



# Susam Yağından Elden Edilen Biyodizelin Dizel Motorda Performans Ve Egzoz Emisyonlarına Etkisi

Süleyman ŞİMŞEK<sup>1</sup>, İlker Gökçe<sup>2\*</sup>, Hatice ŞİMŞEK<sup>3</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-0593-8036),  
suleymansimsek@aydin.edu.tr

<sup>2</sup> İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-1637-5141),  
igokce@stu.aydin.edu.tr

<sup>3</sup> Tekirdağ Namık Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, İstanbul, Türkiye (ORCID: 0000-0003-0041-3406),  
h.simsek@nku.edu.tr

(Uluslararası Araştırma-Geliştirme ve Tasarım Konferansı – 15-18 Aralık 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.1045572)

**ATIF/REFERENCE:** Şimşek, S., Gökçe, İ. & Şimşek, H. (2021). Susam Yağından Elden Edilen Biyodizelin Dizel Motorda Performans Ve Egzoz Emisyonlarına Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (32), 583-587.

## Öz

Günümüzde artan nüfus, artan fosil yakıt türevi ürünlerin tüketimi doğrultusunda ortaya çıkan fosil yakıt rezervlerinin tükeniyor olması ve fosil yakıtların kullanılması ile meydana gelen çevre kirliliğine sebep olan kirletici emisyonlar ve sera gazı etkisi canlı yaşam alanlarını olumsuz etkilemekte olup aynı zamanda küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Ortaya çıkan bu durumlardan dolayı daha yaşanabilir bir çevre ve canlı yaşamını daha ön planda tutulması için yenilenebilir daha çevreci alternatif yakıt arayışları hızlanmıştır. Bu çalışmada susam yağından elde edilen biyodizelin tek silindirli dizel bir motorda alternatif yakıt olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. SY10 (%10 Susam Yağı +%90 Dizel) ,SY20 (%20 Susam Yağı+%80 Dizel) elde edilen bu biyodizeller sabit devirli, hava soğutmalı, dört zamanlı, tek silindirli, direkt enjeksiyonlu dizel motorda 500 – 3000 d/d arasında farklı yük testleri yapılmıştır. Test sırasında CO, HC, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve özgül yakıt tüketim değerleri anlık olarak ölçülmüştür. Ölçülen bu değerler incelenmiş olup CO, HC, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> parametrelerinde biyodizel oranı arttıkça artış meydana gelmekte olup özgül yakıt tüketimi 2500 d/d 'da SY20 biyodizeli daha az yakıt tüketimine sahip olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Susam Yağı, Biyodizel, Dizel Motor, Egzoz Emisyonları.

## Biodiesel from Sesame Oil in Diesel Engine Effect on Performance and Exhaust Emissions

### Abstract

Today, the increasing population, the depletion of fossil fuel reserves as a result of increasing consumption of fossil fuel-derived products, and the pollutant emissions and greenhouse gas effect that cause environmental pollution caused by the use of fossil fuels negatively affect living spaces and at the same time cause global warming. Due to these emerging situations, the search for renewable, more environmentally friendly alternative fuels has accelerated in order to prioritize a more livable environment and living life. In this study, the usability of biodiesel obtained from sesame oil as an alternative fuel in a single-cylinder diesel engine was investigated. These biodiesels obtained from SY10 (10% Sesame Oil + 90% Diesel) and SY20 (20% Sesame Oil + 80% Diesel) are produced in a fixed speed, air-cooled, four-stroke, single-cylinder, direct injection diesel engine. Between 500 – 3000 rpm. Different load tests were carried out. During the test, CO, HC, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and special fuel consumption values were measured instantly. These measured values were examined and it can be said that SY20 biodiesel has less fuel consumption as the CO, HC, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> parameters increase as the biodiesel ratio increases and the specific fuel consumption is 2500 rpm.

**Keywords:** Sesame Oil, Biodiesel, Diesel Engine, Exhaust Emissions

\* Sorumlu Yazar: igokce@stu.aydin.edu.tr

## 1. Giriş

(Keskin ve Ekşi, 2006; Simsek ve Uslu, 2020) Günümüz dünyasında meydana gelen fosil yakıt rezervlerinin hızlı bir şekilde tükeniyor olması ayrıca çevreye verdiği zararlı etkiler dolayısıyla petrol türevlerine alternatif olması için yenilenebilir ve çevreye daha az zararlı alternatif yakıt biyodizel arayışları devam etmektedir

(Saridemir ve Tekin, 2016; Saydut, Duz, Kaya, Kafadar ve Hamamci, 2008; Sugözü, Akbaş, Altun ve Öner, 2007) Dünyamızın petrol rezervlerine bağımlılığının minimum seviyeye çekilmesi ve çevremizdeki ekolojinin daha korunabilir hale gelmesi için hali hazırda bulunan kaynakların daha yüksek verimli olarak ve etkin bir şekilde kullanabilmek adına alternatif enerji arayışı içerisinde olmamız gerekir. İçten yanmalı motorlarda alternatif olarak kullanılacak biyodizel yakıtın daha maliyeti az ve yüksek miktarda üretilmesi, yakıt özellikleri olarak geleneksel yakıtlara daha yakın özelliklerde, lojistiği ve depolanması kolay ayrıca daha düşük emisyon değerlerinde olması istenmektedir

(ALPGİRAY ve GÜRHAN, 2007; ÇELİKTEKİN, 2004) Dizel yakıtlara alternatif olarak yapılan araştırmalarda bitkisel yağlar yani biyodizel yakıtlar tercih edilmektedir. Biyodizellerin en büyük problemlerden biri akıcılığın az olması olup enjektörlerden püskürtülmesi esnasında tıkanmalara yol açabilmektedir. Bu durumdan dolayı da yanma kalitesi düşmekte olup emisyon değerlerinde artışa sebebiyet vermektedir.

(Keskin ve Aydın, 2005) Biyodizellerin yapısı geleneksel petrol türevi dizel yakıttan farklıdır. 12 – 22 arasında karbon sayısına sahip olan biyodizeller 14-18 arasında karbon sayısına sahip olan dizel yakıtlardan kimyasal yapı olarak farklılıkları vardır. Biyodizeller hidrokarbon zincirlerinden oluşmakta olup kütlelerinin %10 'unu oksijen atomundan oluşmaktadır.

(MUTLU, 2010; Uslu, 2015) Ayrıca petrol türevi olan yakıtların kullanılmasından dolayı çevreye verilen zarar kadar insan sağlığında etkilemektedir. Birçok deri hastalıklarından, sinir sistemi, solunum sistemi gibi vücutta birçok yere etki etmektedir. Yakıtın yanması sırasında CO, HC, NOx, CO<sub>2</sub> ve is emisyonu gibi açığa çıkan zararlı emisyonlar mevcuttur ve buda insan sağlığı için oldukça zararlı maddelerdir. Asit yağmurlarının oluşumu incelendiğinde temelinde açığa çıkan zararlı emisyon değerlerinden kaynaklandığı söylenebilmektedir. Bu durum hem insan sağlığı hemde çevreye zararlı olduğunu gösterir ki alternatif yakıt arayışı için önemli bir etkidir

(Keskin ve Ekşi, 2006) Dizel yakıtlı motorlar benzinli motorlara kıyasla daha fazla oranda azot oksit ve is ürettikleri için dizel yakıtlı motorlarda zararlı emisyon salınımını azaltmak için birkaç yöntem uygulanmaktadır. Uygulanan bu teknikler biyodizel yakıt özelliklerinin iyileştirilmesinin yanı sıra zararlı emisyon değerlerinin azaltılması için çalışılmaktadır

(Şimşek, 2010; Uslu, 2015) Dizel yakıtlı motorlarda önemli parametrelerden biri olan püskürtme basıncı yanma işlemini meydana getirmektedir. Dizel yakıtlı motorlarda kullanılan alternatif yakıtların biyodizellerin yanma durumunu iyileştirmek için motor üzerindeki bazı parametrelere revizyon yapılması ile emisyon ve performans değerlerinde iyileşme mümkündür

Bu çalışmada susam yağından elde edilen biyodizelin tek silindirli dizel yakıtlı bir motorda farklı yüklemeler ile motor üzerindeki performans ve emisyon değerleri incelenmiş olup dizel

yakıt ile yapılan ölçüm sonuçları ile bu değerler grafik halinde karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Araştırmalarda kullanılan biyodizel ve dizel yakıtın kimyasal testleri TÜBİTAK MAM (Marmara Araştırma Merkezi) enerji laboratuvarında test edilmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Yapılan bu çalışmada %100 dizel, SY10 (Susam Yağı %10 + Dizel%90), SY20 (Susam Yağı %20 + Dizel %80) yakıtları kullanılmıştır. Bu yakıtların fiziksel ve kimyasal özellikleri TÜBİTAK MAM (Marmara Araştırma Merkezi) enerji ve kimya laboratuvarı tarafından incelenmiştir. Tablo 1'de yakıtların fiziksel ve kimyasal özellikleri verilmiştir.

Tablo 1. Biyodizel ve dizel yakıtların fiziksel ve kimyasal özellikleri

	Saf Dizel	Susam Yağı	%90D +%10 SY	%80D +%20 SY
Setan Sayısı	56,2	-	55,8	54,8
Üst Isıl Değer (D240) cal/g	10951	9310	10729	10532
Alt Isıl Değer (D240) cal/g	10274	9094	10114	9972
Yoğunluk 15°C kg/m <sup>3</sup>	830,2	921,9	839,4	848,2
Parlama Noktası °C ASTM D 93	65,5	290 (ASTM D92)	65,5	65,5
Viskozite 40°C ASTM D 445 mm <sup>2</sup> /s	2,861	30,93	3,621	4,615

Bu deneysel çalışmada sabit devirli, hava soğutmalı, dört zamanlı, tek silindirli, direkt enjeksiyonlu dizel motor kullanılmış olup Tablo 2'de cihazın teknik özellikleri verilmiştir. Motor üzerinde yağ sıcaklık sensörü, yük sensörü, egzoz sıcaklık sensörü, yakıt tüketim ölçüm ekipmanları motor üzerine entegre edilmiştir. Deneyde 500,1000,1500,2000,2500 ve 3000 Watt'lık motor yüklemeleri yapılarak motor performansı ve emisyon değerleri incelenmiştir.

Tablo 2. Deneyde kullanılan motorun teknik özellikleri

Model	Katana KM 178 FE
Motor Tip	4 Zamanlı, Üstten Valfli, Tek Silindirli, Yatay Şaftlı
Çap Strok	78mm x 62mm
Silindir Hacmi	296cm <sup>3</sup>
Yakıt Sistemi	Direkt Püskürtme
Motor Hızı Maksimum	3000 d/d
Hava Filtresi	Çift Elemanlı
Yakıt Cinsi	Dizel
Yakıt Tüketimi	1,20 Lt/Saat
Yağ Haznesi Kapasitesi	1,1 Litre
Soğutma Sistemi	Cebri Hava Soğutmalı

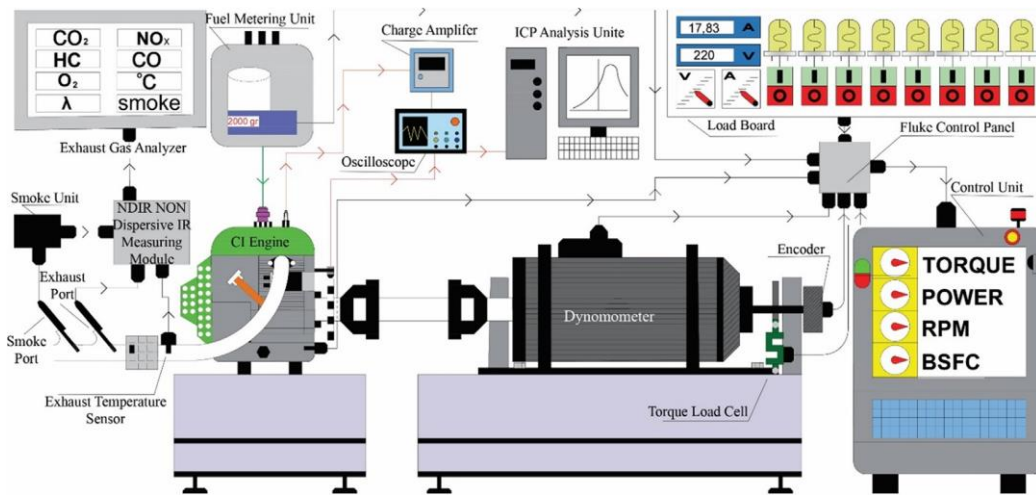
Testlerde uygulanan Bılsa MOD 2210 WINXP-K tipi egzoz gazı analizörünün ölçüm aralıkları ve hassasiyetleri Tablo

3'te gösterilmiştir. Deneysel çalışma sırasında CO, HC, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve özgül yakıt tüketimi sıcaklığı olmak üzere emisyon parametreleri anlık olarak kaydedilmiş olup değerlendirmeler bu verilere göre yapılmıştır.

Tablo 3. Egzoz Emisyon Cihazının Ölçüm Aralıkları ve Hassasiyeti

Değişken	Ölçüm Aralığı	Kesinlik
CO	%0-10.0 hacmen	%0,00
Lambda	0,5-2.00	0.001
NO <sub>x</sub>	0-5000	1 ppm

O <sub>2</sub>	%0-10 hacmen	%0.01
HC	0-10.000 ppm hacmen	1 ppm
CO <sub>2</sub>	%0-20.0 hacmen	%0,00
Hız	0-9990 dev/dak.	10 rpm

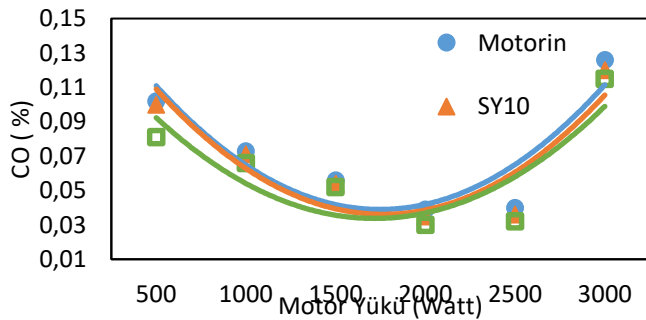


Şekil 1. Deneysel çalışma yapılan düzeneğin şematik görüntüsü (Simsek, 2020)

### 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

#### 3.1. CO Emisyonu

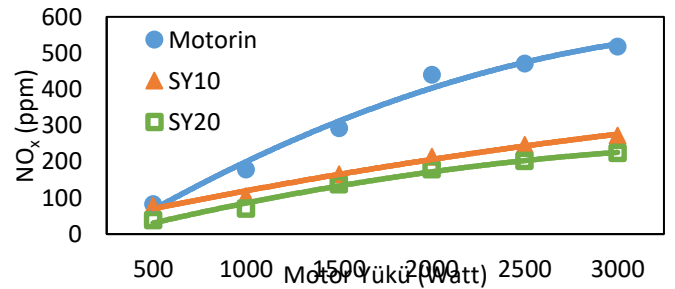
Yapılan çalışmada üç farklı yakıtın belli motor yüklerinde test edilmesi ile oluşan karbonmonoksit sonuçları Şekil 2'de gösterilmiştir. Karışımda bulunan biyodizel oranı arttıkça CO değerinin motorine kıyasla sırasıyla tüm motor yüklerinde ortalama %4,58 %13,76 azaldığı gözlemlenmiştir. Biyodizel oranının artışına bağlı olarak CO miktarının azalması biyodizel içerisinde oksijen bulundurmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 2. CO Grafiği

#### 3.2. NO<sub>x</sub> Emisyonu

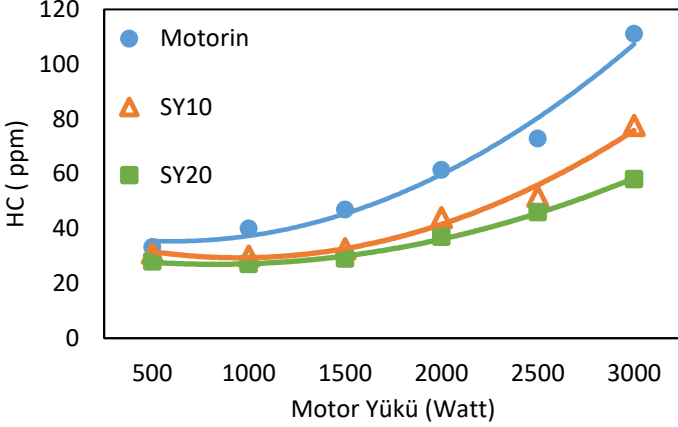
Değişken motor yükleri üzerinde yapılan deneylerde NO<sub>x</sub> emisyon değerleri Şekil 3'te gösterilmiştir. Dizel yakıtlı motorlarda NO<sub>x</sub> oluşmasının sebeplerinden en önemlisi yanma sonrası sıcaklık artışıdır. Oksijen miktarı olarak yüksek ve enerji içeriği bakımından düşük enerjiye sahip olan biyodizel karışımlarında yanma sonu oluşan sıcaklıkların düşüşüne neden olur (Sugözü ve diğerleri, 2007; Uslu, 2015). Bu sebepten NO<sub>x</sub> değerinde motorine kıyasla sırasıyla tüm motor yüklerinde ortalama %45,50 %57,11 azaldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 3. NO<sub>x</sub> Grafiği

### 3.3. HC Emisyonu

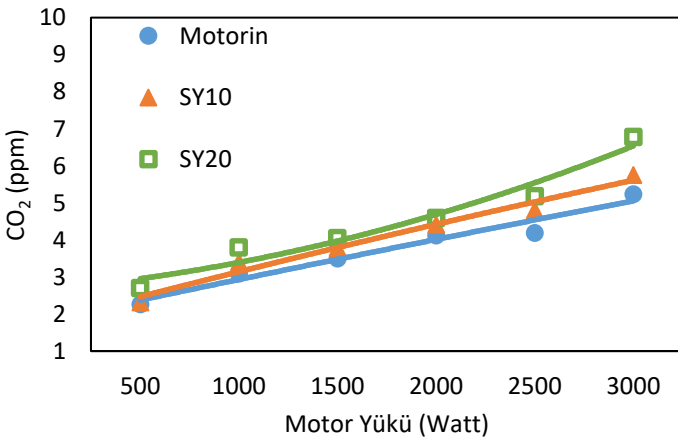
Değişken motor yükleri üzerinde yapılan deneylerde HC emisyon değerleri Şekil 4'te gösterilmiştir. HC emisyonu oluşumu yakıtın silindir içerisine gönderilmesi ile tüm yakıtın yanması sonucu dışarı atılan yakıt sonucu oluşmaktadır. HC değerinde motorine kıyasla sırasıyla tüm motor yüklerinde ortalama %26,99, %38,48 azaldığı gözlemlenmiştir. Biyodizelin içerisinde bulunan oksijen hava yakıt karışımlarında oksidasyon sağlamış ve bu sebepten HC emisyonunda azalma görülmüştür.



Şekil 4. HC Grafiği

### 3.4. CO<sub>2</sub> Emisyonu

CO<sub>2</sub> emisyonu dizel yakıtlı motorlarda silindir içerisinde karbon içerikli yakıtların O<sub>2</sub> molekülüyle tepkimeye girmesi sonucu CO<sub>2</sub> oluşmaktadır (MUTLU, 2010). CO<sub>2</sub> miktarında biyodizel karışımlarında motorine kıyasla sırasıyla tüm motor yüklerinde ortalama olarak %9,24 %20,95 arttığı gözlemlenmiştir. Biyodizel içerisindeki oksijen miktarı CO<sub>2</sub> emisyonunda artışa sebep olmuştur. Şekil 5'te CO<sub>2</sub> grafiği görülmektedir.

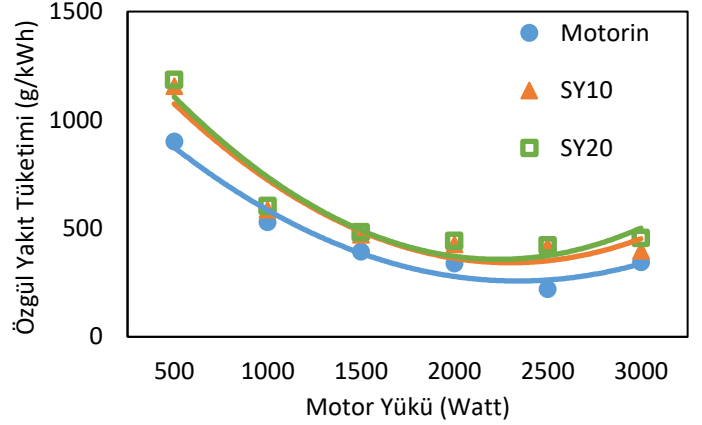


Şekil 5. CO<sub>2</sub> Grafiği

### 3.5. Özgül Yakıt Tüketimi

Değişken motor yüklerinde dizel ve biyodizel karışımların özgül yakıt tüketim verileri Şekil 6'te gösterilmiştir. Özgül yakıt tüketiminde biyodizel karışımlarında motorine kıyasla sırasıyla tüm motor yüklerinde ortalama olarak %26,75, %31,67 oranında arttığı tespit edilmiştir. Hazırlanan biyodizel karışımın alt ısı

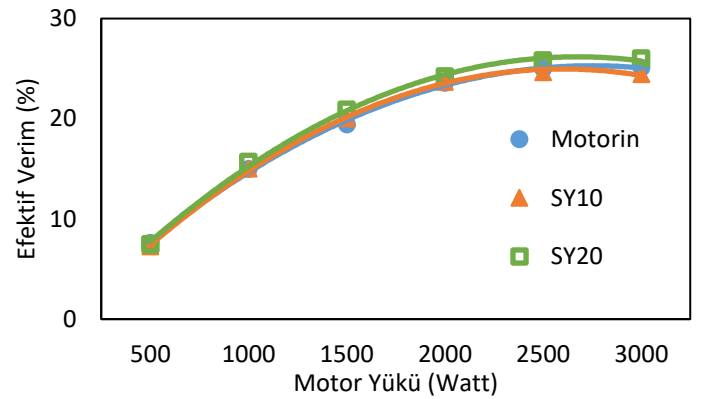
değeri motorin yakıtının alt ısı değerinden daha düşük olmasından dolayı gücü verebilmesi için yanma odasına daha fazla yakıt püskürtüldüğünden dolayı özgül yakıt tüketimi artmaktadır.



Şekil 6. Özgül Yakıt Tüketimi Grafiği

### 3.6. Efektif Verim

Dizel motorlarda yakıt kalitesi, setan sayısı, yakıt optimizasyonu, yakıtın buharlaşma hızı, yanma odası tasarımı, enjeksiyon zamanlaması, sıkıştırma oranı gibi çeşitli faktörler efektif verimi etkilemektedir. Şekil 7'de efektif verim grafiği verilmiştir. biyodizel karışımlarında motorine kıyasla sırasıyla tüm motor yüklerinde ortalama olarak %0,49 azalış ve 3,72 artış gözlemlenmiştir. Özgül yakıt tüketimindeki artış efektif verimin azalmasına sebep olmuştur ancak düşük alt ısı değer sebebiyle SY20 yakıtında artış gözlemlenmiştir. Şekil 7'de efektif verim grafiği görülmektedir.



Şekil 7. Efektif Verim Grafiği

## 4. Sonuç

Yapılan bu çalışmada tek silindirli dizel bir motorda susam yağı ile dizel yakıtın belli oranlarda karıştırılarak elde edilen biyodizelin farklı yüklerde performans ve emisyon değerleri incelenmiştir.

Deneyel çalışma tek silindirli direkt püskürtmeli dizel motor üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan yakıtlar %100 dizel, SY10, SY20'dir. Deneyel çalışmadan elde edilen sonuçlar;



- Özgül yakıt tüketimi bakımında SY10,SY20 ve %100 Dizel yakıtın verileri incelendiğinde 3000 watt'a kadar yakıt tüketim verilerine ulaşılmış olup 3000 watt sonrası SY20 biyodizelinde yakıt sarfiyatında artış gözlemlenmiştir. 2500 watt gücüne kadar çok yakın değerlerde yakıt sarfiyatı olması SY20 yakıtının biyodizel olarak kullanımının yakıt sarfiyatı bakımında daha uygundur.
- NO<sub>x</sub> emisyonu bakımından incelendiğinde dizel yakıt içerisine ilave edilen belli oranlardaki susam yağı NO<sub>x</sub> dizele oranla düşüktür. Yapılan deneysel çalışmada en düşük NO<sub>x</sub> oranı SY20 biyodizelinde elde edilmiştir. Bunun sebebi olarak SY20'nin dizel yakıt ile karışımının sonucunda buharlaşma ısısının yükselmesi, yoğunluğunun ve ısı enerjisinin düşmesinden dolayı silindir içerisindeki yeterli sıcaklığa ulaşamamasından dolayı NO<sub>x</sub> oluşumu tam anlamıyla gerçekleşmez.
- CO emisyonunun susam yağı oranı arttıkça salınan CO miktarında azalış gözlemlenmiştir. Bu durum susam yağının dizel yakıtta oranla daha yanmanın zor gerçekleştiği bir biyodizel yakıt olduğunu göstermektedir.
- SY20 yakıtının farklı motor yüklerinde dizele oranla daha düşük HC salınımı gözlemlenmiştir.
- Biyodizelin CO<sub>2</sub> emisyonu dizel yakıtın verilerine göre daha fazla ölçülmüş olup biyodizelin oranı arttıkça bitkisel yağların kimyasal yapısı içerisinde bulundurduğu yüksek oksijen miktarından dolayı yanmanın silindir içerisinde tam anlamıyla gerçekleşmesiyle yapısında karbon bulunduran biyodizelin oksijen ile reaksiyona girmesi sonucu CO<sub>2</sub> oranında artış meydana gelmiştir.

## Kaynakça

- ALPGİRAY, B. ve GÜRHAN, R. (2007). Kanola Yağının Diesel Motorunun Performansına ve Emisyon Karakteristiklerine Etkilerinin Belirlenmesi\*. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(3), 231–239.
- Aydın, M., Afşar, M., Çelik, M. B., Üniversitesi, K., Fakültesi, T., Mühendisliği, M., ... Türkiye, K. (2017). The effects of waste biodiesel usage on engine performance and emissions at a single cylinder diesel engine. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(5), 871–878. doi:10.16984/SAUFENBILDER.295296
- BAYIK, M. (2010). *DİZEL YAKITINA İZOBÜTANOL İLAVESİNİN PERFORMANS VE EMİSYONLARA ETKİSİ*. Karabük Üniversitesi.
- ÇELİKTEN, İ. (2004). TAM YÜKTE ÇALIŞAN İNDİREKT PÜSKÜRTMELİ BİR DİZEL MOTORUNDA, DİZEL VE DİZEL-ETANOL YAKIT KARIŞIMLARININ PERFORMANS VE EMİSYON DEĞİŞİMLERİNE ETKİSİ. *Teknoloji Dergisi*, 7(1), 11–18.
- Çevik, K. (2012). *TEK SİLİNDİRLİ BİR DİZEL MOTORUNDA ATIK KIZARTMA YAĞI METİL ESTERİNİN PETROL DİZELİ İLE KARIŞIMININ VE ÖN ISITMALI MISIR YAĞI*

*KULLANIMININ ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ. GAZİ ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ. GAZİ ÜNİVERSİTESİ.*

- Keskin, A. ve Aydın, K. (2005). FINDIK YAĞI BİYODİZELİ ÜRETİMİ VE DİZEL MOTORLARDA ALTERNATİF YAKIT OLARAK KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI. *Ç.Ü.MÜH.MİM.FAK.DERGİSİ*, 20(1), 75–84.
- Keskin, A. ve Ekşi, A. K. (2006). DİZEL MOTORLARDA MISIR YAĞI BİYODİZELİNİN YAKIT OLARAK KULLANIMININ MOTOR PERFORMANS VE EMİSYONUNA ETKİSİ. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 1, 49–55.
- MUTLU, E. (2010). *DİZEL YAKITI, KANOLA YAĞI VE FINDIK YAĞI METİL ESTERLERİNİN DİZEL MOTOR PERFORMANSINA VE EMİSYONLARINA ETKİLERİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ. GAZİ ÜNİVERSİTESİ.*
- Saridemir, S. ve Tekin, M. (2016). Kanola Yağı Metil Esteri ve Dizel Yakıt Karışımlarının Tek Silindirli Dizel Bir Motorun Performans ve Gürültü Emisyonlarına Etkisi. *Politeknik Dergisi*, 19(1), 53–59. doi:10.2339/2016.19.1.53-59
- Saydut, A., Duz, M. Z., Kaya, C., Kafadar, A. B. ve Hamamci, C. (2008). Transesterified sesame (Sesamum indicum L.) seed oil as a biodiesel fuel. *Bioresource Technology*, 99(14), 6656–6660. doi:10.1016/J.BIORTECH.2007.11.063
- Şimşek, D. (2010). *SOYA YAĞI METİL ESTERİNİN DEĞİŞİK PÜSKÜRTME BASINÇLARINDA DİZEL MOTOR PERFORMANS VE EGZOZ EMİSYONLARINA ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK ARAŞTIRILMASI. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Karabük Üniversitesi.*
- Simsek, S. ve Uslu, S. (2020). Comparative evaluation of the influence of waste vegetable oil and waste animal oil-based biodiesel on diesel engine performance and emissions. *Fuel*, 280, 118613. doi:10.1016/J.FUEL.2020.118613
- Sugözü, İ., Akbaş, B., Altun, Ş. ve Öner, C. (2007). Fındık Yağının Dizel Motorlarda Alternatif Yakıt Olarak Kullanılması Ve Yanma Karakteristiklerinin İncelenmesi. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2007(2), 15–24.
- Uslu, S. (2015). *DÜŞÜK GÜÇLÜ BİR DİZEL MOTORDA DİETİL ETER KULLANILMASININ MOTOR PARAMETRELERİNE ETKİSİ. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Simsek, S. (2020). Effects of biodiesel obtained from Canola, sefflower oils and waste oils on the engine performance and exhaust emissions. *Fuel*, 265, 117026.