



BENZİNLİ MOTORLARDA EGZOST EMİSYONLARINI AZALTMA KRİTERLERİ

Özer AYDIN* - Ramazan KÖSE* - Nuri CEYLAN*

ÖZET

Günlük hayatımızı büyük ölçüde kolaylaştıran otomobiller ve diğer motorlu taşıtlar ne yazık ki önemli miktarlarda kirletici bileşenleri atmosfere yaymaktadır.

Taşıt sayısının devamlı artması, diğer hava kirletici kaynaklar üzerinde yapılan iyileştirme ve yeni teknolojiler taşıt emisyonlarının kirletme payını ön plana çıkarmıştır. Ayrıca otomobil emisyonunun toksit niteliği yanında atmosferdeki ömrünün uzun süreli olması, fotokimyasal sise ve asit yağmurlarına neden oluşu, ancak özel cihazlarla belirlenip ölçülmesi ve mevsim koşullarına bağımlı olmayan sürekliliğin bu emisyonu diğer emisyon kaynaklarına göre daha önemli kılmaktadır.

1. GİRİŞ

Bilindiği üzere, yirminci yüzyılın ortalarından itibaren oldukça büyük bir patlama gösteren nüfus artışı, sanayileşme hızı ve buna bağlı olarak ortaya çıkan büyük yerleşim birimleri, doğal ve yapay hava kirliliği sorununu gündeme getirmiştir. Hava kirliliği düşünüldüğünde ilk akla gelen konutlar, sanayi kuruluşları ve taşıtlar olmaktadır.

Günümüzde vazgeçilmez olarak varsayılan otomobiller, çevre kirliliği oluşturan çevre kalitesini bozan en önemli kaynaklardan biri olarak öldürücü ve sakat bıraktıracı etkileri ile ortaya çıkmaktadırlar. Gerek imalatı aşamasında ortaya çıkan

* D.P. Ü. Müh. Fak. Mak. Müh. Bl.

sanayi atıkları, gerek kullanımı aşamasında ürettiği zararlı gazlar, hareket ettirilmesi ve barındırılması aşamasında işgal ettiği mekanlar tüm bu olumsuz ortamı hazırlamaktadır.

Otomobil yakıtlarındaki hidrojen ve oksijenin hava ile reaksiyonu sonucu su, karbondioksit, ısı ve ışık doğmaktadır. Bunlara ilave olarak çok fakir ve zengin hava yakıt karışımının kullanılması veya çok düşük yanma sıcaklığının oluşması ve yakıtta bulunan bileşenler nedeniyle hava kirlenmesine yol açan: "Partiküller (PM), Kükürtdioksitler (SO_x), Azotoksitler (NO_x), Karbonmonoksit (CO), Yanmamış Hidrokarbonlar ve Aldehitler (R, CHO)" gibi ürünler doğmaktadır.

Taşıt emisyonlarının neden olduğu etki sürekli olup, doğrudan yerleşim yerlerinin büyüklüğü ve taşıt yoğunluğuna bağlı olarak etkisi artar. Özellikle büyük şehirlerde hava kirliliğinin yarısından fazlası taşıt emisyonları nedeniyle oluşmaktadır. Bu nedenle taşıt emisyonlarının kontrolü önem arz etmektedir.

Otomotiv emisyon kontrol donanımı bulunmayan bir taşıtın 50 litrelik bir benzin sarfiyatıyla; 5-7.5 kg CO, 0.15-0.3 kg HC, 15 gr SO₂, 30 gr inorganik katkı madde ve 12 gr asit emisyonlarının atmosfere bıraktığı yapılan deneylerle tespit edilmiştir. Bir insanın günde yaklaşık 15 m³lük taze havaya ihtiyacı olduğu düşünülürse, bir tek aracın 10 dakikalık süre içinde bu havayı teneffüs etmesi sakıncalı durum oluşturmaktadır.

2. TAŞIT EMİSYONLARININ HAVA KİRLİLİĞİNDEKİ PAYI

Gelişmiş ülkelerin şehirlerinde 1950'li yıllarda başlayan ulaşım ve trafik sorunu ülkemizde daha çok 1970'li yıllarda gündeme gelip önemsenmeye başlamıştır. Sorun her geçen gün büyümüş ve bugün büyük şehirlerimizin öncelikli sorunlar listesinde başa geçmiştir.

Şehir içi ve şehirler arası yolcu taşımada sağlanması istenen 5 temel unsur vardır. Bunlar hız, ekonomi, güvenlik, konfor ve ÇEVREYİ EN AZ KİRLETME'dir.

Türkiye'de hava kirlenmesine, araçların katkısı nedir sorusunu yanıtlamadan önce Türkiye'de ne kadar araç vardır ve artış miktarları ne orandadır? Sorusunu yanıtlamamız gerekir. Tablo 1'de Türkiye'deki sanayi üretimi ve motorlu kara taşıt sayıları verilmiştir.

Tablo 1- Otomotiv sanayi üretimi ve motorlu kara taşıt sayıları

TAŞIT CİNSİ	A:İş yeri sayısı B:Üretim miktarı C:Sayısı	1988 YILI	1995 YILI
Otomobil	A	3	4
	B	120 796	222 145
	C	1 310 257	3 058 511
Kamyon	A	8	9
	B	12 766	19 172
	C	234 166	321 421
Kamyonet	A	7	6
	B	7 282	16 758
	C	240 718	397 743
Otobüs	A	4	5
	B	1 042	1 201
	C	56 172	90 197
Minibüs + Midibüs	A	5	5
	B	7 868	11 223
	C	112 885	173 051
Traktör	A	4	4
	B	31 327	38 295
Motosiklet	C	420 889	819 922
Özel Amaçlı Taşıtlar	C	23 301	37 272
İş Makinaları	C	58 300	87 214

Tablo incelendiğinde 1988 yılından 1995 yılına kadar gözle görülür bir artış olmuştur. Bu süreç hala devam etmekte olup, günümüzde Türkiye’de ortalama her yüz kişiye 4 otomobil düşmektedir. Taşıt sayısının 2000’li yıllarda büyük boyutlara ulaşacağı kesindir.

Türkiye nüfusunun % 14’nü barındıran İstanbul’da Türkiye’deki motorlu taşıtların % 22’si, otomobillerin ise % 28’i toplanmıştır ve İstanbul’da her gün 8.5 milyon dolayında taşıt kullanımı olmaktadır. İstanbul’da nüfus ve taşıt artışı Tablo 2’de gösterilmiştir.

İstanbul’da 1000 kişi başına düşen özel otomobil sayısı 110’dur. Buna karşılık ABD’de 1000 kişiye 570 otomobil, Batı Avrupa’da 1000 kişiye 350-400 otomobil düşmektedir.

On üç sene sonrası 2010 yılı için İstanbul’un nüfusu tahminlere göre 15-17 milyon, otomobil sayısı 2.0-2.2 milyon arasında olacaktır.

Tablo 2- İstanbul'da Nüfus Ve Taşıt Artışı

YILLAR	NÜFUS (1000)	TAŞIT (1000)
1950	1 166	8
1960	1 882	36
1970	3 019	108
1980	4 741	281
1990	7 309	754
1995	8 700	1360

Nüfus ve taşıt sayısı artışına paralel olarak ülkemizde taşıt emisyonlarının hava kirliliğindeki payı artmaktadır. Ayrıca taşıt emisyonları dışındaki kirleticilerde yapılan iyileştirme ve teknolojik gelişmeler taşıt emisyonlarının hava kirliliğindeki payını daha da artırmaktadır.

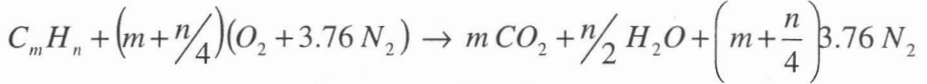
Ayrıca Tablo.3 incelenecek olursa hava kirlenmesinin %60-70'i motorlu taşıtlardan %10-15'i termik santrallerden, %10-12'si konut ısıtmalarından ve % 20 kadarı ise endüstriden gelmektedir.

Tablo 3- Hava kirlenmesi kaynakları ve oranları

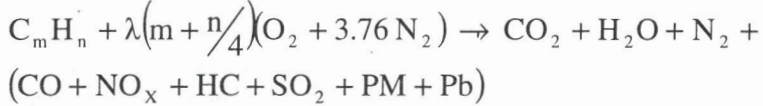
KAYNAKLAR	KİRLETİCİLER				
	CO%	HC%	NO%	SO%	Partikül %
Taşıt Kaynaklı	72.5	33.1	48.1	4.1	18.0
Karayolu Araçları	63.0	26.6	38.9	2.3	14.7
Benzinli Araçlar					
Otomobil	38.1	16.6	16.6	0.7	7.2
Kamyonet	11.2	5.6	5.7	0.2	2.1
Kamyon	12.4	2.7	2.9	0.1	0.9
Motosiklet	0.3	0.4	0.1	0.1	0.1
Mazotlu Araçlar					
Otomobil	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Kamyonet	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Kamyon	0.9	1.2	13.4	1.2	4.2
Diğer Ulaşım Araçları	9.5	6.5	9.1	1.8	3.3
Endüstriyel gazlar	6.5	39.1	2.8	14.3	32.0
Termik santraller	0.4	0.2	31.0	67.2	13.0
Diğer santraller	8.5	11.1	16.7	14.4	18.6
Katı artıklar	2.9	3.3	0.5	0	5.3
Diğerleri(orman ve diğer yan- gınlar, solvent kullanımı)	9.2	13.2	0.1	0	13.2

3. BENZİNLİ MOTORLARDA EGZÖST EMİSYONLARININ OLUŞUMU

Benzin motorlarında ideal yanma (tam yanma) durumunda yanma ürünleri zehirli etkileri olmayan karbondioksit (CO₂), su buharı (H₂O) ve azottan (N₂) oluşmaktadır.



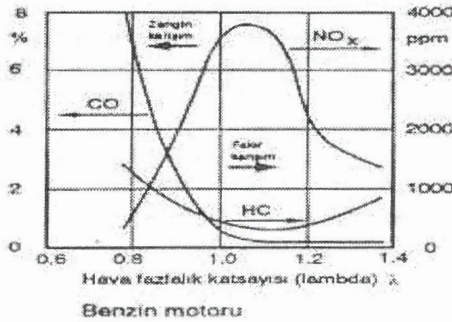
Benzin motorlarında çalışma koşullarından dolayı yanma tam olarak meydana gelememektedir. Bunun sonucu olarak iyi yanma ürünlerine ilave olarak hidrokarbonlar (HC), karbonmonoksitler (CO), azotoksitler (NO_x) ağırlıkça yanmamış karbon taneciklerinin oluşturduğu partiküller (PM), yakıtın içinde bulunan kükürt ve katkı maddeleri nedeniyle kükürtdioksit (SO₂), kurşun bileşikler (Pb) gibi zararlı maddelerde yanma ürünleri arasında yer almaktadır.



Karbonmonoksit yakıtın eksik yanması yani oksijenin (O₂) yetersiz olmasından ortaya çıkan renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. Karbonmonoksit oluşumunu etkileyen en önemli faktör hava fazlalık katsayısı (λ) olmaktadır. Hava – yakıt karışımı zenginleştikçe ($\lambda < 1$) yakıtın yanması için yetersiz oksijen olacağından yakıtın karbonunun tümü karbondioksit'e dönüşemiyerek karbonmonoksit olarak kalacaktır. Ayrıca silindir içinde hava ile yakıtın homojen olarak karışmadığı bölgelerde yine yetersiz oksijen nedeniyle karbonmonoksit oluşmaktadır.

Azotoksitler (NO_x) yanma odasında meydana gelen yüksek sıcaklıklarda (1600 °C'nin üstünde) havanın içerisindeki azotun oksijen ile reaksiyonuna girmesinden meydana gelen renksiz kokusuz ve tatsız gazlardır. Ayrıca motorun fakir karışımla çalışması durumunda ($\lambda = 1.1$ civarında) azotoksit oluşumu fazla olmaktadır. Fakat motorun daha fakir karışımla çalışması durumunda yanma sıcaklığı azalacağından NO_x emisyonlarında azalma gözlenecektir.

Hidrokarbonlar (HC), yakıtın tam olarak yakılmaması, eksik yanması sonucu meydana gelirler. Hava fazlalık katsayısının 1'den küçük değerlerinde (zengin karışım) oksijen yetersizliğinden dolayı yanma tamamlanamamaktadır. Şekil.1'de karbonmonoksitler azotoksit ve hidrokarbon emisyonlarının hava fazlalık katsayısı ile değişimlerini göstermektedir.



Şekil. 1 - Kirleticilerin hava fazlalık katsayısına bağlı olarak değişimleri

4.BENZİNLİ MOTORLARDA EGZOST EMİSYONLARININ AZALTILMASI İÇİN ALINAN ÖNLEMLER

Benzinli motorlarda egzosttan çıkan kirleticiler yakıtın kalitesi, motorun tasarımı (sıkıştırma oranı, yanma odası şekli, emme kanalı şekli, ateşleme sistemi...) ve çalışma koşullarının (hava – yakıt oranı, ateşleme avansı, supap zamanlaması...) iyileştirilmesi ile önemli ölçüde azaltılabilir. Ayrıca emisyon standartlarına uygunluk sağlayabilmek için termal reaktörler, egzost gazı resirkülasyonu ve katalizatörler gibi sistemler kullanılmaktadır.

4.1. Yakıtın Kalitesi

Benzinde oktan sayısının yükseltilmesi için kullanılan kurşun bileşiklerinin, egzost sistemine yerleştirilen katalitik konvertöre zarar vermesinden dolayı kullanılmasından vazgeçilmeye başlanmıştır. Böylece egzost gazlarındaki kurşun emisyonu ortadan kalkmaktadır. Oktan sayısını katalitik konvertöre zarar vermeden yükseltmek için bazı hidrokarbon bileşiklerine ve katkı maddelerine yönelinmiştir.

Benzinin yapısında bulunan kükürt nedeniyle yanma sonucu kükürtün hava ile birleşmesi ile kükürtdioksit (SO₂) oluşmaktadır. Bu nedenle kükürt içermeyen benzin yakıtı kullanmak gerekmektedir.

4.2. Motorun Tasarımı

Benzin motorlarında sıkıştırma oranı büyük seçilirse karışımın basıncı ve sıcaklığı artacağından motorun özgül yakıt tüketimi azalır ve gücü artar. Ayrıca yanma hızının artmasından dolayı yanma odasının uzak bölgelerindeki karışıma alev cephesinin sönmeye ulaşması sağlanır. Fakat sıkıştırma oranının artışı yanma odası sıcaklıklarını arttırdığından NO_x emisyonlarında artış olmaktadır.

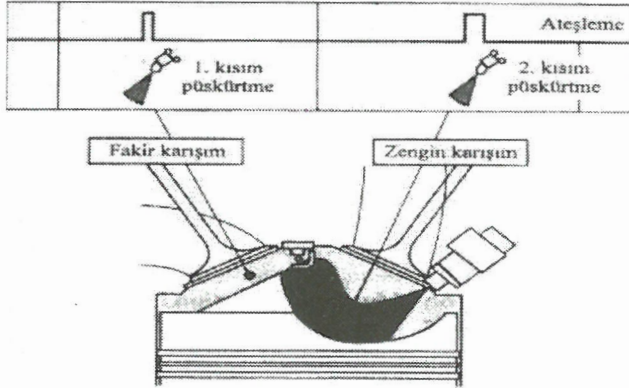
Benzin motorlarında vuruş faktörü nedeniyle ateşleme avansı azaltılır. Ateşleme avansının azaltılmasıyla krank mili açısı küçülecektir. Bu kısa zaman nedeniyle yanma süresinin de kısa olması gerekecektir. Yanma odasının şekli yuvarlak (küre benzeri) yapılmak sureti ile toplam alev yolunda kısaltılmış olunur. Böyle bir geometriye sahip yanma odasında hacim büyük yüzey alanı küçüktür. Yüzey alanı / Hacim oranının bu şekilde az olmasıyla yanma sırasında dışarı iletilen ısı az olacağından sıcaklıklar yüksek olur. Böylece alev sönmeye bölgesi azalmakta dolayısıyla HC emisyonları azalmaktadır. Fakat sıcaklık arttığından dolayı NO_x emisyonu olumsuz etkilenmektedir. Ayrıca yanma odasının içindeki hava hareketinin artırılması alev hızını da arttırmaktadır. Emme kanalının yanma odasındaki hava hareketlerini arttıracak şekilde tasarlanmasında mümkündür.

Ateşleme sistemi elemanı olan buji ise yanma odası içinde hem en sıcak noktaya yakın hem de ortalarda olacak şekilde bir tasarım yapılmalıdır. Böylece yanma hızı artırılmış vuruş olasığında azaltılmış olunur.

Benzinli motorlarda karışım oluşumu, karbüratör ve benzin püskürtmeli sistemlerle sağlanmaktadır. Motora gönderilen yakıt miktarının uygun ayarlanması ve yakıtın hava ile iyi karıştırılması sayesinde karbonmonoksit ve hidrokarbon kirleti-

cilerini en düşük düzeye indirmek olanaklıdır. Karışım oluşturulmasını sağlayan sistemlerden istenilen en önemli özellik motorun boşa çalışma ve tam yükte çalışma bölgeleri dışında kalan, geniş çalışma aralığında hava fazlalık katsayısını (λ) sabit tutabilmesidir. Hava fazlalığının üst değerlerinde egzost emisyonları azalmakta ancak özgül yakıt sarfiyatı artmakta, güç düşmektedir. Bu sebeple çalışma aralığının iyi seçilmesi gerekir. Benzin püskürtme sistemine sahip bir motorda motorun her yüklenme ve hız koşulunda Hava - Yakıt karışımı oranının daha iyi ayarlanma olanağı vardır. Bu sayede yakıt tüketimini azaltmak ve hava kirliliği için belirtilen sınır değerler altında kalmayı kolaylaştırmak mümkündür.

Benzin püskürtme sistemlerinden özellikle direkt silindire yapılan püskürtme sistemi ile egzost emisyonlarında ve yakıt tüketiminde daha da azalma sağlamak mümkündür. Bu direkt püskürtme sistemi ile kademeli dolgu oluşturulabilir. Şekil.2.'de görüldüğü gibi buji bölgesinde zengin karışım, diğer bölgelerde son derece fakir karışım oluşturularak kademeli dolgu meydana getirilmiş olunur. Karışımın bu şekilde fakirleştirilmesi yani hava fazlalık katsayısının artan değerleri ile karbonmonoksitin (CO) karbondioksite (CO_2) dönüşümü için yeterli miktarda oksijen bulunacağından karbonmonoksit emisyonunda önemli ölçüde azalmaktadır. Ayrıca karışımın fakirleştirilmesi ile yanma sonu sıcaklıkları düştüğünden azotoksit (NO_x) oluşumu azalma göstermektedir.



Şekil 2 - Kademeli dolgu oluşturulması

4.3. Çalışma Koşullarının İyileştirilmesi

Emme ve egzost supaplarının aynı anda açık olduğu süreye supap bindirmesi denir. Bu sürenin fazla olması özellikle düşük devirde emilen taze karışımın bir kısmının egzosttan kaçması HC emisyonlarını artırır. Buna karşılık supap bindirme süresi kısa tutulursa dışarı atılmayan bir kısım egzost gazı taze karışım ile karışarak yanma sonu sıcaklığının düşmesine yol açar bu da NO_x emisyonunu azaltıcı yönde etkiler.

Ateşleme anı, bujide kıvılcımın (arkın) oluştuğu andır. Bu an krank açısı cinsinden ve pistonun üst ölü noktadaki durumuna göre belirtilir. Ateşleme anının sabit bir değeri yoktur, aksine en verimli yanmayı sağlayacak şekilde motorun çalışma koşuluna uyar. Elektronik ateşleme ayarı ile, motorun istenilen çalışma koşullarına

uygun ateşleme ayarı çok daha iyi yapılabilmektedir. Hidrokarbon ve azot oksitlerin oluşumunda ateşleme anında rolü vardır. Ateşleme avansı azaltılırsa yani geç ateşleme ile bu zararlı atıklar azaltılır.

Benzin motorlarında egzost gazlarının bileşimini etkileyen en önemli faktörlerden biri hava – yakıt oranının bir ölçüsü olan hava fazlalık katsayısıdır. Eğer karışım zengin ise HC ve CO emisyonları önemli derecede artar. Karışım fakir ise, bu kezde eksik yanma nedeniyle egzostaki yarı yanmış ve yanmamış HC emisyonları hızla artar. Bu nedenle benzin motorlarında, ilk hareket, ivmelenme, maksimum güç vb. bazı çalışma koşulları dışında hava fazlalık katsayısının stokiometrik değer (HFK=1) civarında tutulması, karışımın tüm yanma odasında homojen olması, bütün silindire gönderilen yakıtın ve hava miktarının eşit olması amaçlanmaktadır. Modern elektronik kontrollü benzin püskürtmeli motorlarda ise, boşa çalışma sırasındaki yanma koşulları, karbüratörlü motorlara göre iyileştirilmiştir. Bu bakımdan bunlarda hava fazlalık katsayısı sürekli olarak ölçülerek kontrol edilmekte ve boşa çalışırken bile HFK=1 civarında kalması sağlanmaktadır.

4.4. Termik Reaktörler

Termik reaktörler egzost sistemlerinde yer alıp belirli bir sıcaklığa sahip (600-700 °C) bir odada ilave hava göndererek CO ve HC'lerin okside olmasını sağlayan sistemlerdir. NO_x emisyonlarının azalmasında etkili olmayan termik reaktörler bugün yerini katalizöre bırakmıştır.

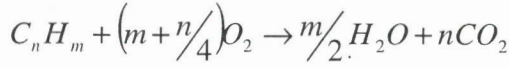
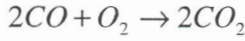
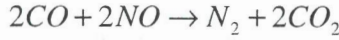
4.5. Egzost Gazı Resirkülasyonu

Bu sistemin işlevi silindire alınacak hava – yakıt karışımını atık egzost gazlarıyla karıştırarak karışım oranını azaltmak ve silindir gazlarının ısı kapasitesini yükseltip maximum gaz sıcaklığını azaltmaktır. Böylece oluşumu yüksek sıcaklığa bağlı olan NO_x emisyonları yanma sonu sıcaklığı düşürülmüş olacağından azalacaktır. Benzin motorunda egzost gazı geri dolaşımı yanma odasına emilen toplam dolgunun %10'u düzeyinde olduğunda NO_x emisyonu %50-60 kadar azalmaktadır. Egzost gazı resirkülasyonu (EGR) arttıkça sıcaklık ve NO_x düşmektedir.

4.6. Katalitik Konvertör

Benzin motorlarında, egzost gazlarının arıtılması işleminde yaygın olarak üç kirleticiyi (CO, NO_x, HC) aynı anda zararsız hale dönüştüren 3- yollu katalitik konvertörler kullanılmaktadır. Bu kirletici gazların dönüştürülmesi 250°C 'nin üzerindeki çalışma sıcaklıklarında mümkündür. Yüksek arıtma ve uzun süreli kullanım sağlayan en uygun çalışma sıcaklığı yaklaşık olarak 400°C ile 800°C arasındadır. 800°C ile 1000°C arasındaki sıcaklıklarda ise katalizatör zarar görerek arıtma özelliğini yitirir. Burada sözü geçen üç yollu deyimi ile katalitik konvertörün egzost gazındaki karbonmonoksit, hidrokarbon ve azotoksit olmak üzere her üç kirleticiyi aynı anda zararsız ürünler haline dönüştürmesinden dolayı kullanılmaktadır.

3 yollu bir katalitik dönüştürücüde NO_x N₂'ye , HC ve CO ise CO₂ ve H₂O'ya dönüşürken çok sayıda ara reaksiyon gerçekleşmektedir. Bunlardan önemli olanları aşağıda verilmiştir.



Her üç bileşenin katalizatör yardımıyla yüksek verimle temizlenebilmesi için, en önemli şart hava - yakıt karışımı oranının HFK= 1 olacak şekilde hassas ayarlanmasıdır. Benzin hava karışımı fakir olursa egzost gazı içindeki O₂ konsantrasyonunu artacak ve karbondioksit oluşumu hızlanacaktır. Bu durumda ilk reaksiyonda azotoksitin indirgenmesi için ortamda yeterli karbonmonoksit kalmayacaktır ve dönüşen NO miktarı azalacaktır. Benzin hava karışımı zenginleşirse egzost gazı içindeki O₂ miktarı azalacağı için oksitlenen CO ve HC miktarı azalacaktır.

Katalitik konvertör kullanılan bir taşıtta benzin içindeki kurşun gibi maddeler konvertörün işlevini yitirmesine sebep olacağından bu taşıtlarda kurşunsuz benzin kullanılmalıdır.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hava kirliliği ülkemizde, özellikle büyük yerleşim birimlerinde toplum sağlığını tehdit eden boyutlara ulaşmış bulunmaktadır. Havaya kirletici emisyonlar veren kaynaklar arasında motorlu kara taşıtları çok önemli bir paya sahiptir. Nüfus artışına paralel olarak taşıt sayısının gün geçtikçe artması, taşıt kullanım sıklığı motorlu taşıtların hava kirliliğindeki payını arttırmaktadır. Benzinli taşıtlar ise toplam trafiğin çok büyük bir kısmını oluşturmaktadır.

Benzinli motorlarda egzost gazındaki kirleticiler yakıtın özelliklerine motor konstrüksiyonuna, çalışma koşullarına ve taşıt üzerindeki emisyon önlemlerine bağlı olarak değişmektedir.

Benzin motorlarında kullanılan benzin yakıtında katalitik konvertöre zarar veren kurşun bileşikler katkı maddesi olarak kullanılmamalıdır. Bunun yanında yakıtın bünyesinde kükürt bulunmaması kükürtdioksit oluşumunda önleyecektir. Motor tasarımında sıkıştırma oranının büyük seçilmesi, elektronik ateşleme sistemlerinin kullanılması ve hava - yakıt oranının optimum şekilde ayarlayan benzin püskürtme sistemleri ile yanma hızı artırılarak emisyonlarda azalma sağlanmaktadır. Yine benzin püskürtme sistemleriyle kademeli dolgu oluşturularak karbonmonoksit ve azotoksit emisyonlarında azalma olmaktadır. Ayrıca emisyon standartlarına uyum sağlamak için egzost sisteminde egzost gazı resirkülasyonu ve katalitik konvertör uygulamaları ile kirletici bileşenler dahada azaltılmaktadır. Bütün bunlara ilave olarak taşıt ayar ve bakımlarının zamanında yapılması, sürücülerin taşıt kullanımındaki hatalarında (ani ivmelenme, ani yavaşlama, sık sık fren kullanımı gibi) kirletici bileşenlerin artışına neden olmaktadır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- ACAR, İ.H., 1996, **Motorlu Taşımacılığın Çıkarttığı Çevre Kirliliği ve Önlemler**, Birinci Ulusal Ulaşım Sempozyumu, İstanbul
- ÇAKIROĞLU, M., 1996, **Motorlu Taşıt Trafikinde Egzoz Emisyonu**, Birinci Ulusal Ulaşım Sempozyumu, İstanbul
- KUŞHAN, B., 1995, **Otto ve Dizel Motorları**, Eskişehir
- SÜRMEN, A., 1996, **Taşıt Kaynaklı Hava Kirliliğinin Önlenmesinde Eğitim, Mentalite ve İşbirliğinin Önemi**, Birinci Ulusal Ulaşım Sempozyumu, İstanbul
- YAYLA, N., 1996, **İstanbul'da Ulaşım ve Trafik Sorunu-Öneriler**, Birinci Ulusal Ulaşım Sempozyumu, İstanbul
- AYDIN, Ö., 1997, **Motorlu Taşıt Emisyonları ve Kontrolü**, Bitirme Ödevi Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya
- ERGENEMAN, Mutlu, M., Kutlar, O.A., Arslan, H., 1998, **Taşıt Egzozundan Kaynaklanan Kirleticiler**, İTÜ, İstanbul
- DİE Türkiye İstatistik Yıllığı, 1996