sıcaklığını ve NO_x oluşumunu azaltılmaktadır. Ancak alev hızlarının korunabilmesi için zengin hava/yakıt oranları gereklidir.



EGR sistemi...

■ Başlangıçta iki EGR metodu kullanılmıştır:

- Emme ve egzoz supap bindirmesinin artırılması
- Sabit veya değişik sızdırmalı EGR

■ EGR valfi uygulamasında düzgün rölanti, düşük hız yeteneği iyileşmekte ve normal supap bindirmesine dönüşmektedir.

EGR sistemi...

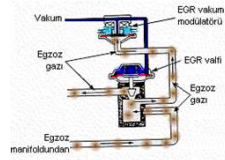
■ Sabit veya değişik sızdırmalı EGR uygulamasında, emme manifoldunun her bir koluna, kalibre edilmiş sabit orifisler veya yay yüklü, vakum kontrollü, sıcaklık yardımcı EGR valfleri yerleştirilmekte, daha yüksek basınçlı sıcak egzoz gazları, emme manifoldundaki düşük basınçlı karışıma sızdırılmaktadır.



EGR sistemi...

■ Egzoz gazları EGR valfinden geçirilerek modölatör valfe gönderilir ve orada valf diyaframına etki ederek, valfi atmosfere kapatır.

■ Böylece modölatör valf vakumu EGR valfine yönlendirir ve valf de egzoz gazlarının emme manifolduna geçişini sağlayan kanalı açar.

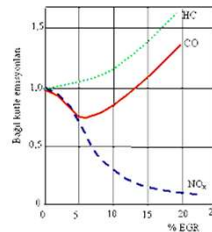


Geri beslemeli EGR kontrol sistemi

EGR sistemi...

■ EGR motor performansını ve yakıt ekonomisini kötüleştirmektedir.

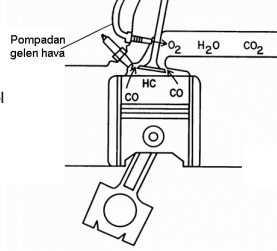
■ Ortalama bir tahminle % 15 EGR, yakıt tüketimini % 15 kadar artırmakta ancak NO_x emisyonlarını azaltmak için basit, ucuz ve verimli bir metot olduğu için yaygın olarak kullanılmaktadır.



Kütür emisyonlarının EGR 'ye bağımlı değişimi (sabit hava/yakıt oranı, kıvılcım) (14,6/1 temel a/f, en avantajlı avans, % 0 EGR ye göre).

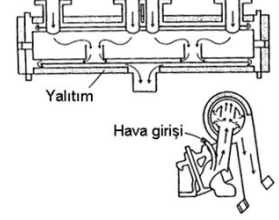
Hava enjeksiyonu

- Hava enjeksiyonu ile egzoz gazlarındaki HC, CO ve aldehitler azaltılabilmektedir.
- Reaksiyonlar sıcaklık, zaman, hava ile egzozun karışma homojenliği ve egzoz ürünlerinin kompozisyonları tarafından kontrol edilmektedir.
- Hava enjeksiyonu egzoz sıcaklıklarının yüksek olduğu zengin ve fakir karışımların her ikisinde de kullanılmakla beraber, zengin karışımlarda daha etkili olmaktadır.



Hava enjeksiyonu...

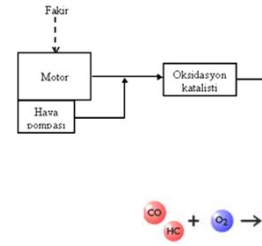
- Isıl (termal) reaktör
- HC ve CO emisyonlarını azaltmak üzere, egzozun ısı enerjisi ile birlikte oksitleyici havayı kullanır.
- Yüksek egzoz sıcaklık ihtiyacı kötü yakıt ekonomisi demektir.



Katalistler

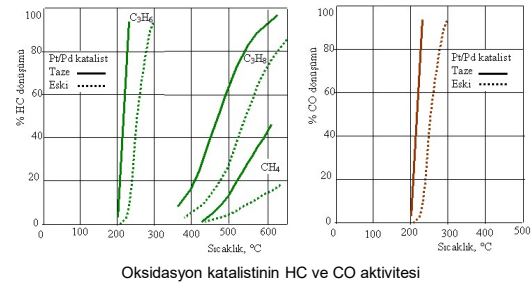
- **Katalist**, kendisi değişime uğramaksızın bir kimyasal reaksiyonun hız ve oranını değiştiren elemandır.
- Termodinamik olarak mümkün olan herhangi bir reaksiyonun hızı, büyük oranda bileşenlerin sıcaklıklarına bağlıdır.
- Katalistler, motorun egzozundaki oldukça yavaş reaksiyonları hızlandırarak emisyonların kontrol edilmesini sağlarlar.
- Modern otomobillerde yekpare veya parçacık tasarımı, **iki yollu** veya **üç yollu** tip olmak üzere iki temel tip katalitik konvertör kullanılmaktadır.
- Yekpare konvertörler arı peteği biçimli katalistler kullanırken, parçacıklı tasarımlar parçacıklar kullanılmaktadır.
- İki yollu katalitik konvertör hidrokarbonlar ve karbon monoksitini azaltmak için sadece platin ve paladyum kullanır ve nitrojen oksidi azaltmaz.
- Üç yollu katalitik konvertör hidrokarbonlar, karbon monoksit ve nitrojen oksitini azaltmaktadır.

Oksidasyon katalisti



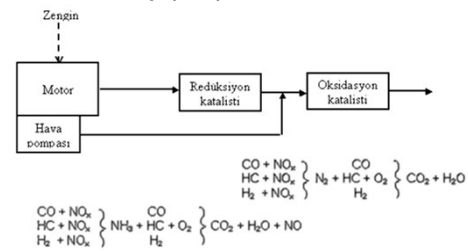
Oksidasyon katalistlerinde kullanılan kıymetli metallere bazılarını, rodyum (Rh), platin (Pt), paladyum (Pd) ve bunların karışımlarıdır. Bunlar yüksek yüzey alanlı çok küçük alümina parçacıkları üzerine tutturulmuş ve bunların üzerine de gözenekli veya yekpare alümina parçacıkları yerleştirilmiştir.

Oksidasyon katalisti...



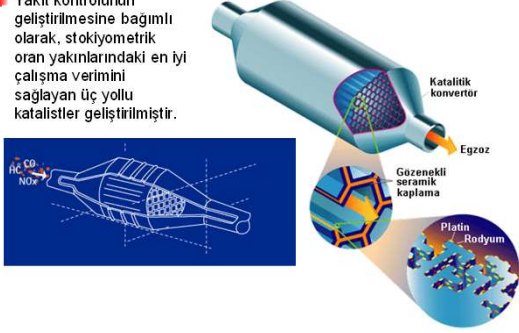
İkili katalistler

- Platin/rodyum katalistlerin zengin veya stoikiyometrik karışımlarda çalışması durumundaki NO_x'i azaltıcı özelliğinden yararlanılarak ikili konvertör sistemleri geliştirilmiştir.



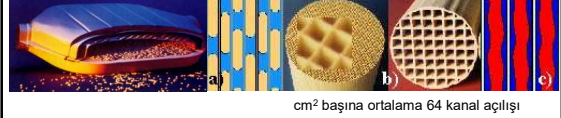
Üç yollu katalist (three way catalyst, TWC)

- Yakıt kontrolünün geliştirilmesine bağımlı olarak, stoikiyometrik oran yakınlardaki en iyi çalışma verimini sağlayan üç yollu katalistler geliştirilmiştir.



Üç yollu katalist...

- Üç yollu katalistin üç önemli kısmı:
 - Küçük tanecikli veya arı peteği biçimli gözenekli taşıyıcı, (seramik CeO_2 veya egzozun yüksek sıcaklıklarına dayanması sebebiyle kordit $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$).
 - Taşıyıcının rodyum yüzey kaplaması (NO_x redüksiyonu).
 - Taşıyıcının paladyum ve platin yüzey kaplaması (CO ve HC oksidasyonu).
- Malzeme performansını iyileştirmek üzere bazen iyileştiriciler de kullanılmaktadır.



Üç yollu katalist...

- Katalist yüzeylerinde iki reaksiyon meydana gelir.
- Birincide, nitrojen dioksitin oksijen ve nitrojen gazı oluşturduğu bir **redüksiyon** reaksiyonu olur:

$$Rh: NO_x + HC(CO) \rightarrow N_2 + CO_2 + H_2O$$
- İkincide bir **oksidasyon** reaksiyonu olur. Hidrokarbonlar (HC) ve karbon monoksit (CO) oksijenle reaksiyona girerek karbon dioksit ve su oluşturur:

$$Pt/Pd: CO + 1/2 O_2 \rightarrow CO_2$$

$$Pt/Pd: HC + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

Üç yollu katalist...

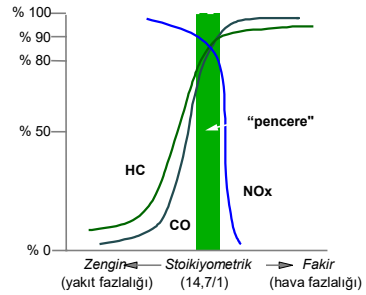


Üç yollu katalist...

- Üç kirlenimin etkili dönüşümü için stoikiyometrik oran yakınında yanma gereklidir.
- Zengin karışımlar CO ve HC dönüşüm verimi, fakir karışımlar NO_x dönüşüm verimi düşer.
- Her üçünün etkili dönüşümü için, hava/yakıt oranını optimum dönüşüm verim penceresinde tutmak üzere egzoz gaz oksijen sensörü (Zirkonyum veya titanyum esaslı) gereklidir.

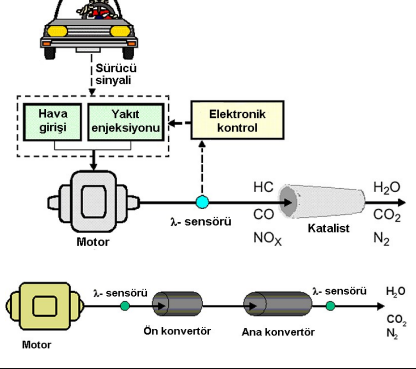


Üç yollu katalist...



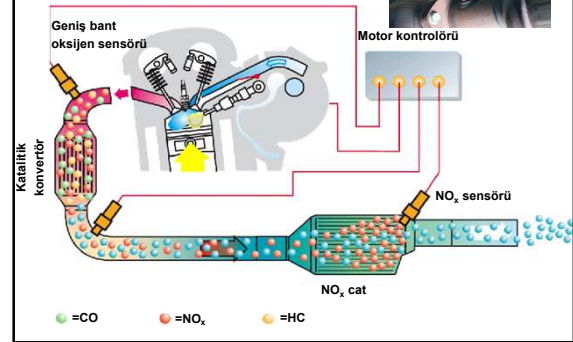
Üç yollu katalist...

Emisyonların verimli kontrolünü sağlamak amacıyla a/f çalışma noktasını regüle etmek üzere egzoz gaz oksijen sensörü (EGO) ile geri besleme yapılmaktadır.



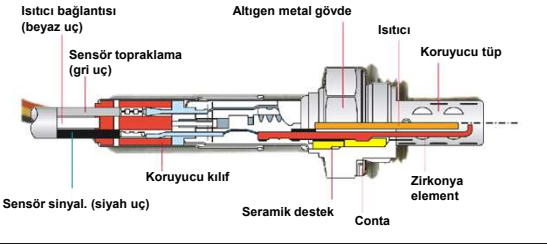
Sensörler

■ O₂ ve NO_x sensörleri

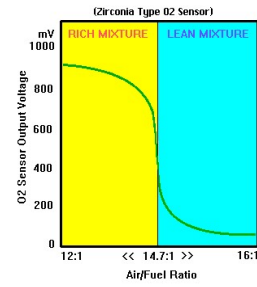


Zirkonya sensör

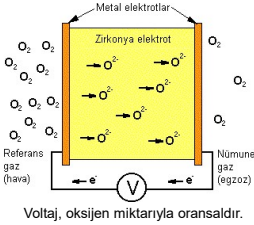
■ Zirkonyum oksit oksijen sensörü egzoz sıcaklık ve oksijen miktarına bağımlı olarak "öz voltaj" üretir.
 ■ Normal çalışmada O₂ sinyal voltajı yaklaşık 0... 1 volt aralığında değişir. Yaklaşık 0,45 voltun üzerindeki sensör sinyal voltajı zengin egzoz; 0,45 voltun altındaki fakir egzoz olarak algılanır. En avantajlı yakıt ekonomisi ve emisyonlar için O₂ voltajının 0,45 volt zengin/fakir sınırında tutulması gerekmektedir.



Zirkonya sensör...

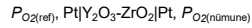


Zirkonya sensör prensibi

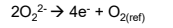


Zirkonyum oksit sensörün görev yapabilmesi için oksitlerin hareketli olması gerekir. Oksitleri hareketli ve sensörü daha kararlı yapabilmek için, zirkonyum oksit yttrium ile dopinglenir ve 450°C'nin üzerine ısıtılır.

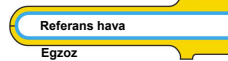
Elektrokimyasal hücre hattı notasyonu



Yarı hücre reaksiyonları

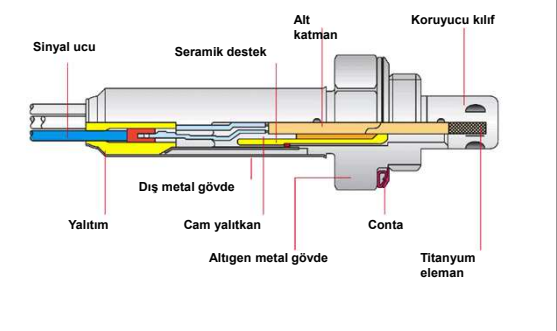


Voltaj, oksijen miktarıyla oransaldır.

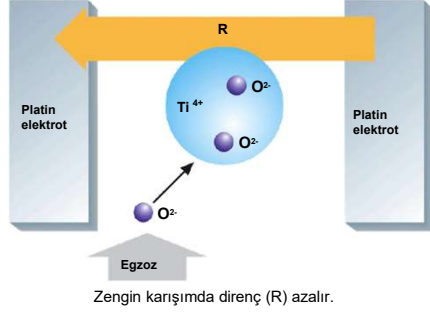


Titanyum sensör

■ Titanyum oksit oksijen sensörünün egzoz sıcaklık ve oksijen miktarına bağımlı olarak direnci değişir.



Titanyum sensör prensibi



İçten yanmalı motorlarda yanma

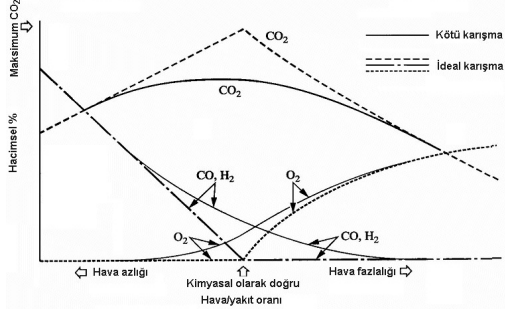
- hava/yakıt oranı, hava kütlesi/yakıt kütlesi, ~15/1
- Hava fazlalık katsayısı,

$$\lambda = (A/F)_{actual} / (A/F)_{stoichiometric}$$
- Eşdeğerlik (equivalence) oranı:

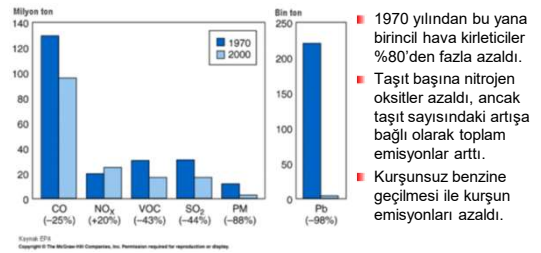
$$\phi = (A/F)_{stoichiometric} / (A/F)_{actual}$$
- $\phi \approx 1$ benzin motorları için çoğu zaman,
- $\phi > 1$ (yakıt zengin) güç ihtiyacında ve ilk harekette
- $\phi < 1$ (yakıt fakir) dieseller için çoğu zaman,
- Ateşleme - yanma - sönmeye
 Olaylar bir dakikada $10^2 \sim 10^3$ kez tekrarlanır, (kararsız yanma).

İçten yanmalı motorlarda yanma...

Hava-yakıt oranı ve karışma kalitesinin yanma ürünlerine etkisi



Hava kalitesinin iyileştirilmesi



Taşıt emisyon kontrolü

Emisyonlar = (gidilen yol, km) (emisyonlar/km)

- Kontrol teknolojisi ikinci terimi azaltmaya yöneliktir: yakıtlar, motorlar, taşıtlar, vb.
- Kentsel ve ulaşım planlaması birinci terimi işaret eder: konut yoğunluğu, yerleşim, ulaşım altyapısı
- İkinci terim bağılı olarak taşıttaki yolcu sayısına duyarlıdır.
- Taşıma kapasitesinin artırılması emisyonları azaltmaya yardımcı eder: kütle ulaşımı, otomobil paylaşımı, vb.

Egzoz emisyon ölçümü

- **Simüle edilmiş sürüş koşulları**
 - Şasi dinamometresinde hafif hizmet taşıtların (LDV) kütle emisyon oranları, g/km olarak
 - Motor dinamometresinde ağır hizmet (HD, diesel) motorların kütle emisyon oranları, g/kWh olarak
- **Gerçek sürüş koşulları**
 - "On-board" ölçme sistemleri
 - Tünel çalışmaları
 - Uzaktan algılama, yakılan yakıtla bağımlı olarak, g/L

Buharlaşıcı emisyon ölçümü

- Yalıtılmış bölmede buharlaşıcı tespiti testi
- HC buharlarını adsorbe etmek için taşıtın değişik noktalarına karbon kanisterlerin tutturulması

Uçucu organik bileşenlerin ölçülmesinde kullanılan sensörlerden bazıları:

- Fotiyonizasyon detektörü (PID)
- Alev (flame) iyonizasyon detektörü (FID)
- Metal oksit yarıiletken semiconductor sensörleri (MOS)



Portatif VOC detektörü



ION Pid TVOC VOC Monitörü
TVOC: Total volatile organic compounds

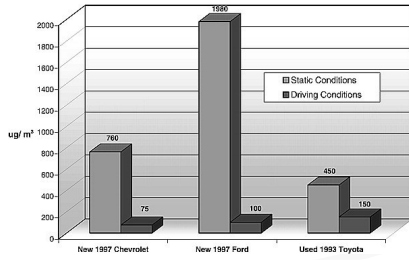
Buharlaşıcı emisyon ölçümü...

- Buharlaşıcı emisyonlar ve yakıt doldurma emisyonlarının ölçümü sisteminin şematik diyagramı



Buharlaşıcı emisyon ölçümü...

- 30-40°C ortam sıcaklığında, statik durum ve 90 min sürüşte taşıt içi (AC tam açık) TVOC konsantrasyonları



Sürüş veya işletme çevrimleri

- Gerçek, sentezlenene karşı
- Geçiş halindeki, kararlı durum, çoklu-mod
- Tarz analizi:
 - Hızlanma
 - Seyir
 - Yavaşlama
 - Rölanti

Emisyon faktörleri

- Birim faaliyet için yayılan kirlenici miktarı:
 - g/km , (gidilen mesafe)
 - g/kWh , (elde edilen mekanik enerji)
 - g/L , (yakılan yakıt miktarı)
- Verilen bir motor ve emisyon kontrol teknolojisi ile, bir taşıtın emisyon miktarlarını etkileyen faktörler: hız, hızlanma/yavaşlama, seyahat uzunluğu, ortam sıcaklığı
- Benzer boyut, motor ve emisyon teknolojisine sahip taşıtların benzer emisyon davranışı göstermesi beklenir.

Emisyon faktörleri ve emisyon modelleme

- Yeni taşıtların denetlenen emisyonları, kullarımdaki taşıtların emisyonlarına karşı
- Kullanılmakta olan değişik yaşlardaki binlerce taşıtın emisyon gözetim programı
- Motorlu taşıtların emisyon modellemesi, sağlıklı bir sonuca ulaşmak için değişik tiplerdeki taşıtların ve sürüş koşullarının dikkate alınmasını içerir.

$$\text{Emisyonlar} = (\text{gidilen yol, km}) (\text{emisyonlar}/\text{km})$$

Denetim ve bakım programları

- Alan çalışmaları, motorlu taşıtlardan kaynaklanan kirlenmelerin % 50'den fazlasının kötü bakımlı veya emisyon kontrol elemanları çalışmayan % 10'dan az taşıtlardan kaynaklandığını göstermektedir.
- **Denetim ve bakım (D/B) programları**, fazla kirlenici yayıcı taşıtların emisyon kontrol sistemlerinin onarımının, yeni taşıtların emisyon standartlarını kısıtlamaktan daha önemli hale geldiğini kesinleştirmeyi amaçlamaktadır.
- CO, HC ve NO_x'in CO₂ ile birlikte uzaktan algılanması, D/B ve yakıt- esaslı emisyon envanterini birlikte hazırlama avantajı sunar.



Denetim ve bakım programları...

- Emisyon kontrol teknolojisi düşük yoğunluklu trafik için çok etkili; kontrolsüzle karşılaştırıldığında % 90...95 azalma
- Emisyon kontrol sistem performansı taşıt yaşı ile yavaşça kötüleşir.
- Kontrol sistemleri çalışmayan küçük bir orandaki taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar, çok sayıda taşıtta sağlanan emisyon azaltımının yararlarını yıpratır.
- D/B programları, tüm filonun kontrol sistem verimi için, taşıtların faydalı yaşamını sağlamayı amaçlar.

Denetim ve bakım programları...

- **Amaçlar:**
 - Ayarı bozuk veya kontrol sistemi çalışmayan taşıtların tespit ve tamiri
 - Bilinçli karışık kontrol sistemleri ile caydırma
- **Modlar:**
 - Tüm taşıtların periyodik kontrolleri
 - Yüksek emisyon yayan taşıtların tespit ve tamiri,
 - Düşük emisyon yayan taşıtların tespit ve hariç tutulması "temiz süzme"

Denetim ve bakım işlemleri

- **BA Motorlar**
 - Egzoz konsantrasyonlarının ölçümü: CO, HC, NO_x
 - Yüksüz, rölanti/2500 1/min
 - Yüklü dinamometre testleri
 - Hızlanma simülasyon modu
 - Kontrol sistem elemanlarının görsel denetimi
 - Buharlaştırıcı emisyon kontrol sistemleri için basınç/temizleme testleri
- **SA Motorlar**
 - Duman için Bosch metodu: filtre kağıdından belirli miktar egzoz çek, filtrenin ışık geçirgenliğini kontrol et.
 - Opasite metre: "Ani hızlanma" koşullarında egzozdan geçirilen ışıktaki azalmayı kontrol et.

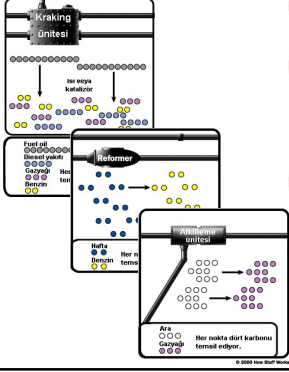
Denetim ve bakım programları...

- **Kurumsal yapılanma:**
 - Merkezi denetim
 - Yöresel test ve tamir
- **Frekans**
 - İlk test taşıt yaşı, 1-4 yıl
 - Sonraki testler her 1-2 yılda bir
- **Maliyet**
 - Program çalıştırma maliyetleri
 - Tamir maliyetleri
- **Maliyet/fayda oranı**
 - Ortam hava kalitesinin iyileştirilmesine karşı D/B maliyetleri

Denetim ve bakım programları-tamamlamalar

- **Uzaktan algılama**
 - Temiz süzme, yüksek emisyon yayıcı profileme
- **Gösterge panosu teşhisi**
 - Arıza tespiti için algılama ve denetleme elemanları
 - Işık gösterge
 - Çalışmayan elemanlar için depolanmış bilgisayar kodları:
 - Katalist
 - Oksijen sensörü
 - Motor tutukluğu
 - Buharlaştırıcı sistem güvenilirliği

Yakıt rafinasyonunun geliştirilmesi



- Zararlı emisyonlar rafineri metotlarının değiştirilmesi ile de azaltılabilir.
- Yakıt kompozisyonundaki ana değişikliklerden bazıları, bazı reaktif HC'ların ve S'nin azaltılması veya tamamen giderilmesi ile kurşunlu katıkların tamamen yok edilmesidir.
- Temiz yakıt, egzoz sonradan değerlendirme teknolojisine olan ihtiyacı ve sera gazlarını azaltır.
- Fakir karışım tüm taşıt parkının hava kirlilik düzeyini hemen azaltır.

ÖRNEK

- Euro 4'te NO_x emisyon standardı 0,08 g/km'dir. Buna göre 7,85 L/100 km yakıt ekonomisi ile stoikiyometrik oktan yakan bir otomobilin, ppm olarak egzoz çıkışındaki maksimum NO_x konsantrasyonu ne kadardır? Yakıtın yoğunluğu 735 kg/m³'tür, NO_x nin NO_2 olduğunu farz edin.

ÇÖZÜM

Oktanin (C_8H_{18}) stoikiyometrik yanması için, hava/yakıt oranı 15,05 ve yanma ürünlerinin moleküler kütlesi 28,6'dır.

Oktan yakıt tüketimi:

$$m_f = (7,85)(0,735)/100 = 0,058 \text{ kg/km} = 58 \text{ g/km}$$

NO_x konsantrasyonu, NO_x mol sayısının gaz ürünlerin mol sayısına oranıdır.

NO_2 'nin moleküler kütlesi = 14+32 = 46

$$\text{mol } \text{NO}_x = (m_{\text{NO}_x} / m_f) (M_p / M_{\text{NO}_x}) (a/f+1)$$

$$= (0,08/58)(28,6/46)(15,05 + 1) = 0,000052 \text{ veya } 52 \text{ ppm}$$

PROBLEM

- Euro 4'te CO emisyon standardı 1 g/km'dir. Buna göre 6,5 L/100 km yakıt ekonomisi ile yakıt olarak stoikiyometrik C_8H_{17} yakan bir otomobilin, ppm olarak egzoz çıkışındaki maksimum CO konsantrasyonu ne kadardır? Yakıtın yoğunluğu 740 kg/m³'tür.

Avrupa Birliği egzoz emisyon standartları

Ampa otomobil emisyon standartları, g/km						
Sıra	Yıl	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
Dizel						
Euro 1*	07.1992	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)
Euro 2, I01	01.1996	1.0	-	0.7	-	0.08
Euro 2, I01	01.1996*	1.0	-	0.9	-	0.10
Euro 3	01.2000	0.64	-	0.56	0.50	0.05
Euro 4	01.2005	0.50	-	0.30	0.25	0.025
Benzin						
Euro 1*	07.1992	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	-
Euro 2	01.1996	2.2	-	0.5	-	-
Euro 3	01.2000	2.30	0.20	-	0.15	-
Euro 4	01.2005	1.0	0.10	-	0.08	-

* 1992 yılından önceki değerler emisyon sınıflarıdır.
* - 30.05.1999'a kadar (bu tarihten sonra CI motorlar CI sınıflarına katılmadılar).

Ampa ticari taşıt emisyon standartları, g/km							
Sınıf *	Sıra	Yıl	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
Dizel							
N1, Sınıf I <1305 kg	Euro 1	10.1994	2.72	-	0.97	-	0.14
	Euro 2	01.1998	1.0	-	0.60	-	0.10
	Euro 3	01.2000	0.64	-	0.56	0.50	0.05
	Euro 4	01.2005	0.50	-	0.30	0.25	0.025
N1, Sınıf II 1305-1760 kg	Euro 1	10.1994	5.17	-	1.40	-	0.19
	Euro 2	01.1998	1.2	-	1.1	-	0.15
	Euro 3	01.2002	0.80	-	0.72	0.65	0.07
	Euro 4	01.2006	0.63	-	0.39	0.23	0.04
N1, Sınıf III >1760 kg	Euro 1	10.1994	6.90	-	1.70	-	0.25
	Euro 2	01.1998	1.35	-	1.3	-	0.20
	Euro 3	01.2002	0.95	-	0.86	0.78	0.10
	Euro 4	01.2006	0.74	-	0.46	0.39	0.06
Benzin							
N1, Sınıf I <1305 kg	Euro 1	10.1994	2.72	-	0.97	-	-
	Euro 2	01.1998	2.2	-	0.50	-	-
	Euro 3	01.2000	2.3	0.20	-	0.15	-
	Euro 4	01.2005	1.0	0.1	-	0.08	-
N1, Sınıf II 1305-1760 kg	Euro 1	10.1994	5.17	-	1.40	-	-
	Euro 2	01.1998	4.0	-	0.65	-	-
	Euro 3	01.2002	4.17	0.25	-	0.18	-
	Euro 4	01.2006	1.81	0.13	-	0.10	-
N1, Sınıf III >1760 kg	Euro 1	10.1994	6.90	-	1.70	-	-
	Euro 2	01.1998	5.0	-	0.80	-	-
	Euro 3	01.2002	5.22	0.29	-	0.21	-
	Euro 4	01.2006	2.27	0.16	-	0.11	-

* For Euro 1/2 the weight classes were Class I <= 1250 kg, Class II 1250-1760 kg, Class III > 1760 kg.

