

HAVACILIK YAKITI JP-8 VE DİZEL KARIŞIMLARININ TEK SİLİNDİRLİ BİR DİZEL MOTORUNDA PERFORMANS VE EGZOS EMİSYONLARINA ETKİSİ

Hasan YAMIK*, **Alper CALAM****, **Hamit SOLMAZ*****, **Yakup İÇİNGÜR*****

* Bilecik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine ve İmalat Mühendisliği, 065750 BİLECİK

** Gazi Üniversitesi, Atatürk Meslek Yüksek Okulu, Otomotiv Teknolojisi Programı, Çubuk /ANKARA

*** Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü 06500 Teknikokullar/ANKARA

hasan.yamik@bilecik.edu.tr, acalam@gazi.edu.tr, hsolmaz@gazi.edu.tr, icingur@gazi.edu.tr

(Geliş/Received: 16.04.2012; Kabul/Accepted: 11.07.2013)

ÖZET

Bir havacılık yakıtı olan JP-8, 1980li yılların sonlarına doğru NATO ülkeleri ortak askeri yakıtı olarak kabul edilmiştir. % 99,8'i kerosenden meydana gelen JP-8, askeri uygulamalara uygun hale getirebilmek için çeşitli katkı maddeleri ile karıştırılmaktadır. JP-8 yakıtının en önemli özelliği donma noktasının -40°C'nin altında olmasıdır. Bu çalışmanın amacı JP-8 yakıtının referans dizel yakıtı ile çeşitli oranlarda harmanlanarak kullanım imkanını araştırmaktır. Bu çalışmada JP-8 yakıtı tek silindirli, 4 zamanlı ve direkt enjeksiyonlu bir dizel motorunda referans dizel yakıtına hacimsel olarak %5, %10, %25 ve %50 oranlarında ilave edilmiş, motor performans parametreleri ve egzoz emisyonları incelenmiş ve referans dizel yakıtı sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Motor momenti ve özgül yakıt tüketimi JP-8 karışimli yakıtlarda referans dizel yakıtına göre kötüleşme göstermiştir. Egzoz emisyonları bakımından NO_x emisyonları JP-8 karışimli yakıtlarda referans dizel yakıtına göre iyileşirken, CO ve is emisyonlarında artış gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: JP-8, motor performansı, egzoz emisyonları, dizel motoru

EFFECTS OF DIESEL AND JP-8 AVIATION FUEL BLENDS ON ENGINE PERFORMANCE AND EXHAUST EMISSIONS IN A SINGLE CYLINDER DIESEL ENGINE

ABSTRACT

JP-8, which is an aviation fuel, was accepted as a common military fuel towards the end of 1980s by NATO countries. JP-8 containing 99.8% kerosene is blended with various additives to make it suitable for military applications. The most important feature having a freezing point of below -40 °C. The purpose of this study is to investigate the possibility of using JP-8 and reference diesel fuel blends. In this study JP-8 was added to diesel fuel with volumetric ratios of %5, %10, %25 ve %50. Experiments were carried out in a single cylinder, four-stroke and direct injection diesel engine. According to the test results engine performance and exhaust emission characteristics were investigated and compared with the reference diesel fuel. Engine torque decreased and brake specific fuel consumption increased by using JP-8 blends according to the reference diesel fuel. While CO and smoke emissions increased, NO_x emissions decreased with JP-8 blends when compared with diesel fuel.

Anahtar Kelimeler: JP-8, engine performance, exhaust emissions, diesel engine

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Havacılık yakıt teknolojisi; petrol rafinerileri, motor ve uçak üreticileri ve havayolu endüstrisi gibi bir çok kaynağın ortak girişimi ile gelişmiştir. Havacılık yakıtlarının askeri taşıtlarda kullanımının en temel fikirleri 2. Dünya Savaşı'ndan sonra, lojistik olarak tedarik zincirini kolaylaştırmak amacıyla atılmıştır.

Günümüzde kullanılmakta olan en yaygın havacılık yakıtları Jet A1 ve JP-8'dir. Jet A1 sivil havacılık uçaklarında kullanılmakta iken, JP-8 askeri havacılık için JP-4 ve JP-8 yakıtlarının geliştirilmiş bir versiyonudur [1-6].

1988 yılında NATO ülkeleri askeri uçak ve tüm kara araç ile ekipmanlarında kullanılmak üzere tek bir

yakıt kullanımı için ortak bir karara varmışlardır [7]. Bu fikir “tek yakıt konsepti” olarak adlandırılmış ve havacılık yakıtı olan JP-8 yakıtı (F34 olarak da ifade edilmektedir) askeri havacılıkta ve askeri karayolu ulaşım araçlarında kullanılacak olan tek tip yakıt olarak seçilmiştir [1-6]. Bu uygulamanın temel nedeni savaş zamanlarında yüksek lojistik harcamalarının önüne geçmek ve akaryakıt kontrolünün NATO tarafından daha etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktır [8].

Jet yakıtları gelişmiş uçaklar için iki önemli rol oynar. Birinci ve en belirgin özellik uçuş için gerekli itiş enerjisini sağlamaktır. Önemi giderek artan bir diğer özellik ise gövde, motor parçaları ve diğer sistemler için birincil soğutucu olarak görev yapmasıdır. İçten yanmalı motorların icadından beri motor sıcak parçalarını soğutma gereksinimi her zaman ihtiyaç duyulan bir durumdur. Motor performans hedefleri ve uçuş hızları arttıkça “ısı yönetimi” daha fazla önem kazanmıştır [9].

JP-8, askeri uygulamalarda kullanıma uygun hale getirebilmek için özel katkı maddeleri ile harmanlanmış, %99,8'i kerosen içerikli hidrokarbon anlamında binlerce karışımdan meydana gelen yakıtlardır. JP-8 için bu hidrokarbonlar; aromatikler (yaklaşık %20), n-parafinler ile izo-parafinler (%60) ve siklo-parafinler (%20) olarak 3 geniş sınıfa ayrılabilir. En yüksek hidrokarbon konsantrasyonunu normal parafinler oluşturmaktadır. Siklo-parafinler ve aromatikler çoğunlukla tek halkalı moleküllerden oluşurlar. JP-8'i oluşturan çeşitli bileşenlerin konsantrasyonu kullanılan ham petrole, uygulanan işlem basamaklarına ve diğer faktörlere bağlı olarak her üretimde önemli ölçüde farklılıklar gösterebilir [10-12]. Askeri havacılık yakıtı JP-8'i, Jet A1 ve diğer havacılık yakıtlarından ayıran en önemli özelliği korozyon inhibitörü ve yakıt sistemi buzlanma inhibitörü içermesidir. JP-8 bu özellikleri sayesinde diğer havacılık yakıtları ve dizel yakıtına göre soğuk iklim şartlarında stratejik bir önem kazanmaktadır [13,14].

JP-8 başlangıçta bir havacılık yakıtı olarak değerlendirilmesine rağmen kullanım alanı dizel motoru ile donatılmış kara taşıtlarında da olacak şekilde genişletilmiştir [10,11]. Ancak böyle bir çalışmaya karar vermeden önce NATO üyesi ülkelerin dizel motorlu araçlarda aviyonik esaslı yakıtların kullanımı ile uygulamada ortaya çıkabilecek sorunları tespit edebilmek adına bazı ön çalışmalar yapılmıştır (tanklar, taşıyıcılar vb. araçlar) [13,15].

Dizel yakıtına göre daha düşük yoğunluğa sahip olsa da, yakıt sistemi bir yüksek basınç pompası ve enjektörden oluşan dizel motorlarında yakıt olarak JP-8'in kullanılması mümkündür. Ancak bu durumda yakıt özelliklerine bağlı olarak motor torku ve özgül yakıt tüketiminde farklılıklar ortaya çıkacaktır [4,5,16,17]. JP-8 ve standart dizel yakıtının alt ısı değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu bilinmektedir. Bazı kaynaklarda ise JP-8'in alt ısı

değerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir [18]. Dolayısıyla sıkıştırma ile ateşlemeli motorlarda JP-8 kullanılması durumunda motor performansında herhangi bir kötüleşme beklenilmemektedir. Bununla birlikte JP-8'in içten yanmalı bir motorda kullanımını sınırlayan önemli iki parametre bulunmaktadır. Bunlardan birisi setan sayısının dizel yakıtından daha düşük olmasıdır. Bu durum tutuşma gecikmesi süresinin uzayarak yanma işleminin beklenilenden daha kötü bir hal almasına ve hatta dizel vuruntusunun artmasına neden olabilir. İkincisi ise JP-8'in yağlama özelliğinin dizel yakıtına göre daha düşük olmasıdır. Bu kerosenden daha yüksek bir kaynama sıcaklığı aralığına sahip olan dizelin daha yüksek oranda doğal yağlayıcı madde içermesinden kaynaklanabilir [19]. Bilindiği üzere dizel motorunda yakıt enjeksiyon sisteminde bulunan yüksek basınç pompası ve enjektör gibi parçaların yağlanması işlemi dizel yakıtı tarafından gerçekleştirilmektedir. Yağlama özelliği düşük olan JP-8'in kullanılması durumunda pompa ve enjektör iğnesinde aşınma miktarı artarak sistemin arızalanmasına neden olabilir [19,20]. Literatürde JP-8'in yanması sonucu ortaya çıkan emisyonlar konusunda az sayıda çalışma bulunmaktadır. Çünkü bu yakıtın farklı bölgeden temin edilmesinde yüzlerce farklı bileşiklerden oluşması ve farklı oranlarda aromatikler içermesi dolayısıyla araştırmacılar genellikle JP-8'in yanma performansını incelemişlerdir [15]. Ayrıca yapılan çalışmalarda JP-8 ve dizel yakıtları bire bir karşılaştırılmış, JP-8 ve dizel karışımlarının motor performansına olan etkileri incelenmemiştir [2,5,21]. Bununla birlikte JP-8'in yağlayıcılık özelliğini arttırabilmek için JP-8 ve biyodizel karışımları ile yapılmış çalışmalar mevcuttur [19,22].

Dizel yakıtının en önemli problemlerinden biri donma noktasının ve buna bağlı olarak soğuk filtre tıkanma noktasının özelliklerinin kötü olmasıdır [23-28]. JP-8'in ise dizel yakıtına göre donma noktası ve soğuk filtre tıkanma noktası değerleri oldukça düşüktür. Bu çalışmanın amacı çeşitli oranlarda dizel yakıtı ve JP-8 karıştırılarak soğuk iklim şartlarında bu yeni yakıtın kullanılması durumunda motor performans ve emisyonlarına etkisi araştırılmıştır. Deneyler direkt enjeksiyonlu bir dizel motorunda gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

2.1 Deney Yakıtları (Test Fuels)

Referans dizel yakıtı ve JP-8 yakıtından dört farklı oranda yakıt karışımları hazırlanmıştır. Bu karışımlar dizel yakıtına hacimsel olarak %5, %10, %25 ve %50 JP-8 ilave edilerek hazırlanmıştır. JP-8 yakıtının çeşitli özellikleri Tablo 1'de görülmektedir. Hazırlanan yeni yakıtların homojen bir şekilde karışması sağlanarak 24 saat oda sıcaklığında beklenmiş ve herhangi bir faz ayrışması ve çökeltme gözlenmemiştir. Gerçekleştirilen tüm deneyler öncesinde motorun yakıt sistemi deney yapılacak yeni

Tablo 1. Deney yakıtlarının özellikleri (Specifications of test fuels)

Yakıt Tipi	Dizel	JP-8	Metot
Yoğunluk (g/cm^3 , 15°C)	0,8372	0,7950	ASTM D 1298
Viskozite (cSt)	2,8(40°C)	3,87(40°C)	ASTM D 445
Soğuk Filtre Tıkanma Noktası ($^\circ\text{C}$)	-5	-48,5	ASTM D 2386
Parlama Noktası ($^\circ\text{C}$)	73	41	ASTM D 93
Alt Isıl Değer (kcal/kg)	10450	10200	ASTM D 2015
Setan Sayısı	54	45	ASTM D 976

yakıt ile bir önceki yakıttan temizlenmiş ve deneye başlanmıştır.

2.1 Deney Prosedürü (Experimental Procedure)

Deneyler tek silindirli, direkt enjeksiyonlu ve 4 zamanlı bir dizel motorunda, tam yük şartlarında gerçekleştirilmiş ve performans ölçümleri Cussons P8160 marka test düzeneğinde yapılmıştır. Deney motorunun teknik özellikleri Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2. Deney motorunun özellikleri (Specifications of test engine)

Motor Tipi	4-Zamanlı DI Dizel Motoru
Silindir sayısı	1
Silindir çapı x strok (mm)	86x68
Silindir hacmi (cm^3)	395
Sıkıştırma oranı	18:1
Maksimum tork	2200 min^{-1} 'de 19,6 Nm
Enjektör püskürtme basıncı (bar)	180

Püskürtme avansı 24°

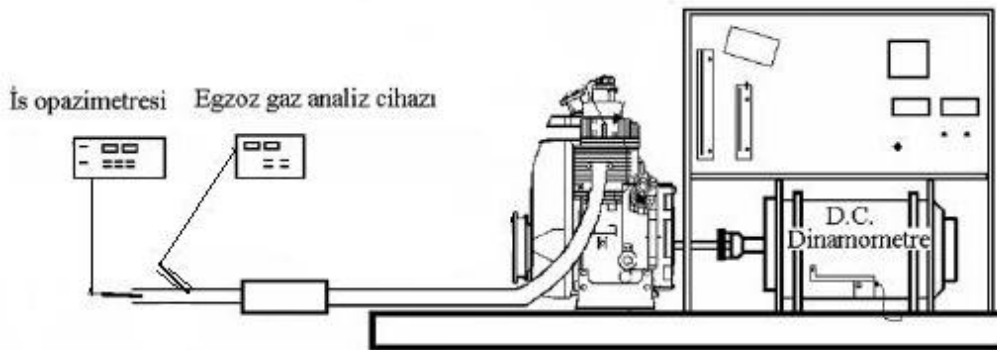
Deneylerde kullanılan DC elektrikli dinamometre 10kW güç absorbe edebilmekte ve maksimum 4000 min^{-1} 'de çalışabilmektedir [29,30]. Motor hızı, dinamometre shaft mili üzerine yerleştirilmiş olan dişli teker üzerinde yer alan bir sensör ile ölçülmüştür. Yakıt tüketimi için 1 g hassasiyetinde ve maksimum 30 kg'a kadar ölçüm yapabilen Dikomsan JS-B marka elektronik bir terazi ve Rucanor marka 0,01 s hassasiyetinde ölçüm yapabilen bir kronometre kullanılmıştır. İş ölçümü için VLT 2600 S marka opasimetre kullanılmıştır. Emisyon ölçümleri için de Testo 350 XL marka egzoz gaz analizörü kullanılmıştır. Tablo 3'te iş opasimetresi ve Tablo 4'te egzoz gaz analizörünün teknik özellikleri verilmiştir. Şekil 1'de deney düzeneğinin genel görünüşü görülmektedir.

Tablo 3. İş opasimetresinin özellikleri (Technical features of smoke opacimeter)

Parametre	Ölçüm Aralığı	Doğruluk
Duman yoğunluğu	0–99 %	0,01
k duman faktörü (m^{-1})	0–10	0,01

Tablo 4. Egzoz gaz analizörü teknik özellikleri (Technical features of exhaust gas analyser)

Yanma ürünleri	Ölçüm Aralığı	Doğruluk
Oksijen (O_2)	0–25% vol	+/- 0,2 mV
Karbonmonoksit (CO)	0–10000 ppm	5 ppm (0 – 99 ppm)
Karbondioksit (CO_2)	0–50% vol	$\pm 0,3\% \text{vol} + 1\% \text{mV}$ (0–25% vol)
Hidrokarbon (HC)	0,01–4%	< 400 ppm (100–4000 ppm)
Azot Oksit (NO_x)	0–3000 ppm	5 ppm (0–99 ppm)

**Şekil 1.** Deney düzeneğinin genel görünüşü (Schematic representation of the experimental apparatus)

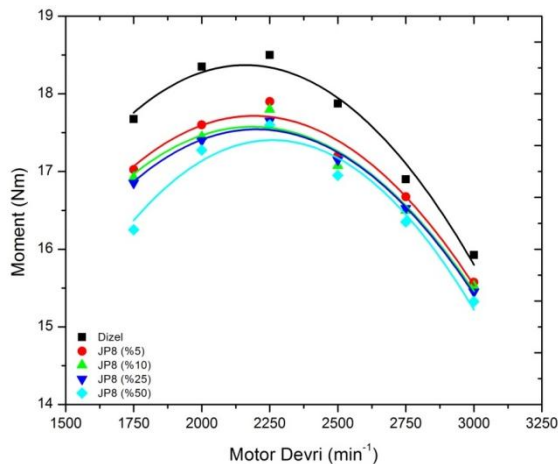
Motor hızı 0–9999 min⁻¹ 1 min⁻¹

Deneyler gerçekleştirilmeden önce deney motoru test edilecek yakıt ile çalıştırılmış ve motorun çalışma sıcaklığına gelmesi beklenmiştir. Deneyler motorun tam yük konumunda ve maksimum motor momentini veren ateşleme avansında gerçekleştirilmiştir. Deneyler 1750-3000 min⁻¹ motor hızları aralığında gerçekleştirilmiş ve her 250 min⁻¹ motor hızı aralığında veriler kaydedilmiştir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

3.1 Motor Momenti (Engine Torque)

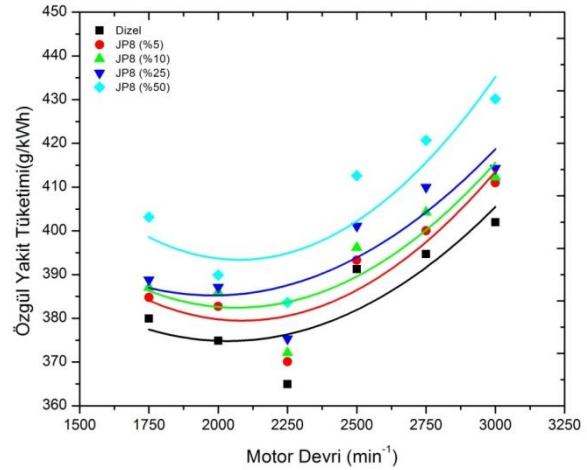
Şekil 2’de motor momentinin motor devrine bağlı olarak değişimi görülmektedir. Referans dizel yakıtına JP-8 ilave edildiğinde motor momentinin karışımdaki JP-8 miktarına bağlı olarak azaldığı görülmektedir. Motor momentindeki azalma JP-8’in yoğunluğunun referans dizel yakıtına göre daha düşük olmasından kaynaklanabilir. JP-8 ve referans dizel yakıtlarının alt ısıl değerleri birbirine çok yakın olmasına rağmen JP-8’in yoğunluğunun daha düşük olması içeri sürülen yakıt miktarı aynı olsa bile daha düşük enerji kapasitesine sahip olmasına neden olur [1]. JP-8’in kolay buharlaşabilme özelliğine bağlı olarak yakıt atomizasyonunun daha iyi olması ve karışım oluşumunun hızlanması beklenilebilir [2]. Ancak JP-8’in setan sayısı referans dizel setan sayısından daha düşüktür. Setan sayısının düşük olması aynı püskürtme avansında tutuşma gecikmesi süresinin uzamasına neden olacaktır. Bu durumda maksimum silindir içi basıncı azalır. Motor momentindeki azalma referans dizel yakıtına göre ortalama, sırası ile %3,2, %3,9, %4,1 ve %5,5 olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 2. Motor devrine bağlı olarak motor momentinin değişimi (Variations of engine torque by engine speed)

3.2 Özgül Yakıt Tüketimi (Specific Fuel Consumption)

Şekil 3’te deney yakıtlarının motor devrine bağlı olarak özgül yakıt tüketimi sonuçları görülmektedir. Deney yakıtlarında karışımdaki JP-8 oranının artmasına bağlı olarak özgül yakıt tüketimi artmaktadır. Bu artış referans dizel yakıtına göre sırası ile ortalama %1,5, %2,1, %2,9 ve %5,4 olarak gerçekleşmiştir. Karışımdaki JP-8 oranına bağlı olarak özgül yakıt tüketiminin artması JP-8 in dizel yakıtından daha düşük alt ısıl değere sahip olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Ancak özgül yakıt tüketimindeki artışın temel nedeni JP-8’in düşük yoğunluğu ve düşük setan sayısıdır. Birim hacimdeki JP-8 ve referans dizel yakıtının enerji kapasiteleri karşılaştırıldığında JP-8’in enerji yoğunluğu daha düşük olmaktadır. Silindir içerisine sürülen enerji yoğunluğunun azalmasından dolayı JP-8 içeren yakıt karışımlarında özgül yakıt tüketimi artış göstermiştir. Özgül yakıt tüketimi artışının diğer bir nedeni JP-8’in düşük setan sayısı olabilir. Tutuşma gecikmesi süresinin uzamasıyla maksimum silindir içi basıncı azalabilir.



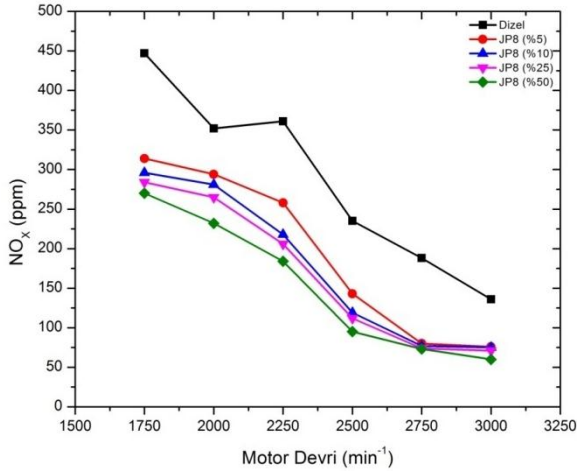
Şekil 3. Motor devrine bağlı olarak özgül yakıt tüketiminin değişimi (Variations of specific fuel consumption by engine speed)

3.3 Egzoz Emisyonları (Exhaust Emissions)

Şekil 4’te NO_x emisyonlarının motor devrine bağlı olarak değişimi görülmektedir. NO_x emisyonlarının tüm yakıt tipleri için motor devrine bağlı olarak azaldığı görülmektedir. Bu durumun birinci nedeni motor devrinin artmasına bağlı olarak silindir içerisindeki gaz hareketinin ve türbülansın artmasıdır. Dolayısıyla hava ve yakıt karışım süreci hızlanacak ve tutuşma gecikmesi süresi de kılacaktır. İkinci neden ise motor devri arttıkça yanma reaksiyonu için gerekli olan mevcut sürenin kılmasıdır. Sürenin azalmasına bağlı olarak yanma reaksiyonu boyunca silindir içi sıcaklığı çok fazla artmadan çevrim tamamlanacaktır [18,31].

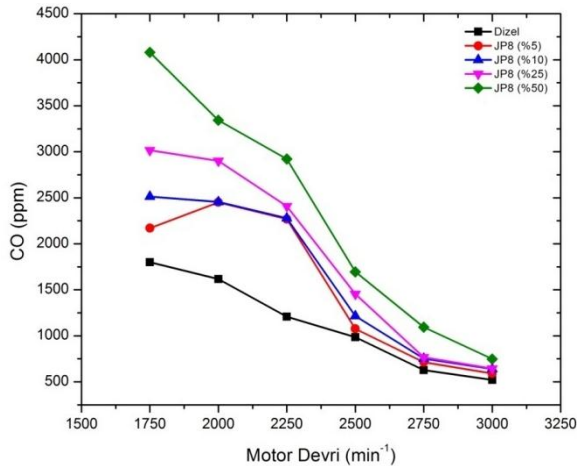
JP-8 karışımı yakıtların NO_x emisyon değerlerinin karışımdaki JP-8 miktarına bağlı olarak referans yakıt dizele göre azaldığı belirlenmiştir. Karışımdaki JP-8

miktarı arttıkça JP-8'in düşük yoğunluğuna bağlı olarak enerji yoğunluğu azalmaktadır. Bu durum silindir içerisindeki maksimum basınç ve sıcaklığın daha düşük olmasına ve dolayısıyla NO_x emisyonlarının azalmasına neden olmuştur. NO_x emisyonlarındaki azalmanın diğer bir nedeni ise JP-8'in düşük setan sayısıdır.



Şekil 4. Motor devrine bağlı olarak NO_x emisyonlarının değişimi (Variations of NO_x emissions by engine speed)

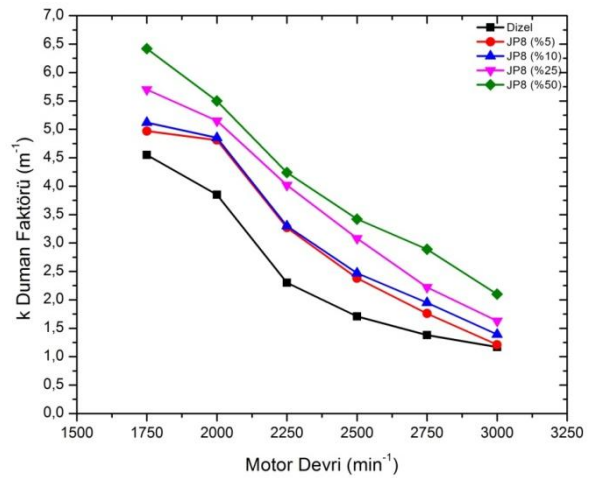
Şekil 5'te CO emisyonlarının motor hızına bağlı olarak değişimi görülmektedir. Deneysel yakıtlar içerisinde JP-8'in artışına bağlı olarak CO emisyonları referans dizel yakıtına göre artmaktadır. JP-8'in düşük setan sayısı dezavantajı tutuşma gecikmesi süresinin uzamasına neden olur [1,3]. Bu nedenle yanma reaksiyonları için gerekli olan süre azalacağından CO emisyonları artabilir.



Şekil 5. Motor devrine bağlı olarak CO emisyonlarının değişimi (Variations of CO emissions by engine speed)

Şekil 6'da is emisyonlarının motor devrine bağlı olarak değişimi görülmektedir. Is emisyonu silindir içerisindeki tamamlanmamış yanma sonucu açığa çıkmaktadır. Yanmanın iyileştirilmesi is emisyonlarında azalmaya neden olur [31].

Deneysel yakıtlar içerisinde karışımdaki JP-8 miktarına bağlı olarak referans dizel yakıtına göre is emisyonları artış göstermiştir. Is emisyonlarının oluşumunda hava/yakıt oranı ve setan sayısı önemli parametrelerdir. JP-8'in hava/yakıt oranı dizele göre daha düşüktür [18]. Ayrıca JP-8 yakıtı kolay buharlaşabilme özelliğine sahiptir. Bu durumda is emisyonlarının azalması beklenilebilir. Ancak JP-8'in setan sayısının dizele göre daha düşük olması aynı püskürtme avansında yanma işleminin kötüleşmesine neden olabilir. Buna bağlı olarak is emisyonları artar. Ayrıca dizel motorları fakir karışimli motorlardır [32]. Dizel ve JP-8 karışımının hava/yakıt oranının daha az olması karışımı daha da fakirleştirerek yanma reaksiyonunun yarım kalmasına neden olabilir. Buna bağlı olarak da is emisyonlarının artması beklenilebilir.



Şekil 6. Motor devrine bağlı olarak is emisyonlarının değişimi (Variations of smoke emissions by engine speed)

4. SONUÇLAR (CONCLUSION)

Bu çalışmada referans dizel yakıtı ve dizel yakıtına hacimsel olarak %5, %10 %25 ve %50 oranlarında havacılık yakıtı olan JP-8 karıştırılarak elde edilen yakıt karışımlarının performans deneyleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu deneyler için tek silindirli, direkt enjeksiyonlu, 4 zamanlı bir dizel motoru kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar şöyledir;

JP-8 ve referans dizel yakıtının alt ısıl değerleri birbirine çok yakın olmasına rağmen, JP-8'in daha düşük yoğunluğa sahip olması birim hacimde silindir içerisine daha az enerji sürülmesine neden olmakta ve bunun sonucunda referans dizel yakıtına göre JP-8 içeren karışım yakıtlarında, karışımdaki JP-8 miktarına bağlı olarak motor momentinde azalma gözlenmiştir.

JP-8'in alt ısıl değeri referans dizel yakıtı ile karşılaştırıldığında bir miktar daha azdır. Bu durum JP-8 içeren karışım yakıtlarında özgül yakıt tüketiminin referans dizel yakıtına göre bir miktar artış göstermesine neden olmuştur. Ayrıca JP-8'in

daha düşük yoğunluğa sahip olması birim hacimde silindir içerisine daha az enerji sürülmesine neden olmaktadır. Motorun çalışma parametrelerine göre aynı yük ve devir şartlarında referans dizel yakıtı ile aynı miktarda motor momenti elde edilebilmesi için JP-8 içeren karışımlarda yanma odasına daha fazla yakıt püskürtülmesi gereği doğacaktır. Bu durum JP-8 içeren karışım yakıtlarının özgül yakıt tüketiminin, referans dizel yakıtına daha yüksek çıkmasına neden olmuştur.

JP-8 içeren karışım yakıtlarında referans dizel yakıtına göre silindir içerisine sürülen enerji, yakıtların yoğunluk farklılıklarından dolayı daha azdır. Ayrıca JP-8'in setan sayısı referans dizel yakıtına göre daha düşüktür. Karışımlardaki JP-8 miktarının artması tutuşma gecikmesi süresinin daha da uzun sürmesine neden olmaktadır. Silindir içerisine sürülen enerjinin azalması ve tutuşma gecikmesi süresinin artmasıyla silindir içi maksimum basınç ve sıcaklıkları JP-8 içeren karışım yakıtlarında referans dizele göre daha düşüktür. Bu nedenle NO_x emisyonları, JP-8 içeren karışım yakıtlarında referans dizel yakıtına göre daha az elde edilmiştir.

Setan sayısının JP-8 içeren karışım yakıtlarında referans dizel yakıtına göre daha düşük olması tutuşma süresinin daha uzun sürmesine ve silindir içerisinde yanma süresinin daha da kısalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle eksik yanma ürünü olarak bilinen CO ve is emisyonları JP-8 karışımı yakıtlarda referans dizel yakıtına göre artış göstermiştir.

Sonuç olarak; dizel ve JP-8 karışım yakıtlarında referans dizel yakıtına göre motor momentinde azalma, ÖYT'de artış görülmüştür. Egzoz emisyonları bakımından ise NO_x değerleri azalmış, CO ve is emisyonları artış göstermiştir. Tüm bu parametreler birlikte değerlendirildiğinde soğuk iklim şartlarında %5 JP-8+%95 dizel yakıtı ve %10 JP-8+%90 dizel yakıt karışımları kullanıldığında motor performansı bir miktar kötüleşse de kullanılan karışım yakıtlarının donma noktası ve soğuk filtre tıkanma noktası iyileşeceğinden tercih edilebilir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Papagiannakis R.G., Kotsiopoulos P.N., Hountalas D.T., Yfantis E., "Single fuel research program comparative results of the use of jp-8 aviation fuel versus diesel fuel on a direct injection and indirect injection diesel engine", **SAE Paper**, 01:1673, 2006.
- Jinwoo L., Choongsik B., "Application of JP-8 in a heavy duty diesel engine", **Fuel**, 90:1762-1770, 2011.
- Owens E.C., LePera M.E., Lestz S.J., "Use of aviation turbine fuel jp-8 as the single fuel on the battlefield", **SAE Paper 892071**; 1989.
- Lestz S.J., LePera M.E., "Technology demonstration of US army ground material operating on aviation kerosene fuel", **SAE Paper 920193**, 112(4):204-205, 1992.
- Kouremenos D.A., Rakopoulos C.D., Hountalas D.T., "Experimental investigation of the performance and exhaust emissions of a swirl chamber diesel engine using jp-8 aviation fuel", **International Journal of Energy Res.**, 21(12):1173-1185, 1997.
- Lacey P.I., Lestz S.J., "Effect of low-lubricity fuels on diesel injection pumps – part I: field performance", **SAE Paper 920823**; 1992.
- Moses C., Fletcher R., "The single fuel concept" Special Meeting Report, **Propulsion and Energetics Panel of AGARD**, 1993.
- Drown, D.C., Harper, K., Frame, E., "Screening vegetable oil alcohol esters as fuel lubricity enhancers", *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 786(6):579-584.
- Edwards T., Maurice L.Q., "HyTech fuels/fuel system research", **AIAA Paper**, 98:1562, 1998.
- Warren, M.I., "JP-8, the Single Fuel Forward, an Information Compendium", **U.S. Army Tank Automotive and Armaments Command**, 2001.
- "Annual Energy Outlook 2002 with Projections to 2020", **U.S. Department of Energy and National Energy Information Center**, DOE/EIA 0383, 2001.
- Maurice L.Q., Lander H., Edwards T., Harrison W.E., "Advanced aviation fuels: a look ahead via a historical perspective", **Fuel**, 80:747-756, 2001.
- Smith B.L., Bruno T.J., "Composition-Explicit distillation curves of aviation fuel JP-8 and a coal-based jet fuel", **Energy&Fuels**, 21:2853-2862, 2007.
- Cooper J.R., Mattie D.R., "Developmental toxicity of JP-8 jet fuel in the rat", **J. Of Applied Toxic**, 16:197-200, 1996.
- İçingür, Y., Ünal, S., "JP4 ve JP8 Havacılık tipi yakıtlarla metil ester harmanlarının dizel motorlarda kullanımı" **9. rd International Combustion Symposium**, Kırıkkale University, Kırıkkale, 2006.
- Fernandes G., Fuschetto J., Filipi Z., Assanis D., Mckee H., "Impact of military jp-8 fuel on heavy-duty diesel engine performance and emissions", **Journal of Automotive Engineering**, 221(D8):957-70, 2007.
- Çelikten İ., Gürü M., "Petrodizel ve kanola biyodizeli performans ve emisyon kriterlerinin mangan esaslı katkı maddeleriyle geliştirilmesi", **Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, 26(3):643-648, 2011.
- Topal M.H., Wang J., Levendis Y.A., Carlson J.B., Jordan J., "PAH and other emissions from burning of JP-8 and diesel fuels in diffusion flames", **Fuel**, 83:2357-2368, 2004.

19. Anastopoulos G., Lois E., Zannikos F., Kalligeros S., Teas C., "HFRR lubricity response of an additized aviation kerosene for use in CI engines" **Tribology International**, 35(9):599–604, 2002.
20. Bader J., "Tribological evaluation of kerosene as substitute for distillate diesel fuel" **2nd International Colloquium**, 1999.
21. Rakopoulos C.D., Hountalas D.T., Rakopoulos D.C., "Comparative Environmental Evaluation of JP-8 and Diesel Fuels Burned in Direct Injection (DI) or Indirect Injection (IDI) Diesel Engines and in a Laboratory Furnace", **Energy & Fuels**, 18:1302-1308, 2004.
22. Arkoudeas P., Kalligeros S., Zannikos F., Anastopoulos G., Karonis D., Korres D., Lois E., "Study of using JP-8 aviation fuel and biodiesel in CI engines", **Energy Conversion and Management**, 44(7):1013–1025, 2003.
23. Haşimoğlu, C., İcingür, Y., Özsert, İ., "Effect of biodiesel usage to engine performance and exhaust emissions of a turbocharged diesel engine", **Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, 23(1):207-213, 2008.
24. Keskin, A., Ocakoğlu, K., Reşitoğlu, İ.A., Gürü, M., "Influence of titanium based fuel additive on diesel engine performance and emissions", **Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, 28(3):671-676, 2013.
25. Aktaş, A., Doğan, O., "Effects of LPG percentage to performance and exhaust emissions in a dual fuel engine", **Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, 25(1):171-178, 2010.
26. Özsezen, A.N., Çanakçı, M., "An investigation of the effect of methyl ester produced from waste frying oil on the performance and emissions of an IDI diesel engine", **Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, 23(2):395-404, 2008.
27. Keskin, A., Gürü, M., Altıparmak, D., "Investigation of 90% blend of tall oil biodiesel fuel with diesel fuel as alternative diesel fuel", **Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, 22(1):57-63, 2007.
28. Özsezen, A.N., Çanakçı, M., "Performance and combustion in a direct injection diesel engine fuelled with waste palm and canola oil methyl esters", **Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, 24(2):275-284, 2009.
29. Qi D., Geng L.M., Chen H., Bian Y.Z.H., Liu J., Ren X.C.H., "Combustion and performance evaluation of a diesel engine fueled with biodiesel produced from soybean crude oil", **Renewable Energy**, 34:2706-2713, 2009.
30. Lin C.Y., Lin H.A., "Diesel engine performance and emission characteristics of biodiesel produced by the peroxidation process", **Fuel**, 85:298-305, 2006.
31. Yılmaz, E., Solmaz, H., Polat, S., Altın, M., "Effect of the three-phase diesel emulsion fuels on engine performance and exhaust emissions", **Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, 28(1):127-134, 2013.
32. Can, Ö., Çınar, C., Şahin, F., "The investigation of the effects of premixed gasoline charge on HCCI-DI engine combustion and exhaust emissions", **Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, 24(2):229-236, 2009.