



Cu₂O ve Al₂O₃ Nanopartiküllerin Motor Performans ve Emisyonlara Etkisinin İncelenmesi

Gürsel Çınar¹, Oğuzhan Akyüz²

¹ Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü / Kayseri, Türkiye (ORCID: 0000-0002-7923-2212), gcinar@erciyes.edu.tr

² Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü / Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye (ORCID: 0000-0002-0814-9630),
m.oguzhanakyuz@gmail.com

(2nd International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences ICAENS 2022, March 10-13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1064145)

ATIF/REFERENCE: Çınar, G. & Akyüz, O. (2022). Cu₂O ve Al₂O₃ Nanopartiküllerin Motor Performans ve Emisyonlara Etkisinin İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (34), 53-61.

Öz

Bu çalışmada, günümüz içten yanmalı dizel motorları için yakıt şartları göz önüne alınarak çevre kirliliğini ve yakıt ekonomisini gelecek zamanlarda rahatlatmak amaçlı yakıt teknolojisinde mevcut kullanılan yakıtların iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Cu₂O ve Al₂O₃ nano partiküllerin 50 ve 100 ppm olarak dizel yakıtına katılması durumunda motor performans ve egzoz emisyonlarının etkisi incelenmiştir. Ultrasonik bir karıştırıcı kullanılarak yakıt karışımı hazırlanmıştır. Nano partiküller doğada bulunması ve ulaşılabilirliği kolay olan iki malzemeden seçilmiştir. Normal şartlarda dizel yakıtla çalışan ve yüksek güç gerektiren yerlerde kullanılan, büyük hacimli bir motor seçilmiştir. Bu motor toplu taşıma araçlarında kullanılmakta olup, tarım ve yük taşımacılığı yapılan araçlarda kullanılan motorlara benzerlik göstermektedir. Hazırlanan yakıtlar, 6 silindri 11670 cc lik dizel motorda 600 dev/dk da, 50, 100, 150 ve 200 Nm tork değerleri için deneyler gerçekleştirilmiştir. Deneyde farklı yük şartları altında nano partiküllerin farklı özellikler sergilediği ve yük arttıkça sağlanan faydanın da arttığı gözlemlenmiştir. Nano partiküllerin verimi artırdığı tespit edilmiş, bu değerler arasında 100 ppm yakıt karışımlarında maksimum verim değerleri elde edilmiştir. 100 ppm Al₂O₃ karışımının CO değerleri saf dizel yakıtına göre yüksek olduğu, 50 ve 100 ppm Cu₂O ile 50 ppm Al₂O₃ karışım yakıtlarının CO değerlerinin saf dizele göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Nano partikül, Dizel yakıtı, Motor, Verim, Emisyon, Yanma

Investigation of the Effects of Cu₂O and Al₂O₃ Nanoparticles on Engine Performance and Emissions

Abstract

In this study, considering the fuel conditions for today's internal combustion diesel engines it is aimed to improve the fuels used in fuel technology in order to relieve environmental pollution and fuel economy in the future. During the study, the effect of engine performance and exhaust emissions were investigated by adding Cu₂O and Al₂O₃ nanoparticles to diesel fuel as 50 and 100 ppm. The fuel mixture was prepared by using an ultrasonic mixer. Nanoparticles were chosen from two materials that are common and accessible in the nature. A large-volume engine was chosen, which normally works with diesel fuel and is used under conditions that require high power. The engine is a type used in public transportation vehicles and is similar to the engines used in agricultural and transportation vehicles. The prepared fuels were tested under torque values of 50, 100, 150 and 200 Nm at 600 rpm in a 6-cylinder 11670 cc diesel engine. In the experiment, it was observed that the nanoparticles illustrated different properties under different load conditions and the utility increased as the load increased. It has been determined that nanoparticles increase efficiency, and maximum efficiency values were obtained by 100 ppm fuel mixtures among these values. It has been observed that the CO values of 100 ppm Al₂O₃ mixture are higher than pure diesel fuel, and the CO values of 50 and 100 ppm Cu₂O and 50 ppm Al₂O₃ mixed fuels are lower than that of pure diesel.

Keywords: Nanoparticles, Diesel fuel, Engine, Efficiency, Emission, Combustion

Sorumlu Yazar: gcinar@erciyes.edu.tr

1. Giriş

Dizel yakıt kullanan araçlarda, yanma sonunda, partikül madde, nitrik oksit, yanmamış hidrokarbonlar, karbon monoksit, karbondioksit ve toksit maddeler oluşur ve çevreye yayılarak hava kirliliğine sebep olurlar. Bu nedenle, araç ve yakıt sektörü farklı arayışlar içerisine girmiştir. Birçok firma yatırımlarını çevreci ve alternatif yakıtlar üzerine planlamaktadır. Otomobil firmaları Avrupa emisyon standartları programına göre kendilerini hazırlamaktadır [1]. Bilindiği üzere tarım, ulaşım ve savunma sanayinde kullanılan birçok büyük hacimli dizel yakıtlı motor senelerdir kullanılmaktadır. Petrol yakıtlarının en verimli şekilde kullanılması, gerektiğinde katkı maddeler ilave edilerek motor performansının artırılması ve emisyon değerlerinin azaltılması için çalışmalar sürdürülmektedir.

Aksi takdirde bu yakıtlar daha fazla çevre kirliliğine neden olur ve küresel ısınmayı artırır. HC, CO, NOx gibi dizel motorlardan kaynaklanan zararlı kirleticiler ve kükürt oksit, çevresel kirliliğin ana kaynağıdır. Bu kimyasal kirleticiler, canlı türlerinde çeşitli bulaşıcı hastalıklara ve asit yağmurlarına neden olur [2]. Dizel motorlar yüksek verim, yüksek yük taşıma kapasitesi, yüksek tork üretimi gibi nedenlerden dolayı deniz ve karayolu taşımacılığında yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde ulaşım sektöründe de küçük ve büyük dizel motorlar kullanılmaktadır. Dizel motorlarda yakıtta bazı katkı maddeleri ilave edilerek performans değerleri artırılırken emisyon değerleri de azaltılabilmektedir. Venu ve Madhavan deneysel çalışmalarında, farklı enjeksiyon zamanlamalarında biyodizel (%20)-dizel (%70)-etanol (%10) karışımlarına Al₂O₃ nanoparçacıklarının etkisi incelemiştir. Çalışmalarında, Al₂O₃ ilavesi ile enjeksiyon zamanlamasının ilerletilmesi durumunda, daha yüksek silindir basıncı ve üst ölü noktaya yakın ısı salınım oranını elde etmişlerdir. Daha uzun yanma süresi, daha az ateşleme gecikmesi ve en düşük özgül yakıt tüketimi olduğu gözlemlenmiştir [3].

Dhahad ve ark. Dizel yakıtta nano-Al₂O₃ ve nano-TiO₂ ilavesinin etkilerini incelediler. TiO₂ ve Al₂O₃ ün ilavesinin verimi %18,9'dan %24,25'e ve %20,45'e sırası ile arttığını belirttiler [4]. Jian-wei, Qiong ve Zhao nano bakır ilavesinin diesel motorların egzoz emisyonlarına etkisini incelemiştir. Dizel motor testlerinde yaptıkları deneylerde, partikül madde (PM), CO ve HC emisyonlarında sırası ile %99,9, %81,30 ve %33,33 oranında azaldığını ifade etmişlerdir [5].

Ag-TiO₂ nano katkı maddelerinin dizel/Jatropha biyodizel karışımları ile yapılan deneysel çalışmada, tam yükte TiO₂ nanoparçacıklarının eklenmesinin verime %3,3'lük artış olduğu, HC emisyonunda %12 ve CO emisyonlarında ise %14 lik bir azalma olduğu belirtilmiştir [6] Chen ve ark. Alüminyum oksit, silikon oksit ve karbon tüp katkı maddelerinin bir dizel motorda performans ve emisyonlarına etkisini incelemiştir. Sabit 1800 dev/dk da, farklı yük durumları için yaptıkları çalışmada, verimde %18,8 kadar artış olduğu, yanmanın belirgin şekilde iyileştiğini belirtmişlerdir [7]. Channappagoudra Al₂O₃ nano parçacık ilavesinin diesel motorda etkisini deneysel olarak incelemiştir. Modifiye motor ve geleneksel motor şartlarında yaptığı deneylerde, tam yükte, modifiye motorda B20-Al₂O₃+75 ppm yakıt karışımının, tek B20 yakıt karışımıyla çalıştırılan temel motora kıyasla verimde %9,33 artış olduğunu ve HC emisyonunda %22,5 CO emisyonunda ise %20,78 azalttığını belirtmiştir [8]. Aalam ve ark. %20 Mahua biyodizel karışımı ile alüminyum oksit nanoparçacıkları ekleyerek deneysel motor

performansını ve emisyonlarını analiz etmiş ve tatmin edici sonuçlar elde etmişlerdir [9]. Rathinam ve ark. dizel motor için biyodizel ve karışımları ile nanopartiküller ekleyerek bir araştırma çalışması gerçekleştirmiştir. CeO₂ nanopartikül kullanılmasında CO emisyonunda %4,2 ve HC emisyonunda %3,6 azalma olduğu belirtmiştir [10]. Devarajan ve ark. biyodizelde nano partiküllerin karıştırılmasıyla dizel motor emisyon ve performans analizini amaçlayan kapsamlı bir çalışma yapmışlardır. Yazarlar, CuO'yu mahua yağı biyo-dizelinde (BD-100) nano-parçacık kullanarak sonuçlarını analiz etmişlerdir [11]. Manigandan ve ark. farklı nano partikülleri, %20 hidrojen ilavesi ve farklı yüklerde yapılan deneylerde, CeO₂ ve Al₂O₃ katkı maddelerinin verimi sırası ile %4,3 ve %2,5 oranında artırdığını belirtmişlerdir [12]. Yuvarajan ve ark. TiO₂ katkı maddesinin performansını incelediler ve katkı maddesi ilavesi ile motor performans değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir [13]. Sadhik Basha ve Anand, jatropha biyodizel yakıtı ve nanopartikül karışımı jatropha biyodizel yakıtının performans, emisyon ve yanma özellikleri, tek silindri sabit hızlı direkt enjeksiyonlu bir dizel motor için araştırılmışlardır. Nano partiküllerin, NOx ve duman emisyonlarını azalttığını, ve termal verimi %24,9 değerinden %28,9 değerine artırdığını test etmişlerdir [14]. Gumus ve ark. CuO ve Al₂O₃ nano partiküllerinin motor performans ve emisyonlarına etkisini incelediler. Nano partiküllerin kullanılmasının torku ve gücü artırdığını, CO, HC ve NOx azalttığını belirttiler [15].

Bu çalışmada toplu taşıma aracına ait 6 silindri dizel bir motorun, performansını ve yanma özelliklerini emisyon ile analiz etmek için farklı konsantrasyonlarda (50 ppm ve 100 ppm) bakır oksit ve alüminyum oksit nanoparçacıkları dizel yakıt üzerine ultrasonik karıştırıcıda hazırlanmıştır. Düşük devirde (600 d/d) sabit tutulan motor farklı yükler altında (50 – 100 – 150 – 200 Nm) silindir içi basınç, yakıt tüketimi, emisyon ve verim açısından değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

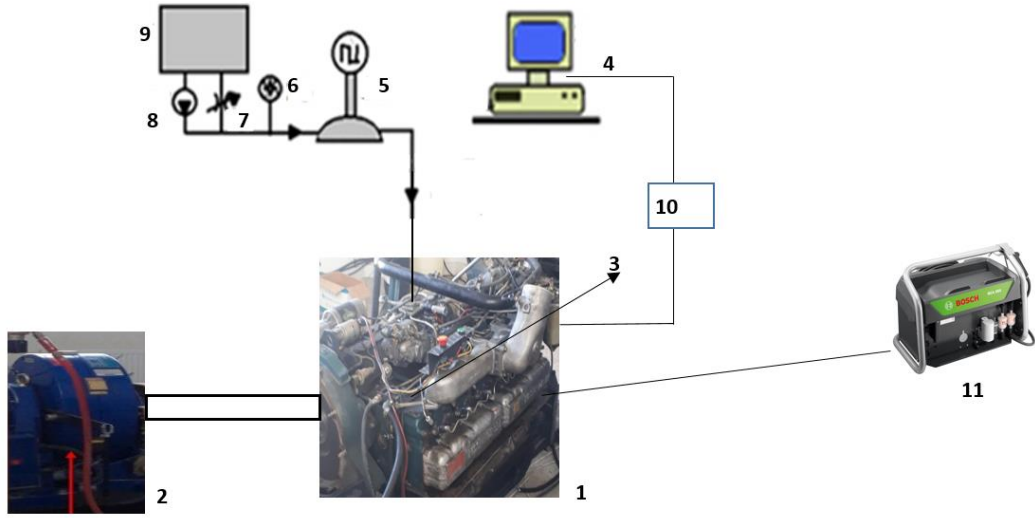
Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Motorlar laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Deneyler, 6 silindri, su soğutmalı, 4 zamanlı 11670 cm³ lük motorda yapılmıştır. Tablo 1 motor özelliklerini göstermektedir. Şekil-1 deney düzeneğini şematik göstermektedir.

Tablo 1. Dizel Motor Özellikleri

Table 1. Diesel Engine Specifications

Motor	Nissan PE6H
Silindir Sayısı	Sıralı 6 silindir
Maximum devir (rpm)	2300
Maksimum Tork (Nm)	814 Nm @ 1300 rpm
Sıkıştırma oranı	16:1
Maksimum Güç (kW)	169 kW @ 2200 rpm
Çap x Strok (mm – mm)	133 - 140
Toplam Silindir Hacmi (cm ³)	11670

Devir ve tork değerlerinin ölçümleri SAJ SE 150 eddy-current dinamometre ile, emisyon ölçümleri Bosch BEA 060 cihazı ile, silindir basınç ölçümleri PCB 113B22 piezoelektrik basınç transducer cihazları ile yapılmıştır.



- 1- Motor 2- Eddy Curent 3- Basınç Ölçer 4- Bilgisayar (tork ve yük kontrol) 5- Yakıt debi ölçer 6- Yakıt basınç ölçer 7- Yakıt vanası 8- Yakıt pompası 9- Yakıt tankı 10- Basınç ölçer data logger 11- Emisyon ölçer

Şekil 1. Motor Test Sistemi

Figure 1. Engine Test System



(a)



(b)

Şekil 2. Hassas terazi (a) ultrasonik karıştırıcı (b)

Figure 2. Precision balance (a) ultrasonic mixer (b)

Tablo 2. Al₂O₃ ve Cu₂O nin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri
Table 2. Physical and Chemical Properties of Al₂O₃ and Cu₂O

	Al ₂ O ₃		Cu ₂ O
Safılık (%)	> 99,5	Safılık (%)	> 99,95
Renk	Beyaz	Renk	Kızıl Kahve
Ortalama Parçacık Boyutu (nm)	18,0	Ortalama Parçacık Boyutu (nm)	16,0
Özgül Yüzey Alanı (m ² /g)	140,0	Özgül Yüzey Alanı (m ² /g)	55,0
Özgül Isı (J/Kg.K)	890,0	Erime Noktası (°C)	1240,0
Gerçek Yoğunluk (Kg/m ³)	3900,0	Kaynama Noktası (°C)	1800,0
Element Analizi	(Ca 25 ppm)(Fe 80 ppm)(Cr 4 ppm)(Na 70 ppm)(Mn 3 ppm)(Co 2 ppm)	Element Analizi (%)	(Fe 0,001)(Zn 0,0005)(Mn 0,0003)(Ni 0,001)(Ag 0,0002)

18 nm tanecik boyutlu alüminyum oksit (Al₂O₃) ve 16 nm tanecik boyutlu bakır oksit (Cu₂O) hassas terazi ile 50 ppm ve 100 ppm karışım oranlarında dizel yakıt hazırlanmıştır. Yakıt hazırlamak için ultrasonik karıştırıcı kullanılmıştır. Şekil-2 hassas terazi ölçümü ve ultrasonik karıştırıcıyı göstermektedir. Tablo-2 de Al₂O₃ ve Cu₂O nun kimyasal ve fiziksel özellikleri verilmektedir. Hazırlanan yakıt 600 d/d sabit devirde 6 silindirli 11670 cm³ dizel motorda 50 – 100 – 150 – 200 Nm yükler verilerek, silindir içi basıncı, yakıt tüketimi ve emisyon değerleri ölçülmüştür.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Bulgular

Ölçüm hataları ve belirsizlikler ölçmede kullanılan aletlerden meydana gelir. Basınç ölçüm aletinin, yakıt debi ölçerinin, dinamometrenin, devir ölçmenin ve egzoz gaz analizörünün hassasiyet ve ölçüm aralıkları tablo 3 de verilmektedir. Isıl verim için Cline and McClintock metodu kullanılarak hesaplanan belirsizlik denklemi aşağıdadır.

$$W_R = \left[\left(\frac{\partial R}{\partial x_1} w_1 \right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial x_2} w_2 \right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial R}{\partial x_n} w_n \right)^2 \right]^{1/2} \dots\dots 1$$

Tablo 3. Kullanılan Cihazların Ölçüm Aralığı ve Hassasiyeti
Table 3. Measurement Range and Sensitivity of the Devices Used

Cihaz	Değerler	Hassasiyet
Silindir Basınç transducer (PCB 111A22)	0-5000 PSI	±1%
Sıvı kütle akış ölçer (Krohne)	1.2-130 kg/h	± 0.1%
Eddy Current Dinamometre (SAJ SE 150)	150kW-500 Nm 8000 rpm	±1.25 Nm FS ±1 rpm
Egzoz gaz analizörü (Bosch BEA 060)		
CO	0-10% Vol.	0.001% Vol.
CO ₂	0-18% Vol.	0.010% Vol.
O ₂	0-22% Vol.	0.010% Vol.
NO	0-5000 ppm	1.0 ppm
HC	0-9999 ppm	1.0 Ppm
Hesaplanan Belirsizlik		Belirsizlik
Isıl Verim		%1.2 ~%1.8

3.1. Tartışma

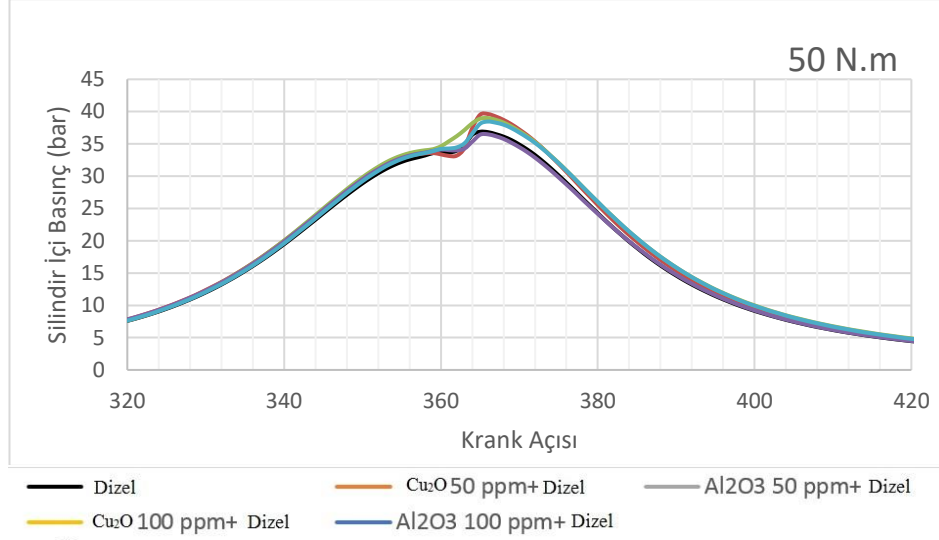
Testler 6 silindirli dizel yakıtlı bir motorda gerçekleştirilmiştir. Performans parametreleri, silindir içi basınç, ısı verim ve CO, HC, NO emisyon değerleri 50, 100, 150, 200 N.m tork değerlerinde 600 dev/dk lık motor hızında yapılmıştır.

3.1.1. Silindir İçi Basınç

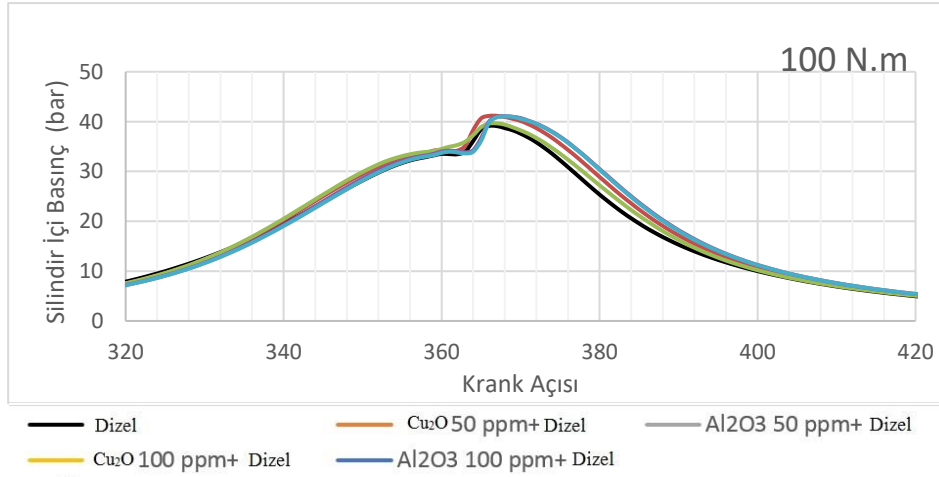
Şekil 3 krank açısına bağlı olarak farklı yükler için silindir içi grafikleri göstermektedir. Şekil-3 a. 50Nm tork değeri için, dizel yakıt için püskürme üst ölü noktadan 10 KMA önce başlamakta, dizel yakıtın maksimum basınç değeri üst ölü noktadan 6 KMA

sonra 39.7 bar olarak elde edilmiştir. 100 ppm Al_2O_3 ilaveli karışımda en yüksek basınç üst ölü noktadan 8 KMA sonra 41.02 bar ile dizel yakıtı göre %3.3 daha yüksek olarak elde edilmiştir. 50 ppm Cu_2O lu karışım durumunda en yüksek silindir içi basınç üst ölü noktadan 6 KMA sonra, 41.11 bar değeri ile dizel yakıtı göre %3.5 daha fazla olarak elde edilmiştir. Cu_2O 100 ppm + dizel yakıtı normal dizelle aynı performansa sahip olup, Al_2O_3 50 ppm + dizel, normal dizelle göre daha yüksek basınca ulaşmıştır. Şekil-3 b. (100 Nm.) Şekil 3.a ya benzer karakteristik göstermekte olup, yine en yüksek basınçlar Cu_2O 50 ppm + dizel ve Al_2O_3 100 ppm + dizel yakıtı durumları için elde edilmiştir. Şekil-3 c. 150 N.m tork değeri için veriler incelendiğinde, dizel yakıtın maksimum

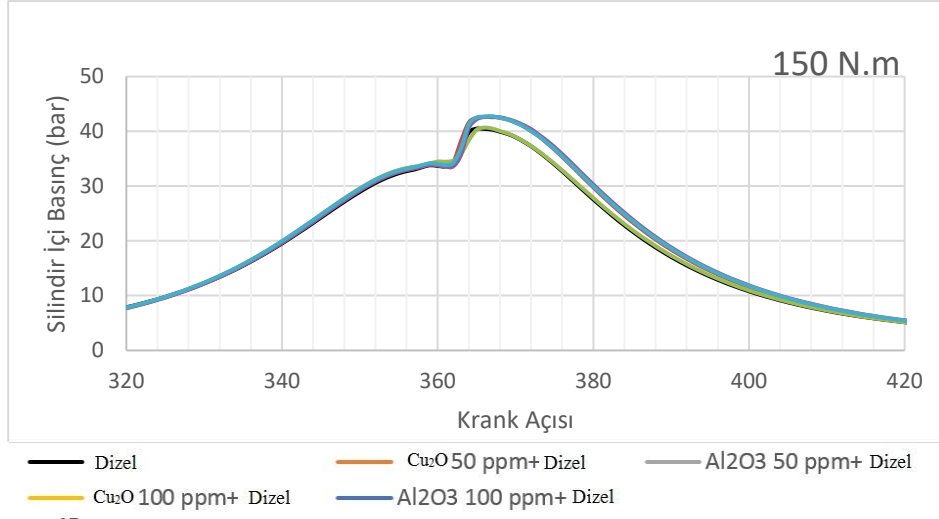
basınç değeri üst ölü noktadan 5 KMA sonra 41.26 bar olarak ölçülmüş, 50 ppm Cu_2O karışımı yakıtı ile 100 ppm Al_2O_3 karışımı yakıtıların basınç değerleri birbirine çok yakın olarak elde edilmiştir. 50 ppm Al_2O_3 ile normal dizel basıncı yine birbirine çok yakındır. 100 ppm Al_2O_3 lü karışımda ölçülen maksimum basınç değeri üst ölü noktadan 7 derece sonra 42.75 bar olarak ölçülmüştür. Bu değer normal dizelle göre %3.6 daha fazla yüksek ve 2 KMA daha sonradır.



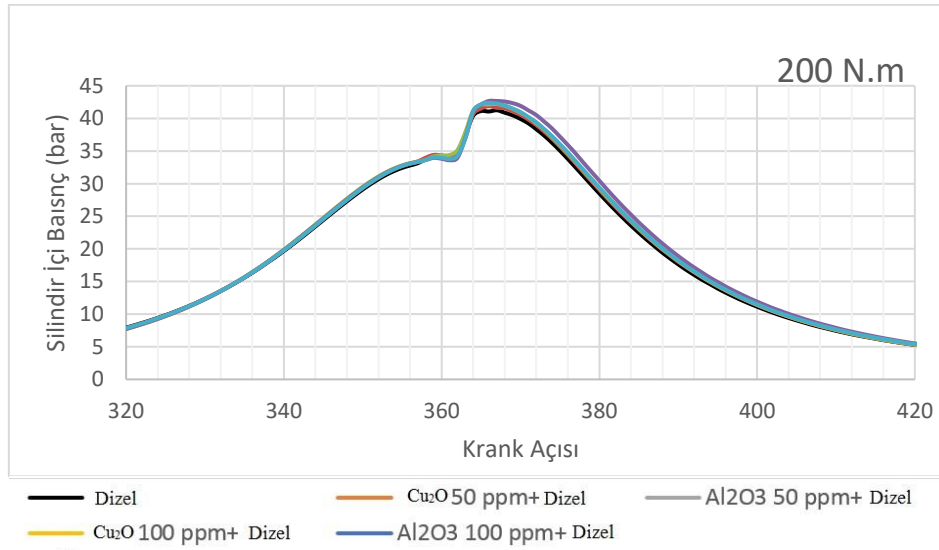
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 3. Silindir içi basınç değerleri (a) 50 N.m, (b) 100 N.m, (c) 150 N.m, (d) 200 N.m

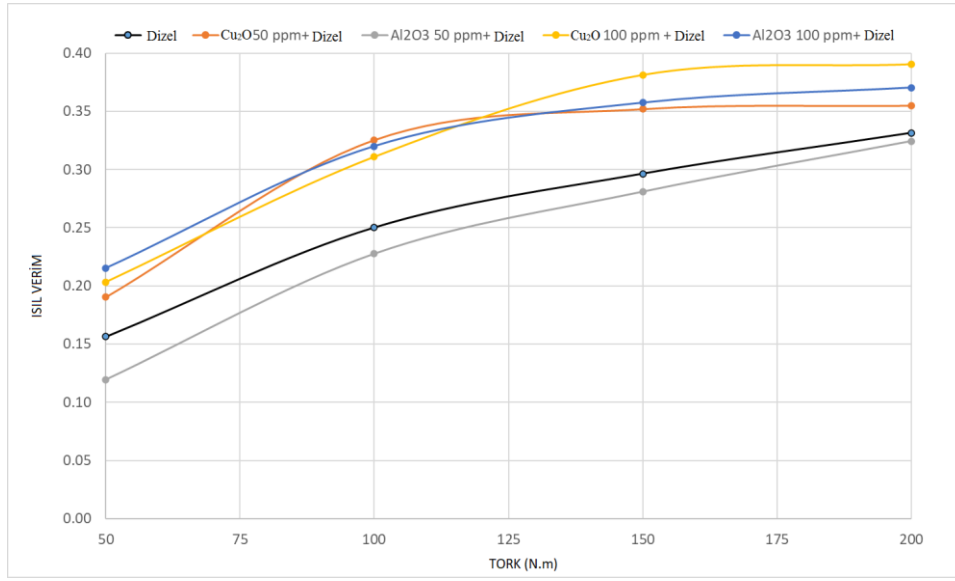
Figure 3. In-cylinder pressure values (a) 50 N.m, (b) 100 N.m, (c) 150 N.m, (d) 200 N.m

Şekil 3.d 200 N.m için krank açısına bağlı olarak silindir içi grafikleri göstermektedir. Tüm yakıt karışımlarının değerleri birbirine yaklaşıp olup, en yüksek değerler 50 ppm Cu_2O karışımında elde edilmiştir. Maksimum basınçların ortaya çıktığı açılar üst ölü noktadan 7 ile 8 KMA sonra belirlenmiştir. Basınç farklarının değişimi %1 civarındadır. Her dört şekilde bakıldığında yük arttıkça basınçta artışlar 150 N.m ye kadar artmakta 150 Nm ile 200 N.m arasında basınç değişimi çok azdır. 50 N.m de elde edilen en yüksek basınç üst ölü noktadan 8 KMA sonra 39.7 bar iken 200 N.m de üst ölü noktadan 7 KMA sonra 42.66 bar olarak elde edilmiştir. Şekillerden görüldüğü gibi nano katkı maddesi ilavesi silindir içi basınç değerlerini %3 civarında artırmaktadır.

3.1.2. Isıl Verim

Isıl verim yakıtın yanması sonucu oluşan ısının etkisi ile elde edilen enerjinin motora verilen toplam enerjiye oranıdır. Farklı yakıt karışımları için yüke karşı ısı verim grafiği şekil-4 de

verilmektedir. Genel motor bilgisinden bilindiği gibi yükün artması ile verim artmaktadır. Saf dizel verim altında kalan verim eğrisi Al_2O_3 50 ppm olarak karışım oluşturan yakıttır. Diğer verimler saf dizel veriminden daha iyi çıkmıştır. Channappagoudra M. [8], modifiye ve standart dizel motor ile yaptığı deneylerde, biodizel + dizel + 75 ppm Al_2O_3 karışımında elde ettiği verim değerleri standart motor ile mukayese edildiğinde normal biodizel + dizel e göre düşüş göstermiştir. Bu sonuç literatür ile uyum sağlamaktadır. Ayrıca, tek silindirli bir motorda deney yapan Gumus ve arkadaşları [15] Al_2O_3 ve CuO 50 ppm katkılı motorda verimde artış elde etmişlerdir. Motorlarda çalışma şartlarına göre nano yakıtlar verim artışı ve emisyon azalması sağlamaktadır. Yapılan testlerde en yüksek verim Cu_2O 100 ppm + Diesel yakıtında görülmüştür. Verim artışı 150 N.m de normal dizelde %30 iken Cu_2O 100 ppm + Diesel yakıtında %37.5 değerine ulaşmıştır. Motor sıkıştırma oranı, silindir hacmi, motor gücü, yakıt/hava oranı, püskürtme avansı, yanma kalitesini ve verimi etkilemektedir. 100 ppm Al_2O_3 ve 100 ppm Cu_2O katkısı verimi artırmada önemli katkı sağlamaktadır.



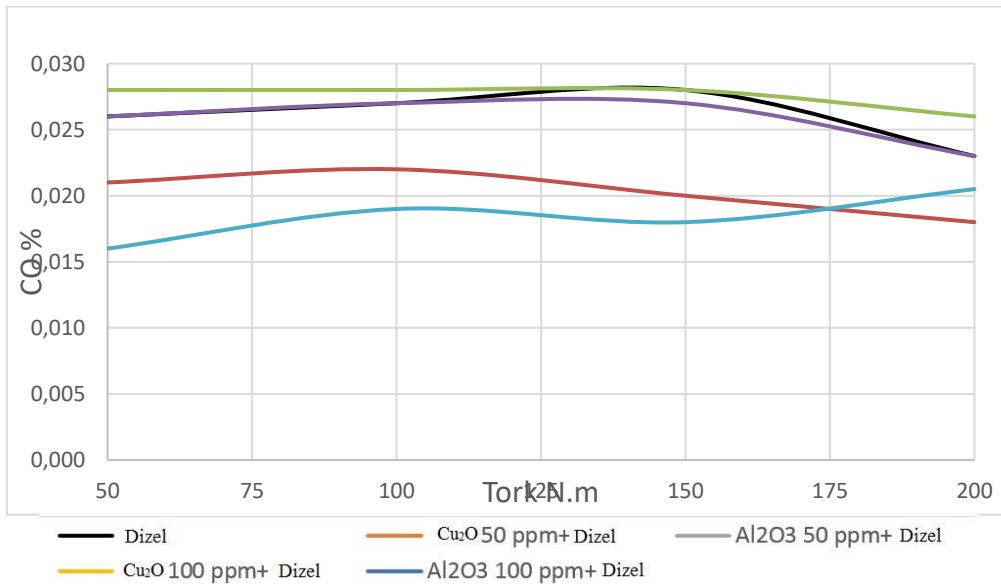
Şekil 4. Yüke Göre Isıl Verim Değişimi

Figure 4. Thermal Efficiency Variation According to Load

3.1.3. Karbon Monoksit Değişimi

Karbon monoksit renksiz, kokusuz, yanıcı ve zehirleyici bir gazdır. Karbon monoksit aynı zamanda kimyasal enerjinin işe dönüşmeden dışarı atılmasıdır. Hidrokarbonlu yakıtların tam yanmasının gerçekleşmediği durumdur. Şekil-5 Tork - %CO değerlerini göstermektedir. Grafikten görüldüğü gibi, CO

değerleri oldukça düşük seviyededir. Bununla beraber, Cu₂O 50 ppm ve Al₂O₃ 100 ppm dizel karışımları dizel yakıtına göre daha düşük olarak görülmüştür. Cu₂O 100 ppm dizel karışımları dizel yakıtına yakın seviyede emisyon değerleri ölçülmüştür. Cu₂O 50 ppm ve Al₂O₃ 100 ppm dizel katkı maddelerinin % 15 civarında CO emisyonlarını azalttığı görülmüştür.



Şekil 5. Tork - %CO değerleri

Figure 5. Torque - %CO values

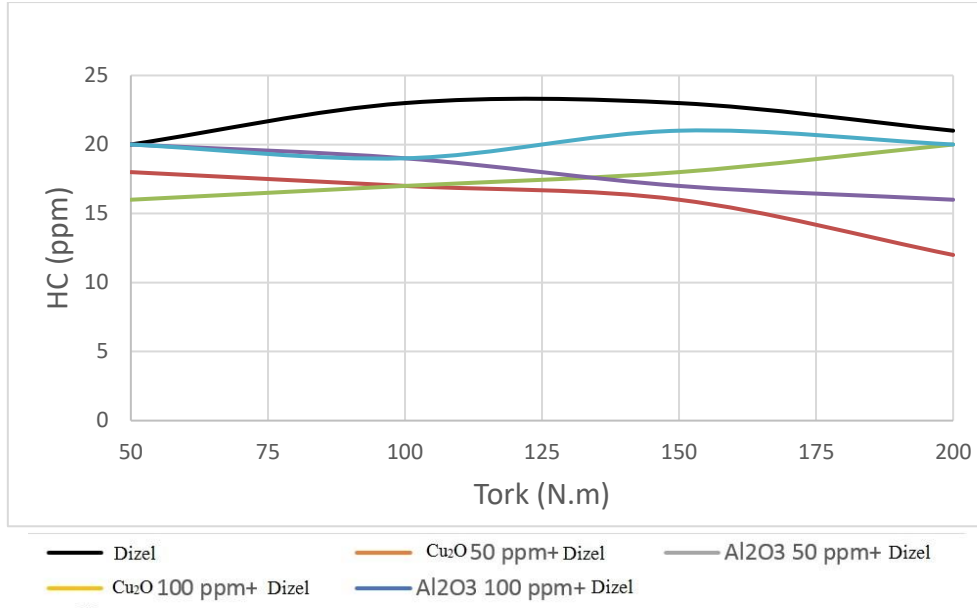
3.1.4. Yanmamış Hidrokarbonlar

HC emisyonları egzozdaki yanmamış yakıttır. Zararlıdır, fotokimyasal dumana neden olur ve kansorejen etkisi vardır.

Ayrıca, yanmadan dışarı atılan HC emisyonları yakıt tüketimini artırır. Yanmanın kalitesi yanmamış hidrokarbonların azlığı ile ifade edilmektedir [16]. Yanmamış hidrokarbonların değişimi şekil 6 da verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi tüm değerler

birbirine yakındır. Torkun artması ve yakıt katkı maddelerinin kullanılması ile belirli bir değişimin olmadığı görülmektedir. Bütün karışımların yanmamış hidrokarbon ölçümleri dizel

yakıtının altında kalmıştır. En düşük HC emisyonu Cu₂O 50 ppm yakıt karışımında ve dizele göre ortalama olarak %20 daha az olarak elde edilmiştir.



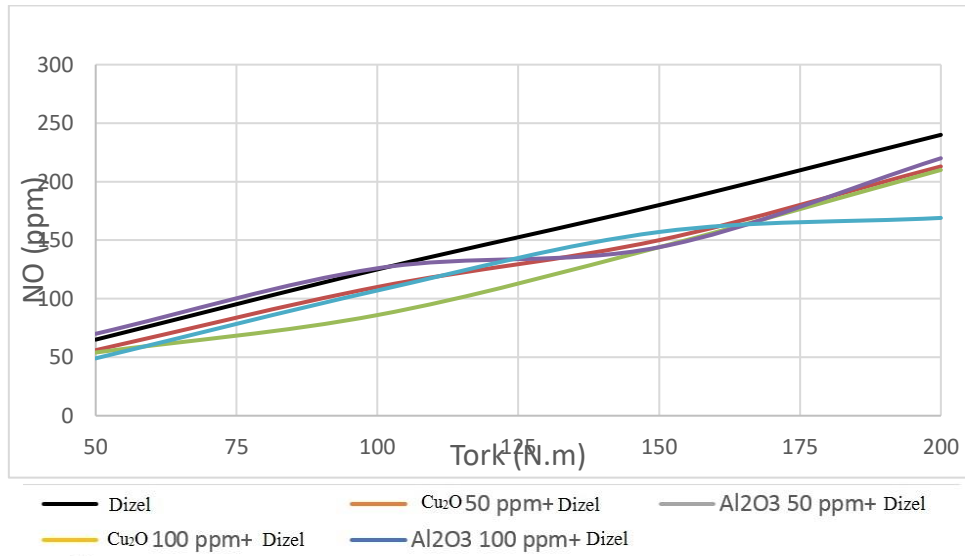
Şekil 6. Yanmamış Hidrokarbonların Değişimi

Figure 6. Exchange of Unburned Hydrocarbons

3.1.5. Nitrojen Oksit Emisyonları

Azot oksitlerinin NO ve NO₂ olarak isimlendirilir. Azot oksitlerin çoğu NO şeklindedir. NO₂ daha az oranda ortaya çıkar. Azot oksitler kandaki hemoglobun ile birleşim eğilimindedir, istenmeyen toksit etki oluşturur ayrıca Nitrik asit oluşumuna

neden olur [16]. Şekil-7 NO nun Tork ile değişimini göstermektedir. Katkı maddeli bütün yakıtlarda NO değeri dizel yakıtının altında çıkmıştır. Nano katkı maddesi ortalama %13 NO emisyonlarında azalmaya neden olmuştur. Bu değerler Gümüş ve ark [15] ile uyumludur.



Şekil 7. Nitrojen Oksit Emisyonlarının Değişimi

Figure 7. Change of Nitrogen Oxide Emissions

4. Sonuç

Bu çalışmada, dizel yakıtına Al₂O₃ ve Cu₂O nanopartikül ilavesinin 6 silindirli ağır yük motorunda performans ve egzoz

emisyonuna etkileri araştırılmıştır. Deneysel çalışmanın sonuçları aşağıdadır.

- 1- Silindir içi basınçların en iyi performansı Cu₂O 50 ppm ve Al₂O₃ 100 ppm + dizel karışımlarında elde edilmiştir. Silindir içi maksimum basıncın arttığı görülmüştür.

- 2- En yüksek verim 200 N.m de Cu₂O 100 ppm ilavesinde test edilmiş, Al₂O₃ 100 ppm, Cu₂O 50 ppm ve Cu₂O 100 ppm katkılarında verimlerde artış, Al₂O₃ 50 ppm de verimde azalma tespit edilmiştir.
- 3- Yanmamış hidrokarbon emisyonlarında değerlerin birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir.
- 4- CO emisyonları %0.015 ve %0.025 arasında ölçülmüş, Al₂O₃ 100 ppm karışımının en düşük seviyede olduğu test edilmiştir.
- 5- NO emisyonları açısından, bütün değerler dizel yakıtına göre düşük ölçülmüş, katkı maddelerinin %13 civarında NO emisyonlarını azalttığı belirlenmiştir.

Yük taşıma araçlarında kullanılan geleneksel motorlara nano partikül eklenmesinin emisyon ve performansa etkisi incelenmiştir. Özellikle düşük devirlerde ortaya çıkan emisyon yoğunluğu nano partikül ilavesi ile bir miktar azalabileceği, motor performansının %3 civarında artabileceği tespit edilmiştir. İleriki çalışmalarda, motorun farklı devir ve yüklerinde farklı nano akışkanların etkisi incelenebilir. Motorun uzun çalışma sonrasında motor içerisindeki silindir ve piston üzerindeki etkileri araştırılabilir.

5. Teşekkür

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi FYL-2021-11124 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Kaynakça

- [1] https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans_en
- [2] Rastogi P.M., Sharma A., Kumar N., Effect of CuO nanoparticles concentration on the performance and emission characteristics of the diesel engine running on jojoba (*Simmondsia Chinensis*) biodiesel, Fuel, Volume 286, Part 1, 119358, 2021.
- [3] Venu H., Madhavan V., Effect of Al₂O₃ nanoparticles in biodiesel-diesel-ethanol blends at various injection strategies: Performance, combustion and emission characteristics, Fuel, Volume 186, (2016), 176-189.
- [4] Dhahad H. A., Ali S.A., Chaichan M. T., Combustion analysis and performance characteristics of compression ignition engines with diesel fuel supplemented with nano-TiO₂ and nano-Al₂O₃, Case Studies in Thermal Engineering, 20 (2020), 100651.
- [5] Jian-wei G., Qiong W, Zhao M., “Exhaust emissions of diesel engines with nano-copper additives”, Applied Nanoscience (2020) 10:1045–1052.
- [6] Yogaraj D., Mohamed Iqbal S., Gokulakrishna R., and Meikandan M., “Performance test and emission characteristics of diesel engine with alternate fuel blends and nano additives, International Journal of Ambient Energy, 2021, VOL. 42, NO. 7, 725-729
- [7] Chen A. F., Adzmia M. A., Adam A., Othman M. F., Kamaruzzaman M. K., Mrwana A. G., Combustion characteristics, engine performances and emissions of a diesel engine using nanoparticle-diesel fuel blends with aluminium oxide, carbon nanotubes and silicon oxide, Energy Conversion and Management 171 (2018) 461–477
- [8] Channappagoudra M., Influence of the aluminium oxide (Al₂O₃) nanoparticle additive with biodiesel on the modified diesel engine performance, International Journal of Ambient Energy, 2021, VOL. 42, NO. 15, 1776–1784
- [9] Aalam C.S., Saravanan C.G., Anand B.P. Impact of high fuel injection pressure on the characteristics of CRDI diesel engine powered by mahua methyl ester blend, Applied Thermal Engineering 106 (2016) 702–711.
- [10] Rathinam S., Sajin J B, Subbiah G., Rajeev A., Prakash S., Christopherselvam D., Assessment of the emission characteristics of the diesel engine with nano-particle in neem biodiesel, Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, And Environmental Effects, 2020, VOL. 42, NO. 21, 2623-2631
- [11] Devarajan, Y., B. Nagappan, and G. Subbiah. 2019. A comprehensive study on emission and performance characteristics of a diesel engine fueled with nanoparticle-blended biodiesel. Environmental Science and Pollution Research 26:10662–72.
- [12] Manigandan S., Sarweswaran R., Devi P. B., Sohret Y., Kondratiev A., Venkatesh S., Vimal R. M., Joshua J.J., Comparative study of nanoadditives TiO₂, CNT, Al₂O₃, CuO and CeO₂ on reduction of diesel engine emission operating on hydrogen fuel blends, Fuel 262 (2020) 116336
- [13] Yuvarajan D., Babu M.D., Kumar N.B., Kishore P. A., Experimental investigation on the influence of titanium dioxide nanofluid on emission pattern of biodiesel in a diesel engine, Atmospheric Pollution Research 9 (2018) 47-52.
- [14] Sathik Basha J., and Anand R. B., The influence of nano additive blended biodiesel fuels on the working characteristics of a diesel engine, J Braz. Soc. Mech. Sci. Eng. (2013) 35:257–264.
- [15] Gumus S., Ozcan H., Ozbey M., Topaloglu B., Aluminum oxide and copper oxide nanodiesel fuel properties and usage in a compression ignition engine”, Fuel, (163), 2016, 80-87
- [16] Gupta, H. N., Fundamentals of Internal Combustion Engines. PHI Learning Pvt. Ltd. New Delhi, 1992.