

Direkt Enjeksiyonlu Dizel Bir Motorda Dietil-Eter/Etanol/Motorin Karışımlarının Egzoz Emisyonları Üzerindeki Etkilerinin Deneysel Olarak İncelenmesi

Fırat GÜCER¹, İlker TEMİZER^{2*}, Ömer CİHAN³, Murat KOCAGÜL⁴

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, Türkiye. ORCID 0000-0003-0194-9376

²Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye
ORCID 0000-0003-1170-3898

³Hakkâri Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Hakkâri, Türkiye, ORCID 0000-0001-8103-3063

⁴Bozok Üniversitesi Akdağmeni Meslek Yüksekokulu, Yozgat, Türkiye, ORCID 0000-0002-4703-2865
Sorumlu Yazar*:ilktemizer@gmail.com

Geliş tarihi:01.12.2021

Kabul tarihi:13.12.2021

Özet

Bu çalışmada, dizel bir motorun kısmi yük altında farklı karışım yakıtları ile çalıştırılması sonucu oluşan egzoz emisyon değişimleri incelenmiştir. Tek silindirli dizel motorun kullanıldığı deneylerde, motor hidrolik bir dinamometre tarafından yüklenmiştir. Dört farklı devir aralığında çalıştırılan motorda, hacimsel olarak hazırlanan %100 motorin (D100), %90 motorin+%10 etanol (D90E10), %80 motorin+%20 etanol (D80E10), %80 motorin+%10 etanol+%10 dietil eter (D80E10DEE10) ve %85 motorin+%10 etanol+%5 dietil eter (D85E10DEE5) yakıtları test edilmiştir. En düşük CO ve HC emisyon değerleri %90 motorin+%10 etanol yakıtında, en düşük NO değeri ise %80 motorin +%10 etanol +%10 dietil eter yakıtının kullanıldığı deneylerde elde edilmiştir. Aynı zamanda D80E10DEE10 yakıtının kullanıldığı motorlarda, yanmanın DEE oranına bağlı olarak bir miktar kötüleştiği ve bunun da CO ve HC gibi emisyon sonuçlarına yansıtıldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Etanol, Dietil Eter, Egzoz Emisyonları

Effects of Diethyl-Ether/Ethanol/Diesel Fuel Blends on Exhaust Emissions in a Direct Injection Diesel Engine

Abstract

In this study, the exhaust emission changes of a diesel engine with different fuels under partial load were investigated by creating real road conditions. In the experiments using a single-cylinder diesel engine, the engine loading unit was made with the help of a hydraulic dynamometer. It was used fuels which are prepared as volumetrical 100% diesel (D100), 90% diesel + 10% ethanol (D90E10), 80% diesel + 20% ethanol (D80E10), 80% diesel + 10% ethanol + 10% diethyl ether (D80E10DEE10) and 85% diesel + 10% ethanol + 5% diethyl ether (D85E10DEE5) at four different engine speeds. The lowest CO and HC emissions were obtained with 90% diesel fuel + 10% ethanol mixed fuel, and NO with 80% diesel fuel + 10% ethanol + 10% diethyl ether fuel. At the same time, it has been observed combustion deteriorates somewhat depending on the DEE ratio that in engines used D80E10DEE10 and this is reflected in emission results such as CO and HC.

Keywords: Ethanol, Diethyl Ether, Exhaust Emissions

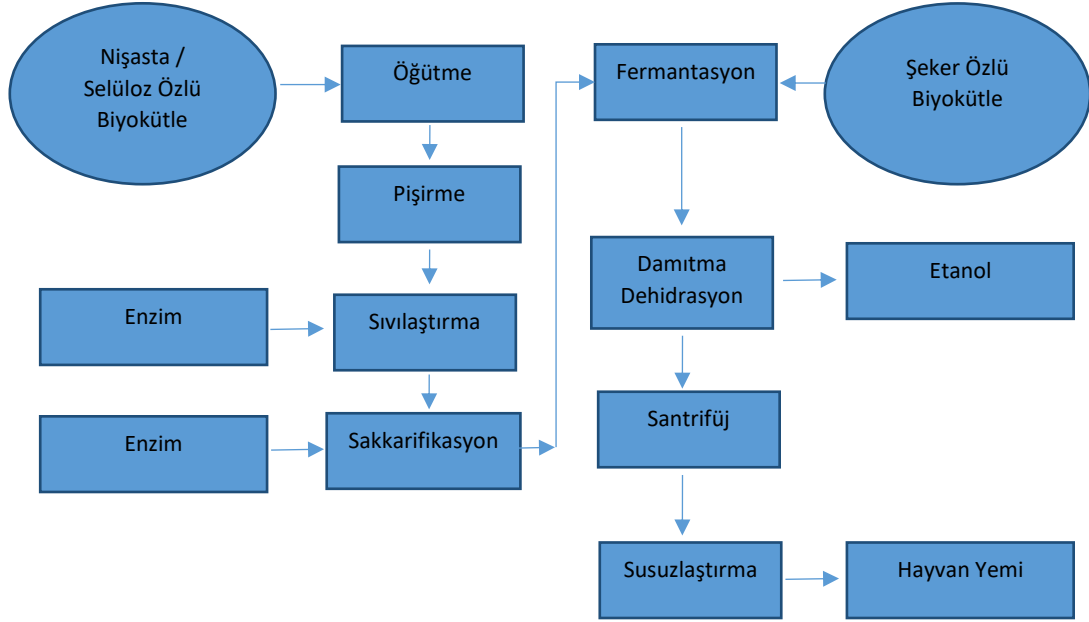
1. GİRİŞ

Her geçen gün petrol fiyatlarının artması, fosil yakıtlara olan talebin azalması ve hava kirliliğinin artması benzinli motorlarda olduğu gibi dizel motorlarda da alternatif yakıt çalışmalarına olan ilgiyi arttırmıştır. Bu alternatif yakıtların çevre dostu olması, enerji ihtiyacını karşılaması ve hava kirliliğini azaltması amaçlanmaktadır. Birçok alternatif yakıt arasında; etanolün, yerel biyokütle kaynaklarından üretilmesi tarımın geleceği için de oldukça avantajlıdır [1].

Etanol, oktan sayısının yüksek olması nedeniyle benzinli motorlar için uygun bir alternatiftir. Dizel yakıtına göre daha küçük moleküler yapıya sahip olması ve yapısında oksijen bulundurması emisyonlar açısından bir avantajdır. Benzine belirli oranlarda karıştırılan etanol benzinin daha verimli ve temiz yanmasına yardımcı olur. Etanol daha çok benzinle karıştırılıp kullanılmasına rağmen son yıllarda dizel yakıtı ile de karıştırılarak kullanılabilmektedir [2].

1.1.Etanol ve Dietil eter Üretim prosesleri

Etanol, glikozun maya ile fermantasyonu sonucu üretilir. Hammaddelerden etanol üretimi süreci Şekil 1’de verilmiştir. 2017 yılında, dünyada yaklaşık 481 milyon m³ etanol üretilmiştir. Amerika ve Brezilya dünya etanol üretiminin %84’ünü gerçekleştirirken AB %5’ini üretmektedir. Etanol Brezilya’da daha çok şeker kamışından, Amerika’da ise mısırdan üretilmektedir [3].



Şekil 1. Çeşitli hammaddelerden etanol üretim aşamaları

Şekil 1’de verilen çeşitli hammaddelerden etanol üretim aşamalarında şeker özlü hammaddeler (şeker pancarı, şeker kamışı, melas, keçiyoynuzu vb.) doğrudan fermente edilirken nişasta ve selüloz kaynaklı hammaddeler birçok işleme maruz kalırlar.

Yüksek oktan sayısına sahip olan etanol benzinli motorlarda direk kullanılabilirken, düşük setan sayısına sahip olması nedeniyle dizel yakıtı ile birlikte kullanılmaktadır. Etanolün bir türevi olan dietil eter (DEE), sahip olduğu yüksek setan sayısı ve içerdiği yüksek oksijen içeriği nedeniyle iyi bir katkı maddesi olabilir. Aynı zamanda atmosferik koşullarda sıvı fazda olması dietil eterin taşınmasını ve depolanmasını da kolaylaştırmaktadır [4].

Kaynama noktası 35 °C olduğu için kolay buharlaşan bir maddedir. Renksiz, kendine özgü bir kokusu olan, akıcı bir sıvıdır. Çok uçucu ve yanıcıdır. Solunum yoluyla alındığında bayıltıcı etkisi vardır. Halk arasında “lokman ruhu” olarak bilinir. Denklem 1’de görüldüğü gibi, Dietil eter (DEE), H₂SO₄ katalizörü eşliğinde etil alkolle 140-145°C de sabit sıcaklıkta tepkimeye girerek suyun çekilmesi ile elde edilir [5].

Katalizör



Etil alkol 140-145°C Dietil eter

Yakıtların yapısındaki oksijen yoğunluğu, temiz bir çevre ve hava kirliliği konusunda öne çıkan günümüz alternatif yakıtlarında oldukça önemlidir. Oksijence zengin yakıtlar, emisyon değerlerinin azalmasında, temiz bir çevrenin oluşmasında ve insan sağlığının korunmasında rol alabilir. Bu tür yakıtlar, motor yakıtlarıyla karıştırılıp yakıldığında, iyi bir yanma performansı ve düşük bir emisyon değeri göstermektedir. Bu husus, otomotiv alanında düşük emisyon oranları için bir çözüm olabilir [6].

Çelik ve Çolak tarafından yapılan bir çalışmada, değiştirilebilir sıkıştırma oranlı, tek silindirli, dört zamanlı buji ateşlemeli bir motorda saf etanol kullanımının motor performans ve emisyonlar üzerindeki etkisi

incelenmiştir. Etanolün yüksek oktan sayısından yararlanıp benzine kıyasla sıkıştırma oranı arttıkça yanma sonu basınç, sıcaklık, güç, moment ve HC emisyonu artarken, özgül yakıt tüketimi, CO, NO_x ve CO₂ emisyonlarının azaldığı tespit edilmiştir [7].

Sezer tarafından yapılan bir çalışmada, etanol ve dietil eterin dizel yakıtına katılmasının motor performansı ve egzoz emisyonlarının davranışları incelenmiştir. Tek silindri direkt enjeksiyonlu bir dizel motoru kullanılarak 1500 d/d sabit devir sayısında ve farklı yüklemeler (%25, %50, %75, %100) durumlarında yapılan çalışmada üç farklı yakıt türü (%15 etanol (E15), %15 etanol ile %2 dietil eter (E15DEE2) ve %15 etanol ile %4 dietil eter (E15DEE4)) kullanılmıştır. Tam yük durumunda DEE, dizel yakıtına göre düşük karbon içeriğine sahip olması CO₂ emisyon değeri düşmüştür. Tam yük durumunda dietil eterin karışım içerisindeki oranının artması HC emisyonlarını artırdığı gözlemlenmiştir. Dizel yakıtına kıyasla düşük ısı değeri ve yüksek buharlaşma gizli ısısına sahip olan DEE ve etanol yanma sıcaklığını düşürdüğü için NO_x değerlerinde bir azalma görülmüştür [1].

Sethi ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, dizel yakıtı ve %5, %10, %15 oranlarında dietil eter ilavesinin, dizel bir motorda performans, yanma ve emisyon üzerindeki etkileri incelenmiştir. %15 dietil eter içeren yakıt, dizel yakıtına kıyasla termal verimlilik, silindir basıncı ve sıcaklığı artırmış, yakıt tüketimini azaltmıştır. Emisyonlar açısından dizel yakıtına dietil eter ilave edilmesiyle CO ve HC emisyonları azalmış, NO ve CO₂ emisyonları artmıştır [8].

Uslu bu çalışmada, direkt enjeksiyonlu tek silindri dizel bir motorda motorin ve hacimsel olarak %2, %5, %7,5, %10 oranlarında dietil eter, dizel yakıtı ile karıştırılmış, sabit motor hızı ve farklı yüklerde (500, 800, 1000, 1300, 1500, 1650 W) motor parametrelerindeki değişimleri ve emisyon değerleri incelenmiştir. DEE7,5 yakıtının 1300 W yükte motorine göre efektif verimde artış gözlemlenirken DEE10 oranında 1650 W yükte yakıt tüketimi artmıştır. Motorin içindeki DEE oranı arttıkça NO_x değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Aynı zamanda DEE oranının artmasıyla CO miktarı azalırken, HC ve is değerlerinde artışlar tespit edilmiştir [9].

Ayhan ve Tunca tarafından yapılan çalışmada, direkt enjeksiyonlu, tek silindri dizel bir motorda dizel yakıtı ve kütle olarak %3, %5, %7 oranlarında DEE, dizel yakıtı ile karıştırılmış bu karışımların motor performans ile emisyon değerlerine etkisi tam yük ve 1000, 1300, 1600 ve 2000 d/d farklı motor hızlarında incelenmiştir. DEE oranına bağlı olarak, moment ve efektif güçte azalırken yakıt tüketimi ve efektif verimde iyileşmelerin olmuştur. Ayrıca, NO_x, CO ve is miktarlarında azalma, HC emisyonlarında ise artış gözlemlenmiştir [10].

Carvalho ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada dizel-biyodizel karışımları ile çalışan dizel bir motorda etanol ve DEE ilavesinin etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada test edilen yakıtlar dizel yakıtı, (D100) B20, (%20 biyodizel ve %80 dizel yakıtı) B20E (%90 B20 ve %10 etanol) ve B20E + DEE (%95 B20E ve %5 DEE) karışımları olup referans olarak D100 ve B20 yakıtları kullanılmıştır. Performans ve emisyonlar göz önünde alındığında özellikle orta ve yüksek yüklerde (16 kW ve 24 kW) B20E ve B20E+DEE karışımları için NO ve partikül madde (PM) emisyonlarına etkili düşüşler gözlemlenirken, B20E+DEE karışımı en yüksek motor verimliliğini göstermiştir [11].

Altınkurt tarafından yapılan bir çalışmada, farklı oranlardaki alkol-benzin karışımlarının ve çift kademeli direkt enjeksiyon stratejisinin HCCI yanma ve emisyonları üzerindeki etkileri deneysel ve sayısal olarak incelenmiş, sayısal çalışma AVL Fire, ESE Diesel modülünde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda enjeksiyon oranı değişiminin NO_x emisyonlarının azaltılmasında kullanılabileceği görülmüştür. Etanol oranındaki artışın basınç ve sıcaklık değerlerini düşürürken, metanol oranındaki artışın bu değerleri artırdığı tespit edilmiştir [12].

Usta ve ark. tarafından yapılan deneysel bir çalışmada etanol (E), dizel yakıtı ile %15 oranında iki farklı biyodizel yakıtı, (tütün tohumu yağı esteri T ve atık Ayçiçek yağı ile fındık yağı sabun stokundan yapılan biyodizel S) dizel yakıtı ile %17,5 oranında karıştırılarak, dört silindri ön yanma odalı turbo dizel bir motorda kullanılmış, motor performansı ve emisyon davranışları incelenmiştir. E15 yakıtının ısı değeri, viskozite, yoğunluk ve setan sayısının T17.5 ve S17.5 yakıtlarına kıyasla düşük olduğundan motor gücünde yaklaşık %15-20 oranlarında azalmalar tespit edilmiştir. Aynı zamanda E15 yakıtının ısı değerinin düşük olması nedeniyle özgül yakıt tüketiminin arttığı gözlemlenmiştir. E15 yakıtının, T17.5 ve S17.5 yakıtlarına göre CO miktarında bir düşüş gözlemlenirken, içerdiği fazla oksijen ve yüksek sıcaklık nedeniyle NO_x emisyonlarının arttığı tespit edilmiştir [2].

Yağoğlu tarafından yapılan bir çalışmada direkt püskürtmeli tek silindri dizel bir motor da %100 dizel, %50 dizel ve %50 biyodizel, %45 dizel ve %50 oranındaki biyodizel yakıtına %5 etanol, %40 dizel ve %50 oranındaki biyodizele %10 etanol karışımları yapılmış olan bu yakıtların motor performansı ve emisyon değerleri üzerinde davranışları incelenmiştir. İncelemeler sonucunda en düşük CO ve HC emisyonları %50D+%50BD yakıt karışımında, en düşük CO₂ ve NO_x değeri 1400 d/d için dizel yakıtında elde edilmiştir. En yüksek is emisyon

değeri ise 1000 d/d için dizel yakıtında, en düşük is emisyon değeri ise 2600 d/d için %40D+%50BD+%10BE yakıt karışımında görülmüştür [4].

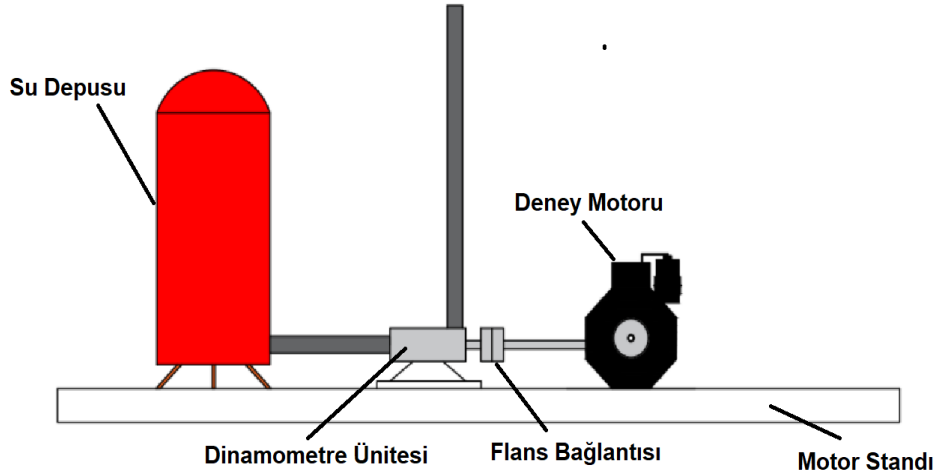
Yeşilyurt ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada biyodizel (sarı hardal tohum yağı)-dizel yakıt karışımlarına etanol katılarak tek silindirli direkt püskürtmeli dizel bir motorda performans, yanma ve emisyon karakteristikleri deneysel olarak incelenmiştir. Bu çalışmada altı farklı yakıt kullanılmıştır. Dizel yakıtına biyodizel ilavesi ile ısıl değer, kinematik viskozite, su içeriği, yoğunluk, asit sayısı ve soğuk akış özelliklerinin olumsuz yönde etkilendiği, ancak parlama noktasının iyileştiği gözlemlenmiştir. Biyodizel-dizel yakıtına etanolün karışım oranı artıkça (B20E10) motor torku ve motor gücü azalmış, yakıt tüketimi, termik verim ve net ısı salınımı artmıştır. Etanol ilavesinin artmasıyla CO, CO₂ ve NO_x (B2E10 yakıtı için NO_x) emisyonları azalmış bunun nedeni dizel yakıtına kıyasla daha düşük karbon içeriği ve daha yüksek oksijen miktarıdır [13].

Aktaş ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada farklı oranlarda etanol (hacimsel olarak %5, %10 ve %15 oranında) ve metanol (hacimsel olarak %5, %10 ve %15 oranında) katkısının tam yük altında dört silindirli dizel bir motorda, performans ve emisyon değerlerine olan etkisi sayısal olarak AVL Boost tarafından incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda artan devir sayısı ve yakıt katkısı (etanol ve metanol oranı), dizel yakıtına göre güç ve torkta bir düşüş gözlemlenirken %5, %10 ve %15 etanol katkısının aynı oranda metanol katkısına göre %1, %2 ve %3 daha fazla tork ve güç elde edilmiştir. Etanol ve metanolün oksijen içeriği fazla olmasına rağmen silindir içi sıcaklık değerinin düşük olması nedeniyle bu karışımlar NO_x emisyonunu azaltmış ancak is (kurum) oranını artırmıştır [14].

Bu çalışmada, farklı motor devir sayılarında ve kısmi yük şartları altında karışım yakıtlarının egzoz emisyonları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Farklı oranlarda motorin, etanol ve dietil-eter içeren karışımların CO, HC, NO ve bulanıklık gibi emisyon değerlendirmeleri kıyaslamalı olarak sunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOD

Deneylerde tek silindirli, direkt enjeksiyonlu, Antor 3 LD 510 dizel motoru kullanılmıştır. Çalışmada; motorin (D100), %90 motorin+%10 etanol içeren D90E10, %80 motorin+%20 etanol içeren yakıt türü D80E10, %80 motorin+%10 etanol+%10 dietil eter içeren karışım yakıtı D80E10DEE10 ve %85 motorin+%10 etanol+%5 dietil eter içeren karışım yakıtı olan D85E10DEE5 yakıtları kullanılmıştır. Motor 1250 d/d, 1500 d/d, 1750 d/d ve 2000 d/d olmak üzere 4 farklı devir aralığında, kısmi yük altında çalıştırılmıştır. Yükleme, motora bağlanan hidrolik (su) dinamometre aracılığıyla sağlanmıştır. Motor test düzeneği Şekil 2’de verilmiştir. [Deney motoruna ait teknik özellikler Tablo 1’de gösterilmiştir.](#)



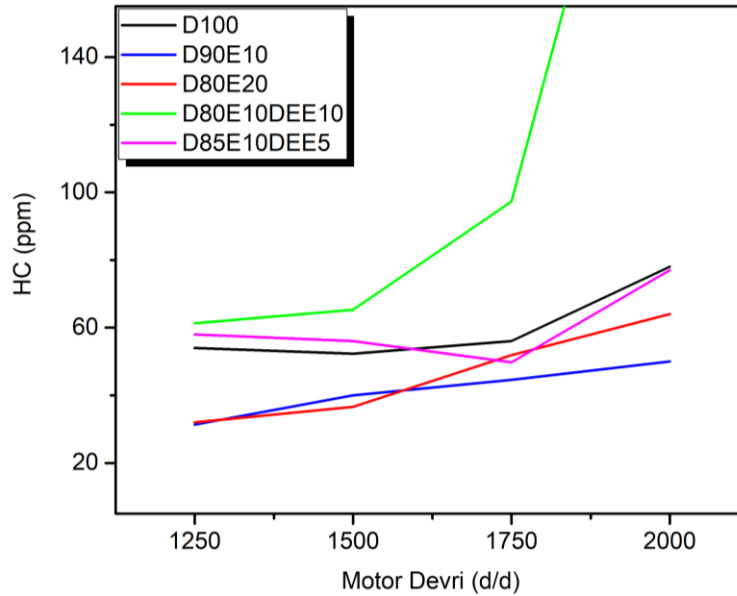
Şekil 2. Motor deney düzeneği

Tablo 1. Deney motoru teknik özellikleri

Motor Adı	Antor 3 LD 510
Motor Tipi	4- zamanlı, direkt enjeksiyonlu Dizel motor
Silindir Sayısı	1
Silindir Hacmi (cm³)	510
Çap × Strok (mm × mm)	85 × 90
Sıkıştırma Oranı	17,5:1
Maksimum Güç (kW)	8,8/3000
Maksimum Tork (Nm)	32,8/2000

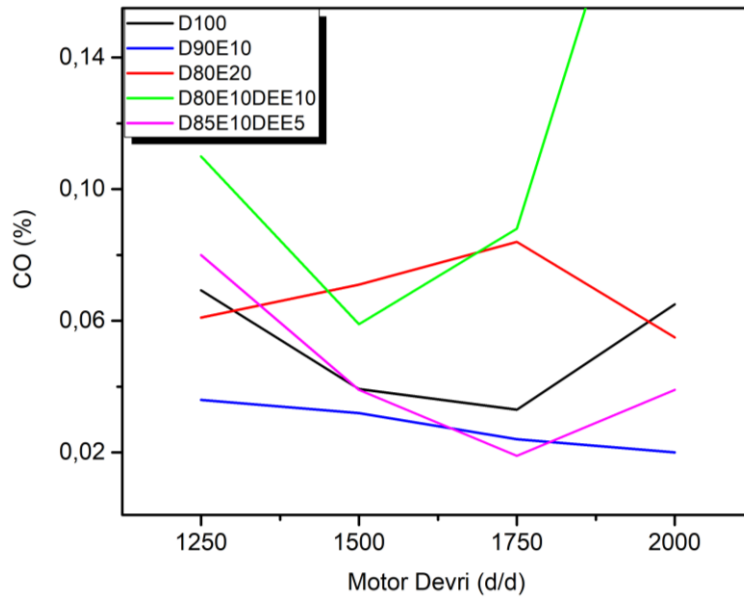
3.BULGULAR

Motor emisyonlarında yanmamış veya kısmi yanmış yakıt olarak bilinen hidrokarbon emisyonları, silindir içi yakıt/hava miktarlarının ve tutuşma becerisinin bir göstergesidir. Ateşlenme şekli gibi birçok parametreye bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Motorun zengin karışım çalışma bölgelerinde özellikle HC emisyonlarında bir artış eğilimi gösterdiği bilinmektedir. Şekil 3'te motorun farklı devir sayılarında ve yakıt karışım türlerinde açığa çıkan HC emisyonları değişimi görülmektedir. Motor devir sayısındaki artışa paralel olarak, bütün test yakıtlarında HC emisyonlarında bir artış yaşanmıştır. HC emisyonunda gözlemlenen bu artışlar içerisinde en dikkat çeken yakıt türü D80E10DEE10 olmuştur. D85E10DEE5 çalışmasında yanma normal ve HC emisyonları belirli devirlerde azalma rejimi gösterse de DEE oranının artması referans kabul edilen D100 çalışmasına kıyasla, HC emisyonlarının artmasına neden olmuştur. Bu husus, yükselen setan sayısının ve DEE'nin düşük viskozite özelliğinin karışımı ve yanmayı olumsuz etkilediğinin bir sonucu olarak düşünülmektedir. D100 yakıtına kıyasla, etanol yakıtının sahip olduğu oksijen içeriği ile düşük karbon sayısı, HC emisyonlarının genel itibariyle azalmasında etkili olduğu söylenebilir.



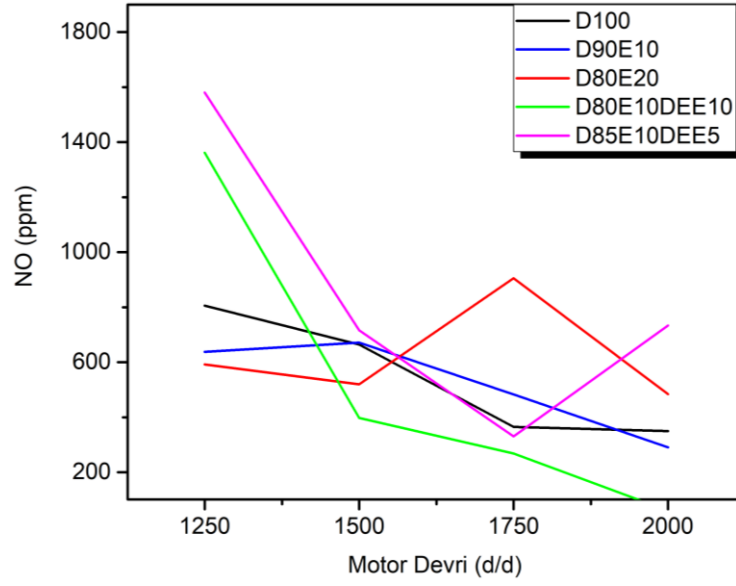
Şekil 3. Farklı devir sayılarında ve karışım türlerinde motorda oluşan HC değerleri

Şekil 4'te farklı motor çalışma aralıklarında, beş farklı yakıt türünün kullanıldığı motora ait CO değişimleri görülmektedir. D100 yakıtına kıyasla, D80E20 ve D80E10DEE10 karışimli yakıt çalışmaları CO emisyonunun arttığı, diğer yakıt türlerinde ise genel itibariyle bir azalmanın olduğu söylenebilir. Bilindiği üzere etanol yakıtının setan sayısı motorine kıyasla oldukça düşüktür. Bu özelliği yakıtın yanma odası içerisinde TG (Tutuşma Gecikmesi) süresini arttırarak, vuruş eğilimini arttırmaktadır. Karışım içerisinde etanol oranının artışına paralel olarak motorda gözle görülür titreşimlerin arttığı ve motorun daha sarsıntılı çalıştığı söylenebilir. Bu husus D80E20 yakıtının kullanıldığı motorda yanmanın kötüleşerek, emisyon değerlerine olumsuz etki ettiği şeklinde yorumlanabilir. Diğer taraftan, tıpkı HC emisyonunda olduğu gibi D80E10DEE10 karışimli yakıt çalışmasında CO emisyon değerleri diğer yakıt çalışmalarına kıyasla oldukça fazladır. D100 yakıtına kıyasla, D80E10DEE10 karışimli yakıt ile oluşan düşük tutuşma sıcaklığı ve yüksek setan sayısının, motorda tutuşma gecikmesi, yanma süreleri, yakıt dağılımı gibi yanma parametrelerinin önüne geçerek yanmayı kötüleştirdiği söylenebilir. Ancak, tıpkı HC emisyonunda olduğu gibi, belirli bir oranda DEE içeren karışım türlerinde (D85E10DEE5) yanmanın kontrol altına alınabileceği CO emisyonlarında da görülmektedir. En düşük CO emisyonu D90E10 yakıt türünün kullanıldığı motor çalışmasında oluşmuştur. Burada, etanolün yapısında bulunan oksijenin daha belirleyici bir unsur olduğu ve belirli oranlarda kullanılması durumunda motorlarda olumlu sonuçlar oluşturduğu görülmektedir.



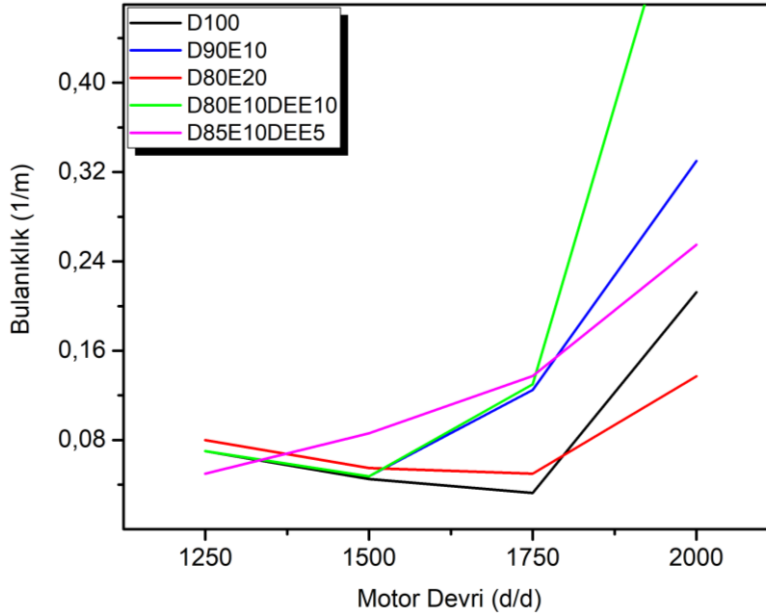
Şekil 4. Farklı devir sayılarında ve karışım türlerinde motorda oluşan CO değerleri

Dizel motorlarda NO_x emisyonları yanma süresi, hava fazlalık katsayısı ve sıcaklık gibi birçok parametreye bağlı olarak değişir. Şekil 5'te, beş farklı yakıt çalışmasına ait motorda ölçülen NO değerleri görülmektedir. Farklı yakıtların her bir devir sayısında stabil olmayan davranışlar sergilediği görülmektedir. D80E10DEE10 yakıt çalışmasında motorda azaldığı düşünülen sıcaklıkların tıpkı HC ve CO emisyonlarını arttırdığı gibi, burada da NO miktarlarının azalmasında etkili olduğu söylenebilir. Özellikle 1500 devir ve sonrasında sadece etanol karışimli yakıt çalışmalarında NO seviyelerinin bir miktar arttığı söylenebilir. Hem etanol hem de dietil-eter yakıtlarının yapısında bulunan oksijenin yanmaya olumlu katkı sağladığı ve bunun da NO değerlerine yansıdığı görülmektedir. Bilindiği gibi DEE ve etanol yakıtlarının kalorifik değerleri motorine kıyasla düşüktür. Yanma odası içerisinde püskürtülen yakıt spreylerinin sahip olduğu düşük kalorifik değer silindir içi sıcaklık ve NO değişimlerine de önemli etki etmektedir. Özellikle yanmanın idealleşme eğilimi gösterdiği 1750-2000 d/d aralığında DEE katkısının NO değerlerini arttırdığı dikkat çekici bir nokta olmuştur.



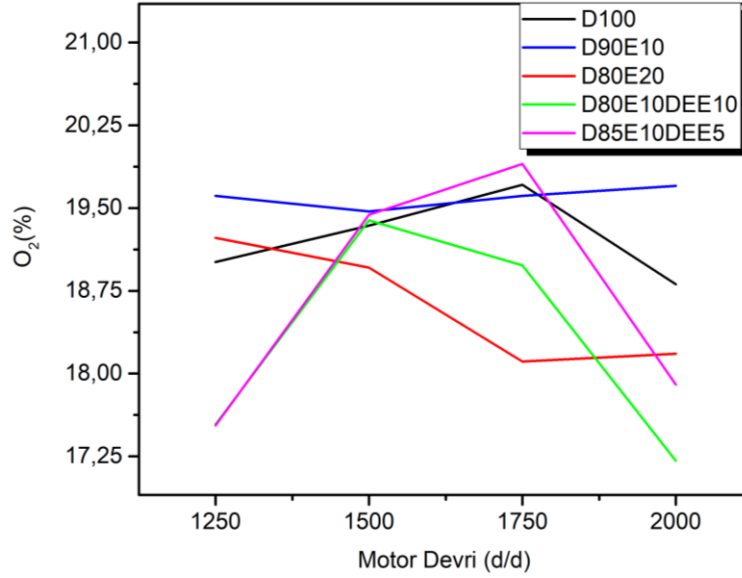
Şekil 5. Farklı devir sayılarında ve karışım türlerinde motorda oluşan NO değerleri

Egzoz gazları içerisinde ölçülen bulanıklık is ve partikül yoğunluğunu gösteren bir değer olarak ifade edilir. Şekil 6 da görüldüğü gibi bütün test yakıtlarında motorun 1750 d/d çalışma şartlarından itibaren artan devir sayısı ile birlikte bu değer de arttığı görülmektedir. Artan devir sayısı ile yanma için ayrılan sürenin azalması ve yakıtın yanma odası içerisinde maruz kaldığı piroliz, bu artışın nedenleri arasında söylenebilir. En yüksek bulanıklık derecesinin, D80E10DEE10 yakıt çalışmasında oluştuğu tespit edilmiştir.



Şekil 6. Farklı devir sayılarında ve karışım türlerinde oluşan bulanıklık

Egzoz gazları içerisindeki oksijen seviyesi motorun çalışma şartları hakkında önemli bilgiler vermektedir. Şekil 7'de farklı devir sayılarında beş farklı test yakıtına ait oksijen konsantrasyonunu göstermektedir. Sonuçlar incelendiğinde, D80E20 ve D80E10DEE10 yakıtlarının diğer test yakıtlarına kıyasla farklı seyirler izlediği görülmektedir. Her iki karışım yakıtı ile diğer yakıtlara kıyasla daha düşük oksijen konsantrasyonunun oluştuğu, bu sonucunda gerek CO gerekse HC sonuçları ile bir paralellik gösterdiği açıktır.



Şekil 7. Farklı devir sayılarında ve karışım türlerinde motorda oluşan O₂ değerleri

4. SONUÇLAR

Çalışmada, bir motorun gerçek çalışma şartlarının oluşturulması amaçlanmıştır. Motorin (D100), D90E10, D80E10, D80E10DEE10 ve D85E10DEE5 yakıtları kullanılmıştır. Motor kısmi yük altında ve 1250,1500,1750 ve 2000 d/d hız koşullarında çalıştırılmıştır. Bu doğrultuda, kısmi yüklemeye altında farklı karışım yakıtları ile çalıştırılmış dizel bir motorun egzoz emisyon performansı test edilmiştir. Özellikle %10 etanol içeren D90E10 karışımlı yakıt çalışmasında D100 yakıtına kıyasla daha düşük CO ve HC emisyonunun oluştuğu görülmüştür. Dietil eter karışımının %5 oranının bu motor için kabul edilebilir bir oran olduğu söylenebilir. Nitekim bu oran artışı ile emisyon değerlerinin kötüleştiği ve motorun daha düzensiz çalıştığı görülmüştür. Etanol yakıtının motorine kıyasla sahip olduğu düşük setan sayını motorda gerek emisyonlarda gerekse çalışma rejiminde birtakım düzensizlikleri neden olmuştur. Ayrıca, karışım hazırlanırken oluşan faz ayrışımının, yanma odası içerisine püskürtülen yakıtın demet yapısını değiştirdiğini ve özellikle %20 gibi yüksek karışım oranlarında bu durumun daha hissedilebilir olduğu tespit edilmiştir. Bu durumu iyileştirmeye yönelik kullanılan DEE katkı maddesinin karışım içerisindeki miktarının da önemli olduğu sonucu ortaya koyulmuştur. DEE oranının değişen etanol/motorin karışımları ayrı ayrı belirlenmesi gerektiği ve bunun için de çok çeşitli deneylerin yapılması gerektiği tespit edilmiştir. Ek olarak, motorun tam yük durumu için silindir içi yanma parametrelerinin incelenmesi ve en ideal oranların bu deneyler sonucunda tespit edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

1. Sezer İ. Dizel Yakıtına Etanol ve Dietil Eter Katılmasının Motor Performansı ve Emisyonlara Etkilerinin Deneysel İncelenmesi. *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 37, 1,2017.
2. Usta N, Özer C, Öztürk E. Alternatif Dizel Motor Yakıtı Olarak Biyodizel ve Etanolün Karşılaştırılması. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*,11, 3, 325-334, 2005.
- 3.Abdulvahidoğlu, A. Alternatif Yakıt Kadar Lignoselülozik Etanol Üretimi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 34(2), 35-44, 2019.
4. Yağoğlu H. Bir Dizel Motorunda Yakıt Olarak Euro Dizel-Biyodizel-Biyoeanol Karışımlarının Kullanımının Motor Performansı Ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin İncelenmesi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 2015.
5. Anonim. Alkoller ve Eterler. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı, 2012
6. Temizer İ, The Combustion Analysis And Wear Effect Of Biodiesel Fuel Used in A Diesel Engine, *Fuel* 270, 117571,2020.
7. Çelik M.B, Çolak A. Buji Ateşlemeli Bir Motorda Alternatif Yakıt Olarak Saf Etanolün Kullanılması. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 619-626, 2008.

8. Sethi C, Patnaik P. P, Thatoi D. N, Acharya S. K. Performance, Combustion & Emission Analysis on Diesel Engine Utilizing Diethyl Ether as a Fuel Additives.» TEST Engineering & Management, 2391 – 2408, 2020.
9. Uslu S. Düşük Güçlü Bir Dizel Motorda Dietil Eter Kullanılmasının Motor Parametrelerine Etkisi. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.
10. Vezir A, Tunca S. Dietil Eter-Dizel Karışımlarının Direkt Enjeksiyonlu Bir Dizel Motorunun Performans ve Emisyonlarına Etkisi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2018.
11. Carvalho M.A. S. Acbal R. A. Achy, C. S. S. Junior Luiz, ve P. Ferreira Vitor. Mechanical And Emissions Performance Of A Diesel Engine Fueled With Biodiesel, Ethanol And Diethyl Ether Blends. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 182, 2020.
12. Altınkurt M. D. Direkt Enjeksiyonlu Bir HCCI Motorda Enjeksiyon Parametrelerinin Deneysel ve Teorik Olarak İncelenmesi. Kocaeli: kocaeli üniversitesi fen bilimleri enstitüsü, 2017.
13. Yeşilyurt, M.K, Arslan M, Eryılmaz T. Biyodizel-Dizel Yakıt Karışımlarına Etanol Katılmasının Performans, Yanma Ve Emisyon Karakteristiklerine Etkilerinin Deneysel İncelenmesi, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 129-150, 2018.
14. Aktaş F, Karaaslan S, Kılıç M., Yücel N. Farklı Oranlarda Etanol Ve Metanol Katkısının Tam Yük Altında Dört Silindri Dizel Bir Motorun Performans Ve Emisyon Değerlerine Olan Etkilerinin Sayısal Olarak İncelenmesi. Politeknik Dergisi, 967-977. 2019.