



Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi
Cilt: 11, No: 1, 2014 (11-22)

Electronic Journal of Machine Technologies
Vol: 11, No: 1, 2014 (11-22)

**TEKNOLOJİK
ARAŞTIRMALAR**

www.teknolojikarastirmalar.com
e-ISSN: 1309-405X

**Makale
(Article)**

Buji İle Ateşlemeli Motorlarda Etanol-Benzin, Mtbe-Benzin Ve Metanol-Benzin Karışımlarının Motor Performansı Ve Egzoz Emisyonlarına Etkisi

Rıdvan ERENORAL, Yaşar Önder ÖZGÖREN*

* Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Otomotiv ABD. Afyonkarahisar
ridvan_erenoral@hotmail.com.tr
yasarozgoren@aku.edu.tr

Özet

Bu çalışmada benzine karıştırılan %10 alkol karışımları ile ilgili bir araştırma yapılmıştır. Alkoller Metil tersiyer bütıl eter (MTBE), metanol ve etanoldür. Yapılan deneylerde bu karışımlar tek silindirli benzinli motorda elektrikli dinamometre ve gaz analiz cihazı kullanılarak denenmiştir. Değişik motor devirlerine göre yapılan ölçümlerde motor torku, motor gücü, özgül yakıt sarfiyatı, O₂, CO, CO₂ ve NO_x emisyonlarının ölçümü yapılmıştır.

%100 gaz keleşbeği açıklığında yapılan benzinli motor performans testleri sonucunda alkol-benzin karışımlarında motor tork değerlerinin arttığı görülmektedir. Alkol-benzin karışımlarında CO ve CO₂ ile ilgili emisyonların azaldığı anlaşılmaktadır. Çok olmamakla birlikte NO_x emisyonu değerleri artmıştır.

Anahtar kelimeler: Alkol-benzin karışımları, etanol, methanol, MTBE.

EFFECT OF ETHANOL-GASOLINE, MTBE-GASOLINE AND METHANOL-GASOLINE BLENDS ON THE ENGINE PERFORMANCE AND EXHAUST EMISSIONS ON THE SPARK IGNITION ENGINES

Abstract

In this study, a research is conducted on 10% petrol-alcohol mixtures. Alcohols are methyl tertiary butyl ether (MTBE), methanol and ethanol. In the experiments, such mixtures are tested in single cylinder

Bu makaleye atf yapmak için

Erenoral R., Özgören Y.Ö., "Buji ile Ateşlemeli Motorlarda Etanol-Benzin, Mtbe-Benzin Ve Metanol-Benzin Karışımlarının Motor Performansı Ve Egzoz Emisyonlarına Etkisi" Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi 2014, (11) 11-22

How to cite this article

Erenoral R., Özgören Y.Ö., "Effect Of Ethanol-Gasoline, Mtbe-Gasoline And Methanol-Gasoline Blends On The Engine Performance And Exhaust Emissions On The Spark Ignition Engines" Electronic Journal of Machine Technologies, 2014, (11) 11-22

gasoline engine by using an electric dynamometer and a gas analyzer. The engine torque, engine power, specific fuel consumption, O₂, CO, CO₂ and NO_x emissions are measured at different engine speeds.

As a result of these performance tests of gasoline engine with 100% throttle opening, when the petrol-alcohol mixtures are used, it is observed that engine torque increases. Such mixtures cause CO and CO₂ emissions of the engine reduce. Also there is little increase in NO_x emissions.

Key Words: Petrol-alcohol mixtures, ethanol, methanol, MTBE

1.GİRİŞ

Dünyanın 2050 yılına kadar olan enerji tüketimine yönelik senaryolar büyüme hızına ve enerji-çevre etkileşimine göre düzenlenmektedir [1]. Gelecek 15 yıl içerisinde dünya üzerindeki araç sayısının iki katına çıkacağı ihtimali göz önüne alındığında, enerji temini ve çevre ile ilgili önemli sorunların çok daha fazla artacağı kolaylıkla görülebilir. Petrolün yakın gelecekte tükenerek olması, enerji güvenliği ve çevre ile ilgili olan endişelerle birleştirildiğinde yeni seçeneklere ihtiyaç duyulmaktadır [2].

Benzin motorlarında yenilenebilir enerji kaynağı olarak alkoller son zamanlarda önem kazanmıştır. Bu yenilenebilir enerji kaynakları yüksek oktan sayısından dolayı alternatif yakıt olarak araştırmacıların ilgisini çekmektedir. İlave olarak bunlar temiz enerji kaynaklarıdır ve etanol gibi düşük karbonlu biyokütle alkollerinden elde edilebilir [3]. İçten yanmalı motorlarda petrol esaslı yakıtlara alternatif olarak kullanılabilecek yakıtlardan biride metanoldür. Biyokütle, kömür ve doğalgazdan elde edilebilen metanol, buji ateşlemeli motorlarda önemli değişiklikler yapılmadan saf olarak veya benzinle karıştırılarak kullanılabilir [4]. Eyidoğan (2007) yapmış olduğu deneysel bir çalışmada Kurşunsuz benzin, etanol-benzin (E5, E10) ve metanol-benzin (M5, M10) karışımlarının motor performansı, yanma karakteristiği ve egzoz emisyonlarına etkisini deneysel olarak incelemiştir. Deneyler sonucunda, etanol-benzin ve metanol-benzin karışımlarının özgül yakıt tüketimleri benzine göre artış göstermiştir. Benzinin silindirik gaz basıncı ve ısı dağılımı, alkol karışımlarına göre daha erken yükselmeye başlamış ve hemen hemen tüm test şartlarında en düşük ısı dağılımı tepe noktası ise benzinde elde edilmiştir. Ayrıca alkol karışımları kullanıldığında genel olarak CO, HC, CO₂ ve NO_x emisyonlarının azaldığı gözlenmiştir [5]. Özsezen ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada Kurşunsuz benzin ve metanol-benzin (M5, M10) karışımlarının kullanıldığı bir taşıtta performans, yanma ve egzoz emisyon karakteristiklerini incelemiştir. Yapılan bu çalışmada alkol-benzin karışımları kullanımı ile CO, HC, CO₂ ve NO_x emisyonlarında azalma

olduğu gözlemlenmiştir. [6]. Türköz (2012) Kurşunsuz benzin, etanol-benzin (E5, E10, E30 ve E85) karışımlarının motor performansı, yanma karakteristiği ve egzoz emisyonlarına etkisini deneysel olarak incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kurşunsuz benzine etanol ilavesinin motor tork, güç ve yakıt tüketimini artırdığını ve CO, CO₂, HC ve NO_x emisyonlarını düşürdüğünü göstermiştir. [7]. Örs (2007) Yakıt olarak birim hacimce %10-20-30 etanol içeren benzin-etanol karışımları kullanmıştır. Benzinin içerisine %20 ve %30 oranlarında etanolün ilavesi ile gerçekleştirilen taşıt testinde E30 yakıtı ile 4. Viteste ve 100 km/h taşıt hızında %5,75'lik bir artış olduğunu belirlemiştir [8]. Topgül ((2006) benzin, MTBE-benzin ve methanol-benzin karışimli yakıtların birbirine göre avantajları ve dezavantajlarını belirlemiştir. Yüksek sıkıştırma oranlarında ve düşük motor devirlerinde motor performansının benzin-etanol karışımındaki etanol miktarına bağlı olarak arttığını belirlemiştir [9].

Al-Hasan (2003), buji ile ateşlemeli bir motordan kurşunsuz benzin-etanol kullanımının motor performansı ve egzoz emisyonlarına etkisini araştırmıştır. Bunun için dört zamanlı, dört silindri, buji ile ateşlemeli motor (Toyota, Tercel-3A) kullanmıştır. Farklı yüzdelerde kurşunsuz benzin-etanol karışımı kullanılarak $\frac{3}{4}$ gaz kelebek açıklığında 1000 4000 d/dak aralığında, egzoz emisyonları CO, CO₂ yanmamış HC emisyonlarının analizi yapılırken performans testleri, eşdeğer hava yakıt oranı, yakıt tüketimi, volumetrik verim, fren termal verimi, fren gücü, motor torku ve fren özgül yakıt tüketimi için gerçekleştirilmiş. Sonuçlara göre; Fren özgül yakıt tüketimi ve eşdeğer hava – yakıt oranı azalırken fren gücü, tork, volumetrik ve fren termal verimi ve yakıt tüketimi artmıştır. Motor egzozundaki CO₂ konsantrasyonu artarken CO ve HC emisyonlarının konsantrasyonu azalmıştır. Yakıt karışımlarında %20 hacimdeki etanol bütün motor devirlerinde ölçülen parametrelerin tamamında en iyi sonuçları vermiştir [10].

Chen vd. (2010) yaptığı çalışmada benzin enjektörlerinin yanına manifoldun üzerine bağımsız olarak kontrol edilen su içeren alkol enjektörlerini yerleştirmiştir. Yüksek su içeriği ile sulu alkoller benzin için yerine konulan bir yakıt olarak enjekte edilir. Etanol kısmı en iyi motor performansı ve emisyonlarını elde etmek için kontrol edilebilir. Motor testlerinin gösterdiği anayol sürüş şartlarında motor, su içeren alkolü telafi eder ve benzinin debisini azaltır. Ancak yüksek yüklü çalışmalarda ECU benzin tedarikini azaltmak için geri besleme sinyallerini okumaz ve motor yakıtın zengin olduğu şartlarda yanmayı gerçekleştirir; motor performansı ve emisyonlarının her ikisi de kötüleşir [11].

Niven (2005), yaptığı çalışmada, benzine %10 ve %85 etanol ilavesinin sonuçlarını araştırmıştır. Detaylı incelemeden elde edilen teknik literatür ile etanol zenginleştirmede beş genel görüş açıklanmaktadır. (1) hava kirleticisi emisyonlarındaki iddia edilen azalma; (2) onun yer altı sularında ve yer altı topraklarında potansiyel etkisi; (3) sera gazı emisyonlarında iddia edilen düşüşü; (4) etanolün enerji verimliliği; (5)

etanol üretiminin sürdürülebilirliği. Bu çalışmaya göre; E10 şüpheli hava kirletici bir değerdir. Bu durum aslında foto kimyasal duman üretimini artırabilmektedir. Sera gazı emisyonları açısından daha az avantaj sunar; enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik sunar ve önemli bir şekilde toprağın katılığını ve yer altı sularının kirliliğini artırır. Tam tersi olarak E85, önemli bir sera gazı kazancı sunar. Ancak E85 önemli bir hava kirletici etkiye sahiptir, biyolojik çeşitlilik için azımsanmayacak riskler içerir ve yer altı sularının kirlenme etkileri ve sürdürülebilirliği büyük ölçüde bilinmemektedir [12].

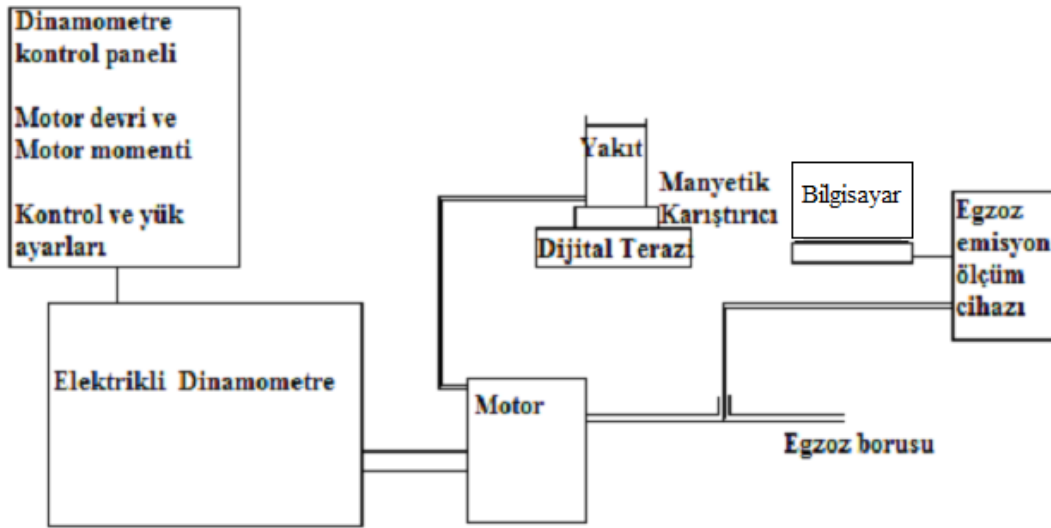
Tekrar çözülebilen partikül sayısı ve kütle konsantrasyonun özellikleri üzerindeki farklı karışım oranları (E0, E10, E20, E50, E70, E85) benzin/etanol karışımlarının etkisi stokiyometrik şartlarda (1500d/dak 0,5 bar manifold mutlak basıncında) soğuk ve sıcak şartlar altında 20 °C, 80 °C diferansiyel değişken spektrometre (DMS 500) kullanarak tek silindirli optik erişimli bir motorda incelenmiştir. Yakıt sprey karakteristikleri üzerindeki etkiler enjeksiyon resimlerini yakalayarak ve farklı yakıtlarla spreyin zamana bağlı gelişimini karşılaştırmak için çekim sonrası işlemlerle ayrıca incelenmiştir. Etanol volumetrik yüzdesi artarken toplam Pn (Partikül numarası) ve Pm (Partikül kütlesi) soğuk şartlar için maksimum 16 ve 11 civarında artar ve sıcak şartlar için 7 ve 8 artar. Bu etanolün küçük karışım yüzdeli yakıttan daha çok is üreten, yüksek etanol oranlı yakıtları gösteren doğal alev kimyasal ışıltama resimleri ile uyumludur. Sprey resimleri ve yanma analizi sonuçlarına göre etanol ilavesi uzun süren enjeksiyon ve yanma periyotları ile sonuçlanmaktadır. Sprey karakteristiklere üzerindeki etki sıcak şartlar altındaki durumdan, soğuk şartlar altında daha derindir. Karışımın homojenliği, etanol içeriği E50, E70, E85 için artırıldığında yükselmektedir [13].

Al-Farayedhi 2002 yılında tipik bir buji ile ateşlemeli motordaki üç farklı yakıt oksijenatının oktan sayısının egzoz emisyonlarına etkisini incelemiştir. Kurşunsuz benzin ile üç oranda (% 10, %15, %20) hacminde karşılaştırılan metil tersiyer bütül eter (MTBE), metanol ve etanol olarak adlandırılan bu üç oksijenatı incelemiştir. CO, HC ve NO_x emisyonları motor dinamometresi kullanılarak çeşitli çalışma şartları altında ölçülmüştür. Sonuç olarak yakıtın oktan sayısı, CO ve HC emisyonlarının düşüşünü artırmaktadır. Fakat, üç karışımın hepsi için de NO_x emisyonu artmaktadır. Ayrıca kurşunsuz benzin için (RON 92), motor hızı CO ve NO_x emisyonlarındaki düşüşü artırırken HC emisyonlarını azaltmaktadır. Benzer bir eğilim MTBE karışımları için elde edilmiştir [14].

Bu çalışmada benzin-alkol karışımı, motor performans ve emisyon testlerinde MTBE (Methyl Tert Butyl Ether), etanol ve metanol deney yakıtı olarak kullanılmıştır. Bu yakıtlar benzinin içerisine yüzde hacim olarak %10 oranlarında karıştırılmıştır. Deneyler tam gaz konumunda dinamometre yükü değiştirilerek değişik motor devirlerinde yaklaşık olarak 1500-4500 d/dak'lık motor devir aralığında gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

Deney düzeneği tek silindirli buji ile ateşlemeli benzinli motor, bir elektrikli dinamometre ve TESTO 350-S marka egzoz emisyon cihazı kullanılmıştır. Şekil 1’de deney düzeneğinin şeması görülmektedir. Testlerde benzinli motor elektrikli dinamometre tezgahına bağlanarak deneyler yapılmıştır.



Şekil 1. Test düzeneği

Dinamometre, elektrikli dinamometre olup 1-12 kW arasında güç ölçüm kapasitesine sahiptir. Emisyon test cihazından alınan verilerin kayıt ve düzenleme işlemleri için dizüstü bir bilgisayar ve emisyon cihazına ait test kayıt programı kullanılmıştır. Alkoller ile benzin yakıtının yoğunlukları birbirine yakın olmakla birlikte aralarında birbiri içine homojen bir şekilde karışmasını engelleyecek kadar faz farkı bulunmaktadır. Yakıt karışımlarında homojenliği sağlamak amacıyla manyetik bir karıştırıcı kullanılmıştır. Egzoz borusu uygun bağlantılar ile bina dışına verilmiştir.

Deney kullanılan manyetik karıştırıcı cihazımızın devri ise 100-1200 d/dak’dır. Benzin yakıtı ile yapılan testler için Honda GX 160 serisi motor kullanılmıştır. Bu motorların teknik özellikleri Tablo 1’de ve yakıtların fiziksel ve kimyasal özellikleri verilmiştir Tablo 2’de ise benzinin ve alkollerin fiziksel özellikleri verilmiştir. TESTO 350-S marka egzoz emisyon cihazı kullanılmıştır. Egzoz emisyon cihazının genel özellikleri Tablo 3’de ve teknik özellikleri Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 1. HONDA GX 160 UT1 SX4 Marka deney motorunun teknik özellikleri

Motorun Markası ve Modeli	HONDA GX 160 UT1 SX4
Motor Tipi	Hava soğutmalı, 4 zamanlı OHC benzinli motor.
Silindir Sayısı	1
Silindir Hacmi	163 cm ³
Silindir Çapı	68 mm
Strok	45 mm
Sıkıştırma Oranı	8,5:1
Soğutma Sistemi	Hava soğutmalı
Maksimum Motor Devri	4800 d/dak
Motor Gücü	4,1 kW (5,5 BG/3600 d/dak)

Tablo 2. Yakıtların ve alkollerin fiziksel özellikleri.

Özellikler	Metanol	Etanol	MTBE	Benzin
Kimyasal denklemi	CH ₃ OH	C ₂ H ₅ OH	C ₅ H ₁₂	C ₈ H ₁₈
Molekül Ağırlığı	32.04	46,07	88.15	91,4
Oksijen (%)	49.9	34.7	18.2	18.2
Özgül Ağırlığı (gr/cm ³) sıvı	0.796	0,796	0.744	0,73
Isıl değeri (MJ/kg)	20.1	26,9	44	43,4
Oktan sayısı	107	108	116	91–100

Tablo 3. Emisyon cihazının genel özellikleri

Saklama sıcaklığı	-20 ... +50 °C
Çalışma sıcaklığı	-5 ... +45 °C
Ağırlık	4800 g
Boyut	330 x 128 x 438 mm

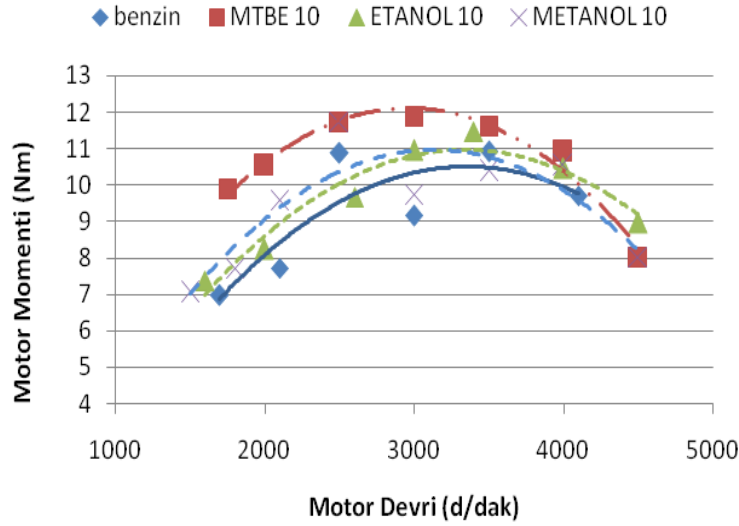
Tablo 4. TESTO 350-S marka egzoz emisyon cihazının teknik özellikleri

	Ölçüm Aralığı	Hassasiyeti
CO	0 ... +10.000 ppm CO	±10% ölç.değ. (+2.001 ... +10.000 ppm CO)
	±5% ölç.değ. (+200 ... +2.000 ppm CO)	±10 ppm CO (0 ... +199 ppm CO)
CO ₂	0 ... +50 Vol. % CO ₂	±0.5 Vol. % CO ₂
	±0.3 Vol. % CO ₂	+ 1.5% ölç.değ. (>25 ... 50 Vol. % CO ₂)
	+ 1% ölç.değ. (0 ... 25 Vol. % CO ₂)	0.01 Vol. % CO ₂

NO _x	0 ... +4.000 ppmNO _x	±10% ölç.değ. (+2.000 ... +4.000 ppmNO _x)
	±5% ölç.değ. (+100 ... +1.999 ppmNO _x)	±5 ppm CO (0 ... +99 ppm CO)
O ₂	0 ... +25 Vol. % O ₂	±0.8% tam ölçüm skalası (0 ... +25 Vol. % O ₂)

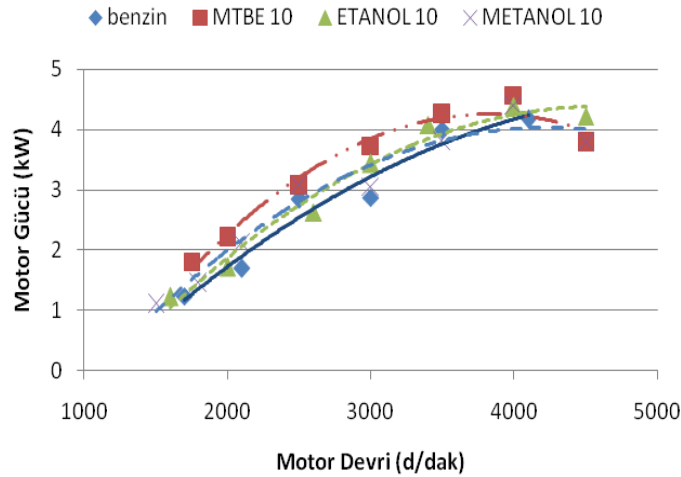
3. BULGULAR

Şekil 2’de %10 oranında benzine karıştırılan MTBE10’un moment değerlerinin diğer karışımlara ve benzine göre yüksek çıktığı görülmektedir. Motor momentinin en yüksek değerleri, benzin ve MTBE-benzin karışımlarında ortalama 2500 ile 3500 d/dak’lık motor devrinde almaktadır. MTBE10 yakıtında en yüksek motor moment değeri 3000 d/dak’lık motor devrinde 11,89 Nm olarak ölçülmüştür. Benzin yakıtından elde edilen motor momenti değerleri ortalama olarak MTBE10 yakıtından %13,44, E10 yakıtından %3,73 düşük, M10 yakıtından %8,25 daha yüksek çıkmıştır. %10 MTBE, etanol ve metanol yakıtlarının motor moment değeri fazla olmasının nedeni olarak alkollerin içerisinde oksijenin fazla oluşunun yanmayı olumlu yönde etkilediği söylenebilir [6]. Diğer yünden etanol ve metanol yakıtlarının oktan sayılarının benzine göre yüksek olması silindirdeki yanmanın benzine göre daha verimli olması sonucunu yaratacağından motor momenti değerleri daha yüksek çıkmıştır. Bunun sonucunda da motor momenti olumlu yönde etkilenmektedir. Düşük devirlerde silindir içindeki hava/yakıt karışımının yeterince homojen bir yapıya sahip olamaması ortalama efektif basıncın dolayısı ile motor momentinin düşük çıkmasına sebep olmaktadır. Artan motor devri ile birlikte silindir içindeki hava- yakıt karışımının atomizasyonu iyileştirmekte ve ortalama efektif basınç yükselmektedir. Ortalama efektif basınçla doğrudan değişen motor momentide artmaktadır. Tüm yakıtlar için ortalama 2500-3500 d/dak devir aralığında atomizasyon ve yanma koşulları yeterli olduğu için motor momentleri bu aralıkta yüksektir. Motor devri arttırıldığında alevin ilerleme hızı düşmektedir. Alevin ilerleme hızındaki düşüş ortalama efektif dolayısıyla motor momentinde de düşmeye neden olacaktır.



Şekil 2. %10 MTBE-Benzin, Etanol-Benzin, Metanol-Benzin karışımının motor momentine etkisi

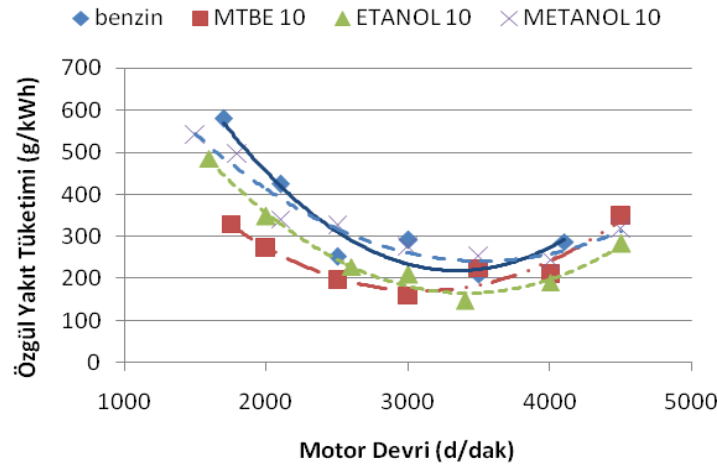
Şekil 3'te MTBE10'un motor gücü değerlerinin diğer karışımlara ve benzine göre yüksek çıktığı görülmektedir. MTBE10 yakıtında en yüksek motor gücü değeri 4000 d/dak'lık motor devrinde 4,57 kW olarak ölçülmüştür. Benzin yakıtından elde edilen motor gücü değerleri ortalama olarak MTBE10 yakıtından %16,21, E10 yakıtından %9,55 düşük, M10 yakıtından %3,35 daha yüksek çıkmıştır. %10 MTBE, etanol ve metanol yakıtlarının motor gücü değeri fazla olmasının nedeni alkollerin içerisinde oksijenin fazla olması yanmayı olumlu olarak etkilemektedir [6]. Bunun sonucunda da motor gücü olumlu yönde etkilenmektedir.



Şekil 3. %10 MTBE-Benzin, Etanol-Benzin, Metanol-Benzin karışımının motor gücüne etkisi

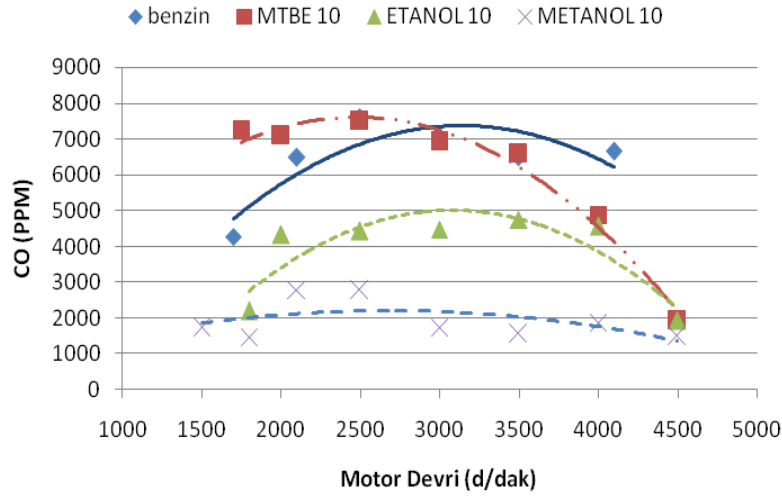
Şekil 4'te değişik motor devirlerine göre çizilmiş özgül yakıt tüketimi eğrisi görülmektedir. Minimum özgül yakıt tüketimi MTBE10 yakıtının kullanıldığı deneylerde 3000 d/dak'da 160,55 g/kWh olarak

ölçülmüştür. MTBE10 yakıtının kullanıldığı deneylerde özgül yakıt tüketimi değerleri, diğer yakıtlara göre daha düşük çıkmıştır. Benzin yakıtından elde edilen özgül yakıt tüketimi değerleri ortalama olarak MTBE10 yakıtından % 26,99, E10 yakıtından %20,64 ve M10 yakıtından %17,50 daha yüksek çıkmıştır. MTBE-benzin, etanol-benzin ve metanol-benzin karışımlarında meydana gelen özgül yakıt tüketimi artışının temel nedeni, MTBE, etanol ve metanolün içeriğinde oksijen bulundurması neticesinde ısı değerlerinin benzine göre daha düşük olmasıdır [11]. Isıl değerlerinin düşük olması sonucunda birim kWh başına tüketilen yakıt miktarında artış olmaktadır.



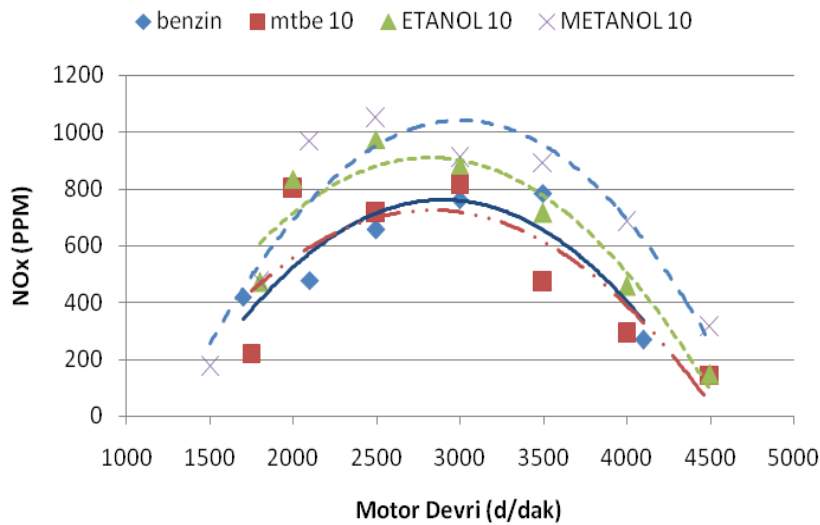
Şekil 4. %10 MTBE-Benzin, Etanol-Benzin, Metanol-Benzin karışımının özgül yakıt tüketimine etkisi

Şekil 5’de benzin-MTBE10, E10 ve M10 karışımlarının kullanıldığı deneylerden elde edilen sonuçlara göre değişik motor devirlerinde CO emisyonlarının değişimi görülmektedir. MTBE10, E10 ve M10 yakıtların kullanıldığı deneylerde CO emisyonu değerlerinin benzine göre daha düşük olduğu görülmektedir. Benzin yakıtının kullanıldığı deneylerden elde edilen CO emisyonu değerlerinin ortalama MTBE10 göre %1,48, E10 yakıtına göre %37,66 ve M10’a göre %69,81 daha yüksek çıktığı görülmektedir. Bu azalmanın başlıca nedeni, MTBE-etanol-metanolün içeriğinde oksijen bulunmasıdır. [11]. Alkollerin yapılarındaki oksijen, motorun daha düşük hava-yakıt oranıyla çalışmasına imkan vermekte ve daha iyi yanma gerçekleştiği için CO emisyonunun azalmasını sağlamaktadır. Benzin yakıtının kullanıldığı deneylerde elde edilen CO emisyon değerleri E10 yakıtına göre %2,88 yüksek, M10 yakıtına göre %3,13 düşük çıkmıştır. Yapılan bu çalışmada ise değişik devir testlerinde benzin yakıtının kullanıldığı deneylerde elde edilen CO emisyon değerleri E10 için %37,66, M10 için %69,81 yüksek çıkmıştır. [6].



Şekil 5.%10 MTBE-Benzin, Etanol-Benzin, Metanol-Benzin karışımının CO emisyonuna etkisi

Şekil 6'de benzin - MTBE10, E10 ve M10 karışımlarının kullanıldığı deneylerde sırası ile değişik motor devirlerinden alınan NO_x değeri görülmektedir. Benzin yakıtının kullanıldığı deneylerden elde edilen NO_x emisyonu değerleri ortalama MTBE10'a göre %11,19 yüksek, E10 yakıtına göre %13,23 ve M10'a göre %18,65 daha düşük çıktığı görülmektedir. MTBE, etanol, metanol içerisindeki oksijen oranı benzine göre daha fazladır. Atmosferdeki azot ile bu oksijenin birleşmesi ile NO_x oranı alkollerde genellikle daha fazla olacaktır. Benzin yakıtının kullanıldığı deneylerde elde edilen NO_x emisyon değerleri E10 yakıtına göre %13,43 yüksek ve M10 yakıtına göre %2,76 düşük çıkmıştır. Yapılan bu çalışmada ise benzin yakıtının kullanıldığı deneylerde elde edilen NO_x emisyon değerleri E10 yakıtına göre %13,23 ve M10 yakıtına göre %18,65 düşük çıkmıştır [6].



Şekil 6.%10 MTBE-Benzin, Etanol-Benzin, Metanol-Benzin karışımının NO_x emisyonuna etkisi

4. SONUÇLAR

Tek silindirli buji ile ateşlemeli benzinli motorla yapılan benzin-alkol karışımı, motor performans ve emisyon testlerinde MTBE, etanol ve metanol deney yakıtı olarak kullanılmıştır. Bu yakıtlar benzinin içerisine yüzde hacim olarak %10 oranında karıştırılmıştır. Deneyler tam gaz konumunda dinamometre yükü değiştirilerek değişik motor devirlerinde yaklaşık olarak 1500-4500 d/dak'lık motor devir aralığında gerçekleştirilmiştir ve aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

- Benzin yakıtından elde edilen motor momenti değerleri ortalama olarak MTBE10 yakıtından %13,44, E10 yakıtından %3,73 düşük, M10 yakıtından %8,25 daha yüksek çıkmıştır.
- Benzin yakıtından elde edilen motor gücü değerleri ortalama olarak MTBE10 yakıtından %16,21, E10 yakıtından %9,55 düşük, M10 yakıtından %3,35 daha yüksek çıkmıştır.
- Benzin yakıtından elde edilen özgül yakıt tüketimi değerleri ortalama olarak MTBE10 yakıtından %26,99, E10 yakıtından %20,64 ve M10 yakıtından %17,50 daha yüksek çıkmıştır.
- Benzin yakıtının kullanıldığı deneylerden elde edilen oksijen emisyon değerleri ortalama MTBE10 göre %8,35, E10 yakıtına göre %14,98 ve M10'a göre %3,33 daha düşük çıktığı görülmektedir.
- Benzin yakıtının kullanıldığı deneylerden elde edilen CO emisyonu değerlerinin ortalama MTBE10 göre %1,48, E10 yakıtına göre %37,66 ve M10'a göre %69,81 daha yüksek çıktığı görülmektedir.
- Benzin yakıtının kullanıldığı deneylerden elde edilen CO₂ emisyonu değerlerinin ortalama MTBE10'a göre %19,87, E10 yakıtına göre %33,54 ve M10'a göre %23,84 daha yüksek çıktığı görülmektedir.
- Benzin yakıtının kullanıldığı deneylerden elde edilen NO_x emisyonu değerleri ortalama MTBE10'a göre %11,19 yüksek, E10 yakıtına göre %13,23 ve M10'a göre %18,65 daha düşük çıktığı görülmektedir.

5. KAYNAKLAR

1. Ültanır, M. Ö. (1998). 21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi. TÜSİAD Yayını, s.277, İstanbul.
2. Koçtürk, D. (2011). Farklı Özelliklerdeki Etanol-Benzin Karışımı Yakıtların Buji ile Ateşlemeli Motorlarda Kullanılmasının Çevresel ve Ekonomik Yönden Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
3. Yücesu, H. S., Topgül, T., Çınar, C. ve Okur M. (2006). Effect of Ethanol-Gasoline Blend on Engine Performance and Exhaust Emissions in Different Compression Ratios. *Applied Thermal Engineering*, 26: 2272–2278.
4. Çalışır, A. ve Gümüş, M. (2009). Buji Ateşlemeli Bir Motorda Benzin-Metanol Karışımlarının Motor Performansı ve Egzoz Emisyonları Üzerine Etkisi. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), Karabük, Türkiye.
5. Eyidoğan, M. (2009). Etanol-Benzin ve Metanol-Benzin Karışımlarının Buji Ateşlemeli Bir Motorun Yanma Karakteristiği ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
6. Özsezen, A. N., Çanakcı, M. ve Kılıçaslan İ. (2010). Alkol-Benzin Karışımlarının Kullanıldığı Bir Taşıtta Yanma Veriminin İncelenmesi. 11. Uluslararası Yanma Sempozyumu, Sarajevo.
7. Türköz, N. (2012). Etanol-Benzin Karışımlarının Motor Performansı ve Emisyonlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
8. Örs, İ. (2007). Benzin-Etanol Karışımlarının Taşıt Performansına ve Egzoz Emisyonlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
9. Topgül, T. (2006). Buji ile Ateşlemeli Motorlarda Etil Alkol-Benzin Karışımı Kullanımında Optimum Çalışma Parametrelerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
10. Al-Hasan, M. (2003). Effect of Ethanol-Unleaded Gasoline Blend on Engine Performance and Exhaust Emission. *Energy Conversion and Management* 44: 1547–1561.
11. Chen, L., Stone R. And Richardson D. (2012). A Study of Mixture Preparation and PM Emissions Using A Direct Injection Engine Fuelled With Stoichiometric Gasoline/Ethanol blends. *Fuel*, 96: 120–130.
12. Niven, R. K. (2005). Ethanol in Gasoline: Environmental Impacts and Sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9: 535–555.
13. Chen, R.-H., Chiang, L.-B., Wu, M.-H. and Lin, T.-H. (2010). Gasoline Displacement And NO_x Reduction in An SI Engine By Aqueous Alcohol Injection. *Fuel*, 89: 604–610.
14. Al-Farayedhi, A. A. (2002). Effect of Octane Number on Exhaust Emissions of A Spark Ignition Engine. *International Journal of Energy Research*, 26: 279, 289 (doi:10.1002/er.783).