



Haşhaş Tohumu Yağından Elde Edilen Biyodizelin Motor Parametrelerine Etkisi

Süleyman Şimşek^{1*}, Alper Aydın², Hatice Şimşek³

^{1*} İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-0593-8036),
suleymansimsek@aydin.edu.tr

² İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye (ORCID: 0000-0002-0076-5367),
alper1044@gmail.com

³ 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.1045655)

ATIF/REFERENCE: Şimşek, S., Aydın, A. & Şimşek, H. (2021). Haşhaş Tohumu Yağından Elde Edilen Biyodizelin Motor Parametrelerine Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (32), 595-601.

Öz

Fosil kaynaklı yakıtların oluşturduğu çevresel etkiler ve küresel ısınmaya verdiği zararlarla birlikte dünyadaki yakıt rezervlerin azalması, alternatif yakıt arayışını hızlandırmıştır. Ülkemizdeki enerji kaynaklarının %85-90'ı ithal edildiği için alternatif yakıt arayışı daha fazla öneme sahiptir. Çevreye daha az zarar veren ve kullanım ömrü daha uzun olan yenilenebilir enerji kaynakları arayışına yönelmişlerdir. Bu çalışmada, haşhaş tohumundan elde edilen haşhaş yağının transestrifikasyon yöntemi ile bodizel elde edilmiştir. Yakıt olarak motorin ile haşhaş tohum yağı yüzdesele olarak harmanlanmıştır. Deneide dört zamanlı, tek silindirli, direk enjektörlü, hava soğutmalı bir dizel motor kullanılmıştır. Özgül yakıt tüketiminde %34,95 NO_x emisyonunda %31,02 azalış, CO emisyonunda %23,62 azalış, CO₂ emisyonunda %26,09 artış ve HC emisyonunda %39,57 azalış tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyodizel, Haşhaş yağı, Motor performansı, Egzoz emisyonu

The Effect of Biodiesel Obtained from Poppy Seed Oil on Engine Parameters

Abstract

Due to the environmental effects of fossil fuels and the damage they cause to global warming, the shortness of their reserves in the world, has accelerated the search for alternative fuels in the world. Since 85-90% of the energy resources in our country are imported from other countries, the search for alternative fuels is more important for us. For this reason, the countries of the world and especially our country have turned to the search for renewable energy sources that are less harmful to the environment and have a longer useful life. In this study, we tested the results and emission values on the engine by mixing poppy oil, which is widely produced in our country and which we think can adapt better when mixed with diesel fuel due to its chemical properties, with diesel fuel. We compared the results found with each other. We put forward the benefits and harms of the result of our study. In specific fuel consumption, 34.95% reduction in NO_x emission, 31.02% decrease, 23.62% decrease in CO emission, 26.09% increase in CO₂ emission and 39.57% decrease in HC emission were determined.

Keywords: Biodiesel, Poppy oil, Engine performance, Exhaust emissions

* Sorumlu Yazar: alperaydin1@stu.aydin.edu.tr

1. Giriş

(Ozemre, 1994) Enerji, maddelerin yapısında bulunan potansiyel enerjinin çeşitli şekillerde açığa çıkmasıyla oluşan güce denir. Yakıttan elde edilen enerji ülkemizde ve dünyamızda yaşamın her alanında vazgeçilmez bir parçası olmuş ve kişisel kullanımdan sanayi alanında üretime kadar büyük bir kullanım alanına ulaşmıştır. Yakıtlardaki hammadenin kısıtlı olması ve kaynaklarının belli bir ömre sahip olması gelecekte oluşabilecek enerji krizlerinin göstergesidir. Dünyadaki bilimsel araştırmalar petrol rezervlerinin yaklaşık 2050, doğalgaz rezervinin yaklaşık 2070 ve kömür rezervlerinin yaklaşık 2150 yılında biteceğini öngöstermektedir. (Eliçin, Saçılık, & ERDOĞAN, 2007) Bu kaynakların çevreye ve atmosfere verdiği zararlarda her geçen gün dünyamız için tehlike yaratmaya devam etmektedir. Bilindiği üzere küresel ısınmanın temel etkenlerinden biri fosil yakıtların kullanılmasından açığa çıkan karbondioksit gazı olduğunu göstermektedir.

(Karaosmanoğlu, Kurt, & Ozaktas, 2000) Ülkemiz enerji ihtiyacının yaklaşık %85-90' ını ithal etmektedir. Enerji kaynaklarının ithal edildiği ülkelerde oluşan uluslararası dalgalanmalar ve kaynakların bazı ülkelerde yoğunlaşması o bölgelerdeki istikrarsızlıklarla beraber ülkemizde hali hazırda maliyetlerin yüksek olmasına ve gayri safi milli hasılda büyük bir yer kaplamasına sebep olmaktadır. (YÜCESU, ALTIN, & ÇETİNKAYA, 2001) Ülkemiz de gelişmiş diğer ülkeler gibi hem enerji maliyetlerini düşürmek, hem atmosfere salınan karbondioksit gazının etkilerini azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye başlamıştır.

(Altınsoy, 2007) Ülkemiz bir tarım ülkesi olması sebebiyle biyodizel yakıt üretimi için oldukça elverişlidir. (BUDAK, BAYINDIR, & YÜCEL) Hammadde olarak yağlı tohumlar; kolza, soya, haşhaş, ayçiçek yağı gibi bitkiler, karbonhidrat kaynaklı; patates, buğday, mısır gibi, elyaf kökenli; keten, kenevir gibi, protein kaynaklı; buğday, bezelye, fasulye gibi ve hayvansal atıklar biyokütle enerjisi olarak mevcut yakıt kaynaklarına alternatif olarak kullanılabilme potansiyellerine sahiptirler. Bu sıvı biyokütle yakıtları dizel yakıtlara alternatif olarak biyodizel yakıt olarak kullanılabilirler. Bu yağlar dizel yakıtlarla karıştırılarak kullanılacakları gibi saf ve ilave katkı maddesi olmadan da motor içerisinde kullanılabilirler.

(Cetinkaya, Ulusoy, Tekin, & Karaosmanoğlu, 2005). Araştırmalara göre bitkisel yağların yakıt olarak kullanılması antik mısırlılar dönemine kadar uzanmaktadır. Yapılan araştırmalarda Mısırlılar aydınlatma aracı olarak hint yağı kullandıklarına dair bulgulara rastlamışlardır. (Kafadar, 2010) Bitkisel yağların yakıt olarak motor içerisinde kullanılabilmesiyle ilgili çalışmaları ise dizel motorun mucidi Rudolf Diesel tarafından 1893 yılında Almanyada gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Rudolf Diesel yaptığı çalışmalar neticesinde 1898 yılında Paris fuarında yer fıstığı yağı ile çalışan motoru halka sunmuştur.

(Filiz Karaosmanoğlu, 2004) Avrupada 1988 yılında çiftçi kooperatifleri tarafından 1988 yılında bir biyodizel tesisi kurulmuş ve yıllık 500 ton biyodizel üretilmeye başlanmıştır. İlk endüstriyel biyodizel üretim tesisi ise yine Avusturya'da kurulmuştur. Bu tesis yılda yaklaşık 10.000 ton üretim potansiyeline sahiptir. Biyodizel üretiminde tesisleşme zaman

içerisinde İtalya ve Fransa gibi diğer Avrupa ülkelerinde de yaygınlaşmaya başlamıştır. (SABANCI, Mehmet, & Yaşar, 2006) Uluslararası Enerji Enstitüsünün 1988 yılında yayımladığı Avusturya Biyoyakıtlar Enstitüsü raporunda 21 ülkede biyodizel yakıt üretildiği ve Avrupa Birliği ülkelerinin 40 tesisle yılda 1434 ton biyodizel yakıt üretimi gerçekleştirdiğini sunmuştur.

(Bayraktar & Siyalom, 2005) Avrupa Birliği 27 Kasım 2001 yılında yayımladığı (2001/77/EC) önergesinde 2010 yılında kullanılacak enerji miktarının %22' sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanacağını taahhüt etmiştir. (Acaroğlu, 2005) Biyodizel yakıt kullananların dizel yakıt kullananlara karşı %50 daha az CO₂ vergisi ödemesi kararı alınmıştır.

Amerika Birleşik Devletlerinde Enerji Siyaseti Yasası 1992 yılında kabul edilmiş ve bu yasayla 2000 yılında %10, 2010 yılında ise %30 oranında petrol yerine alternatif enerji kaynaklarının kullanılacağı yasa ile kabul edilmiştir.

(Taşyürek, 2004) Ülkemizde ilk defa 1934 yılında Atatürk Orman Çiftliğinde traktörlerin kullanılmasında denenmiş olup bu biyodizel yakıtlarla ilgili çalışmalar yapılmıştır 1970 yılında gerçekleşen enerji kriziyle birlikte ülkemizde diğer dünya ülkeleri gibi alternatif enerji kaynağı arayışlarına hız vermiştir. Özellikle de biyogaz ve biyodizel yakıtlar ile ilgili çalışmalar olsa da zaman içerisinde bu yakıtlardan vazgeçilmiştir.

Biyodizel yakıtlarla ilgili olarak ülkemizde ilk defa 20 Aralık 2003 yılında 25322 sayılı T.C. Resmi Gazetede 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu ile tanımlanmıştır. Kanunun yürürlüğe girmesinden sonra 17 Haziran 2004 yılında 25495 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan kanunla Petrol Piyasası Lisans Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Kanunun yürürlüğe girmesinden sonra 10 Eylül 2004 tarihinde 25579 sayılı Resmi Gazete kararıyla Petrol Piyasasında Uygulanacak Teknik Kriterler Hakkında Yönetmelik yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikle etanol ve biyodizelin dizel yakıt veya herhangi bir yakıtla harmanlanmasını rafinerici ve dağıtıcı lisansına sahip kişilerin yapabileceği belirtilmiştir*.

Ülkemizde 25 şirket lisanslı olarak yılda yaklaşık 450 bin ton biyodizel üretimi yapmaktadır. Ancak ülkemizde üretilen yağların yemeklik yağ olarak kullanılmasından ve üretimin talebe yetişememesinden dolayı üretilen biyodizel yakıt üretiminin yaklaşık 300 bin tonu ithal yağlarla gerçekleştirilmektedir*.

(F Karaosmanoğlu & Aksoy, 1994) Enerji içeriği açısından bitkisel yağlar dizel yakıtlara benzer özellikler göstermesi dikkat çekicidir. Ancak bitkisel yağların dizel yakıtlara göre 10-20 kat daha fazla viskoziye sahip olmaları enjektörlerin tıkanmasına, yağlama yağlarında problemlerin oluşmasına ve motorun ömrünü kısaltması gibi problemlere sebep olabilmekteler. (Eliçin et al., 2007; Oğuz, 2001) Bu ana sorunlar sebebiyle biyodizel yağların motor içerisinde uzun süreli kullanılmaları ağır sorunlara yol açarak bakım maliyetlerini yükseltmektedir. Ancak bitkisel yağların dizel yakıtlara tercih edilebilmeleri için çözüm arayışlarıyla ya dizel motorda bazı değişiklikler yapılması yada bitkisel yağlara seyreltme, mikroemülsiyon oluşturma, piroliz, transesferikasyon veya süper kritik gibi uygulamalar yapılarak kullanılmalılarını gerekmektedir.

Bu çalışmada, ülkemizde bol miktarda üretimi yapılan haşhaş tohumundan yağ elde edilerek transesterifikasyon yöntemiyle biyodizel üretimi amaçlanmıştır. Üretilen biyodizelin içten yanmalı motorda egzoz emisyonlarına ve motor performansına etkisi incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Deneilerde haşhaş tohum yağından üretilen biyodizel ve saf motorin yakıtları kullanılmıştır. Test yakıtları 3 farklı hacimsel oranlarda karıştırılarak hazırlanmıştır. Bu karışımlar D100(%100 Dizel), BD10 (%90 Dizel, %10 Haşhaş Yağı) ve BD20 (%80 Dizel, %20 Haşhaş Yağı) oranlarında hazırlanmıştır. Yakıt testlerinin kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları Tablo 1’de görülmektedir. Bu çalışmalar İstanbul Aydın Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Motor Test Laboratuvarında gerçekleştirilmiş olup yapılan çalışma sonuçları titizlikle incelenmiştir. Yakıt Test Analizleri Haşhaştan üretilen biyodizel ve motorin karışımlarının birçok özellik analizleri kimya ve enerji laboratuvarlarında TS EN 14.214 standartlarına uygun olarak TÜBİTAK MAM (Marmara Araştırma Merkezi)’ nde gerçekleştirilmiş olup sonuçlar Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 1. Haşhaş tohumu yağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Yakıt Özellikleri	%90 Dizel+%10 Haşhaş	%80 Dizel+%20 Haşhaş	Motorin
Setan Sayısı	53,6	53,1	56,2
Üst Isıl Değer (D240) cal/g	10712	10538	10951
Alt Isıl Değer (D240) cal/g	10102	9976	10274
Yoğunluk 15 °C kg/m ³	839,6	848,9	830,2
Parlama Noktası °C ASTM D 93	65,6	66,5	65,5
Viskozite 40 °C ASTM D 445 mm ² /s	3,528	4,615	2,861

Yapılan deneyler sırasında 3000 dev/dk.’ da sabit hızda hava soğutmalı, doğal emişli, dört zamanlı, tek silindirli ve direkt enjeksiyonlu bir dizel motor kullanılarak deneyler yapılmıştır.

Test düzeneğinde yağ sıcaklık sensörü, hız sensörü, egzoz sıcaklık sensörü ve yakıt ölçüm ekipmanı motorun üzerine monte edilmiştir. Deney esnasında kullanılan motorun özellikleri Tablo 2’ de gösterilmiştir. Testler öncesinde motor çalıştırılarak motor performansı ve egzoz emisyon değerleri ölçüldü. Yapılan testler sırasıyla 500, 1000, 1500, 2000, 2500 ve 3000 Watt güç yüklenerek deneyler gerçekleştirildi. Belirli oranlarda harmanlanmış Haşhaş tohumu yağı-motorin karışımının özgül yakıt tüketimi, efektif verimi CO, HC, CO₂ ve NO_x emisyon verileri tespit edilmiştir. Test düzeneğinin şematik görünümü Şekil 1’de verilmiştir. Yapılan testler esnasında kullanılan Bilsa MOD 2210 WINXP-K modellenli egzoz gazı analizatörün ölçüm aralıkları ve bulunan sonuçların hassasiyetleri Tablo 3’ te gösterilmiştir.

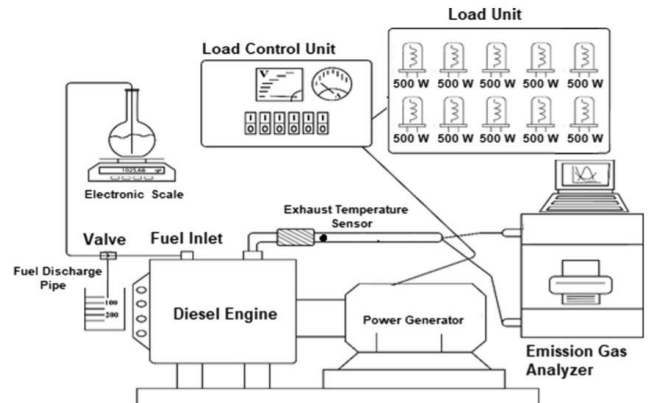
Tablo 2. Deney Motorun Özellikleri

Motorun Özellikleri	
Marka	Katana
Model	M 178 FE
Çap ve Strok	78 X 62 cm
Silindir Hacmi	296 cm ³
Maksimum Beygir Gücü	6,7 Beygir
Motor Hızı	3000 rpm
Elektrik Sistemi	12 V - 36 Ah
Yakıt	Dizel
Yakıt Tankı Kapasitesi	11 Lt
Yağ Tankı Kapasitesi	1.1 Lt

Tablo 3. Egzoz Gazı Analizatörünün Ölçüm Aralıkları ve Hassasiyetleri

Değişken	Ölçüm Aralığı	Kesinlik
CO	%0-10.0 hacmen	%0,00
Lambda	0,5-2.00	0.001
NO _x	0-5000	1 ppm
O ₂	%0-10 hacmen	%0.01
HC	0-10.000 ppm hacmen	1 ppm
CO ₂	%0-20.0 hacmen	%0,00
Hız	0-9990 dev/dak.	10 rpm

Şekil 1. Test Düzeneği Şematik Görünümü(Simsek & Ozdalyan, 2018)



3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1.1. Efektif Verim

(Şimşek, Özdalyan, Saygın, & Şimşek, 2018) Efektif verim, motor içinde yanan yakıtın hangi ne kadar faydalı işe dönüştüğünü gösteren ölçümdür. Yanma olayı sonucunda oluşan enerjinin büyük bölümü yağlama, soğutma ve egzoz gazı yoluyla motordan atılırlar ancak geri kalan enerji motor için güce dönüştürülür. Yaptığımız deney için yakıtların efektif verim tablosu Şekil 2’ de gösterilmiştir. BD10 ve BD20 yakıt karışımlarının efektif verimlerini D100 yakıtıyla karşılaştırsak, BD10 yakıt karışımı %1,87 oranında arttığı, BD20 yakıt karışımına göre ise %4,3 oranında artış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Karışımlar için efektif verimler;

$$\eta = \frac{P_{ex}3600}{B \times H_u}$$

η = Efektif Verim

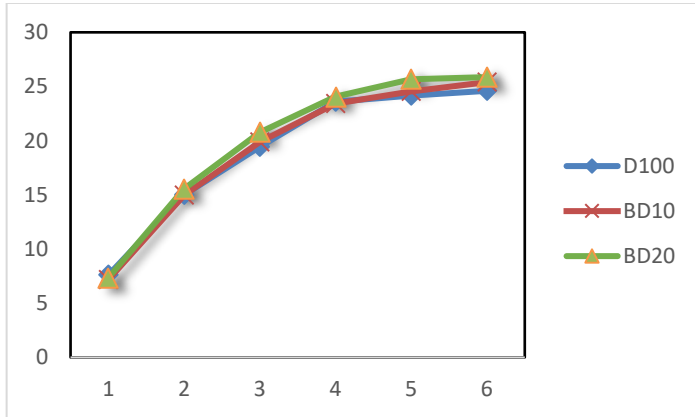
P_e = Motor Gücü (kW)

B = Saatlik Yakıt Tüketimi (kg/h)

H_u = Kullanılan Yakıtın Alt Isıl Değeri

formülüyle hesaplanmıştır.

Şekil 2. Efektif Verim Grafiği



3.1.2. Özgül Yakıt Tüketimi

(Samet Çat, Uslu, Çelik, & Özdalyan, 2018) Özgül yakıt tüketimi, motor içerisinde kullanılan yakıtın ısı enerjisi halini alırken dönüşen enerjinin krank mili üzerindeki etkisini gösteren değerdir. Yani birim güç için kullanılan yakıt miktarıdır. Yaptığımız deney için motor içerisinde kullanılan özgül yakıt tüketimleri grafiği Şekil 3’ da gösterilmiştir. Özgül Yakıt Tüketiminde biyodizel yakıt karışımları; tüm yüklerde ortalama olarak motorin yakıtına göre sırasıyla %22,2, %34,95 artış tespit edilmiştir. Biyodizelin alt ısıl değerinin motorine nazaran daha düşük olması, aynı gücü sağlayabilmek için silindir içerisine daha fazla yakıt püskürtülmesini gerektirmiştir ve bu sebepten özgül yakıt tüketiminde artış tespit edilmiştir.

$$be = \frac{B \times 1000}{P_e}$$

be = Özgül Yakıt Tüketimi (g/kWh)

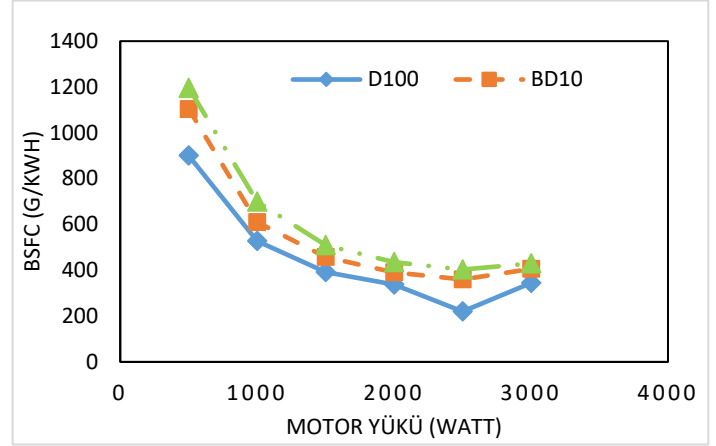
3.1. Araştırma Sonuçları

B = Saatlik Yakıt Tüketimi (kg/h)

P_e = Motor Gücü (kW)

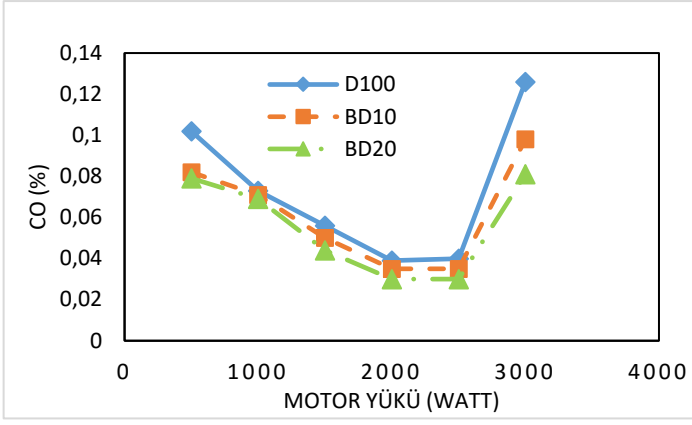
formülüyle hesaplanmıştır.

Şekil 3. Özgül Yakıt Tüketimi Grafiği



3.1.3. CO Emisyonları

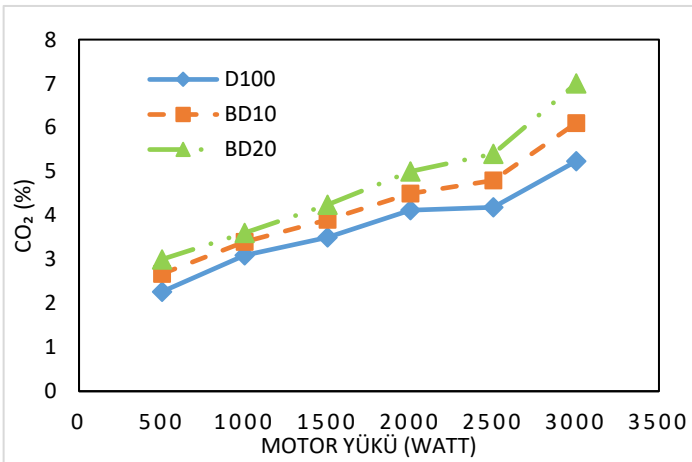
Testler esnasında üç farklı yakıtın çeşitli devirlerde motor yükleriyle test edilmesi sonucunda CO grafiği Şekil 4’ de gösterilmiştir. Deney esnasında alınan bütün CO emisyon değerleri birbirine benzerlik göstermiştir. Ancak 1000 watt’ a ulaşıldıktan sonra CO verilerinde farklılıklar belirginleşmeye başladı. Deney esnasında uygulanan en yüksek güç olan 3000 watt da en yüksek CO emisyon değerine sahip karışımın BD20 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. BD10 yakıt karışımının 3000 watt’ ta CO emisyonu değeri BD20 yakıt karışımının değerine yakın çıksada daha düşük bir değere sahip olduğu ve en düşük değere ise D100 yakıtı kullanıldığında elde edilebildiği sonucuna ulaşılmıştır. CO emisyonları esasen eksik yanma ürünü olarak oluşur. Genelde oksijen eksikliğinden kaynaklı olarak C atomları CO₂ yerine CO emisyonlarını arttır. Dizel motorlar için setan indeksinin yüksek olması önemli bir parametredir ve yanmayı iyileştirir. Motor içerisinde tam yanma gerçekleşir ve CO₂ emisyonunda artış gerçekleşirse CO emisyonunda düşme gerçekleşmiş olur. Motorun yüksek devirlere hızla ulaşması ve yeterli karışımın gerçekleşmemesi durumunda CO emisyon değerinin artacağı düşünülmektedir. CO emisyonunda biyodizel yakıt karışımları; tüm yüklerde ortalama olarak motorin yakıtına göre sırasıyla %14,9, %23,62 azalış tespit edilmiştir. Biyodizel içeriğinde oksijen bulundurmasından dolayı yanma iyileşmiş ve CO emisyonunda azalış sağlanmıştır.



Şekil 4. CO Emisyon Grafiği

3.1.4. CO₂ Emisyonları

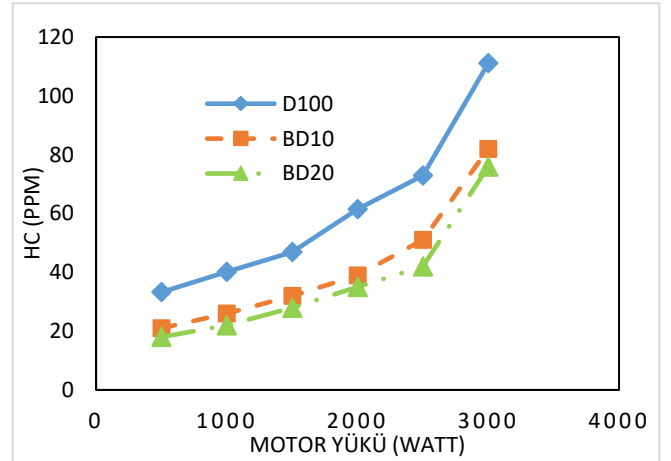
CO₂ emisyonları ve CO emisyonlarının oluşumları esasen birbirine zıt yapıya sahiptir. Ürün egzozdan dışarı atılırken tam yanma gerçekleşerek atılırsa CO₂ meydana gelir. Ürün tam yanma gerçekleşmeden egzozdan atılırsa CO emisyonu meydana gelmiş olur. Bu sebeple yanma olayında CO₂ emisyonu artarken CO emisyonu azalmaktadır. Yani birbirlerine ters olarak sonuç vermektedirler. Motor içerisinde kullandığımız D100, BD10 ve BD20 karışımları için CO₂ emisyonlarının grafiği Şekil 5'de gösterilmiştir. Yanma olayından anlaşıldığı kadarıyla biyodizel yakıt karışımlarında BD10 yakıt karışımının setan sayısının BD20 yakıt karışımına oranla setan sayısının daha yüksek olması sebebiyle CO₂ emisyon değerlerinin BD10 yakıt karışımında daha düşük olması beklenmektedir. Şekil 5' daki grafik sonuçlarından gördüğümüz kadarıyla beklentilerimizi karşılayan sonuçlara ulaşılmıştır. Yaptığımız testler sonucunda yine CO₂ emisyon değerlerinin CO emisyon değerleri üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu görülmüştür. CO₂ emisyonunda biyodizel yakıt karışımları; tüm yüklerde ortalama olarak motorin yakıtına göre sırasıyla %13,27, %26,09 artış tespit edilmiştir. Biyodizelin oksijen seviyesinden dolayı açığa çıkan sağlanmış ve bu sebepten daha iyi yanma gerçekleşmiş ve HC emisyonu azalmıştır.

Şekil 5. CO₂ Grafiği

3.1.5. HC Emisyonları

HC emisyonları da CO emisyonları gibi motordan atılan eksik yanma ürünüdür. HC emisyonları, motor içerisinde silindire

enjekte edilen yakıtın yanma reaksiyonlarına katılmadan egzoz gazıyla motordan atılmasıyla ortaya çıkar. Motor içindeki silindirlerin bazı bölgelerinde oksijen oranının düşük olmasından dolayı HC emisyonları ortaya çıkar. Yaptığımız deney sonuçlarında 3 farklı yakıt için motor içerisinde oluşan HC emisyonları grafiği Şekil 6' de gösterilmiştir. D100 yakıt karışımının BD20 biyodizel yakıt karışımına göre setan sayısının yüksek olmasından kaynaklı HC emisyon değerleri daha düşük seviyede çıkmıştır. D100 yakıtının viskozite değeri BD20 yakıt karışımından daha yüksek olduğundan D100 yakıt karışımının silindire püskürtülmesi daha kolay olmaktadır. Bu nedenle daha kolay homojen yakıt yanma olayı gerçekleşir. Motorda oluşan yükün etkisi incelendiğinde hava-yakıt karışımında oksijen miktarının yetersiz olduğu ve bu durumda da oksijen yetersizliğinden kaynaklı silindir içine daha fazla yakıt püskürtüldüğü ve HC emisyonlarında artış görüldüğü sonucuna ulaşılmıştır. D100 yakıt karışımının içerdiği oksijen oranı nedeniyle BD20 yakıt karışımına oranla HC değerlerinin daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. HC emisyonunda biyodizel yakıt karışımları; tüm yüklerde ortalama olarak motorin yakıtına göre sırasıyla %31,37, %39,57 azalış tespit edilmiştir. Biyodizel içeriğindeki oksijen silindir içerisinde oksidasyon sağlanmış ve bu sebepten daha iyi yanma gerçekleşmiş ve HC emisyonu azalmıştır.

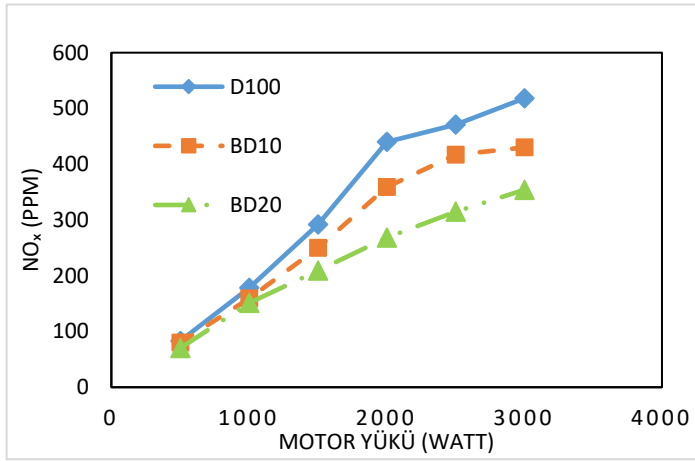


Şekil 6. HC Grafiği

3.1.6. NO_x Emisyonları

İçten yanmalı motorlar, yakıtı yakmak için oksijene ihtiyaç duyarlar. Oksijen atmosferimizde yaklaşık %21 oranında bulunur ve atmosferimizin geri kalanı yaklaşık %79 oranında nitrojendir. Motor içerisindeki silindirlerde yanma olayı gerçekleşirken oksijen ve nitrojen tepkimeye girerek NO_x emisyonunu oluştururlar. (37,38). Motor yükü arttıkça silindirlerin içerisindeki sıcaklıkların ciddi artışlar gösterdiği bilinmektedir. Bundan dolayı bütün test yakıtları için sıcaklık ve güç arttıkça NO_x emisyonunda artış görüleceği öngörülmektedir. İki yakıt içinde yapılan deney sonuçları NO_x grafikleri Şekil 7'de görülmektedir. Bu grafiklerde güç arttıkça NO_x değerlerinde artışlar meydana geldiği görülmüştür. Bu emisyonu sadece yüksek sıcaklık ve basınç değil aynı zamanda kullanılan yakıtın yoğunluğu da etkilemektedir. Motor içerisinde kullanılan yakıtın yoğun olması, motor içinde silindirlerde daha fazla yakıt oluşmasına neden olacaktır. Silindirlerde daha fazla yakıtın olması bölgesel sıcaklığı arttıracaktır ve NO_x emisyonunu da

arttıracağı düşünülmektedir. Tablo 1’de görüldüğü gibi BD10 yakıt karışımının BD20 yakıt karışımlarına göre oksijen oranlarının daha düşük olması NO_x emisyon oranlarında düşük olacağı anlamına gelmektedir. Bu deneyde kullanılan D100, BD10 ve BD20 yakıt karışımlarındaki oksijen oranları her üçünde de düşük olmasına rağmen D100 yakıt karışımında daha düşüktür. D100 yakıt karışımının yoğunluğu BD10 ve BD20 yakıt karışımına oranla daha düşük olmasından dolayı NO_x emisyon değerinin daha az olduğu görülmüştür. NO_x emisyonunda biyodizel yakıt karışımları; tüm yüklerde ortalama olarak motorin yakıtına göre sırasıyla %14,48, %31,02 azalış tespit edilmiştir. Biyodizelin alt ısıl değerinin motorine nazaran daha düşük olmasından dolayı silindir içi sıcaklık azalmış ve NO_x emisyonu azalmıştır.



Şekil 7. NO_x Grafiği

4. Sonuç

Dizel yakıtta farklı oranlarda haşhaş yağı eklenerek en verimli ve uygun yakıt karışımı hangi karışımda oluşur diye incelenmiştir. Dizel yakıt içerisine %10 ve %20 oranlarında haşhaş yağı eklenerek tek silindirli, hava soğutmalı ve dört zamanlı bir dizel motorda çeşitli emisyon ve performans değerleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yaptığımız deneyin sonuçlarına göre;

BD10(%90 Dizel, %10 Haşhaş yağı) yakıt karışımı için yapılan çalışmada, setan sayılarının etkisi ile D100 yakıtının diğer yakıtlara göre özgül yakıt tüketimi daha az olduğu görülmüştür. BD10 yakıt karışımının daha iyi yanma özelliği göstermesinden kaynaklı özgül yakıt tüketimi BD20 yakıt karışımına göre daha az olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yaptığımız deney sonucunda setan sayılarının farkı ve alt ısıl değerlerindeki farktan kaynaklı D100 yakıtının efektif veriminin diğer yakıtlara göre en verimli, BD10(%90 Dizel, %10 Haşhaş Yağı) yakıt karışımının, BD20(%80 Dizel, %20 Haşhaş Yağı) yakıt karışımına göre efektif veriminin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

BD10(%90 Dizel, %10 Haşhaş yağı) yakıt karışımının viskozite, yoğunluk ve akışkanlık değeri BD20(%80 Dizel, %20 Haşhaş yağı) yakıt karışımına göre daha iyi değerlere sahip olduğu görülmüştür.

D100 yakıtının CO ve HC emisyon değerlerinin en yüksek olduğu, BD10 ve BD20 yakıt karışımları içinde setan sayısı BD10’ un daha yüksek olduğu için yanma bu yakıt karışımında daha iyi sonuçlar vermiştir. Bundan dolayı da CO ve HC emisyon değerleri BD20 yakıt karışımının CO ve HC emisyon değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

CO emisyon değerlerinin azalması nedeniyle CO_2 emisyon değerlerinde artmalar görülmüştür. BD10 yakıt karışımının setan sayısının daha yüksek olması sebebiyle eksik yanma daha az görülmüştür. Bu durumda BD20’ nin CO_2 emisyon değerleri diğer yakıtlara göre daha yüksek çıkmıştır.

D100 yakıt karışımının oksijen seviyesinin daha düşük olması ve yoğunluk farkları sebebiyle BD20 yakıt karışımının NO_x emisyon değeri diğer yakıtlara göre daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda D100(%100 Dizel) yakıtının özgül yakıt tüketimi ve CO_2 emisyon değerleri daha düşük çıkmıştır. BD20(%80 Dizel, %20 Haşhaş Yağı) yakıt karışımı için CO, HC ve NO_x emisyon değerlerine göre daha düşük sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Kaynakça

- Acaroğlu, M. (2005). AB ve Türkiye’de Biyodizel Potansiyeli ve Biyodizel Üretimine Geleceği. *Türkiye’de Bitkisel ve Atık Hayvansal Yağlardan Biyodizel Üretiminde Durum Saptanması*, Ankara, 30s.
- Altınsoy, A. S. (2007). *Biyodizel üretimi, motorlarda kullanımı ve Türkiye’deki kaynakların incelenmesi*. Fen Bilimleri Enstitüsü,
- Bayraktar, S., & Siyalom, V. Y. (2005). Türkiye’de Biyodizel ve Otomotiv. *Otomotiv Sanayi Derneği*.
- BUDAK, N., BAYINDIR, H., & YÜCEL, H. L. DİZEL MOTORLARDA BİYODİZEL KULLANIMININ PERFORMANS VE EGZOZ EMİSYONLARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ.
- Cetinkaya, M., Ulusoy, Y., Tekin, Y., & Karaosmanoğlu, F. (2005). Engine and winter road test performances of used cooking oil originated biodiesel. *Energy Conversion and Management*, 46(7-8), 1279-1291.
- Eliçin, A. K., Saçılık, K., & ERDOĞAN, D. (2007). Haşhaş Yağı Esterlerinin Bir Diesel Motorda Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon*, 24, 5-6.
- Kafadar, A. (2010). *Yağlardan biyodizel eldesine etki eden faktörlerin araştırılması*. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi,
- Karaosmanoğlu, F., Kurt, G., & Ozaktas, T. (2000). Direct use of sunflower oil as a compression-ignition engine fuel. *Energy Sources*, 22(7), 659-672.
- Karaosmanoğlu, F. (2004). *Biyomotorin ve Türkiye. Motor Biyoyakutları ve Türkiye”, Biyoenerji*.
- Karaosmanoğlu, F., & Aksoy, H. (1994). Kullanılmış kızartma atık yağının seyreltme yöntemi ile alternatif yakıt olarak değerlendirilmesi. *Türkiye*, 6, 461.
- Oğuz, H. (2001). Diesel yakıtı ayçiçek yağı karışımlarının Diesel motorlarında yakıt olarak kullanım imkanlarının araştırılması. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*.
- Ozemre, A. (1994). Worlds future with respect to conventional and alternative energy resources; Konvansiyonel ve alternatif enerji kaynakları açısından dünyanın geleceği.

- SABANCI, A., Mehmet, A., & Yaşar, A. (2006). Türkiye'de Biyodizel Kullanım Olanakları. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2(1), 33-39.
- Samet Çat, M. A., Uslu, S., Çelik, M. B., & Özdalyan, B. (2018). DÜŞÜK GÜÇLÜ BİR DİZEL MOTORDA ATIK BİYODİZEL KULLANIMININ MOTOR PERFORMANS VE EMİSYONLARINA ETKİSİ.
- Simsek, S., & Ozdalyan, B. (2018). Improvements to the composition of fusel oil and analysis of the effects of fusel oil-gasoline blends on a spark-ignited (SI) engine's performance and emissions. *Energies*, 11(3), 625.
- Şimşek, S., Özdalyan, B., Saygın, H., & Şimşek, H. (2018). İÇTEN YANMALI MOTORLARDA YAKIT OLARAK FUZEL YAĞININ ELDE EDİLMESİ VE ANALİZİ.
- Taşyürek, M. (2004). İçten Yanmalı Motorlarda Biyomotorin Yakıtlarının Geleneksel Yakıtlarla Emisyon Değerlerinin Karşılaştırılması. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*.
- YÜCESU, H. S., ALTIN, R., & ÇETİNKAYA, S. (2001). Dizel motorlarında alternatif yakıt olarak bitkisel yağ kullanımının deneysel incelenmesi. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 25(1), 39-49.