

PETRODİZEL VE KANOLA BİYODİZELİ PERFORMANS VE EMİSYON KRİTERLERİNİN MANGAN ESASLI KATKI MADDELERİYLE GELİŞTİRİLMESİ

İsmet ÇELİKTE* ve Metin GÜRÜ**

*Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, 06500-Ankara, Türkiye

**Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü, 06570-Ankara, Türkiye

celikten@gazi.edu.tr, mguru@gazi.edu.tr

(Geliş/Received: 02.12.2010; Kabul/Accepted: 20.06.2011)

ÖZET

Biyodizel, dizel motorlarında en çok kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından birisidir. Dizel ve biyodizel karışımları genellikle setan sayısının artırılması ve yanma veriminin iyileştirilmesi için katkı maddelerine ihtiyaç duyarlar. Mn yakıtlar içerisinde yanmayı artırıcı katalizör görevi görmektedir. Bu yöntemle yakıtın setan sayısını da belirli oranda artırırken donma noktasının azaltılması sağlamaktadır. Bu çalışmada dizel motorlarında %50 No:2 dizel yakıtına %50 Kanola metil esterinden oluşan biyodizel yakıt karışımı (50B) temel yakıt olarak kullanıldı. Ayrıca oluşturulan 50B yakıtına sırasıyla 1, 6 ve 12 ppm olmak üzere 3 farklı oranda sentetik organik esaslı Mn katkı maddesi ilave edildi. Elde edilen 3 farklı Mn katkılı yakıt karışımları tam yük ve farklı motor devirlerinde hidrolik dinamometreye bağlı bulunan dört zamanlı dört silindri bir dizel motoru üzerinde denendi. Deney sonunda motor performansı ve emisyon değişimleri incelendi. Elde edilen bulgulara göre, motor performansında, CO, HC ve % duman koyuluğunda azalmaların, CO₂ ve NO_x lerde ise artmaların olduğu belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Petrodizel, Kanola biyodizel, organik esaslı mangan katkı maddesi, motor performansı, emisyon.

IMPROVEMENT OF PERFORMANCE AND EMISSION CRITERIAS OF PETRODIESEL AND RAPESEED OIL BIODIESEL WITH MANGANESE BASED ADDITIVE

ABSTRACT

Biodiesel is one of the most used renewable energy sources for diesel engines. Blends of diesel and biodiesel usually require additives to improve the lubricity and combustion efficiency. The function of the Mn is to increase the catalyst activity in fuels. Mg addition also increases cetane number and decreases freezing point of fuels. In this study, blends of 50 % No.2 diesel fuel and 50 % rapeseed oil methyl ester biodiesel (50B) was used as a base fuel. Magnesium additive was doped into the biodiesel blend by 1, 6 and 12 ppm Engine tests were performed with these 3 different fuels in a four –stroke, four cylinder, diesel engine at full load and different engine speeds in a hydraulic dynamometer. Performance and emission parameters of the engine were determined with this experimental study. According to the experimental results, CO, HC and smoke level decreased, however, CO₂ and NO_x emissions increased.

Key Words: Petrodiesel, Rapeseed oil, organic based Manganese additive, engine performance, emission.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüz dünyasında kullanılan enerjiler, canlı yaşam riskinin arttığı bir sürecin başlangıcı olarak görülebilir. Bu riskler; birçok enerji kaynaklarının bir

süre sonunda tükenerek olması, klasik enerji kaynaklarının kullanılması, kullanılan enerji kaynaklarının çevre için geri dönüşümü olmayan tehlikeler oluşturması ve gelişen teknolojileri beslemekte zorlanmasına bağlı olarak, ülkeleri enerji

çeşitliliğini artırmak ve enerjilerini verimli kullanmak zorunda bırakmaktadır.

Ulaşımındaki gelişmeler, insanların yaşam düzeylerini yükseltirken dünyanın sahip olduğu kaynakların hızlı bir şekilde tüketilmesi problemini doğurmaktadır. Bu nedenle hem alternatif yakıt arayışları ve hem de mevcut yakıtların verimli kullanma yolları yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Bunun için gerek benzinli ve gerekse dizel motorlarında yanma verimini arttırmak için birçok araştırmalar yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir.

Dizel yakıtının donma noktası yüksektir. Bu nedenden dolayı filtre tıkanıklıklarına sebep olmaktadır. Donma noktasını düşürmek için rafine işlemlerinden sonra yakıt içerisinde farklı katıklar katılmaktadır. Ayrıca, biyo yakıtlarına göre daha fazla karbon içerdiğinden dolayı da motorlarda bazı problemler oluşturmaktadır.

Dizel yakıtı düşük bir yanma verimine ve hava kirliliğine sebep olan kirletici maddelere sahiptir. Bundan dolayı birçok araştırmacı dizel yakıtının özelliklerinin geliştirilmesine odaklanmıştır [1-5]. Bunlardan birisi de biyodizel yakıtları olup, Kanola biyodizel yakıtının fiziksel ve kimyasal özellikleri de dizel yakıtına kısmen benzemektedir [6,7].

Motorlu taşıtlar havayı oldukça fazla kirlenmektedirler. Kirletmelerinin temel sebeplerinden birisi de verimlerinin düşük olmasıdır. Bu durum da yakıtın yanması sonucu daha fazla CO, HC, NO_x, CO₂ ve PM gibi atıkların atılmasına ve yakıtı bağlı olarak da SO₂ ve Pb bileşiklerinin oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle motorlu taşıtların egzoz gazlarından kaynaklanan hava kirliliği, kalıcı önlemleri gerektiren çevre sorununa neden olmaktadır [8].

Dizel motorlarında Fe, Mg, Ce içerikli katkı maddeleri kullanıldığında partikül emisyonlarının (PM) azaldığı, %2-%5 oranında Mn içerikli peroksit kullanımlarının PM miktarlarında %22-%25 oranında düşürmektedir [5].

Mangan esaslı yakıt katkısının dizel motorlarında test edilmesi sonucu yakıttaki HC oranının azalmaktadır [9,10].

Dizel yakıtına, organik esaslı Mn, Mg, Cu, Ca gibi bileşiklerin ilave edilmesi ile yapılan bir diğer çalışmada, en uygun oran ve performans değişimleri test edilmiştir. En fazla azalmanın donma noktasında olduğu ve organik esaslı manganın donma noktasında en fazla azalma göstermektedir. Organik esaslı mangan katkısının yakıtın viskozite ve parlama noktasını düşürürken, egzoz gazlarında CO₂ miktarını artırdığı ara oksidasyon ürünlerini azalttığı belirlenmiştir [11].

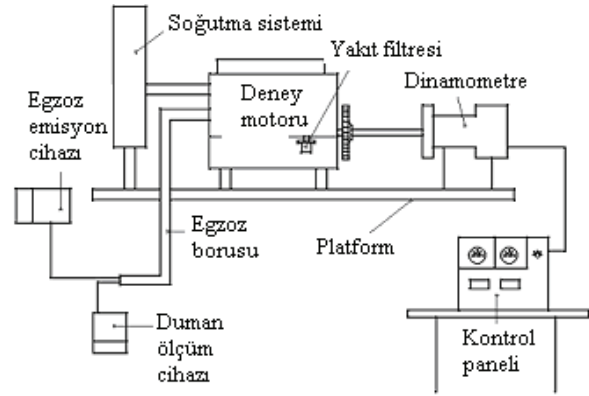
Mangan doğada demirden sonra en yaygın olarak bulunan elementtir. Bitki küllerinde de mangan vardır. Doğadaki en önemli filizi MnO₂ formülü ile gösterilen "pirolusit" dir. Manganın katkı maddesi

olarak kullanımında herhangi bir sakınca bulunmamaktadır [12].

Otomotiv sektörü, sıvı yakıtların en önemli tüketim alanlarından birini teşkil etmektedir. Bunun için gerek benzin gerekse dizel motorlarında yanma verimini arttırmak için çok yönlü araştırmalar yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir. Bu çalışmanın amacı da, dizel ile kanola metil esterine (50B), sentetik organik esaslı mangan (Mn) katkısının motor performansı ve egzoz emisyonları ile ilgili değişimleri tespit etmektir.

2. MATERYAL VE METOT (MATERIALS AND METHODS)

Testler Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Otomotiv Anabilim Dalı İçten Yanmalı Motorlar Laboratuvarında yapıldı. Yapılan araştırmada, 50B yakıtına Mn katkısının performans ve emisyon değişimleri test edildi. Test düzeneğinin şematik resmi Şekil 1.'de görülmektedir.



Şekil.1. Test düzeneğinin şematik resmi (The test apparatus schematic picture).

Testler, 1Nm aralıklarında 500 kg a kadar yüklenebilen, BT 190 markalı 100 kW güce sahip hidrolik dinamometre ve üzerindeki Tablo 1 de teknik özellikleri verilen Stayer marka motor üzerinde yapıldı.

Tablo 1. Test motorunun teknik özellikleri (Test engine specifications)

Markası	Semboller	Özellikleri
Silindir sayısı	Z	4
Silindir çapı	D	100 mm
Kurs	S	100 mm
Sıkıştırma oranı	E	16,1/1
Maksimum motor devri	N	2400 1/min
Maksimum güç	Pe	46 kW (2100 1/min)
Maksimum tork	Me	216 Nm (1400 1/min)

Emisyon değişimleri Testo 350 XL marka emisyon cihazı ile ölçülmüş olup, cihazın teknik özellikleri Tablo.2. de verilmektedir. Cihaz CO₂ gazlarını % ve CO, HC, NO_x gazlarını ise ppm cinsinden

ölçmektedir. N veya k duman faktörünün ölçümünde ise VLT 2600 S marka duman ölçüm cihazı kullanıldı. Cihazın teknik özellikleri Tablo.3. de görülmektedir.

Tablo 2. Testo 350-XL cihazı teknik değerleri (Testo 350-XL device technical values)

Emisyonlar	Ölçüm aralığı	Hata payı	Hassasiyeti
O ₂	0-25 % vol	<%2 of m.v	%0.1 vol
CO ₂	0-50 % vol	±%3 vol.	% 0.01 vol
CO	0-5000 ppm	5 ppm (0-99 ppm)	1 ppm
HC	0,01-4 %	<400 ppm (100-4000 ppm)	0,1 ppm
NO _x	0-3000 ppm	5 ppm (0-99 ppm)	1 ppm

Tablo. 3. VLT 2600 S duman cihazının teknik özellikleri (VLT 2600 S smoke device technical characteristics)

Emisyon Gazları	Ölçüm Aralığı	Hassasiyeti
%N (Egzoz duman koyuluğu)	%0-99	0,01
k (1/m) (duman faktörü)	0-10	0,01
Motor devri	0-9999 min ⁻¹	1 min ⁻¹

Yakıt tüketiminin ölçümünde, Dikomsan JS-B marka, 0,1 g hassasiyetinde dijital elektrikli terazi ve Robic Sports SC-700 dijital marka, 0,01 saniye. hassasiyetli kronometre kullanıldı. Hava akışı, 1 mm cıva sütunu hassasiyetindeki hava akış metresi ile ölçüldü, ölçümlerde 1,75" ve 2,75"lik orifisler kullanıldı.

Dizel yakıtı ile kanola metil esterinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo.4 de görülmektedir.

Tablo.4. Test yakıtlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri [6,7] (Physical and chemical properties of test fuels)

Yakıt türü	Viskozite (40°C) (mm ² /sn)	Isıl değeri (kJ/kg)	Setan sayısı	Yoğunluk (25°C) (g/cm ³)
Dizel yakıtı	3,9	43300	54	0,837
Kanola metil esteri	4,7	39900	58	0,877

Testlere başlamadan önce motorun yağ ve su seviyeleri kontrol edildi. Yakıt pompası ayarları yapıldı ve enjektör basınçları orijinal değere göre ayarlandı. Motor soğutma suyu ve hidrolik dinamometrenin bağlantıları kontrol edildi. Testlerde kullanılan yakıt, dijital terazi üzerine yerleştirilen bir kavanozun içerisine dolduruldu ve motor çalışmaya hazır hale getirildi.

Motor yaklaşık olarak beş dakika süreyle çalıştırılarak ısıtıldı. Motor çalışma suyu sıcaklığına geldikten

sonra ölçümlere başlandı. İlk önce 50B yakıtı test edildi. Daha sonra aynı yakıt üzerine 1pp, 6ppm ve 12 ppm den oluşan yakıt karışımları motorda sırasıyla kullanılarak performans ve emisyon değişimleri bulundu.

Testler arası geçişlerde verileri alınmadan önce motorun yakıt borularında ve yakıt filtresinde daha önceki çalışmadan dolayı kalmış bulunan yakıtın tüketilmesi ve motorun çalışma sıcaklığına erişmesi için her yakıt değişiminde motor 5 dakika çalıştırıldı. Ayrıca testler motor ısındıktan sonra tam gaz ve tam yük konumunda yapıldı.

Tam yük altında bulunan motor, dinamometre kontrol paneli üzerinden sırasıyla 1100 1/min ile 2300 1/min devirler arasında 100 1/min aralıklarla 13 adet test yapıldı. Testlerde kullanılan yakıt karışımlarının motora bağlı olarak performans ve emisyon değişimleri elde edildi.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Bu çalışmada, daha önce karışım oranları belirtilmiş bulunan 50B biyodizel yakıtı ve bu biyodizel yakıtına Mn katkısının performans ve emisyon değişimlerine yer verilmektedir.

3.1. Performans Değişimleri (Performance Exchanges)

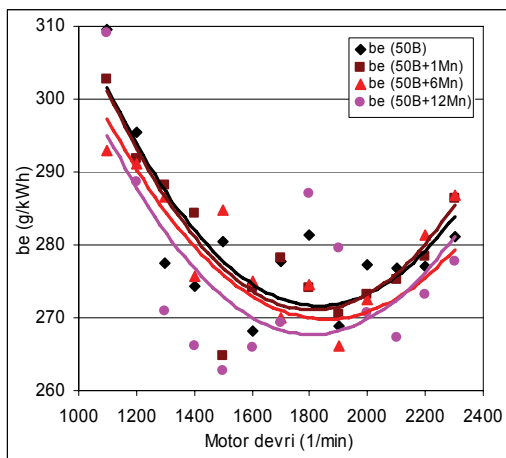
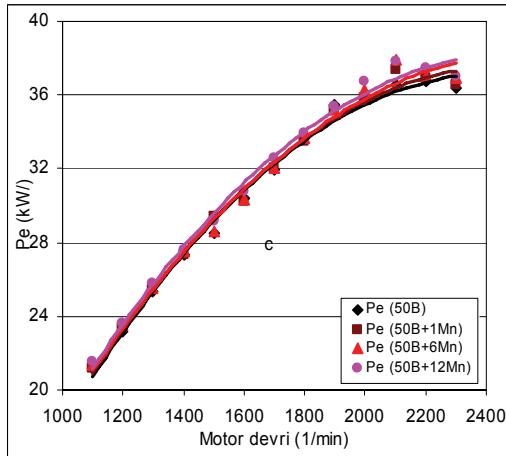
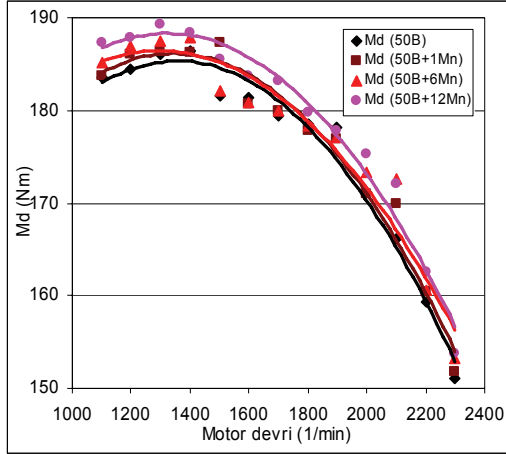
Dizel motorlarında kullanılan 50B yakıtı ve bu yakıtta Mn katkısının tork, güç ve özgül yakıt tüketimlerinin motor devrine bağlı değişimleri Şekil 2 'de görülmektedir. Yakıtların belirli devirlerdeki değişimleri ile 1100-2300 1/min arasındaki alınan değerlerin aritmetik ortalamaları dikkate alınmıştır.

Maksimum motor torku 1200 1/min'de yakıt kullanım sırasına göre 184,4-186-187-187,9 Nm olarak bulundu. Aritmetik ortalamalarına göre tork değişimleri 175,9-176,8-177,4-179 Nm olup, Mn katkılı yakıtların 50B yakıtına göre tork değişimleri sırasıyla %0,5-%0,8-%0,17 oranlarında arttığı belirlendi.

Maksimum güç 2300 1/min'de elde edilmiş olup, kullanılan yakıtların test sırasına göre değişimleri 36,38-36,55-36,92-37,04 kW olarak bulundu. Aritmetiksel ortalamalarının güç değişimleri sırasıyla 31-31,1-31,2-31,5 kW artar oranda değişmekte olup, Mn katkılı yakıtların 50B yakıtına göre tork değişimleri sırasıyla %0,5-%0,8-%0,17 oranında arttığı tespit edildi.

Özgül yakıt tüketimi minimum 1500 1/min'de tespit edilmiş olup, yakıt kullanım sırasına göre değişimleri 280,4-264,8-284,7-262,8 g/kWh olarak bulundu. Aritmetiksel ortalamalarına göre özgül yakıt tüketimi değişimleri 280,4-280-278-276 g/kWh olup, Mn katkılı yakıtların 50B yakıtına göre tork değişimleri sırasıyla %0,1-%1,0-%1,6 oranında azaldığı tespit edildi.

Motor performansı ile ilgili elde edilen bulgulara göre, 50B yakıtına katılan Mn katkısının efektif güç, tork ve özgül yakıt tüketimi değişiminde az da olsa etkili olduğu görülmektedir. Bu durumda 50B yakıtına Mn katkı oranları arttıkça karışımın yoğunluğunu kısmen artmasına bağlı olarak motor performans değerlerinin de kısmen arttırdığı belirlendi.



Şekil 2. Tam yük ve değişik motor devirlerinde, 50B yakıtı ve bu yakıtta farklı oranlarda Mn katkısının performans değişimleri. (Full load and various engine speeds,

50B fuel and performance changes in the contribution of this fuel in different ratios of Mn).

3.2. Emisyon Değişimleri (Emission Exchanges)

CO, HC ve NO_x emisyonlarının motor devirlerine bağlı değişimleri Şekil 3'de görülmektedir.

CO emisyon değişimleri, 1100-1500 1/min devirleri arasında cihazın ölçüm değerleri üzerine çıktığından genelde 4999 ppm olarak ölçüldü, daha sonra ölçüm sınırları arasına ulaştığında gerçek değerler alınabildi. Mn katkı maddesinin artması ile yani 1100-2300 1/min arasında alınan tüm değerlerin aritmetik ortalamalarına ve test sırasına göre, 3360-3277-3142-2884 ppm olarak değiştiği ve 50B yakıtına göre değişim oranları sırasıyla; %2,5-%6,9-%16,5 oranlarında azaldığı belirlendi.

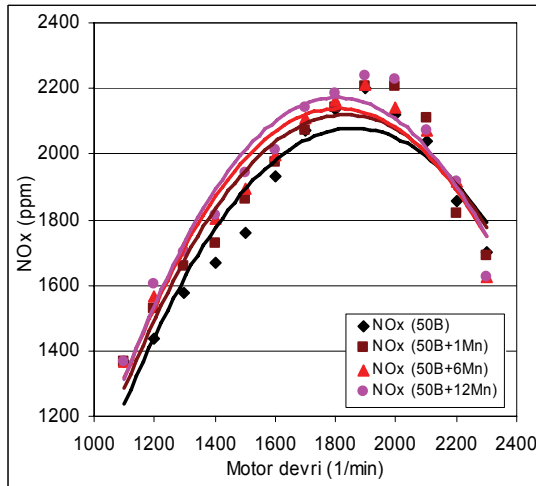
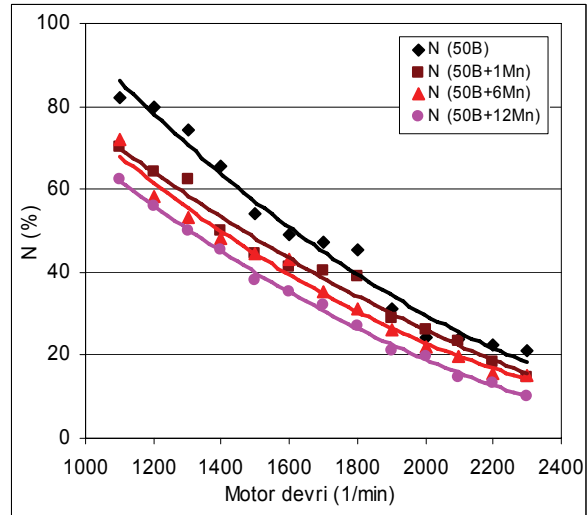
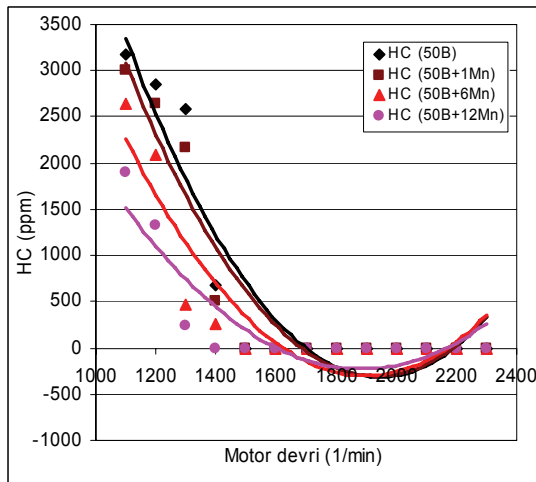
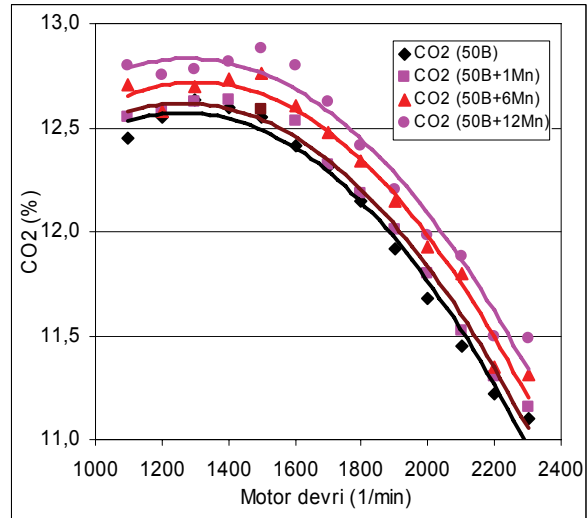
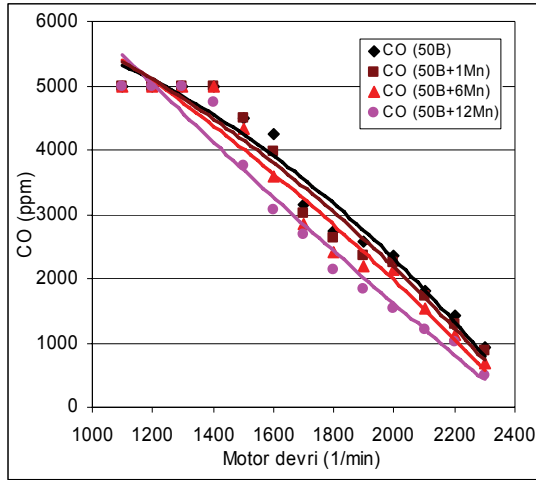
HC emisyon değişimlerini cihaz ppm cinsinden ölçmekte olup, 1500 1/min den sonra değer alınamadı ve alınan değerler göre değerlendirme yapıldı. Burada HC lerin de CO lar gibi azalmakta olup, ancak tüm devirlerdeki veriler alınmadığının detaylı bir değerlendirme yapılmadı.

NO_x emisyonları 50B yakıtına göre Mn katkısı ile daha yüksek değerler ölçüldü. Aritmetiksel ortalamalarına göre 1837-1874-1891-1912 ppm olarak değişmekte iken, kullanılan Mn katkılı yakıtların 50B yakıtına göre sırasıyla; %2-%2,9-%3,9 oranlarında arttığı belirlendi.

CO₂ %N (duman koyuluğu) emisyonlarının motor devirlerine bağlı değişimleri Şekil 4 de görülmektedir.

CO₂ emisyonları 50B yakıtına göre artma eğilimi göstermektedir. Aritmetiksel ortalamalarına göre sırasıyla %12,8-%12,14-%12,27-%12,36 oranlarında değişmekte olup, Mn katkılı yakıtların 50B yakıtına göre değişimleri sırasıyla %0,5-%0,15-%0,24 oranlarında arttığı belirlendi.

%N (duman koyuluğu) Mn katkısına bağlı olarak azama eğilimi göstermektedir. Aritmetiksel ortalamalarına göre sırasıyla %47, %40, %37, %33 oranlarında değişmekte olup, Mn katkısının 50B yakıtına göre değişimleri sırasıyla %18,6-%28,1-%45,7 oranında azaldığı belirlendi.



Şekil 3. Tam yük ve değişik motor devirlerinde 50B yakıtı ve bu yakıtta farklı oranlarda Mn katkısının CO, HC ve NOx emisyonlarının değişimleri. (Full load and various engine speeds, fuel and this fuel in different ratios of Mn contribution 50B CO, HC and NOx emissions changes)

Şekil 4 Tam yük ve değişik motor devirlerinde, 50B yakıtı ve bu yakıtta farklı oranlarda Mn katkısının CO₂ ve Duman koyuluğu emisyonlarının değişimleri (Full load and various engine speeds, the contribution of Mn 50B at different rates of fuel and the fuel emissions of CO₂ and smoke opacity changes).

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATION)

Sonuçlar:

- 50B yakıtlarında kullanılan Mn katkı maddesi motor torkunu ve buna bağlı olarak motor gücünü kısmen artırırken, özgül yakıt tüketiminin de kısmen azalmaktadır.
- Karışım yakıtına katılan Mn katkı maddesinin katkı oranlarına bağlı olarak CO, HC ve %N bakımından azalırken, CO₂ ve NOx emisyonları ise kısmen artmaktadır. Bunun sebebi; belirli oranlardaki Mn katkı maddesinin yakıtın ısı değerini katalizör görevi yaparak artırdığı ve yanmayı iyileştirdiği şeklinde yorumlanmaktadır.

- Elde edilen bulgulardaki HC, CO₂ ve PM emisyonlarla ilgili yapılan bu çalışmalar [5-8] kaynaklarında belirtilen çalışmaları uyum içerisinde bulunmaktadır. CO₂ arttığından CO lar azalacağından, yanmanın olumlu olması durumunda da NO_x emisyonlarının yükselmesi kaçınılmaz gözükmetedir.
- Öneriler:
- Mn katkı maddesi 50B performans değerlerini kısmen artırdığından ve emisyon değerlerini de kısmen düşürdüğünden dolayı 50B ve dizel yakıtlarında katkı maddesi olarak kullanılabilir.
- 50B biyodizeli içerisinde Mn katkı maddesinin 12 ppm in altında ve üstünde ve daha düşük aralıklarda tekrarlanması araştırmalardaki netlik açısından daha önemli olacaktır.
- 50B biyodizel yakıtına Mn katkı maddesinin katkı oranları öncelikle her katkı oranından sonra fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinden sonra test edilmesi daha etkili olacaktır.
- Mn katkı maddesinin 10B-100B arasında farklı oranlarda test edilmesi yararlı olacaktır.
- Performans ve emisyon değişimleri bakımından elde edilen bulguların çok yüksek olmamasından dolayı yakıtlarda Mn katkı maddesi oranlarının daha etkin kullanılması için kısa süreli testlerin dışında uzun süreli testler yapılmasının daha anlamlı olacaktır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Keskin A, Gürü M., Altıparmak D., Investigation of performance and emissions characteristics of tall oil biodiesel with CO based additive, **Energy Sources Part A**, 32(20), 1899-1907, 2010.
2. Gürü M., Can Ö., Koca A, Çınar C., Şahin F., Biodiesel production from waste chicken fat based sources and evaluation with Mg based additive in a Diesel engine, **Renewable Energy**, 35(3), 637-643, 2010.
3. Keskin A., Gürü M., Altıparmak D., Biodiesel production from tall oil with synthesized Mn and Ni based additives on fuel consumption and emissions, **Fuel**, Vol 86/7-8 pp 1139-1143, 2007.
4. Silva, F.N., Prata, A.S., Teixeira, J.R., "Technical Feasibility Assessment of Oleic Sunflower Methyl Ester Utilisation in Diesel Bus Engines", **Energy Conversion and Management**, 44 2857-2878, 2003.
5. Dorado, M.P., Ballesteros, E., Arnal, J. M., Gomez, J. and Lopez, F. J., Exhaust Emission From A Diesel Engine Fuelled With Transesterified Waste Olive Oil, **Fuel**, 82: 1311-1315, 2003.
6. Çelikten İ, Arslan MA, Investigation of diesel fuel, rape oil and soybean oil methyl esters effects on a direct injection diesel engine performance and emissions, **J. of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, 23 (4), 829-836, 2008.
7. Çelikten İ., Koca A., Arslan MA., Investigation of the effects of diesel fuel, rapeseed and soybean oil methyl esters on engine performance and emissions at different injection pressures, **Renewable Energy**, 35, 814-820, 2010.
8. Öztürk, G., Egzoz Gazlarından Kurtuluşa Doğru, **Bilim ve Teknik**, Cilt 22, Sayı 263, Sayfa 30-33, 1989.
9. Yang HH, Lee WJ, Mi HH, Wong CH, Chen CB. PAH emissions influenced by Mn-based additive and turbocharging from a heavy duty diesel engine, **Environmental International**, 24(4), 309-403, 1998.
10. Keskin A., Gürü M, Altıparmak D, Influence of metallic based fuel additives on performance and exhaust emissions of diesel engine, **Energy Conversion and Management**, 52(1), 60-65, 2011.
11. Çaynak S, Gürü M; Biçer, A, Keskin A, İçingür Y., Biodiesel production from pomace oil and improvement of its properties with synthetic manganese additive, **Fuel**, 88(3), 532-536, 2009.
12. Yang H, Wen-Jhy L. PAH emissions influenced by Mn-based additive and turbocharging from a heavy-duty Diesel engine, **Elsevier Science CA Section**, 24, 389-403 1998