

Atf İçin: Behçet R, Yakın A, 2021. Benzinli Bir Motorda Kullanılan Alkol Katkılı Yakıtların Motor Performans Egzoz Emisyonlarına Etkisi. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(4): 3024-3034.

To Cite: Behçet R, Yakın A, 2021. Effect of Alcohol Additive Fuels Used in a Gasoline Engine on Engine Performance and Exhaust Emissions. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(4): 3024-3034.

Benzinli Bir Motorda Kullanılan Alkol Katkılı Yakıtların Motor Performans ve Egzoz Emisyonlarına Etkisi

Rasim BEHÇET¹, Ahmet YAKIN^{2*}

ÖZET: Ülkelerin gelişmişlik düzeyinin artmasına paralel olarak motorlu taşıt sayısında her gün artış meydana gelmektedir. Fosil yakıt ile çalışan taşıtlardan kaynaklanan egzoz emisyonları havayı kirletip çevre ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Temiz ve sağlıklı bir yaşam solunan havanın kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Hava kirliliğinin en önemli unsurları fosil kaynaklı yakıtlardır. Hava kirliliğini önlemenin yollarından biride kirliliğe sebep olan fosil kaynaklı yakıtlara alternatif yakıtlar kullanmaktır. Günümüzde taşıtlarda kullanılan fosil kökenli yakıtlara alternatif olabilecek temiz ve yerel yakıtlar, bitkisel ve hayvansal kaynaklı biyoyakıtlardır. Benzinli motorlarda en çok kullanılan alternatif yakıtlar ise alkol tabanlı yakıtlardır. Bu çalışmada, saf benzin içerisine hacimsel olarak %25 oranında metanol ilave edilmesi ile MB25 olarak isimlendirilen karışım yakıt ve yine saf benzin içerisine hacimsel olarak %25 oranında etanol ilave edilmesi ile EB25 olarak isimlendirilen karışım yakıtlar oluşturulmuştur. Bu yakıtlar, içten yanmalı benzinli bir motorda test edilmiş ve yakıtların motor performans ve egzoz emisyonlarına etkisi benzin ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. MB25 ve EB25 karışım yakıtlarının benzinli motorda test edilmesi ile elde edilen sonuçlar saf benzin ile kıyaslandığında sırasıyla, CO emisyonlarında %41.61; %16.97 azalma, HC emisyonlarında %14.60; %8.79 azalma meydana gelirken NO_x emisyonlarında %35.43; % 4.53 artma, CO₂ emisyonlarında %12.19; % 5.71 artma meydana gelmiştir. Motor performans değerleri olan motor gücünde %1.32 artma; %0.04 azalma, motor momentinde %2.10; %1.23 artma ve özgül yakıt tüketimlerinde de %5.20; %1.58 artma meydana gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Metanol, etanol, motor performansı, egzoz emisyonu

Effect of Alcohol Additive Fuels Used in a Gasoline Engine on Engine Performance and Exhaust Emissions

ABSTRACT: In parallel with the increase in the development level of the countries, the number of motor vehicles increases every day. Exhaust emissions from vehicles running on fossil fuels pollute the air and threaten the environment and human health. A clean and healthy life is directly related to the quality of breathing air. The most important elements of air pollution are fossil-based fuels. One of the ways to prevent air pollution is to use alternative fuels to fossil-based fuels that cause pollution. Clean and local fuels, which can be an alternative to fossil-based fuels used in vehicles today, are vegetable and animal-derived biofuels. The most commonly used alternative fuels in gasoline engines are alcohol-based fuels. In this study, by adding 25% methanol by volume into pure gasoline, mixed fuel named as MB25 and by adding 25% by volume ethanol into pure gasoline, mixed fuels named EB25 were formed. These fuels were tested in an internal combustion gasoline engine and the effects of fuels on engine performance and exhaust emissions were compared with gasoline. The results obtained by the gasoline engine testing of MB25 and EB25 blended fuels compared to gasoline, respectively, 41.61%, 16.97% decrease in CO emissions, 14.60%, 8.79% decrease in HC emissions occurred, while 35.43%, 4.53% increase in NO_x emissions and 12.19%, 5.71% increase in CO₂ emissions occurred, respectively. Also, the motor performance values 1.32% increase and 0.04% decrease in engine power, 2.10%, 1.23% increase in motor torque and % 5.20, % 1.58 increase in specific fuel consumption occurred, respectively.

Keywords: Methanol, ethanol, engine performance, exhaust emission

¹Rasim BAHÇET ([Orcid ID: 0000-0002-6897-3066](https://orcid.org/0000-0002-6897-3066)), İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye

² Ahmet YAKIN ([Orcid ID: 0000-0001-6716-2811](https://orcid.org/0000-0001-6716-2811)), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van Meslek Yüksekokulu, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, Van, Türkiye

***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Ahmet YAKIN, e-mail: ahmetyakin@yyu.edu.tr

GİRİŞ

Ulaşım araçlarının zararlı egzoz emisyonları küresel ısınmaya sebep olan faktörlerin başında gelmektedir. Zararlı egzoz emisyonlarını azaltmak için taşıtlarda kullanılan çeşitli sistemler bulunmaktadır. Küresel ısınmaya sebep olan taşıt kaynaklı egzoz emisyonlarının azaltılması için ya alternatif motorların taşıtlarda kullanılması ya da alternatif yakıtların taşıtlarda kullanılması gerekmektedir. Alternatif taşıtlar olarak, hibrit, elektrikli, güneş enerjili v.b. taşıtlar bulunmaktadır. Alternatif yakıtlar olarak hidrojen ve alkol türevi yakıtlar bulunmaktadır. Bu yakıtlar zararlı egzoz emisyonlarında iyileşmeler meydana getirmektedir. Alkol türevi yakıtlar olarak etanol ve metanol saf halde veya katkı halinde benzin (C_8H_{18}) ve dizel yakıtına katılarak kullanılmaktadır. Etanol ve metanol, hem saf halde hem de benzine belirli oranlarda ilave edilerek benzinli motorlardan kaynaklanan egzoz emisyonlarını düşürmekle kalmayıp aynı zamanda yanma verimi ve motor performansını arttırabilmektedir.

Alkollerin içerisindeki oksijen miktarının yüksek olması, gizli buharlaşma ısısı, alev hızı ve tam yanma gibi olumlu özelliklerinden dolayı benzinli motorlarda hiçbir değişiklik yapılmadan yakıt olarak kullanılmaktadırlar (Demirbaş ve ark., 2007; Eyidoğan ve ark., 2011; Badwal ve ark., 2015; Sileghem ve ark., 2015).

Metanol; odun, kömür, doğalgaz vb. gibi maddelerin yüksek basınç ve sıcaklık altında damıtılması yöntemi ile üretilirken, etanol; şeker kamışı, şeker pancarı, odun, mısır vb. gibi tarımsal biyokütle kaynaklı ürünlerinden elde edilmektedir. Fermantasyon ve damıtma yöntemiyle biyokütle kaynaklarından üretilen etanol, günümüz içten yanmalı benzinli motorlar için en uygun alternatif yakıttır. Benzine göre daha yüksek oktan sayısına sahip olan etanol, alkol ile çalışan motorların sıkıştırma oranını artırdığından dolayı termal verimi de artırmaktadır (Masum ve ark., 2013; Baki ve ark., 2014).

Etanol, içerisinde bulundurduğu oksijenden dolayı iyi bir yanma verimi oluşturup ayrıca darbelere karşı dirençli olması ve yüksek gizli buharlaşma ısısına sahip olması gibi özelliklerinden dolayı da son zamanlarda hidrokarbon yakıtlarına katkı maddesi olarak ilave edilen alkoller arasında yer almaktadır (Palmer, 1986; Surisetty, 2011).

Metanol ve etanolün katkı maddesi olarak içten yanmalı motorlarda kullanılması ve içten yanmalı motorlarda yanma olayıyla ilgili olarak literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Hsieh ve ark. (2002), farklı oranlardaki etanol-benzin karışımlarını benzinli bir motorda test ederek karışım yakıtların motor performans ve egzoz emisyonları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Elde edilen test sonuçlarına göre karışım içerisindeki etanol miktarının artması ile motor torku ve özgül yakıt tüketimi (ÖYT) artarken karışım içerisindeki etanol miktarının artması ile oluşan fakir karışımdan dolayı yanmamış HC (hidrokarbon) ve CO (karbon monoksit) emisyonlarının azaldığı gözlenmiştir.

Etanol, içerisinde bulundurduğu oksijenden dolayı iyi bir yanma verimi oluşturup ayrıca darbelere karşı dirençli olması ve yüksek gizli buharlaşma ısısına sahip olması gibi özelliklerinden dolayı da son zamanlarda hidrokarbon yakıtlara katkı maddesi olarak ilave edilen alkoller arasında yer almaktadır (Surisetty, 2011).

Yakıt olarak etanol-benzinin karışımlarının kullanıldığı bir deneysel çalışmada Chen ve ark. (2011), karışım yakıtların egzoz emisyonları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Deneysel test sonuçlarında elde edilen verilere göre karışımdaki etanol oranının %20'nin üzerine çıkması ile CO, HC emisyonlarında önemli bir azalma olduğu görülmüştür.

Benzin, etanol-benzin ve metanol-benzin karışımlarının bir araçta yakıt olarak kullanıldığı çalışmada Özsezen ve Çanakçı (2011), yakıtların araç performansı ve egzoz emisyonları üzerindeki

etkisi incelenmiştir. Şasi dinamometresinde yapılan deney sonuçlarına göre, benzin ile çalışan araca göre alkol-benzin karışımları ile çalışan aracın tekerlek gücü ve özgül yakıt tüketiminde hafif bir artış meydana geldiği gözlenmiştir.

Kurşunsuz benzine düşük oranlarda etanol ve metanolün ilave edilmesiyle elde edilen karışım yakıtlar, benzinli bir taşıtta şasi dinamometresinde egzoz emisyonları, yanma karakteristiği ve motor performansı deneysel olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre karışım yakıt kullanımının egzoz emisyonunu azalttığı, ısı dağılımını ve silindir gaz basıncını erken yükselmeye başlattığı, özgül yakıt tüketimini ise arttırdığı gözlemlenmiştir (Eyidoğan ve ark., 2011).

Farklı motor hızlarında benzin, metanol ve etanolün yakıt olarak kullanıldığı buji ateşlemeli bir motorda da yakıtların motor performansı, yanma özellikleri ve egzoz emisyonları üzerindeki etkileri incelenmiştir (Balki ve ark., 2014). Mevcut çalışmada; her üç yakıt için maksimum motor momentine 2400 d dak-1'da ulaşıldığı ve motorun metanol ile çalıştırılmasında en yüksek momenti olan 11.76 Nm'lik değer elde edildiği ve motorda alkol yakıtların kullanımı ile yanma veriminin arttığı belirtilmiştir. Ayrıca metanol ve etanolün ısı değerlerinin benzine göre daha düşük olması nedeniyle özgül yakıt tüketimini önemli ölçüde artırdığı gözlenmiştir. Etanol ve metanol ile çalıştırılan motorun benzin çalışan motora göre daha yüksek yanma verimlerine sahip olduğu görülmüştür. Alkollü yakıtların yüksek motor devirlerinde daha iyi performans göstermesi nedeniyle düşük güçte benzin yerine alkollü yakıt kullanımının, motorda NO_x (azotoksit), HC ve CO emisyonlarında azalmaya sebep olduğu ve gelişmiş yanma nedeniyle de CO₂ (karbondioksit) emisyonunda artış olduğu görülmüştür. Test motorunda yakıt olarak metanolün kullanılması ile NO_x, CO ve HC emisyonlarının sırası ile %21.25, %21.66 ve 13.13 oranında azalmanın meydana geldiği ve CO₂ emisyonunda da % 4.4'lük artışın olduğu gözlenmiştir. Motorda yakıt olarak metanolün kullanılması ile de NO_x, CO ve HC emisyonlarının sırası ile %49, %47.6 ve 22.6 oranında azaldığı ve CO₂ emisyonunda da % 2.51'lik artış olduğu görülmüştür (Balki ve ark., 2014).

İçten yanmalı motorlarda alkol türevi yakıt olan metanolün kullanılması için motorlarda bazı düzenlemeler yapılmalıdır. Metanolün taşıt motorlarında kullanılmasıyla motor veriminin % 40'a kadar çıkabileceği belirtilmektedir (Kowalewicz, 1993). Tarımsal ürünlerden elde edilen yüksek oktanlı etanol, içten yanmalı benzinli motorlarda tek başına veya benzin yakıtına belli oranlarda katılarak kullanılmaktadır (Bayraktar, 1997).

Etanolla ilgili yapılan bilimsel çalışmalarda benzin içerisine %20 oranına kadar etanol katılarak oluşturulan etanol benzin karışım yakıtlarının, motor üzerinde hiçbir değişiklik yapılmadan kullanılabilmesi belirtilmektedir (Bayraktar, 1997; Clancy, 1998; Bayraktar ve Durgun 2003).

Benzin, etanol-benzin ve metanol-benzin karışımlarının benzinli motora sahip bir araçta yakıt olarak kullanıldığı çalışmada Özsezen ve Çanakçı (2011), araç performansı ve egzoz emisyonları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Şasi dinamometresinde yapılan deney sonuçlarına göre, benzin ile çalışan araca göre alkol-benzin karışımları ile çalışan aracın tekerlek gücü ve ÖYT'de hafif bir artış meydana geldiği gözlenmiştir.

Bu çalışmada, benzinli motorlarda alternatif yakıt olarak etanol-benzin ve metanol-benzin karışımı yakıtlar hazırlanmış ve hazırlanan bu yakıtlar benzinli bir motorda test edilerek yakıtların motor performans ve egzoz emisyonları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaca yönelik olarak, hacimsel olarak %25 oranında benzin ile karıştırılan saf etanol-benzin karışım yakıt (EB25) ve aynı şekilde hacimsel olarak %25 oranında benzin ile karıştırılan saf metanol-benzin karışım yakıt (MB25) hazırlanmış ve hazırlanan bu yakıtlar tek silindirli benzinli bir motorda test edilerek elde edilen test verileri saf benzin ile çalıştırılan motor test verileri ile karşılaştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

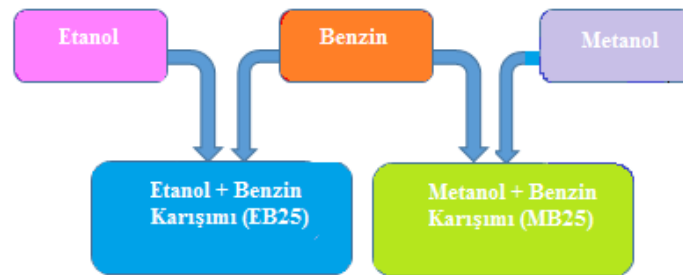
Etanol

Benzine göre ısı değeri ve teorik hava/yakıt oranı düşük olan etanolün kimyasal formülü C_2H_5OH tir. Etanol, şeker kamışı, şeker pancarı, odun, mısır vb. gibi tarımsal biyokütle kaynaklı ürünlerinden elde edilebilen yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Fermantasyon ve damıtma yöntemiyle biyokütle kaynaklarından üretilen etanol, günümüz içten yanmalı benzinli motorlar için en uygun alternatif yakıttır. Benzine göre daha yüksek oktan sayısına sahip olan etanol, motorların sıkıştırma oranını artırdığından dolayı termal verimi de artırmaktadır (Silva ve ark., 2005; Kumabe ve ark., 2008; Masum ve ark., 2013; Balki ve ark., 2014; Arabacı ve Kılıç, 2019).

Metanol

Benzine göre ısı değeri düşük, saydam, renksiz, kendi kendine tutuşma eğilimi düşük, kokusu hafif, buharlaşma ısısı yüksek olan metanol soğukta ilk hareketi zorlaştırmasına karşın volümetrik verimi arttırmaktadır. Kimyasal formülü CH_4OH dir. Nem tutma özelliğine istinaden içerisinde bulunabilecek su nedeniyle yakıt sistemlerinde korozyona neden olmaktadır. Aynı nedenden ötürü üst fazda benzin, alt fazda alkol fazlalığı şeklinde faz ayrışması sorunu yaşanabilir. Bu sorunu aşmak için izopropil alkol gibi katkıları yapılabilir.

Metanol'de etanol gibi yüksek oktan sayısına sahip olup bu sayede hem iyi bir yanma meydana gelmekte hem de çevreye zararlı egzoz emisyonu salınımı azalmaktadır. Metanol benzine göre geniş bir yanma aralığına sahiptir. Enerji yoğunluğu benzine göre düşük olduğundan buda daha büyük bir depo ihtiyacı meydana getirmektedir. Benzine göre buharlaşma ısısı düşük olan metanol bu özelliğinden dolayı soğuk havalarda geç çalışmaya sebep olur. Bunun önlenmesi için metanol'ün kullanıldığı motorlarda kızdırma bujilerine ihtiyaç vardır (Taymaz ve Benli 2009).



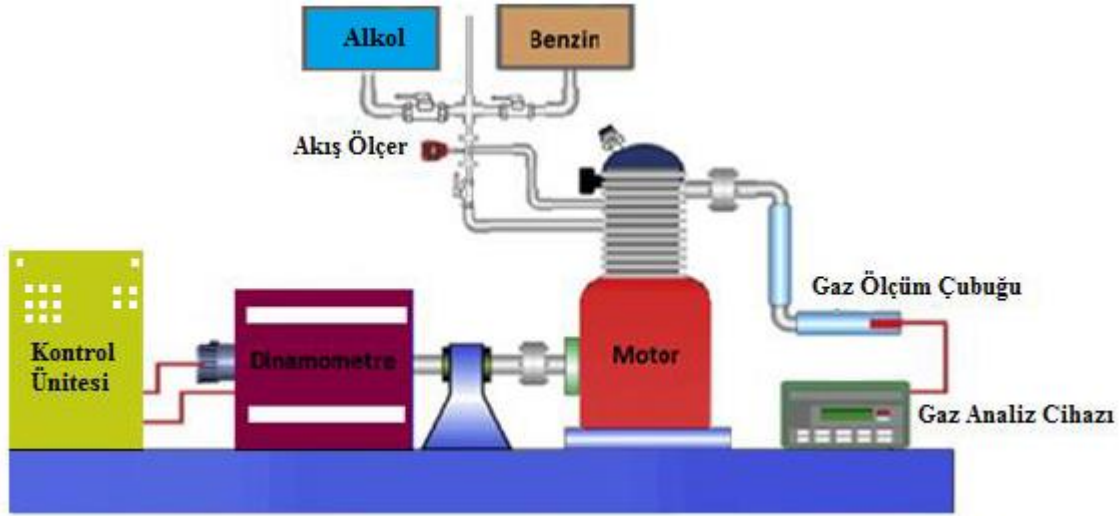
Şekil 1. EB25, MB25 karışım yakıtların akış diyagramı

Şekil 1'de karışım yakıtların akış diyagramları görülmektedir. Akış diyagramı incelendiğinde, etanol ve metanol benzin yakıtı karıştırılarak, EB25, MB25 olarak adlandırılan karışım yakıtlar elde edilmiştir.

Motor Testleri

Yakıtların test edildiği deney motoru olarak, Tablo 1'de teknik özellikleri verilen tek silindirli Ricardo Hydra marka benzinli bir motor kullanılmıştır. Deneysel çalışma, motor tam yükte ve $1400 \text{ d} \text{ dak}^{-1}$, $1800 \text{ d} \text{ dak}^{-1}$, $2200 \text{ d} \text{ dak}^{-1}$, $2600 \text{ d} \text{ dak}^{-1}$, $3000 \text{ d} \text{ dak}^{-1}$ olmak üzere beş farklı motor devrinde gerçekleştirilmiştir. Deneyler, Gazi Üniversitesi Otomotiv Mühendisliği motor laboratuvarlarında önce benzin olmak üzere tüm test yakıtlar için ayrı ayrı tekrarlanarak yapılmıştır. Yapılan deneylerde önce benzin sonra benzin etanol daha sonra benzin metanol karışımı ile çalıştırılmıştır. Yakıt test deneylerine başlamadan önce yağlama yağı ve hava filtresi değiştirilmiştir. Deney motoru önce benzin ile çalıştırılmış ve motor kararlı rejime geldikten sonra deneysel veriler kaydedilmiştir.

Deneyler, deney motoru önce benzinle çalıştırılarak motor kararlı rejime geldikten sonra yapılmaya başlanmış deneyler 3 kez tekrarlanmış ve çıkan sonuçların aritmetik ortalaması alınmıştır.



Şekil 2. Deney Düzenegi

Tablo 1. Test motorunun özellikleri

Marka	Ricardo Hydra
Silindir sayısı	1
Sıkıştırma oranı	10:1
Maksimum hız (d dak ⁻¹)	5400
Maksimum güç (kW)	15 kW (5400 d dak ⁻¹)
Minimum hız (min ⁻¹)	1200
Silindir çapı (mm)	80.26
Silindir kurs (mm)	88.90
Supap sistemi	Üstten kamlı iki supap
Yakıt sistemi	Port tipi enjeksiyon
Soğutma sistemi	Sıvı soğutmalı

Deney düzeneğinin şematik görünümü Şekil 2’de verilmiştir. Deneylerde motor performansının ölçülmesi için 6500 d dak⁻¹ motor devrinde 30kW gücü da absorbe edebilen, McClure marka elektrikli tip dinamometre kullanılmıştır. Test sisteminde yakıt tüketimi analog olarak kayıt edilmiş ancak motor momenti ve motor yağ sıcaklığı ile egzoz sıcaklığı dijital olarak kayıt edilmiştir. Yakıt deposu 0.01g hassasiyetindeki terazi üzerine yerleştirilmiş ve motorun 60 saniyede tükettiği yakıt verisi kaydedilmiştir. Test motorunda kullanılan deney yakıtlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Test Yakıtının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Çelik, 2008; Çelik ve ark., 2011; Anonim, 2021)

Özellik	Benzin	Etanol	Metanol
Kimyasal Formülü	C ₈ H ₁₈	C ₂ H ₅ OH	CH ₃ OH
Molekül Ağırlığı (g mol ⁻¹)	95-120	46.07	32.04
Yoğunluk (g cm ⁻³ 20 °C)	0.72-0.76	0.790	0.792
Alt Isıl Değer (kJ kg ⁻¹)	44300	26900	20100
Stokiyometrik hava/yakıt oranı	14.6	9	6.46
Oksijen ağırlığı (%)	-	34.73	49.94
Araştırma Oktan Sayısı	95	108.6	108.7
Motor Oktan Sayısı	85	89.7	88.6
Tutuşma Sıcaklığı (°C)	228-470	363	455
Kaynama Noktası (°C)	27-225	78.3	64.5
Buhar Basıncı (kPa)	45-90	5.9	12.8
Buharlaşma gizli ısısı (kJ kg ⁻¹)	349	923	1178

Tutuşma sınırları (% hacim)

1.4-7.6

3.5-15

5.5-36.5

Test yakıtlarının egzoz emisyonlarını ölçmek için teknik özellikleri Tablo 3’de verilmiş olan Bosch firmasının BEA 060 Model egzoz gaz analiz cihazı kullanılmıştır.

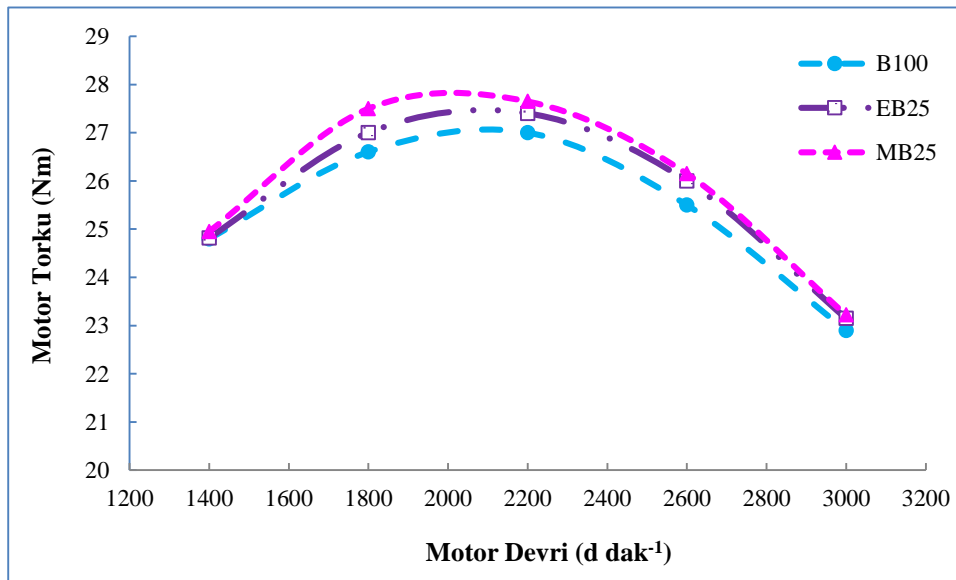
Tablo 3. Egzoz gazı analiz cihazının teknik özellikleri

Parametre	Ölçme aralığı	Hassasiyet
CO (%)	0-10	0.001
CO ₂ (%)	0-18	0.01
HC (ppm)	0-9999	1ppm
O ₂ (%)	0-22	0.01
NO _x (ppm)	0-5000	1ppm
Lambda	0.5-9.9999	

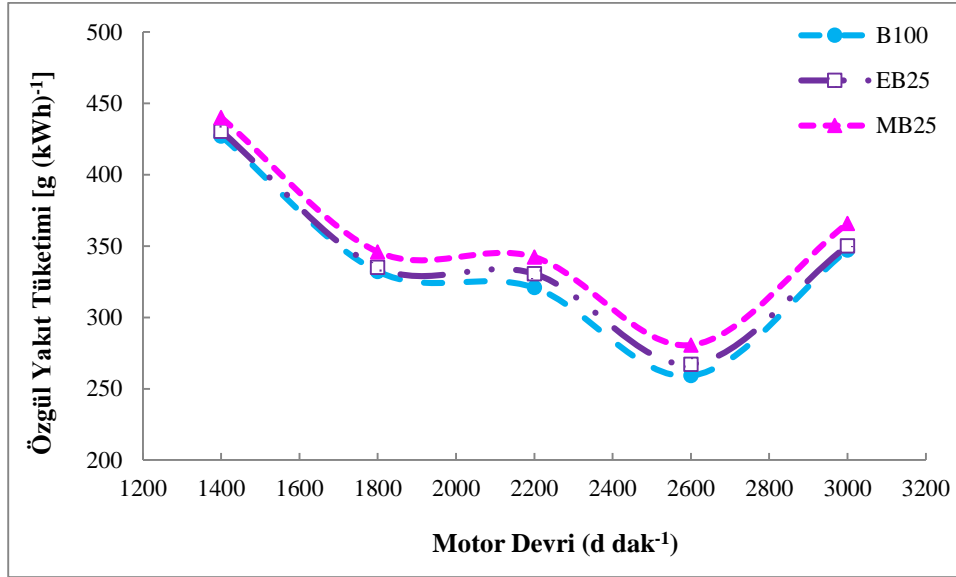
Motor performansını etkileyen en önemli kriterler motor gücü, motor torku ve özgül yakıt tüketimidir. Motor performansının en iyi olduğu durumlar, motor gücünün maksimum, motor torkunun maksimum, özgül yakıt tüketiminin ise minimum olduğu durumlardır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Şekil 3’de motor momentinin motor hızına bağlı değişimi görülmektedir. Grafik incelendiğinde düşük hızlarda motor momentinin yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi taşıtların iç ve dış direnç kuvvetlerini yenmesi için yüksek momente ihtiyaçları olduğundan dolayıdır. En yüksek motor momenti 2200d dak⁻¹’da MB25 yakıtı ile 27.65 Nm olarak elde edilmiştir. En düşük motor momenti ise, 3000 d dak⁻¹ motor devrinde B100 yakıtı ile 22.9 Nm olarak ölçülmüştür. Şekilde 3’de görüldüğü gibi, Etanol benzin karışımli yakıtların motorlarda deney yakıt olarak kullanılmasıyla motor momentini ve motor güç değerlerinde azalma olmaktadır. Bu azalmanın sebebi alkol yakıtların ısı değerlerinin benzine göre daha düşük olması olarak söylenebilir (Doğan ve ark., 2017). Elde edilen üç çeşit karışım yakıtın test motorunda kullanılmasıyla artan motor hızına paralel olarak motor momentini maksimum noktaya ulaşmış daha sonra tekrar düşüşe geçmiştir.

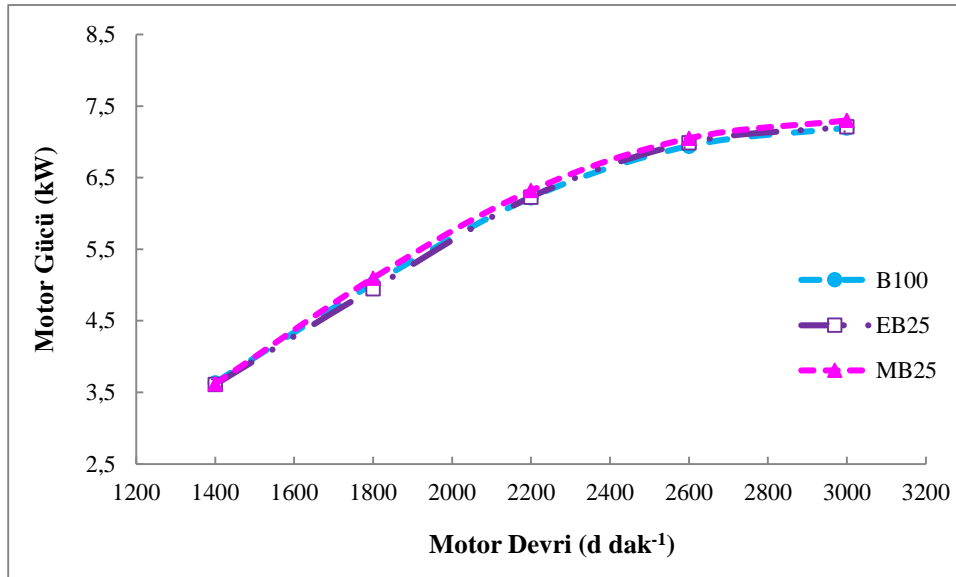


Şekil 3. Motor torkunun motor devrine bağlı değişimi



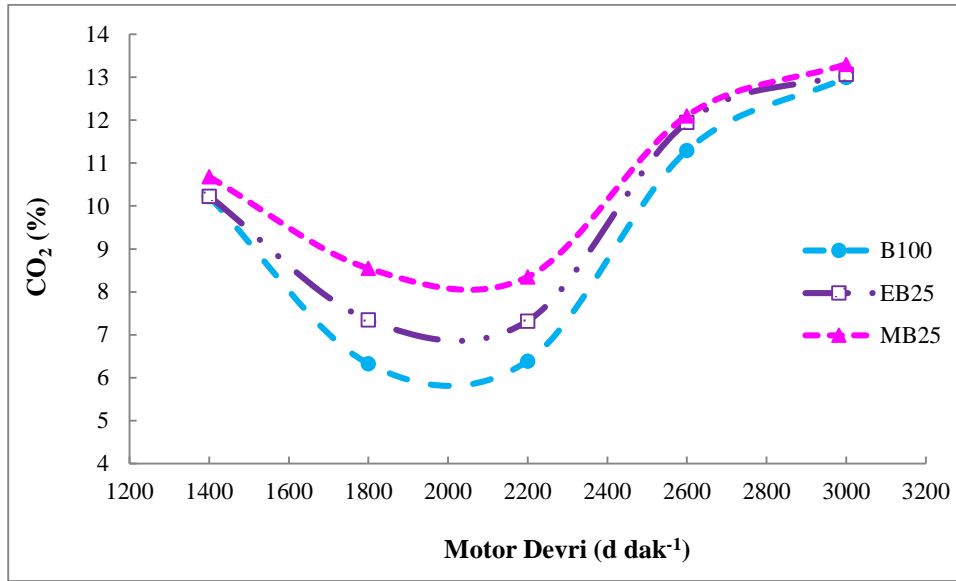
Şekil 4. Özgül yakıt tüketiminin motor devrine bağlı değişimi

Motorun tüketmiş olduğu yakıtı karşılık krank mili üzerinde ürettiği gücün verimi olarak ifade edilen özgül yakıt tüketimi, içten yanmalı motorun performansını belirleyen önemli parametrelerdendir. Boyutları farklı olan motorların karşılaştırılması için özgül yakıt tüketimi önem taşımaktadır. Şekil 4’de test yakıtlarına ait özgül yakıt tüketimlerinin motor devrine bağlı değişimi verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi tüm motor hızlarında en yüksek ÖYT MB25 yakıt ile gerçekleşirken en düşük ÖYT saf benzinin motor yakıtı olarak kullanılması ile meydana gelmiştir. Tüm motor devirlerinin ortalaması alındığında B100 yakıtına göre EB25 ve MB25 karışım yakıtlarının özgül yakıt tüketimlerinde sırasıyla % 1.58 ve % 5.20 artma meydana gelmiştir.



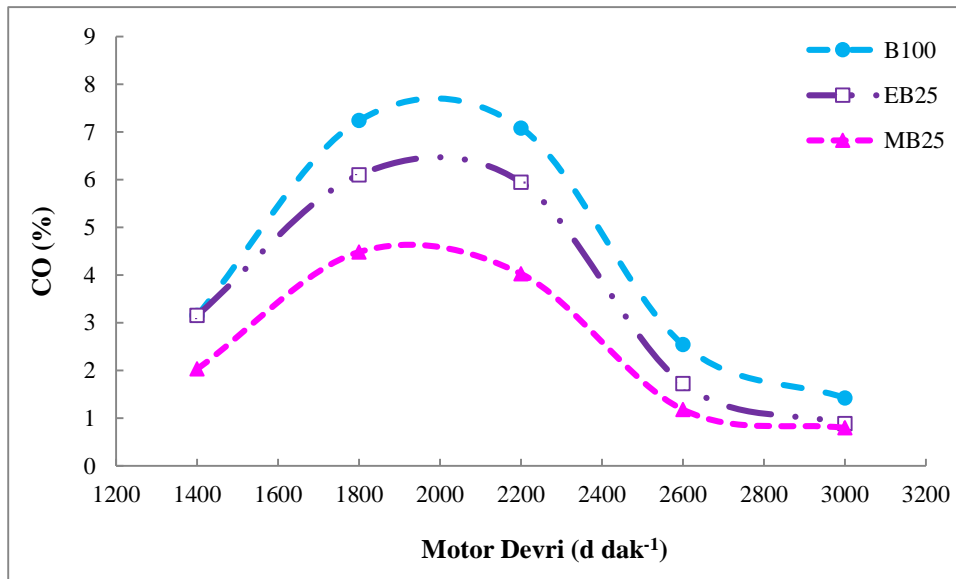
Şekil 5. Motor gücünün motor devrine bağlı değişimi

Şekil 5’de motor gücünün motor hızına bağlı değişimi görülmektedir. Şekilden de görüleceği gibi motor devrinin artması ile tüm yakıtlar için motor gücü artmakta ve test yakıtların motor güçleri birbirlerine yakın değerlere sahip olmuştur. En düşük motor gücü 1400 d dak⁻¹’de EB25 yakıtı ile 3.61 kW olarak ölçülürken en yüksek motor gücü ise MB25 yakıtının kullanılmasıyla 3000 d dak⁻¹’da 7.3 kW olarak ölçülmüştür.



Şekil 6. CO₂ emisyonunun motor devrine bağlı değişimi

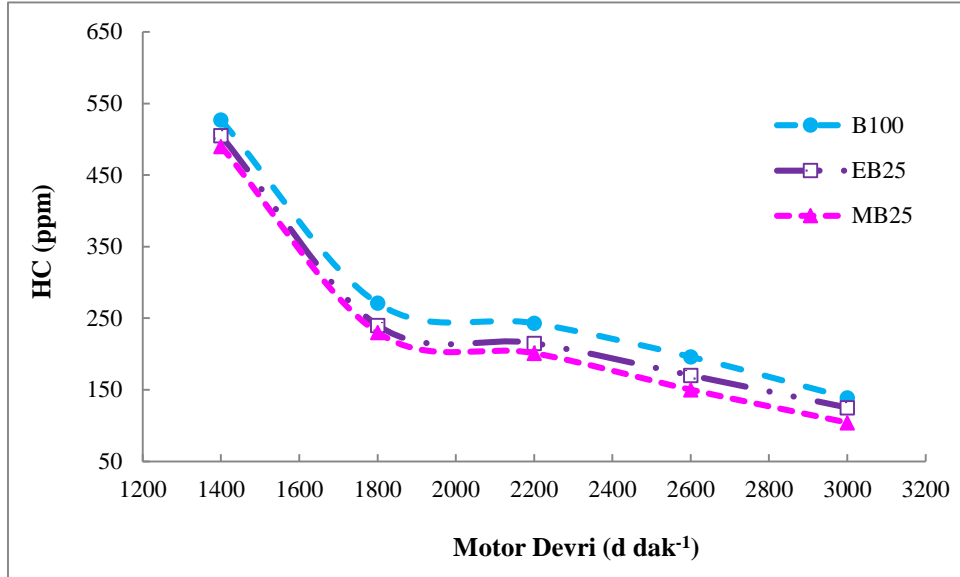
Küresel ısınmaya sebep olan taşıt kaynaklı zararlı egzoz emisyonlarından biri olan CO₂ emisyonu, Şekil 6 incelendiğinde tüm motor devirlerinin ortalaması alındığında EB25 ve MB25 karışım yakıtlarının B100 yakıtına kıyasla, küresel ısınmaya sebep olan taşıt kaynaklı zararlı egzoz emisyonlarından biri olan CO₂ değerinde sırasıyla %5.71 ve %12.19 artma meydana gelmiştir. Atmosferdeki en önemli sera gazlarından biri olan karbondioksit (CO₂), fosil yakıtların yanması sonucu meydana gelen bir emisyondur. Bu emisyon endüstrinin gelişmesine paralel olarak artış göstermektedir. İçten yanmalı motorlarda zararlı emisyonların başlıca kaynağı eksik yanmadır (Behçet ve ark., 2014). Yanma olayı tam olarak gerçekleştiğinden yanma verimi artmakta olup yapıda bulunan karbonların büyük çoğunluğu CO₂ dönüşmektedir. Benzinli motorlarda, benzin yakıtı içerisine ilave edilen alkolün yapısında bulunan oksijen miktarı yanmayı iyileştirmekte ve bu iyileşmeden dolayı da CO₂ emisyonu artmaktadır (Wu ve ark., 2004).



Şekil 7. CO emisyonunun motor devrine bağlı değişimi

Yanma ürünleri arasında CO bulunmasının esas nedeni oksijen eksikliğidir. Eksik yanma, yanma için gerekli havanın eksikliği ve tutuşma için gerekli olan zamanın eksikliğinden dolayı silindir içerisindeki kısmi alev cephelerinin sönmeye geçmesi nedeniyle CO emisyonunda artma olabilmektedir (Nabi ve

ark., 2009). Diğer bir sebebi ise motorun fakir hava/yakıt karışımı ile çalıştırılması ve karışımdaki yakıt miktarının azalmasıdır (Zhao, 2007; Polat, 2016). Şekil 7'de CO emisyonunun motor hızına bağlı değişimi görülmektedir. CO emisyonu en az 3000 d dak-1 motor devrinde, test motorunda MB25 yakıtı kullanılarak %0.798 olarak tespit edilirken, en fazla CO emisyonu ise, 1800 d dak⁻¹ motor devrinde B100 yakıtı kullanılarak, %7.238 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 8. HC emisyonunun motor devrine bağlı değişimi

Şekil 8'de HC emisyonunun motor devrine bağlı değişimi görülmektedir. Tüm motor hızlarının ortalaması alındığında EB25 ve MB25 yakıtlarının HC emisyonu B100 yakıtının HC emisyonuyla kıyaslandığında, sırasıyla %8.79 ve % 14.60 azalma olduğu görülmüştür.

İçten yanmalı motorlarda, uygun hava/yakıt oranının oluşmaması ve dolayısıyla yanma için yeterli oksijenin sağlanamaması nedeniyle yanma işlemi hiçbir zaman tam olarak gerçekleşmemektedir. Yanma esnasında hava-yakıt karışımı içerisinde yakıt miktarının artması ve azalması ile HC emisyonları artmaktadır. Benzin içerisine ilave edilen alkolün yapısında bulundurduğu oksijenden dolayı yanma olayı iyileşmekte ve yanma verimi artmaktadır (Mourad ve Mahmoud, 2018).

SONUÇ

Tek silindirli ve dört zamanlı benzinli bir motorda yakıt olarak test edilen saf benzin, EB25 ve MB25 karışım yakıtların motor performansı ve egzoz emisyonları deneysel olarak incelenmiş olup elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

1. Hacimsel olarak %25 etanol saf benzin ile karıştırılıp EB25 olarak isimlendirilen yakıt ile yine hacimsel olarak %25 metanol saf benzin ile karıştırılıp MB25 olarak isimlendirilen yakıt oluşturulmuş ve bu karışım yakıtlar tek silindirli benzinli bir motorda test edilmiştir.
2. Etanol ve metanolün oksijen içeriği ve oktan sayısı saf benzine göre yüksek olmasından dolayı EB25 ve MB25 karışım yakıtların motor momentlerinde saf benzine göre artış göstermiştir.
3. Tüm motor hızlarının ortalaması alındığında, 2600 motor devrine kadar tüm test yakıtların motor gücü benzer özellikler göstermiş ancak bu devirden sonraki motor hızlarında EB25 ve MB25 yakıtların motor gücü B100 yakıtına göre artmıştır.
4. EB25 ve MB25 karışım yakıtlarının özgül yakıt tüketimleri, saf benzin ile kıyaslandığında karışım yakıtların özgül yakıt tüketimlerinde sırasıyla % 1.58 ve % 5.20 artma meydana gelmiştir.

5. Test motoru EB25 ve MB25 karışım yakıtları ile çalıştırılıp ölçülen HC emisyonları B100 yakıtıyla karşılaştırılıp ölçülen HC emisyonları B100 yakıtlı motorun HC emisyonlarına göre sırasıyla % 8.79 ve % 14.60 azalma meydana gelmiştir.
6. Alkol yakıtların benzine ilave edilmesi ile oluşturulan EB25 ve MB25 karışım yakıtların CO emisyonları, saf benzin ile yakıtlı motorun CO emisyonlarına göre önemli oranlarda azalmıştır. Bu azalma E25 yakıtında %16.97 olarak gerçekleşirken MB25 yakıtında % 41.61 olmuştur.
7. EB25 ve MB25 karışım yakıtların CO₂ emisyonları B100 yakıtıyla kıyaslandığında, saf benzine göre sırasıyla % 5.71 ve % 12.19 artma meydana gelmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Yazar Katkısı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2021. Etanol ve Metanolün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, <http://www.merck-chemicals.com> (Erişim Tarihi: 09.01.2021).
- Arabacı E, Kılıç B, 2019. Biyodizel Yakıtları İçin Biyodizel Karakteristik İndeksinin Geliştirilmesi. Uluslararası Avrasya Multidisipliner Kongresi (IMCOFE), 24-26 Nisan 2019, Antalya.
- Badwal SPS, Giddey S, Kulkarni A, Goel J, Basu S, 2015. Direct ethanol fuel cells for transport and stationary applications—A comprehensive review. *Applied Energy*, 145: 80-103.
- Balki MK, Sayin C, Canakci M, 2014. The effect of different alcohol fuels on the performance emission and combustion characteristics of a gasoline engine. *Fuel*, 115: 901-906.
- Bayraktar H, Durgun O, 2003. Buji-Ateşlemeli Motorlar İçin Alternatif Yakıtların Teorik Değerlendirilmesi ve Pratik Kullanılabilirliği, 45:533.
- Behcet R, Yumrutaş R, Oktay H, 2014. Effects of fuels produced from fish and cooking oils on performance and emissions of a diesel engine. *Energy*, 71: 645-655.
- Celik MB, 2008. Experimental determination of suitable ethanol–gasoline blend rate at high compression ratio for gasoline engine. *Applied Thermal Engineering*, 28(5-6): 396-404.
- Celik MB, Özdalyan B, Alkan F, 2011. The use of pure methanol as fuel at high compression ratio in a single cylinder gasoline engine. *Fuel*, 90(4): 1591-1598.
- Chen RH, Chiang LB, Chen CN, Lin TH, 2011. Cold-start emissions of an SI engine using ethanol–gasoline blended fuel. *Applied Thermal Engineering*, 31(8-9): 1463-1467.
- Clancy JS, Dunn PD, Chawawa B, 1988. Ethanol as fuel in small stationary spark ignition engines for use in developing countries. *IMEchE*, 67(88): 191-194.
- Da Silva R, Cataluna R, de Menezes EW, Samios D, Piatnicki CMS, 2005. Effect of additives on the antiknock properties and Reid vapor pressure of gasoline. *Fuel*, 84(7-8): 951-959.
- Demirbas A, 2007. Progress and recent trends in biofuels. *Progress in energy and combustion science*, 33(1): 1-18.
- Doğan B, Erol D, Yaman H, Kodanlı E, 2017. The effect of ethanol-gasoline blends on performance and exhaust emissions of a spark ignition engine through exergy analysis. *Applied Thermal Engineering*, 120: 433-443.
- Eyidoğan M, Canakci M, Ozsezen A, Alptekin ERTAN, Turkcan ALİ, Kilicaslan I, 2011. Investigation of the effects of ethanol-gasoline and methanol-gasoline blends on the combustion parameters and exhaust emissions of a spark ignition engine.

- Hsieh WD, Chen RH, Wu TL, Lin TH, 2002. Engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol–gasoline blended fuels. *Atmospheric Environment*, 36(3): 403-410.
- Kowalewicz A, 1993. Methanol as a fuel for spark ignition engines: a review and analysis. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 207(1): 43-52.
- Kumabe K, Fujimoto S, Yanagida T, Ogata M, Fukuda T, Yabe A, Minowa T, 2008. Environmental and economic analysis of methanol production process via biomass gasification. *Fuel*, 87(7): 1422-1427.
- Masum BM, Masjuki HH, Kalam MA, Fattah IR, Palash SM, Abedin MJ, 2013. Effect of ethanol–gasoline blend on NOx emission in SI engine. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24: 209-222.
- Mourad M, Mahmoud KR, 2018. Performance investigation of passenger vehicle fueled by propanol/gasoline blend according to a city driving cycle. *Energy*, 149: 741-749.
- Nabi MN, Rahman MM, Akhter MS, 2009. Biodiesel from cotton seed oil and its effect on engine performance and exhaust emissions. *Applied thermal engineering*, 29(11-12): 2265-2270.
- Özsezen AN, Canakci M, 2011. Performance and combustion characteristics of alcohol–gasoline blends at wide-open throttle. *Energy*, 36(5): 2747-2752.
- Palmer FH, 1986. Oksijen İçeren Benzinin Araç Performansı. In *Uluslararası Konferans Petrol Yakıtları ve Otomotiv Uygulamaları Tabanlı. Imeche Konferans Yayınları No: C319 / 86*, pp.33-46, İngiltere.
- Polat S, 2016. An experimental study on combustion, engine performance and exhaust emissions in a HCCI engine fuelled with diethyl ether–ethanol fuel blends. *Fuel Processing Technology*, 143: 140-150.
- Sileghem L, Ickes A, Wallner T, Verhelst S, 2015. Experimental investigation of a DISI production engine fuelled with methanol, ethanol, butanol, and iso-stoichiometric alcohol blends. Argonne National Lab.(ANL), Argonne, IL (United States).
- Surisetty VR, Dalai AK, Kozinski J, 2011. Alcohols as alternative fuels: An overview. *Applied Catalysis A: General*, 404(1-2): 1-11.
- Taymaz İ, Benli M, 2009. Metanolün Taşıtlarda Enerji Kaynağı Olarak Farklı Kullanım Yöntemlerinin İncelenmesi. *Engineer & the Machinery Magazine*, (596).
- Wu CW, Chen RH, Pu JY, Lin TH, 2004. The influence of air–fuel ratio on engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol–gasoline-blended fuels. *Atmospheric Environment*, 38(40): 7093-7100.
- Zhao H, 2007. *CCI and CAI Engines For The Automotive Industry*. Woodhead Publishing Limited Cambridge England No: 128-8, pp. 21-35, New York-USA.