

7. EGZUZ GAZLARI EMİSYONUNUN ÖLÇÜMÜ VE STANDARDLAR

7.1 Kirletici Bileşenlerin Belirlenmesi

Egzoz gazları içerisindeki bileşenlerin ölçümünde, miktarların belirlenmesi genellikle hacimsel konsantrasyonlar şeklinde olmaktadır. CO, CO₂ ve O₂ miktarları genellikle hacimsel yüzde olarak belirtilmektedir. NO, NO₂ ve NO_x (NO+NO₂) ise ppm (parts per million) olarak belirtilmekte olup, ppm milyon adet birim hacim içerisinde bu bileşenin kapladığı hacim birimlerinin sayısını göstermektedir. Hidrokarbonlar ise gene ppm olarak veya karbon atomları esas alınarak ölçülmüş ppm olarak belirtilmektedir. Bu ikinci durum (ppm C) olarak gösterilir. Burada HC hacimsel konsantrasyonunu bulabilmek için HC molekülünde mevcut karbonlarını ortalama atom sayısı ile bölmek gerekmektedir. Örneğin, 1 ppm olarak gösterilen propan (C₃ H₈), 3 ppm C hidrokarbon olarak da gösterilebilir.

Egzoz gazları içerisindeki bileşenlerin miktarı genellikle toplam gazların hacimsel oranı olarak belirtilmektedir. Çeşitli standartlar da bu şekilde tanımlanmıştır. Ancak fakir karışımla çalışan motorlarda yanma için gerekenden fazla miktarda hava motora gönderildiği için, egzoz gazları da seyreltilmiş olmaktadır. Bu amaçla, ölçülen miktar belli bir katsayı ile çarpılarak düzeltilmiş değerler bulunabilir. Stokiyometrik karışımlarda tam yanma sonucu oluşan CO, CO₂ ile yanmamış C atomları egzoz gazlarının hacimsel olarak yaklaşık %15 kadarını kapsamaktadır. Buna göre örneğin ölçülen değerler CO, CO₂ ve HC için %0.5 , %9 ve 300 ppm C ise, düzeltme katsayısı $15/(0.5+9+0.03)=1.57$ olacaktır. Bu durumda düzeltilmiş değerler de tekrar CO, CO₂ ve HC için %0.8, %14.2 ve 470 ppm C olarak bulunacaktır. Ancak bu yöntemle bulunan rölatif değerler, kirletici maddeler atmosfere atıldıktan sonra fazla önem taşımamaktadır, çünkü asıl önemli olan atmosfere atılan toplam kirletici madde miktarıdır. Bu nedenle standartlarda kirletici maddelerin kütleli miktarları üzerinden sınırlandırmalar yapılmaktadır. Uygulamada bu miktarlar tanımlanmış bir test

yöntemi boyunca üretilen bileşenin toplam kütlesi olarak (g/test) veya belli bir test yöntemi uygulanarak taşıtın yaptığı yol boyunca üretilen bileşenin kütleli miktarı olarak (g/km veya g/mil) tanımlanmaktadır.

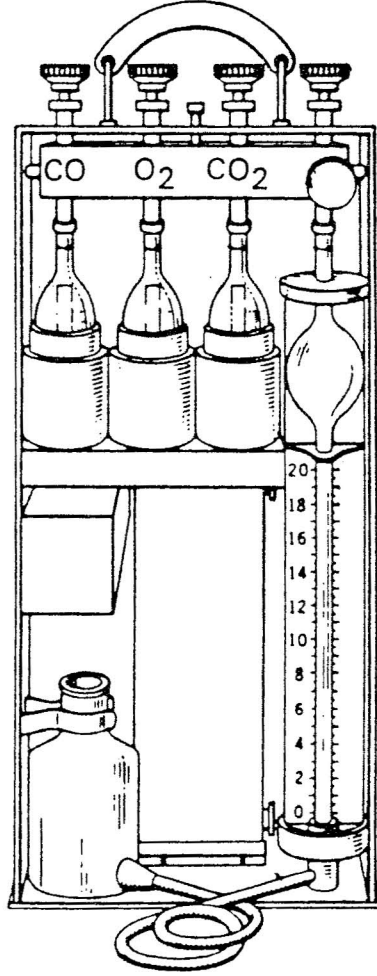
Test sırasında ölçülen hacimsel konsantrasyon değerleri ve egzoz gazlarına ilişkin veriler (debi, sıcaklık vb.) bilindiğinde, bileşenlere ait özgül ağırlık değerleri kullanılarak kütleli olarak emisyon miktarları hesaplanmaktadır.

Dizel motorlarında ayrıca egzoz gazları içerisindeki is miktarı da duman koyuluğu (opasite) cinsinden belirtilmektedir. Genelde 0 - 100 sınırları arasında değişen göstergeye sahip bir smokmetre tarafından is miktarı belirlenmektedir. Ayrıca is miktarı opaklık indeksi cinsinden de tanımlanmaktadır.

7.2 CO ve CO₂ Ölçüm Yöntemleri

Egzoz gazları içerisindeki CO ve CO₂ miktarının belirlenmesi için kullanılan cihazların en basiti Orsat Gaz Analizörüdür (Şekil 7.1). Bu sistemde egzoz gazlarından alınan örnek, içinde bulunan CO₂, O₂ ve CO'nun sıra ile ayrıştırılması amacıyla içerisinde farklı kimyasal maddeler bulunan kaplara yollanmaktadır. Bu üç bileşenin mol kesirleri ve yakıtın hidrojen-karbon oranı kullanılarak kimyasal denge hesabından hava/yakıt oranı bulunabilir. Orsat analizi sonucu elde edilen bileşenlere ait yüzdesel değerler kullanılarak Şekil 7.2'deki eğrilerden de hava/yakıt oranı direkt olarak bulunabilir.

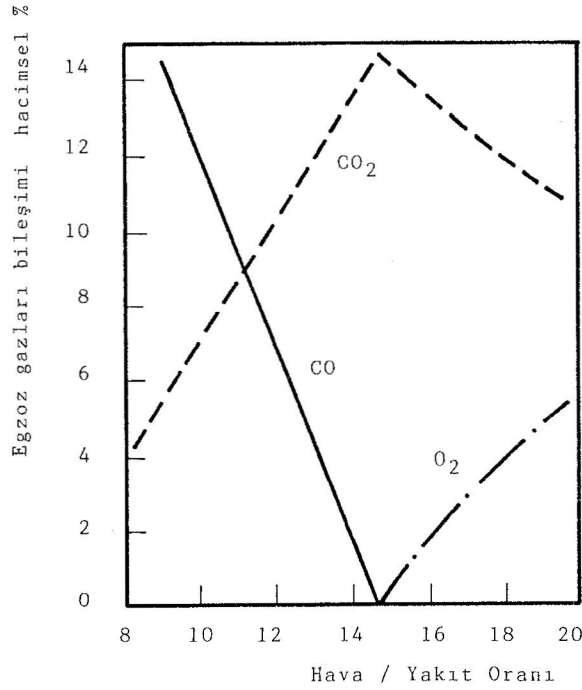
CO₂ ve CO miktarlarının ölçümünde kullanılan diğer bir sistem Dağılmayan Kıvımlı Ötesi Işıklı gaz analizörüdür. Bu sistemde kıvımlı ötesi ışınların, ölçümü yapılacak örnek gazlar içerisinde geçerken, farklı bileşenler tarafından radyasyon enerjisinin farklı oranlarda absorbe edilmesi prensibi kullanılmaktadır. Kıvımlı ötesi kaynak tarafından üretilen ışık ikiye ayrılarak referans hücresi ve örnek gazlara ait hücre içerisinde geçip, detektör elemana ulaşmaktadır (Şekil 7.3). İçerisinde ölçümü



Şekil 7.1 Orsat gaz analizörü.

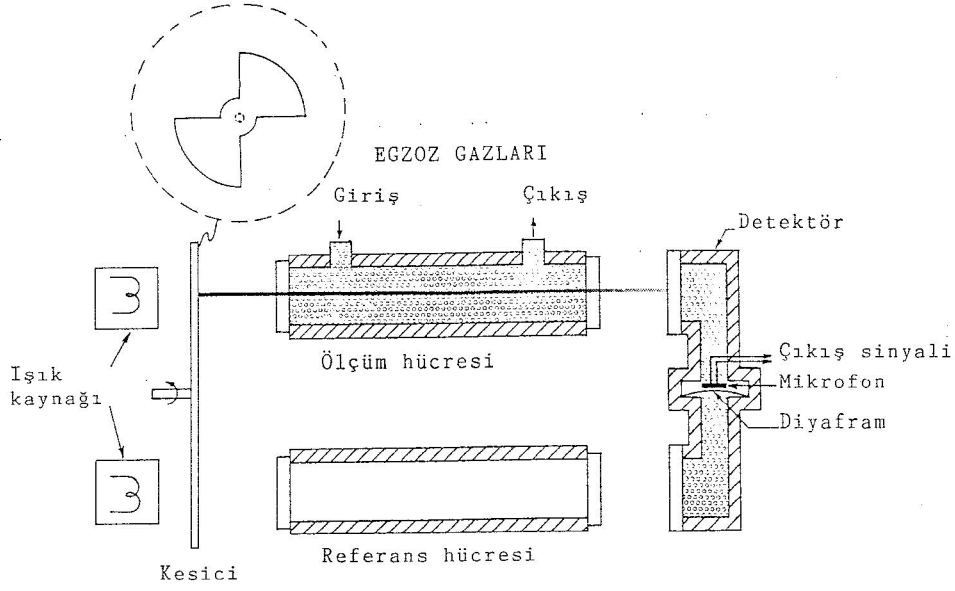
yapılmakta olan kimyasal bileşenlerden bulunmayan referans gazlarının absorbe ettiği enerji miktarı belirlenirken, diğer hücrede ise CO_2 ve CO bileşenleri farklı dalga boylarındaki kızıl ötesi ışıktan enerji absorbe etmektedir (Şekil 7.4). Bundan yararlanılarak detektör elemanında, referans ve ölçüm hücrelerinden absorbe edilen enerji miktarı farkı elektriksel akıma dönüştürülerek, kalibre edilmekte ve bileşenin konsantrasyonu cinsinden ölçüm yapılmaktadır.

Diğer absorbe edici kaynakların etkisini önlemek amacıyla kaynaktan çıkan ışık, gerekli dalga boylarında çalışılmak üzere

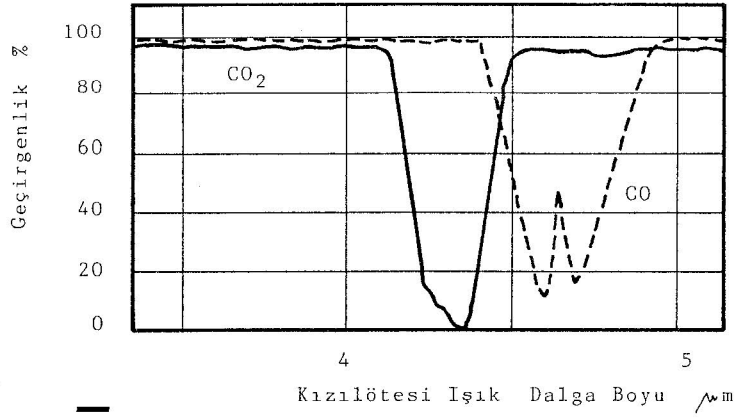


Şekil 7.2 Orsat gaz analizinden hava/yakıt oranının saptanması.

filtreden geçirilmektedir. Ayrıca ışık kaynağı periyodik olarak bir kesici tarafından saniyede yaklaşık 10 kez kesilip, açılmaktadır. Bu durumda, birim zamandaki miktarı belirleyecek şekilde periyodik olarak enerji absorpsiyonu sağlanmakta ve sonuçta bu miktar ölçülmektedir.



Şekil 7.3 CO ve CO₂ emisyonlarının ölçümü - Dağılmayan Kızılötesi Işınlı gaz analizörü.



Şekil 7.4 CO ve CO₂ gazlarının kızıl ötesi ışın absorbe etme özellikleri.

7.3 HC Ölçüm Yöntemleri

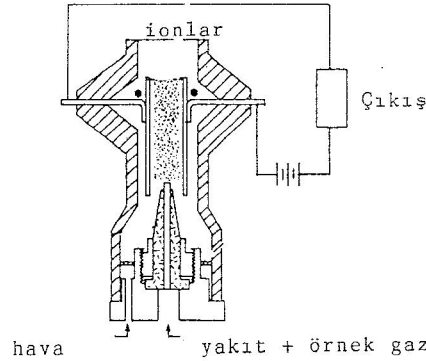
CO₂ ve CO ölçümünde kullanılan Dağılmayan Kızıl Ötesi Işınlı analizörler HC konsantrasyonunun ölçümünde de kullanılmaktadır. Ancak doymuş ve doymamış karbon-hidrojen moleküllerinin kızıl

ETKİ (AZALMA)

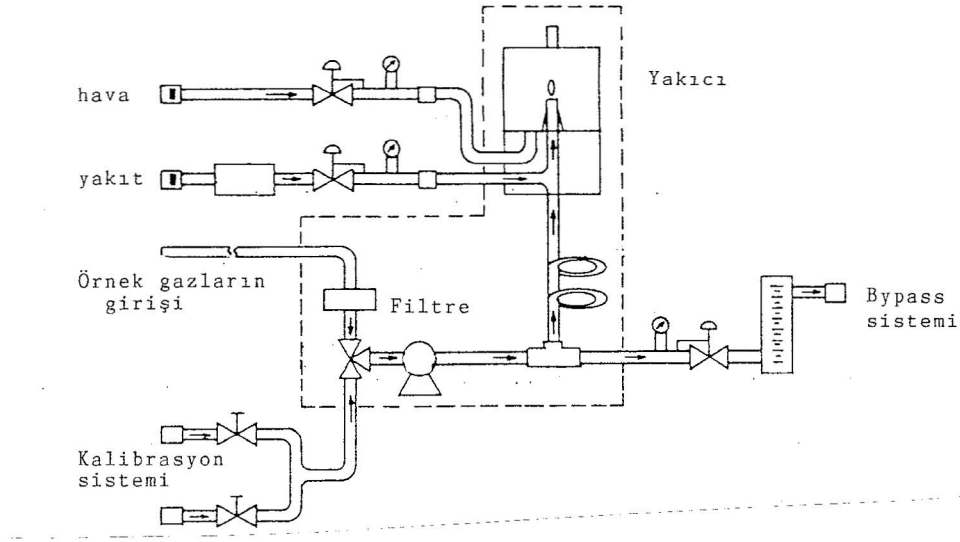
PARAFİNİK → OLEFİNİK → AROMATİK

ötesi ışın absorbe etme yetenekleri farklı olmaktadır. Bu nedenle bu tip analizörler ile yapılan ölçümler sadece doymuş hidrokarbonlar için geçerli olmaktadır. Genelde ölçülen, heksan tarafından sağlanan absorpsiyon miktarı olmaktadır. Olefinik hidrokarbonların etkileri, aynı miktardaki parafinik HC'lara oranla çok az olmakta, aromatik HC'lar ise daha da az etki etmektedir. Bu nedenle, kullanılan bu yöntem hassas sonuç vermemektedir. Özellikle 1970 yılından sonraki taşıtlar için A.B.D.'de getirilen standartlarda HC emisyonu daha dar sınırlara indirildiğinden bu yöntem yerini Alev İyonizasyon Dedektörü ile yapılan ölçümlere bırakmıştır.

Bu sistem prensip olarak H_2-O_2 alevinden oluşmaktadır. Burada H_2 , O_2 ve inert gazlardan meydana gelen karışım iyonlardan arınmış durumdadır. Bu alev içerisine HC'lar eklendiğinde, eklenen miktara orantılı olarak iyon akısı artmaktadır. Alevdeki bu iyonizasyon miktarının ölçümü de HC konsantrasyonunu belirlemektedir. Temel olarak Alev İyonizasyon Dedektörü, H_2 ve O_2 'den oluşan bir difüzyon alevidir. Sisteme uygulanan polarizasyon akımı sonucu sağlanan elektrostatik alan içerisinde, HC'ların eklenmesi ile oluşan pozitif iyonlar kolektöre, negatif iyonlar ise aleve doğru giderek iki elektrod arasında iyonizasyon akımı oluşturmaktadır (Şekil 7.5). Bu akım, alevin içindeki HC miktarı ile doğru orantılıdır. Böylece doğru akım yükselticisinden geçirilerek, HC konsantrasyonu cinsinden kalibre edilmiş çıkış sağlanır (Şekil 7.6).



Şekil 7.5 Alev İyonizasyon Detektörü.

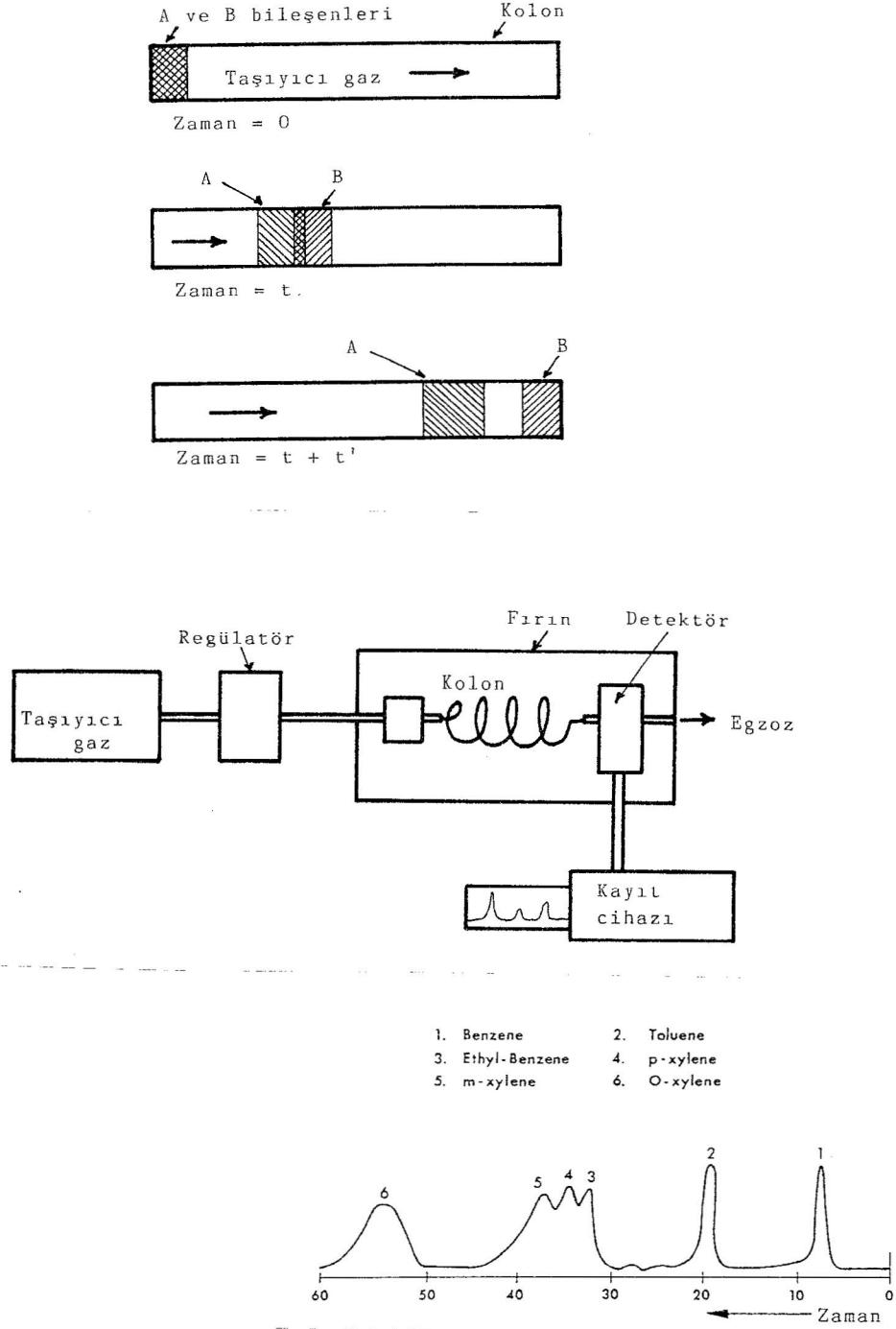


Şekil 7.6 HC emisyonlarının ölçümü - Alev İyonizasyon Detektörü.

Bu analizörle 0-100 ppm C aralığında çok hassas olarak HC'ların ölçülmesi mümkündür. Ayrıca aynı cihaz daha az hassas olarak 0-10000 ppm C aralığına kadar HC'ların ölçülmesinde kullanılabilir. Genelde alev sıcaklığını azaltmak amacıyla saf hidrojen yerine inert gazlarla karıştırılmış hidrojen kullanılmaktadır. Ölçümler hava ve yakıtın debisine bağlı olarak daha hassaslaşmaktadır. Normalde örnek gaz debisi 3-5 ml/dakika, hidrojen-gaz karışımı debisi 75 ml/dakika, hava debisi 200 ml/dakika mertebelerindedir. Bu sistem su buharından etkilenmediği için örnek gazın kurutulmasına gerek yoktur. Ancak cihazın içerisine sıvının veya partiküllerin girmesine, orifislerin ve küçük çaptaki boruların korunması açısından izin verilmemelidir.

Egzoz gazları içerisindeki HC'ların detaylı olarak belirlenmesi için kullanılan bir yöntem de Gaz Kromatografisidir. Bu yöntemde gaz karışımı fiziksel olarak bileşenlere ayrılarak, bu bileşenler ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Bileşenler sabit faz ve hareketli faz olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Egzoz gazları analizinde kullanılan gaz kromatografisinde sabit faz sıvıdır. İnert taşıyıcı gaz (H_2 , He, N_2) içerisine karışmış durumdaki bileşenler, sahip oldukları değişik karışabilirlik özelliklerine göre sabit faz

içinde yer almaktadır. Sıcaklığı hassas olarak bilinen sabit faz kolonundan sınırlı bir süre için ayrılan bileşenlerin miktarları belirlenerek gazların analizi yapılır (Şekil 7.7).



Şekil 7.7 Gaz Kromotografi sistemi.

7.4 NO_x Ölçüm Yöntemleri

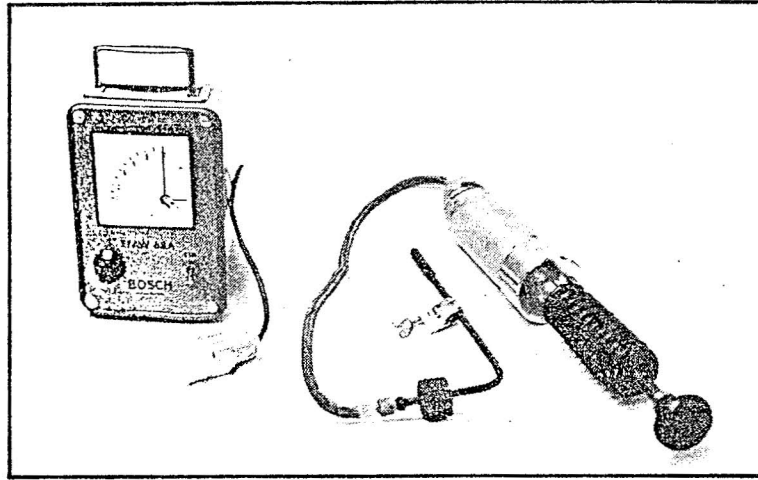
NO ölçümü de daha önce açıklanan dağılmayan kızıl ötesi ışın yöntemi ile yapılabilir. Ancak NO'nun kızıl ötesi ışın absorpsiyonu oldukça düşüktür, ve CO, CO₂ ve su buharının mevcudiyeti ölçümleri önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle 300 ppm sınırının altındaki miktarların ölçümünde örnek gazın kurutulması gerekmektedir. NO'nun absorpsiyonu zayıf olduğu için ölçüm hücresi tüpünün uzunluğunun da arttırılması gerekmektedir. Bu bakımdan 50 ppm değerinin altında NO ölçümü bu yöntemle pratikte mümkün olmamaktadır.

NO_x ölçümü için kullanılan daha hassas bir yöntem Kimyasal Işın ölçümüdür. Bu yöntemde, ana prensip NO ile ozon reaksiyonu sonucu oluşan uyarılmış NO₂'nin, uyarılmamış duruma dönüştürülmesi sırasında açığa çıkan foton enerjisi miktarının ölçümü sonucu NO_x miktarının belirlenmesidir. Bu enerji miktarının ölçümü ile buna karşı gelen NO₂ miktarı belirlenip, böylece başlangıçtaki NO miktarı da belirlenmiş olmaktadır. Örnek gaz içerisinde mevcut NO₂'nin ölçümünde ise, gazlar ısıtılarak NO₂/NO dengesi, NO yönüne çevrilir. Yaklaşık 315 °C değerinde %90 değişim sağlanmaktadır. NO ve NO₂ içeren egzoz gazlarında ölçümün ayrı ayrı yapılması istenildiğinde, önce NO miktarı, sonra da dönüştürücüden geçirilen gazlardaki NO_x miktarı belirlenir. Böylece her iki ölçümün farkından da NO₂ miktarı bulunur.

NO₂ miktarının ölçümünde kullanılan sistemlerden biri de Dağılmayan Ultraviyole Işınlı gaz analizörüdür. NO₂'nin kızıl ötesi ışınlardaki absorpsiyon yeteneği sınırlı kalmaktadır. Ancak UV ışını ile yeterli absorpsiyon sağlanmakta olduğundan 5 ppm mertebesinin üzerinde NO₂ konsantrasyonu ölçümü bu yöntemle sağlanabilmektedir. Bu sistem, dağılmayan kızıl ötesi ışını analizörün prensibine benzer şekilde çalışmaktadır. Ancak burada detektör olarak fotosel kullanılmaktadır.

7.5 İs ve Partiküllerin Ölçümü

İs ve partiküller özellikle dizel motorları tarafından üretilmektedir. İis ölçümünde duman yoğunluğunun belirlenmesine dayalı yöntem kullanılmaktadır. Egzoz gazlarından sabit hacimdeki örnek bir pompa ile emilerek, bu gazlar bir filtre kağıdı içerisinde geçirildikten sonra, filtre kağıdı üzerinde bırakılmış oldukları siyah lekenin koyuluğu değerlendirilerek is emisyonu miktarı belirlenir. Filtre kağıdı koyuluğu 0-100 arasında değişen skalada % opasite oranı olarak değerlendirilebileceği gibi, Bosch, Hartridge, Ringelmann vb. sistemlerde de farklı birimlerde değerlendirilebilmektedir. Filtre kağıdı koyuluğunun ölçülebilmesi için, bir ışık kaynağından çıkan ışık miktarını yansıtma miktarı fotosel sistemi ile değerlendirilerek elektrik akımına dönüştürülmektedir. Bu akımın kalibre edilmesi sonucu opasite oranı belirlenmektedir.

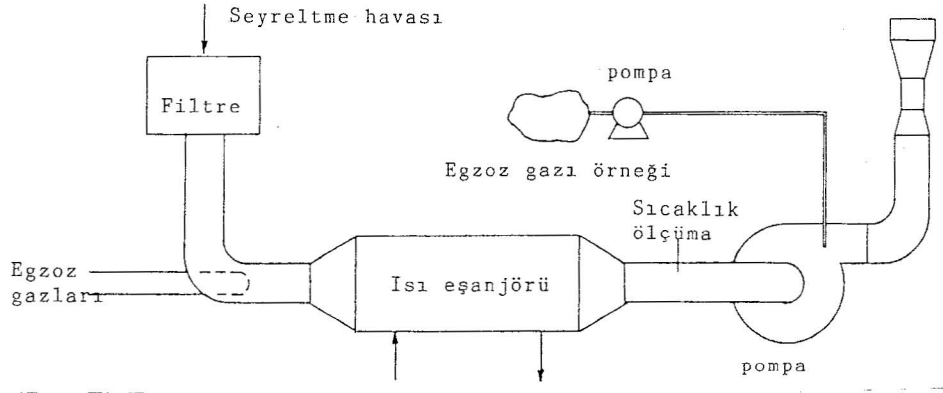


Şekil 7.8 İis emisyonunun ölçümü - smokmetre.

Partiküllerin daha hassas olarak belirlenmesi, kütleli olarak toplam partikül miktarının ölçümüne dayanmaktadır. Bu amaçla, tanımlanmış bir test süresi boyunca üretilen toplam partikül miktarı ölçülerek, taşıtın gittiği birim yol başına kütleli değer olarak tanımlanmaktadır (g/km ve g/mil olarak).

7.6 Egzoz Gazlarından Örnek Alma Yöntemleri

Egzoz gazlarından örnek alma yöntemleri içerisinde en basit yöntem, test süresi boyunca üretilen gazların tümünün toplanmasıdır. Prensip olarak basit olması yanında bu yöntem uygulamada çok büyük miktarlardaki gazlarla işlemler (toplama, biriktirme, ölçme vb.) gerektirdiğinden bazı güçlükler çıkarmaktadır. Toplam Gazlardan Örnek Alma Yönteminde gazlar soğutulduktan sonra naylon torbalar içerisinde toplanır. Gazların toplam hacmi ve bileşenlerin konsantrasyonu torbaların boşaltılması sonucu ölçülür. Ancak bu yöntem getirdiği çeşitli zorluklardan dolayı yerini Değişmez Hacimde Örnek Alma Yöntemine (DHÖA) bırakmaktadır. Çeşitli emisyon standartlarında DHÖA yöntemi kullanılmaktadır.



Şekil 7.9 Değişmez Hacimde Örnek Alma sistemi.

Test çevrimi boyunca motorun değişik hız ve yük durumlarında çalışması nedeniyle egzoz gazlarının debisi de zamana bağlı olarak değişmektedir. DHÖA yönteminde egzoz gazları sabit hacimsel debi sağlanacak şekilde ek hava ile seyreltilmektedir. Ancak karışımın hava içerisinde bulunan bazı bileşenlerden etkilenmemesi için öncelikle soğutularak kömür filtresinden geçirilmesi gerekmektedir. Böylece seyreltme havası içinde bulunan nem ve organik maddeler arıtılmış olacaktır. Ayrıca partiküllerin filtrelenmesi için de siklon filtre kullanılarak 10 mikro metrenin üzerindeki partiküller filtrelenmektedir. Bu yöntem esas olarak

karışımın kütleli debisinin sabit tutulmasını amaçlamaktadır. Bu nedenle, belirlenmiş sabit bir sıcaklık değerine soğutulan egzoz gazları ile bu sıcaklığa getirilen seyreltme havası karıştırılarak debinin sabit tutulması sağlanır.

Test süresi boyunca, bileşenlerin miktarları ve toplam debi ölçümü sürekli olarak anında yapıldığından örnek gazların depolanmasına gerek kalmamaktadır. Ayrıca bu yöntemle kirletici bileşenlerin hem toplam miktarları, hem de konsantrasyonları bulunacaktır. Genellikle DHÖA yönteminde de örnek gazların belirli bir oranı naylon torbalarda toplanarak değerlendirilmektedir.

DHÖA yöntemi 1982 yılından itibaren Avrupa Topluluğu test standartlarında kullanılmakta olup, ABD Federal Test yönteminde ve Japonya'da da uygulanmaktadır. Motorlu karayolu taşıtlarının egzoz gazlarındaki kirletici emisyonun ölçümüne ilişkin Türk Standartlarında (TS 5648 Mart 1988) da bu yöntem uygulanmaktadır.

Egzoz gazlarından örnek almada kullanılan bir diğer yöntem Değişken-Hızlı Orantısal Örnek Alma yöntemidir. Burada egzoz gazları içerisinden belli bir oranda örnek alınmaktadır. Ancak egzoz gazları debisindeki değişikliklerle birlikte, örnek alınan gazların debisi de aynı oranda değiştirilmektedir. Böylece örnek gazların debisinin, egzoz gazları debisine oranı sabit kalacaktır. Genelde egzoz gazları debisinin değişimi motorun emme havasının ölçümü ile belirlenmekte ve daha sonra otomatik bir kontrol mekanizması ile örnek gazların debisi bu duruma göre ayarlanmaktadır. Ancak kullanılan mekanizmaların karmaşık olması nedeniyle bu yöntem yaygın olarak uygulanmamaktadır.

7.7 Test Yöntemleri ve Standartlar

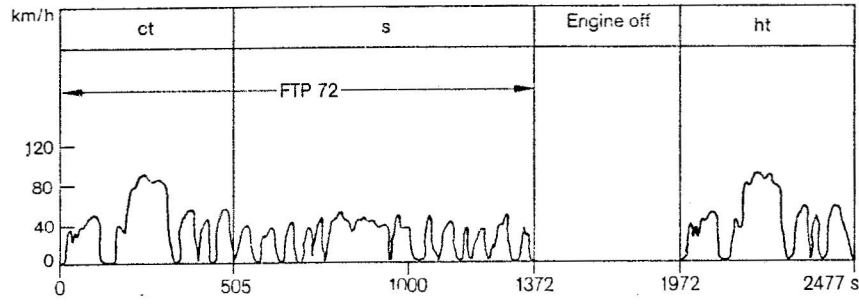
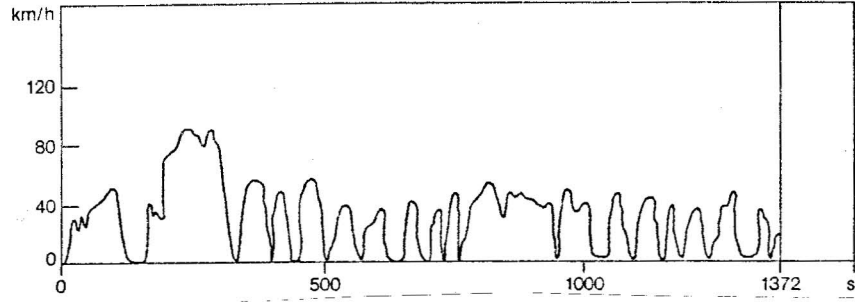
Taşıtlar tarafından üretilen kirletici maddelerin miktarlarının ölçülmesine ilişkin test yöntemleri ve bu madde miktarlarına getirilen sınırlandırmalar A.B.D., Avrupa ülkeleri ve Japonya'da uygulamada olan yasalarla belirlenmiştir. Bu yasalar taşıtların tipi (benzin veya dizel motorlu) ve boyutlarına (taşıtların ağırlığı,

motor hacmi vb.) göre farklı sınıflandırmalar içerisinde uygulanmaktadır. Artan dünya nüfusu ve teknoloji düzeyi ile birlikte taşıt sayısının hızlı artışı özellikle kentsel alanlarda taşıtların neden olduğu hava kirliliğinin önemli boyutlara ulaşmasını sağlamaktadır. Bu bakımdan, kirletici emisyonu getirilen yasal sınırlamalar da zaman içerisinde daraltılmaktadır.

Kirletici emisyonu sınırlandıran standartlar ve test yöntemleri farklı ülkelerde farklı olarak uygulanmaktadır. Ancak test yöntemlerinde ana prensip olarak taşıtın kent içi trafiğindeki rölanti, hız arttırma, ekonomi, hız düşürme koşulları da dikkate alınarak bir hız-zaman diyagramı hazırlanmaktadır. Ölçümü yapılacak taşıt yer freni üzerinde çalıştırılır ve standardda belirtilmiş hız-zaman eğrisine göre yol koşulları simüle edilerek, bu süre boyunca üretilen egzoz gazları içerisindeki kirletici bileşenlerin miktarı ölçülür. Standartlarda değişmez hacimde örnek alma yöntemi kullanılmaktadır.

Bu tür test yöntemlerinin kullanımı ilk olarak 1966 yılında A.B.D.'de Kaliforniya'da başlatılmıştır. 7-konumlu çevrimden oluşan bu test yöntemi 1967 model taşıtlarla birlikte tüm A.B.D.'de uygulanmaya başlanmıştır. Çevrim süresi 137 s sürmekte olup, 9 kez tekrarlandığından toplam test süresi yaklaşık 21 dakikaya ulaşmaktadır. Test boyunca boşta çalışma, hız arttırma, ekonomi ve hız düşürme konumları uygulanmaktadır. 1972 yılında bu test yöntemi şehir içinde 7.5 millik taşıt kullanımını temsil edecek şekilde geliştirilmiş ve bu durumu tanımlayan 22 dakika 51 saniyelik hız-zaman diyagramı belirlenmiştir. Taşıtın ağırlığı ile ilişkili ayarlamalar yapıldıktan sonra bu çevrim de yer freni üzerinde simüle edilmektedir.

A.B.D.'de halen kullanılmakta olan FTP 75 (Federal Test Procedure) standardında çevrim uzunluğu 11.115 mil, çevrim süresi 1877 s + 600 s boşta çalışma şeklinde olup, ortalama hız 34.1 km/saat, maksimum hız 91.2 km/saat tir. Bu test sırasında seyreltilmiş egzoz gazları üç farklı torbada toplanarak değerlendirilmektedir. Getirilen sınırlandırmalar taşıtın ağırlığı veya motor hacminden



Şekil 7.10 A.B.D. Federal Test Yöntemi.

bağımsız olarak tüm otomobiller için en az 50 000 millik bir süre boyunca geçerlidir. A.B.D. Federal test yöntemi ile getirilen, izin verilebilecek en yüksek emisyon sınır değerleri Tablo 7.1'de verilmiştir.

Tablo 7.1 A.B.D. Emisyon Sınır Değerleri - FTP 75.

GEÇERLİLİK	BÖLGE	CO g/mil	HC g/mil	NO _x g/mil	BUHARLAŞMA g/test
1982	Federal	3.4	0.41	1.0	2.0
sonrası	Kaliforniya	7.0	0.41	0.4	2.0

A.B.D. Federal test yöntemi ayrıca diğer ülkelerde de uygulanmaktadır. Buna göre sınır değerler Tablo 7.2'de verilmiştir.

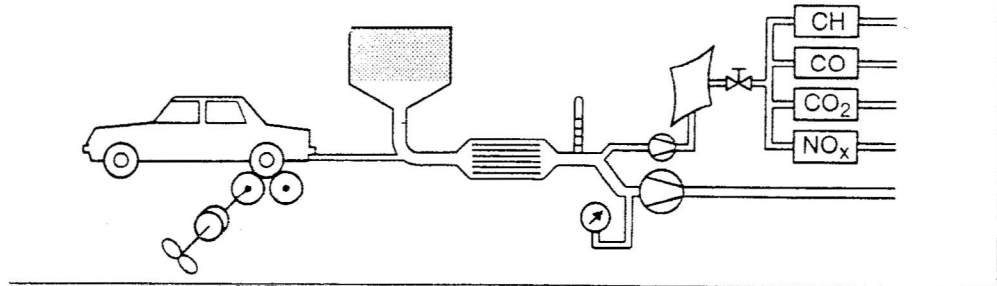
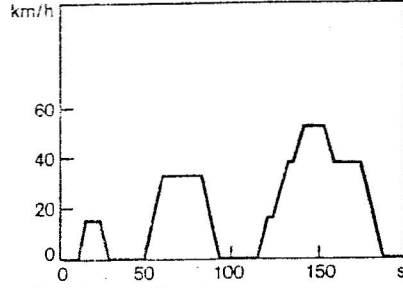
Tablo 7.2 FTP 72/75 Test Yöntemine göre çeşitli ülkeler için sınır değerler.

ÜLKE	UYGULAMA BAŞLANGICI	CO g/mil km	HC g/mil km	NO _x g/mil km	BUHARLAŞMA g/test
İsveç	1975	24.2	2.1	1.9	-
	1989	2.1	0.25	0.62	2.0
İsviçre	1982	24.2	2.1	1.9	-
	1986	9.3	0.93	1.2	-
	1987	2.1	0.25	0.62	2.0
Avusturya	1988	2.1	0.25	0.62	2.0
Avustralya	1981	18.6	1.75	1.9	6.0
	1986	9.3	0.93	1.9	2.0
Meksika	1982	31.0	2.9	-	2.0
Kanada	1985	25.0 ⁽¹⁾	2.0 ⁽¹⁾	3.1 ⁽¹⁾	2.0
	1986	7.0	0.41	1.0	2.0
	1987	3.4	0.41	1.0	2.0

(1) g/mil

AB

Avrupa Topluluğu (AT) üyesi ülkelerde 1982 yılından beri ortak test yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde hava ile seyreltilmiş egzoz gazlarından alınan yaklaşık 100 litre hacmindeki örnek torbalarda toplanmaktadır. ECE R 15-04 olarak tanımlanan Test çevriminde, çevrim uzunluğu 1.013 km olup 4 çevrimden oluşan toplam uzunluk 4.052 km dir. Ortalama hız 18.7 km/saat (boşta çalışma hariç tutulduğunda 27.01 km/saat), maksimum hız 50 km/saat dir (Şekil 7.11). ECE Standardlarına göre önceleri taşıtın ağırlığı ile orantılı olarak izin verilen emisyon değerleri de değişmekte idi. Ancak 1985 tarihli AT ülkeleri Çevre Bakanlıklarının kararları ile şimdiki standartlarda bu ayırım motor strok hacmi esas alınarak üç guruba indirilmiş ve sınırlar daha da daraltılmıştır (Tablo 7.3).



Şekil 7.11 Avrupa Topluluğu test çevrimi ve test donanımı.

Tablo 7.3 Avrupa Topluluğu ECE R 15 test yöntemine göre sınır değerler.

a) 1988 öncesi

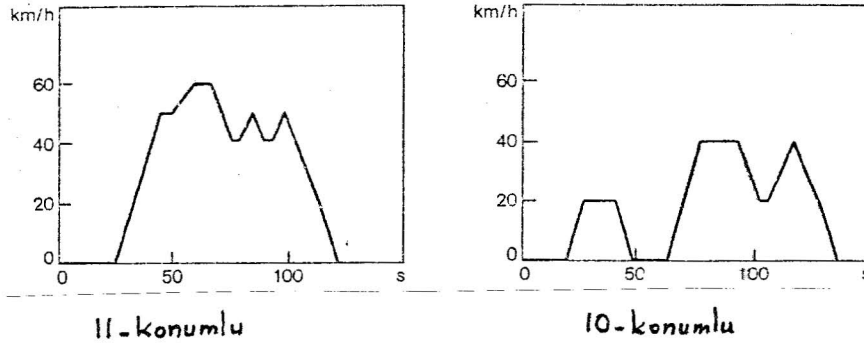
Taşıtın ağırlığı kg	CO g/test	HC + NO _x g/test
- 1020	58	19.0
1020 - 1250	67	20.5
1250 - 1470	76	22.0
1470 - 1700	84	23.5
1700 - 1930	93	25.0
1930 - 2150	101	26.5
2150 -	110	28.0

b) 1988'den itibaren

Motor hacmi (l)	Uygulama başlangıcı	CO g/test	HC + NO _x g/test	NO _x g/test
≥ 2.0	1.10.1988	25	6.5	3.5
2.0 - 1.4	1.10.1991	30	9.0	-
< 1.4	1.10.1990	45	15.0	6.0

Japonya'da ise farklı iki Test Çevrimi kullanılmaktadır. Bunlardan ilki 11-konumlu çevrim olup, soğuk test olarak da adlandırılmaktadır. Bu testte deneylere soğuk motor ile başlanmakta ve 4 kez test çevrimi tekrarlanmaktadır. Çevrim uzunluğu 1.021 km, ortalama hız 30.6 km/saat, maksimum hız 60 km/saat tir. Diğer çevrim 10-konumlu olup, sıcak test olarak tanımlanmaktadır. Bu testte çevrim 6 kez tekrar edilmekte, ancak ölçümler son 5 çevrimde yapılmaktadır. Böylece sıcak motor ile

ölçümler gerçekleştirilmektedir. Bu çevrimin uzunluğu 0.664 km, ortalama hız 17.7 km/saat, maksimum hız 40 km/saat tir. 11-konumlu çevrimde boşta çalışma zamanı %21.7 iken, 10-konumlu çevrimde %26.7 dir (Şekil 7.12).



Şekil 7.12 Japon test çevrimleri.

Japon Test yönteminde buharlaşma miktarı, taşıt kapalı bir hacimde bir saatlik test süresi boyunca tutularak bu hacimdeki HC miktarının ölçülmesi sonucu belirlenir. Bu yöntem SHED metodu olarak adlandırılmaktadır. Japon Test yöntemine göre sınır değerler Tablo 7.4'te verilmiştir.

Tablo 7.4 Japon Test Yöntemine göre sınır değerler.

TEST YÖNTEMİ	CO	HC	NO _x	BUHARLAŞMA
10-konumlu g/km	2.1	0.25	0.25	-
11-konumlu g/test	60.0	7.0	4.4	-
SHED g/test	-	-	-	2.0

KAYNAKLAR

1. Patterson, D.J. ve N.A. Henein, Emissions From Combustion Engines and Their Control, Ann Arbor Science Pub. Inc., Michigan, 1979.
2. Springer, G.S. ve D.J. Patterson, Engine Emissions - Pollutant Formation and Measurements, Plenum Press, New York, 1974.
3. Amann, C.A., Classical Combustion Diagnostics for Engine Research, SAE Paper No. 85 0395, U.S.A., 1985.
4. Beckman Industrial, Non-Dispersive Infrared Analyzers, Katalog, 1984.
5. Automotive Handbook, Robert Bosch GmbH, Stuttgart, 1986.
6. SAE Handbook, Emissions, Section 25, 1982.
7. Benzin veya Dizel Motorlarında Kirletici Gazların Emisyonuna Göre Taşıtların Tip ve Kabul Deneyleri, TS 5648/Mart 1988, TSE.
8. Motorlu Karayolu Taşıtlarının Gaz Kirleticileri için Emisyon Sınır Değerleri, TS 4236/Mart 1988.
9. Emission Control for Spark-Ignition Engines, Bosch Technical Instruction, Stuttgart, 1986.