

# Egzoz Gazları Emisyonu

Prof.Dr. Cem Soruřbay

## Bölüm 2

### Kirletici Maddelerin Oluşumu

İstanbul Teknik Üniversitesi – Otomotiv Laboratuvarı



## İçerik

Motorlu taşıtlarda kirletici maddelerin oluşumu

Egzoz gazları içerisindeki kirletici maddelerin oluşumu

CO

Yanmamış HC'lar

Azot oksitler

Partikül madde

Kükürt

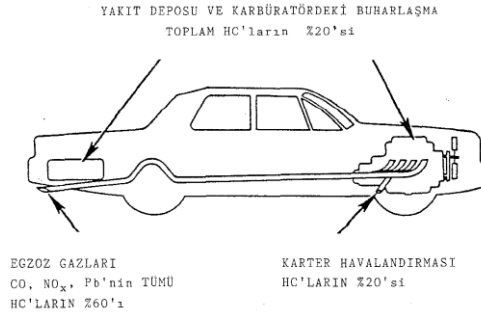
## Motorlu taşıtlarda kirletici maddelerin oluşumu

Motorlu taşıtlar tarafından üretilen kirletici maddelerin kaynakları üç ana grupta toplanmaktadır :

Egzoz gazları

Karter havalandırması

Yakıt deposu ve karbüratördeki buharlaşma



## Egzoz gazları içerisindeki kirletici maddelerin oluşumu

Standartlarla sınırlandırılan bileşenler

CO , HC , NO<sub>x</sub> ve PM

Sera gazları

CO<sub>2</sub> , CH<sub>4</sub> , N<sub>2</sub>O

## Karbon monoksit

Ana neden oksijenin yetersiz olması

Zengin karışım

Karışımın tam homojen olmaması sonucu yerel olarak zengin bölgeler

Hava Fazlalık Katsayısı (HFK) en önemli etken

Temel mekanizma



Su gazı dengesi



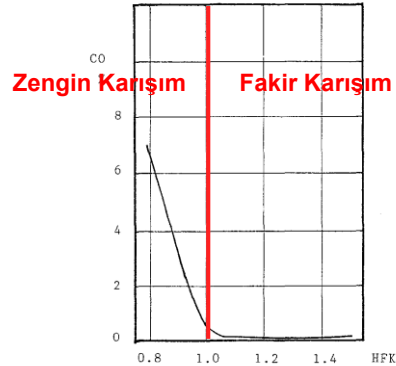
yüksek alev sıcaklıklarında daha fazla CO elde edilir ( >1500K )  
sıcaklık düşükçe CO, CO<sub>2</sub>'ye dönüşmekte

## Karbon monoksit

Alev bölgesinin iç tarafında yüksek sıcaklıkta CO oluşmaktadır

Genişleme sırasında sıcaklık düştüğünde CO<sub>2</sub> oluşmaktadır

sıcaklık düşüşü ile birlikte reaksiyonlar donmaktadır



## Azot Oksitler

Yanma sonucu ulaşılan yüksek sıcaklıklarda havanın içindeki azotun oksijenle birleşmesi sonucu **azot oksitler** meydana gelmektedir  
atmosfere atılan NO'nun bir kısmı NO2'ye dönüşmektedir  
NO ve NO2 birlikte NOx , azot oksitler olarak deęerlendirilir

**NO** 100 – 1000 ppm mertebesinde,

**NO2** 10'lar mertebesinde



atmosferde UV, güneş işığı

**NOx oluřumunu etkileyen parametreler :**

Sıcaklık

Zaman

Hava/Yakıt oranı (veya HFK)

## Azot Oksitler

Farklı mekanizmalar NOx oluşumuna neden olmaktadır

**Isıl azot oksit oluşumu (Zeldovich mekanizması)**

alevin arkasındaki bölgede etkindir

içten yanmalı motorlarda hakim olan mekanizmadır

**Fenimore mekanizması**

zengin karışımlarda etkindir

motorlarda **alev bölgesinde** etkindir

çok fakir ve çok düşük sıcaklıklarda N2O oluşumu

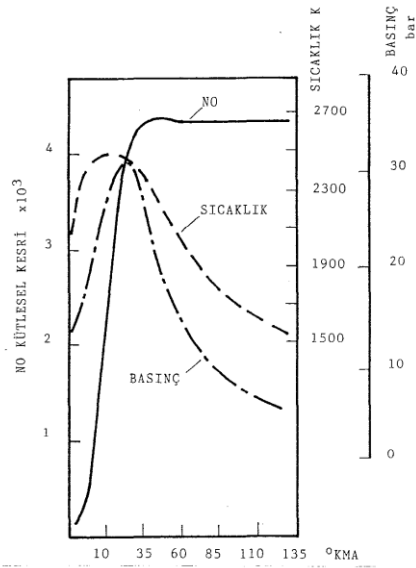
**Yakıt kaynaklı NO**

### Zeldovich mekanizması

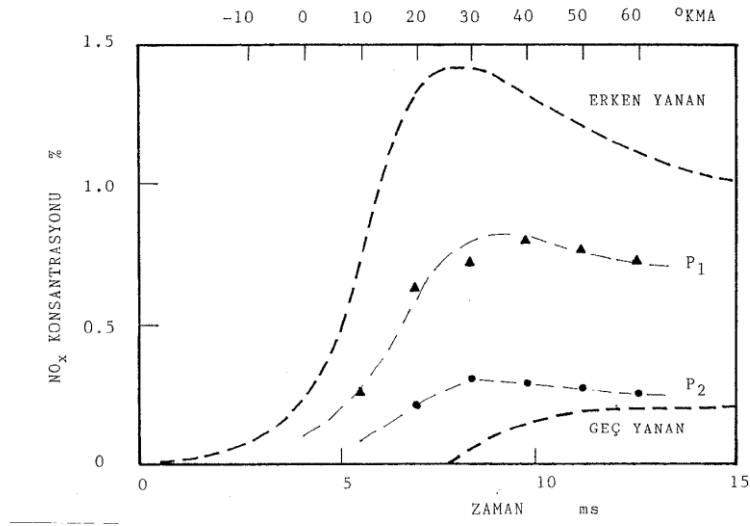
ana reaksiyon



Zeldovich zincir reaksiyonları



## Azot Oksitler



## Yanmamış Hidrokarbonlar

Günümüzde motor çıkışında yanmamış HC'lar <6000 ppm değerinde, yanmayan veya kısmi yanan yakıt %1 değerinden az

### Karışım oranı

Çok zengin veya çok fakir karışımlarda tutuşma sorunu

### Yanmanın tamamlanamaması

Karışımın tam homojen olmaması

Alev sönme bölgeleri (quench layer) , yaklaşık 0.1 mm

### Artık gaz miktarının fazlalığı

Düşük sıcaklıklarda ve motorun boşta çalışmasında etkin yüksek EGR (egzoz gazı resirkülasyonu)

## Yanmamış Hidrokarbonlar

### Üst segman bölgesi (crevice volume)

Bu hacme sıkıştırma sırasında yaklaşık %3 kadar yakıt girmekte basınç düştüğünde genişlemede yanma odasına katılan yakıt sıcaklıkların düşmesi nedeniyle tam yanmamakta soğuk motorda boşluk daha fazla / daha etkin

### Egzoz supabından sızma etkisi

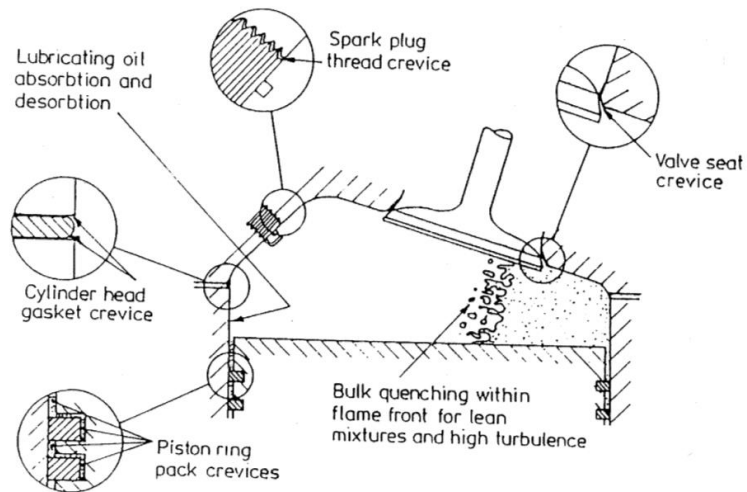
Sıkıştırma veya yanma zamanlarında gaz kaçaqları

### Supap bindirmesi

gaz kaçaqları

boşta çalışmada ve düşük dönme sayılarında etkin , zaman fazla

## Yanmamış Hidrokarbonlar



## Yanmamış Hidrokarbonlar

### Cidarlardaki birikimler

Yüksek sıkıştırma oranına sahip motorlarda etkin basınç artışı ile emilim artıyor  
yüksek çevri oranı bu etkiyi azaltıyor, yüzeyleri sertleştiriyor ve gözenekliliği azaltıyor

### Cidarlardaki yağ filmi

Emme ve sıkıştırma zamanlarında yakıtın yağ filmi ile teması ve yağ filmi tarafından absorbe edilmesi basınçtan etkilenmekte  
yağda çözülmeyen HC'larda emisyon azalıyor (Örneğin propan) motor aşındıkça boşluklar artıyor, yağ filmi kalınlaşıyor

## Yanmamış Hidrokarbonlar

### İki-zamanlı motorlar

süpürme kaçakları  
karterden süpürmeli motorlarda yağlama yağının benzine karıştırılması

### Diesel motorları

Benzin motorlarına göre daha düşük HC emisyonları (fakir karışım)  
İyi karışım oluşumu gerçekleşmemesi  
Enjektör uç kısmındaki hacim (sac volume)  
Cidarlardaki birikimler



## Partikül Madde

Genelde Diesel motorlarındaki difüzyon alevi şeklindeki **karışım kontrollü yanmada** oluşur

Benzin motorlarındaki **ön karışımli yanmada** sadece çok zengin karışımlarda PM oluşmaktadır.

Bazı direkt püskürtmeli benzin motorlarında (GDI) PM oluşmaktadır



[web.itu.edu.tr/sorusbay/EGE/EGE.htm](http://web.itu.edu.tr/sorusbay/EGE/EGE.htm)