Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi
Cilt: 1, No: 1, 2009 (1-7)

Electronic Journal of Vehicle Technologies
Vol: 1, No: 1, 2009 (1-7)

TEKNOLOJİK ARAŞTIRMALAR

www.teknolojikarastirmalar.com

Makale
(Article)

Binek Tipi Bir Taşıtta Katalitik Konvertör Veriminin Deneysel Olarak İncelenmesi

Ahmet Necati Özsezen, Muharrem Eyidoğan, Ali Türkcan, Ertan Alptekin, Ali Şanlı, Mustafa Çanakcı, İbrahim Kılıçaslan
Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Otomotiv ABD, 41380, Umuttepe-İZMİT, TÜRKİYE
nozsezen@kocaeli.edu.tr

Özet

Son zamanlarda, çevre kirliliğindeki artış ile beraber küresel ısınmanın etkisini göstermesi, ülkelerin emisyon standartlarında zorunlu hale gelen düzenlemeler, motor üreticileri ve akademisyenlerin motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz emisyonlarını azaltma çabalarının yoğunlaşmasına neden olmuştur. Günümüzde motor üreticileri, üç yollu katalitik konvertör, egzoz gazı geri dönüşümü vb. gibi sistemlerden yararlanarak içten yanmalı motorlardan kaynaklanan egzoz emisyonlarını kabul edilebilir sınırlar içerisine çekmeye çalışmaktadır. Bu çalışmada, bu yöntemlerden üç yollu katalitik konvertörün etkinliği deneysel bulgularla incelenmiştir. Deneylerin yapılabilmesi için buji ateşlemeli, dört silindirli, çok noktadan püskürtmeli bir motora sahip binek tipi bir taşıt şasi dinamometresi üzerine yerleştirilmiştir. Taşıt testleri, 5 ile 10 kW sabit güç ve 40, 60, 80 ve 100 km/h sabit hızda gerçekleştirilmiştir. Test anında taşıttan çıkan egzoz emisyonları katalitik konvertör öncesi ve sonrası ölçülmüştür. Testlerin sonucunda, katalitik konvertör kullanımı ile ortalama karbon monoksit (CO) emisyonunda %94,8, yanmamış hidrokarbon (HC) emisyonunda %85,4 ve azot oksit emisyonlarında (NO_x) %79,6 azalma sağlandığı gözlemlenmiştir. Tespit edilen bu yüzdesel oranlar, günümüz taşıtlarında katalitik konvertör kullanımı ile CO, HC ve NO_x emisyonlarında önemli azalmalar sağlandığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Binek tipi taşıt, şasi dinamometresi, emisyon, katalitik konvertör

Experimental Investigation of Catalytic Converter Efficiency in a Passenger Car

Abstract

In recent years, the effect of global warning with increasing environmental pollution and stringent exhaust emission standards used by countries have caused an increase in the efforts of engine manufacturers and scientist to reduce exhaust emissions which derived from vehicles. Nowadays, engine manufacturers have made effort to keep the exhaust emissions under accetaptable levels by using three-way catalytic convertor, exhaust gas recirculation system etc. In this study, efficiency of catalytic converter system was investigated experimentally. The test was conducted on a vehicle, which has a four cylinders, four stroke, multi-point injection spark ignition engine, placed on a chassis dynamometer. The vehicle test was carried out 5 and 10 kW constant power and 40, 60, 80, 100 km/h constant speed. During the tests, exhaust gas emissions were measured before and after the three-way catalytic convertor. It was seen that CO, HC, and NO_x emissions decreased 94.8%, 85.4% and 79.6% respectively. These values show that CO, HC and NO_x emissions can be reduced by three-way catalytic convertor in today's vehicles.

Keywords : Passenger car, chassis dynamometer, emission, catalytic converter

Bu makaleye atıf yapmak için
Özsezen A.N., Eyidoğan M., Türkcan A., Alptekin E., Şanlı A.,Çanakçı M., Kılıçaslan İ., "Binek Tipi Bir Taşıtta Katalitik Konvertör Veriminin Deneysel Olarak İncelenmesi" Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi 2009, 1(1) 1-7*

How to cite this article
Özsezen A.N., Eyidoğan M., Türkcan A., Alptekin E., Şanlı A.,Çanakçı M., Kılıçaslan İ., "Binek Tipi Bir Taşıtta Katalitik Konvertör Veriminin Deneysel Olarak İncelenmesi" Electronic Journal of Vehicle Technologies, 2009, 1 (1) 1-7*

GİRİŞ

Benzinli ve dizel motorlarda kullanılan hidrokarbon kökenli yakıtların tam yanması sonucu, karbondioksit, su buharı ve azot bileşikleri meydana gelmektedir. Ancak uygulamada ideal koşulların sağlanamaması nedeniyle tam yanma gerçekleşmemekte ve hava kirliliğine neden olan CO, HC, NO_x, partikül madde ve aldehitler oluşmaktadır. Havadaki CO, HC ve NO_x emisyonlarının önemli bir kısmı içten yanmalı motorlardan kaynaklanmaktadır [1]. Bu emisyonlar ise çevreye ve insan sağlığına zarar vermektedir. Örneğin; NO_x emisyonu, su buharı ile reaksiyona girerek nitrik asit ve güneş ışınları ile reaksiyona girerek sis türetilmektedir [2].

Günümüzde elektronik kontrollü yakıt enjeksiyon sistemlerinin kullanımı ile içten yanmalı motorlardan kaynaklanan emisyon üretimi minimize edilmektedir. Buna ilave olarak da, katalitik konvertörlerin kullanımı ile egzoz emisyonlarında daha da azalma sağlanmaktadır [3]. İlk olarak 1970'lerin başında katalitik konvertör kullanımı ile, sadece CO ve HC emisyonları kontrol edilebilmiştir. 1980'lerde ise NO_x emisyonlarını da kontrol eden katalik konvertörler kullanılmaya başlanmış ve üç yollu konvertör "three-way converter" olarak isimlendirilmiştir [4]. Katalitik konvertörlerin kullanımı ile %97'ye varan oranlarda HC, %96'ya varan oranlarda CO ve %90'a varan oranlarda NO_x emisyonlarında azalma sağlanabilmektedir [5,6]. Üç yollu katalitik konvertörün temel çalışma prensibi aşağıdaki denklemlerle açıklanabilir [7].

CO ve HC emisyonlarının CO_2 ve H_2O'ya dönüşümü

$$C_yH_n + (y + \frac{n}{4})O_2 \rightarrow yCO_2 + \frac{n}{2}H_2O \quad (1)$$

$$CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2 \quad (2)$$

$$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2 \quad (3)$$

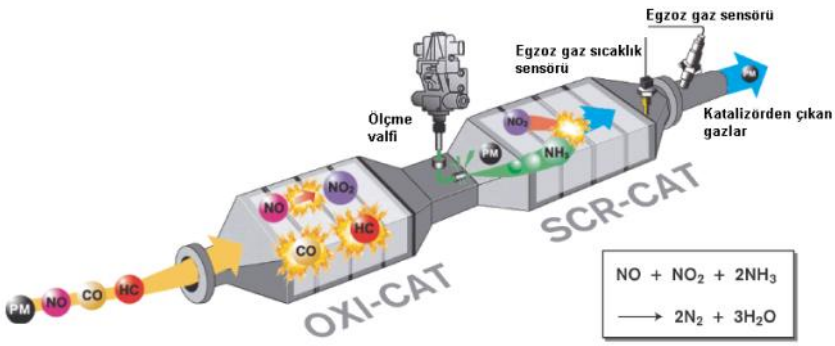
NO/NO_2 emisyonlarının N_2'ye indirgenmesi

$$NO\,(veya\ NO_2) + CO \rightarrow \frac{1}{2}N_2 + CO_2 \quad (4)$$

$$NO\,(veya\ NO_2) + H_2 \rightarrow \frac{1}{2}N_2 + H_2O \quad (5)$$

$$(2 + \frac{n}{2})\ NO\ \ (veya\ \ NO_2) + C_yH_n \rightarrow (1 + \frac{n}{4})N_2 + yCO_2 + \frac{n}{2}H_2O \quad (6)$$

HC ve CO emisyonlarını oksitlemek için oksijen fazlalığı gerekmektedir. Oysaki azot oksitleri indirgemek için oksijen kullanacak bir bileşiğe ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumda, HC ve CO'nun ihtiyaç duyduğu oksijenin bir kısmı, NO_x'in indirgenmesinden açığa çıkacak olan oksijenle karşılanabilmektedir. Şekil 1'de katalitik konvertörün şematik yapısı gösterilmektedir. Bununla birlikte yüksek değişim oranlarının sağlanabilmesi için katalitik konvertörlerin özellikle 300^{o}C veya üzerindeki sıcaklıklarda olması gerekmektedir. Bu nedenle, içten yanmalı motorlardan kaynaklanan emisyonların %60-80'i motorun soğuk çalışma şartlarında meydana gelmektedir. Geçmiş on yılda araştırmacılar soğuk çalışma emisyonlarını azaltmak için birkaç yaklaşım geliştirmiştir. Elektrik ısıtmalı ve yakıt ısıtmalı konvertörler, sistemi 10 saniyeden 2 dakikaya kadar ısıtarak konvertör çalışma şartlarının daha çabuk oluşmasını sağlamaktadır. Bu sistemler motorun soğuk çalışma şartlarında oluşan CO ve HC emisyonlarında %70 oranında azalma sağlamaktadır [8]. Bununla birlikte, bu yaklaşımlar sistemi daha kompleks ve hassas hale getirirken, maliyetin artmasına da yol açmaktadır. Bu nedenle günümüz teknolojisinde taşıt üreticileri katalitik konvertörü egzoz manifolduna yakın bir yere ve egzoz gazlarının akış yönünün yukarısına yerleştirmektir. Böylece konvertör 1 dakikanın altında çalışma sıcaklığına ulaşabilmektedir. Honda bu yaklaşımlı katalitik konvertörü Euro emisyon standartlarını yakalamak için Civic modelinde kullanmaktadır.



Şekil 1. Katalitik konvertörün şematik yapısı [9]

MATERYAL VE METOT

Deneyler Honda Civic model bir taşıt üzerinde gerçekleştirilmiştir. Test taşıtı elektronik enjeksiyonlu buji ateşlemeli bir motora sahip olup, deneylerden önce motor fabrika ayarlarına getirilmiştir. Kullanılan motorun teknik özellikleri Çizelge 1'de verilmektedir.

Çizelge 1. Deney motorunun teknik özellikleri

Motor	1.4i Honda Civic
Tipi	4 Zamanlı
Soğutma şekli	Su soğutmalı
Enjeksiyon tipi	Çok noktadan enjeksiyonlu
Silindir sayısı	4
Silindir hacmi	1396 cm^3
Subap sayısı	16
Sıkıştırma oranı	10,4/1
Maksimum moment	130 Nm (4300 d/d)
Maksimum güç	66 kW (5600 d/d)

Motora giren hava miktarını ölçmek için emme manifoldu hattına (ISO 5167) 45 mm orifis çapına sahip bir orifis plakası yerleştirilmiştir. Orifis plakanın iki ucu arasındaki basınç farkını ölçmek için Kimo marka MP51 model fark manometresi kullanılmıştır. Tüketilen yakıt miktarını ölçmek için ise 1 g hassasiyetli JS-30BM marka dijital terazi ve süre ölçer kullanılmıştır. Egzoz gazı sıcaklığını belirlemek için egzoz manifolduna K tipi termokupl yerleştirilmiştir. Katalitik konvertör öncesi ve sonrası HC, O_2, CO, CO_2 ve NO_x emisyonları belirlemek için Capelec Cap 3200 gaz analizörü kullanılmıştır. Çizelge 2'de egzoz emisyon cihazına ait hassasiyetler verilmektedir.

Çizelge 2. Deneylerde kullanılan egzoz emisyon cihazına ait özellikler

Parametre	Ölçme aralığı	Hassasiyet
HC	0 - 20000 ppm	1ppm
CO	0 - 15 (%)	0,001(%)
CO_2	0 - 20 (%)	0,1(%)
O_2	0 - 21,7 (%)	0,01(%)
Lambda (λ)	0,6 - 1,2	0,001
NO_x	0 - 5000 ppm	1 ppm

BULGULAR VE TARTIŞMA

Karbon monoksit, kimyasal formülü CO olarak bilinen, renksiz, kokusuz ve oldukça zehirli bir gazdır. CO sınırlaması emisyon standartlarının temel parametrelerindendir. Karbon içeren bileşiklerin kısmi yanması sonucu karbon monoksit oluşmaktadır. Yanma ürünleri arasında CO bulunmasının ana nedeni, silindir içerisinde yakıtça zengin bir karışımın bulunmamasıdır [10]. Yakıt özellikleri, püskürtme karakteristikleri, motor yükü, hava-yakıt oranını önemli derecede etkilediğinden, CO oluşumu bu parametrelerin bir fonksiyonu olarak değişmektedir. CO oluşumu, hava/yakıt oranının yanı sıra yakıt özelliklerine, silindir içerisindeki yakıtla havanın homojen karışımına ve motor yüküne de bağlıdır [11]. Hava/yakıt oranının azalmasıyla birlikte CO emisyonu artış göstermektedir. 40, 60, 80 100 km/h taşıt hızı ve 5, 10 kW taşıt çıkış güçlerindeki hava-yakıt oranı Çizelge 3'de verilmektedir. CO oluşum reaksiyonu basit olarak aşağıdaki denklemle ifade edilebilmektedir.

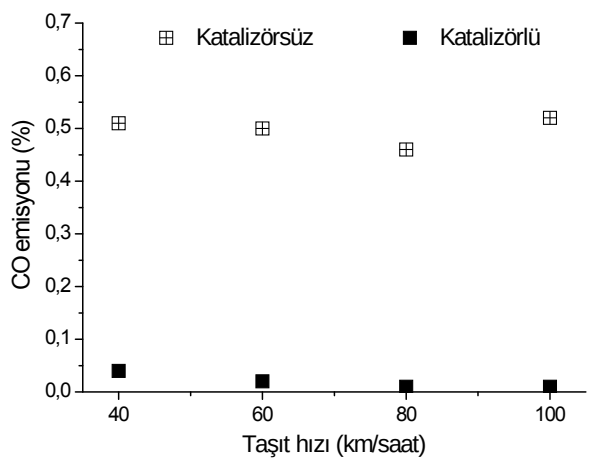
$$O_2 + 2C \rightarrow 2CO \qquad (7)$$

Çizelge 3. 40, 60, 80 km/h taşıt hızı ve 5, 10 kW taşıt çıkış güçlerindeki hava-yakıt oranı

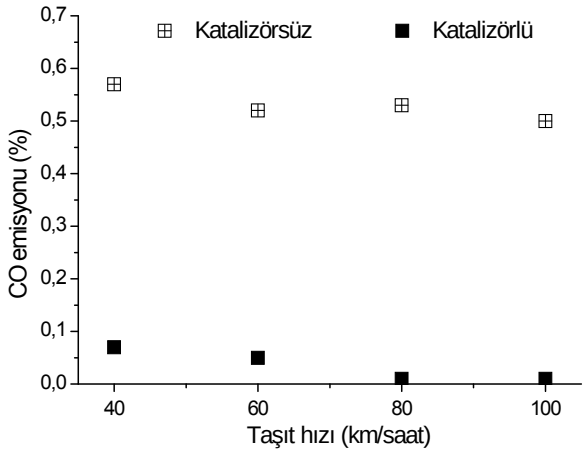
Çıkış gücü (kW) / Taşıt hızı(km/h)	5	10
40	10,99	11,03
60	11,00	11,06
80	10,02	10,40
100	11,56	10,48

40, 60, 80 ve 100 km/h taşıt hızı ve 5, 10 kW taşıt çıkış güçlerinde, katalizörlü ve katalizörsüz şartlardaki CO emisyonu Şekil 2 ve 3'de verilmektedir. 40, 60, 80 ve 100 km/h taşıt hızlarında katalizör kullanıldığında, katalizörsüz kullanıma göre CO emisyonunda meydana gelen ortalama azalma miktarları sırasıyla %90, %93,2, %98 ve %98'dir. Oranlar incelendiğinde, taşıt hızının artmasıyla birlikte CO dönüşüm oranının da arttığı görülmektedir. Silindirde yanma reaksiyonuna girmeyen oksijen ve NO_x indirgenmesi sırasında açığa çıkan oksijen, katalizörde CO ile reaksiyona girerek CO_2 oluşturmaktadır.

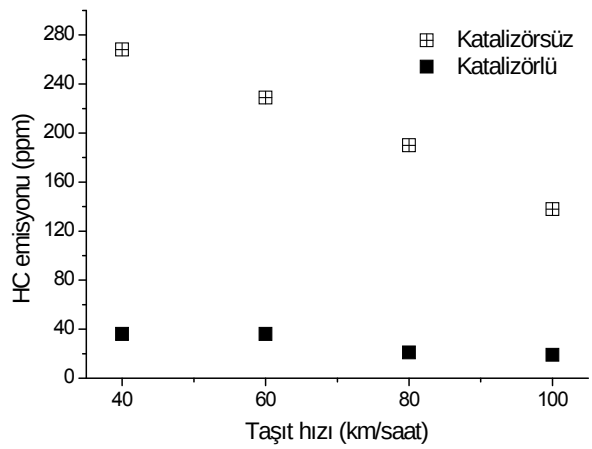
Hidrokarbon emisyonları (HC), yanmamış veya kısmi yanmış hidrokarbon yakıtlardan meydana gelmektedir. Yakıt, normal yanma prosesinde silindirdeki kompresyon kaçakları, karbon kalıntısı, yağ tabakası vb. yollarla silindirden hiç yanmadan veya kısmi yanarak ayrılmaktadır. İçten yanmalı motorların egzozundan çıkan hidrokarbonlar birçok sınıfta gruplandırılmasına rağmen en yaygın olanları toplam hidrokarbon (THC) ve metan olmayan (Non-methane) hidrokarbondur [2]. 40, 60, 80 ve 100 km/h taşıt hızı ve 5, 10 kW taşıt çıkış güçlerinde, katalizörlü ve katalizörsüz şartlardaki HC emisyonu Şekil 4 ve 5'de verilmektedir.



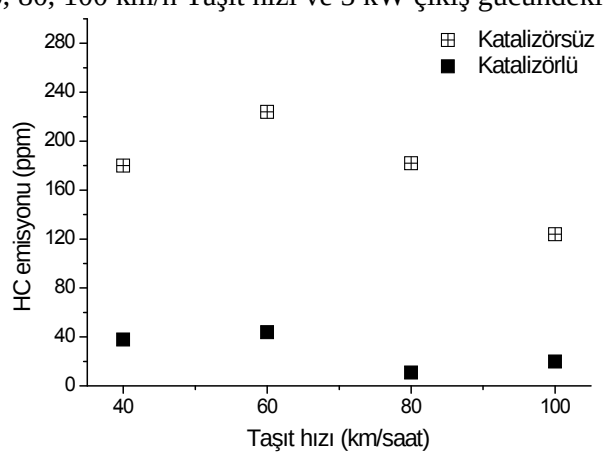
Şekil 2. 40, 60, 80, 100 km/h Taşıt hızı ve 5 kW çıkış gücündeki CO emisyonu



Şekil 3. 40, 60, 80, 100 km/h Taşıt hızı ve 10 kW çıkış gücündeki CO emisyonu



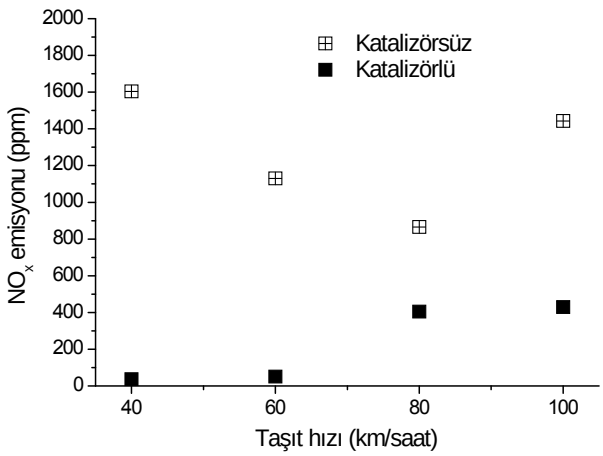
Şekil 4. 40, 60, 80, 100 km/h Taşıt hızı ve 5 kW çıkış gücündeki HC emisyonu



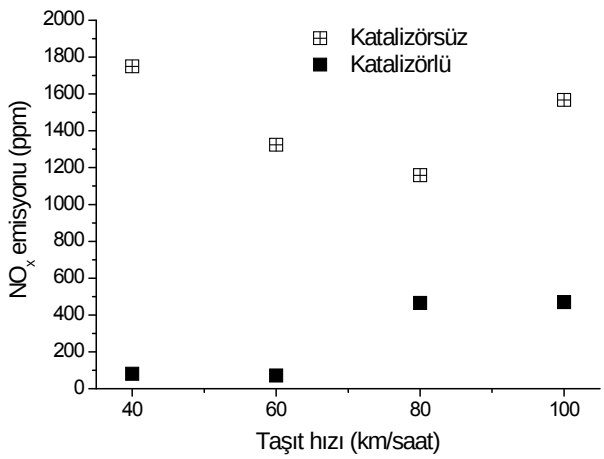
Şekil 5. 40, 60, 80, 100 km/h Taşıt hızı ve 10 kW çıkış gücündeki HC emisyonu

40, 60, 80 ve 100 km/h taşıt hızlarında katalizör kullanımıyla HC emisyonunda meydana gelen ortalama azalma miktarları sırasıyla %82,7, %82,3, %91,5 ve %85,1'dir. En yüksek HC dönüşüm oranı, en düşük hava-yakıt oranının elde edildiği 80 km/h taşıt hızında elde edilmiştir. CO emisyonunda olduğu gibi, HC emisyonunda da egzoz gazındaki oksijen ve NO_x indirgenmesi esnasında açığa çıkan oksijen, katalizörde HC ile reaksiyona girerek tam yanma ürünü olan CO_2 ve H_2O oluşturmaktadır.

İçten yanmalı motorlarda, yanma sonucu meydana gelen yüksek sıcaklıklarda havanın içerisinde bulunan azot ve oksijenin reaksiyonu sonucu NO, NO_2 ve N_2O emisyonları oluşmaktadır. Bu emisyonlar atmosferde oksijenle birleştiklerinde nitrik asit oluşturarak asit yağmurlarına neden olabilmektedir. Ayrıca, atmosferde bulunan NO_x emisyonları belirli seviyenin üzerine çıktığında ozonla (O_3) birleşerek sis oluşturmaktadır. NO_x'in atmosferdeki yarılanma süresi 6-10 gündür. N_2O'nun atmosferdeki yarılanma süresi ise yaklaşık 100 yıldır ve sera etkisine neden olan emisyon olarak nitelendirilmektedir [12]. 40, 60, 80 ve 100 km/h taşıt hızı ve 5, 10 kW taşıt çıkış güçlerinde, katalizörlü ve katalizörsüz şartlardaki NO_x emisyonu Şekil 6 ve 7'de gösterilmektedir. 40, 60, 80 ve 100 km/h taşıt hızlarında katalizör kullanımıyla HC emisyonunda gözlemlenen ortalama azalma miktarları sırasıyla %96,6, %95,1, %56,5 ve %70,2'dir. Genellikle taşıt hızının artmasıyla birlikte NO_x dönüşüm oranının düştüğü ifade edilebilir. NO_x emisyonu, katalizörde HC ve CO emisyonu ile reaksiyona girip, N_2 olarak egzozdan dışarı atılmaktadır.



Şekil 6. 40, 60, 80, 100 km/h Taşıt hızı ve 5 kW çıkış gücündeki NO_X emisyonu



Şekil 7. 40, 60, 80, 100 km/h Taşıt hızı ve 10 kW çıkış gücündeki NO_X emisyonu

SONUÇ

Taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliğinin azaltılmasında kullanılan en etkili yöntemlerden biri, üç yollu katalitik konvertör uygulamasıdır. Üç yollu konvertör kullanımı ile NO_x'in indirgenmesi sırasında oksijen açığa çıkmaktadır. Bu açığa çıkan oksijen ve egzoz gazı içerisinde bulunan CO ve HC ile reaksiyona sokularak tam yanma ürünü olan CO_2 ve H_2O elde edilmektedir. Bu çalışmada, üç yollu katalitik konvertör kullanımı ile 40, 60, 80 ve 100 km/h taşıt hızlarında CO, HC ve NO_x emisyonlarında sırasıyla ortalama olarak %94,8, %85,4 ve %79,6 azalma sağlanmıştır. Tespit edilen bu yüzdesel oranlar, günümüz taşıtlarında katalitik konvertör kullanımı ile CO, HC ve NO_x emisyonlarında önemli azalmalar sağlandığını göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi 2006/25 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın ortaya çıkmasında emeği geçenlere çok teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1] Heywood, J.B., Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill Int. Editions, New York, 1988.

[2] Ferguson, C.R., Kirkpatrick, A.T., Internal Combustion Engines, Applied Thermosciences, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc, 2001.

[3] Çanakçı, M., Özsezen, A.N., Dizel Motorları Yardımcı Ekipmanlarındaki Gelişmeler, Mühendis ve Makina, Cilt: 45, Sayı: 530, 37-42, 2004.

[4] Archer, M. and Greg Bell, G., Advanced Electronic Fuel Injection Systems-An Emissions Solution for both 2- and 4-stroke Small Vehicle Engines", SAE Paper, No: 2001-01-0010, 2001.

[5] Manufacturers of Emission Controls Association (MECA), Emission Control of Diesel-Fueled Vehicles, MECA Final Report, 1997.

[6] Pulkrabek, W.W. 1997. Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine, Prentice-Hall, New Jersey, 1997.

[7] Van Basshuysen, R., Schafer, F., Internal Combustion Engine Handbook, SAE International, Warrendela, Pa. USA, 565-576, 2004.

[8] Burch, S.D., Keyser, M.A., Colucci, C., Potter, T.F. and Benson, D.K., Applications and Benefits of Catalytic Converter Thermal Management", SAE Tech. Paper, No: 961134, 1996.

[9] http://www.bosch-presse.de/TBWebDB/bosch-pbj/en-US/ CategoryBrowse.cfm

[10] Abdel-Rahman, A.A., On the emissions from internal-combustion engines: A Review", International Journal of Energy Research 22, 483-513, 1998.

[11] Ozsezen, A.N., Çanakcı, M., Atık Kızartma Yağından Elde Edilen Metil Esterin Ön Yanma Odalı Bir Dizel Motorda Kullanımının Performans ve Emisyonlara Etkisinin İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(2), 395-404, 2008.

[12] Öz, I.H., Borat, O., Sürmen, A., Internal Combustion Engines, Alfa Yayınevi, İstanbul, 2003.

| Anasayfa |

- Dergilerimiz
  -
  - Makine Teknolojileri
    Gıda Teknolojileri
    Yapı Teknolojileri
    Tekstil Teknolojileri
    Biyoteknoloji
    Harita Teknolojileri
    Taşıt Teknolojileri

Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi



Son Sayı



Arşiv

Cilt 4 Sayı 3 Yıl 2012

Değerli Meslektaşlarımız; Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi, alanındaki gelişmeleri takip etmek, meslek kuruluşları ve bireylerin ulusal ve uluslararası gelişimlerine katkıda bulunmak, bu alanlarda Türkçe-İngilizce bir kaynak oluşturmak amacıyla yazılmış araştırma makaleleri, kısa makaleler, teknik notlar ve teknolojik tartışma yazılarını yayınlayan hakemli bir elektronik dergidir.

Dallarında uzmanlaşmış otorite konumundaki araştırmacıların hazırlamış oldukları geniş bir perspektif veren ve yeni araştırma dallarında genç araştırmacılara yeni bakış açıları kazandıran davetli makaleler de yayınlanmaktadır

Bilimsel içeriğin doğru ve uygun olarak verilebilmesi için tüm yazılar, konusunda uzman hakemlere değerlendirilmek üzere gönderilir. Değerlendirme süreci sonunda olumlu görülen makaleler en kısa sürede yayımlanmak üzere baskı sıralamasına alınır ve makale sahibine bildirilir. Taşıt Teknolojileri Dergisi, yılda 3 defa yayımlanmaktadır.

Bu sayı ile dergimizin dördüncü yılının üçüncü sayısına ulaşmış bulunmaktayız. Yurt içi ve yurt dışı makalelerde dergimize atıf yapılması oldukça önemli olup bu konuda siz değerli araştırmacılarının katkısına ihtiyaç bulunmaktadır. İlgi ve desteginiz için çok teşekkür ederiz.

Dergimiz EBSCOhost tarafından taranmaktadır.