



ASPIR VE KANOLA BİYODİZELİ KULLANIMININ EGZOZ EMİSYONU VE MOTOR PERFORMANSINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE SAFFLOWER AND CANOLA BIODIESEL USAGE EFFECTS ON EXHAUST EMISSIONS AND ENGINE PERFORMANCE

Mehmet Zerraki Işık^{a*} Hüseyin Aydın^b Halit Lutfi Yücel^c
Neşe Budak^d Hasan Oktay^e Hasan Bayındır^f

^aBatman Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Batman, Türkiye, e-posta:
MehmetZerraki.Isik@batman.edu.tr

^bBatman Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Batman, Türkiye, e-posta: huseyinaydin@gmail.com

^cFırat Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Türkiye, e-posta: hlyucel@firat.edu.tr

^dBatman Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Batman, Türkiye, e-posta: Nese.Budak@batman.edu.tr

^eBatman Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Batman, Türkiye, e-posta: Hasan.Oktay@batman.edu.tr

^fDicle Üniversitesi DTBMYO Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, e-posta:
hbayindir@dicle.edu.tr

Özet

Ham veya atık bitkisel yağlardan üretilen biyodizel yakıtlar dizel motorlar için önemli yenilenebilir alternatif yakıtlardır. Özellikle dizel motorları için bitkisel yağların kullanılması birçok araştırmanın içinde kendine önemli bir yer bulmuştur. Biyodizel tek başına, ya da herhangi bir oranda, petrodizel ile harmanlanabilir. Geleneksel dizel motorlarında modifikasyona gerek kalmadan kullanılabilir. Bu çalışmada alternatif yakıt olarak kanola ve aspir yağından metil esterleştirme yöntemi kullanılarak biyodizel üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen biyodizeller, dizel yakıtı içerisinde %50 hacimsel oranda karıştırılmıştır. Biyodizel-dizel karışımları, dört zamanlı, dört silindri dizel bir motorda, farklı yüklerde yükte, performans ve emisyon değerleri bakımından test edilmiştir. Elde edilen performans değerleri dizel yakıtına benzer olduğu tespit edildi. Genel olarak, biyodizel özgül yakıt tüketimi tüm motor yüklerinde dizel daha yüksektir. Egzoz sıcaklığı arasındaki fark belirlenir değildir. Yüksek yüklerde AB50 biyodizelinde dizele oranla HC emisyonu azalmaya başlamıştır. NO_x, CO₂ ve O₂ emisyonları oranı biyodizel yakıtlar için yüksek yüklerde artmıştır. Deney sonuçları, farklı çalışma şartlarında performans ve emisyon değerleri göz önüne alınarak, üretilen biyodizel yakıtın dizel yakıtına kısmi oranda karıştırılması suretiyle dizel motorda herhangi bir değişiklik veya yakıt ön ısıtması gerektirmeden kullanılabilirliğini göstermektedir.

*Corresponding author

Anahtar Kelimeler: Biyodizel, motor performansı, emisyon.

Abstract

Biodiesel fuel, which can be produced from crude or waste vegetable oil, is an important alternative renewable fuel for diesel engines. Particularly the use of vegetable oils for diesel engines has found an important place in several surveys. Biodiesel can be used alone, or blended with petrodiesel in any proportions. Biodiesel is suitable for usage at conventional diesel engines without modification. In this study, canola and safflower oil biodiesel methyl is realized by using the esterification method. The produced biodiesels were blended in %(50) (in volume) with diesel fuel. The blends were tested in a four cycle, four cylinder Diesel engine. The effects of biodiesel addition to Diesel No. 2 on the performance and emissions of the engine were examined at full load. The resulting performance values were found to be similar to diesel fuel. In general, specific fuel consumption of biodiesel is higher than diesel at all engine loads. Significant difference between the exhaust temperature is not determined. AB50 biodiesel compared to diesel HC emissions at high loads began to decline. NO_x, CO₂ and O₂ emissions ratio has increased at high loads for Biodiesel fuels. Experimental results showed that the produced biodiesels can be partially substituted for the diesel fuel at most operating conditions in terms of the performance parameters and emissions without any engine modification and preheating of the blends.

Keywords:: Biodiesel, engine performance, emission.

1 Giriş

Dünya nüfusunun sürekli artışı ve yaşam standartlarındaki gelişim talebi nedeniyle enerjiye olan ihtiyaç artmaktadır. Dünya enerji ihtiyacının büyük kısmını fosil yakıtlar karşılamakta olup, rezervleri azalmakta ve doğaya olan olumsuz etkileri zamanla artmaktadır.

Fosil yakıtlara alternatif olacak yenilenebilir yakıtlar üzerine uzun zamandan beri çalışmalar devam etmektedir. Dizel motorlar için de hem yenilenebilir hem de emisyonları iyileştirici özelliklere sahip farklı alternatif yakıtlar araştırılmaktadır. Alternatif yakıtların motor konstrüksiyonunda ve motor ayarlarında fazla bir değişikliğe gerek duyulmadan kullanılabilir olması, önemli bir avantaj olarak değerlendirilir. Ayrıca yakıtların yenilenebilir olması, petrol bağımlılığının azalmasına sebep olacaktır. Alternatif yakıtların motorda yalnız başına veya dizel yakıt ile karışım olarak kullanımı, kullanılan yakıtın yakıtsal özelliğine bağlıdır [8].

Biyodizel, saf olarak (%100) veya belirli oranlarda (%5, %20, %50 gibi) petrol kökenli dizelle karıştırılarak yakıt olarak dizel motorlarda kullanılabilir. Biyodizel dizel karışımı ile oluşturulan yakıt, içerdiği biyodizel oranına göre B5, B20, B40, B50, B100 olarak adlandırılır. Biyodizel kimyasal yapısı nedeni ile kauçuk malzemelerde bozunmaya neden olabilmektedir.

Bilindiği gibi bitkiler yetişirken fotosentez ile atmosferden CO₂ gazını alarak O₂ verirler. Biyodizel, bitkisel yağlardan üretildiği için yanması sonucu oluşan CO₂ gazları atmosferde fazladan CO₂ oluşturmamaktadır. Fosil kaynaklı yakıtların kullanımında ise bu yakıtların yanması sonucu oluşan CO₂ gazlarının %100'ü atmosferde CO₂ konsantrasyonunu artırır [6].

Genellikle kolza, soya, mısır, pamuk ve ayçiçeği gibi bitkisel ürünlerin yağlarından biodizel yakıt üretiminde faydalanılır. İlk defa 1900'lü yıllarda Rudolf Diesel tarafından yer fıstığı yağı kullanılarak dizel motor çalıştırılmasına rağmen petrolün çok miktarda bulunması ve bu sektörün hızla gelişmesi insanları motorin kullanımına yönlendirmiştir.

Bitkisel yağların alternatif dizel yakıtı olarak kullanılabilmesi ile ilgili çalışmalar uzun süreden beri devam etmektedir. Geçmişte de birçok araştırmada dizel yakıtı olarak bitkisel yağların kullanımı gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar bitkisel yağlar ile bunların karışımları veya bunların ayrı ayrı esterleri üzerinde yapılmaktadır.

Biyodizel Kullanımının Avantajları

- Dizel yakıtı alternatif olarak kullanılan biyodizelin, dizel yakıtı göre birçok avantajı bulunmaktadır. Bunların başında biyodizel yakıtın yenilenebilir olması gelmektedir.
- Biodizel, Avrupa Birliği'nde çevre kirliliğini önlemek için kabul edilmiş olan Euro 3 normlarına göre zararsız yakıtlar sınıfına alınmıştır. Ancak Avrupa'da Euro 4 normları yayınlanmış ve uygulanmaktadır. Bu standartlar, taşıtlar için oldukça ağır çevre koruma standartları getirmektedir.
- Bitkisel yakıtlar motor performansını fazla düşürmemektedir. Dezavantajlar kısmında anlatıldığı gibi yaklaşık olarak %5'lik bir performans düşüşü meydana gelmekte, bu durumda aşırı yüklenme durumunda anlaşılmaktadır. Belli bir süre kullanımdan sonra yakıt filtrelerinde veya yakıt pompalarında herhangi bir probleme rastlanmadığı gözlenmiştir. Ayrıca motor üzerinde teknik bir değişim olmadan kullanılabilir, kış aylarında da kullanılabilir ve motorun ilk çalışmasında hiçbir sorunla karşılaşmamaktadır. Biodizel iyi bir yağlama yeteneğine sahip olduğundan yüksek derecede motor aşınması oluşturmamaktadır. Biodizelin en büyük avantajı egzoz emisyon değerlerinin çok düşük olmasıdır.
- Biyodizel yakıtların emisyonları ile ilgili olarak yapılan çalışmalar, biyodizel kullanımı ile genel olarak güç, moment, yakıt tüketimi gibi performans değerlerinde önemli değişimler oluşmadan, CO, duman, yanmamış hidrokarbon emisyonlarında önemli miktarlarda azalmalar olabileceğini, ancak bunun yanında, NO_x ve CO₂ emisyonlarında ise bu azalmalara oranla daha küçük olsa da artış yönünde değişiklikler olabileceğini, O₂ emisyonunun artabileceğini ortaya koymaktadır[6].
- Bitkisel yağların, dizel yakıtına göre viskozite ve yoğunluğu yüksek, uçuculuk ve ısı değerleri ise düşüktür. Bundan dolayı, dizel motorlarda tamamen veya kısmen dizel yakıtının yerine kullanımına akış problemleri, kötü atomizasyon, enjektör tıkanması, yağlama yağının kalınlaşması, eksik yanma ve güç düşüşü gibi sorunlar sınırlama getirmektedir. Bu sorunları gidermek için farklı teknikler geliştirilmektedir. Bunlar arasında ön ısıtma, diğer yakıtlar ile karıştırma ve çözme, esterleştirme ve ısı parçalanma/proliz bulunmaktadır [1].

- Dizel motorlarda, yakıt silindir içerisine püskürtüldüğü zaman sıcak hava ile karışıp parçalanarak daha küçük hidrokarbonlara ayrılarak hızla buharlaşırken difüzyon alev yapısı oluşmaya başlar. Parçalanmış yakıtın hava ile birleşmesi devam ederken ortama bıraktığı ısı ile reaksiyon bölgesinin sıcaklığı 1800 K civarına yükselmekte veyakıt enjeksiyon huzmesinin diğer köşesine taşınırken radyasyon ve konveksiyon ısı transferi ile sıcaklığı artmaktadır. Ön karışım yanma ve difüzyon alevi çevresinde zengin bölge oluşmakta bu nedenle bu bölgelerde yakıtın tamamen yanabilmesi için yeterli derecede oksijen bulunmamaktadır. Bu bölgede tam yanma olmadılarından dolayı CO ve is oluşumuna sebep olan öncü doymamış ve kararsız yapıdaki hidrokarbonlar oluşmaktadır[8].
- Yüksek yanma sıcaklıkları NO_x emisyonlarını artırırken, is oksidasyonunu geliştirerek is konsantrasyonunu azaltabilmektedir. Böylece, düşük yanma sıcaklıkları düşük NO_x emisyonlarını sağlarken genellikle buna zıt bir şekilde is emisyonları artış göstermektedir [3].
- Kullanılan alternatif yakıtlar CO, is ve SO₂ emisyonlarının azalmasını sağlarken, NO_x emisyonunda artışa sebep olmuştur. Etanol ilavesi güçte bir miktar düşmeye sebep olurken, biyodizel ilavesi dizel yakıtı göre çok az oranda güç artışı sağlamıştır [8].
- Biyodizel soğuk hava şartlarından dizele göre daha çabuk etkilenir. Soğuk havalarda dizelden daha yüksek bulutlanma noktasına sahiptir. Biyodizelin ısı değeri dizele göre düşüktür. Bu durum motordaki yanma sonucunda bir miktar güç düşmesine yol açar. Havaıyla temas eden biyodizel, özellikle yüksek sıcaklıklarda hızla oksitlenmeye başlar. Bununla birlikte biyodizelin, parlama noktası daha yüksektir. Bu yanmaya doğrudan etki etmemesine rağmen, biyodizelin depolanması ve taşınabilirliği açısından daha güvenli hale getirmektedir [2].
- Bitkisel yağlardan biyodizel elde etmek için çeşitli metotlar denemiştir. Bu metotlar; mikroemulsiyon, piroliz ve en önemlisi olan transesterifikasyon işlemlerini kapsamaktadır. Transesterifikasyon reaksiyonunu; serbest yağ asitlerinin miktarı, yağın içerdiği su muhtevası, reaksiyon sıcaklığı, alkol/yag molar oranı, katalizör tipi, reaksiyon süresi, çözücü kullanımı, karıştırma hızı, alkolün kimyasal tipi ve katalizör konsantrasyonu gibi parametreler etkilemektedir. Biyodizel elde edildikten sonra; biyodizelin ayrılması, yıkanması, kurutulması ve distilasyon işlemleri ile saf biyodizel elde edilir [1].
- Biyodizel üretimi üzerine yaptıkları kapsamlı makalede biyodizel üretim yöntemlerini özetlemiş ve biyodizel üretimi için en uygun yöntemin transesterifikasyon olduğunu ve katalizör olarak alkali katalizörlerin, asit katalizörler ve enzimlere göre daha etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Reaksiyonun başlangıçta kısa bir süre için yavaş daha sonra hızlı ve sonra tekrar yavaş ilerlediğini ve daha yüksek reaksiyon sıcaklıklarının, reaksiyon süresini kısalttığını ve reaksiyonu hızlandırdığını tespit etmişlerdir. Transesterifikasyon yöntemi ile biyodizel üretmiş ve reaksiyon sıcaklığı, reaksiyon zamanı ve yağ içerisindeki

serbest yağ asidi ile su miktarının etkin parametreler olduğunu belirlemiştir [1].

2 Materyal ve Metod

2.1 Biyodizel Üretimi

Bitkisel yağların viskozitelerinin azaltılması için ısıl ve kimyasal yöntemler uygulanmaktadır. Üretim amaçlı uygulamada günümüzde en yaygın olarak kullanılan metot, transesterifikasyon yöntemi olup bu yöntemde kimyasal reaksiyonlar ve bunlara bağlı parametreler hassasiyetle takip edilir.

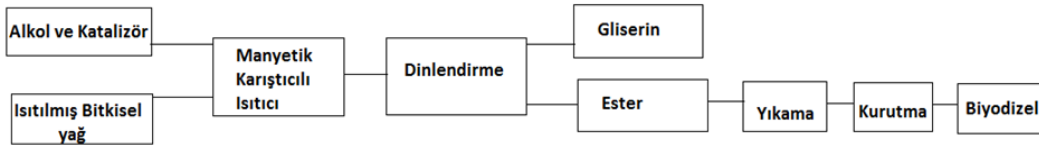
Transesterifikasyon trigliserid yapısında olan yağların (bitkisel yağlar, evsel atık yağlar, hayvansal yağlar) bazik bir katalizör eşliğinde, alkol (metanol, etanol vb) ile esterdeğişim reaksiyonudur. Bitkisel yağların, dizel yakıt alternatifi olarak kullanılmasında izlenen en önemli kimyasal yöntemdir. Bu yöntemde alkoliz reaksiyonu adı da verilmektedir. Bitkisel yağın, küçük molekül ağırlıklı alkolle, katalizör eşliğinde gliserin ve yağ asidi esteri oluşturmak üzere reaksiyona girmesidir. Bu reaksiyon sonucu biyodizel elde edilmektedir.. Bitkisel yağlar, Trigliserid olarak adlandırılır. Gliserin bitkisel yağı kalın ve yapışkan yapar. Transesterifikasyon sırasında gliserin bitkisel yağdan uzaklaştırılır. Böylece yağ daha ince hale gelir ve viskozitesi azalır[4].

Biyodizel üretiminde ısıtmalı manyetik karıştırıcı, termometre, hassas terazi ve ayırma hunisi gibi cam malzemeler kullanılmıştır. Yağ olarak rafine kanola ve aspir yağı kullanılmıştır. Öncelikle yağın hacimce %20 oranında metil alkol ve NaOH, manyetik karıştırıcıda karıştırılarak, “metoksit” karışımı meydana getirilmiştir. 50-55 °C sıcaklığa ısıtılmış olan yağ, hazırlanan metoksit karışımı ile cam beher içerisinde karıştırılmış ve ısıtmalı manyetik karıştırıcı vasıtasıyla; 2 saat 50-55 °C sıcaklıkta ısıtma ve karıştırma, sonrasında 1 saat sadece karıştırma işlemi yapılarak transesterifikasyon reaksiyonuna tabi tutulmuştur. Sıcaklık transesterifikasyon reaksiyonunu kolaylaştırmaktadır, ancak metil alkolün yaklaşık 67 °C civarında buharlaşmaya başlıyor olması nedeni ile sıcaklığın bu mertebelere ulaşmasına müsaade edilmemiştir[7].

Karıştırma işlemi son bulduğunda, biyodizel ve gliserin faz ayrışmasının gerçekleşmesi için karışım ayırma hunisine alınmıştır. Numuneler, tam faz ayrışmasının gerçekleşmesi için en az sekiz saat ayırma hunisinde bekletilmiştir. Faz ayrışmasının gerçekleşmesi ile biyodizel üretiminde bir yan ürün olan, yoğunluğu yüksek gliserin dibe çökmüş, daha düşük yoğunluklu biyodizel ise gliserinin üzerinde belirgin bir çizgi ile ayrılmıştır [7].

Çöken gliserin alındıktan sonra biyodizelin içerisinde kalması muhtemel gliserin ve reaksiyona girmemiş alkol, katalizör gibi kalıntıları temizlemek için, biyodizel, hacimce %30'u kadar 30-35 °C sıcaklıkta ılık saf işleme tabi tutulmaktadır. Biyodizel yakıtlar, 100 °C sıcaklığa kadar ısıtılarak, içinde kalan metil alkol ve suyun buharlaştırılması suretiyle bu kalıntılardan da arındırılmıştır [7]. Biyodizel üretim akış şeması Şekil 2.1'de gösterilmiştir.

Üretilen biyodizellerin ve dizel yakıtın yoğunluk ve viskoziteleri test ettirilerek belirlenmiştir. Biyodizel yakıtların kinematik viskoziteleri daha yüksek belirlenmiştir.



Şekil 2.1: Biyodizel üretim akış şeması

Düşük sıcaklıklarda dizel oranla kullanım zorluğu söz konusu olur.

Tablo 2.1: Dizel yakıtı ve biyodizel yakıtların yoğunlukları ve kinematik viskoziteleri

Testler		dizel	aspir B100	kanola B100
Yoğunluk (15 °C)	gr/cm ³ (API)	0,8319 (38,5)	0,8917(27,1)	0,8856(28,2)
Kinematik viskozite 40 °C	mm ² /sn	2,793	4,9388	4,999

2.2 Deney Düzenegi

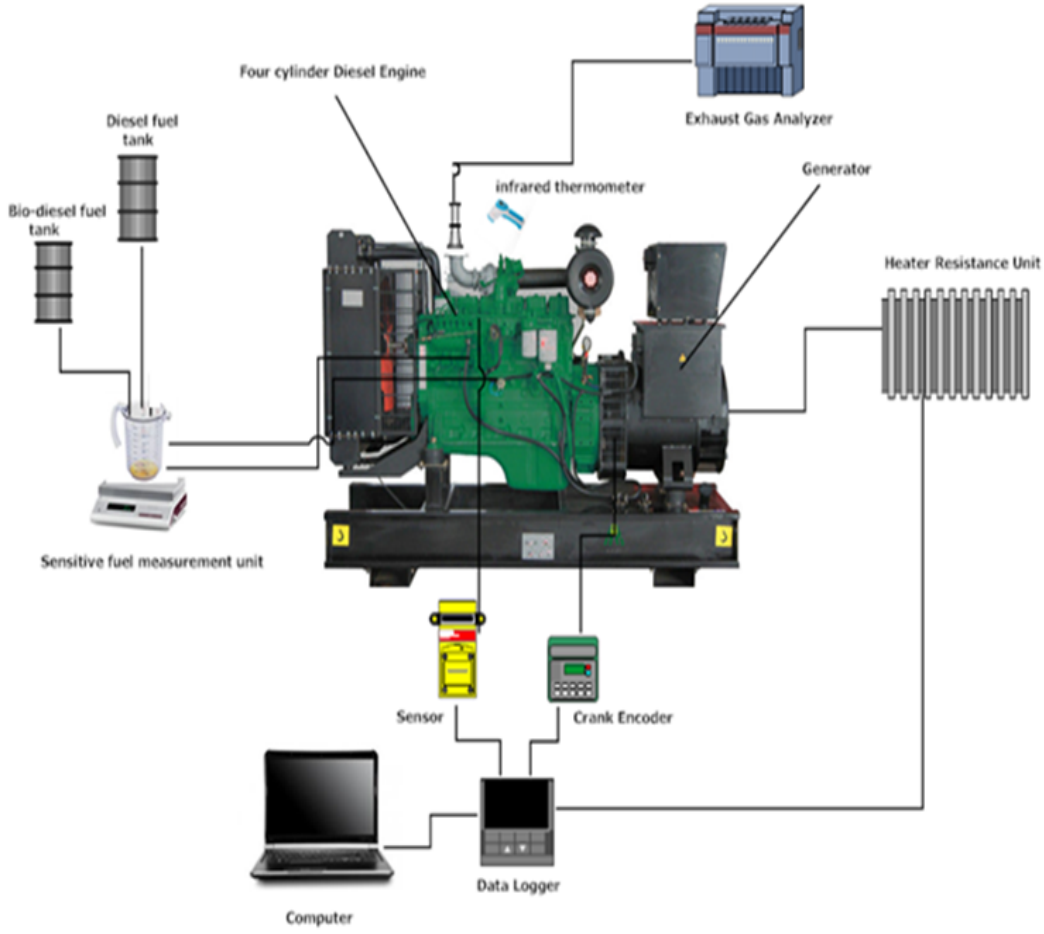
Deney düzeneginde 17 BG gücündeki 4 silindirli, 4 zamanlı, su soğutmalı dizel motor ve jeneratör ünitesi kullanılmıştır. Düzenekte dizel ve biodizel yakıt karışımları hazırlanarak harici yakıt tankı bağlantısı oluşturulmuş ve haznedeki yakıt tüketimi hassas terazi kullanılarak belirlenmiştir. Motor sabit devirde tutularak, jeneratörden ısı ünitesi vasıtasıyla enerji çekilerek farklı motor yüklemesi (3.6 kW, 7.2 kW, 10.8 kW) ile deneyler yapılmıştır. Motor performans Kontrol ünitesi olarak Febris yazılım programı, emisyon kontrolü için egzoz emisyonu test cihazı kullanılmıştır. Egzoz sıcaklığının belirlenmesinde infrared ısı ölçer kullanılmıştır. Deney düzenegi Şekil 2.2’de şematik olarak gösterilmiştir.

3 Araştırma Sonuçları

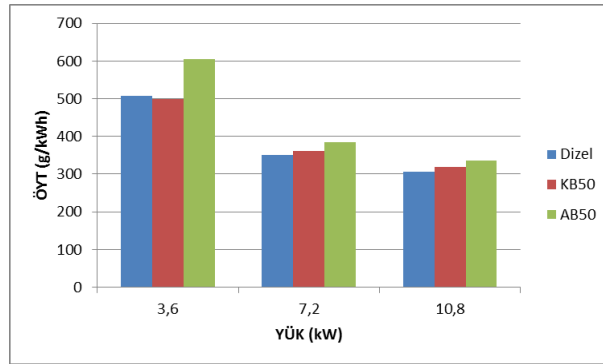
Performans açısından özgül yakıt tüketimi ve egzoz sıcaklıkları belirlenerek, grafiklere aktarılmıştır (Şekil 3.1). Özgül yakıt tüketimi yüklem miktarının artmasıyla azalmaktadır. Bu durum, özgül yakıt tüketiminin, döndürme momenti ile ters orantılı olmasından kaynaklanmaktadır. Genel olarak biyodizelin özgül yakıt tüketimi, tüm motor yüklerinde dizelden daha yüksek çıkmıştır. Biyodizel ve karışımlarının özgül yakıt tüketiminin yüksek olmasının temel nedeni olarak, biyodizelin enerji içeriğinin dizel’e göre % 9,6 daha düşük olması gösterilebilir. Özgül yakıt tüketimdeki fark dizele oranla kanola biyodizelde %4.57 aspir biyodizelde ise %9.8 olarak belirlenmiştir.

Maksimum egzoz sıcaklığı dizel için 189 °C, KB50 için 186 °C, AB50 için 184 °C, olarak ölçülmüştür. Egzoz sıcaklıkları arasında önemli bir fark yoktur. Biyodizel ve karışımlarının kullanılması ile egzoz sıcaklığının düşmesinde önemli etken, yakıtların farklı maksimum yük değerlerine sahip olmasıdır [5].

CO emisyonu motorda kullanılmayan kayıp kimyasal enerjiyi ifade ettiği için önemli bir parametredir. Ayrıca, CO sınırlaması emisyon standartlarının temel parametrelerindedir. Yanma ürünleri arasında CO bulunmasının ana nedeni hava-yakıt oranının düşük olmasıdır. Yakıt özelliği motor yükü, hava-yakıt oranını önemli



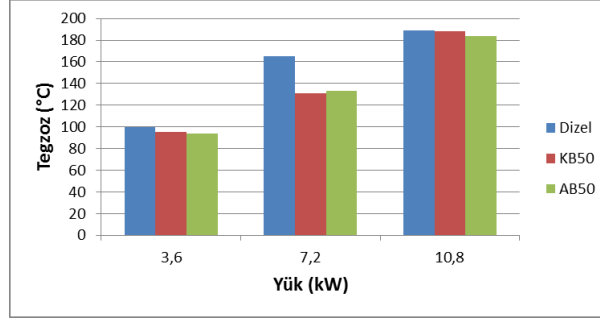
Şekil 2.2: Deney düzeneği şematik gösterimi



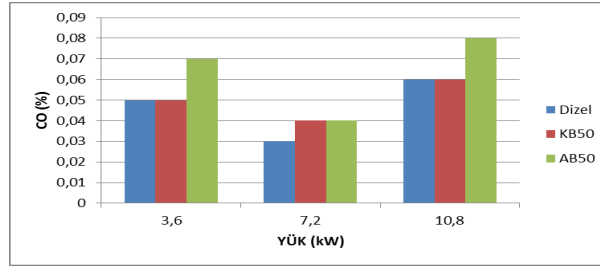
Şekil 3.1: Özgül yakıt tüketiminin yüke göre değişimi.

derecede etkilediğinden, CO oluşumu bu parametrelerin bir fonksiyonu olarak değişmektedir [5]. Şekil 3.3'de, CO emisyonunun yüke göre değişimi gösterilmektedir. Genel olarak AB50 kullanımında diğer yakıtlara oranla % 33-40 daha fazla CO tespit edilmiştir. Kayıp enerji aspir biyodizelinde daha yüksek olmaktadır. Biyodizelin içeriğindeki oksijen nedeniyle CO emisyonunda azalma beklentisi gerçekleşmemiştir.

En önemli çevre sorunu olan küresel ısınmada temel etkenlerden biri, artan CO₂

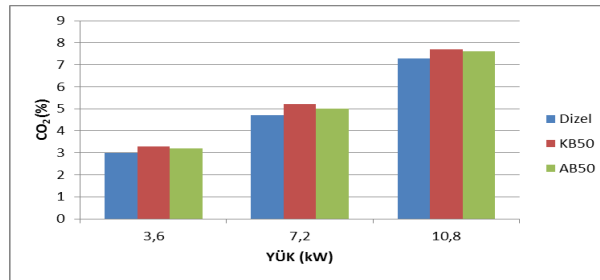


Şekil 3.2: Egzoz gazı sıcaklığının yüke göre değişimi.



Şekil 3.3: CO emisyonunun yüke göre değişimi.

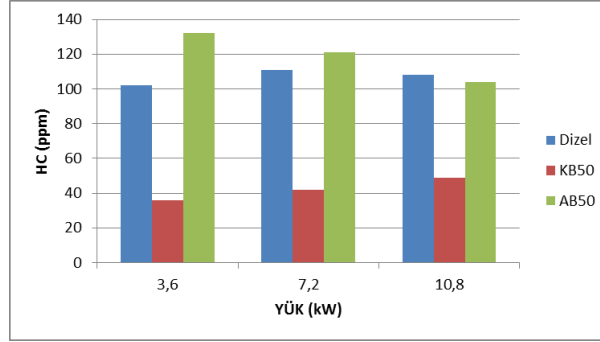
emisyonunun atmosferde sera etkisi göstermesidir. Araştırmacılar, biyodizel kullanımı ile atmosfere salınan CO₂ emisyonunun fotosentez çevrimine katıldığını düşünmektedirler. Egzoz ürünleri arasında bulunan CO₂ tam yanmayı ifade ettiği içinde önemli bir parametredir. Şekil 3.4'de, karbondioksit yüzdesinin yük ile değişimi gösterilmektedir. Görüldüğü üzere yük artışıyla CO₂ yüzdesi giderek artış göstermiştir. Sıralamada dizel, aspir ve kanola söz konusudur. Düşük yükte dizele oranla % 6-10 arası artış varken, yüksek yükte % 4-5.5 civarına düşüş söz konusudur. Biyodizelin içeriğindeki oksijeninin silindir içerisindeki oksijen-yakıt reaksiyonlarına önemli derecede katkı sağlayamadığı gözükmektedir.



Şekil 3.4: CO₂ emisyonunun yüke göre değişimi.

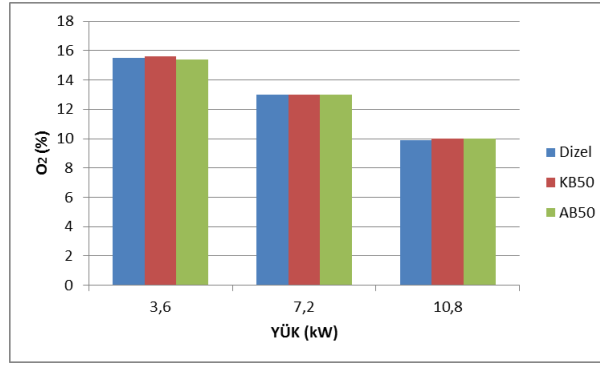
Egzoz gazları arasında yanmamış HC emisyonlarının bulunması kullanılmayan kayıp kimyasal enerjiyi ifade etmektedir [5]. Şekil 3.4'da yanmamış HC emisyonunun yüke göre değişimi gösterilmektedir. Nedeni yakıtın tutuşma sıcaklığına gelmemesi veya ortamda oksijenin yetersiz olmasından dolayı yakıtın okside olamamasıdır. HC miktarının tüm yüklerde KB50 de azalma eğilimindedir ve bu % 35-49 oranında olmuştur. Yüksek yüklerde AB50 biyodizeline de beklenen gibi dizele oranla HC

emisyonu azalmaya başlamıştır. Düşük yüklerde yanma sonucu sıcaklığın düşük olması, havanın hidrokarbonların egzoz çıkışına doğru oksidasyona uğramadığı da düşünülebilir.



Şekil 3.5: HC emisyonunun yüke göre değişimi.

Biyodizel yakıtların, dizel yakıtına nazaran daha yüksek miktarda oksijen içermesinin doğal bir sonucu olarak, O_2 emisyonlarında artış beklenir. Şekil 3.6'de görüldüğü üzere yük artışıyla istenilen duruma doğru gidilmektedir.

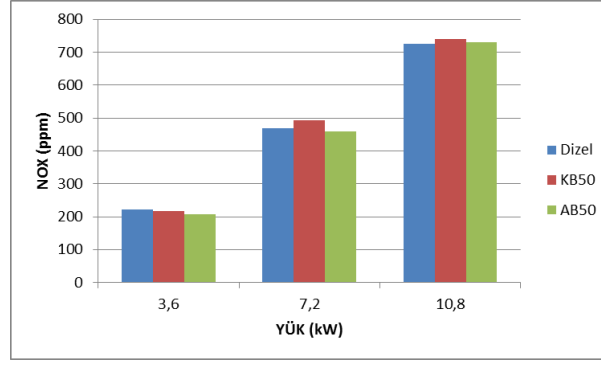


Şekil 3.6: O_2 emisyonunun yüke göre değişimi.

Yanma sonucu ulaşılan yüksek sıcaklıklarda, havanın içerisindeki azotun oksijen ile birleşmesi sonucu azot oksitler meydana gelmektedir. Atmosferdeki nemin NO_x emisyonlarını azaltıcı yönde bir etkisi olduğu bilinmektedir. Genel olarak Şekil 3.7'de görüldüğü üzere yük artışıyla istenilen duruma beklenen etki olan NO_x oranlarında artış yüksek yüklerde gözlenmiştir.

4 Tartışma ve Sonuçlar

Bitkisel yağlardan üretilen biyodizel yakıtlar, dizel yakıtına alternatif yenilenebilir yakıtlardır. Yenilenebilir olmaları yanında, dizel motorların zararlı egzoz emisyonlarında da azalma sağlamaktadırlar. Bu çalışmada, rafine kanola yağı ve aspir yağından metil alkol ve sodyum hidroksit kullanılarak transesterifikasyon metodu uygulanması suretiyle metil esterler elde edilmiştir. Üretilen biyodizellerin standartlarda aranan özelliklerin tamamının tespit ettirilmesi için gerekli destek bu-



Şekil 3.7: NOx emisyonunun yüke göre değişimi.

lanamamıştır. Bununla birlikte önemli özelliklerden olan yoğunluk ve viskozite değerlerinin ölçümleri yapılmıştır.

Üretilen biyodizel yakıtların viskoziteleri incelendiğinde, Biyodizel yakıtların viskozitesinin dizel yakıtına göre yüksek olduğu, kanola yağından üretilenin en yüksek viskozite değerine sahip olduğu görülmüştür. Bu sonuç kış şartlarında biyodizel yakıt kullanımında katkı maddelerine ihtiyaç olduğunu göstermektedir [7]. Üretilen biyodizel yakıtlar %50 hacimsel oranında dizel yakıt ile karıştırılarak dizel bir motorda performans ve emisyon değerleri bakımından dizel yakıtı ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen performans değerlerinin, dizel yakıtına yakın olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak biyodizelin özgül yakıt tüketimi, tüm motor yüklerinde dizelden daha yüksek çıkmıştır. Özgül yakıt tüketimindeki fark dizele oranla kanola biyodizelde %4.57 aspir biyodizelinde ise %9.8 olarak belirlenmiştir.

Egzoz sıcaklıkları arasında önemli bir fark belirlenmemiştir. Genel olarak AB50 kullanımında diğer yakıtlara oranla % 33-40 daha fazla CO tespit edilmiştir. Azalma beklentisi gerçekleşmemiştir. Yüksek yüklerde AB50 biyodizelinde de beklenen gibi dizele oranla HC emisyonu azalmaya başlamıştır. Biyodizelin içeriğindeki oksijeninin silindir içerisindeki oksijen-yakıt reaksiyonlarına önemli derecede katkı sağlayamadığı ve CO₂ oranında artış gözükmemektedir.

Biyodizel yakıtların, dizel yakıtına nazaran daha yüksek miktarda oksijen içermesinin doğal bir sonucu olarak, yük artışıyla O₂ emisyonunda artışa gidilmektedir. Yük artışıyla beklenen etki olan NOx oranlarında artış yüksek yüklerde gözlenmiştir.

Genel olarak değerlere göre yüksek yüklerde aspir ve kanola biyodizelinin % 50 hacim oranında kullanımı performans ve emisyon açısından saf dizel yakıtı yerine kullanılabilirliği yönündedir. Deneylerin farklı karışım oranlarında ve yüklerde tekrarlanması ile daha hassas değerlendirmeler yapılabilecektir.

Kaynaklar

- [1] C. Y. Choi and R. D. Reitz, *An experimental study on the effects of oxygenated fuel blends and multiple injection strategies on a diesel engine emissions*, Fuel, 78 (1999), 1303–1317.
- [2] M. S. Fidan ve E. Alkan, *Bitkisel hammaddelerden elde edilen biyodizelin alternatif enerji kaynağı olarak kullanılması*, Güfbed/Gustij, 4(2) (2014), 144–160.

- [3] S. Kiani, *Bitkisel yağlardan biyodizel üretimde yüzey aktif maddelerin etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.
- [4] Z. Öner, *Biyodizel üretiminde adsorban maddelerin rolünün İncelenmesi*, Doktora Tezi, Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2011.
- [5] A. N. Özsezen ve M. Çanakçı, *Biyodizel ve karışımlarının kullanıldığı bir dizel motorda performans ve emisyon analizi*, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(2) (2009), 173–180.
- [6] S. Solak, *Biyodizel/Lpg çift yakıtlı bir motorda püskürtme zamanının performans ve emisyonlara etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük: Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [7] İ. Tillem, *Dizel motorlar İçin alternatif yakıt olarak biyodizel üretimi ve kullanımını*, Yüksek Lisans Tezi, Denizli: Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005.
- [8] N. Usta, C. Özer ve E. Öztürk *Alternatif dizel motor yakıtı olarak biyodizel ve etanolün karşılaştırılması*, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 3 (2005), 325–334.