

DİZEL MOTORLARDA MISIR YAĞI BİYODİZELİNİN YAKIT OLARAK KULLANIMININ MOTOR PERFORMANS VE EMİSYONUNA ETKİSİ

Ali KESKİN¹, A. Kadir EKŞİ^{2,*}

¹Adana Motor Anadolu Teknik ve Meslek Lisesi ADANA
²Ç.Ü. Müh. Mim. Fak., Makine Müh. Bölümü Balcalı/ADANA

ÖZET: Yapılan bu çalışmada, üretilen mısır yağı biyodizelinin dizel motorlarda alternatif yakıt olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Mısır yağı biyodizelinin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenip dizel yakıtı değerleri ile karşılaştırılmıştır. Mısır yağı biyodizeli, tek silindirli direk püskürtmeli bir dizel motor da 1800 – 3200 d/d arasında tam yük testine tabii tutulmuştur. Test esnasında motor performans ve emisyon değerleri ölçülmüştür. Mısır yağı biyodizeli ile yapılan çalışmalarda ölçülen tork ve güç değerlerinin, dizel yakıtı ile elde edilen değerlere yakın olduğu görülmüştür. Mısır yağı biyodizelinin özgül yakıt tüketimi değerleri, genel olarak ısıl değerinin düşük olmasına bağlı olarak artış göstermiştir. Mısır yağı biyodizeli ile CO ve is emisyonlarının azaldığı, NO_x emisyonlarının ise arttığı tespit edilmiştir. SO_x emisyonlarına ise rastlanılmamıştır.

Anahtar Kelimeler : *Mısır Yağı, Biyodizeli, Dizel Yakıtı, Dizel Motoru*

THE EFFECT OF USING CORN OIL BIODIESEL ON PERFORMANCE AND EMISSIONS OF DIESEL ENGINE

ABSTRACT: In this work, usability of corn oil biodiesel as an alternative fuel for diesel engine was studied. Corn oil biodiesel was produced by reacting corn oil with methyl alcohol. Fuel properties of corn oil biodiesel were determined, and compared with diesel fuel properties. Corn oil biodiesel were tested in a single cylinder, direct injection diesel engine between 1800 and 3200 rpm at full load-different engine speeds. During the test, performance and emissions of the engine were measured. Torque and power of the engine with corn oil biodiesel did not show significant variety. However, owing to low calorific value, levels of measured specific fuel consumption increased with corn oil biodiesel. CO and smoke emission increased and, NO_x emissions decreased with corn oil biodiesel. There were not SO_x emissions in exhaust gas.

Key Words : *Corn Oil, Biodiesel, Diesel Fuel, Diesel Engine*

* Sorumlu yazar

akeksi@cu.edu.tr

1. GİRİŞ

Son yıllarda petrol fiyatlarında meydana gelen anormal artışlar, teminin de yaşanan belirsizlikler ve petrol rezervlerinin dünyanın bir çok yerinde tükenmesi yada tükenmeye yüz tutması, üniversiteleri, araştırma kuruluşlarını ve hükümetleri petrole alternatif olabilecek yeni enerji kaynakları alanlarında çalışmalara sevk etmiştir. Bu kaynaklar güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidrojen ve biyokütle enerjisi gibi kaynaklardır. Biyokütle enerjisi, güneş enerjisini bitkilerin fotosentez yolu ile depolanması sonucu oluşan bitkisel ürünlerdir. Bol güneş alan ve geniş tarım alanlarına sahip ülkemiz için gelecek vaat etmektedir. Bu enerji çeşitlerinden, bitkisel yada hayvansal yağ kökenli olan biyodizel, en fazla gündemde olanıdır. Biyodizel, bitkisel yağların, kullanılmış atık yağların veya hayvansal yağların alkol ile uygun bir katalizör kullanılarak kimyasal reaksiyona sokulması sonucu elde edilen esterlere denir. Reaksiyon esnasında bitkisel yağ molekülünün (trigliserit) yapısında bulunan yağ asitleri alkol ile yeni esterler oluştururlar. Gliserin, reaksiyonun yan ürünü olarak ortaya çıkar, saflaştırılıp parfüm ve kozmetik sanayi gibi alanlarda değerlendirilebilmektedir (1).

Biyodizel modifiye edilmemiş dizel motorlarda, dizel yakıtı ile değişik oranlarda karıştırılarak yada %100 oranda kullanılabilir (2,3).

Biyodizel, alevlenme sıcaklığının yüksek olması sebebiyle daha güvenli bir yakıttır, herhangi bir nedenle dökülme durumunda torak ve su için daha az kirleticidir, kükürt ve aromatik hidrokarbon içermez, %11 civarında oksijen içerir ve setan sayıları 49-62 arasındadır. Yapılan araştırmalar ile biyodizelin emisyon bakımından daha az kirletici bir yakıt olduğu ortaya konmuştur(4,5). HC, SO_x, CO ve partikül emisyonlarında dizel yakıtı değerlerine göre azalmalar olduğu görülmüştür (6). NO_x emisyonları ise biyodizelin kullanıldığı motora göre değişim göstermekle birlikte genel olarak artış eğilimindedir (7).

Bu çalışmada, kurulan reaktörde üretilen mısır yağı biyodizeli tek silindirli direk püskürtmeli 6LD 400 Lombardini marka bir dizel motorunda 1800 – 3200 d/d arasında tam yük testine tabi tutulmuştur. Motor performans ve emisyon değerleri ölçülüp dizel yakıtı ile yapılan ölçüm değerleri ile karşılaştırılmıştır.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. Deney Yakıtının Hazırlanması

Mısır yağı biyodizelinin üretildiği düzenek, 2 lt'lik cam reaktör, termometre, geri soğutucu ve termostat kontrollü manyetik karıştırıcılı ısıtıcıdan oluşturulmuştur. Reaksiyonda, mısır yağı kütlelerinin %20'si oranında metil alkol ve %0,4'ü oranında katalizör olarak sodyum hidroksit (NaOH) kullanılmıştır. Reaksiyon bir saatlik bir sürede ve 50-55 °C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Reaksiyon sonunda elde edilen ham mısır yağı biyodizelinin pH değeri asetik asit eklenerek 7'ye ayarlanmıştır. Daha sonra gliserinin dibe çöküp faz oluşturması için ürün 8 saat dinlenmeye bırakılmıştır. Dibe çöken gliserin ayırma hunisi ile ayrıldıktan sonra elde edilen ürün saf su ile kabarcık yöntemi kullanılarak yıkanmıştır. Yıkama sonrasında da biyodizel içerisinde kalmış olan su'dan arındırılmak için ürün 100 °C sıcaklığa kadar ısıtılarak 15 dakika bekletilmiştir.

Üretilen mısır yağı biyodizelinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Otomotiv Anabilim Dalı'na ait Yakıt Analiz Laboratuvarı'nda ASTM test metodları uygulanarak ve TS EN 14214 "Otomobil Yakıtları-Dizel Motorlar için Yağ Asidi Metil Esteri (YAME) - Özellikler ve Deney Yöntemleri" standardına göre belirlenmiştir.

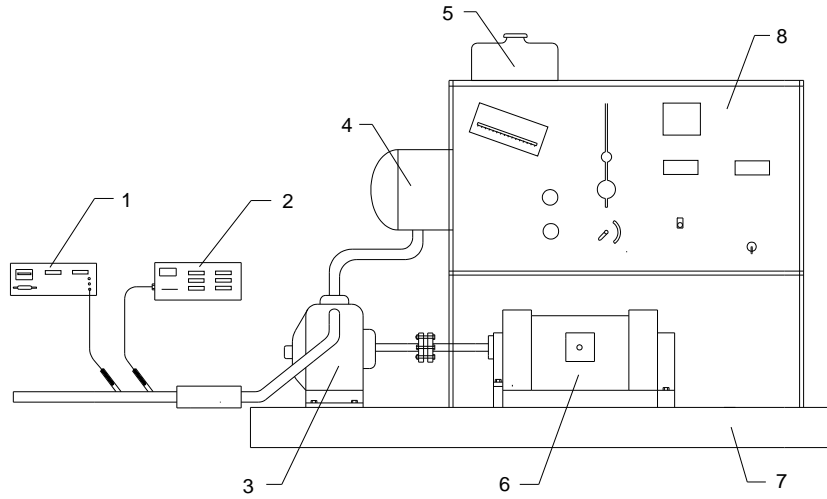
Biyodizellerin, fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için laboratuvarında kullanılan tüm cihazlar ASTM kalibrasyon numuneleri ile kalibre edilmiş olup, testlerde kullanılan cihazlar aşağıda belirtilmiştir.

- KOEHLER Saybolt Viskoizometre Cihazı,
- IKA C2000 Tam Otomatik Kalorimetre Cihazı,
- ISL CPP 97-2 Soğuk Filtre Tıkanma, Bulutlanma ve Akma Noktası Tayin Cihazı,
- TANAKA APM-7 Pensky-Martens Kapalı Kap Parlama Noktası Tayin Cihazı,
- ZELTEX ZX440 Benzin ve Dizel Yakıtı Analiz Cihazı,
- OXFORD LAB-X 3500 XRF Kurşun-Kükürt Analiz Cihazı,
- KEM Yoğunluk Ölçme Cihazı ve ISOLAB Dansitometre.

3.2. Motor Test Düzeneği

Bu çalışmada deney motoru olarak teknik özellikleri Tablo 1’de verilen, tek silindirli 4 zamanlı direk enjeksiyonlu bir dizel motoru kullanılmıştır. Deney öncesi motor yakıt pompası ve enjektör ayarları orijinal değerlere göre ayarlanmıştır. Mısır yağı biyodizelinin motor performans ve emisyonlarına olan etkilerini belirlemek amacıyla tam yük şartlarında 1800-3200d/d arasında 200 d/d arayla testler yapılmıştır. Motor testlerinde performans ve emisyon ölçümlerine geçilmeden önce deney motoru 15 dakika yüksüz çalıştırılıp normal

çalışma sıcaklığına getirilmiştir. Çalışma ortamının basıncı ve sıcaklığı ölçülerek performans değerleri üzerindeki etkileri dikkate alınmıştır. Tork ve güç ölçümleri için bir elektrikli dinamometre kullanılmıştır. Emisyon ölçümlerinde ise VLT 2600 S ve Gaco-SN marka emisyon cihazları kullanılmıştır. Deney düzeneğinin şematik görünümü Şekil 1’de görülmektedir. Her bir deney yakıtı 3 kez test edilmiş ve ölçülen değerlerin ortalamaları alınmıştır.



Şekil 1. Motor test düzeneğinin şematik görünümü

1. Dizel emisyon cihazı, 2. Duman ölçüm cihazı, 3. Deney motoru, 4. Hava metre, 5. Yakıt deposu, 6. Dinamometre, 7. Platform, 8. Kontrol paneli

Tablo 1. Deney motorunun teknik özellikleri

Marka ve model	Lombardini 6LD 400
Çalışma prensibi	4 zamanlı, direkt enjeksiyonlu
Silindir sayısı	1
Silindir hacmi	395 cm ³
Silindir çapı	86 mm
Strok	68 mm
Sıkıştırma oranı	18:1
Enjektör püskürtme basıncı	200 bar

3.3. Deney Sonuçları

Deneylerde kullanılan dizel yakıtının ve mısır yağı biyodizelinin fiziksel ve kimyasal yakıt özellikleri Tablo 2’de verilmiştir. Mısır yağı biyodizelinin Setan Sayının dizel yakıtına göre daha yüksek olması motorun daha sesiz ve

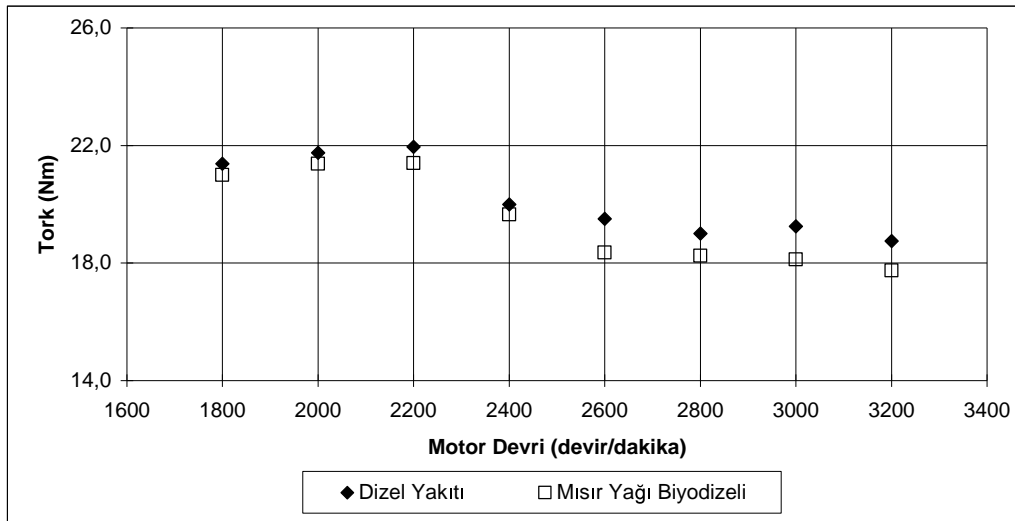
vuruntusuz çalışmasını sağlar, parlama noktasının daha yüksek olması ise yakıt emniyetli saklanabilme özelliğini iyileştirir. Bu iki özelliğin dışındaki özellikler ise dizel yakıtı özelliklerine çok yakındır. Ayrıca mısır yağı biyodizelinin belirlenen özellikleri B100 ASTM D6751 standartlarına uygundur.

Tablo 2. Mısır yağı biyodizelinin ve dizel yakıtının fiziksel ve kimyasal özellikleri

	Mısır Yağı biyodizeli	Dizel Yakıtı
Kinematik Viskozite (mm²/sn) (38 °C)	4.9	2,6
Yoğunluk (kg/l)	0.869	0.837
Setan Sayısı	50	46
Setan İdeksi	51	46
Isıl Değer (kJ/kg)	39 468	44 116
Parlama Noktası (°C)	173	72
Kükürt (%)	0	0.2579
Akma Noktası (°C)	-14	-20

Şekil 2’de değişik devir tam yük koşullarında, dizel yakıtı ve mısır yağı biyodizelinin tork değerleri değişimleri verilmiştir. Bütün devirlerde, dizel yakıtı ile yapılan ölçümlerin sonuçları, mısır yağı biyodizelinin değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Yüksek motor devirlerinde, dizel yakıtı ile mısır yağı biyodizelinin arasındaki tork değeri farkı genel olarak artış göstermiştir. Dizel yakıtı ve mısır

yağı biyodizeli için maksimum motor tork değeri 2200 d/d’da sırasıyla 22.0 Nm ve 21.4 Nm olarak ölçülmüştür. Mısır yağı biyodizelinin tork değerindeki azalma 3200 d/d’da %7.5 ile maksimum değerde, 2000 d/d’da %1.8 ile minimum değerdedir. Dizel yakıtı ile mısır yağı biyodizeli arasındaki tork değeri farklılıkları ısıl değer farkından kaynaklanmaktadır.

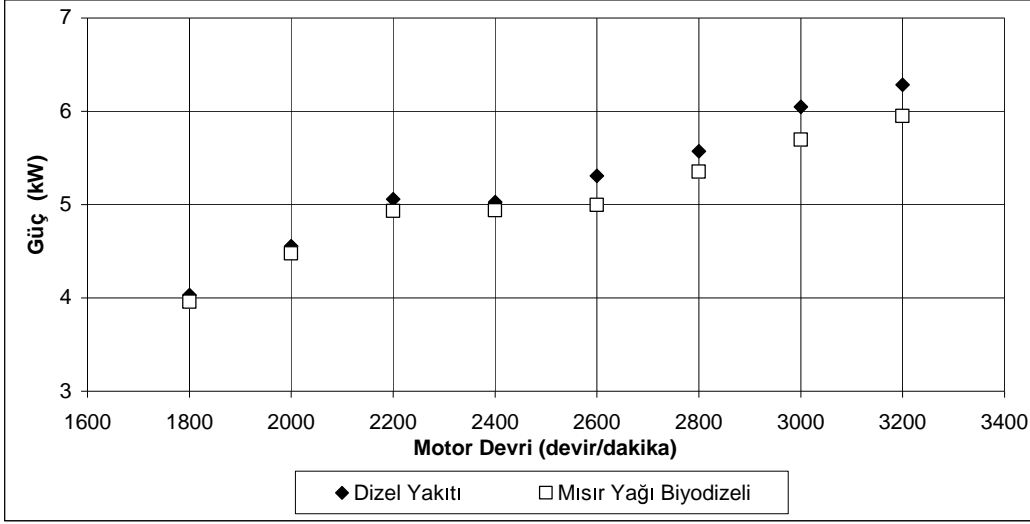
**Şekil 2.** Dizel yakıtı ve mısır yağı biyodizelinin tork değeri değişimleri.

Dizel yakıtı ve mısır yağı biyodizelinin güç değeri değişimleri Şekil 3’de gösterilmiştir. Özellikle yüksek devirlerde mısır yağı biyodizeli ile

ölçülen güç değerleri, dizel yakıtı değerine göre azalmalar göstermiştir. Mısır yağı biyodizeli ile güç değerinde meydana gelen maksimum azalma

3200 d/d'da %5.7 oranında olmuştur. Her iki yakıt için maksimum güç değeri 3200 d/d'da ölçülmüştür. Dizel yakıtı ile ölçülen maksimum

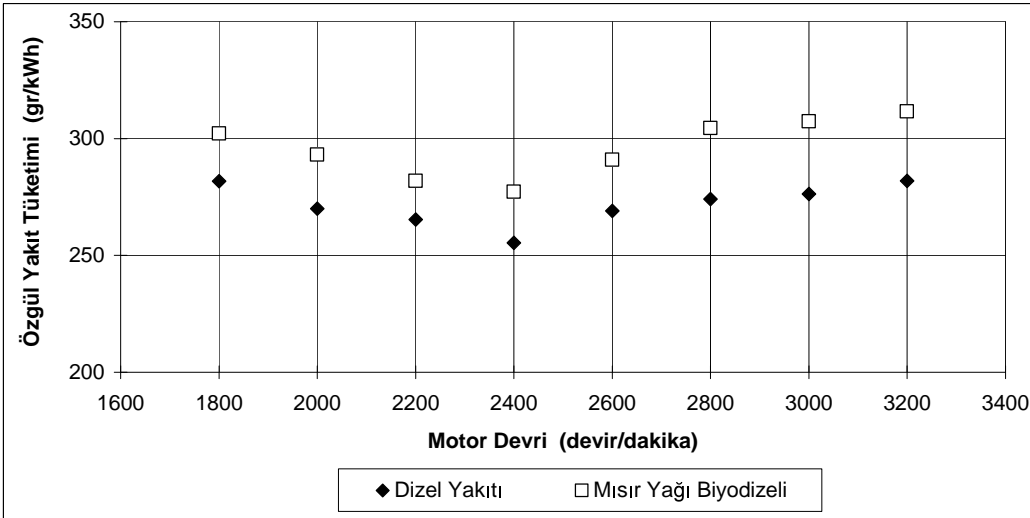
güç değeri 6.3 kW iken, mısır yağı biyodizeli ile ölçülen maksimum güç değeri 6.0 kW dır.



Şekil 3. Dizel yakıtı ve mısır yağı biyodizelinin güç değerleri değişimleri

Dizel yakıtı ve mısır yağı biyodizelinin özgül yakıt tüketimi değeri Şekil 4'de görülmektedir. Mısır yağı biyodizeli özgül yakıt tüketimi değerleri dizel yakıtı değerlerine göre ölçüm yapılan bütün motor devirlerinde daha yüksek ölçülmüştür. Minimum artış miktarı 2200 d/d'da göre %6.4, maksimum artış miktarı 2800 d/d'da göre %10.9 dur. Mısır yağı biyodizeli özgül yakıt

tüketimi değerlerinin dizel yakıtına göre ortalama artışı miktarı %9.2 olarak tespit edilmiştir. Dizel yakıtı ve mısır yağı biyodizeli için en düşük özgül yakıt tüketimi değeri 2400 d/d'da sırasıyla 255 gr/kWh ve 277 gr/kWh olarak ölçülmüştür.



Şekil 4. Dizel yakıtı ve mısır yağı biyodizelinin özgül yakıt tüketimi değerleri değişimleri

Dizel yakıtı ve mısır yağı biyodizelinin, CO emisyonlarının değerleri değişimleri Şekil 5'de verilmiştir. Ölçüm yapılan bütün motor devirlerinde mısır yağı biyodizelinin CO

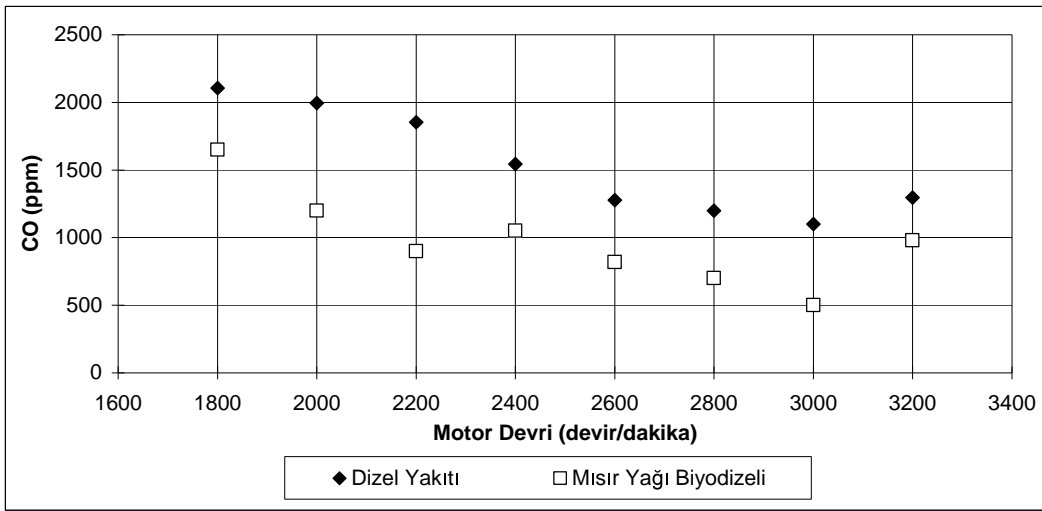
emisyonları dizel yakıtı değerlerinden daha düşük ölçülmüştür. Dizel yakıtı değerlerine göre meydana gelen maksimum azalma 2200 d/d da %51.4, minimum azalma ise 3200 d/d da % 24.3

dür. CO emisyonlarındaki azalmanın nedeni mısır yağı biyodizeli bünyesinde %11 civarında bulunan oksijen ve setan sayısının dizel yakıtına göre yüksek olmasının yanma verimini arttırmasıdır.

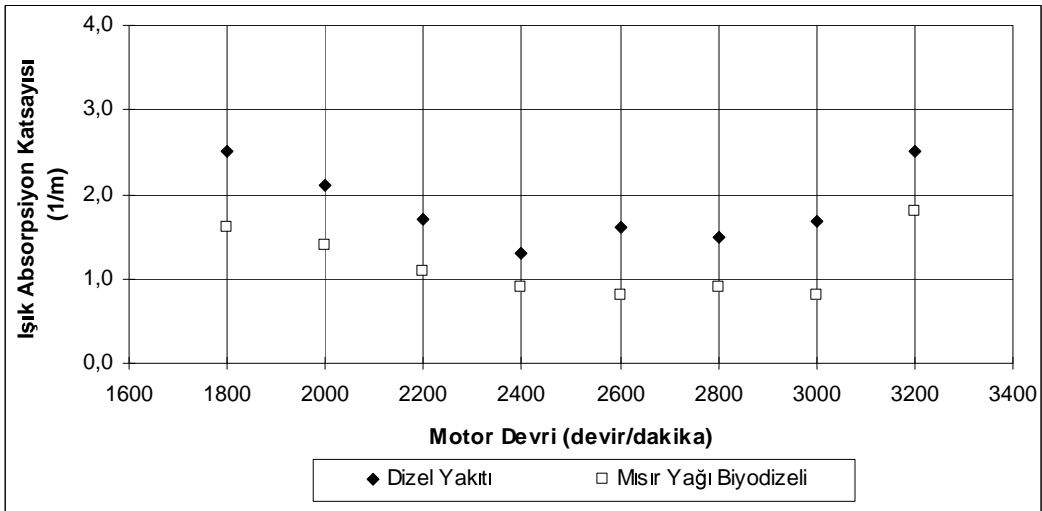
Şekil 6'de dizel yakıtı ve mısır yağı biyodizelinin, ışık absorpsiyon katsayısı değişimi değerleri gösterilmektedir. Mısır yağı ile elde edilen ışık absorpsiyon katsayısı değeri dizel yakıtı ile elde edilen değerlere göre bütün devirlerde daha düşüktür. Meydana gelen maksimum azalma 1800 d/d'da %64.0, minimum azalma ise 2400 d/d'da %30.1 dir.

Mısır yağı biyodizelinde ışık absorpsiyon katsayısında meydana gelen azalma partikül emisyonlarında ki azalmayı dolayısıyla yanmanın iyileştiğini gösterir.

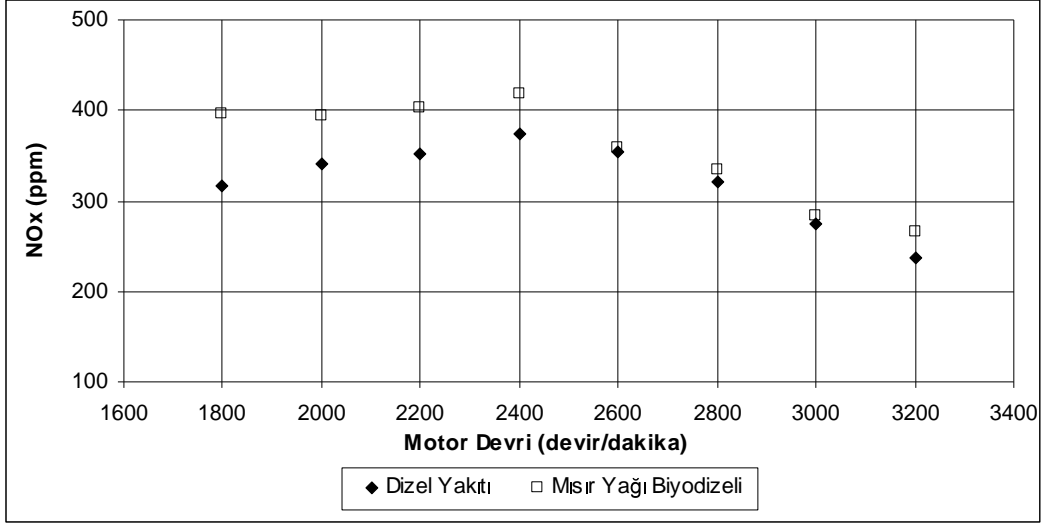
Ölçüm yapılan bütün motor devirlerinde mısır yağı biyodizeli NO_x emisyonu değerleri dizel yakıtı değerlerine göre daha yüksek ölçülmüştür (Şekil 7). 2600 d/d ila 3000 d/d arasında her iki yakıtın değerleri birbirlerine çok yakındır. Mısır yağı biyodizelinin NO_x emisyonlarında meydana gelen maksimum artış 1800 d/d'da %25.31 oranında, bununla birlikte meydana gelen ortalama artış ise %10.9 dur.



Şekil 5. Dizel yakıtı ve mısır yağı biyodizelinin CO emisyonu değerlerinin değişimleri



Şekil 6. Dizel yakıtı ve mısır yağı biyodizelinin Işık absorpsiyon katsayısı değerleri değişimleri



Şekil 7. Dizel yakıt ve fındık yağı biyodizelinin NO_x emisyon değerleri değişimleri

4. SONUÇ

Bu çalışmada, mısır yağı biyodizelinin dizel motorlarında herhangi bir modifikasyona gidilmeden alternatif yakıt olarak kullanılabilmesi görülmüştür. Mısır yağı biyodizelinin yenilenebilir olması, yakıt özelliklerinin dizel yakıtı özelliklerine yakın olması, çevreye daha az zararlı olması önemli avantajlarıdır.

Büyük oranda mısır yağı biyodizelinin ısıl değerinin dizel yakıtına göre daha düşük olmasına ve viskozitenin yüksek olmasına bağlı olarak motor tork değerinde %7.5'e kadar, güç değerinde ise %5.7'ye kadar varan azalmalar görülmüştür. Tork ve güç değerlerinde meydana gelen bu azalmalara rağmen genelde dizel yakıt ile elde edilen değerlere çok yakın değerler elde edilmiştir. Özgül yakıt tüketimi değeri %9.24 oranında azalma göstermiştir. Mısır yağı biyodizeli ile CO emisyonunda %51.4'e kadar, ışık absorpsiyon katsayısı değerlerinde %64'de kadar varan azalmalar, NO_x emisyonlarında ise %25.31'e kadar varan artışlar olduğu tespit edilmiştir. SO_x emisyonlarına ise rastlanılmamıştır.

5. KAYNAKLAR

1. Keskin,A., "Tall Yağı Esaslı Biyodizel ve Yakıt Katkı Maddesi Üretimi ve Bunların Dizel Motor Performansı Üzerindeki Etkileri", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 2005.

2. Wedel,R.V., "Technical handbook for Marine biodiesel", National Renewable Energy Laboratory, USA, 1999.

3. Acaroğlu, M., "Alternatif Enerji Kaynakları. Atlas Yayın Dağ", İstanbul, 2003.

4. Altın,R., "Bitkisel Yağların Dizel Motorlarında Yakıt Olarak Kullanılmasının Deneysel Olarak İncelenmesi", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 1998.

5. Kalligeros,S., Zannikos,F., Stournas,S., Lois,E., Anastopoulos,G., Teas,C., and Sakellaropoulos,F., "An investigation of using biodiesel/marine diesel blends on the performance of a stationary diesel engine", Biomass and Bioenergy, 24;141-149, 2003.

6. 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.

7. Yamık,H., "Dizel Motorlarda Alternatif Yakıt Olarak Yağ Esterlerinin Kullanılma İmkanlarının Araştırılması", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 2002.

