Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi
Cilt: 13, No: 4, 2016 (65-76)

Electronic Journal of Machine Technologies
Vol: 13, No: 4, 2016 (65-76)

TEKNOLOJİK ARAŞTIRMALAR

www.teknolojikarastirmalar.com
e-ISSN:1304-4141

Makale
(Article)

Bir Dizel Motora Metanol Fumigasyonunun Performans ve Emisyonlara Etkisi

Vezir AYHAN[1]

[1]Sakarya Üniversitesi Teknoloji Fak. Mak. Müh. Böl., Sakarya/TÜRKİYE
vayhan@sakarya.edu.tr

Geliş Tarihi:06.10.2016
Kabul Tarihi:16.12.2016
Sorumlu Yazar (Corresponding Author): Vezir Ayhan (vayhan@sakarya.edu.tr)

Özet

Bu çalışmada, direkt enjeksiyonlu bir dizel motoruna metanol fumigasyonunun performans ve emisyonlara etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Metanol elektronik kontrollü püskürtme sistemi yardımıyla motor emme manifolduna, emme periyodunda farklı yakıt tüketim oranlarında (%4 (M4), %8 (M8), %12 (M12)) püskürtülmüştür. Metanol fumigasyonu ile doğal emişli olan deney motorunun dolgu sıcaklığının düşürülmesine bağlı olarak volümetrik verimin iyileştirilmesi ve alkolün oksijen içeriğinin yüksek olmasından sağlanacak katkı ile motor yanma veriminin arttırılmasının yanında NOx emisyonlarının azaltılması hedeflenmiştir. Deneysel çalışmalar tam yük şartlarında 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200 ve 2400 d/d motor hızlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar neticesinde motora farklı oranlarda metanol fumigasyonu yapıldığında standart motor verilerine göre motor momenti, efektif güç, efektif verim ve özgül yakıt tüketiminde tüm metanol püskürtme oranlarında artmaların olduğu tespit edilmiştir. Motora metanol fumigasyonu yapıldığında dizel motorları için büyük önem taşıyan NOx emisyonlarında dikkate değer oranda azalmaların olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Metanol Fumigasyonu, Dizel Motoru, Motor Performans ve Egzoz Emisyonları.

Effect Of Methanol Fumigation on Engine Performance and Emissions of a Diesel Engine

Abstract

In this study, the effects of methanol fumigation on diesel engine performance parameters and emissions characteristics have been investigated, experimentally. Methanol was injected during the inlet period into the inlet manifold at different fuel consumption ratios (at 4%, 8%, and 12%, namely, M4, M8 and M12). With methanol fumigation, it is aimed to improve the naturally aspirated test engine volumetric efficiency, to increase combustion efficiency due to contribution of alcohol fuel of high oxygen content and to reduce NOx emissions depending on the reduction of the inlet temperature. Experimental studies were carried out under full load conditions at 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200 and 2400 rpm engine speeds. After the experimental studies, the engine torque, effective power, effective efficiency and specific fuel consumption have been observed to be increasing with methanol fumigations for full load condition with respect to standard engine data. Also, becoming important for the diesel engine, NOx emissions were decreased significantly.

Keywords : Methanol Fumigation, Diesel Engine, Engine Performance and Exhaust Emissions.

Bu makaleye atıf yapmak için
Vezir A., "Bir Dizel Motora Metanol Fumigasyonunun Performans ve Emisyonlara Etkisi", Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2016, 13(4) 65-76

How to cite this article
Vezir A., "Effect Of Methanol Fumigation on Engine Performance and Emissions of a Diesel Engine", Electronic Journal of Machine Technologies, 2016, 13(4) 65-76

1. GİRİŞ

Dizel motorları, benzin motorlarına kıyasla özgül yakıt tüketiminin düşük olması, daha fakir karışımla çalışabilmeleri ve yüksek sıkıştırma oranı sebebiyle bütün yüklerde daha verimli çalışması, orta ve ağır hizmet tipi araçlar için dizel motorlarını cazip kılmaktadır[1]. Bu motorlarda verimin daha da arttırılması ve aynı zamanda çevre kirliliğine olan etkinin azaltılması amaçları ile değişik çalışmalar yapılmaktadır. Yanma veriminin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar bunların en önemli bölümünü oluşturmaktadır. Bilindiği gibi yanma veriminin iyileştirilmesi ile; motor veriminin yükseltilmesi yanında çevre kirliliği de azaltılmış olmaktadır. Bu nedenle son yıllarda dizel motorlarında yanma verimini iyileştirmeye yönelik; yakıtlarla ilgili çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalara, mevcut yakıtların daha ekonomik kullanımı ve değişik alternatif yakıtlar ile ilgili çalışmalar örnekler olarak verilebilir [2]. İçten yanmalı motorlarda kullanılan başlıca alternatif yakıtlar; alkoller (etanol, metanol), doğalgaz, biyogaz, hidrojen ve biyodizel dir. Alkol ve alkol-petrol karışımları en yaygın kullanılanlardır. Gerek etanol gerekse metanol, Brezilya ve A.B.D. başta olmak üzere, birçok ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır[3]. Metanol kömürden, veya zirai, endüstriyel ve evsel artıklardan üretilmektedir. Günümüzde metanol daha çok doğal gazdan üretilmektedir [4].

İçten yanmalı motorlarda salınan zararlı emisyonların azaltılması için pek çok yöntem önerilmiştir. Bunlardan biri de alkollerin emme havası içerisine fumigasyonu veya alkol-yakıt karışımlarının kullanılmasıdır. Özellikle metanol, hava kirliliği açısından alternatif temiz yakıtlar arasında ilk sıralarda bulunmaktadır[5].Alkoller petrol kökenli yakıtlara göre oksijen içeriğinin fazla olması ve gizli buharlaşma sıcaklıklarının yüksek olması nedeniyle pek çok araştırmacı tarafından dizel motorlarından salınan NOx emisyonlarının azaltılması ve motor performansı iyileştirilmesi için kullanılmaktadır.

Weidmann ve Menard [6], Volkswagen marka, 4 silindirli, çanak pistonlu bir dizel motorunda alkol-dizel karışımlarının (etanol-dizel ve metanol-dizel karışımları) motor performansına etkilerini araştırmışlardır. Deneylere başlamadan önce motor yakıt sistemini alkol kullanımına uygun bir şekilde modifiye etmişlerdir. Alkol-dizel karışımlarının motorda yakıt olarak kullanmaları sonucunda, standart motora göre HC ve CO emisyonlarında artmalar, NOx emisyonlarında ise azalmaların olduğunu tespit etmişlerdir.

Zhang ve ark.[7] dört silindirli bir dizel motorunda emme havası içerisine fumigasyon yöntemi ile metil alkol püskürtülmesinin performans ve emisyonlara etkilerini araştırmışlardır. Metil alkolü yakıt sarfiyatının %10, %20 ve %30 oranlarında emme kanalına püskürtmüşlerdir. Deneyler sonucunda; düşük yüklerde efektif verimin metil alkol oranı arttıkça arttığı, yük arttıkça ise azaldığını tespit etmişlerdir. HC ve CO emisyonlarının artmasına karşılık NOx emisyonlarında azalmaların olduğunu tespit etmişlerdir.

Zhang ve ark.[8] metil alkol püskürtme ile oksijen katalizörün beraber çalışmasının etkilerini dört silindirli bir dizel motorunda araştırmışlardır. Motor deneyleri 1800 d/d' motor hızında ve beş farklı yükte gerçekleştirmişlerdir. Deneyler sonucunda düşük yüklerde metil alkol miktarının artışı ile efektif verim azalmıştır. Fakat yüksek yüklerde çok az miktarda artmalar görülmüştür. Fumigasyon metodu ile HC, CO ve NO_2 emisyonlarında artmalar, is ve partikül emisyonlarında azalmalar görülmüştür.

Chao ve ark.[9] Dizel yakıtına metil alkol ilavesinin emisyonlara olan etkilerini araştırmışlardır. Deneyler ağır hizmet tipi dizel motorunda ilk önce dizel yakıtı ile sonra sırasıyla %5, 8, 10 ve 15 metil alkol ilavesi yapılarak gerçekleştirmişlerdir. Deneyler sonucunda partikül madde

emisyonlarında azalmalar, CO emisyonlarında ise artmalar görülmüştür. NOx emisyonları ise metil alkol karışımı ile azalmaların olduğunu saptamışlardır.

Sayın ve ark.[10] tek silindirli bir motorda metil alkol dizel yakıtı karışımlarında enjeksiyon zamanın performans ve emisyonlara etkilerini araştırmışlardır. Metil alkol püskürtme oranını %5, %10 ve %15 olarak seçmişlerdir. Deneyler sonucunda özgül yakıt tüketimi, NOx ve CO2 emisyonlarında artmalar, İs ve CO emisyonlarında artan metil alkol miktarı ile azalmalar görülmüştür.

Hayes ve ark. [11], 6 silindirli, turbo doldurmalı bir dizel motorunda 2400 d/d motor hızında çalıştırıp farklı oranlarda ethanol fumigasyonu uygulamışlardır. Fumigasyonu elektronik kontrollü enjektör sayesinde her bir silindirin emme girişine püskürtmüşlerdir. Çalışmaları sonucunda NOx emisyonlarının azaldığını fakat HC emisyonlarının arttığını tespit etmişlerdir.

Abu-Qudais ve ark.[12], tek silindirli, direkt enjeksiyonlu bir dizel motoruna emme manifolduna etanol fumigasyonu uygulamışlardır. Tam yük şartlarında yaptıkları deneyler sonucunda, optimum etanol fumigasyon oranının %15 olduğunu ve bu oranda motor efektif veriminde % 3,6 artmanın, HC, CO ve is emisyonlarında azalmaların olduğunu tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada, tek silindirli bir dizel motoruna emme periyodunda emme manifolduna (emme supabı arkasına) elektronik kontrollü olarak, motor devri ve yük koşularına göre motor yakıt sarfiyatının %4, %8 ve %12 oranlarında etanol püskürtülmesinin (fumigasyonunun) motor performans ve egzoz emisyonlarına etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar standart motor verileri ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

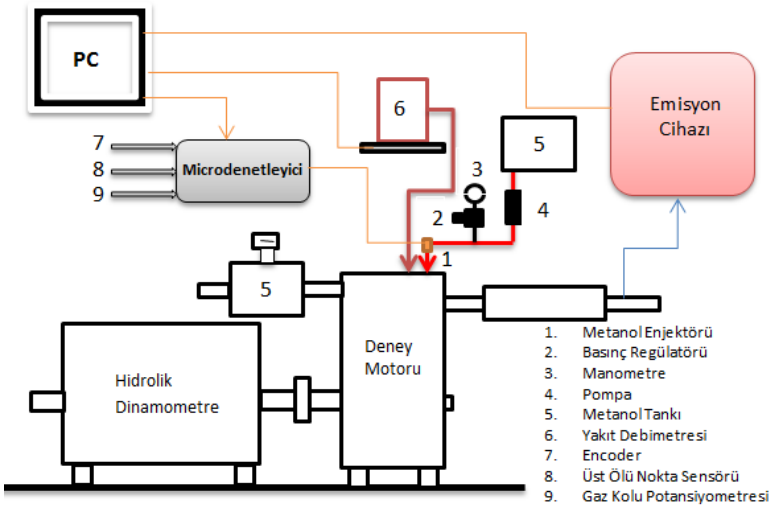
Deneylerde dört stroklu, doğal emişli, tek silindirli, direkt püskürtmeli, su soğutmalı ve çanak pistonlu Süper Star marka bir dizel motoru kullanılmıştır. Tablo 1'de deney motorunun teknik özellikleri verilmiştir.

Table 1. Deney motorunun özellikleri

Motor Tipi	**Super Star**
Piston Çapı [mm]	108
Strok [mm]	100
Silindir Sayısı	1
Strok Hacmi [dm^3]	0.92
Güç -1500 d/d, [kW]	14.7
Enjektör Basıncı, [bar]	175
Püskürtme Avansı, [KMA]	35
Maksimum Devir, [d/d]	2500
Soğutma Tipi	Su
Püskürtme Tipi	Direkt Enj.

Deney test düzeneği Şekil 1.'de şematik olarak görülmektedir. Deneyler tam yük şartlarında 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200 ve 2400 d/d ve 35 KMA statik püskürtme avansında gerçekleştirilmiştir. Ölçüme başlamadan önce motorun rejim sıcaklığına gelmesi sağlanmıştır. Soğutma suyu sıcaklığı 75 ^{0}C ye sabitlenmiştir. Su debisinin ölçülmesinde rotometre kullanılmıştır. Yakıt sarfiyatı 0,1g hassasiyetinde elektronik ölçüm düzeneği ile gerçekleştirilmiştir. Hava debisi

ölçümünde eğik manometre sönümleme tankı düzeneği kullanılmıştır.



Şekil 1. Deney Motoru Test Düzeneği

Motora metanol enjekte etmek için elektronik kontrollü bir püskürtme sistemi kullanılmıştır. Sistem, metanol tankı, selenoid enjektör, basınç sınırlayıcı, manometre, sıcaklık ölçümü için termoelamanlar, elektrikli yakıt pompası, absolit encoder, üst ölü nokta sensörü ve mikrodenetleyiciden oluşmaktadır.

Selenoid enjektörün gecikme süresi test devirleri aralığı için (1000-2400 d/d) 0,167 ms olarak tespit edilmiştir. Enjektörün gecikme ve püskürme zamanını tespit etmek için, elektrikli yakıt pompası, regülatör (3 bar), manometre, DC elektrik motoru, devir ölçer, encoder, ve AND GR–200 model 0,0001 g hassasiyetinde hassas terazi ve dijital osiloskop dan oluşan bir düzenek kullanılmıştır.

Egzoz emisyon değerlerinin ölçülmesinde MRU Spectra 1600 L gaz analiz cihazı, duman koyuluğunun tespitinde ise Bilsa Mode 5000 is ölçer kullanılmıştır.

Motorun standart değerlerinin tespiti için ilk deneyler dizel yakıtı ile gerçekleştirilmiştir. Daha sonra dizel yakıtı ile birlikte motor emme manifolduna yakıt tüketiminin % 4, % 8 ve % 12 oranlarında metanol püskürtülmüştür. Her bir püskürtme için aynı şartlar altında deneyler tekrarlanmış olup motor performans ve emisyon değerleri ölçülmüştür. Deneylerde kullanılan metanol ve dizel yakıtının özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Yakıtların özellikleri[13, 14]

	Dizel	**Metanol**
Kimyasal Formülü	$C_{12}H_{24}$	CH_3-OH
Yoğunluk (15 ºC'de g/cm^3)	0,86	0,79
Alt ısıl değeri (MJ/kg)	42	20.1
Setan sayısı	45	<15
Vizkozite (40 ºC'de mm^2/s)	2,73	0,59
Stokiyometrik hava/yakıt oranı	14,6	6.4
Kendi kendine tutuşma sıcaklığı (ºC)	316	423
Oksijen (% ağırlık)	0	50
Hidrojen (% ağırlık)	14	12,5
Kükürt (% ağırlık)	0,5227	-

Çalışmada tüm ölçümler 5 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Chauvenet

Kriteri'ne tabi tutularak aykırı değerler yeniden test edilmiştir. Tablo 3' de deneylerde kullanılan ekipmanların sistematik hataları ve hesaplanmış toplam belirsizlikler görülmektedir.

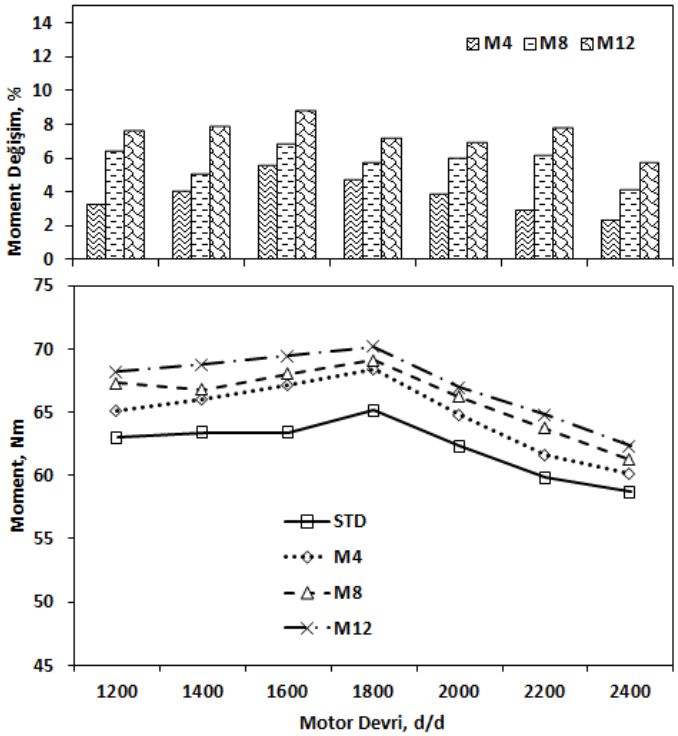
Tablo 3. Sistematik ve rasgele hatalara göre hesaplanmış toplam belirsizlikler (% 99 güvenirlik aralığında)

Parametreler	**Sistematik belirsizlikler, ±**
Yük, N	0.1
Devir, d/d	1.0
Zaman, s	0.1
Sıcaklık, ^{0}C	1
Yakıt tüketimi, g	0.1
NOx, ppm	5
CO, %	0.06
HC, ppm	12
Duman sayısı, %	1
	Toplam Belirsizlik,%
Özgül Yakıt sarfiyatı, g/kWh	1.5
Moment, Nm	1.0
Efektif güç, kW	1.5

3. DENEY SONUÇLARI ve TARTIŞMA

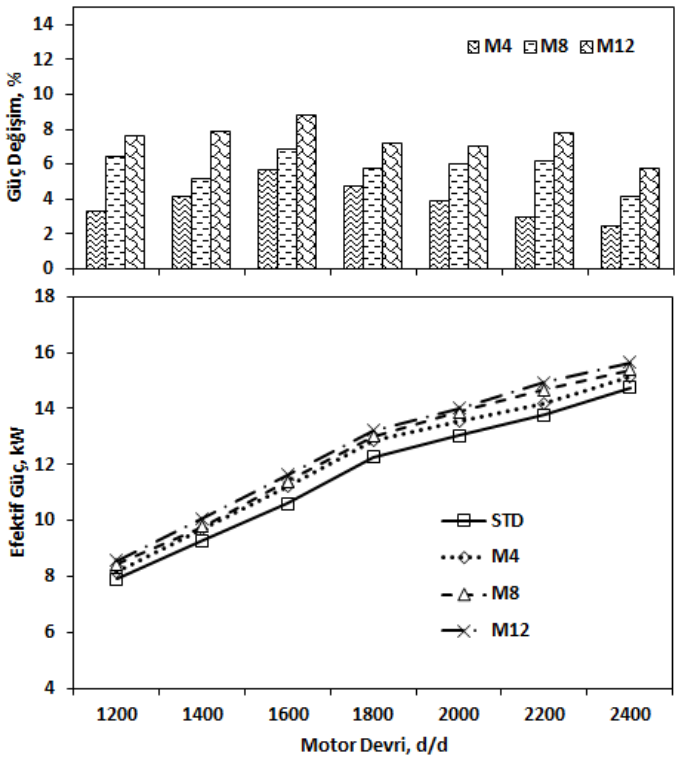
3.1 Moment ve Efektif Güç

Dizel yakıtı ve motora farklı oranlarda metanol fumigasyonu yapılması durumunda elde edilen motor momenti ve efektif güç değerleri ve standart verilere göre meydana gelen değişimler Şekil 2 ve Şekil 3' de görülmektedir.



Şekil 2. Farklı oranlarda metanol fumigasyonunun döndürme momentine etkisi ve standart duruma göre değişim oranları

Şekillerden de görüldüğü gibi, tüm metanol fumigasyonlarında standart motor verilerine göre motor momenti ve efektif güçte artmalar meydana gelmiştir. En yüksek motor momenti ve efektif güç M12 metanol püskürtme oranında sağlanmıştır. Maksimum artma oranı M12 ve 1600 d/d' da % 8,7 olarak ölçülmüştür.

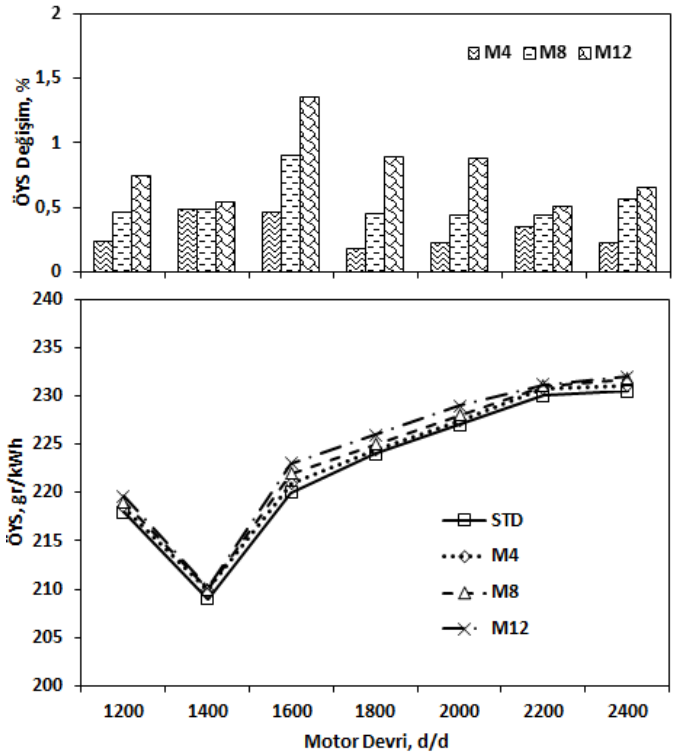


Şekil 3. Farklı oranlarda metanol fumigasyonunun efektif güce etkisi ve standart duruma göre değişim oranları

Genel olarak, alkolün tutuşma gecikme süresi dizel yakıtından daha uzundur. Bu durumda alkolün yanması dizel yakıtının basınç yükselmesi olduktan sonra meydana gelmektedir. Bu durumda silindir içi ani basınç yükselmesine bağlı olarak hızlı bir enerji açığa çıkmaktadır. Bu safhanın çok hızlı olması soğutma suyu ve radyasyonla olan kayıp ısı miktarının azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca metanolün oksijen içeriğinin yüksek olması yanma veriminde iyileşmelerin olmasına sebep olmuştur. Ayrıca buharlaşma gizli ısısının yüksek olması doğal emişli olan deney motorunun volümetrik veriminde artmalara olanak sağlamaktadır. Alkol fumigasyonu sonucunda motor momenti ve efektif güçteki artışların bu nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.2 Özgül Yakıt Sarfiyatı

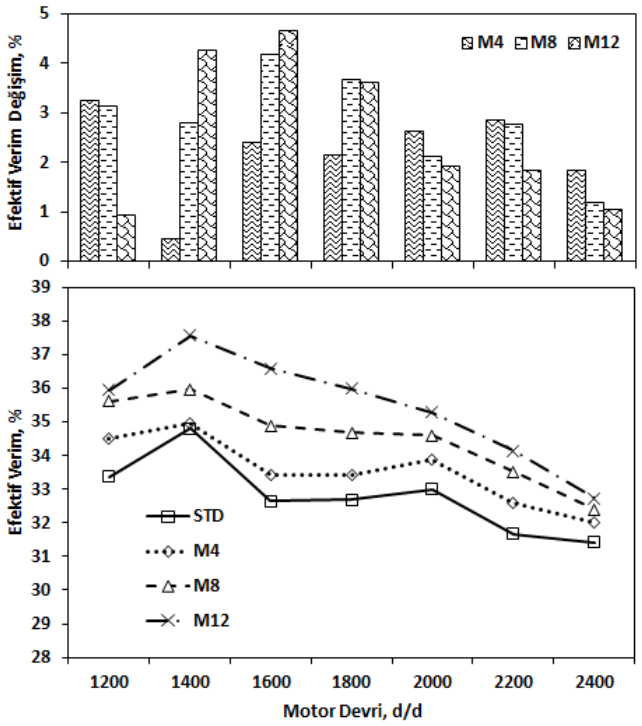
Şekil 4.'de dizel yakıtı ve farklı oranlarda metanol fumigasyonu sonucunda özgül yakıt sarfiyatı değerleri ve standart duruma göre meydana gelen değişimler görülmektedir. Motora metonol fumigasyonu sonucunda tüm test devirlerinde ve püskürtme oranlarında özgül yakıt sarfiyatında standart duruma göre artmalar görülmüştür. Maksimum artma miktarı 1600 d/d' da ve M12' de % 1,3 olarak hesaplanmıştır. Metanolün dizel yakıtına ilave olarak fumigasyon yapılması ÖYS' da artmalara neden olmuştur.



Şekil 4. Farklı oranlarda metanol fumigasyonunun özgül yakıt sarfiyatına etkisi ve standart duruma göre değişim oranları

3.3 Efektif verim

Şekil 5.'de dizel yakıtı ve farklı oranlarda metanol fumigasyonu sonucunda efektif verim değerleri ve standart duruma göre meydana gelen değişimler görülmektedir.



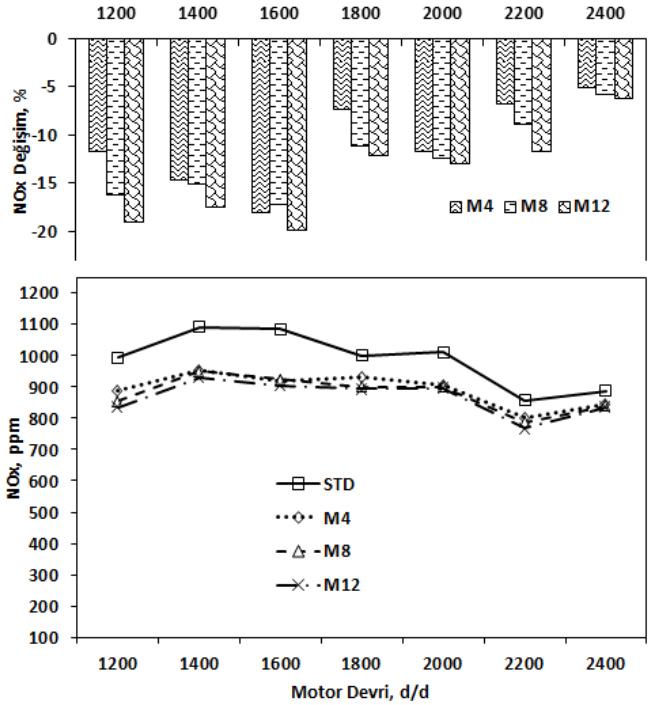
Şekil 5. Farklı oranlarda metanol fumigasyonunun efektif verime etkisi ve standart duruma göre değişim oranları

Motora metanol fumigasyonu sonucunda tüm test devirlerinde ve püskürtme oranlarında efektif verimde standart duruma göre artmalar görülmüştür. Özgül yakıt sarfiyatının artmasına karşın efektif verimde meydana gelen artış, metanol fumigasyonu ile motor efektif gücünde meydana gelen artış oranına bağlı ÖYS daki değişime göre oldukça yüksek olmaktadır.

3.4 Emisyonlar

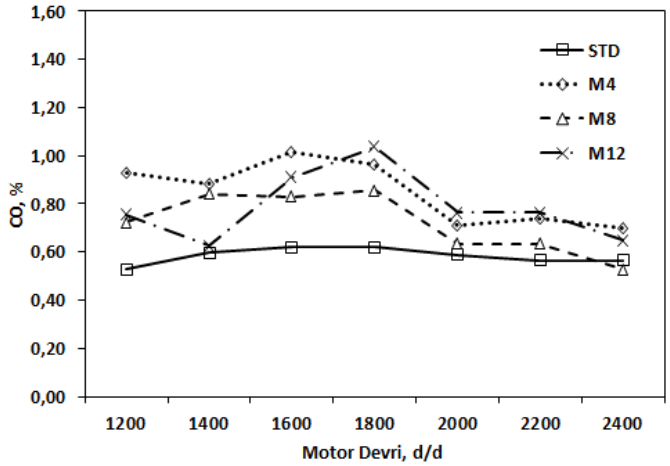
Şekil 6'da tam yük şartlarında standart motor ve metanol fumigasyonu sonucunda NOx emisyonlarına etkisi görülmektedir. Motora farklı oranlarda metanol fumigasyonu yapıldığında NOx emisyonlarında standart duruma göre dikkate değer oranda azalmalar meydana gelmiştir. NOx emisyonlarında azalmaların görülmesinin sebebi ise gizli alkol yakıtın buharlaşma ısısının dizel yakıtına göre yüksek olması sıkıştırtma zamanı sırasında yanma odası sıcaklıklarını düşürmektedir. Metanolün ısıl değerinin düşük olması aynı kütle yakıtın buharlaşması için daha fazla ısıya gerek duyulmakta ve bu nedenle silindir içi sıcaklıkları azalmaktadır. Ayrıca oksijen içeriğinin fazla olması sıcaklıkları düşüren diğer bir etkendir.

Şekil 6' da görüldüğü gibi metanol oranı arttıkça standart duruma göre NOx emisyonlarında azalma oranları da artmıştır. Standart duruma göre maksimum azalma M12' de % 20 olarak ölçülmüştür.



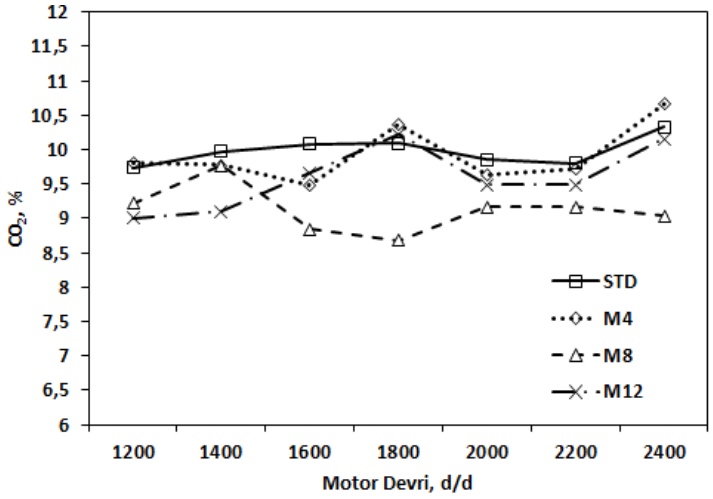
Şekil 6. Farklı oranlarda metanol fumigasyonunun NOx emisyonlarına etkisi ve standart duruma göre değişim oranları

Şekil 7' de motora farklı oranlarda metanol fumigasyonunun CO emisyonlarına etkisi görülmektedir. Emme periyodunda emme manifolduna metanol püskürtülmesi ile CO emisyonlarında her püskürtme oranında artmalar görülmüştür. Artmaların sebebi metanolün gizli buharlaşma ısısının yüksek olması sebebiyle sıkıştırma sonu sıcaklığını düşürmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Standart duruma göre maksimum artış M12 ve 1800 d/d motor hızında meydana gelmiştir.



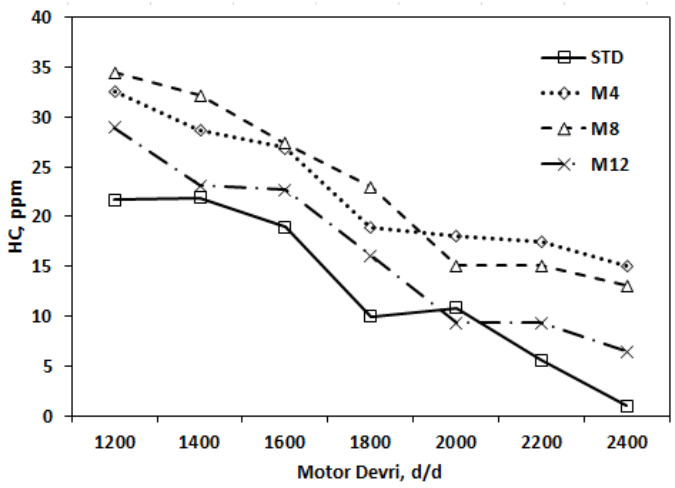
Şekil 7. Farklı oranlarda metanol fumigasyonunun CO emisyonlarına etkisi ve standart duruma göre değişim oranları

Şekil 8' de motora farklı oranlarda metanol fumigasyonunun CO_2 emisyonlarına etkisi görülmektedir. Emme periyodunda emme manifolduna metanol püskürtülmesi ile CO_2 emisyonlarında genel olarak azalmalara neden olduğu görülmüştür. Maksimum azalma miktarı M8' de gerçekleşmiştir. Sıkıştırma sonu sıcaklığının azalması adyabatik alev sıcaklığını azalmakta ve buna bağlı olarak yanma verimini düşürmektedir. Düşük yanma sıcaklıkları, yanmamış ürünlerin içerisinde olan CO' in CO_2' ye oksidasyonunun tamamlanamamasına yol açmaktadır.



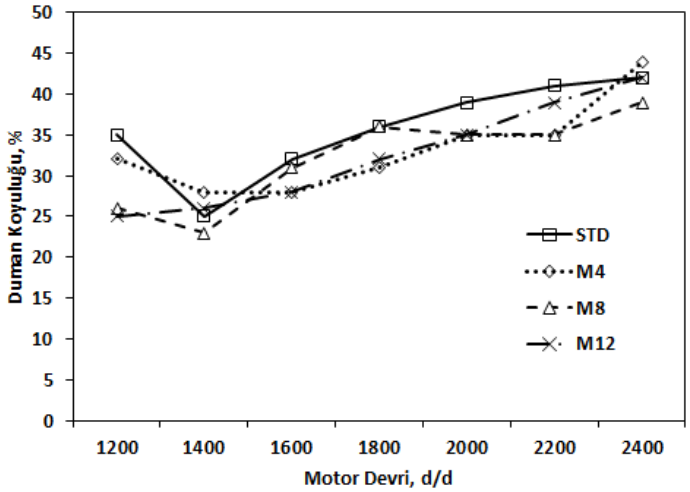
Şekil 8. Farklı oranlarda metanol fumigasyonunun CO_2 emisyonlarına etkisi ve standart duruma göre değişim oranları

Şekil 9' da HC emisyonlarındaki değişim görülmektedir. Motora metanol fumigasyonu yapıldığında standart duruma göre HC emisyonlarında artmalar meydana gelmiştir. HC emisyonlarında artmaların görülmesinin sebebi yanma sonu sıcaklığının düşük olması sebebiyle yakıtın tam olarak yanamamasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 9. Farklı oranlarda metanol fumigasyonunun HC emisyonlarına etkisi ve standart duruma göre değişim oranları

Şekil 10'da standart motor ve motora farklı oranlarda metanol fumigasyonu sonucunda ölçülen duman koyuluğu değerleri görülmektedir. Metanol fumigasyonu sonucunda standart duruma göre duman koyuluğunda genel olarak azalmaları olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 10. Farklı oranlarda metanol fumigasyonunun duman koyuluğu emisyonlarına etkisi ve standart duruma göre değişim oranları

4. DEĞERLENDİRME

Doğal emişli direkt enjeksiyonlu bir dizel motoruna yakıt sarfiyatının farklı oranlarında metanol fumigasyonu yapılması ile motor döndürme momenti, efektif güç, efektif verim ve özgül yakıt sarfiyatında artmalar meydana gelmiştir. Performans parametrelerindeki iyileşmelerin sebebi metanolün gizli buharlaşma ısısının yüksek olması silindire alınan havanın sıcaklığını düşürmekte ve volümetrik verimimin artmasına olanak sağlamasından kaynaklanmaktadır. Özgül yakıt sarfiyatında meydana gelen artma ise metanolün ilave yakıt olarak fumigasyon edilmesinden kaynaklandığı açıktır. Ancak efektif verimde meydana gelen artma miktarı dikkate alındığında ÖYS' daki kötüleşme ihmal edilebilecek seviyede kalmaktadır. Motor performans parametrelerinde meydana gelen maksimum değişimler; motor momenti ve efektif gücünde M12' de % 8.7 artma, efektif verimde M8' de % 4.1 artma, özgül yakıt sarfiyatında M12' de %1.3 artma şeklinde olmuştur.

Emisyonlarda ise; dizel motorları için en büyük problemi oluşturan NOx emisyonlarında dikkate değer oranda azalmalar kaydedilmiştir. Maksimum azalma miktarı M12' de %18 olarak belirlenmiştir. Ayrıca duman koyuluğu ve CO_2 emisyonlarında da genel olarak metanol fumigasyonu değerlerinde standart duruma göre azalmaların olduğu gözlemlenmiştir. Buna karşılık, HC ve CO emisyonlarında artmalar görülmüştür.

5. KISALTMALAR

HC :Hidrokarbon
CO :Karbonmonoksit
CO2 : Karbondioksit
NOx :Azotoksitler
ÖYS :Özgül yakıt sarfiyatı
KMA :Krank mili açısı
STD :Standart dizel
M4 :%4 Metanol

6. KAYNAKLAR

1. Haşimoğlu, C.,2005, "Düşük Isı Kayıplı Bir Dizel Motorunda Biyodizel Kullanılmasının Performans ve Emisyon Parametrelerine Etkisi", Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

2. Şahin, Z., Durgun, O., Kurt, M., 2009, " Türboşarjlı Ön Yanma Odalı Bir Dizel Motorunda Etanol Fumigasyonunun Deneysel İncelenmesi", TÜBAV Bilim Dergisi, Cilt:2, Sayı:4, Sayfa:446-461.

3. Salman, M., Sümer, M., 1999, "Buji Ateşlemeli Motorlarda Etanol ve Etanol-Benzin Karışımlarının Motor Performansına Etkileri", Politeknik Dergisi, Cilt: 2, Sayı: 2, S. 27-35.

4. Pan, K., Guo, X., 1989, "Experimental Investigation On Application Of Methanol As Fuels For Spark Ignition Engine", Chinese Internal Conbustion Engine Engineering, Cilt 8, Sayı 8.

5. Çetinkaya, S., Çelik, M.B., 1997, "Buji Ateşlemeli Motorlarda Yakıt Olarak Metanol-Benzin Karışımlarının Kullanılması", 5. Yanma Sempozyumu.

6. Weidmann, K., Menard, H., 1984, "Fleet test, performance and emissions of diesel engine using different alcohol fuel blends", SAE Paper No. 841331.

7. Zhang, Z.H., Cheung, C.S., Chan, T.L., Yao, C.D.,2009, "Experimental Investigation Of Regulated And Unregulated Emissions From A Diesel Engine With Euro V Diesel Fuel And Fumigation Methanol", Atmospheric Enironment.

8. Zhang, Z.H., Cheung, C.S., Chan, T.L., Yao, C.D., 2009, "Emissions Reduction From Diesel Engine Using Fumigation Methanol And Diesel Oxidation Catalyst", Science Of The Total Environment.

9. Chao, R., Lin, Ta-Chang, C., How-Ran, C., Feng-Hsiang, C., 2001, "Efects Of Methanol Containing Additive On Emission Characteristics From A Heavy Duty Diesel Engine.

10. Sayın, C., Ilhan, M., Çanakcı, M., Gumus, M., 2009, "Effect Of Injection Timing An The Exhaust Emissions Of A Diesel Engine Using Diesel- Methanol Blends, Renewable Energy.

11. Hayes TK, Savage LD, White RA, Sorenson SC. The effect of fumigation of di€erent ethanol proofs on a turbo-charged diesel engine, SAE Paper No. 880497, 1988.

12. M. Abu-Qudais, O. Haddad, M. Qudaisat, "The effect of alcohol fumigation on diesel engine performance and emissions", Energy Conversion and Manag3ment, Received 28 September 1998; accepted 16 May 1999

13. Ayhan, V., "Metanol-Benzin Karışımlarının MgO-ZrO_2 Termal Bariyer Çemberli Bir Motorda Performans ve Emisyonlara Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

14. Balcı, M. K., Sayın, C., "Saf Metanolün Kullanıldığı Buji Ateşlemeli Bir Motorda Sıkıştırma Oranının Performans, Yanma Karakteristiği ve Emisyonlar Üzerine Etkisi", Teknolojik Araştırmalar, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt: 12, No: 3, 2015 (73-85).