



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOETANOL - DİZEL YAKITI KARIŞIMLARININ (E-DİZEL) MOTOR PERFORMANS VE EMİSYONLARINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Hasan AYDOĞAN

DOKTORA TEZİ

Makine Eğitimi Otomotiv Eğitimi Programı
Anabilim Dalı

Ocak-2011
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

BİYOETANOL - DİZEL YAKITI KARIŞIMLARININ (E-DİZEL) MOTOR PERFORMANS VE EMİSYONLARINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Hasan AYDOĞAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Eğitimi Otomotiv Eğitimi Programı Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa ACAROĞLU

2011, 136 Sayfa

Jüri
Danışman Prof. Dr. Mustafa ACAROĞLU
Prof. Dr. Kadir AYDIN
Doç. Dr. Haydar HACISEFEROĞULLARI
Yard. Doç. Dr. Ali KAHRAMAN
Yard. Doç. Dr. Murat CİNİVİZ

Bu çalışmada dört zamanlı, üç silindirli, su soğutmalı, turbo doldurmalı, pompalı enjektör tipi yakıt sistemine sahip bir diesel motorda biyoetanol ve dizel yakıtı karışımlarının motor performans ve emisyonlarına etkileri araştırılmıştır.

Deneylerde düşük kükürtlü, Eurodiesel yakıtı, E1 (%1 biyoetanol - %99 euro diesel), E2, E3, E4, E5, E10 ve E15 yakıtları kullanılmıştır. Bu deneyler bitirildikten sonra aynı biyoetanol-diesel yakıtı karışımları Beraid ED10 katkılı olarak hazırlanmıştır. Motor performans ve emisyon değerlerindeki değişimler incelenmiştir. Deneyler sonucunda en yüksek motor momenti E10 yakıt karışımı kullanımında, 126,33 Nm olarak ölçülmüştür. Motor güçleri bakımından en yüksek değer E4 yakıt karışımı kullanımında 29 kW olmuştur.

En düşük özgül yakıt tüketimi (be) E0 yakıtı kullanımında 178 gr/kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek be değeri ise, 215 gr/kWh ile BE15 yakıtı kullanımında ölçülmüştür.

Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında %CO değeri E0 yakıtında %0,07 iken, en yüksek değer BE1 yakıtında % 1,6 olarak ölçülmüştür.

Biyoetanol ve diesel yakıtı karışımlarının kullanılmasıyla en yüksek CO_2 değeri BE5 yakıtında, %12 olarak ölçülmüştür.

En yüksek NOx değeri ise E15 yakıtı kullanımında 697 ppm olarak ölçülmüştür. Bu değer E0 yakıtından % 75 daha yüksektir.

Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında değişik motor devirlerine göre HC değerlerinin değişimi incelendiğinde en yüksek HC değerinin BE2 yakıtında 3000 d/d'da 598 ppm olarak ölçüldüğü görülmektedir. Aynı devirde E0 yakıtının HC değeri ise 102 ppm olmuştur.

Bu çalışma sonunda biyoetanol-diesel yakıtı karışımlarında uygun katkı maddesi kullanıldığı takdirde, E15 oranına kadar diesel motor üzerinde bir değişiklik yapılmadan kullanılabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Biyoetanol, Biyoetanol-Diesel Karışımları, Alternatif Yakıtlar, Motor Performansı, Motor Emisyonu, Pompalı Enjektör, Beraid ED10

ABSTRACT

Ph. D THESIS

INVESTIGATION OF ENGINE PERFORMANCE AND EXHAUST EMISSION EFFECT USING BIOETHANOL-DIESEL FUEL BLENDS (E-DIESEL)

Hasan AYDOĞAN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELCUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN MECHANICAL EDUCATION AUTOMOTIVE EDUCATION

Advisor: Prof. Dr. Mustafa ACAROĞLU

2011, 136 Pages

Jury
Advisor Prof. Dr. Mustafa ACAROĞLU
Prof. Dr. Kadir AYDIN
Assoc. Prof. Dr. Haydar HACISEFEROĞULLARI
Asst. Prof. Dr. Ali KAHRAMAN
Asst. Prof. Dr. Murat CİNİVİZ

In the present study, the effect of bioethanol-diesel fuel blends on engine performance and exhaust emissions was investigated on a diesel engine with four stroke, three cylinder, water-cooled, pump injector fuel system turbocharge.

In the experiments, fuel is used with low-sulfur, Euro diesel, E1 (%1 bioethanol - 99% euro diesel), E2, E3, E4, E5, E10 and E15 fuels. After the experiments, blends of bioethanol-euro diesel are prepared with Beraid ED10 fuel blend. Engine performance and emissions are investigated. Highest engine torque is measured as 126,33 Nm on E10 fuel blend. Highest engine power is measured as 29 kW on E4 fuel blend.

Minimum specific fuel consumption is measured as 178 gr/kWh on E0 fuel. Highest specific fuel consumption is measured as 215 gr/kWh on BE15 fuel blend.

Maximum % CO value is measured 1.6% on BE1 fuel blend While minimum %CO value in exhaust gases is measured 0.07% on E0 fuel.

Bioethanol-diesel fuel blends was used maximum CO_2 amount on BE5 fuel blend, is measured highest 50% more than E0 fuel

Maximum NOx amount is measured as 697 ppm on E15 fuel blend. This value highest 77% more than E0 fuel.

The use of Bioethanol-diesel fuel blends is investigated HC value on engine speed. Highest HC amount is measured on BE2 fuel blend as 598 ppm While HC value is 102 ppm on E0 fuel

The results of the experimental study showed that towards 15% bioethanol-diesel blends can be used in diesel engines without performing any modifications on the engine and significant decreases were observed in the exhaust emissions.

Keywords: Bioethanol, Diesel-Bioethanol Blends, Alternative Fuels, Engine Performance, Engine Emissions, Pump Injector, Beraid ED10

ÖNSÖZ

Bu çalışmada dört zamanlı, üç silindirli, su soğutmalı, turbo doldurmalı, pompalı enjektör tipi yakıt sistemine sahip bir diesel motorda biyoetanol ve diesel yakıtı karışımlarının motor performans ve emisyonlarına etkileri araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmanın her safhasında büyük yardımlarını gördüğüm danışmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa ACAROĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

Deneylerde kullanılmak için gerekli biyoetanol temini ve yakıt analizlerinin yapılabilmesi için laboratuarlarını açıp yardımcı olan ve bilgilerini esirgemeyen Konya Şeker Sanayi ve Ticaret A.Ş. Çumra Şeker Entegre Tesisleri Biyoetanol Fabrikası Mühendislerine, Kalite Kontrol Bölümü Mühendislerine, deneyler esnasında bana yardımcı olan çalışma arkadaşım Araş. Gör. A. Engin ÖZÇELİK'e, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Bu tezi beni hiçbir konuda yalnız bırakmayan aileme ithaf ediyorum.

Hasan AYDOĞAN
KONYA-2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Biyoetanolün Yanma Eşitliği 5
1.2. Türkiye'de Biyoetanol Üretimi 6
1.3. Etanolün Benzin Motorlarında Kullanımı 6
1.4. Etanolün Diesel Motorlarında Kullanımı 7
1.4.1. Alkolün emme manifolduna verilmesi 9
1.4.2. Çift enjeksiyon sistemi 10
1.4.3. Alkollerin buji yardımıyla ateşlenmesi 11
1.4.4. Setan sayısını arttırıcı katkılarla alkollerin kullanılması 11
1.4.5. Yüzey ateşleme 12
1.4.6. Diesel yakıtına karıştırma 12

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **13**

3. MATERYAL VE METOT **23**

3.1. Materyal 23
3.1.1. Deney motoru 23
3.1.2. Pompalı enjektör 24
3.1.3. Hidrolik dinamometre 27
3.1.4. Elektronik terazi 29
3.1.5. Egzoz gazları analiz cihazı 30
3.1.6. Sıcaklık ölçüm elemanı 30
3.1.7. Yakıt ölçüm kapları 31
3.1.8. Deney yakıtları 31
3.1.9. Beraid ED10 katkısı 33
3.1.10. Yoğunluk ölçme cihazı 33
3.1.11. Kalorimetre cihazı 34
3.1.2. Gaz kromatografisi 36
3.2. Metod 37
3.2.1. Deney verileri ile hesaplanan performans değerleri 41
3.2.2. Döndürme momentinin ölçülmesi 41
3.3.3. Efektif gücün hesaplanması 42
3.3.4. Efektif özgül yakıt tüketiminin hesaplanması 42
3.3.5. Yakıtların yoğunluk ölçümleri 42
3.3.6. Yakıtların üst ısıl değerlerinin ölçümleri 44

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 46

4.1. Motor Momenti Değerlerinin Karşılaştırılması 46
4.2. Efektif Güç Değerlerinin Karşılaştırılması 47
4.3. Özgül Yakıt Tüketimi Değerlerinin Karşılaştırılması 48
4.7. Egzoz Gazları Sıcaklıklarının Karşılaştırılması 50
4.8. Karbonmonoksit (CO) Emisyonlarının Karşılaştırılması 51
4.9. Karbondioksit (CO_2) Emisyonlarının Karşılaştırılması 53
4.10. Azotoksit Emisyonlarının Karşılaştırılması 54
4.11. Hidrokarbon (HC) Emisyonlarının Karşılaştırılması 56
4.12. O_2 Emisyonlarının Karşılaştırılması 58
4.13. Yakıtların Yoğunluk Değerlerinin Karşılaştırılması 59
4.14. Yakıtların Üst Isıl Değerlerinin Karşılaştırılması 60
4.15. Yakıtların Gaz Kromotografisi Sonuçları 62

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 63

KAYNAKLAR 67

EKLER 75

ÖZGEÇMİŞ 135

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

b_e	: Özgül Yakıt Tüketimi (g/kWh)
B	: Yakıt Tüketimi (kg/h)
C_2H_5OH	: Etanol
CO	: Karbonmonoksit
CO_2	: Karbondioksit
F	: Kuvvet (N)
HC	: Hidro Karbon
M_d	: Döndürme Momenti (Nm)
n	: Motor Devri (d/d)
NOx	: Azot Oksit
Pe	: Efektif Motor Gücü (kW)
Π	: Pi Sayısı
ω	: Açısal Hız (rad/s)
λ	: Hava Fazlalık Katsayısı

Kısaltmalar

AB	: Avrupa Birliği
BE1	: %97 Eurodiesel + %1 Biyoetanol + %2 Beraid ED10
BE2	: %96 Eurodiesel + %2 Biyoetanol + %2 Beraid ED10
BE3	: %95 Eurodiesel + %3 Biyoetanol + %2 Beraid ED10
BE4	: %94 Eurodiesel + %4 Biyoetanol + %2 Beraid ED10
BE5	: %93 Eurodiesel + %5 Biyoetanol + %2 Beraid ED10
BE10	: %88 Eurodiesel + %10 Biyoetanol + %2 Beraid ED10
BE15	: %83 Eurodiesel + %15 Biyoetanol + %2 Beraid ED10
E0	: %100 Eurodiesel
E1	: %99 Eurodiesel + %1 Biyoetanol
E2	: %98 Eurodiesel + %2 Biyoetanol
E3	: %97 Eurodiesel + %3 Biyoetanol
E4	: %96 Eurodiesel + %4 Biyoetanol
E5	: %95 Eurodiesel + %5 Biyoetanol
E10	: %90 Eurodiesel + %10 Biyoetanol
E15	: %85 Eurodiesel + %15 Biyoetanol
EGR	: Egzoz Gazları Resirkülasyonu
İYM	: İçten Yanmalı Motorlar
PKDY	: Petrol Kökenli Diesel Yakıt
PM	: Partikül Maddeleri
ppm	: Milyonda Bir Parçacık
RTD	: Resistance Temperature Detector

1. GİRİŞ

Diesel motorlar, günümüzde gelişen ve gelişmekte olan ülkelerde özellikle taşımacılık alanında teknolojinin gelişmesi ile birlikte daha büyük bir öneme sahip olmuştur (Kim ve Choi, 2010; Şanlı ve Çanakçı, 2004). Türkiye'de son yıllarda trafiğe çıkan diesel motorlu araç sayısında büyük bir artış görülmektedir. 2001 yılında Türkiye'de trafiğe yeni kaydedilen motorlu taşıtların yaklaşık %19'u diesel motorlu iken, 2008 yılı sonunda bu oran % 39 olmuştur (Anonim, 2010).

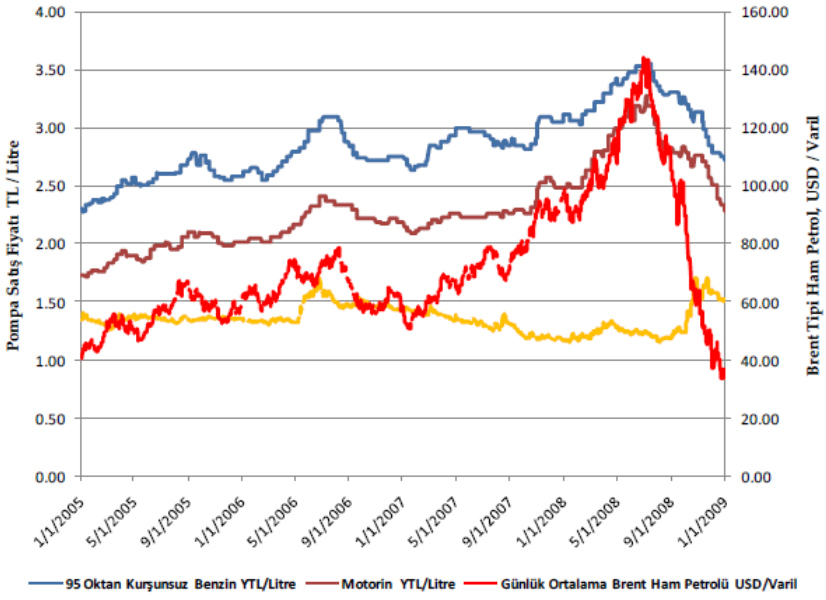
Küresel ısınmada sera etkisi gösteren karbon dioksit (CO_2) emisyonun azaltılması için 1997 yılında endüstrisi gelişmiş 30 devlet tarafından Japonya'nın Kyoto şehrinde Kyoto Protokolü imzalanmıştır (Lueders ve Stommel, 1999). 2004 yılında Rusya, 2009 yılında Türkiye (TBMM kanun no: 5836) bu protokolü resmen tanıyarak üye ülkeler arasına girmişlerdir. Kyoto protokolü ile 2012 yılına kadar sera etkisi gösteren emisyonlarda ciddi bir azalma hedeflenmektedir. AB komisyonu da 8 Mayıs 2003'de, ulaşım sektöründe kullanılmak üzere biyoyakıt üretimini teşvik eden 2003/30/EC sayılı direktifi yayımlamıştır (Labeckas ve Slavinskas, 2009; Janssen ve ark., 2007). Özellikle Kyoto Protokolünden sonra emisyonlarla ilgili olarak hükümetler gittikçe artan sıkı tedbirler almak zorunda kalmışlardır. Bu tedbirler sonucunda otomotiv üreticileri de sürekli olarak emisyonları azaltmaya yönelik taşıt ve motor gelişimi üzerinde çalışmaktadırlar. Avrupa Birliği (AB) Euro normlarını çıkarmış ve uygulamaya koymuştur (Labeckas ve Slavinskas, 2010). AB Euro normları Çizelge 1'de verilmiştir (Lif ve Holmberg, 2006; Özsezen, 2007; Carmall, 2010). Çizelge incelendiğinde alınan kararların yansıması olarak araç üreticilerinin egzoz emisyon değerlerini önümüzdeki yıllarda daha da düşürmeleri gerektiği görülmektedir.

Günümüzde taşıt üreticileri Euro normlarını karşılayabilmek için, yüksek basınçlı yakıt püskürtme sistemleri, kademeli püskürtme, üç yollu katalitik konvertör, egzoz gazı geri dönüşümü, partikül filtreleri, diesel motor yönetimi tarafından püskürtme başlangıcının kontrolü gibi sistemlerden yararlanarak diesel motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz emisyonlarını kabul edilebilir sınırlar içerisine çekmeye çalışmaktadır (Özsezen ve Çanakçı, 2008).

Çizelge 1. AB Emisyon Standartları (yolcu araçları için, g/km)

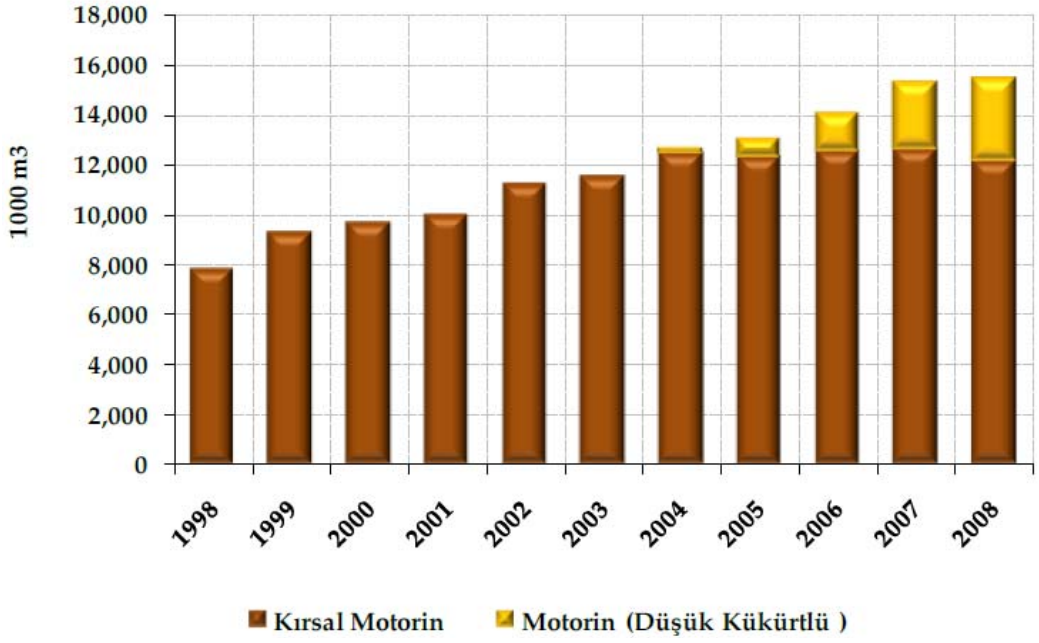
Sıra	Tarih	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
Diesel						
Euro 1	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)
Euro 2, IDI	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08
Euro 2, DI	1996.01a	1.0	-	0.9	-	0.10
Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05
Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025
Euro 5	2009.09b	0.50	-	0.23	0.18	0.005e
Euro 6	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005e
Benzin						
Euro 1	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	-
Euro 2	1996.01	2.2	-	0.5	-	-
Euro 3	2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-
Euro 4	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-
Euro 5	2009.09b	1.0	0.10c	-	0.06	0.005d,e
Euro 6	2014.09	1.0	0.10c	-	0.06	0.005d,e

Fosil yakıtların çevreye zararından başka ülkemiz için diğer bir olumsuz tarafı ithal edilmesidir. Ayrıca fiyatı da sürekli değişmektedir. Aralık 2010 tarihine göre binek taşıtlarda kullanılan motorin fiyatı 1,5 Euronun üstüne çıkmıştır. AB ülkelerinde en pahalı diesel yakıtı ülkemizdedir. Şekil 1.1'de Petrol fiyatlarının yıllara göre değişimi verilmiştir (Anonim, 2008). 2005 yılını başından beri sürekli artış gösteren petrol fiyatları 2008 yılının Temmuz ayına kadar artarak devam etmiştir. 2008 yılı Temmuz ayında varil başına 144,22 ABD Doları ile tarihi rekoruna ulaşan petrol fiyatları, Ağustos ayından itibaren gerilemeye başlamıştır. Petrol fiyatlarının 2008 yılı ortalaması varil başına 97,24 ABD Doları olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2008).



Şekil 1.1. 2005-2008 Yılları arasında benzin ve motorin pompa fiyatları, brent tipi ham petrol fiyatlarının günlük değişimi

Şekil 1.2'de Türkiye'de yıllara göre toplam motorin tüketimi görülmektedir. Şekil incelendiğinde Türkiye'deki toplam motorin tüketiminde 1998'de başlayan artış eğiliminin 2008 yılında önemli ölçüde yavaşladığı görülmektedir. 2008 yılında resmi ve kayıtlı motorin türleri toplam tüketimi, 2007 yılına göre %0,9 artarak yaklaşık 15,47 milyon m³'e ulaşmıştır. 2008 yılında motorin (düşük kükürtlü) tüketimi %24,4 artarak 3,36 milyon m^3 olmuştur. Böylece motorin'in (düşük kükürtlü) toplam motorin türleri tüketimindeki payı %17,6'dan %21,7'e ulaşmıştır. Motorin türleri arasında en büyük paya sahip olan, azami kükürt miktarı 1000 ppm ve 7000 ppm'e kadar olan kırsal motorinin tüketimi 2008 yılında, 2007 yılına göre %4,1 azalarak yaklaşık 12,11 milyon m³'e gerilemiştir (Petder, 2008). En son 2010 Aralık ayında alınan kararla kırsal motorinin üretimi, dağıtımı ve tüketimi 2011 Ocak ayından itibaren durdurulmuştur.



Şekil 1.2. Yıllara göre Türkiye'nin motorin tüketimi

Enerji bir ülkenin işgücü, gelir seviyesi, GSMH, gıda üretimi, iklim değişikliği, sanayileşmesi, güvenliği gibi ekonomik ve sosyal durumunu direk etkilemektedir (Bassam, 2010). Enerji kaynağı olarak petrol ürünleri kullanılan içten yanmalı motorlarda, petrolün sonlu bir enerji kaynağı olduğu ve yakın bir gelecekte tükenecek olması alternatif enerji kaynakları üzerine yapılan araştırmaları daha da önemli hale getirmiştir (John ve ark., 2011; Agarwal ve ark., 2008; Agarwal ve Agarwal, 2007). Türkiye'nin bir tarım ülkesi olması ve petrole olan dışa bağımlılığı ülkemizdeki alternatif enerji kaynakları ile ilgili araştırmaları artırmıştır.

Alternatif yakıtlardan en yeni ve en hızlı yaygınlaşanı biyoyakıtlardır. Biyoyakıtların hızla yaygınlaşma sebebi ekonomik olarak sürekli değer kazanması ve buna paralel çevreye olumsuz etkilerinin daha az olmasıdır (Hatunoğlu, 2010).

Petrol kökenli yakıtlara alternatif bir enerji kaynağı olan biyokütle enerjisi dünya ve ülkemiz için büyük bir potansiyele sahiptir. Biyokütle enerjisi, rüzgâr ve güneş gibi kesikli olmayıp, sürekli enerji sağlayabilen ve kolay depolanabilen bir alternatif enerji kaynağıdır. Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler biyoyakıt kaynaklarıdır (Behera ve ark., 2011). Odun (enerji ormanları, çeşitli ağaçlar), yağlı tohum bitkileri (ayçiçeği, soya, kolza vb.), karbonhidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar vb.), elyaf bitkileri (keten, kenevir, sorgum vb.), protein bitkileri (bezelye, fasulye vb.), bitkisel atıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk vb.) bitkisel biyoyakıt kaynaklarını oluşturmaktadır (Giampietro ve Mayumi, 2009). Bitkisel biyokütle, yeşil bitkilerin fotosentez yoluyla güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürerek depolamaları sonucu oluşur (Topgül, 2006).

İçten yanmalı motorlarda en uygun biyoyakıt kaynaklı yakıtlardan biri de biyoetanoldür. Biyoetanol çevre dostu bir alternatif yakıttır (Agarwal, 2007). Biyoetanolün motorlarda kullanımı tarım ürünlerinin fazla yetiştirildiği ülkelerde örneğin Brezilya'da olduğu gibi daha yaygındır (Singh, 2010). Motorlu taşıtlarda biyoetanolün kullanımı ile egzozdan atılan zararlı emisyonlarda azalma görülmektedir (Labeckas ve Slavinskas, 2009). Biyoetanol şeker pancarı, mısır, buğday, şeker kamışı, patates, odunsular gibi bitkilerden elde edildiği gibi, tarımsal atıklar ve selüloz içerikli evsel atıklardan da elde edilebilen bir alkol türüdür (Demirbaş, 2011; John ve ark., 2011). Benzinle ve motorinle karıştırılarak kullanılabilir (Park ve ark., 2009; Corro ve Ayala, 2008; Knothe, 2010; Huang ve ark., 2009; Sivakumar ve ark., 2010).

Biyoetanol ulaştırma sektörünün yanı sıra, ısı ve elektrik üretim tesislerinde ve kimyasal madde üretiminde de kullanılmaktadır (Costa ve Morais, 2011). Biyoetanolun fiziksel, kimyasal ve termal özellikleri Çizelge 1.2'de görülmektedir (Acaroğlu ve ark., 2004; Astbury, 2008; Scragg, 2009).

Biyoetanolün motorlarda kullanılmasının avantajlarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

1. Yenilenebilir bir yakıt kaynağıdır. Bu nedenle fosil kökenli yakıtlara olan bağımlılığı azaltır ve buradaki arz-talep dengesizliği ortadan kaldırır.
2. Temiz bir yakıt kaynağıdır.
3. Genelde bütün araçlarda kullanılabilir.

4. Üretimi ve muhafaza edilmesi kolaydır.
5. Zararlı sera gazı etkisi emisyonlarını azaltır.
6. Tarım kesimi için yeni istihdam sağlar.
7. Gelişmekte olan birçok ülkeye yeni ekonomik imkanlar açar.
8. Enerji açısından dışa bağımlılığı azaltır.
9. Ortaya çıkardığı CO_2 emisyonu sağlık açısından en az riske sahiptir. (Can ve ark., 2004; Rakopoulos ve ark., 2008; Zhu ve ark., 2010; Lapuerta ve ark., 2008).

Bu avantajlarının yanında biyoetanolün motorlarda kullanılmasının dezavantajlarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

1. Biyoetanolün üretilme maliyeti petrole göre daha yüksektir.
2. Yüksek oranlarda biyoetanolün motorlarda kullanımı için benzinli motorların üzerinde değişiklik yapılması, diesel motorlarda ise setan sayısı artırıcı katkı maddesi kullanımı gerekmektedir.

Çizelge 1.2. Biyoetanolun Fiziksel, Kimyasal ve Termal Özellikleri

Biyoetanolun fiziksel özellikleri	
Özgül Ağırlık	0,79 kg/dm^3
Buhar Basıncı (38^{o}C)	50 mmHg
Kaynama Sıcaklığı	78,5 C
Dielektrik katsayısı	24,3
Suda Çözünme	∞
Biyoetanolun kimyasal özellikleri	
Formül	C_2H_5OH
Moleküler ağırlık:	46,1
Karbon (wt)	% 52,1
Hidrojen (wt)	% 13,1
Oksijen (wt)	% 34,7
C/H oranı	4
Biyoetanolun termal özellikleri	
Alt Isıl Değeri (MJ/kg)	26,79552
Tutuşma Sıcaklığı (^{o}C)	35
Özgül Isı (kcal/kg ^{o}C)	0,6
Erime Noktası (^{o}C)	-115

1.1. Biyoetanolün Yanma Eşitliği

Biyoetanolün tam yanması için stokiyometrik denge aşağıdaki gibi yazılabilir;

$$C_2 H_5 OH + 3 (O_2 + 3.76 N_2) = 2 CO_2 + 3 H_2O + 11,28 N_2 \quad (1.1.)$$

$$(46 \text{ kg Etanol} + 96 \text{ kg } O_2 + 315,84 \text{ kg } N_2) = (88 \text{ kg } CO_2 + 54 \text{ kg } H_2O + 315,8 \text{ kg } N_2) \quad (1.2.)$$

$$\text{Yakıt hava oranı} = \frac{\text{Yakıtın kütlesi}}{\text{Havanın kütlesi}} = \frac{46}{411,84} = \frac{1}{8,95} \quad (1.3.)$$

1.2. Türkiye'de Biyoetanol Üretimi

İçten yanmalı motorlarda biyoetanol kullanımı Dünyada ciddi anlamda ilk kez Ford tarafından gündeme getirilmiş, ülkemizde ise 1931 yılında Ziraat Kongresinde ele alınmıştır. 1936 yılında 2. Beş yıllık kalkınma planında yüce Önder ATATÜRK'ün direktifleriyle yer almış, 1942 yılında ordumuzda kullanılmıştır (Acaroğlu, 2010).

Türkiye'nin ilk biyoetanol üretim tesisini Bursa Mustafakemalpaşa'da kuran Tarkim'in, yıllık üretim kapasitesi 40 bin ton/yıldır. Biyoetanol üretiminde kullanılan mısırı ve buğdayı çiftçilerden ve tüccarlardan temin etmişlerdir. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş bünyesinde yer alan Eskişehir Şeker Fabrikasında da yıllık 18,75 bin ton/yıl kapasiteli bir biyoetanol tesisi kurulmuş ve deneme üretimi yapmaktadır. Pankobirlik çatısı altında bulunan Konya Şeker Fabrikası bünyesinde Türkiye'nin en büyük kapasiteli biyoetanol fabrikasının kuruluşu tamamlanmıştır. Yıllık üretim kapasitesi 84 bin ton/yıldır. Adana'da özel teşebbüse ait Tezkim Tarımsal Kimya Sanayi A.Ş. 2007 Aralık ayında biyoetanol deneme üretimine başlamıştır. Fabrikanın 30 bin ton/yıl üretim kapasitesi vardır. Hammadde olarak mısır ve buğday kullanılmaktadır. Toplam olarak ülkemizin biyoetanol üretim kapasitesi 172 750 bin ton/yıldır (Çelikten, 2008).

Üretilen etanolun tamamını 2009 yılında tüketilen toplam diesel yakıtına karışım şeklinde eklersek, yaklaşık %1,5 oranında etanol içeren bir yakıt karışımı elde etmiş oluruz. Böylece ithal edilen yakıt miktarını yaklaşık olarak 215 000 m^3 azaltabiliriz. Bunun yanında:

Motorinin rafineri satış fiyatı 0,6 $/lt baz alındığında 215 000 m^3 yakıtının yaklaşık değerinin 215000 m^3 x 1000 x 0,6$= 129 milyon $ bir ekonomik katkı sağlayacağı görülmektedir.

1.3. Etanolün Benzin Motorlarında Kullanımı

Etanolün kendi kendine tutuşma sıcaklığı benzininkinden daha yüksektir. Bu avantaj sayesinde etanol buharı yanma başlamadan önce daha yüksek sıcaklıklara kadar sıkıştırılabilirler (Bechtold, 1997). Benzine göre yüksek oktan sayısına sahip olması nedeniyle motor gücü ve verimi açısından daha yüksek sıkıştırma oranlarında motorun çalıştırılabilmesine olanak sağlar (Stanescu ve ark., 2010). Sıkıştırma oranı, ateşleme zamanı ve hava/yakıt oranı gibi çeşitli motor parametreleri optimum seviyede tutularak,

standart benzin motoruna göre daha yüksek moment ve güç elde edilebilir (Taylor, 1985; Cowart ve ark., 1995; Bechtold, 1997; Gardiner ve ark., 1999).

Etanolün oksijen içermesi nedeniyle benzine göre ısıl değeri daha düşüktür. Bu sebeple benzinle karşılaştırıldığında aynı miktar güç elde edebilmek için hacimsel olarak daha fazla etanole ihtiyaç vardır (Najafi ve ark., 2009; Zhu ve ark., 2010). Bu nedenle etanol yakıt olarak kullanıldığında aynı sıkıştırma oranında yakıt tüketimini artırmaktadır (Bechtold, 1997).

Benzinli motorlarda hacimsel olarak %7–10 konsantrasyonunda etanol ile benzinin karıştırılması Kuzey Amerika'da yaygın bir uygulama olarak kendini göstermekle birlikte, 1970'den beri üretilen araçlara %10 etanollu (E10) yakıt karışımı tam olarak uygulanmaktadır. Biyoetanol için özel üretilmiş araçlarda biyoetanol, %85 etanol-%15 benzin (E85) karışım oranına kadar ve %100 etanol kullanılabilir. Bu taşıtlar esnek yakıtlı taşıtlar olarak adlandırılır (Acaroğlu ve ark., 2004).

1.4. Etanolün Diesel Motorlarında Kullanımı

Etanolün diesel yakıtında (motorin) çözünürlüğü sınırlıdır. Etanol-motorin karışımlarındaki faz ayrışması ve karışımdaki su miktarı önemli bir problemdir. Bununla birlikte etanolün setan sayısı son derece düşüktür (Karthikeyan ve Srithar, 2011). Diesel motorlarında kendi kendine kolayca tutuşan ve tutuşma gecikmesini azaltan yakıtların tercih edildiği dikkate alındığında yakıtın setan sayısı önem kazanmaktadır (Barabas ve ark., 2010). Ayrıca motorin içerisine etanol eklendiğinde karışımın ısıl değeri azalmaktadır (Caro ve ark., 2001; He ve ark., 2003; Xing-cai ve ark., 2004; Hansen ve ark., 2005). Çizelge 1.3'de diesel yakıtı ve etanolun özelliklerini görülmektedir (Huang ve ark., 2009).

Çizelge 1.3. Diesel yakıtı ve etanolun özellikleri

	Formül	Mol Ağırlığı	Yoğunluk (20^o, gr/cm^3)	Oksijen İçeriği (wt%)	Karbon İçeriği (wt%)	Hidrojen İçeriği (wt%)	Viskozite (20^O) (10^{-6} v/m^2/s)	Setan Sayısı	Alt Isıl Değeri (MJ/kg)
Diesel Yakıtı	$C_{12}H_{23}$ ($C_{10}H_{20}$-$C_{15}H_{28}$)	190-220	0,840	0	86	14	3,35	40-50	42,5
Etanol	C_2H_5OH	46,07	0,789	34,8	52,2	13	1,2	8-9	26,4

Etanolün motorin içerisindeki çözünürlüğü sıcaklığa, diesel yakıtının hidrokarbon kompozisyonuna ve karışımdaki su miktarına bağlıdır. Yaklaşık olarak 10°C'nin altındaki sıcaklıklarda iki yakıt ayrışmaktadır.

Karışımdaki etanol miktarı arttıkça çözünürlük sıcaklığı artarak hacimsel olarak %50 etanol içeren karışımda en yüksek değere ulaşmakta daha sonra azalmaktadır. Hacimsel olarak %20 etanol içeren karışım 0°C'de, %50 etanol içeren karışım 23°C'de ayrışmaktadır. Etanolun setan sayısı oldukça düşüktür.

Setan sayısının düşük olması diesel yakıtlarında istenmeyen bir durumdur. Diesel yakıtı olarak etanol-motorin karışımları kullanımında emisyonların ve yanma karakteristiklerinin iyileştirilmesi için setan geliştiriciler tercih edilmektedir. Setan geliştirici içeren etanol-motorin karışımları, motorin ve etanol-motorin karışımlarından daha iyi motor performansı sağlayabilmektedir.

Setan geliştirici içeren etanol-motorin karışımları b_e değerinin artmasına neden olmakta, buna karşılık efektif verimin gelişmesine katkıda bulunmaktadır. NOx, HC ve duman emisyonları azalmaktadır (Xing-cai ve ark., 2004; Hansen ve ark., 2005; Caro ve ark., 2001; He ve ark., 2003; Ajav ve ark., 1999; Chotwichien ve ark., 2009; Freudenberger, 2009).

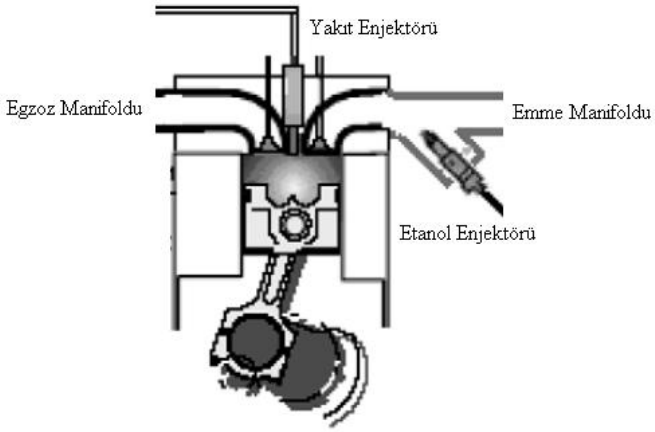
Alternatif yakıt olarak etanolün ya da alkollü yakıtların yüksek oranlarda diesel motorlarda kullanımını sağlamak için çeşitli teknikler mevcuttur. Kullanılan tekniklere göre etanol diesel yakıtı yerine tamamen veya kısmen kullanılabilmekte ve motor gücü, momenti, termik verim, egzoz emisyonlarında farklılıklar görülmektedir. Alkol diesel yakıtı karışım tekniğinde ayrı olarak diğer tekniklerin temel yapıları ve farklılıkları aşağıda anlatılmaktadır. Bu yaklaşımları:

1. Alkolün emme manifolduna verilmesi
2. Çift enjeksiyon sistemi
3. Alkollerin buji yardımıyla ateşlenmesi
4. Setan sayılarını geliştirici katkılarla alkollerin kullanılması
5. Yüzey ateşleme
6. Diesel yakıtına karıştırma

şeklinde sıralayabiliriz.

1.4.1. Alkolün emme manifolduna verilmesi

Bu uygulama ile diesel motorlarında etanol bir karbüratör-enjektör ya da buharlaştırıcı sistem yardımı ile emme manifolduna verilerek motorun emme havasıyla karıştırılmakta ve kullanım oranı %50'lere ulaşmaktadır. Fakat bu tekniğin uygulanabilmesi için, karbüratör veya buharlaştırıcı mikserin motor üzerinde adaptasyonu, alkol enjeksiyonun ölçme işlemi için farklı bir kontrol mekanizması, alkol ve diesel yakıtı sistemlerine ayrı yakıt tankı ve hattı için motorda birtakım değişikliklere ihtiyaç duyulmaktadır. Şekil 1.3'de etanolün emme manifolduna verilmesi görülmektedir (Qudais ve ark., 2000; Smith ve Workman, 1998; Noboru ve ark., 1996; Likos ve Callahan, 1982).



Şekil 1.3. Etanolun emme manifolduna verilmesi

Standart diesel motorlarında bulunan emme manifoldları çift fazlı akış için tasarlanmadığından bu teknik uygulandığında etanolün manifold içerisine akışı uygun gerçekleşememektedir. Buna karşılık emme manifoldu üzerine yerleştirilen alternatif formdaki sprey enjeksiyonlar ile sistem daha verimli olmaktadır. Diğer bir dezavantaj olarak yakıt ölçme işlemi için motor üzerinde yeni bir tekniğin geliştirilmesi, ikinci bir yakıt hattı ve yakıt tankı gereksinimi ortaya çıkmaktadır (Smith ve Workman, 1998; Noboru ve ark., 1996; Likos ve Callahan, 1982; Eugene ve ark., 1984; Nagarian ve ark., 2003).

Etanol emme manifolduna karbüratör ya da enjektör ile verildiğinde manifold içerisinde buharlaşarak içeriye alınan havayı soğutmaktadır. Böylece emme dolgu havasının yoğunluğu artarak doğal bir ara soğutucu görevi görmektedir. Etanolün düşük ısıl değerine rağmen bu farklı özellik ile motor gücünde ve ısıl verimde artma

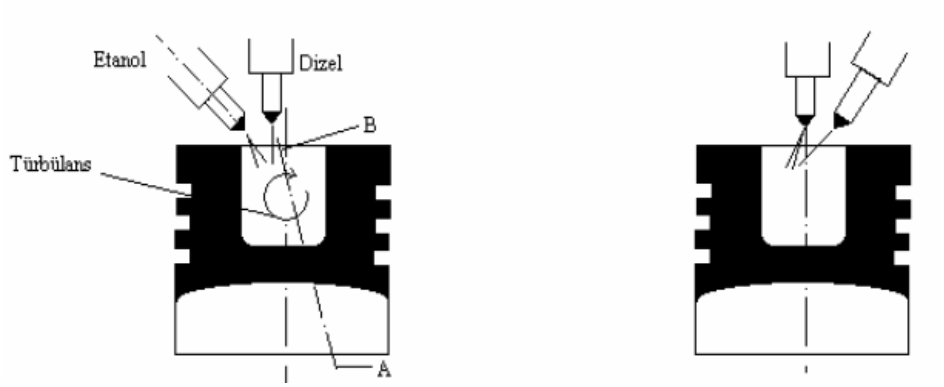
sağlanması diğer uygulamalara göre avantajlı hale getirmektedir (Jiang ve ark., 1990; Ajav ve Akingbehin, 2002).

1.4.2. Çift enjeksiyon sistemi

Pilot enjeksiyon olarak da bilinen bu sistemde, kullanılan etanolün hacimsel olarak oranı %90'lara çıkarılabilmektedir. Bu teknikte alkol ayrı bir enjektörle yanma odasına püskürtülmekte ve etanol yakıtı enjeksiyonundan önce yanma işlemine başlatılıp etanolün tutuşturulmasını sağlamak için yalnızca diesel enjektörden pilot enjeksiyon yapılmaktadır (Bertilsson ve Gustavsson, 1987).

Bu tekniğin bazı olumsuz yanları ise, ikinci bir enjeksiyon sistemi ve yakıt tankı gerekliliği, bu nedenle motorda karmaşıklığa neden olmasıyla beraber uygulaması zor ve maliyetinin yüksek olması, ayrıca saf alkolle çalışabilen yakıt enjeksiyon pompaları ve enjektörleri daha tam anlamıyla geliştirilememiş olmasıdır. Bunlara karşılık güncel tasarımlarda yapılabilen değişikliklerle bu teknik uygulanabilmektedir (Nagarian ve ark., 2003)

Çift enjeksiyon sistemi uygulanmak istenildiğinde, motor üzerindeki yapılması gereken değişikliklerin başında yanma odasına ikinci bir enjektörün yerleştirilebilmesine elverişli bir ortam olması gerekmektedir. Pilot enjeksiyon sisteminde iyi performans elde edebilmek için, her iki enjektörün yanma odasındaki yerleşimi uygun şekilde gerçekleştirilmelidir. Şekil 1.4'de bir diesel motoru enjektörlerinin yerleşimi görülmektedir. Bu uygulama tasarım olarak türbülans odalı ve ön yanma odalı diesel motorlarında daha başarılı olarak uygulanabilmektedir (Uslu, 2006).



Şekil 1.4. Direk enjeksiyonlu motorda çift enjeksiyon sistemi

1.4.3. Alkollerin buji yardımıyla ateşlenmesi

Diesel motorlarında yanma odası içerisine alınan etanolün buji yardımıyla ateşlenmesi tekniği ile birlikte motorun ihtiyaç duyduğu diesel yakıtının %100'ü yani tamamı alkol yakıtı ile birlikte değiştirilebilmektedir. Genelde bu uygulamada motorun standart enjeksiyon sistemi karbürasyon yada port tipi enjeksiyon modeli ile değiştirilerek yanma odasında bir bujinin yerleşimi gerektirmekte ve ateşleme sistemi elemanları motora sonradan entegre edilerek uygulanabilmektedir. Motor tasarımı göz önüne alındığında, bir diesel motoru buji ile ateşlemeli sisteme dönüştürürken ortaya çıkan sorunlar çift enjeksiyon sisteminde gerekli olan değişikliklere oldukça benzer olmaktadır. Bujinin yanma odasına yerleşimi için silindir kapağında yer problemi olmamalı ve bujinin soğuyabilmesi için yeri uygun olmalıdır. Bu teknikte bujinin yanma odasındaki yerleşimi, motorun tüm çalışması boyunca yanma işleminin düzenli olmasını sağlaması açısından büyük öneme sahiptir. Çift enjeksiyonlu sisteme göre buji ile ateşlemeli sistem mevcut yakıt tankı ve yakıt besleme sistemi kullanılabilmektedir. Bu yaklaşım ile birlikte motor % 100 alkol yakıtı ile çalışan ve benzin ile diesel motoru arasında özellikler gösteren verimli bir motor haline dönüşebilmektedir (Likos ve Callahan, 1982; Li ve ark., 2005).

1.4.4. Setan sayısını arttırıcı katkılarla alkollerin kullanılması

Alkollere %10-20 oranında katılan tutuşmayı geliştirici katkılarla, setan sayılarının arttırılarak tutuşmanın sıkıştırma ile gerçekleştirilmesi sağlanabilmektedir. Böylece diesel motorlarında etanol tutuşmayı geliştirici katkılar ile birlikte % 100 oranında kullanımını sağlayan alternatif yöntemlerden birisidir (Schafer ve Hardenberg, 1982; Hardenberg ve Ehnert, 1981; Bollentin ve Wilk, 1996).

Bu şekilde motor üzerinde pahalı tasarımlara gidilmeden etanol diesel motorlarında kullanılabilmekte fakat minimum %10 ya da %20 oranında setan geliştirici katkı maddesine ihtiyaç olmaktadır. Kullanılan bu katkıların fiyatlarının yüksek olması nedeniyle güncel uygulamalarda sınırlı kalmıştır. Diesel motorlarında geliştirilmiş setan sayısına sahip alkollerin direkt olarak kullanımı için yine de bazı küçük değişikliklere ihtiyaç olmaktadır. Enjeksiyon zamanlamasında ve enjeksiyon miktarında optimum motor performansını elde etmek için yakıt enjeksiyon pompasında ayarlar gerekmektedir. Motor üzerinde uygulanmış olan güncel diesel enjeksiyon

sistemlerinde tutuşmayı geliştirici katkılarla birlikte etanolun kullanımında, etanolün yağlama özelliği diesel yakıtına göre daha düşük olduğundan dolayı genellikle yağlayıcı katıklar gerekli olmaktadır. Yağlayıcı katkı maddesi olarak Hint yağı en çok kullanılanlardan birisidir (Likos ve Callahan, 1982).

1.4.5. Yüzey ateşleme

Etanol gibi setan sayısı düşük yakıtların diesel motorlarında kullanımında, yanma odasında yüzey yardımlı tutuşturma tasarı halinde alternatif bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Piston Ü.Ö.N.'da iken, bir önceki çevrimin yanma enerjisinden sağlanan enerjinin bir kısmını tutacak yüzeyler ile ya da harici bir ısı kaynağı elemanı ile (ısıtma bujisi) yanma odasındaki sıcak yüzey için gerekli enerjinin sağlanarak lokal tutuşma koşulları ortaya çıkarılmaktadır. Hava yakıt karışımınım içerisinde tutuşma alevinin yayılmasını gerçekleşerek kararlı bir difüzyon alevinin oluşması sağlanabilmektedir. Minimum yüzey sıcaklığı, kullanılan yakıtın fiziksel ve kimyasal özelliğine ve yanma odasındaki koşullara bağlı olarak değişmektedir. Uygulamalar sonucu ısıtma bujisinin yüzey sıcaklığı tutuşmanın gerçekleşebilmesi için yaklaşık $850^{o}C$ olması beklenmektedir. Sıcak yüzey uygulaması genellikle ön yanma indirekt enjeksiyonlu motorlarda ısıtma bujilerinin kullanımı ile soğukta ilk hareket problemlerinin üstesinden gelebilmek için kullanılmaktadır (Nagarian ve ark., 2003).

1.4.6. Diesel yakıtına karıştırma

Bu yöntemde motor üzerine herhangi bir değişikliğe gidilmeden diesel yakıtı ile etanol belirli bir oranda karıştırılmaktadır. Etanol üretimi fiyatı ve yukarıda açıklanan durumlar göz önüne alındığında, %20'ye kadar etanol içeren etanol-diesel karışımlarının motorun yapısında herhangi bir değişikliğe gidilmeden diğer tekniklere göre en avantajlı ve ekonomik yöntem olmaktadır (Uslu, 2006; Abu-Qudais ve ark., 2000; Chen ve ark., 2008).

Bu çalışmada, şeker pancarından üretilmiş biyoetanol ile diesel yakıtı karışımlarının içten yanmalı motorlardaki kullanımında motor performans ve emisyonlarındaki değişmeler araştırılmıştır. Çalışmada motor üzerinde değişiklik yapılmadan, karışım şeklinde biyoetanol ve pompalı enjektör yakıt sistemine sahip bir motor kullanılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Czerwinski (1994) çalışmasında, diesel yakıtına hacimsel olarak %30 oranında etanol ekleyerek, diesel bir motorda kullanmış ve motor performansı ile egzoz gazlarındaki emisyonların değişimini incelemiştir. Yaptığı deneyler sonucunda, yakıt olarak motorin-etanol karışımı kullanıldığında motor gücünde yaklaşık %12,5'lik bir azalma olduğunu tespit etmiştir. Motor devri arttıkça motor torkunda yaklaşık %16'lık bir azalma, b_e değerinde ise bir miktar iyileşme olduğunu belirtmiştir. Egzoz emisyonları değerlerine bakıldığında, tam yükte yaptığı deneylerde, CO emisyonlarında yaklaşık %50 azalma, NOx emisyonlarında %25 azalma, HC emisyonlarında ise özellikle yüksek devirlerde %40'a varan oranlarda artış gözlemlemiştir.

Guerrieri ve ark. (1995) hacimsel olarak %10-40 arasında etanol içeren etanol-benzin karışımlarını, 1990 ve 1992 model yıllarında üretilmiş altı benzinli araçta, dokuz farklı etanol benzin karışımı kullanarak taşıt egzoz emisyonlarındaki değişmeleri araştırmışlardır. Deneyler sonucunda %40 etanol içeren karışımla yapılan test sonuçlarında HC emisyonunda %30, CO emisyonunda %50 ve yakıt tüketiminde de %15 oranında azalma olduğunu vurgulamışlardır. .

Fanick ve ark. (1996) çalışmalarında, 3lt motor hacmine, V6 tip silindir bloğuna, üç yollu katalitik konvertöre ve EGR sistemine sahip 1994 model Ford Taurus marka araçta yakıt olarak, benzin, LPG, doğalgaz, %85 etanol içeren benzin-etanol karışımı (E85) ve %85 metanol içeren benzin-metanol (M85) yakıtlarını kullanarak egzoz emisyonlarına etkisini incelemişlerdir. Deneyler sonunda en az HC değerin 1,85 (g/km) olarak M85 yakıtında, en az CO değerinin 32,27 (g/km) ile M85 yakıtında, en az NOx değerinin 0,01 ile doğalgaz yakıtında, en az yakıt tüketiminin ise 13,05 (lt/km) ile LPG yakıtında olduğunu belirtmişlerdir.

Cowart ve ark. (1995) araştırmalarında yakıt olarak M85, E85 ve benzin kullanılmışlardır. Motor performansının alkol içeren yakıtlarda arttığını belirlemişlerdir. Motor torku ve gücü M85 yakıtı kullanıldığında benzine kıyasla yaklaşık %7, E85 yakıtında ise %4 oranında arttığını saptamışlardır.

Abdel-Rahman ve ark. (1997) çalışmalarında, hacimce %10-20-30 ve 40 etanol içeren etanol-benzin karışımlarının farklı sıkıştırma oranlarında motor performansına etkilerini araştırmışlardır. Test yakıtı olarak hazırlanan karışımlar; 72 saat bekletilip faz ayrışması olup olmadığını kontrol etmişler ve herhangi bir faz ayrışması olmadığını bildirmişlerdir. Tam gaz ve motor devri 2150 d/d'da iken farklı sıkıştırma oranlarında

indikatör diyagramındaki değişimi incelemişlerdir. Sıkıştırma oranının 10:1 olduğu durumda, %10 etanol içeren karışımdan elde edilen indike basıncın benzine göre yaklaşık %10 daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Diğer yakıt karışımlarının kullanımında indike basınç değerinin azaldığını tespit etmişlerdir. Silindir içindeki en yüksek basınç değerlerine göre %10 etanol içeren karışım için en iyi sıkıştırma oranının 8:1, %20 etanol içeren karışım için 10:1, %30 etanol içeren karışım için 12:1, %40 etanol içeren karışım için 12:1 olduğunu belirtmişlerdir.

Bayındır (1998) tarafından yapılan çalışmada, etanol-benzin karışımlarının buji ile ateşlemeli bir motorda motor karakteristiklerine etkileri araştırılmıştır. Deneyleri, tek silindirli, dört zamanlı, hava soğutmalı, kurs hacmi 392,3 cm^3 ve sıkıştırma oranı 6:1 olan Cussons marka motorda yapmıştır. Yakıt olarak normal benzin ve %96,6 saflıkta etanol kullanılarak hazırlanan etanol-benzin karışımları (E10, E20 ve E30) kullanmıştır. 6:1, 7:1 ve 8:1 sıkıştırma oranlarında ateşleme avansı ve hava/yakıt oranını değiştirmiştir. Motorun standart sıkıştırma oranı ve ateşleme zamanında etanol-benzin karışımlarıyla elde edilen motor momenti ve gücünün normal benzinden daha az olarak gerçekleştiği, motor momenti ve gücünün karışımdaki etanol miktarına bağlı olarak azaldığı, karışımdaki etanol miktarına bağlı olarak özgül yakıt tüketimi değerinin arttığını, özgül enerji tüketiminin daha az gerçekleştiğini, motorun sıkıştırma oranı arttırıldığında motor gücünde normal benzine oranla, etanol-benzin karışımlarında daha fazla artış sağlandığını bildirmektedir.

Al-Baghdadi (2000) hidrojen ve etanol ilavesi yapılan dört zamanlı buji ile ateşlemeli bir motorun performansını incelemiştir. Çalışmada Ricardo E6/US tek silindirli, buji ile ateşlemeli, karbüratörlü, sıkıştırma oranı değiştirilebilen bir araştırma motorunu kullanmıştır. Kütlesel olarak %0-20 oranında hidrojen ve hacimsel olarak %0-30 oranında etanolu benzine ilave ederek elde edilen karışımların stokiyometrik karışım oranında, en iyi momenti sağlayacak optimum ateşleme avansında, 7, 8 ve 9 sıkıştırma oranlarında ve 1500 d/d motor devrinde NOx ve CO emisyonları, termik verim, özgül yakıt sarfiyatı ve motor gücü üzerindeki etkisini deneysel olarak araştırmıştır. Çalışılan parametreler 1500 d/d motor devrinde, stokiyometrik karışım oranında, en iyi momenti sağlayan optimum ateşleme avansında ve sıkıştırma oranı 7 iken saf benzinle elde edilen verilerle ilişkilendirilerek, boyutsuz hale getirmiştir. Hidrojenin kütlesel %8 ve etanol %30 ilave edilmesiyle elde edilen karışımla 9/1 sıkıştırma oranında CO emisyonunda %48,5, NOx emisyonunda %31,1 ve özgül yakıt

sarfiyatında %58,5 azalma gerçekleştiğini belirlemiştir. Ayrıca motor termik verimi %10,1 ve motor çıkış gücü %4,72 oranında arttığını bildirmektedir.

Caro ve ark. (2001) diesel motorlarda yakıt olarak kullanılan farklı oranlardaki diesel+etanol karışımlarının yakıt özelliklerini ölçmüşlerdir. Diesel yakıtının içerisine hacimce %10, %15, %20 oranlarında etanol ile birlikte %1 oranlarında iki farklı ilave katkı maddesi karıştırmışlardır. Çalışmalarında bu karışım yakıtlarının üst ısıl değerlerini, viskozitelerini, setan sayılarını, yoğunluklarını ve soğukta filtre tıkama noktalarını ölçmüşlerdir. Karışım yakıtlarındaki etanol miktarı arttıkça yakıtların üst ısıl değerlerinin, setan sayılarının, soğukta filtre tıkama noktasının, dinamik viskozitelerinin düştüğünü fakat ilave katkı maddesi olan yakıtın viskozitesindeki düşüşün daha az olduğunu, setan sayısındaki düşüşün ise çok azaldığını saptamışlardır.

Hansen ve ark. (2001) yaptıkları deneysel çalışmalarında hacimce % 10, %20 ve %30 oranında etanol içeren diesel yakıt karışımlarının emisyonlara etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonunda en düşük emisyon değerlerinin %20 etanol-diesel karışımı kullanıldığında oluştuğunu, normal diesel yakıtına göre is emisyonlarında %55, HC emisyonlarında %70 ve CO emisyonlarında ise %45 azalma olduğunu tespit etmişlerdir.

Heiseh ve ark. (2002) benzine hacimce %5-10-20-30 etanol eklemişlerdir. Bu yakıtı buji ile ateşlemeli bir motorda yakıt olarak kullanarak motor performansı ve egzoz emisyonlarındaki değişimleri araştırmışlardır. Benzin-etanol karışımları kullanımında motor momenti değerlerinin benzin kullanımına göre yakın olduğu belirtmişlerdir. CO emisyon değerlerinde %90'a varan oranlarda azalma, HC emisyonlarında %80'e varan oranlarda azalma, CO_2 emisyonlarında ise yaklaşık %25 oranında artış olduğunu belirtmişlerdir.

Al-Farayedhi (2002) çalışmasında, benzinli bir motorda yakıtın oktan sayının egzoz emisyonlarına etkilerini incelemiştir. Benzinin oktan sayısını, oksijen içeriğini arttırabilmek amacıyla, kurşunsuz benzine hacimsel olarak %10, %15 ve %20 oranlarında etanol, metanol ve metil tersiyer bütül ester eklemiştir. Karışım yakıtlarının araştırma oktan sayısını, % olarak oksijen miktarlarını, ısıl değerlerini ve stokiyometrik hava/yakıt oranlarını ölçmüştür. Ölçümler sonucunda referans yakıtı kurşunsuz benzinin içerisine katılan etanol, metanol ve metil tersiyer bütül ester miktarı arttıkça, araştırma oktan sayılarında artış olduğunu, oksijen miktarlarında yükselme olduğunu, ısıl değerlerinin ve stokiyometrik hava/yakıt oranlarının düştüğünü belirlemiştir.

Al-Hasan (2003) etanol-kurşunsuz benzin karışımlarının motor performansına ve egzoz emisyonlarına etkisini incelenmiştir. Deneylerde Toyota marka, dört silindirli, dört zamanlı, buji ile ateşlemeli, kurs hacmi 1452 cm^3 ve sıkıştırma oranı 9:1 olan motor kullanmıştır. Motor testlerini 1000, 2000, 3000 ve 4000 d/d motor devirlerinde, 3/4 gaz kelebeği açıklığında yapmıştır. Deneyler için on farklı etanol-kurşunsuz benzin karışımları hazırlamıştır. Her karışımda etanol miktarı %2,5 oranında artırılmış ve karışımlarda %0-25 aralığında %99 saflıkta etanol kullanmıştır. Etanolün su buharıyla reaksiyonunun önlemek ve karışımın homojenliğini sağlayabilmek amacıyla karışımlar deneyden hemen önce hazırlamıştır. Elde edilen sonuçlara göre kurşunsuz benzine etanol ilave edilmesi motor performansında ve egzoz emisyonlarında gelişme sağlamıştır. Etanol ilavesi ortalama olarak motor gücünü %8,3, termik verimi %9 ve volumetrik verimi %7 artırmıştır. Yakıt tüketimi ortalama %5,7 artarken, özgül yakıt tüketimi yaklaşık %2,4 azalmıştır.

Can (2003) diesel yakıtına hacimsel oranda %10, %15, %20 etanol ve yakıt karışımlarının homojenliğini ve stabilizesini sağlayabilmek için karışıma %1 oranında izopropanol eklenmesinin 4 zamanlı, dört silindirli turboşarjlı ön yanma odalı bir diesel motorunda farklı yakıt enjeksiyon basınçlarında (100, 150, ve 250 bar) kullanarak, motor performansı ve egzoz emisyonlarına etkisini incelemiştir. Deneylerini sırasıyla %100, %75 ve %50 yüklerde yapmıştır. Çalışma sonunda etanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında CO, is ve SO_2 emisyonlarının azaldığını, NOx emisyonlarında artış olduğunu ve motor gücünde ise %10 etanol için %12,5 ve %15 etanol için %20 azalma olduğunu tespit etmiştir.

He ve arkadaşları (2003) elektronik yakıt enjeksiyon sistemine sahip buji ile ateşlemeli motorda etanol-benzin karışımlarının emisyonlar üzerindeki etkisini ve katalitik dönüştürücünün verimini incelemişlerdir. Çalışmada çok nokta yakıt enjeksiyon sistemli ve sıkıştırma oranı 8,2:1 olan motor kullanmışlardır. Egzoz gazları, katalitik konvertörün giriş ve çıkışından ölçülmüştür. Deneylerde kurşunsuz benzin (E0) ve hacimsel olarak %10 etanol ve %30 etanol içeren etanol-benzin karışımları kullanmışlardır. Etanol kullanımında motor çıkışındaki CO emisyonunun azaldığını tespit etmişlerdir.

Al-Baghdadi (2004) tek silindirli dört zamanlı benzinli bir motorda etanol ve hidrojen kullanımının, simülasyon modeliyle performans parametrelerine etkilerini incelemiştir. Çalışmasında E10, E20 ve E30 yakıtlarını kullanmıştır. E30 yakıtında, hacimce %30 etanol, %68 benzin bulunduğunu belirtmiştir. Geri kalan %2'lik hidrojen

gazı karbüratörün içerisine oranlı bir şekilde vermiştir. Bu karışım yakıtlarının yoğunluklarını, araştırma oktan sayılarını, reid buhar basınçlarını, hacimce kükürt, karbon ve hidrojen içeriklerini, distilasyon değerlerini ve ısıl değerlerini ölçmüştür. Karışımdaki etanol miktarı arttıkça yoğunluklarının, araştırma oktan sayılarının arttığını ve Reid buhar basınçlarının arttığını, E10 yakıtında reid buhar basıncının maksimum olduğunu, kükürt miktarının ve distilasyon sıcaklıklarının düştüğünü, maksimum düşüşün hacimce %50 distilasyonda olduğunu belirlemiştir. Karışımların ısıl değerlerinin azaldığını, hacimce karbon miktarının E10 ve E20 de arttığı fakat E30 yakıtındaki değerin referans yakıtının altına düştüğünü, karışımdaki hidrojen miktarının E10 ve E20 de azaldığını E30 yakıtındaki değerin referans yakıtının üzerine çıktığını belirtmiştir.

Acaroğlu ve ark. (2004) farklı araçlarda biyoetanol kullanıldığında oluşan emisyon değerlerinin, aynı araçlarda benzin kullanılması sonucu oluşan emisyon değerlerini GEMIS (Global Emission Model for Integrated Systems) programı ile karşılaştırmışlardır. Etanolün CO değerlerinde %60-65 ve NOx değerlerinde %45 düşüş sağladığını tespit etmişlerdir. .

Can ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada turbo şarjlı, endirekt püskürtmeli bir diesel motorunda, farklı enjeksiyon basınçlarında (150-200-250 bar), hacimsel olarak %10- 15 etanol katkılı diesel yakıtının motor performansına ve egzoz emisyonlarına etkisini incelemişlerdir. Etanol ve diesel yakıt karışımının homojen bir şekilde karışması için %1 oranında izopropanol eklemişlerdir. Deney sonuçlarına göre, enjeksiyon basıncı arttıkça, özellikle 1500-2000 d/d motor devirleri arasında, NOx emisyonunda artış, CO, is ve SO_2 emisyonlarında ve motor gücünde azalma olduğunu gözlemlemişlerdir.

Çelikten (2004) indirekt püskürtmeli diesel motorunda tam yükte diesel ile %10 oranlarında etanol-diesel yakıt karışımını kullanmıştır. Çalışmada, motor performansı (güç, tork, yakıt tüketimi) ve emisyonlar (O_2, CO, CO_2, NOx, SO_2 ve % duman koyuluğu) ile ilgili değişimleri incelemiştir. Yaptığı deneyler sonucunda, diesel yakıtına %10 oranında etanol ilave edilmesi ile motor gücü, motor torku ve yakıt tüketim miktarında azalmalar meydana geldiğini belirlemiştir. Egzoz emisyonlarında ise O_2 artar iken, NOx ve CO emisyonları kısmen, CO_2, SO_2 ve duman emisyonlarında ise oldukça fazla oranlarda azalmalar tespit etmiştir. Diesel yakıtına göre, etanollü yakıt karışımı kullanıldığında motor gücü ortalama olarak 5 kW ve motor torkunun da 10 Nm

kadar düştüğünü tespit etmiştir. Özgül yakıt tüketiminde ise, kW/h başına 50 gr kadar azalma olduğunu belirtmiştir.

Can ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada Diesel yakıtına %10 ve %15 hacimsel oranlarında etanol karıştırılarak farklı motor devir sayılarında ve yüklerinde çalışan bir ön yanma odalı turbo diesel motorun egzoz emisyonlarını incelemişlerdir. Yaptıkları deneyler sonucunda etanol ilavesinin, NOx emisyonunda artma, ayrıca etanolun ısıl değerinin düşük olmasından dolayı da bir miktar motor gücünde düşmeye sebep olduğunu göstermesine rağmen, CO, is ve SO_2 emisyonlarında azalma sağladığını belirtmişlerdir.

İmrağ (2006) yakıt olarak sadece benzin (E0), %5 etanol karışımı (E05), %10 etanol karışımı (E10), %20 etanol karışımı (E20) kullanmıştır. Bu karışımların; motor gücü, motor torku, özgül yakıt tüketimi, egzoz emisyonu, motor verimi, ortalama efektif basınç ve egzoz sıcaklığına etkilerini deneysel olarak incelenmiştir. Benzin içerisine karıştırılan alkol, motor gücünde ve torkunda kısmi bir artış sağlamıştır (Örneğin; motor gücündeki ve torkundaki maksimum artış E10 yakıtı ile 3,8 HP ve 3,93 Nm olarak elde edilmiştir). Özgül yakıt tüketimi alkol karışımlarında E0'a göre daha yüksek çıkmıştır. Egzoz emisyonu ölçümlerinde, karbonmonoksit (CO) ve hidrokarbon (HC) değerlerinde alkolün önemli bir düşüş sağladığı tespit etmiştir.

Koç (2006) çalışmasında, hacimce %50 ve %85 etanol içeren benzin-etanol karışımlarının yüksek sıkıştırma oranlarında, buji ateşlemeli bir motorun performans ve emisyonları üzerine etkilerini incelemiştir. Deneyleri tam yükte yapmış, motor devri, ateşleme avansı, hava fazlalık katsayısı ve sıkıştırma oranını değişken olarak almıştır. Sıkıştırma oranı 10:1'den 11:1'e yükseltildiğinde, tüm deney şartlarında %85 etanol içeren karışımdan elde edilen motor momenti ve motor gücü değerlerinde artış, sıkıştırma oranı 11:1'den 12:1'e yükseltildiğinde, motor momenti ve motor gücünde azalama olduğunu belirtmiştir.

Topgül (2006) etanol benzin karışımlarının benzinli motorlarda kullanımının optimum çalışma parametrelerini araştırmıştır. Bu çalışmada yakıt olarak hacimce benzinin içerisine %10, %20, %40 ve %60 oranlarında etanol ilave etmiş dört farklı (E10, E20, E40, E60) yakıt karışımı hazırlamıştır. Hazırlamış olduğu karışım yakıtlarının distilasyon değerlerini, yoğunluklarını, reid buhar basınçlarını, motor oktan sayılarını, araştırma oktan sayılarını, hacimce kurşun ve kükürt miktarlarını ölçmüştür. Distilasyon sıcaklığı 70°C olduğunda E10 yakıtında hacimce % distilasyonun

maksimum olduğunu ve sonrasında düşme eğilimi gösterdiğini, distilasyon sıcaklığının 100°C olduğunda hacimce % distilasyon'un E60 yakıtına kadar arttığını belirlemiştir.

Uslu (2006) yaptığı çalışmada tek silindirli bir diesel motorunda E5, E10 ve E15 oranlarında etanol-eurodiesel yakıtı karışımlarının, farklı püskürtme avanslarındaki emisyon ve performans parametreleri üzerine etkisini incelemiştir. Deney sonuçlarına göre her bir avans değeri için karışım içerisindeki etanol miktarının artması ile özgül yakıt tüketimi ve NOx emisyonlarında artma CO ve HC emisyonlarında ise azalma kaydedilmiştir. Avans değerinin değiştirilmesi ile özgül yakıt tüketiminde artma gözlemlenmiştir. Avans değerinin artırılması ile CO ve HC emisyonlarında azalma NOx emisyonlarında artma, avans değerinin azaltılması ile de CO ve HC emisyonlarında artma, NOx emisyonlarında ise azalma olduğunu vurgulamıştır. Etanol-eurodiesel karışımları içerisinde en az yakıt tüketimini değerini eurodiesel yakıtının verdiğini, fakat emisyonlar açısından bakıldığında en düşük emisyon değerlerinin (CO ve HC), E15 (%15 etanol + %85 eurodiesel) yakıtında elde edildiğini saptamıştır.

Acaroğlu (2007) Alternatif Enerji Kaynakları kitabında, benzinin oktan sayısını arttırmak için, Benzinin içerisine %10 biyoetanol eklendiğinde oktan sayısının 2 birim arttığını belirtmiştir. Stokiyometrik hava yakıt oranının biyoetanol benzin karışımı yakıt kullanan motorlarda azaldığını ve etanolün içerisinde bulunan oksijenin hava yakıt oranını etkilediğini belirtmiştir. Biyoetanol benzin karışımı yakıtların içerisinde bulunan suyun yakıt donanımına ve emme sistemi üzerinde korozif etki yaptığını ve buharlaşma gizli ısısının benzine göre daha yüksek olduğunu, ayrıca benzin biyoetanol karışımlarının soğuk havalarda çalışma yeteneğinin zayıf olduğunu açıklamıştır.

Örs (2007) yaptığı çalışmada, elektronik ateşleme sistemi ve enjeksiyonlu yakıt sistemi olan benzinli bir motora sahip taşıtta, hacimce %10-20-30 etanol içeren benzin-etanol karışımları kullanılmasının tekerlek tahrik kuvveti, tekerlek tahrik gücü, CO, HC ve CO_2 emisyonlarına etkilerini incelemiştir. Yaptığı deneylerde tekerlek tahrik kuvvetinde en yüksek artışın, 2. vites durumunda, 20 km/h taşıt hızında E20 yakıtı ile %9,56 oranında gerçekleştiğini, tekerlek tahrik kuvvetinde en yüksek düşüşün, 4. vites durumunda, 100 km/h taşıt hızında E30 yakıtı kullanımında %5,75 oranında ferçekleştiğini saptamıştır. Tekerlek tahrik gücünde en yüksek artışın, 2. vites durumunda, 20 km/h taşıt hızında, E20 yakıtı kullanımında %9,56 oranında, tekerlek tahrik gücünde en yüksek düşüşün, 4. vites durumunda, E30 yakıtı kullanımında %5,44 oranında olduğunu belirtmiştir. Emisyonlara bakıldığında ise, CO emisyonunda en yüksek düşüşün, 4. vites durumunda, 140 km/h taşıt hızında, E20 yakıtı kullanımında,

HC emisyonunda, en yüksek düşüşün, 2. vites durumunda, 20 km/h taşıt hızında, E10 yakıtı kullanımında gerçekleştiğini bildirmektedir.

Song ve ark. (2007) E0, E5, E10, E15 ve E20 yakıtlarını turbo şarjlı, ara soğutmalı, Dongfeny Chaoyang Diesel Engine Ltd. tarafından üretilmiş, 17,5:1 sıkıştırma oranına sahip, 6 silindirli, direk enjeksiyonlu, toplamda 5785 ml silindir hacmine sahip bir diesel motorda denemişlerdir. Yaptıkları deneysel çalışmalar sonucu karışımdaki etanol miktarı arttıkça, egzoz gazları içindeki CO miktarının da arttığını belirtmişlerdir. E0 yakıtı kullanımında 1,585 g/kWh olan CO miktarı, E20 yakıtı kullanımında yaklaşık %70 artışla 2,699 olmuştur. NOx miktarı ise E0 ve E20 yakıtlarında sırasıyla 7,934 g/kWh ve 7,350 g/kWh ile en düşük seviyede olmuştur. Diğer yakıt karışımları kullanımda ise NOx değeri yaklaşık %7'ye varan oranlarda daha yüksek çıkmıştır.

Alakel (2008) bitkisel soya yağı metil esterinden elde edilmiş biyodiesel, diesel ve sırasıyla %5, %10, %15 ve %20 oranında etanolun hacimsel olarak karışımlarının diesel bir motorda, değişik devirlerde performans değişimlerine etkisini araştırmıştır. Diesel yakıtına oranla daha düşük alt ısıl değere sahip olan soya biyodieseli ve etanol oranının arttıkça özgül yakıt tüketiminin arttığını belirlemiştir.

Çelik ve Çolak (2008) yaptıkları çalışmada değişken sıkıştırma oranlı bir motorda saf etanol kullanılmasının motor performansı ve emisyonları üzerindeki etkisini deneysel olarak incelemişlerdir. Deneylerde tek silindirli, dört zamanlı, buji ateşlemeli, sıkıştırma oranı değiştirilebilen bir araştırma motoru kullanmışlardır. Deneyleri motorun 6/1 sıkıştırma oranında benzin ve etanol ile, 8/1 ve 10/1 sıkıştırma oranında etanol ile çalıştırılmasıyla gerçekleştirmişlerdir. Deneyler sonucunda 6/1 sıkıştırma oranında etanol kullanılmasıyla benzine göre önemli bir güç kaybı olmadan CO, CO_2 ve NOx emisyonlarında azalma olduğunu belirlemişlerdir. Sıkıştırma oranının 10/1'e kadar artırılmasıyla, etanol, benzine göre %25 güç artışı sağlamıştır. Ayrıca CO, CO_2 ve NOx emisyonlarında sırayla %41, %21 ve %26 azalma elde edilirken, HC emisyonunda %40 artış gözlenmiştir. Etanol kullanılması durumunda b_e değeri benzine göre daha yüksek çıkmıştır.

Çelikten (2008) yaptığı çalışmada, biyoetanol benzin karışımlarının yoğunluk, alt ısıl değer, su içeriği, karbon, hidrojen ve kükürt değerlerini incelemiştir. Yakıt olarak hacimce %0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 85, 100 biyoetanol içeren E0, E1, E2, E3, E4, E5, E10, E15, E20, E30, E40, E50, E60, E70, E80, E85, E100 yakıtlarının yoğunluklarının, karışımdaki biyoetanol miktarına bağlı olarak arttığını

tespit etmiştir. E0 yakıtından E100 yakıtına doğru gidildikçe yakıtların alt ısıl değerlerinde azalma olduğunu belirtmiştir. Karışım yakıtlarının kükürt miktarlarının biyoetanol oranına bağlı olarak arttığını belirtmiştir.

Huang ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada diesel yakıtına sırasıyla hacimsel olarak %10, 20, 25 ve 30 etanol, ayrıca bu karışımlara %5 oranında bütanol eklemişlerdir. Onbir gün içinde karışımlarda faz ayrışmasının olmadığını, özgül yakıt sarfiyatlarının diesel yakıtına oranla %10 oranında arttığını tespit etmişlerdir. CO emisyonlarının diesel yakıtına oranla yaklaşık %5 oranında azaldığını, fakat HC ve NOx miktarlarının da %100'e varan oranlarda arttığını tespit etmişlerdir.

Aydın ve İlkılıç (2010) yaptıkları çalışmada ayçiçeği yağı biyodieseli, diesel yakıtı ve etanol karışımları kullanmışlardır. %20 biyodiesel %80 diesel yakıtı, %20 etanol %80 biyodiesel karışımı yakıtlar hazırlamışlardır. Bu yakıtları tek silindirli, 4 zamanlı bir diesel motorda denemişlerdir. Yaptıkları deneyler sonucu en yüksek tork diesel yakıtına oranla yaklaşık %5 daha fazla olarak BE20 yakıtında ölçülmüştür. Özgül yakıt tüketimi bakımından en düşük değer diesel yakıtında iken, en yüksek değer %20 daha fazla olarak B20 yakıtında olmuştur. Motor güçleri birbirlerine çok yakın değerler olmuştur. Fakat en yüksek güç değeri yaklaşık %5 farkla BE20 yakıtında ölçülmüştür.

Kim ve Choi (2010) yaptıkları çalışmada Common Rail direk enjeksiyon yakıt sistemine sahip bir diesel motorda biyodiesel ve biyoetanol karışımlarını kullanarak emisyon değişimlerini araştırmışlardır. Deneylerde %100 diesel yakıtı, hacimsel olarak %15 biyoetanol içeren diesel karışımı, %5 biyodiesel içeren diesel yakıtı, %15 biyodiesel içeren diesel yakıt karışımı ve %20 biyodiesel içeren diesel yakıt karışımı kullanmışlardır. Yaptıkları deneysel çalışmalar sonucu biyoetanol diesel yakıtı karışımlarının kullanıldığı zaman motor gücünün %100 diesel yakıtı kullanımındaki ile benzer olduğunu, fakat yakıt karışımlarının alt ısıl değerlerinin düşük olmasından dolayı yakıt tüketiminin arttığını belirtmişlerdir. Biyodiesel-diesel yakıtı karışımlarının kullanımında CO emisyonlarının azaldığını, fakat yakıtların oksijen içeriğinden dolayı NOx miktarlarının arttığını belirlemişlerdir.

Sayın (2010) metanol diesel yakıtı (M5-M10) karışımı, etanol-diesel yakıtı (E5-E10) karışımlarının motor performans ve emisyonlarına etkilerini araştırmıştır. Bu yakıtları tek silindirli 4 zamanlı, direk enjeksiyonlu bir motorda denemiştir. Yaptığı deneyler sonucu en düşük CO miktarı, diesel yakıtına oranla %50 daha az oranda M10 yakıtında elde edilmiştir. En fazla NOx miktarının ise M10 yakıtında, diesel yakıtına oranla %50 daha fazla oranda olduğunu belirlemiştir. Diesel yakıtı kullanımında özgül

yakıt tüketiminin en az olduğunu, karışım yakıtlarında ise yaklaşık %10 daha fazla yakıt tüketildiğini tespit etmiştir.

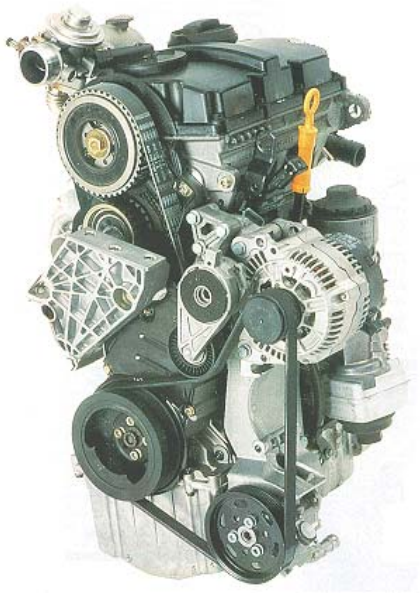
Qi ve ark. (2010) yaptıklar çalışmada etanol, soya yağından üretilmiş biyodiesel ve su emülsiyonlarının, emisyonlara etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kullanmak için iki farklı yakıt karışımı hazırlamışlardır. Yakıt karışımı hazırlarken 80 ml biyodiesel, 20 ml etanol, 0,5 ml su, 4 gr Span 80 isimli katkı ve 80 ml biyodiesel, 20 ml etanol, 1 ml su, 4 gr Span 80 isimli katkı kullanarak iki farklı yakıt elde etmiştir. Bu iki farklı yakıt ve soya biyodieselini motorda denemişlerdir. Deneyler için tek silindirli, 4 zamanlı, su soğutmalı, 16,5:1 sıkıştırma oranına sahip, direk enjeksiyonlu bir diesel motor kullanmışlardır. Yaptıkları deneyler sonucunda biyodiesel kullanımında NOx ve CO miktarlarının yaklaşık %50 daha yüksek oranda olduğunu tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Deney motoru

Deneylerde, dört zamanlı, üç silindirli, turbo şarjlı Volkswagen Polo marka, 2006 model bir diesel motor kullanılmıştır. Motorun yakıt sistemi; elektrikli besleme pompası, yakıt filtresi, yakıt hattı boruları, pompalı enjektör tipi yüksek basınç pompası ve enjektörlerden oluşmaktadır. Deneyde kullanılan diesel motorunun resmi Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de, üretici firma tanımlı teknik özellikleri Çizelge 3.1'de verilmektedir.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan diesel motor

Çizelge 3.1. Deney motorunun teknik özellikleri

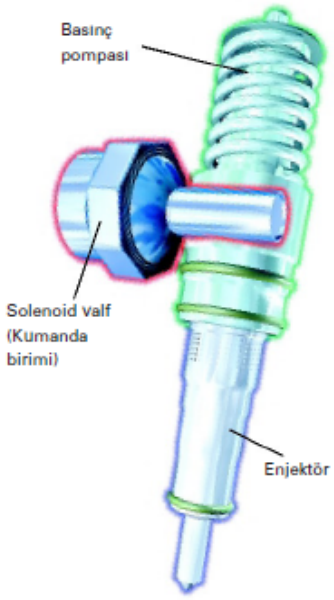
Silindir Sayısı	Sıralı 3 Silindir
Motor Hacmi	1422 cc
Sıkıştırma Oranı	19,5:1
Motor Gücü	51.5 kW@ 4000 d/d
Maks. Tork	155 Nm @ 1600 d/d
Yakıt	Diesel
Silindir Çapı	79,5 mm
Piston Stroğu	95,5 mm
Yakıt Sistemi	Pompalı enjektör
Ateşleme Sırası	1-2-3
Hava Besleme Türü	Turbo şarj ve intercooler



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan diesel motor

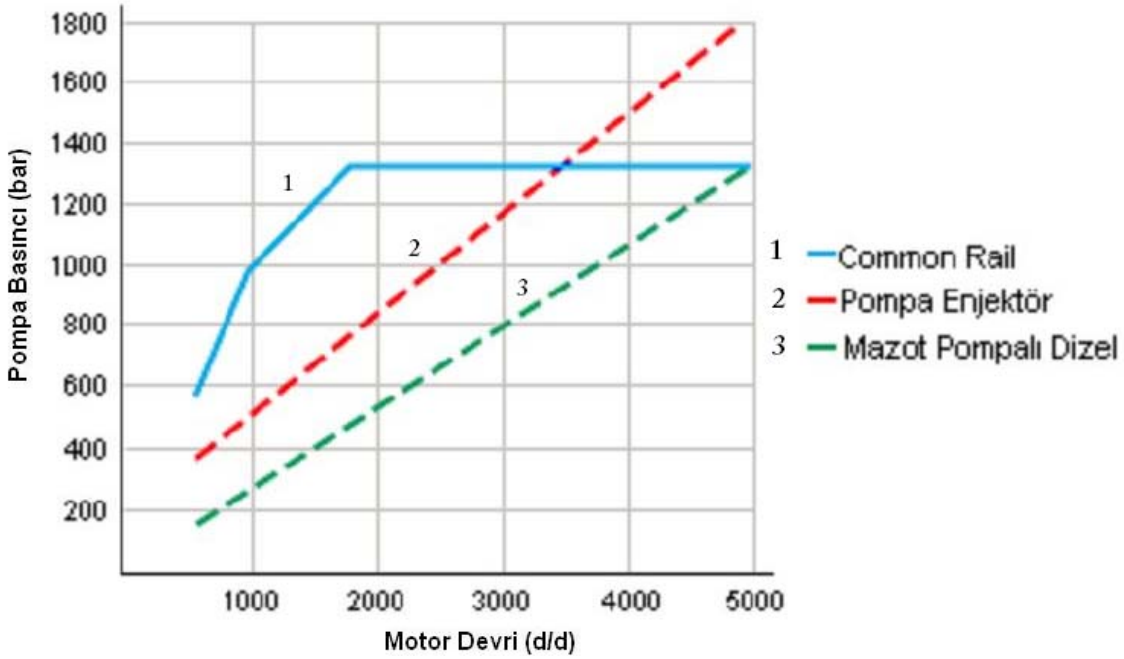
3.1.2. Pompalı enjektör

Pompalı enjektörün görevi enjeksiyon için gerekli yüksek basıncı üretmek ve yakıtı doğru zaman ve miktarda silindire püskürtmektir. Pompalı enjektör ünitesi Şekil 3.3'de görüldüğü gibi, bir enjeksiyon pompası, selenoid valf ve enjektörün tek bir ünitede toplanmasıyla meydana gelmiştir. Motorun her silindirinde bir pompalı enjektör ünitesi vardır.



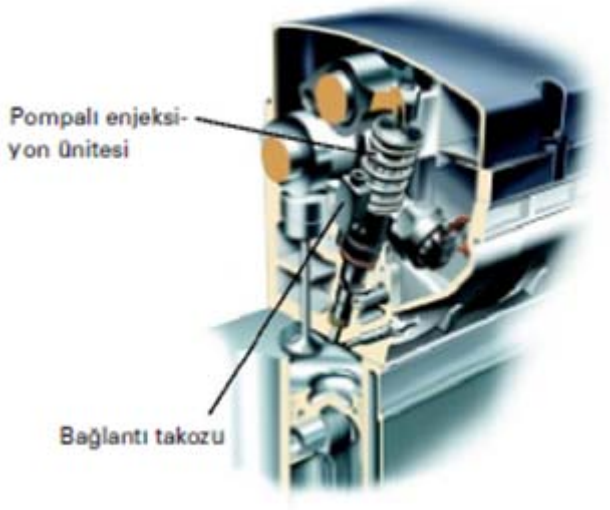
Şekil 3.3. Pompalı enjektör

Pompalı enjektör ile oldukça yüksek basınçlara ulaşılabilir. Şekil 3.4'de common rail, pompalı enjektör ve mazot pompası basınçları görülmektedir. Şekilden de görüleceği gibi motor devri arttıkça pompalı enjektörün basıncı da artmaktadır (Aydoğan, 2006; Anonim, 2010).



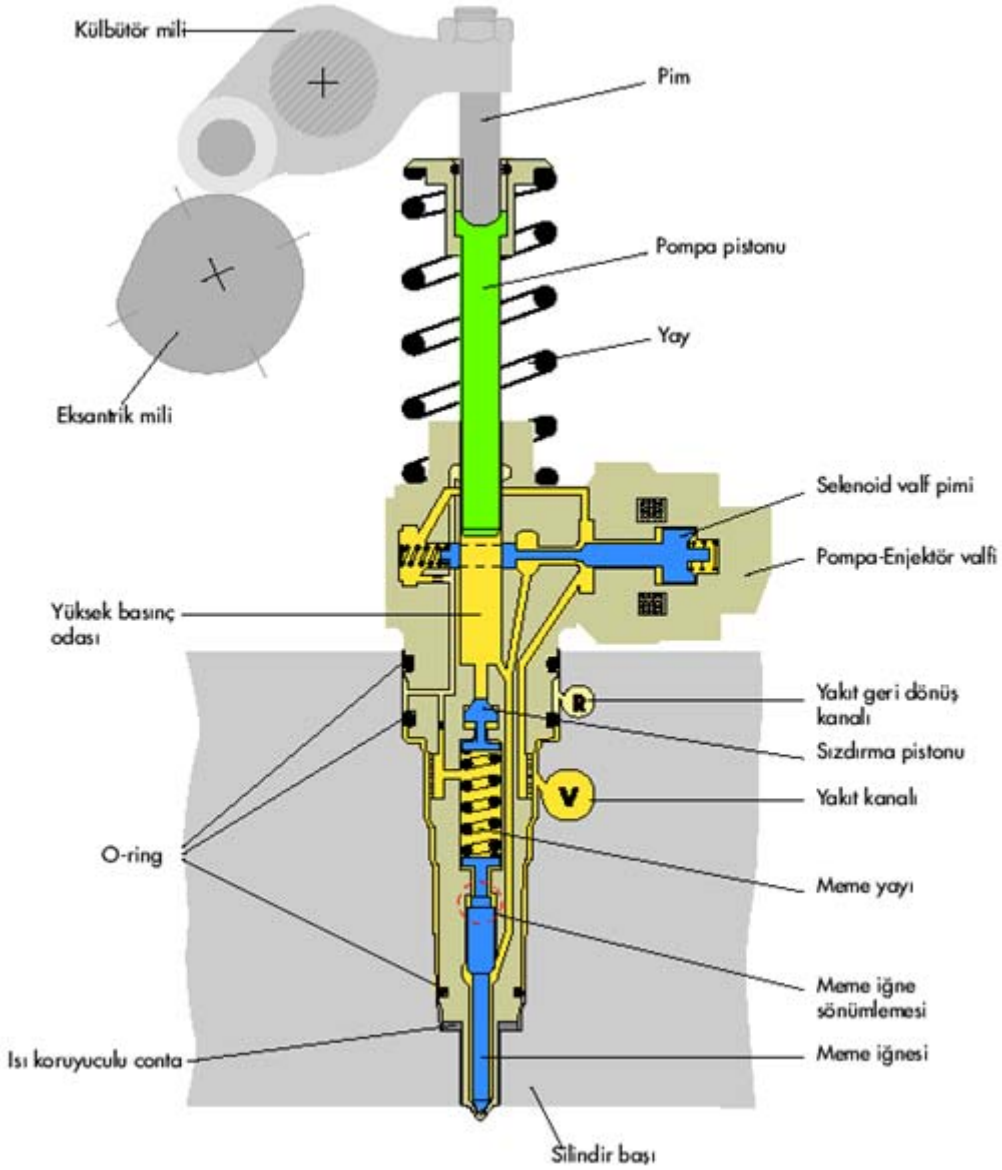
Şekil 3.4. Common rail, pompalı enjektör ve mazot pompasının basınçlarının motor devrine göre değişimleri

Basınç oluşumu, enjeksiyon başlangıcı ve enjeksiyon miktarı motor yönetim sistemi tarafından, selenoid valfler aracılığıyla hassas şekilde kontrol edilir. Bunun sonucunda daha iyi bir karışım oluşturulur ve yakıt hava karışımının iyi yanması sağlanır. Böylece yüksek verim, düşük emisyon seviyeleri ve yüksek yakıt tasarrufu elde edilir. Pompalı enjeksiyon üniteleri Şekil 3.5'de görüldüğü gibi bağlantı takozları vasıtasıyla silindir kapağına takılmıştır (Anonim, 2010).



Şekil 3.5. Pompalı enjektörün silindir kapağındaki konumu

Pompalı enjektörün parçaları ve yapısı Şekil 3.6'da verilmiştir (Anonim, 2010).



Şekil 3.6. Pompalı enjektörün parçaları ve yapısı

3.1.3. Hidrolik dinamometre

Çalışmada kullanılan dinamometre Şekil 3.7'de görülmektedir. Sulu fren sistemine sahip olan dinamometrenin teknik özellikleri ise Çizelge 3.2'de verilmiştir. Hidrolik dinamometrenin kontrol panosu Şekil 3.8.'de, moment ölçümü için hidrolik dinamometrenin üzerinde bulunan yük hücresi Şekil 3.9'da görülmektedir.



Şekil 3.7. Çalışmada kullanılan hidrolik dinamometre

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan hidrolik dinamometrenin teknik özellikleri

Fren Modeli	BT-190 FR
Maksimum frenleme gücü	100 kW
Maksimum devir	6000 d/d
Maksimum moment (tork)	750 Nm
Fren suyu çalışma basıncı	0-2 kg/cm^2
Maksimum güç için su ihtiyacı	2,3 m^3/sa
Maksimum fren suyu çıkış sıcaklığı	80 ^{o}C
Tork ölçümü	Elektronik load-cell
Dönüş yönü	Sağ ve sol dönüşlü



Şekil 3.8. Dinamometrenin kontrol panosu



Şekil 3.9. Dinamometrenin üzerinde bulunan yük hücresi

3.1.4. Elektronik terazi

Motor deneyleri yapılırken yakıt tüketiminin ölçülmesi gerekmektedir. Yakıt tüketiminin ölçülmesi, performans parametrelerini belirlemek için oldukça önemlidir. Şekil 3.10'da yakıt tüketiminin ölçülmesinde kullanılan elektronik terazi görülmektedir. Bu terazi belirli bir zaman sürecinde tüketilen yakıt miktarını kütlesel olarak ölçmeye yarar. Elektronik terazinin özellikleri Çizelge 3.3'de görülmektedir.



Şekil 3.10. Çalışmada kullanılan elektronik terazi

Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan elektronik terazinin özellikleri

Marka	Dikomsan
Model	JS-30BM
Hassasiyeti	1 gr
Ölçüm ağırlığı	30 kg
Güç Kaynağı	Batarya veya adaptör

3.1.5. Egzoz gazları analiz cihazı

Kullanılan bütün yakıtlar için egzoz gazlarındaki CO, CO_2, HC, O_2 ve NOx değerlerinin ölçülmesi amacıyla bir adet egzoz gaz analiz cihazı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan egzoz analiz cihazının fotoğrafı Şekil 3.11'de, teknik özellikleri ise Çizelge 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3.11. Çalışmada kullanılan egzoz gazları analiz cihazı

Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan egzoz analiz cihazının teknik özellikleri

	Birim	Ölçüm Aralıkları
CO	%	0-9.99
CO_2	%	0.19.99
HC	ppm	0-2500
COK	%	0-9.99
λ	%	0-1.99
O_2	%	0-20.8
NOx	ppm	0-2000
İşletme Sıcaklığı	°C	5-40
Bekletme Sıcaklığı	°C	(-20)-(+60)
Besleme gerilimi	V	12

3.1.6. Sıcaklık ölçüm elemanı

Deney motorunun egzoz emisyon numunelerinin alındığı noktadaki egzoz akışkanlarının sıcaklığı Şekil 3.12'de görülen dijital göstergeli ve K tipi bir termocouple ile ölçülmüştür. Deney ortamını sıcaklığı da ayrı bir sıcaklık ölçer ile ölçülmüştür.



Şekil 3.12. K tipi termocouple

3.1.7. Yakıt ölçüm kapları

Yakıt karışımlarını hazırlamak için Şekil 3.13'de görülen, 500 ml ve 250 ml kapasiteli cam tüpler kullanılmıştır.



Şekil 3.13. Yakıt ölçüm kapları

3.1.8. Deney yakıtları

Deneyler için Total Firmasının bir istasyonundan Eurodiesel yakıtı temin edilmiştir. Araştırmalarda kullanılan Eurodiesel yakıtının ölçülen değerleri Çizelge 3.5'de verilmiştir. Çalışma için gerekli olan biyoetanol ise Konya Şeker A.Ş.'den temin edilmiştir. Bu biyoetanol şeker pancarından üretilmiştir. Eurodiesel yakıtı ve şeker pancarı biyoetanolu ile 8 adet yakıt karışımı hazırlanmıştır. . Hazırlanan yakıt karışımlarının oranları sırası ile E0, E1, E2, E3, E4, E5, E10, E15 dir. Bu karışımlardaki Eurodiesel ve biyoetanol oranları Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan eurodiesel yakıtının özellikleri (23.02.2010)

Özellik	Birim	Değer	Sınır	Deney Yöntemi
Yoğunluk (15 °C'ta)	kg/m^3	820-840		TS 1013 EN ISO 3675 TS EN ISO 12185
Polisiklik aromatik hidrokarbonlar	% ağırlık	11	En çok	TS EN 12916
Parlama Noktası	°C	55	En az	TS EN ISO 2719
Bulutlanma Noktası	°C	-10	En çok	TS 2834 EN 23015
Soğuk Filtre Tıkanma Noktası (SFTN)	°C			TS EN 116
Kış (a)		-25	En çok	
Yaz (b)		5	En çok	
Damıtma				TS 1232 EN ISO 3405
250 °C'ta elde edilen	% hacim	65	En çok	
350 °C'ta elde edilen	% hacim	85	En az	
% 95'in (hacim/hacim) elde edildiği sıcaklık	°C	360	En çok	
Kükürt	mg/kg	10	En çok	TS EN ISO 20846 TS EN ISO 20884
Karbon Kalıntısı (% 10 damıtma kalıntısında)	% ağırlık	0,3	En çok	TS 6148 EN ISO 10370
Viskozite (40 °C'ta)	cst	2,0-4,5		TS 1451 EN ISO 3104
Bakır Şerit Korozyon (50 °C'ta 3 saat)		No.1	En çok	TS 2741 EN ISO 2160
Kül	% ağırlık	0,01	En çok	TS 1327 EN ISO 6245
Setan sayısı*		51	En az	TS 10317 EN ISO 5165
Setan İndisi**	----	46	En az	TS 2883 EN ISO 4264
Su	mg/kg	200	En çok	TS 6147 EN ISO 12937
Toplam Kirlilik	mg/kg	24	En çok	TS EN 12662
Oksidasyon Kararlılığı	g/m^3	25	En çok	TS EN ISO 12205
Yağlama özelliği (wsd) 60 °C'ta Düzeltilmiş aşınma izi çapı	µm	460	En çok	TS EN ISO 12156-1

(a) 1 Ekim-31 Mart (± 15 gün)
(b) 1 Nisan- 30 Eylül (± 15 gün)
*TS 590 değeridir
**Hesaplanarak elde edilmiştir

Çizelge 3.6. Karışımlardaki eurodiesel ve biyoetanol oranları

Deney Yakıtı	Eurodiesel Oranı (% hacim)	Biyoetanol Oranı (% hacim)
E0	100	0
E1	99	1
E2	98	2
E3	97	3
E4	96	4
E5	95	5
E10	90	10
E15	85	15

3.1.9. Beraid ED10 katkısı

Akzo Nobel şirketi tarafından üretilen bu katkı üretici firmanın belirttiğine göre Beraid ED10 susuz etanol ve diesel yakıtının düşük ısılarda bile birbirine iyice karışmasını sağlar. Karışımın oluşması için herhangi bir ısıtma ya da özel donanım gerekmez. Beraid ED10 eklenmesi ayrıca yakıt karışımının dengeli, yağlayıcı, korozyon önleyici ve düşük sıcaklıklarda yakıt karışımının özelliklerinin dengeli olmasını sağlar.

Bu çalışmada kullanılan Beraid ED10 katkısı üretici firma olan Akzo Nobel İsviçre'den temin edilmiştir. Üretici firmanın önerdiği miktar gereğince karışımlara hacimsel olarak %2 oranında Beraid ED10 eklenmiştir. Deneyler katkısız ve katkılı yakıt karışımları ile yapılarak karşılaştırılmıştır. Beraid ED10 katkılı yakıt karışımlarının oranları Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Karışımlardaki eurodiesel, biyoetanol ve Beraid ED 10 oranları

Deney Yakıtı	Eurodiesel Oranı (% hacim)	Biyoetanol Oranı (% hacim)	Beraid ED 10 Oranı (% hacim)
BE0	100	0	0
BE1	97	1	2
BE2	96	2	2
BE3	95	3	2
BE4	94	4	2
BE5	93	5	2
BE10	88	10	2
BE15	83	15	2

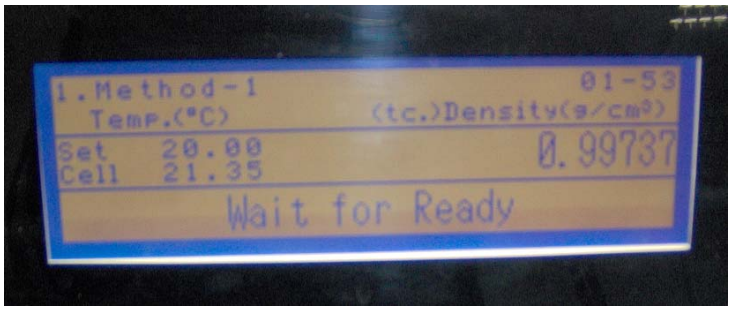
3.1.10. Yoğunluk ölçme cihazı

Yoğunluk ölçme deneyinde Şekil 3.14'de gösterilen KEM Density/Specific Gravity Meter DA–505 cihazı kullanılmıştır. Cihazın ekranı ise Şekil 3.15'de görülmektedir.



Şekil 3.14. Çalışmada kullanılan yoğunluk ölçüm cihazı

Cihaz Rezonant Frekans bulma ölçüm metoduyla çalışmaktadır. Ölçüm aralığı 0-3 g/cm^3, çalışma sıcaklığı 4-90 ºC, hata payı yoğunluk ölçmede ±0,00005 gr/cm^3, manuel olarak ölçüm zamanı 1-4 dakika, programlama kodunda 2-10 dakikadır. Ölçüm için gereken minimum numune, şırınga edilirse 1.2 ml, birleşik deneme pompasıyla 2 ml'dir.



Şekil 3.15. Yoğunluk ölçme cihazın LCD ekranı

3.1.11. Kalorimetre cihazı

Deney yakıtlarının üst ısıl değerlerini ölçmek için Şekil 3.16'te görülen IKA Calorimeters C200 cihazı kullanılmıştır. Şekil 3.17'de ise cihazın kalorimetre bombası görülmektedir. Cihazın teknik özellikleri Çizelge 3.8'de verilmiştir.



Şekil 3.16. Çalışmada kullanılan IKA Calorimeters C 200 cihazı



Şekil 3.17. IKA Calorimeters cihazının kalorimetre bombası

Çizelge 3.8. IKA Calorimeters C200 cihazının teknik özellikleri

Ölçüm aralığı	40.000 j (max)
Dinamik ölçüm süresi	8 dakika
İsoperibolik ölçüm süresi	17 dakika
Çalışma sıcaklığı	20 ^{o}C-25 ^{o}C
Çalışma ortamı nem miktarı	%80 (max)
Oksijen basıncı max.	30 bar
Yazıcı bağlantısı	Paralel
Bilgisayar bağlantısı	RS232

3.1.2. Gaz kromatografisi

Gaz kromatografisi, fiziksel ve kimyasal özelliklerdeki farklardan yararlanarak bir karışımı oluşturan bileşiklerin birbirinden ayrılmasıdır. Ölçmenin kısa sürede ve çok duyarlı şekilde başarılması metodun üstünlüğünü ortaya koymaktadır. Gaz kromatografisi kimya alanında gazların ve uçucu maddelerin analizleri ve ayrılmasında uygun bir metod olarak yaygın bir şekilde kabul edilmiştir. Bu çalışmada deney yakıtları gaz kromatografisi ile analiz edilmiştir. Çalışmada Şekil 3.18'de görülen Agilent Technologies 6890 model gaz kromatografisi kullanılmıştır. Çizelge 3.9'da ilgili cihazın bazı teknik özellikleri görülmektedir. Gaz kromatografik analizler HP (Hewlett Packard) Agilent marka, 6890 N model, FID (flame Ionization Detector, Alev İyonlaştırıcı Dedektör) dedektörlü otomatik injektörlü gaz kromatografi cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Analizlerde DB 23, 60 m x 0.32 mm x 0.25 μm nominal kapiler yağ asidi kolonu kullanılmıştır. Gaz kromatografi cihazının injektör bloğu sıcaklığı 270 ^{o}C, dedektör bloğu sıcaklığı 280 ^{o}C, fırın sıcaklığı ise 190 ^{o}C olarak ayarlanmıştır. Kolona sıcaklık programı uygulanmıştır. Kolon fırın sıcaklığı 190 ^{o}C'den başlayıp 35 dakika devam ederek, dakikada 30 ^{o}C artarak, 220 ^{o}C'ye ulaşıp, bu sıcaklıkta 5 dakika daha bekletilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmış, akış hızı dakikada 2 mm olacak şekilde ayarlanmıştır. Dedektör için hidrojen akış hızı, dakikada 30 ml, hava akış hızı dakikada 300 ml, split oranı ise 30:1 olarak ayarlanmıştır. Analiz için metilleştirilmiş yağ asidi numunelerinden bir mikrolitre (μl) gaz kromatografi cihazına injekte edilmiştir. Gaz kromatografi cihazında numuneler üç tekrarlı olarak analiz edilmiştir.



Şekil 3.18. Çalışmada kulanılan Agilent Technologies 6890 gaz kromatografisi

Çizelge 3.9. Agilent Technologies 6890 cihazının bazı teknik özellikleri

Marka	Agilent Technologies
Model	6890
Ağırlığı	50 Kg
Giriş Sıcaklığı	250 ^{o}C
Basınç	813 kPa
Numune Özellikleri	Sıvı Numuneler
Parçalı akış	22,8 ml/dak
Toplam Akış	26,9 ml/dak

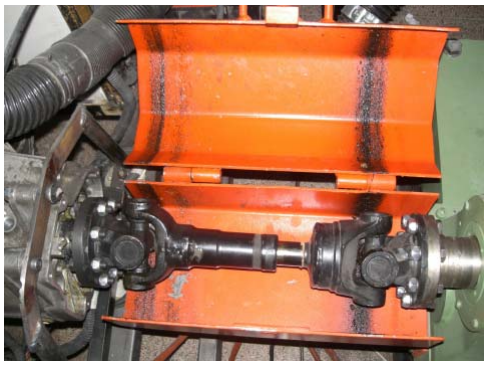
3.2. Metod

İlk önce deney motoru dinamometre sehpasına alınmış ve balans ayarı yapılmıştır. Daha sonra bir şaft ile dinamometreye bağlanmıştır. Motor üzerinde bulunan katalitik konvertör sökülmüştür. Ayrıca EGR sistemi de devre dışı bırakılmıştır. Motorun yağ, egzoz ve soğutma suyu motora giriş ve çıkış sıcaklıklarının ölçülebilmesi için gerekli bağlantılar yapılmıştır.

Deneylerde, motor performansı parametreleri TS1231 standartlarına göre ölçülmüştür. Deneyler gerçekleştirilmeden önce ölçüm cihazlarının kalibrasyonu ve deney motorunun gerekli bakım ve ayarları katalog değerlerine göre yapılmıştır.

Motoru test şartlarına hazırlamak için silindir cidarları, piston yüzeyleri, segmanlar, silindir kapağı, enjektör yuvaları vb. gibi motor parçaları ve kısımlar kontrol edilmiştir. Gerekli görülen parçalar, fabrika montaj değerleri (civata sıkma momentleri, sentil değeri vb. gibi) esas alınarak değiştirilmiştir.

Deney test düzeneğinin montajına motorun test sehpasına alınması ile başlanmıştır. Motorun yüklenmesi için Baturalp Taylan marka hidrolik dinamometre test sistemine monte edilmiştir. Motor ve dinamometre bağlantısı Şekil 3.19'da görülen bir şaft ile sağlanmıştır.



Şekil 3.19. Motor ve dinamometreyi birbirine bağlayan şaft

Yakıt tüketimi 1 gr hassasiyetli dijital göstergeli Dikomsan marka JS-30BM model terazi ile ölçülmüştür. Yakıt tüketim zamanını belirlemek için dijital süre ölçer kullanılmıştır. Motorun yakıt deposu yerine, başka bir yakıt deposu terazi üzerine yerleştirilmiş ve borular yardımıyla yakıt hattına bağlanmıştır. Şekil 3.20'de yakıt tüketimi ölçüm düzeneği görülmektedir.



Şekil 3.20. Çalışmada kullanılan yakıt ölçüm düzeneği

Deneylerde ölçülen egzoz emisyon değerlerinin doğruluğu için motor üzerindeki katalitik konvertör ve EGR sistemi devre dışı bırakılmıştır. Şekil 3.21'de deney tesisatının resmi gösterilmektedir.



Şekil 3.21. Deney motoru

Deneylerde gerçek emisyon değerlerinin ölçülmesi amacıyla motor üzerinde bulunan EGR sistemi ve katalitik konvertör iptal edilmesinden başka herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

Deneylere başlamadan önce motor yağ ve radyatör su seviyesi kontrol edilmiştir. Yine her testten önce egzoz emisyon test cihazlarının filtrelerinin temizliği yapılmıştır. Deneyler esnasında egzoz sıcaklığındaki değişim gözlemlenmiştir. Denemelerde tüm testler motor kararlı hale geldikten sonra gerçekleştirilmiştir. Motor çalışma sıcaklığına ulaştıktan sonra, 1000 d/d'den başlayarak 250 d/d aralıklar ile 3000 d/d'ye kadar, tam gaz konumunda motor performans ve emisyon karakterleri ölçülmüştür.

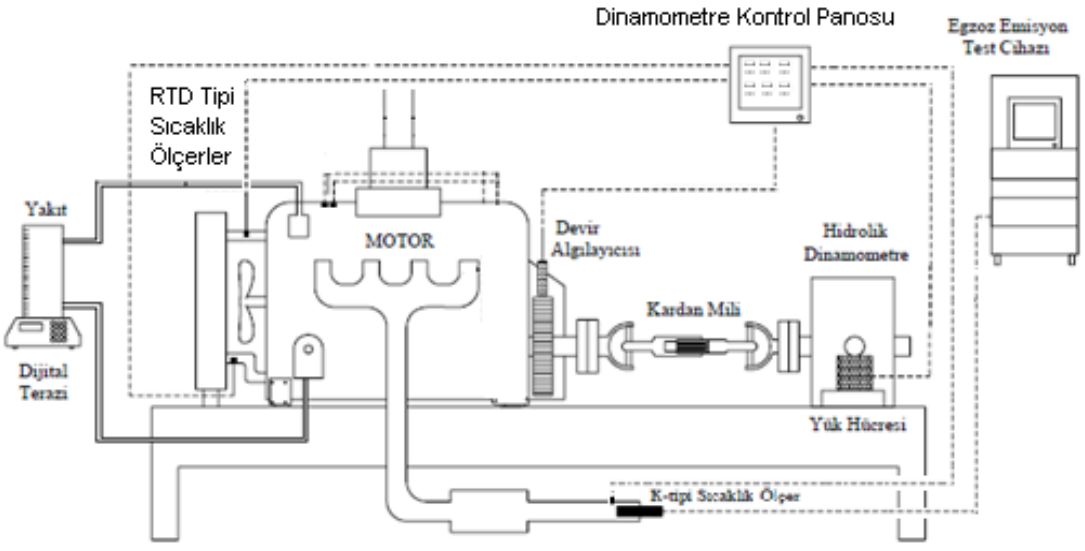
Ayrıca egzoz, motor yağı, deney ortamı, motor soğutma suyu motor giriş ve çıkış sıcaklığı, ortam basıncı, emisyon değerleri deney süresince kayıt edilmiştir. Her bir deney sonucunda motor dinlenmeye alınmıştır. Ayrıca yakıt deposu, yakıt filtresi, yakıt boruları boşaltılıp, diğer yakıtla karışması engellenmiştir. Şekil 3.22'de deney düzeneği görülmektedir.

Araştırma sonuçlarının güvenilirliği için istatiksel değerlendirmeler TARIST programı yardımı ile yapılmıştır. Bulunan sonuçların istatistiksel değerlendirmeleri Ekler kısmında verilmiştir.



Şekil 3.22. Deney düzeneği

Yine tüm denemelerde ölçüm işlemine geçmeden önce deney motorunun çalışma sıcaklığına gelmesi sağlanmıştır. Radyatör fanının devreye girip çıkması beklendikten sonra deneylere başlanmıştır. Deneyler üç kere tekrar edilip, elde edilen değerlerin ortalaması alınmıştır. Şekil 3.23'de çalışmada kullanılan deney düzeneğinin şematik görünüşü verilmektedir (Özsezen, 2007).



Şekil 3.23. Çalışmada kullanılan deney düzeneğinin şematik görünüşü

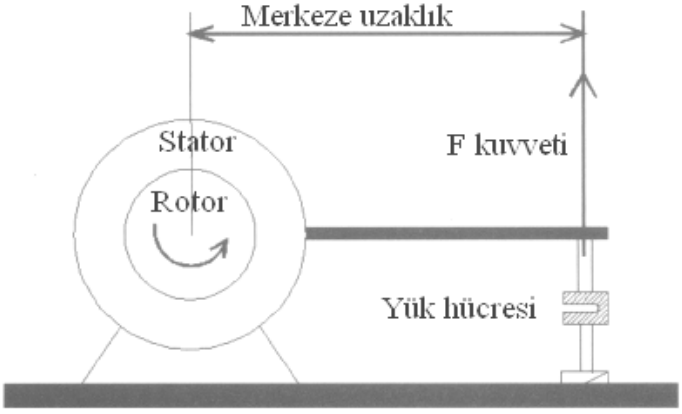
3.2.1. Deney verileri ile hesaplanan performans değerleri

Motor performansının incelenmek için döndürme momenti, efektif güç, özgül yakıt tüketimi ve sıcaklık değişimleri gözlemlenmiştir. Deneylerde kaydedilen değerler, aşağıdaki tanımlanan formüller kullanılarak işlenmiştir.

3.2.2. Döndürme momentinin ölçülmesi

Döndürme momenti bir motorun iş yapabilme yeteneğini göstermektedir. Döndürme momenti mekanik, hidrolik ve elektromanyetik dinamometreler yardımı ile ölçülebilmektedir (Gilles, 2011). Bu çalışmada hidrolik tip bir dinamometre kullanılmıştır. Motor çıkış mili ile hidrolik dinamometrenin rotor flanşı arasına kardan mili monte edilerek, motorun dinamometre irtibatı sağlanmıştır.

Motorun verdiği döndürme momenti (M_d) Şekil 3.24'de görüldüğü gibi önce rotora tesir etmekte, daha sonra rotor ile stator arasındaki bulunan sıvı aracılığıyla stator dönmeye çalışmaktadır (Atkins, 2009). Stator üzerinde bulunan kol yük hücresine baskı yaparak, bir devirde 2πr yolu boyunca kuvvet uygulamaktadır. Bu kuvvet motorun döndürme momenti olarak ifade edilmektedir. Statoru döndürmeye çalışan F kuvvetinin oluşturduğu moment;



Şekil 3.24. Hidrolik dinamometrenin yapısı

$$M_d = F.\ell \tag{3.1}$$

formülü ile hesaplanır. Buradaki (*l)* uzunluğu, F kuvvetinin etkidiği nokta ile rotor merkezi arasındaki mesafeyi ifade etmektedir.

3.3.3. Efektif gücün hesaplanması

Motorun yanma odasında birim zamanda elde edilen iş indike güçtür. İndike gücün bir kısmı egzoz gazlarını dışarı atmak ve taze havayı emmek için kullanılmaktadır. Bir kısmı yataklar, piston segmanları gibi mekanik elemanların sürtünmelerini yenmek, diğer bir kısmı ise döner elemanlar için harcanmaktadır (Atkins, 2009). Motorun volanından alınan güç ise efektif güçtür. Efektif güç (*Pe)*, döndürme momenti (M_d) ve açısal hızın (ω) çarpımı sonucu elde edilir.

$$P_e = \omega . M_d \tag{3.2}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi n}{30} (1/sn) \tag{3.3}$$

$$P_e = \frac{\pi n}{30} M_d . 10^{-3} \tag{3.4}$$

$$P_e = \frac{n.M_d}{9549,58} (kW) \tag{3.5}$$

elde edilir.

3.3.4. Efektif özgül yakıt tüketiminin hesaplanması

Özgül yakıt tüketimi, birim güç başına, birim zamanda tüketilen yakıt miktarı olarak tarif edilmektedir (Borat ve ark., 1992). Deneylerde yakıt tüketimi gr/sn biriminde ölçülmüştür. Bu değeri gr/saat'e çevirmek için 3600 ile çarpılarak, birim gr/saat'e dönüştürülmüştür.

$$b_e = \frac{\dot{m}}{P_e} x3600 \tag{3.6}$$

3.3.5. Yakıtların yoğunluk ölçümleri

Yoğunluk; standartlarda tarif edildiği şekilde, belirli bir sıcaklık ve basınçta (15^oC ve 101,325 kPa) bir maddenin birim hacminin kütlesidir. Yoğunluk çeşitli yakıt ve yağların birbirinden kolay ve çabuk ayırt edilebilmesini sağlayan özelliklerden

biridir. Sıcaklık ve basıncın bir fonksiyonu olan yoğunluk, belki de petrol ürünleri için en önemli fiziksel özelliktir. Taşınmada ve depolamada olduğu kadar petrolün üretimi ve işlenmesi işlemlerinde de oldukça fazla uygulamalarda yer alır. Boruların, valflerin, depolama tanklarının, güç gerektiren pompaların ve kompresörlerle akış ölçerlerle ilgili hesaplamalarda kullanılır. Ayrıca petrol ve gaz rezervinin hesaplanmasında da kullanılmaktadır. Ham petrolden üretilen yakıtların ve yağların yoğunluklarının tayin edilmesi, petrol ürünlerinin tanınması ve sınıflandırılması yönünden de önemlidir. 20^{o}C sıcaklıktaki yoğunluğu (g/ml) bilinen petrol ürününün 15,6oC sıcaklıktaki özgül ağırlığı yaklaşık olarak şu formülle hesaplanabilir:

$$\text{özgül ağırlık} = 0.01044 + 0.9915 \times d_{20} \tag{3.7}$$

Özgül ağırlık; sıvı yakıtların yoğunluğunun bir ölçüsüdür ve 15,6^{o}C (60°F) sıcaklıktaki yakıtın yoğunluğunun, aynı sıcaklıktaki suyun yoğunluğuna oranı olarak tarif edilir. Suyun yoğunluğu 1 kg/l'dir. Böylece yakıtın özgül ağırlığı da kg/l cinsinden yoğunluk değerine eşittir. Özgül ağırlık terimi bağıl yoğunluk terimi yerine de kullanılmaktadır. Spesifik gravite, petrolü karakterize etmek, bileşimini ve yakıt kalitesini belirlemek ve diğer özellikleri tahmin etmek için (farklı sıcaklıklardaki yoğunluğu, viskozite, ısıl iletkenlik vb.) kullanışlı bir parametredir. Sıvıların yoğunluğu, sıcaklığın artması ile biraz düşer. Bu iki husus arasındaki ilişki şu denklemle ifade edilmektedir:

$$d = d_{15.6} - k(T - 288.7) \tag{3.8}$$

$d_{15.6}$ = 15,6^{o}C sıcaklıktaki yoğunluk,

T = Mutlak sıcaklık (K) ,

k = hidrokarbon tipine göre değişen bir sabittir.

API, özgül ağırlıklar için özel bir ölçek düzenlemiştir. Bu ölçek API derecesi (gravitesi) olarak isimlendirilir ve aşağıdaki gibi hesaplanır (Acaroğlu ve ark., 2010);

$$API = \frac{141.5}{\text{özgül ağırlık}} - 131.5 \tag{3.9}$$

Yakıt analizleri, Türk Standartları TS EN 590: 2010, Otomotiv Yakıtları - Diesel (Motorin) - Gerekler ve Deney Yöntemleri standardına uygun olarak yapılmıştır. Deneyler gerçekleştirilmeden önce ölçüm cihazlarının kalibrasyonu yapılmıştır.

Alternatif motor yakıtı olarak kullanılabilecek bir yakıtta aranan özelliklerden biri de birim hacim ve ağırlık başına yüksek enerji miktarına sahip olmasıdır. Yoğunluk

cihazında ölçüm katalogunda belirtilen ASTM D 4052 standartlarına uygun olarak her numune için tekrar edilerek yapılmıştır. Yoğunluk ölçümünde:

1. Yoğunluk ölçme cihazı açılarak kalibrasyonu 20 ºC' ye ayarlanmıştır.
2. Yoğunluk ölçme cihazının numune alma borusu karışım yakıtı kabının içerisine batırılmıştır.
3. Cihaz otomatik olarak ihtiyacı olan numune miktarını çekerek analizi başlatmaktadır. Analiz sonuçları cihazın ekranından okunmuştur.

3.3.6. Yakıtların üst ısıl değerlerinin ölçümleri

Yakıtların kullanım amacı; iş yapabilmek için enerji açığa çıkarmaktır. Isıl değer, yakıtlardan elde edilebilecek enerji miktarının göstergesidir. Yakıtların birim hacminin içerdiği enerji miktarı Kalorik değer (kcal/m^3), birim yakıt kütlesinin içerdiği enerji miktarı ise kalorifik değer (kcal/kg) olarak tanımlanır. Yakıtların ısıl değerleri, kalorimetre bombasında yakıtın yakılması ile ölçülür. Yakıtların yanması sonucunda su açığa çıkar. Kalorimetre bombasında, yakıtın enerjisi bu suyu buhar haline çevirmek için kullanılır. Suyu buharlaştırmak için gerekli enerji hesaplanır ve yanma sonucu oluşan buhar tutularak su haline gelmesi sağlanır. Suyun buharlaşması için gerekli enerji ile alt ısıl değerin toplamına yakıtın üst ısıl değeri denir. Yakıtın ısıl değeri genellikle birim kütlesinin enerjisi ile verilmektedir (Borat ve ark., 1992; Çolak, 2006; Çengel ve Boles, 2008; Acaroğlu ve ark., 2010).

Kalorimetre cihazında üst ısıl değer ölçümü, katalogunda belirtilen TS-ISO 1928 standardında aşağıdaki gibi her numune için tekrar edilerek yapılmıştır.

1. Kalorimetre cihazı açılmıştır.
2. Kalorimetre bombasının teline pamuk iplik takılmıştır.
3. Kalorimetre bombasının içerisine 5 ml saf su konulmuştur.
4. Kuartz kroze hassas teraziye alınıp terazi sıfırlanmıştır. İçerisine 0,35 g yakıt konulmuştur. Kuartz kroze kalorimetre bombasının içerisine konulmuş ve pamuk iplik kuartz kroze'deki yakıtla temas edecek şekilde yerleştirilerek kalorimetre bombasının kapağı kapatılmıştır.
5. Kalorimetre bombasının içerisine 30 bar oksijen basılmıştır. Kalorimetre bombası ölçüm hücresine konulup cihazın kapağı kapatılmıştır.
6. Kumanda panelinden yakıt miktarı girilerek yanma başlatılmıştır.

7. Cihaz ölçüm sonucunu 3-7 dakika arasında otomatik olarak yazıcıya aktarmıştır.

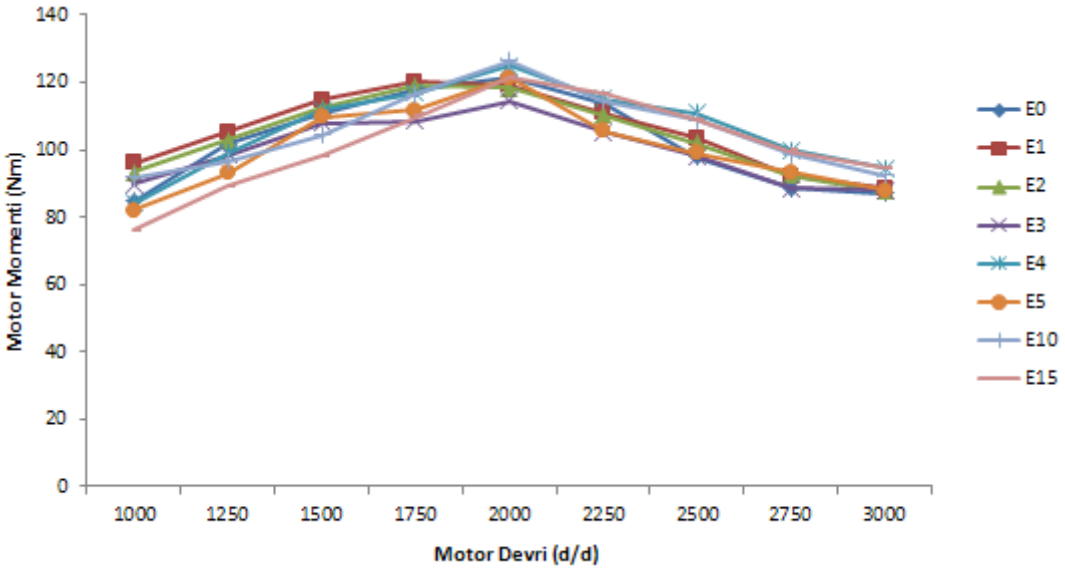
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Motor Momenti Değerlerinin Karşılaştırılması

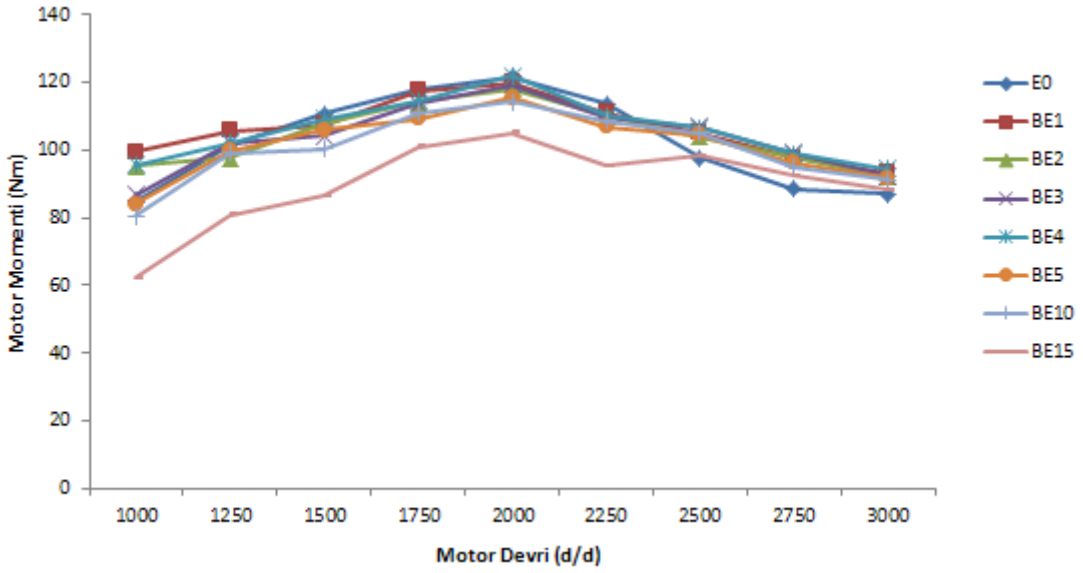
Deneylerin gerçekleştirildiği motorun, biyoetanol-diesel yakıtı karışımlarının kullanımında, motor devrine bağlı olarak elde edilen motor momenti değerlerinin değişimleri Şekil 4.1'de görülmektedir. Tam yük durumunda, farklı motor devirlerinde yapılan deneylerde, motor momenti motor devrine bağlı olarak artmıştır ve maksimum motor momenti tüm yakıtlarda 2000 d/d motor devrinde elde edilmiştir.

Kullanılan yakıtlar arasında en yüksek motor momenti E10 yakıtı (126,33 Nm) kullanımında görülmüştür. 2000 d/d'nın üstündeki motor devirlerinde motor momenti azalmaya başlamıştır. 2000 d/d motor devrinde; motor momenti E0 yakıtında 121,49 Nm olarak ölçülmüştür. Aynı motor devrinde en düşük değer ise E0 yakıtından yaklaşık %6 daha düşük olarak E3 yakıtında 114,57 Nm olarak ölçülmüştür.

Şekil 4.2'de ise Beraid ED10 katkılı yakıt karışımları kullanımında motor momentinin değişimi verilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek motor momenti değerlerinin 2000 d/d devirde meydana geldiği görülmektedir. En yüksek motor momenti BE4 yakıtı kullanımında, 2000 d/d'da 121,94 Nm olarak ölçülmüştür. Bu değer E0 yakıtına oldukça yakın bir rakamdır.



Şekil 4.1. Biyoetanol-diesel yakıtı karışımlarının kullanımında elde edilen motor momenti değerleri

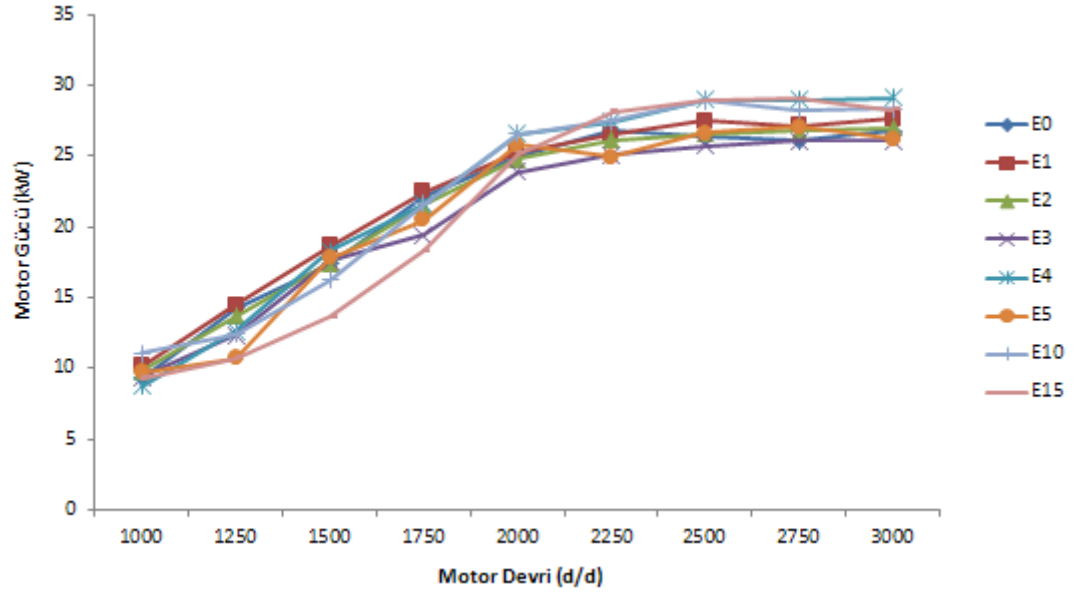


Şekil 4.2. Beraid ED10-biyoetanol-diesel yakıtı karışımlarının kullanımında elde edilen motor momenti değerleri

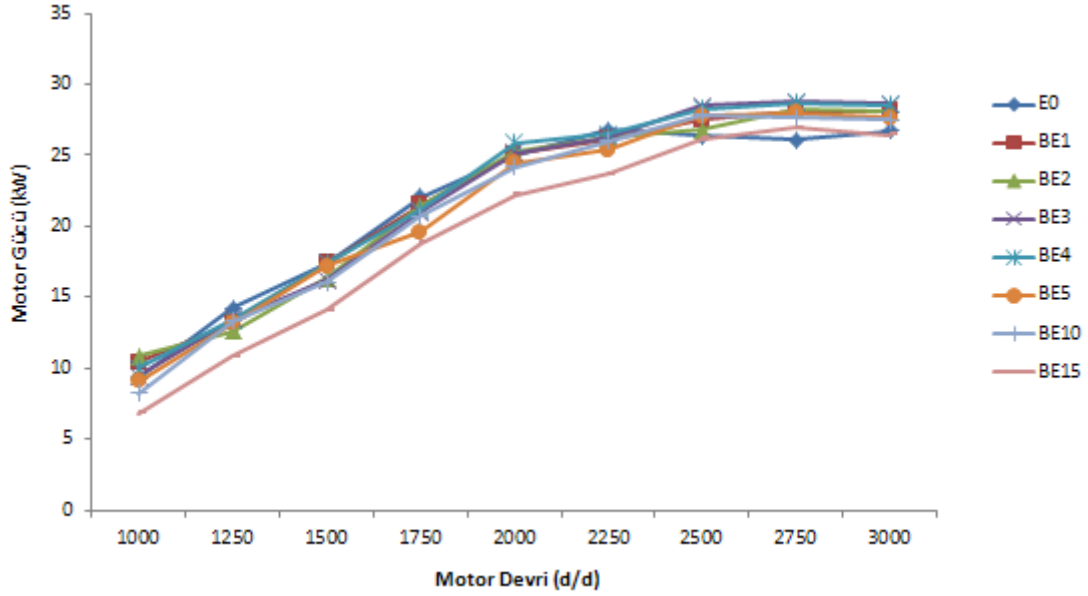
4.2. Efektif Güç Değerlerinin Karşılaştırılması

Şekil 4.3'de biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında deney motorunun devrine bağlı olarak efektif güç değişimleri görülmektedir. Şekil incelendiğinde motor efektif gücü genellikle 2500 d/d'ya artış göstermiş ve daha sonraki devirlerde azalmaya başlamıştır. Maksimum efektif güç E0 yakıtı için 2500 d/d'da, 26,35 kW olarak ölçülmüştür. Aynı devirde en yüksek güç E4 yakıtı kullanımında E0 yakıtından yaklaşık %10 daha fazla olarak 29 kW, en düşük güç ise E5 yakıtı kullanımında E0 yakıtından yaklaşık %13 daha az olarak 23,16 kW ölçülmüştür.

Şekil 4.4.'de ise Beraid ED10 katkılı karışımlar kullanımında efektif güç değerlerinin değişimi verilmiştir. Grafik incelendiğinde en yüksek efektif güç değerinin BE3 yakıtı kullanımında 2750 d/d'da 28,79 kW olarak ölçüldüğü görülmektedir.



Şekil 4.3. Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında efektif güç değişimleri

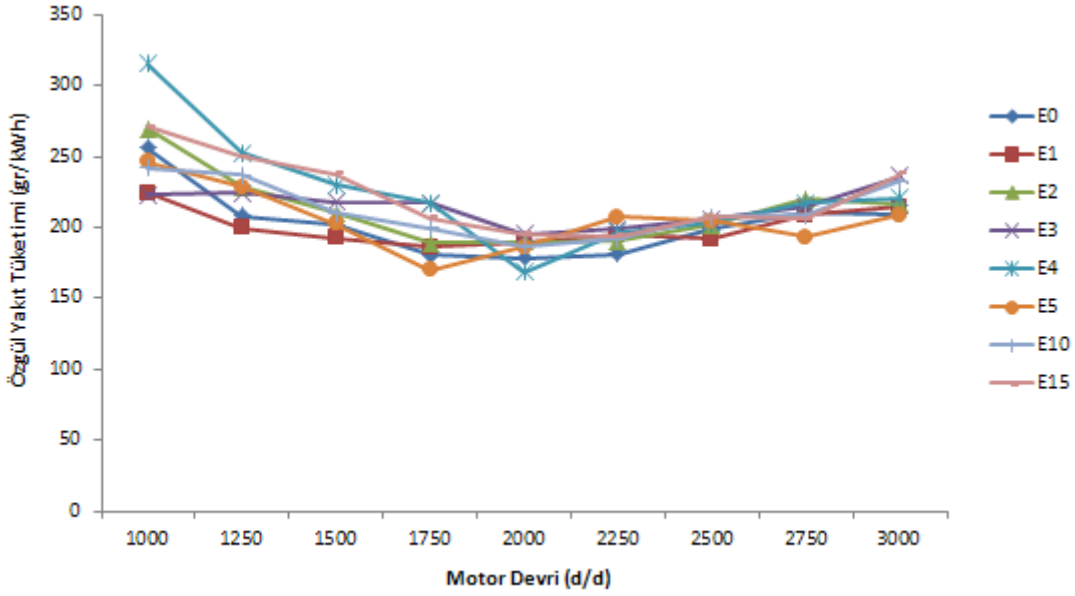


Şekil 4.4. Beraid ED10-biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında efektif güç değişimleri

4.3. Özgül Yakıt Tüketimi Değerlerinin Karşılaştırılması

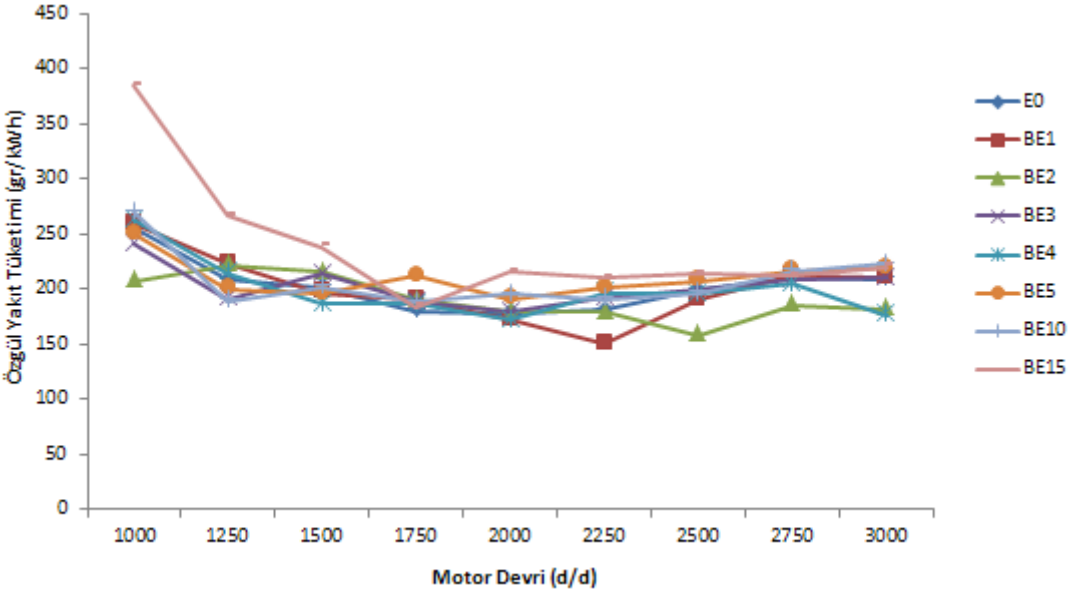
Şekil 4.5'de biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında motor devrine bağlı olarak özgül yakıt tüketimi değerleri görülmektedir. En yüksek motor momenti değerlerinin elde edildiği 2000 d/d'da b_e değeri de en az olmuştur. Motor devrinin 2000 d/d'nın üzerine çıkması ile özgül yakıt sarfiyatı değerleri de artmaya başlamıştır. 2000 d/d'da en düşük özgül yakıt sarfiyatı E0 yakıtı kullanımında 178 gr/kWh olarak

ölçülmüştür. Yakıt karşımımları içerisinde bulunan biyoetanol miktarına bağlı olarak b_e değerleri de artmıştır. 2000 d/d'da en yüksek b_e değeri ise E0 yakıtından yaklaşık %10 daha fazla olarak 195 gr/kWh ile E15 yakıtı kullanımında ölçülmüştür.



Şekil 4.5. Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında b_e değişimleri

Beraid ED10 katkılı yakıt karışımları kullanımında b_e değerlerinin değişimi Şekil 4.6'da verilmiştir. Aynı şeklin incelendiğinde en yüksek b_e değerinin BE15 yakıtı kullanımında 2000 d/d'da 215 gr/kWh olduğu tespit edilmiştir.

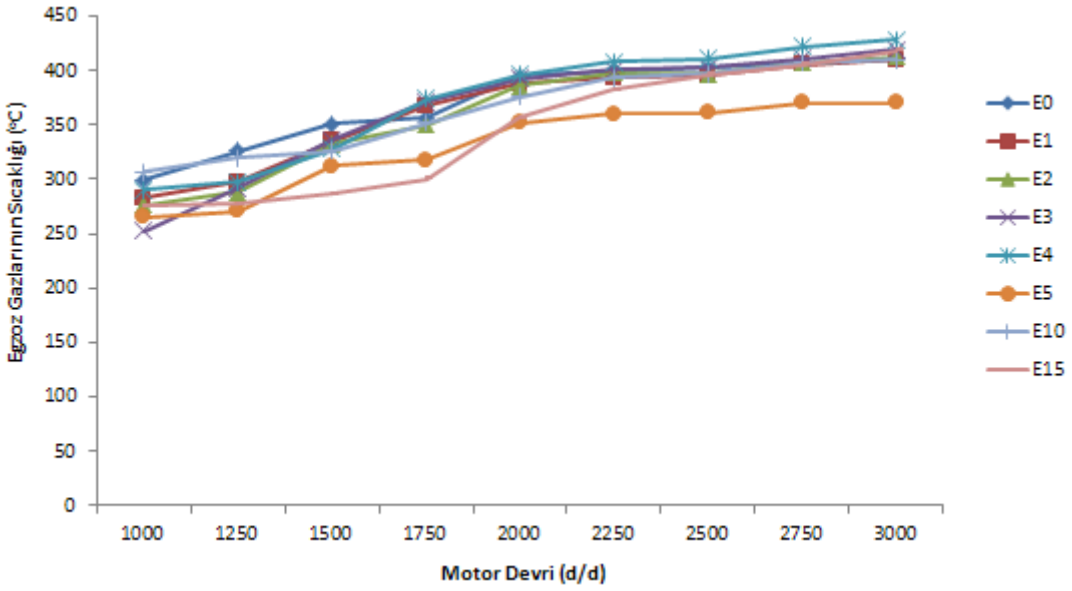


Şekil 4.6. Beraid ED10-biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında b_e değişimleri

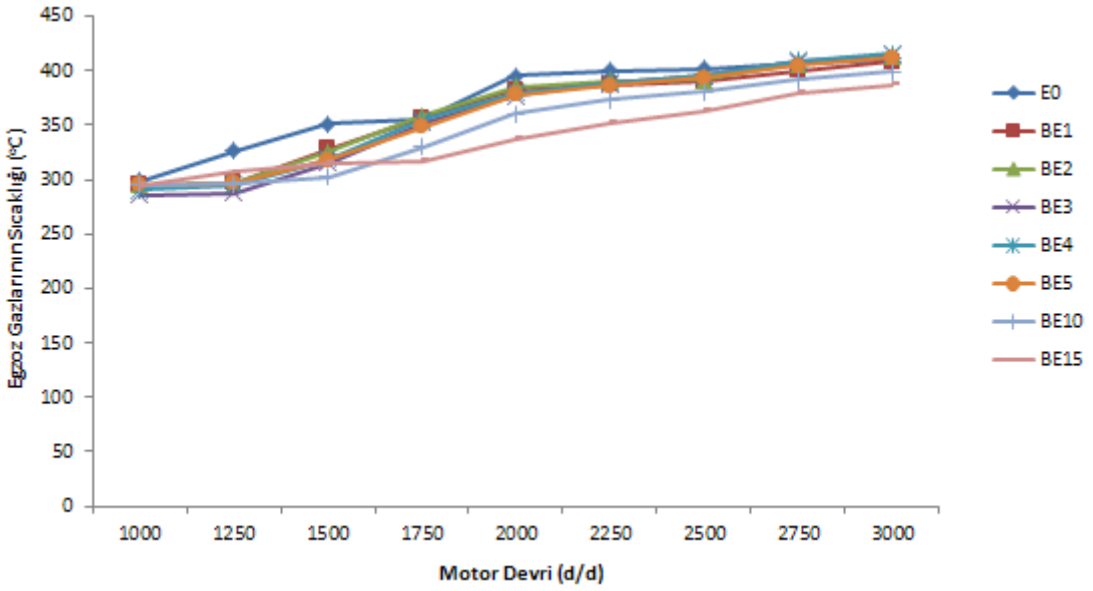
Biyoetanol karışımlarının b_e değerinin yüksek olmasının temel nedeni biyoetanolun enerji içeriğinin E0 yakıtına göre daha az olmasıdır. Maksimum döndürme momentinin üretildiği 2000 d/d'da tüm yakıtlar için özgül yakıt tüketimlerinin en düşük değerde olduğu, bunun da b_e değeri ile döndürme momenti arasındaki ilişkiden kaynaklandığını söyleyebiliriz.

4.7. Egzoz Gazları Sıcaklıklarının Karşılaştırılması

Şekil 4.7'de biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında deney esnasında motor devrine göre egzoz gaz sıcaklık değerleri verilmiştir. Egzoz sıcaklık değerleri, motor devrine bağlı olarak artış göstermiştir. Deneylerde E0 yakıtı kullanımında egzoz gazlarının sıcaklığı 411 ^{o}C'ye kadar çıkmıştır. En yüksek egzoz gaz sıcaklığı ise E4 yakıtı kullanımında 428 ^{o}C olarak ölçülmüştür. En düşük egzoz gaz sıcaklığı ise E5 yakıtı kullanımında 3000 d/d'da 370 ^{o}C olarak ölçülmüştür. Şekil 4.8'de Beraid ED10 katkılı biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında elde edilen egzoz gaz sıcaklık değerleri verilmiştir. Grafik incelendiğinde en yüksek sıcaklık BE4 yakıtında 412 ^{o}C olarak ölçülmüştür. Egzoz gaz sıcaklığı, test edilen yakıtların yanma periyodundaki sıcaklıklarının bir göstergesi olduğundan ölçülerek tespit edilmiştir.



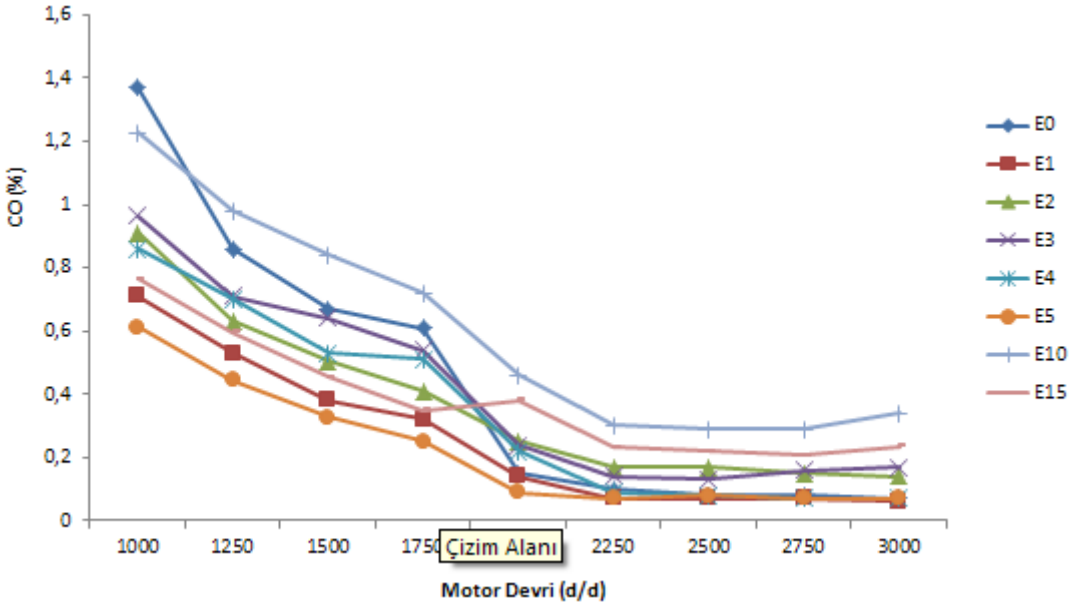
Şekil 4.7. Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında egzoz sıcaklık değerlerinin değişimi



Şekil 4.8. Beraid ED10-biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında egzoz sıcaklık değerlerinin değişimi

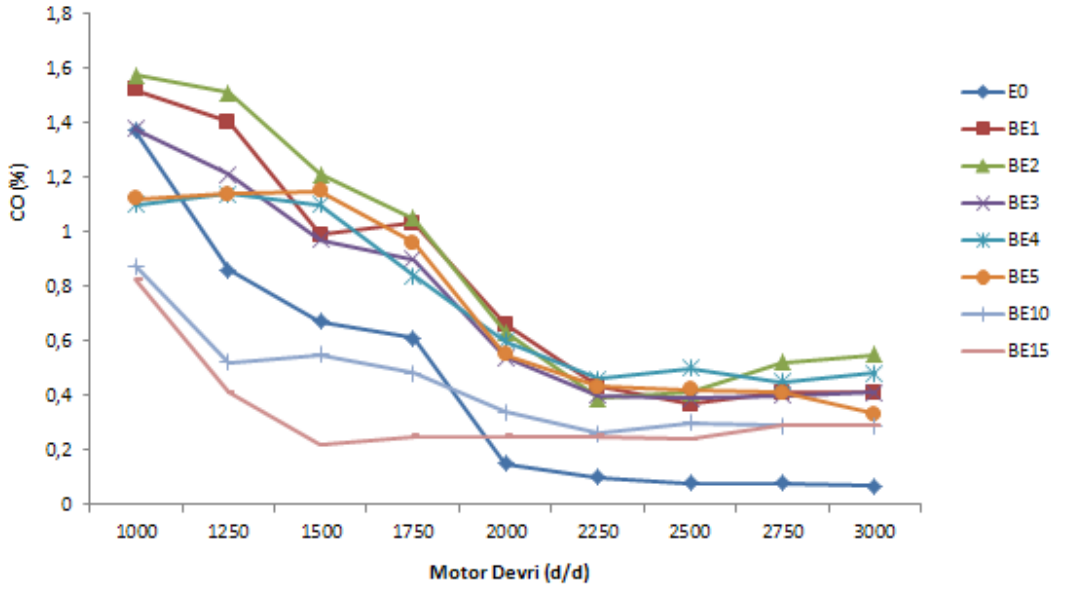
4.8. Karbonmonoksit (CO) Emisyonlarının Karşılaştırılması

Yanma ürünleri arasında CO bulunmasının ana nedeni oksijenin yetersiz olması veya tam yanmanın olmamasıdır (Abdel-Rahman, 1998). Yanma odasının tümü ele alındığında, oksijen genel olarak yetersiz olabileceği gibi, karışımın tam homojen olmaması durumunda yanma odasında yerel olarak da oksijen yetersizliği olabilir. Bir motorda CO emisyonu, ilk çalışma veya hızlanma gibi hava-yakıt karışımının yakıtça zengin olduğu durumda maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Temel olarak CO oluşumu hava fazlalık katsayısının kuvvetli bir fonksiyonu olarak değişmektedir. CO emisyonu motorda kullanılamayan kayıp kimyasal enerjiyi ifade ettiği için önemli bir parametredir. Şekil 4.9'da biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında egzoz gazları içindeki % CO değerlerinin motor devrine göre değişimi verilmiştir. Şekil incelendiğinde devir arttıkça CO miktarının da azaldığı görülmektedir.



Şekil 4.9. Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında CO değerlerinin değişimi

Beraid ED10 katkılı biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında elde edilen CO değerleri Şekil 4.10'da verilmiştir. Grafik incelendiğinde biyoetanol-diesel yakıtı karışımlarına benzer bir eğilim oluşturduğu görülmektedir. Motor devri arttıkça değerlerde düşme gözlemlenmiştir. En düşük CO değerleri 3000 d/d'da E0 yakıtında %0,07 iken bütün karışım yakıtlarında bu değer daha yüksek olmuştur. Aynı motor devrinde en yüksek değer BE2 yakıtında %0,55 olarak ölçülmüştür. Bütün motor devirlerine bakıldığında en yüksek değerler 1000 d/d'da ve BE1 yakıtında %1,6 olmuştur.

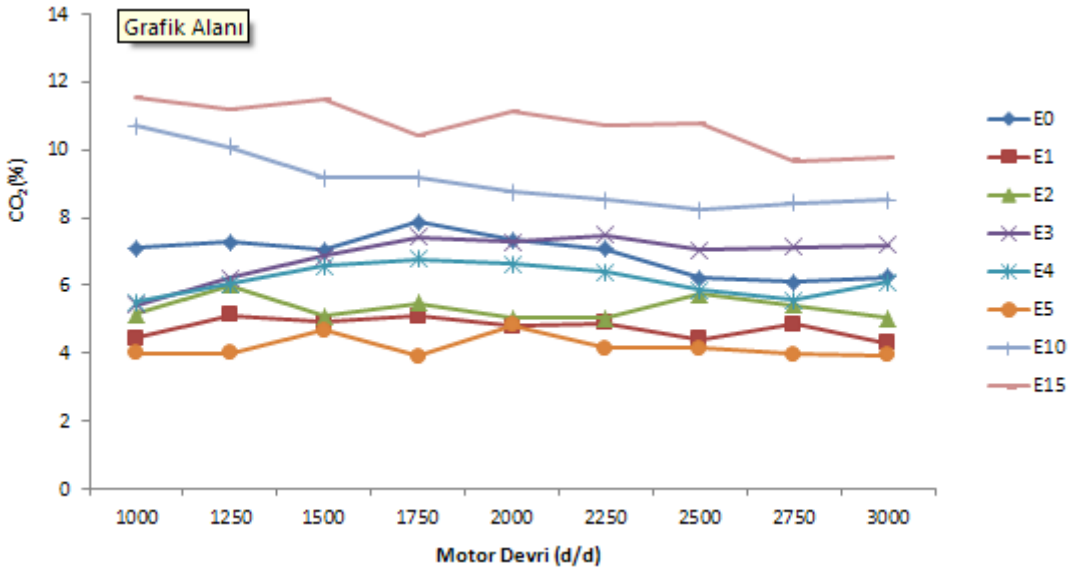


Şekil 4.10. Beraid ED10-biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında CO değerlerinin değişimi

Yakıt karışımlarındaki biyoetanol miktarının artmasına bağlı olarak da CO miktarları düşmektedir. Bu durum biyoetanolun oksijen içermesi nedeniyle silindir içine alınan oksijen miktarının artması sonucu oluşabilir.

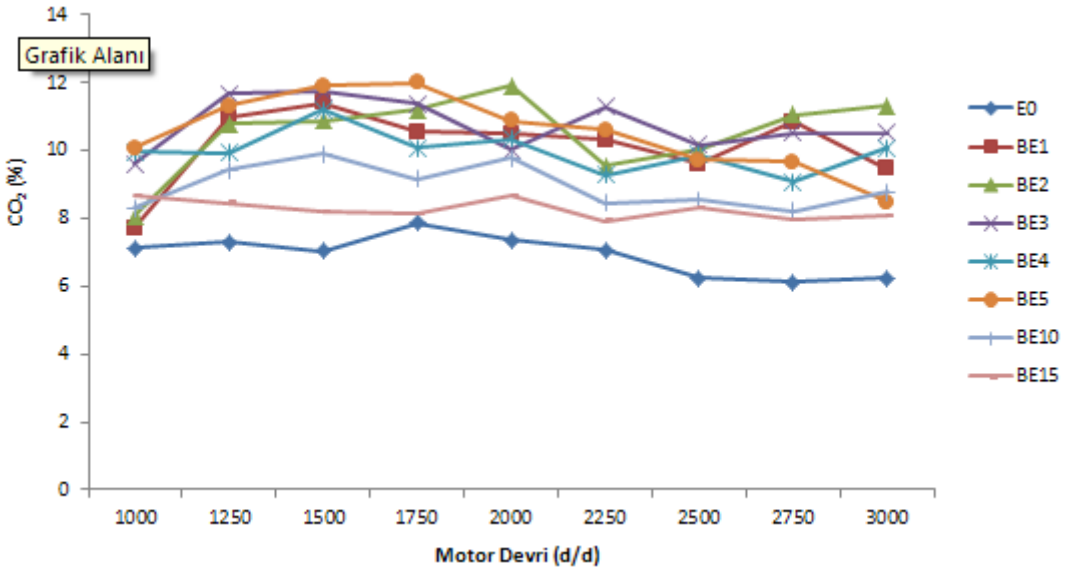
4.9. Karbondioksit (CO_2) Emisyonlarının Karşılaştırılması

Egzoz ürünleri arasında bulunan CO_2 tam yanmayı ifade ettiğinden önemli bir parametredir. Şekil 4.11'de karbon dioksit yüzdesinin motor devrine göre değişimini göstermektedir.



Şekil 4.11. Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında CO_2 değerlerinin değişimi

Biyoetanol ve diesel yakıtı karışımlarının kullanılmasıyla CO_2 emisyonları E10 ve E15 yakıtlarında E0'dan yüksek, diğer karışım oranlarında ise E0'dan düşük çıkmıştır. En yüksek CO_2 değeri E10 yakıtında 1500 d/d'da %11,18 olarak ölçülmüştür. Motor devrini artması ile CO_2 değerleri bir miktar düşüş göstermiştir. En düşük değer olarak ise E5 yakıtında 3000 d/d'da %3,95 olarak ölçülmüştür. Beraid ED10 katkılı yakıt karışımları ile yapılan deneylerde elde edilen sonuçlar Şekil 4.12'de verilmiştir. Grafik incelendiğinde en düşük değerlerin E0 yakıtında olduğu görülmektedir. En yüksek değer ise BE5 yakıtında %12 olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.12. Beraid ED10-biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında CO_2 değerlerinin değişimi

4.10. Azotoksit Emisyonlarının Karşılaştırılması

Silindirde yüksek basınç ve yüksek sıcaklık yanma zamanı içerisinde azotların oksijenle tepkimeye girerek azotoksit oluşturmasına neden olur. Azotoksit dışında bunların türevleri de oluşmaktadır, örneğin nitrik oksit NOx emisyonlarının %98'ini kapsamaktadır. Genel olarak azotoksit oluşumu en çok yüksek sıcaklıkta ve yüksek basınçtayken motora ağır yüklenmeler yapılması sırasında meydana gelir. Motorun az yükte çalıştığı zamanlarda azotoksit oluşumu düşüktür.NOx oluşumuna neden olan diğer durumlar ise, EGR sisteminin kusurlu olması, ateşleme avansının fazla olması, motora alınan havanın sıcak olması, motorun aşırı ısınması, fakir hava-yakıt oranıdır. Genişletilmiş Zeldovic Mekanizması temel alınarak yapılan çalışmaya göre; NO'nun iki ana (1) ve iki ek (2) reaksiyon sonucunda oluştuğu kabul edilir (Acaroğlu, 2010):

$$O + N_2 \underset{k_1'}{\overset{k_1}{\leftrightarrow}} NO + N \tag{4.1}$$

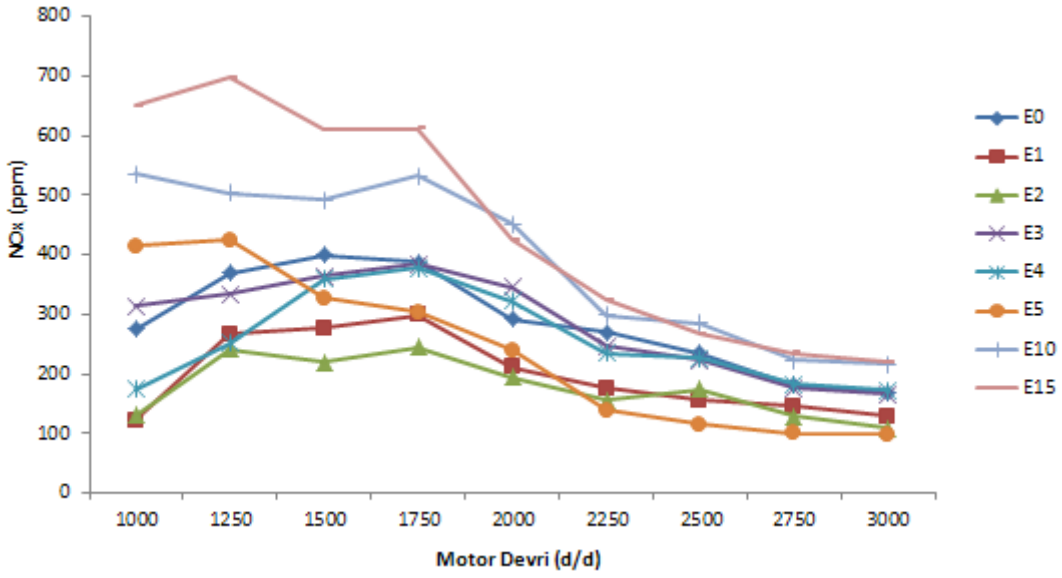
$$N + O_2 \underset{k_2'}{\overset{k_2}{\leftrightarrow}} NO + O \tag{4.2}$$

$$N + OH \underset{k_3'}{\overset{k_3}{\leftrightarrow}} NO + H \tag{4.3}$$

$$N_2 + O_2 \underset{k_4'}{\overset{k_4}{\leftrightarrow}} 2NO \tag{4.4}$$

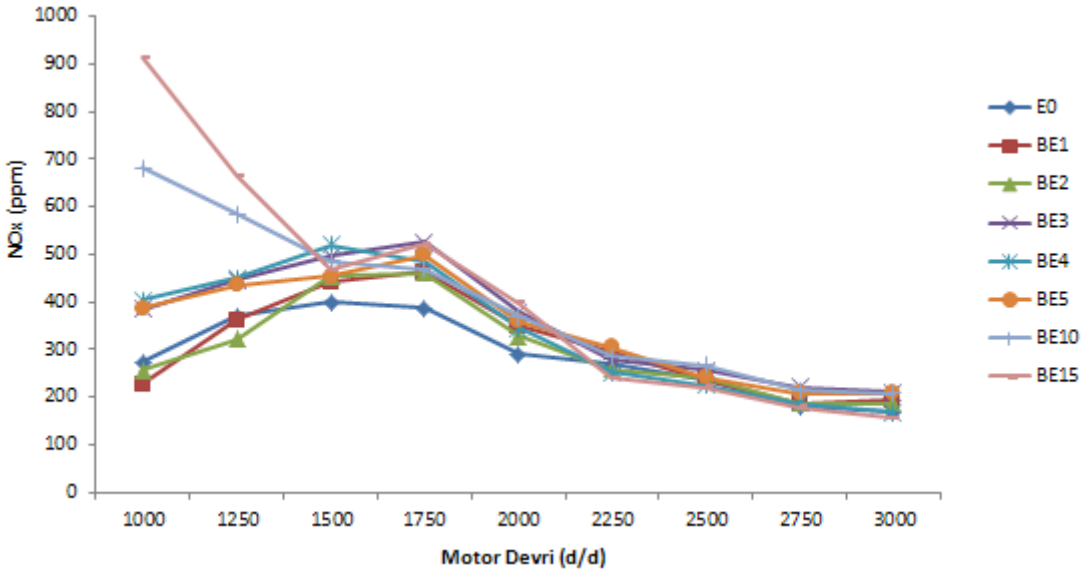
Yanma odasında NOx oluşumunun, ön alev bölgesinde nitrojen moleküllerinin oksidasyonu, alev bölgesinde NO oluşumu ve yakıtın içerisindeki nitrojen bağları içeren bileşiklerin oksidasyonu olmak üzere üç nedeni vardır. Genellikle diesel motorlar yüksek sıkıştırma oranına sahip olduklarından, daha yüksek sıcaklık ve basınç üretirler. Bu yüzden diesel motorlar buji ateşlemeli motorlara göre NOx oluşum seviyesi daha yüksektir (Liberman, 2008). Ayrıca diesel motorlarında silindir içinde aşırı oksijen bulunmasının sonucu olarak NOx emisyonları benzinli motorlara nazaran çok daha yüksek çıkmaktadır.

Şekil 4.13'de motor devrine göre NOx değerlerinin değişimi görülmektedir. E0 yakıtında NOx değerleri 169 ppm ile 400 ppm arası değişmektedir. En yüksek NOx değeri ise E15 yakıtı kullanımında 1250 d/d'da 697 ppm olarak ölçülmüştür. NOx değerleri relanti devrinin üstüne çıkılınca bir miktar artma eğilimi göstermiş, fakat devrin artması ile 1750 d/d'dan sonra tekrar düşmeye başlamıştır.



Şekil 4.13. Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında NOx değerlerinin değişimi

Beraid ED10 katkılı yakıt karışımları ile yapılan deney sonucu elde edilen NOx değerleri Şekil 4.14'de görülmektedir. Şekildeki eğriler biyoetanol-diesel yakıtı karışımları ile elde edilen eğrilere benzer şekildedirler. Özellikle 2250 d/d'nin üzerindeki hızlarda NOx değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu görülmüştür. 3000 d/d'da en düşük NOx değeri BE15 yakıtında 155 ppm olarak ölçülmüştür.

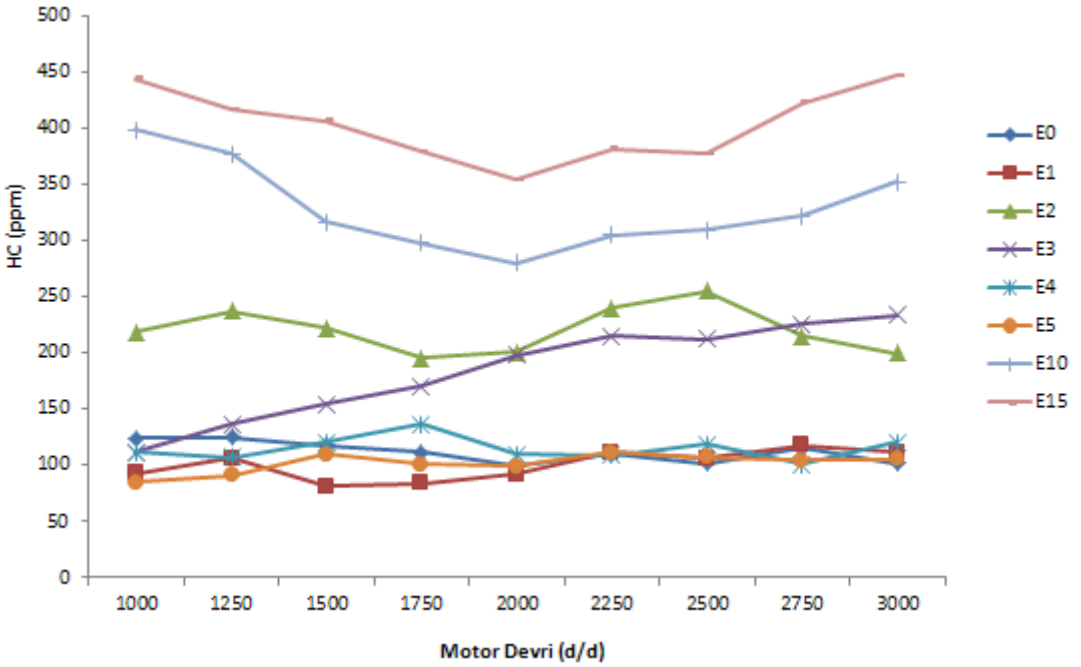


Şekil 4.14. Beraid ED10-biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında NOx değerlerinin değişimi

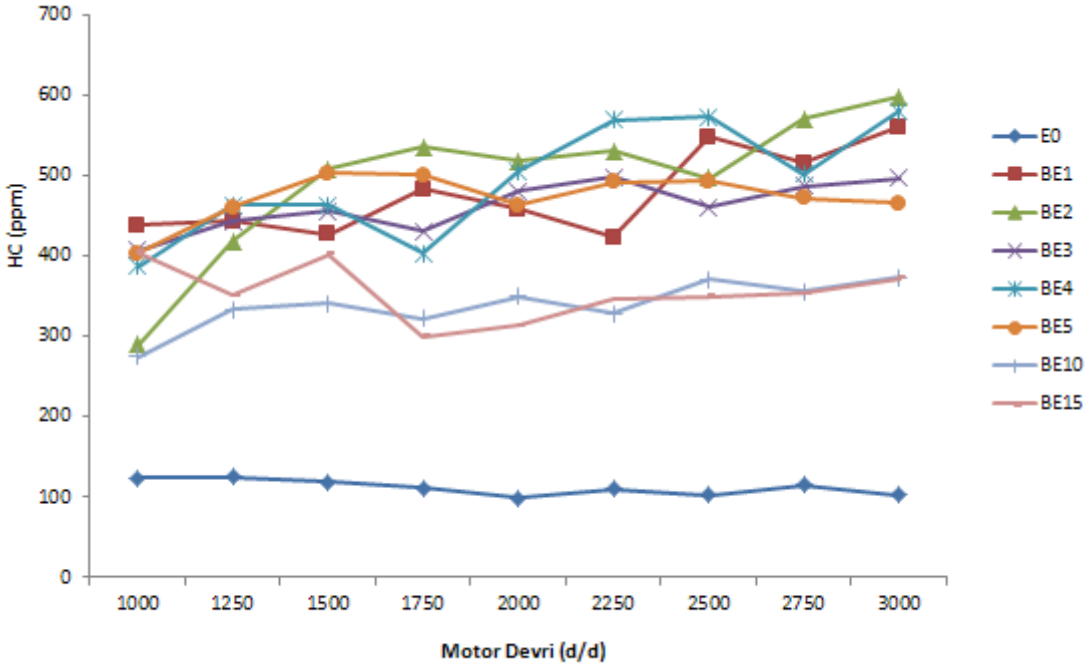
4.11. Hidrokarbon (HC) Emisyonlarının Karşılaştırılması

Yanma ürünleri arasında yanmamış HC'ların bulunmasının nedeni, yakıtın tutuşma sıcaklığına gelememesi, ortamda oksijenin yetersiz olması veya yakıtın yanmak için yeterli zamanı bulamamasından dolayı yakıtın yanamamasıdır. Yani HC yanmamış yakıtı ifade etmektedir (Liberman, 2008). Şekil 4.15'de biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında değişik motor devirlerine göre HC değerlerinin değişimi görülmektedir. En yüksek HC değeri E15 yakıtı kullanımında, 3000 d/d'da 529 ppm olarak ölçülmüştür. Aynı devirde E0 yakıtının HC değeri ise 102 ppm olmuştur.

Şekil 4.16'da Beraid ED10-biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında değişik motor devirlerine göre HC değerlerinin değişimi görülmektedir. En düşük değerlerin E0 yakıtında oluştuğu görülmektedir. Karışım yakıtlarının değerleri incelendiğinde en yüksek HC değerinin BE2 yakıtında 3000 d/d'da 598 ppm olarak ölçüldüğü görülmektedir. Aynı devirde E0 yakıtının HC değeri 115 ppm'dir. Biyoetanolun setan sayısının diesel yakıtına göre düşük olması yanmayı zorlaştırmaktadır. Bu nedenle karışım içindeki biyoetanol miktarının artmasına bağlı olarak HC değerleri artmaktadır.



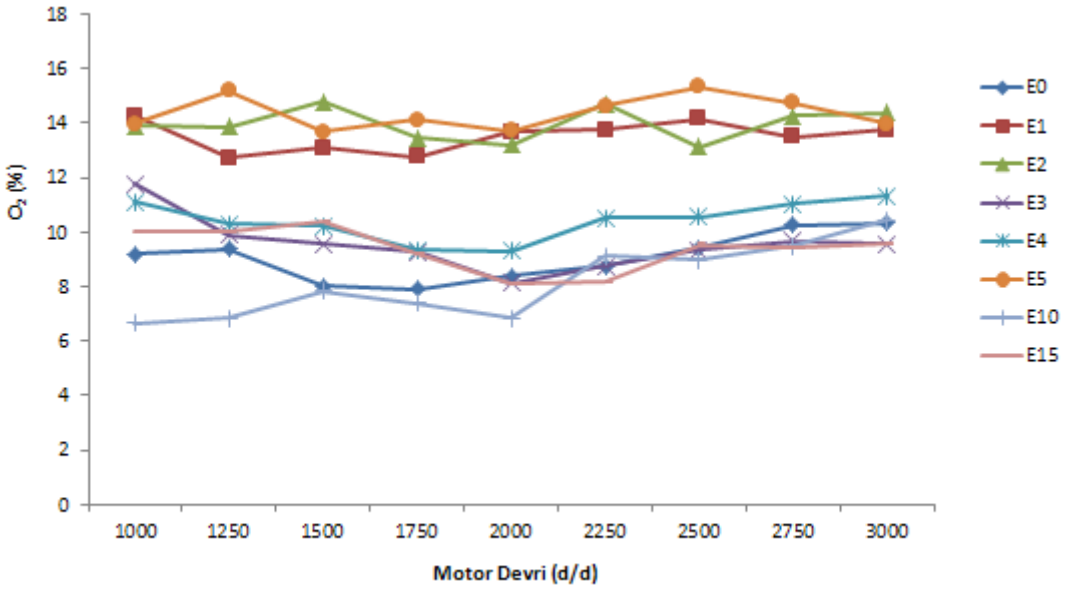
Şekil 4.15. Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında HC değerlerinin değişimi



Şekil 4.16. Beraid ED10-Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında HC değerlerinin değişimi

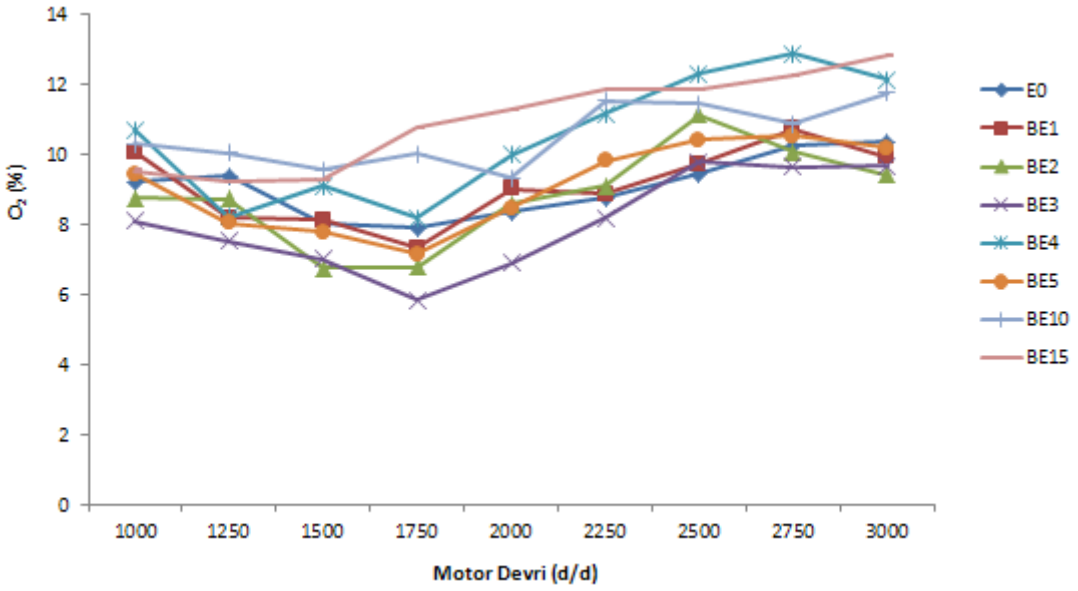
4.12. O_2 Emisyonlarının Karşılaştırılması

Egzozdaki O_2 miktarının yüksek olması fakir bir karışım oranı olduğunu belirtir. Diesel motorlarda karışım fakirleştikçe yakıt sarfiyatı azalmakta ve NOx haricindeki diğer zararlı emisyonlarda da azalma olmaktadır. Şekil 4.17'de biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında egzoz gazları içindeki O_2 miktarı görülmektedir. E0 yakıtı kullanımında 1000 d/d ile 3000 d/d arasında, egzozdaki O_2 miktarı %7,91 ile %10,35 arası değişmektedir. Karışım yakıtlarında ise en yüksek değer %15,33 olarak E5 yakıtında ölçülmüştür.



Şekil 4.17. Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında O_2 değerlerinin değişimi

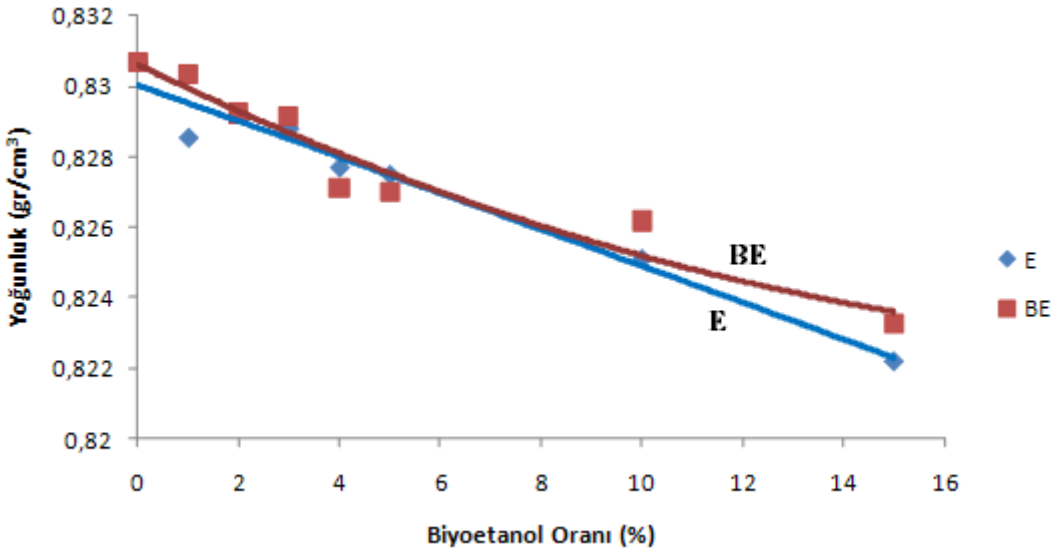
Beraid ED10-biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında elde edilen O_2 değerleri Şekil 4.18'de verilmiştir. En yüksek değerlerin BE15 yakıtında oluştuğu görülmektedir. Deney esnasında en düşük O_2 değeri 1750 d/d'da %5,84 ile BE3 yakıtında, en yüksek O_2 miktarı BE4 yakıtı kullanımında 2750 d/d'da %12,87 olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.18. Beraid ED10-biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında O_2 değerlerinin değişimi

4.13. Yakıtların Yoğunluk Değerlerinin Karşılaştırılması

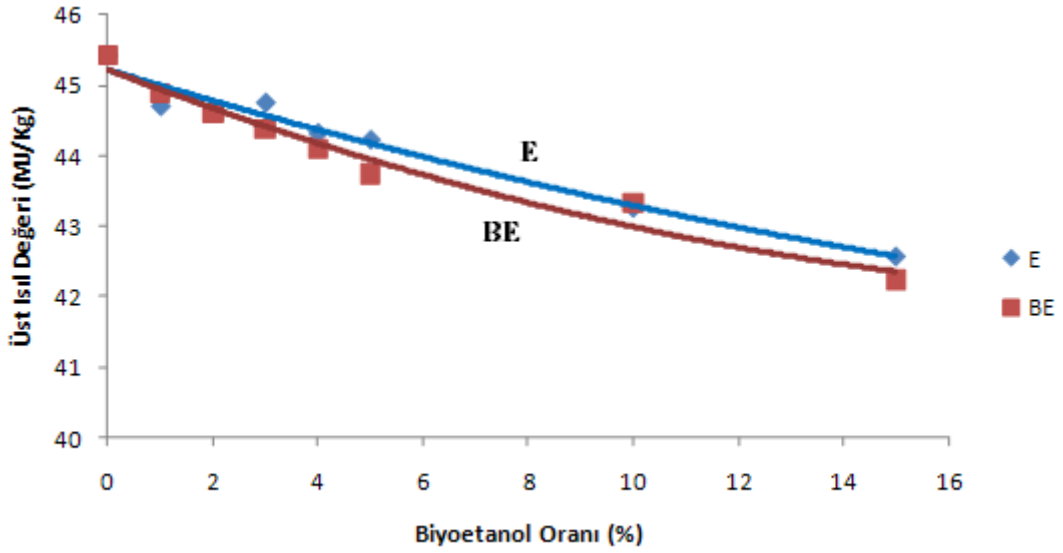
Şekil 4.19'da deney yakıtlarının, yoğunluk ölçüm sonuçları görülmektedir. E0 yakıtının yoğunluk değeri 0,8306 gr/cm^3 iken karışımdaki biyoetanol oranının artmasına bağlı olarak yoğunluk değerleri azalmış ve E15 yakıtında 0,8222 gr/cm^3 olmuştur. Biyoetanolün yoğunluğu diesel yakıtına oranla göre daha az olduğundan karışım yakıtlarındaki biyoetanol oranı arttıkça karışım yakıtlarının yoğunluk değerleri azalmıştır. Beraid ED10 katkılı yakıt karışımlarının yoğunluk değerlerine bakıldığında BE1 yakıtında 0,8303 gr/cm^3 iken karışımdaki biyoetanol oranının artmasına bağlı olarak yoğunluk değerleri azalarak BE15 yakıtında 0,8232 gr/cm^3 olmuştur. Beraid ED10 katkısının yoğunluğu 0,8636 gr/cm^3 olarak ölçülmüştür ve bu değer hem diesel yakıtından hem de biyoetanolden daha yüksektir. Bu nedenle Beraid ED10 katkılı yakıt karışımlarının yoğunluk değerleri daha yüksektir.



Şekil 4.19. Deney yakıtlarının biyoetanol oranına göre yoğunluk değerlerinin değişimi

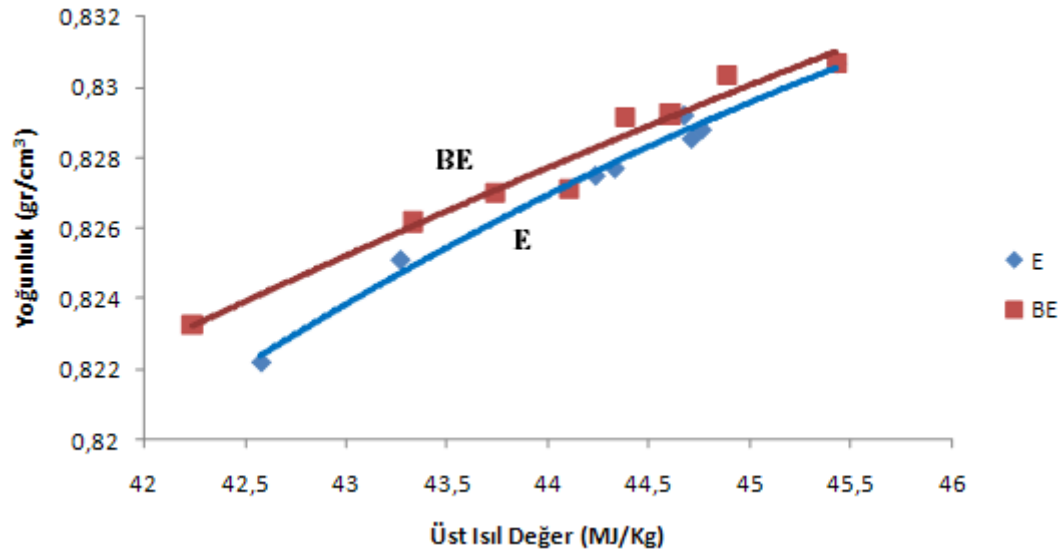
4.14. Yakıtların Üst Isıl Değerlerinin Karşılaştırılması

Şekil 4.20'de deney yakıtlarının kalorimetrede ölçülen üst ısıl değerlerinin biyoetanol oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekilde karışım yakıtlarındaki biyoetanol miktarı artarken, karışım yakıtlarının üst ısıl değerlerinin düştüğü görülmektedir. Çünkü biyoetanolün üst ısıl değeri düşüktür. Yakıt karışımındaki biyoetanol oranının artması üst ısıl değeri düşürmektedir. Üst ısıl değerin düşük olması motorda b_e değerini arttırmaktadır. Yapılan motor deneyleri sonucu b_e değerinin arttığı görülmüştür.



Şekil 4.20. Deney yakıtlarının biyoetanol oranına bağlı olarak üst ısıl değerlerinin değişimi

Şekil 4.21'de ise deney yakıtlarının yoğunluk değerlerine göre üst ısıl değerlerinin değişimi verilmiştir.



Şekil 4.21. Deney yakıtlarının yoğunluk değerine bağlı olarak üst ısıl değerlerinin değişimi

Şekil incelendiğinde yakıtların yoğunluk değerleri arttıkça, üst ısıl değerlerinin de arttığı görülmektedir. Diesel yakıtının yoğunluğu ve ısıl değeri biyoetanolden daha yüksektir. Dolayısıyla yakıt karışımlarının yoğunluk değerinin artmasına bağlı olarak üst ısıl değerleri de artmaktadır.

4.15. Yakıtların Gaz Kromotografisi Sonuçları

Bu çalışmada motor üzerinde denenen karışım yakıtlarının gaz kromotografisi ile analizleri yapılmıştır. Analizler Çumra Şeker Fabrikası Biyoetanol Labaratuarında gerçekleştirilmiştir. Sonuçların fazla yer kaplamalarından dolayı, konu bütünlüğünün bozulmaması için analiz sonuçları ekler kısmında verilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada dört zamanlı, üç silindirli, su soğutmalı, turbo doldurmalı, pompalı enjektör tipi yakıt sistemine sahip bir diesel motorda biyoetanol ve diesel yakıtı karışımlarının motor performans ve emisyonlarına etkileri araştırılmıştır. Ülkemizde biyoetanol-diesel yakıtı karışımları ilk defa pompalı enjektör yakıt sistemine sahip bir dizel motorda denemiştir.

Bir motordan çıkan egzoz emisyonlarının doğru bir şekilde tespit edilebilmesi için katalitik konvertör ve EGR sisteminin devre dışı bırakılması gerekmektedir. Bu çalışmada da katalitik konvertör ve EGR sistemi devre dışı bırakılarak egzoz gazları egzoz emisyon gaz analiz cihazında ölçülmüştür.

Katalitik konvertör ve EGR sistemi devrede olsaydı emisyonlarda bir miktar daha azalma gözlenebilirdi. EGR ve katalitik konvertörün devre dışı bırakılmasının dışında motorda herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

Çalışmada kullanılan biyoetanol Konya Şeker A.Ş. tarafından şeker pancarından üretilmiştir. Deneylerde ilk olarak düşük kükürtlü, Eurodiesel yakıtı kullanılmıştır. Daha sonra sırası ile E1, E2, E3, E4, E5, E10 ve E15 yakıtları kullanılmıştır. Bu deneyler bitirildikten sonra aynı biyoetanol-diesel yakıtı karışımları Beraid ED10 katkılı olarak hazırlanmıştır. Deneyler bu yakıtlar ile tekrarlanmıştır. Toplamda 15 değişik yakıt ile deney yapılmıştır.

Kullanılan yakıtlar arasında en yüksek motor momenti E10 yakıtı (126,33 Nm) kullanımında görülmüştür. 2000 d/d motor devrinde; motor momenti E0 yakıtında 121,49 Nm olarak ölçülmüştür. Aynı motor devrinde en düşük değer ise E0 yakıtından yaklaşık %6 daha düşük olarak E3 yakıtında 114,57 Nm olarak ölçülmüştür. Bulunan bu sonuçlar; Czerwinski (1994), Can (2003) ve Alakel (2008) tarafından yapılan çalışmalardaki sonuçlar ile uyumludur.

Deneylerde motor efektif gücü genellikle 2500 d/d'ya kadar artış göstermiş ve daha sonraki devirlerde azalmaya başlamıştır. Maksimum efektif güç E0 yakıtı için 2500 d/d'da, 26,35 kW olarak ölçülmüştür. Aynı devirde en yüksek güç E4 yakıtı kullanımında E0 yakıtından yaklaşık %10 daha fazla olarak 29 kW ölçülmüştür.

En yüksek motor momenti değerlerinin elde edildiği 2000 d/d'da b_e değeri de genellikle en az olmuştur. Motor devrinin 2000 d/d'nın üzerine çıkması ile özgül yakıt sarfiyatı değerleri de artmaya başlamıştır. 2000 d/d'da en düşük özgül yakıt sarfiyatı E0 yakıtı kullanımında 178 gr/kWh olarak ölçülmüştür. Yakıt karışımları içerisinde

bulunan biyoetanol miktarına bağlı olarak b_e değerleri de artmıştır. 2000 d/d'da en yüksek b_e değeri ise E0 yakıtından yaklaşık %10 daha fazla olarak 195 gr/kWh ile E15 yakıtı kullanımında ölçülmüştür. Beraid ED10 katkılı yakıt karışımları kullanımında en yüksek b_e değerinin BE15 yakıtı kullanımında 2000 d/d'da 215 gr/kWh olduğu tespit edilmiştir. Biyoetanol karışımlarının b_e değerininnin yüksek olmasının temel nedeni biyoetanolun enerji içeriğinin E0 yakıtına göre daha az olmasıdır. Maksimum döndürme momentinin üretildiği 2000 d/d'da tüm yakıtlar için özgül yakıt tüketimi en düşük değerde olduğu görülmektedir. Bu durum, özgül yakıt tüketiminin, döndürme momenti ile ters orantılı olmasından kaynaklanmaktadır. Bulunan bu sonuçlar; Çelik ve Çolak (2008), Huang ve ark. (2009), Aydın ve İlkılıç (2010), Kim ve Choi (2010) ve Sayın (2010) tarafından yapılan çalışmalardaki sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Egzoz gaz sıcaklığı, test edilen yakıtların yanma periyodundaki sıcaklıklarının bir göstergesi olduğundan ölçülerek tespit edilmiştir. Egzoz sıcaklık değerleri, motor devrine bağlı olarak artış göstermiştir. Deneylerde E0 yakıtı kullanımında egzoz gazlarının sıcaklığı 411 ^oC'ye kadar çıkmıştır. En yüksek egzoz gaz sıcaklığı ise E4 yakıtı kullanımında 428 ^oC olarak ölçülmüştür. En düşük egzoz gaz sıcaklığı ise E5 yakıtı kullanımında 3000 d/d'da 370 ^oC olarak ölçülmüştür. Beraid ED10 katkılı biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında elde edilen en yüksek egzoz gaz sıcaklık BE4 yakıtında 412 ^oC olarak ölçülmüştür.

Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında egzoz gazları içindeki % CO değerlerinin motor devrine göre değişimi incelendiğinde devir arttıkça CO miktarının da azaldığı görülmektedir. Yakıt Karışımlarındaki biyoetanol miktarının artmasına bağlı olarak da CO miktarları düşmektedir. Beraid ED10 katkılı biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında elde edilen CO değerlerinde en düşük CO değerleri 3000 d/d'da E0 yakıtında %0,07 iken bütün karışım yakıtlarında bu değer daha yüksek olmuştur. Aynı motor devrinde en yüksek değer BE2 yakıtında %0,55 olarak ölçülmüştür. Bütün motor devirlerine bakıldığında en yüksek değerler 1000d/d'da oluşmuş ve BE1 yakıtında %1,6 olmuştur. Bulunan bu sonuçlar; Qi ve ark. (2010) ve Sayın (2010) tarafından yapılan çalışmalardaki sonuçlar ile uyum göstermektedir.

Biyoetanol ve diesel yakıtı karışımlarının kullanılmasıyla CO_2 emisyonları E10 ve E15 yakıtlarında E0'dan yüksek, diğer karışım oranlarında ise E0'dan düşük çıkmıştır. En yüksek CO_2 değeri E10 yakıtında 1500 d/d'da %11,18 olarak ölçülmüştür. Motor devrini artması ile CO_2 değerleri bir miktar düşüş göstermiştir. En düşük değer olarak ise E5 yakıtında 3000 d/d'da %3,95 olarak ölçülmüştür. Beraid ED10 katkılı

yakıt karışımları ile yapılan deneylerde elde edilen sonuçlar incelendiğinde en düşük değerlerin E0 yakıtında olduğu, görülmektedir. En yüksek değer ise BE5 yakıtında, E0 yakıtından %50 daha fazlaya ulaşan oranlarda %12 olarak ölçülmüştür. Bulunan bu sonuçlar; Heiseh ve ark. (2002) ile Al-Hasan (2003) tarafında yapılan çalışmalarda elde edilen değerler ile uyumludur.

E0 yakıtında NOx değerlerinin 169 ppm ile 400 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek NOx değeri E15 yakıtı kullanımında 1250 d/d'da 697 ppm olarak ölçülmüştür. NOx değerleri relanti devrinin üstüne çıkılınca bir miktar artma eğilimi göstermiş, fakat devrin artması ile 1750 d/d'dan sonra tekrar düşmeye başlamıştır. Beraid ED10 katkılı yakıt karışımları ile yapılan deney sonucu elde edilen NOx değerlerine bakıldığında özellikle 2250 d/d'nin üzerindeki hızlarda NOx değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu görülmüştür. 3000 d/d'da en düşük NOx değeri BE15yakıtında 155 ppm olarak ölçülmüştür. Biyoetanol karışımlı yakıtların özgül yakıt tüketiminin diesel yakıtına göre daha fazla olması ve içeriğindeki oksijenin yakıtça zengin bölgelerde gerekli oksijeni sağlaması, yanma bölgelerinin sayısını artırmıştır. Böylece, yüksek ortam sıcaklığının elde edildiği bölge sayısı arttığından, biyoetanol kullanımı ile diesel yakıtına göre daha yüksek NOx oluşumu meydana gelmiştir. Bulunan bu sonuçlar; Can (2003), Can ve ark. (2004), Uslu (2006), Song ve ark. (2007), Huang ve ark. (2009), Qi ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmalardaki sonuçlar ile uyumludur.

Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında değişik motor devirlerine göre HC değerlerinin değişimi incelendiğinde en yüksek HC değeri E15 yakıtı kullanımında, 3000 d/d'da 529 ppm olarak ölçülmüştür. Aynı devirde E0 yakıtının HC değeri ise 102 ppm olmuştur. Beraid ED10-biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında değişik motor devirlerine göre HC değerlerinin değişimi incelendiğinde en düşük değerlerin E0 yakıtında oluştuğu görülmektedir. Karışım yakıtlarının değerleri incelendiğinde en yüksek HC değerinin BE2 yakıtında 3000 d/d'da 598 ppm olarak ölçüldüğü görülmektedir. Aynı devirde E0 yakıtının HC değeri 115 ppm'dir. Biyoetanolun setan sayısının diesel yakıtına göre düşük olması yanmayı zorlaştırmaktadır. Bu nedenle karışım içindeki biyoetanol miktarının artmasına bağlı olarak HC değerleri artmaktadır. Bulunan bu sonuçlar; Czerwinski (1994), Çelik ve Çolak (2008) ve Huang ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmalardaki sonuçlar ile uyumludur.

Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında egzoz gazları içindeki O_2 miktarı incelendiğinde E0 yakıtı kullanımında değerlerin %7,91 ile 10,35 arası değiştiği

tespit edilmiştir. Karışım yakıtlarında ise en yüksek değer %15,33 olarak E5 yakıtında ölçülmüştür. Beraid ED10-biyoetanol-diesel yakıtı karışımları kullanımında elde edilen O_2 değerleri incelendiğinde en yüksek değerlerin BE15 yakıtında oluştuğu görülmektedir. Deney esnasında en düşük O_2 değeri 1750 d/d'da %5,84 ile BE3 yakıtında, en yüksek O_2 miktarı BE4 yakıtı kullanımında 2750 d/d'da %12,87 olarak ölçülmüştür. Egzoz gazlarının içerisindeki O_2 miktarının artmasının sebebi biyoetanolun içerdiği oksijendir. Bulunan bu sonuçlar; Çelikten (2004) tarafından yapılan çalışmalardaki sonuçlar ile uyumludur.

Günümüzde Dünya Ticaret Örgütü verilerine göre dünyada çiftçilere her gün 1 milyar dolar destek yapılmaktadır. Bunun yarısı ABD ve AB'ye aittir. Bu ise Türkiye dâhil yüzlerce ülkenin rekabet gücünü zorlaştırmaktadır. Türkiye enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü ithal etmektedir. Bu durum enerjide hem dışa bağımlı olmayı, hem de oldukça yüksek meblağların ülke dışına çıkmasına sebep olmaktadır. Bu çalışmada yapılan deneyler sonucu %15 oranına kadar biyoetanol-diesel yakıtı karışımlarının motor üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmadan kullanılabileceği görülmüştür. Biyoetanol bir miktar oksijen içermektedir. Motorun emme sisteminde herhangi bir değişiklik yapılmadığı için, dış ortamdan motora alınan hava miktarı aynı kalsa bile, biyoetanolun içerdiği oksijen nedeni ile içeri alınan oksijen miktarı artmıştır. Bu da karışımın daha fakirleşmesine yol açmıştır. Yapılan deneyler sonucu en uygun karışım oranının BE4 olduğu tespit edilmiştir.

Bu konuda çalışmaların ve sonuçların daha tutarlı ve somut hale gelmesi için:

- Giriş havasının sınırlandırılarak performans ve emisyonlardaki değişimlerin incelenmelidir.
- Beraid ED10 katkı maddesinin değişik oranlarda kullanımının motor performans ve egzoz emisyonlarına etkisi ortaya konmalıdır.
- Biyoetanol-diesel yakıtı karışımları, farklı yakıt sistemlerine sahip diesel motorlar ve farklı yakıt pompaları üzerinde denenmelidir.
- Biyodizel-biyoetanol-dizel yakıtı karışımları özellikle ısıl değer ve setan sayısı açısından önemlidir. Motor performans ve egzoz emisyonlarına etkisi ortaya konmalıdır.
- Biyoetanol-dizel karışımları taşıtlarda uzun süre kullanılarak motor üzerindeki etkileri incelenerek, biyoetanol-diesel karışımlarının performansı hakkında daha somut bilgi edinilebilir.

KAYNAKLAR

Abdel-Rahman, A.A., Osman, M.M., 1997, Experimental Investigation on Varying The Compression Ratio of SI Engine Working under Different Ethanol- Gasoline Fuel Blends, *International Journal of Energy Research,* 21, 31-40.

Abdel-Rahman, A.A., 1998, On the emissions from internal-combustion engines: A Review, *International Journal of Energy Research*, Vol.22, 483-513.

Abu-Qudais, M., Haddad, O., Qudaisat, M., 2000, The effect of alcohol fumigation on diesel engine performance and emissions, *Energy Conversion & Management,* 41, 389-399.

Acaroğlu, M., Oğuz, H., Ünaldı, M., 2004, Türkiye İçin Alternatif Bir Yakıt: Biyoetanol, Yakıt Olarak Kullanımı Ve Emisyon Değerleri, *Biyoenerji 2004 sempozyumu,* İzmir, 144-153.

Acaroğlu, M., 2007, Alternatif Enerji Kaynakları, Genişletilmiş 2. Baskı, *Nobel Yayın Dağıtım*, 609 sayfa.

Acaroğlu, M., 2010, Selçuk Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, *Emisyon Tekniği Ders Notları,* Konya.

Acaroğlu, M., Ünaldı, M., Aydoğan, H., 2010, Yakıtlar ve Yanma, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Agarwal, A.K., 2007, Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines, *Progress in Energy and Combustion Science*, 33, 233–271.

Agarwal, D., Agarwal, A.K., 2007, Performance and emissions characteristics of Jatropha oil (preheated and blends) in a direct injection compression ignition engine, *Applied Thermal Engineering,* 27, 2314–2323.

Agarwal, D., Kumar, L., Agarwal, A.K., 2008, Performance evaluation of a vegetable oil fuelled compression ignition engine, *Renewable Energy,* 33, 1147–1156.

Ajav, E. A., Singh, B., Bhattacharya, T. K., 1999, Experimental study of some performance parameters of a constant speed stationary diesel engine using ethanol-diesel blends as fuel, *Biomass and Bioenergy,* 17 (4): 357-365.

Ajav, E. A., Akingbehin, O. A., 2002, A Study of Some Fuel Properties of Local Ethanol Blended with Diesel Fuel, *Agricultural Engineering International: The CIGR Journal of Scientific Research Development*, 6:25-36.

Al-Baghdadi, M.A.S., 2000, Performance Study of a Four-Stroke Spark Ignition Engine Working with Both of Hydrogen and Ethyl Alcohol as Supplementary Fuel, *Hydrogen Energy,* 25:1005-1009.

Al-Baghdadi, M.A.R.S., 2004, Effect of compression ratio, equivalence ratio and engine speed on the performance and emission characteristics of a spark ignition engine using hydrogen as a fuel, *Renewable Energy,* 29, 2245–2260.

Al-Hasan, M., 2003, Effect of ethanol–unleaded gasoline blends on engine performance and exhaust emission, *Energy Conversion and Management,* 44, 1547–1561.

Al-Farayedhi, A. A., 2002, Effects of octane number on exhaust emissions of a spark ignition engine, *International Journal of Energy Research*, 26, (4): 279-289.

Alakel, H., 2008, Bir Diesel Motorda Biyodiesel, Diesel Ve Etanolün Motor Performansına Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,* Mersin, 96.

Anonim, 2008, Petder, 2008 Yılı Sektör Raporu, www.petder.org.tr [Ziyaret Tarihi: 30 Mart 2010].

Anonim, 2010, Türkiye İstatistik Kurumu Web Sayfası, http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikÇizelge.do?istab_id=356 [Ziyaret Tarihi: 03 Mart 2010].

Anonim, 2010, Volkswagen Motor Eğitim Notları, (Alındığı Tarih 04/01/2010).

Astbury, G.R., 2008, A Review Of The Properties And Hazards Of Some Alternative Fuels, *Process Safety And Environment Protection,* 86, 397–414.

ASTM D4052 - 09 Standard Test Method for Density, Relative Density, and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter

Atkins, R.D., 2009, An Introduction to Engine Testing and Development, *SAE International,* ISBN 978-0-7680-2099-1, SAE Order No. R-344, Printed in the United States of America, 289.

Aydın, H., İlkılıç, C., 2010, Effect of Ethanol Blending with Biodiesel on Engine Performance and Exhaust Emissions in a CI Engine, *Applied Thermal Engineering,* Volume 30, Issue 10, July 2010, 1199-1204.

Aydoğan, H., 2006, Diesel Motorlarında Çeşitli Yakıt Enjeksiyon Sistemlerinin Egzoz Emisyonlarına Etkilerinin Deneysel İncelenmesi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Makina Eğitimi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 88.

Barabas, I., Todorut, A., Baldean, D., 2010, Performance and emission characteristics of an CI engine fueled with diesel–biodiesel–bioethanol blends, Fuel, 89, 3827–3832.

Bassam, N., E., 2010, Handbook of Bioenergy Crops, *Earthscan,* Washington, USA, 1-10.

Bayındır, H., 1998, Etanol-Benzin Karışımlarının Benzinli Motorlarda Motor Karakteristikleri Ve Hava Kirliliğine Etkileri, Doktora Tezi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Elazığ, 103.

Bechtold, R. L., 1997, Alternative Fuels Guidebook: properties, storage, dispensing, and vehicle facility modifications, Society of Automotive Engineers Inc., USA, 1-15, 47-56.

Behera, S., Mohanty, R., C., Ray, R., C., 2011, Ethanol production from mahula (Madhuca latifolia L.) flowers with immobilized cells of Saccharomyces cerevisiae in Luffa cylindrica L. sponge discs, *Applied Energy,* 88, 212–215.

Bertilsson, B. I., Gustavsson, L., 1987, Experience of Heavy-Duty Alcohol Diesel-Ignition Engines, *SAE,* Paper No: 871672.

Bollentin, J. W., Wilk, R. D., 1996, Autoignition Characteristics of Ethanol, *SAE,* Paper No:961175.

Borat, O., Balcı, M., Sürmen, A., 1992, İçten Yanmalı Motorlar, *Teknik Eğitim Vakfı Yayınları,* Cilt 1, Ankara, 353.

Can, Ö., 2003, Etanol-Diesel Yakıtı Karışımlarının Diesel Motor Performansı ve Egzoz Emisyonlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,* Ankara, 89.

Can, Ö., Çelikten, İ., Usta, N., 2004, Effects Of Ethanol Addition On Performance And Emissions Of A Turbocharged Indirect Injection Diesel Engine Running At Different Injection Pressures, *Energy Conversion and Management,* 45, 2429–2440.

Can, Ö., Çelikten, İ., Usta, N., 2005, Etanol Karışımlı Motorin Yakıtın Diesel Motoru Egzoz Emisyonlarına Etkisi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi,* Cilt 11, Sayı 2, Sayfa 219-224.

Carmall, 2010, Car exhaust emission Standards, http://www.carmall.eu/emission_standards.html, [Ziyaret Tarihi: 03 Mart 2010].

Caro, P.S., Moulloungui, Z., Vaitilingom, G., Berge, J.C., 2001, Interest of Combining an Additive with Diesel-Ethanol Blends for Use in Diesel Engines, *Fuel,* 80:565-574.

Chen, H., Wang, J., Shuai, S., Chen, W., 2008, Study of oxygenated biomass fuel blends on a diesel engine, *Fuel*, 87, 3462–3468.

Chotwichien, A., Luengnaruemitchai, A., Jai-In, S., 2009, Utilization of palm oil alkyl esters as an additive in ethanol–diesel and butanol–diesel blends, *Fuel,* 88, 1618–1624.

Corro, G., Ayala, E., 2008, Bioethanol and diesel/bioethanol blends emissions abatement, *Fuel,* 87, 3537–3542.

Costa, J., A., V., Morais M., G., D., 2011, The role of biochemical engineering in the production of biofuels from microalgae, *Bioresource Technology,* 102, 2-9.

Cowart, J. S., Boruta, W. E., Dalton, J. D., Dona, R. F., Rivard II, F. L., Furby, R. S., Piontkowski, J. A., Seiter, R. E. and Takai, R. M., 1995, Powertrain Development of the 1996 Ford Flexible Fuel Taurus, *SAE,* Paper No: 952751.

Czerwinski, G. 1994, Performance of HD-DI-Diesel Engine with Addition of Ethanol and Rapeseed Oil, *SAE*, Paper No: 940545.

Çelik, M.B., Çolak, A., 2008, Buji Ateşlemeli Bir Motorda Alternatif Yakıt Olarak Saf Etanolun Kullanılması, *Gazi Üniversitesi, Mühendislik Ve Mimarlık Fakültesi Dergisi,* Cilt 23, no 3, 619-626.

Çelikten, H., 2008, Biyoetanol- Benzin Karışımlarının Bazı Yakıt Özelliklerinin Belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,* Yüksek Lisans Tezi, Konya, 57.

Çelikten, İ., 2004, Tam Yükte Çalışan İndirekt Püskürtmeli Bir Diesel Motorunda, Diesel Ve Diesel-Etanol Yakıt Karışımlarının Performans Ve Emisyon Değişimlerine Etkisi, *Teknoloji,* Cilt 7, Sayı 1, 11-18.

Çengel, Y., A., Boles, M., A., 2008, Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla, Beşinci Baskı, Çeviri Editörü Ali PINARBAŞI, *İzmir Güven Kitabevi,* 946.

Çolak, A. 2006. Buji Ateşlemeli Bir Motorda Farklı Sıkıştırma Oranlarında Etanol Kullanımının Performans ve Emisyonlara Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,* Zonguldak, 70.

Demirbaş, A., 2011, Competitive liquid biofuels from biomass, *Applied Energy,* 88, 17–28.

Eugene, E. E., Bechtold, R. L., Timbaro, T. C., McCallom, P. W., 1984, State of Art Report on The Use of Alcohols in Disel Engines, *SAE,* Paper No:840118.

Fanick, E.R., Whitney, K.A., Bailey, B.K., 1996, Particulate Characterization Using Five Fuels, *SAE,* Paper No: 961089.

Freudenberger, R., 2009, Alcohol Fuel, First printing, *New Society Publishers,* Canada, 257.

Gardiner, D. P., Mallory, R. W., Pucher, G. R., Todesco, M. K., Bardon, M. F.,Markel, T. J. and Ohi, J. M., 1999, Improving the fuel efficiency of light-duty ethanol vehicles-an engine dynamometer study of dedicated engine strategies, *SAE,* 1999-01-3568.

Giampietro, M., Mayumi, K., 2009, The biofuel delusion: the fallacy of large-scale agro-biofuel production, *Earthscan,* UK, 145-160.

Gilles, T., 2011, Automotive Engines, Diagnosis, Repair And Rebuilding, *Delmar,* New York, United States of America, 6th Edition, 366-375.

Guerrieri, D.A., Caffery, P.J., Rao, V., 1995, Investigation into The Vehicle Exhaust Emissions of High Percentage Ethanol Blends, *SAE,* Paper No: 950777.

Hansen, A.C., Hornbaker, R.H., Zhang, Q., Lyne, P.W.L., 2001, On-farm evaluation of diesel fuel oxygenated with ethanol, *ASAE,* Paper No. 01-6173.

Hansen, A. C., Zhang, Q. and Lyne, P. W. L., 2005, Ethanol-diesel fuel blends – a review, *Bioresource Technology,* 96, (3): 277-285.

Hardenberg, H. O., Ehnert, E. R., 1981, Ignition Quality Determination Problems with Alternative Fuels for Compression Ignition Engines, *SAE,* Paper No:811212.

Hatunoğlu, E., E., 2010, Biyoyakıt Politikalarının Tarım Sektörüne Etkileri, *DPT,* Ankara, 1-18.

He, B.Q., Shuai, S.J., Wang, J.X., He, H., 2003, The effect of ethanol blended diesel fuels on emissions from a diesel engine, *Atmospheric Environment,* 37, 4965–4971.

Heiseh, W.D., Chen, R.H., Wu, T.L., Lin, T.H. 2002. Engine Performance and Pollutant Emission of an SI Engine Using Ethanol-Gasoline Blended Fuels, *Atmospheric Environment,* 36: 403-410.

Huang, J., Wanga, Y., Li, S., Roskilly, A.P., Yu, H., Li, H., 2009, Experimental investigation on the performance and emissions of a diesel engine fuelled with ethanol–diesel blends, *Applied Thermal Engineering,* 29, 2484–2490.

İmrağ, H., 2006, Benzinli Motorlarda Biyoetanol Kullanımının Motor Karakteristik Değerlerine Ve Egzoz Emisyonlarına Etkilerinin Araştırılması, *Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,* Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Balıkesir, 85.

Janssen, R., Rutz, D., Hofer, A., Helm, P., Landahl, G., Ericson, J., 2007, Bioethanol for Europe-The EU Project Best (Bioethanol For Sustainable Transport), *15th European Biomass Conference & Exhibition,* Berlin, Germany, 2284-2287.

Jiang, Q., Ottikkutti, P., VanGerpen, J., VanMetter, D., 1990, The Effect of Alcohol Fumigation on Diesel Flame Temperature and Emissions, *SAE,* Paper No: 900386.

John, R., P., Anisha, G., S., Nampoothiri, K., M., Pandey, A., 2011, Micro and macroalgal biomass: A renewable source for bioethanol, *Bioresource Technology,* 102, 186-193.

Karthikeyan, B., Srithar, K., 2011, Performance characteristics of a glowplug assisted low heat rejection diesel engine using ethanol, *Applied Energy,* 88, 323–329.

Kim, H., Choi, B., 2010, The effect of biodiesel and bioethanol blended diesel fuel on nanoparticles and exhaust emissions from CRDI diesel engine, *Renewable Energy,* 35, 157–163.

Knothe, G., 2010, Biodiesel and renewable diesel: A comparison, *Progress in Energy and Combustion Science,* 36, 364–373.

Koç, M., 2006, E85 ve E50 Kullanımının Yüksek Sıkıştırma Oranlarında Benzin Motoru Performansına Etkisinin Deneysel İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Ankara, 116.

Labeckas, G., Slavinskas, S., 2009, Comparative performance of direct injection diesel engine operating on ethanol, petrol and rapeseed oil blends, *Energy Conversion and Management,* 50, 792–801.

Labeckas, G., Slavinskas, S., 2009, Study of exhaust emissions of direct injection diesel engine operating on ethanol, petrol and rapeseed oil blends, *Energy Conversion and Management,* 50 (2009), 802–812.

Lapuerta, M., Armas, O., Herreros, J.M., 2008, Emissions from a diesel–bioethanol blend in an automotive diesel engine, *Fuel,* 87, 25–31.

Li, X., Qiao, X., Zhang, L., Fang, J., Huang, Z., Xia, H., 2005, Combustion and emission characteristics of a two-stroke diesel engine operating on alcohol, *Renewable Energy,* 30, 2075–2084.

Liberman, M., 2008, Introduction to Physics and Chemistry of Combustion, *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 360.

Lif, A., Holmberg, K., 2006, Water-in-Diesel Emulsions and Related Systems, *Advances in Colloid and Interface Science,*123-126, 231-239.

Likos, B., Callahan, T. L., 1982, Performance and Emissions of Ethanol and Ethanol-Diesel Blends in Direct-Injected and Pre-Chamber Diesel Engines, *SAE,* Paper No:821039.

Lueders, H., Stommel, P., 1999, Diesel Exhaust Treatment – New Approaches To Ultra Low Emission Diesel Vehicles, *SAE,* Paper No.1999-01-0108.

Nagarian, G., Rao, A. N., Jagadesan, T. R., Renganarayanan, S., 2003, Review of Ethanol in Compression Ignition Engine, *Institute for Energy Studies,* Anna University, Chennai.,127.

Najafi, G., Ghobadian, B., Tavakoli, T., Buttsworth, D., R., Yusaf, T., F., Faizollahnejad, M., 2009, Performance and exhaust emissions of a gasoline engine with ethanol blended gasoline fuels using artificial neural network, *Applied Energy,* 86, 630–639.

Noboru, N., Tearo, H., Sakta, C., 1996, Performance Improvement by Control of Flow Rates and Diesel Injection Timing on Dual-Fuel Engines with Ethanol, *Biosource Technology,* 56:35-39.

Örs, İ., 2007, Benzin-Etanol Karışımlarının Taşıt Performansına Ve Egzoz Emisyonlarına Etkisi, Yüksek lisans tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 63.

Özsezen, A.N., 2007, Atık Palmiye Yağından Üretilen Biyodieselin Motor Performans Ve Emisyon Karakterleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi, Doktora Tezi, *Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,* Kocaeli, 166.

Özsezen, A.N., Çanakçı, M., 2008, Atık Kızartma Yağından Elde Edilen Metil Esterin Ön Yanma Odalı Bir Diesel Motorda Kullanımının Performans Ve Emisyonlara Etkisinin İncelenmesi, *Gazi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi,* Cilt 23, No 2, 395-404.

Park, S. H., Kim, H.J., Suh, H.K., Lee, C.S., 2009, Atomization and Spray Characteristics Of Bioethanol and Bioethanol Blended Gasoline Fuel İnjected Through A Direct İnjection Gasoline İnjector, *International Journal of Heat and Fluid Flow,* 30, 1183–1192.

Qi, D.H., Chen, H., Matthews, R.D., Bian, Y.ZH., 2010, Combustion and emission characteristics of ethanol–biodiesel–water micro-emulsions used in a direct injection compression ignition engine, *Fuel,* 89, 958–964.

Qudais, M. A., Haddad, O., Qudaisat, M., 2000, The Effect of Alcohol Fumugation on Disel Engine Performance and Emissions, *Energy Conversion and Management,* 41, 389-399.

Rakopoulos, D.C., Rakopoulos, C.D., Kakaras, E.C., Giakoumis, E.G., 2008, Effects of ethanol–diesel fuel blends on the performance and exhaust emissions of heavy duty DI diesel engine, *Energy Conversion and Management,* 49, 3155–3162.

Sayın, C., 2010, Engine performance and exhaust gas emissions of methanol and ethanol–diesel blends, *Fuel*, 89, 11, November 2010, 3410-3415.

Schafer, A. J., Hardenberg, H. O., 1982, Ignition Improvers for Ethanol Fuels, *SAE,* Paper, No:821039.

Scragg, A., H., 2009, Biofuels, production, application and development, *Cabi,* UK, 107-110.

Singh, B., P., 2010, Industrial Crops and Uses, *Cabi*, Oxfordshire, UK., 1-25.

Sivakumar, G., Vail, D.N., Xu, J., Burner, D.M., Lay Jr, J.O., Ge, X., Weathers, P.J., 2010, Bioethanol and biodiesel: Alternative liquid, fuels for future generations, *Engineering in Life Sciences,* 10, No. 1, 8–18.

Smith, J. L., Workman, J. P., 1998, Alcohol for Motor Fuels, *Colorado State University Cooperative Extension,* No. 5010.

Song, C-L., Zhou, Y-C., Huang, R-J, Wang, Y-Q., Huang,Q-F., Lü, G., Liu,K-M., 2007, Influence of ethanol–diesel blended fuels on diesel exhaust emissions and mutagenic and genotoxic activities of particulate extracts, *Journal of Hazardous Materials,* 149, 2007, 355–363.

Stanescu, R-C., Chiru, A., Muntean, A., Sacareanu, S., 2010, Processes For Liquid Production From Biomass, *International Congress on Automotive and Transport Engineering (CONAT 2010),* XI-th Edition*,* 27–29 October, Transilvania University, Brasov, Romania, 73-82.

Şanlı, H., Çanakçı, M., 2004, Biyodiesel Egzoz Emisyonundaki NOx Artışının Nedenleri Üzerine Bir Değerlendirme, *8th International Combustion Symposium,* September 8-9, Ankara, 418-427.

Taylor, C. F., 1985, The Internal Combustion Engine in Theory and Practice Vol.: 2, Combustion, Fuels, Materials, Design, *The MIT Press,* London, 572.

TS 1231, 1991, İçten Yanmalı Motorlar-Muayene ve Deney Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS-EN 590, 2010, Otomotiv yakıtları - Dizel (motorin) - Gerekler ve deney yöntemleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS-ISO 1928, 2010, Katı Mineral Yakıtlar-Bombalı kalorimetrik metot ile üst ısı değerlerinin tayini ve alt ısı değerlerinin hesaplanması, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Topgül, T., 2006, Buji İle Ateşlemeli Motorlarda Etil Alkol-Benzin Karışımı Kullanımında Optimum Çalışma Parametrelerinin Araştırılması, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Doktora Tezi, Ankara, 195.

Uslu, K., 2006, Diesel Motorlarında Farklı Püskürtme Avanslarında Diesel Yakıtı + Etanol Kullanımının Performans ve emisyonlara etkisi, *Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,* Yüksek lisans tezi, İstanbul, 90.

Xing-cai, L., Jian-guang, Y., Wu-gao, Z. and Zhen, H., 2004, Effect of cetane number improver on heat release rate and emissions of high speed diesel engine fueled with ethanol-diesel blend fuel, *Fuel,* 83 (14-15): 2013-2020.

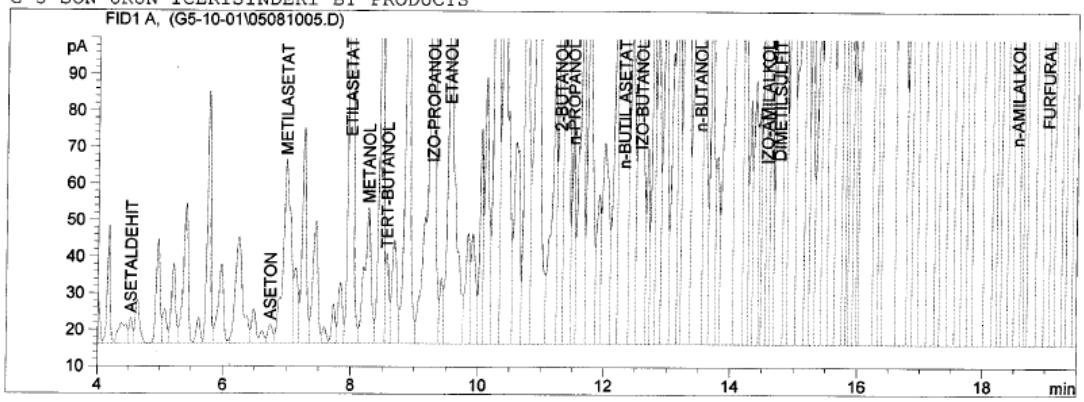
Zhu, L., Cheung , C.S., Zhang, W.G., Huang, Z., 2010, Emissions characteristics of a diesel engine operating on biodiesel and biodiesel blended with ethanol and methanol, *Science of the Total Environment,* 408, 914–921.

EKLER

EK-1. E0 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

E-0

```
==================================================================
Injection Date  : 05.08.2010 12:22:56
Sample Name     : BIYOETANOL                        Location : Vial 101
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI              Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                   Inj Volume : 1 µl
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY PRODUCTS
```




```
==================================================================
          Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)
==================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD  ISTD Amount    Name
  #     [% v/v]
----|------------|-------------------------
  1   1.29700e-1   n-BUTIL ASETAT


Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type     Area      Amt/Area    Amount   Grp   Name
 [min]          [pA*s]       ratio     [% v/v]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
  4.536 VV       28.22484    1.74250 1.46686e-3    ASETALDEHIT
  6.743 BV       27.56252    1.09941 9.03782e-4    ASETON
  6.981 VV      419.81354    1.18214 1.48016e-2    METILASETAT
  7.993 VV     1279.26172    1.35052 5.15281e-2    ETILASETAT
  8.272 VV      271.90204 3.96750e-1 3.21747e-3    METANOL
  8.562 VV       94.79422 4.09608e-1 1.15807e-3    TERT-BUTANOL
  9.277 VV     1384.62903 9.73155e-1 4.01883e-2    IZO-PROPANOL
  9.548 VB      936.23010 9.01644e-1 2.51769e-2    ETANOL
 11.299 VV      555.74127 8.57306e-1 1.42100e-2    2-BUTANOL
 11.504 VV      219.78215 9.09340e-1 5.96078e-3    n-PROPANOL
 12.312 VV   I 4348.66162    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.585 VV      806.40338 7.57828e-1 1.82267e-2    IZO-BUTANOL
 13.519 VV     1235.35974    1.26407 4.65745e-2    n-BUTANOL
 14.574 VV      449.97977    1.16756 1.56695e-2    IZO-AMILALKOL
 14.770 VV     1463.11353    3.14480 1.37232e-1    DIMETILSULFIT
 18.546 VV     3353.40430    2.31023 2.31060e-1    n-AMILALKOL
 19.041 VV     1080.27039 9.83185e-1 3.16776e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :              6.39052e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

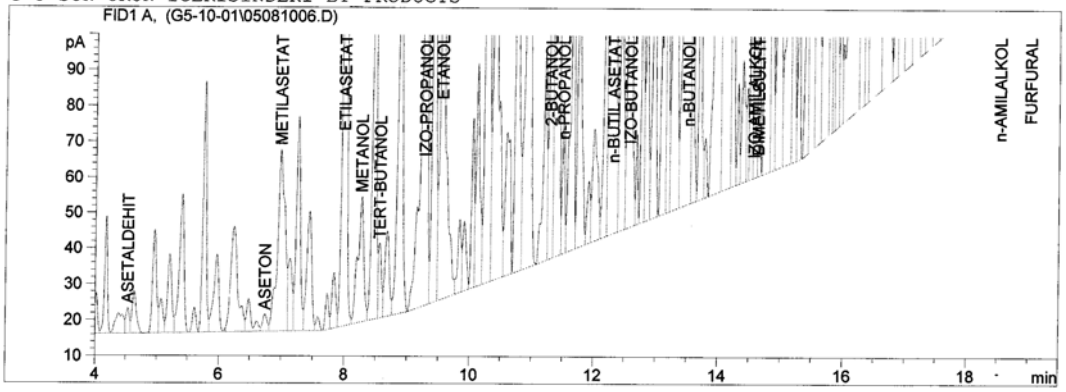
Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	28.22484	1.467e-3
ASETON	27.56252	9.038e-4
METILASETAT	419.81354	0.0148
ETILASETAT	1279.26172	0.0515
METANOL	271.90204	3.217e-3
TERT-BUTANOL	94.79422	1.158e-3
IZO-PROPANOL	1384.62903	0.0402
ETANOL	936.23010	0.0252
2-BUTANOL	555.74127	0.0142
n-PROPANOL	219.78215	5.961e-3
n-BUTIL ASETAT	4348.66162	0.1297
IZO-BUTANOL	806.40338	0.0182
n-BUTANOL	1235.35974	0.0466
IZO-AMILALKOL	449.97977	0.0157
DIMETILSULFIT	1463.11353	0.1372
n-AMILALKOL	3353.40430	0.2311
FURFURAL	1080.27039	0.0317
Totals :		7.6875e-1

*** End of Report ***

EK-2. E1 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

E-1

```
Injection Date  : 05.08.2010 13:04:24
Sample Name     : BIYOETANOL                        Location : Vial 101
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI              Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                   Inj Volume : 1 µl
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY PRODUCTS
```




```
Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD  ISTD Amount   Name
  #     [% v/v]
----|-------------|-------------------------
  1   1.29700e-1   n-BUTIL ASETAT

Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type     Area      Amt/Area    Amount    Grp   Name
 [min]          [pA*s]       ratio      [% v/v]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
  4.536 VV       28.48228    1.74250 1.52930e-3    ASETALDEHIT
  6.744 BV       24.27373    1.09941 8.22326e-4    ASETON
  6.981 VV      420.75235    1.18214 1.53265e-2    METILASETAT
  7.994 VV     1284.93286    1.35052 5.34722e-2    ETILASETAT
  8.273 VV      231.29570 3.96750e-1 2.82769e-3    METANOL
  8.562 VV       75.30260 4.09608e-1 9.50441e-4    TERT-BUTANOL
  9.279 VV     1250.97131 9.73155e-1 3.75125e-2    IZO-PROPANOL
  9.549 VB      852.20197 9.01644e-1 2.36769e-2    ETANOL
 11.300 VV      459.64966 8.57306e-1 1.21425e-2    2-BUTANOL
 11.504 VV      119.74116 9.09340e-1 3.35519e-3    n-PROPANOL
 12.313 VV   I 4209.13525    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.587 VV      552.78662 7.57828e-1 1.29085e-2    IZO-BUTANOL
 13.520 VV      878.12976    1.26407 3.42039e-2    n-BUTANOL
 14.575 VV      311.04819    1.16756 1.11906e-2    IZO-AMILALKOL
 14.639 VV      159.97015    3.14480 1.55017e-2    DIMETILSULFIT
 18.547 VV     2894.59521    2.31023 2.06058e-1    n-AMILALKOL
 19.041 VV      546.90790 9.83185e-1 1.65690e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :              4.48047e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

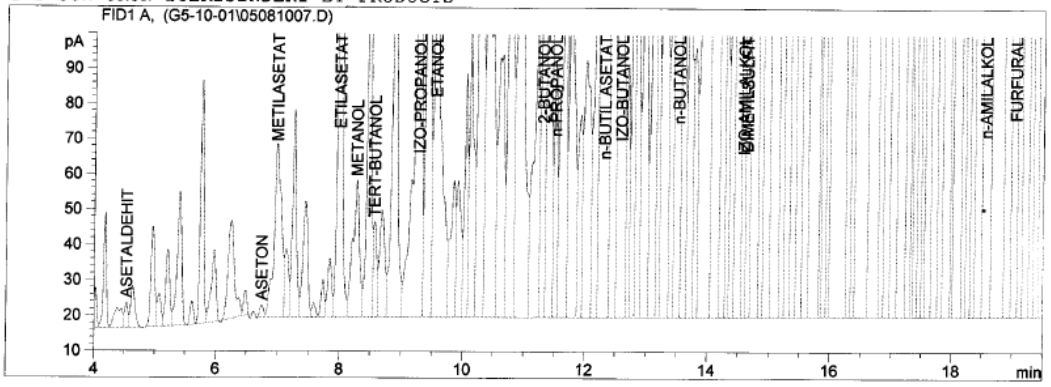
Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	28.48228	1.529e-3
ASETON	24.27373	8.223e-4
METILASETAT	420.75235	0.0153
ETILASETAT	1284.93286	0.0535
METANOL	231.29570	2.828e-3
TERT-BUTANOL	75.30260	9.504e-4
IZO-PROPANOL	1250.97131	0.0375
ETANOL	852.20197	0.0237
2-BUTANOL	459.64966	0.0121
n-PROPANOL	119.74116	3.355e-3
n-BUTIL ASETAT	4209.13525	0.1297
IZO-BUTANOL	552.78662	0.0129
n-BUTANOL	878.12976	0.0342
IZO-AMILALKOL	311.04819	0.0112
DIMETILSULFIT	159.97015	0.0155
n-AMILALKOL	2894.59521	0.2061
FURFURAL	546.90790	0.0166
Totals :		5.7775e-1

*** End of Report ***

EK-3. E2 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

E-2

```
Injection Date  : 05.08.2010 13:34:29
Sample Name     : BIYOETANOL                          Location : Vial 101
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI                 Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                      Inj Volume : 1 µl
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY PRODUCTS
```




```
Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD  ISTD Amount   Name
  #     [% v/v]
----|-------------|-------------------------
  1   1.29700e-1   n-BUTIL ASETAT

Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type      Area      Amt/Area     Amount    Grp   Name
 [min]           [pA*s]       ratio      [% v/v]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
  4.536 VV        28.18772    1.74250 1.35644e-3    ASETALDEHIT
  6.747 PV        14.67674    1.09941 4.45614e-4    ASETON
  6.984 VV       399.53412    1.18214 1.30434e-2    METILASETAT
  7.997 VV      1298.47510    1.35052 4.84286e-2    ETILASETAT
  8.277 VV       291.85016 3.96750e-1 3.19776e-3    METANOL
  8.564 VV       104.21189 4.09608e-1 1.17884e-3    TERT-BUTANOL
  9.283 VV      1444.69141 9.73155e-1 3.88262e-2    IZO-PROPANOL
  9.553 VV      1091.55847 9.01644e-1 2.71800e-2    ETANOL
 11.305 VV       623.28790 8.57306e-1 1.47568e-2    2-BUTANOL
 11.507 VV       264.73990 9.09340e-1 6.64835e-3    n-PROPANOL
 12.318 VV   I  4696.47119    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.592 VV      1000.15308 7.57828e-1 2.09317e-2    IZO-BUTANOL
 13.524 VV      1039.47412    1.26407 3.62871e-2    n-BUTANOL
 14.585 VV       698.39899    1.16756 2.25191e-2    IZO-AMILALKOL
 14.642 VV       763.59760    3.14480 6.63172e-2    DIMETILSULFIT
 18.551 VV      4358.74072    2.31023 2.78089e-1    n-AMILALKOL
 19.044 VV      1521.51660 9.83185e-1 4.13124e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :              6.20519e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

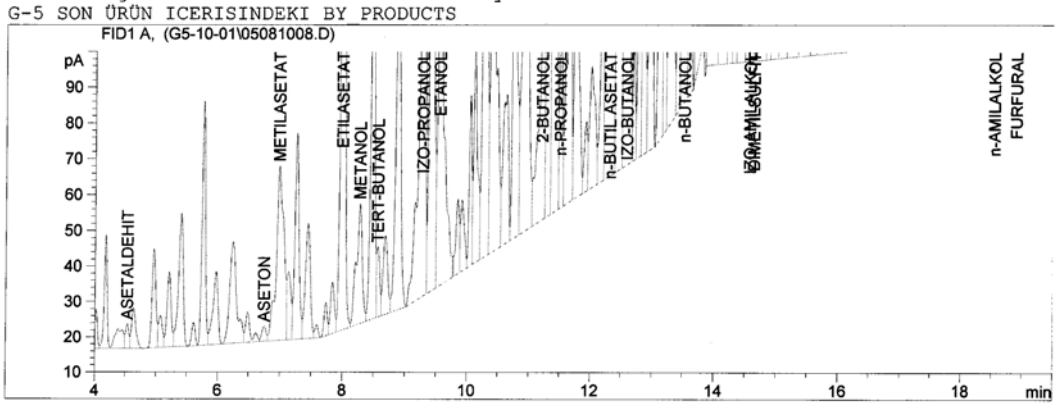
Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	28.18772	1.356e-3
ASETON	14.67674	4.456e-4
METILASETAT	399.53412	0.0130
ETILASETAT	1298.47510	0.0484
METANOL	291.85016	3.198e-3
TERT-BUTANOL	104.21189	1.179e-3
IZO-PROPANOL	1444.69141	0.0388
ETANOL	1091.55847	0.0272
2-BUTANOL	623.28790	0.0148
n-PROPANOL	264.73990	6.648e-3
n-BUTIL ASETAT	4696.47119	0.1297
IZO-BUTANOL	1000.15308	0.0209
n-BUTANOL	1039.47412	0.0363
IZO-AMILALKOL	698.39899	0.0225
DIMETILSULFIT	763.59760	0.0663
n-AMILALKOL	4358.74072	0.2781
FURFURAL	1521.51660	0.0413
Totals :		7.5022e-1

*** End of Report ***

EK-4. E3 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

E-3

```
Injection Date  : 05.08.2010 14:04:19
Sample Name     : BIYOETANOL                        Location : Vial 101
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI               Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                   Inj Volume : 1 µl
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY PRODUCTS
```




```
Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD  ISTD Amount   Name
  #     [% v/v]
----|------------|-------------------------
  1   1.29700e-1   n-BUTIL ASETAT


Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type     Area      Amt/Area    Amount   Grp   Name
 [min]          [pA*s]       ratio     [% v/v]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
  4.536 VV       27.75253    1.74250 1.50425e-3    ASETALDEHIT
  6.749 BV       20.89816    1.09941 7.14685e-4    ASETON
  6.986 VV      406.18576    1.18214 1.49362e-2    METILASETAT
  7.999 VV     1244.82849    1.35052 5.22945e-2    ETILASETAT
  8.280 VV      219.17467 3.96750e-1 2.70491e-3    METANOL
  8.566 VV       69.55002 4.09608e-1 8.86158e-4    TERT-BUTANOL
  9.287 VV     1203.98181 9.73155e-1 3.64458e-2    IZO-PROPANOL
  9.557 VB      858.22089 9.01644e-1 2.40702e-2    ETANOL
 11.216 VV      421.68893 8.57306e-1 1.12454e-2    2-BUTANOL
 11.509 VV      178.59158 9.09340e-1 5.05165e-3    n-PROPANOL
 12.320 VV   I 4169.59766    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.596 VV      656.62189 7.57828e-1 1.54786e-2    IZO-BUTANOL
 13.527 VV      640.94189    1.26407 2.52020e-2    n-BUTANOL
 14.581 VV      314.80612    1.16756 1.14332e-2    IZO-AMILALKOL
 14.647 VV      219.98042    3.14480 2.15190e-2    DIMETILSULFIT
 18.552 VV     3426.43677    2.31023 2.46231e-1    n-AMILALKOL
 18.914 VV     1076.14063 9.83185e-1 3.29117e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :             5.02629e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

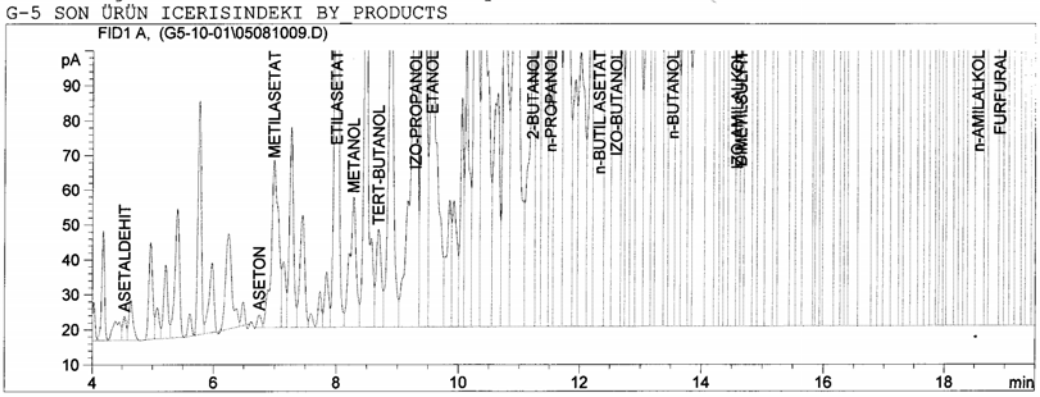
Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	27.75253	1.504e-3
ASETON	20.89816	7.147e-4
METILASETAT	406.18576	0.0149
ETILASETAT	1244.82849	0.0523
METANOL	219.17467	2.705e-3
TERT-BUTANOL	69.55002	8.862e-4
IZO-PROPANOL	1203.98181	0.0364
ETANOL	858.22089	0.0241
2-BUTANOL	421.68893	0.0112
n-PROPANOL	178.59158	5.052e-3
n-BUTIL ASETAT	4169.59766	0.1297
IZO-BUTANOL	656.62189	0.0155
n-BUTANOL	640.94189	0.0252
IZO-AMILALKOL	314.80612	0.0114
DIMETILSULFIT	219.98042	0.0215
n-AMILALKOL	3426.43677	0.2462
FURFURAL	1076.14063	0.0329
Totals :		6.3233e-1

*** End of Report ***

EK-5. E4 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

E-4

```
Injection Date  : 05.08.2010 14:33:58
Sample Name     : BIYOETANOL                        Location : Vial 101
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI               Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                  Inj Volume : 1 µl
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY_PRODUCTS
```




```
Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD  ISTD Amount   Name
  #     [% v/v]
----|------------|-------------------------
  1   1.29700e-1   n-BUTIL ASETAT


Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type     Area      Amt/Area    Amount   Grp   Name
 [min]          [pA*s]       ratio     [% v/v]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
  4.538 VV       27.11592    1.74250 1.32251e-3    ASETALDEHIT
  6.753 PV       15.15957    1.09941 4.66499e-4    ASETON
  6.991 VV      394.25626    1.18214 1.30452e-2    METILASETAT
  8.003 VV     1262.39453    1.35052 4.77197e-2    ETILASETAT
  8.285 VV      272.70749 3.96750e-1 3.02843e-3    METANOL
  8.690 VV      166.96233 4.09608e-1 1.91421e-3    TERT-BUTANOL
  9.291 VV     1365.45801 9.73155e-1 3.71932e-2    IZO-PROPANOL
  9.560 VV     1044.41882 9.01644e-1 2.63580e-2    ETANOL
 11.220 VV      626.44611 8.57306e-1 1.50322e-2    2-BUTANOL
 11.514 VV      359.57007 9.09340e-1 9.15192e-3    n-PROPANOL
 12.324 VV   I 4633.79980    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.599 VV     1143.20776 7.57828e-1 2.42493e-2    IZO-BUTANOL
 13.530 VV     1063.61829    1.26407 3.76321e-2    n-BUTANOL
 14.582 VV      718.35236    1.16756 2.34757e-2    IZO-AMILALKOL
 14.647 VV      473.69531    3.14480 4.16960e-2    DIMETILSULFIT
 18.555 VV     4901.02686    2.31023 3.16916e-1    n-AMILALKOL
 18.917 VV     1412.88220 9.83185e-1 3.88816e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :             6.38083e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

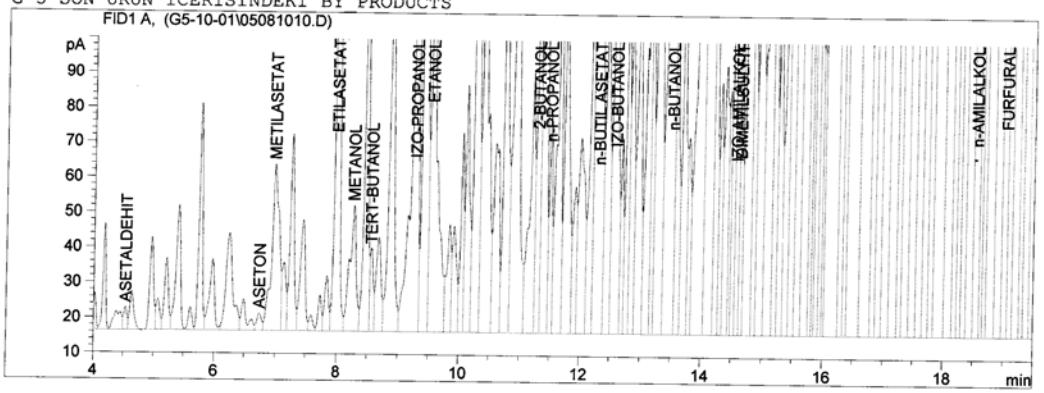
Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	27.11592	1.323e-3
ASETON	15.15957	4.665e-4
METILASETAT	394.25626	0.0130
ETILASETAT	1262.39453	0.0477
METANOL	272.70749	3.028e-3
TERT-BUTANOL	166.96233	1.914e-3
IZO-PROPANOL	1365.45801	0.0372
ETANOL	1044.41882	0.0264
2-BUTANOL	626.44611	0.0150
n-PROPANOL	359.57007	9.152e-3
n-BUTIL ASETAT	4633.79980	0.1297
IZO-BUTANOL	1143.20776	0.0242
n-BUTANOL	1063.61829	0.0376
IZO-AMILALKOL	718.35236	0.0235
DIMETILSULFIT	473.69531	0.0417
n-AMILALKOL	4901.02686	0.3169
FURFURAL	1412.88220	0.0389
Totals :		7.6778e-1

*** End of Report ***

EK-6. E5 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

E-5

```
Injection Date  : 05.08.2010 15:15:03
Sample Name     : BIYOETANOL                          Location : Vial 101
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI                 Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                     Inj Volume : 1 µl
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY PRODUCTS
```




```
Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD  ISTD Amount   Name
  #     [% v/v]
----|-------------|-------------------------
  1   1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT

Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type     Area      Amt/Area    Amount    Grp   Name
 [min]          [pA*s]       ratio     [% v/v]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
  4.534 VV       26.08197    1.74250 1.39239e-3    ASETALDEHIT
  6.744 BV       26.12971    1.09941 8.80125e-4    ASETON
  6.981 VV      398.73813    1.18214 1.44413e-2    METILASETAT
  7.993 VV     1216.74597    1.35052 5.03442e-2    ETILASETAT
  8.273 VV      264.43747 3.96750e-1 3.21432e-3    METANOL
  8.562 VV       89.83353 4.09608e-1 1.12734e-3    TERT-BUTANOL
  9.280 VV     1291.09265 9.73155e-1 3.84936e-2    IZO-PROPANOL
  9.551 VB      991.26740 9.01644e-1 2.73826e-2    ETANOL
 11.301 VV      540.18103 8.57306e-1 1.41881e-2    2-BUTANOL
 11.504 VV      218.97978 9.09340e-1 6.10069e-3    n-PROPANOL
 12.312 VV   I 4233.41602    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.586 VV      810.88208 7.57828e-1 1.88268e-2    IZO-BUTANOL
 13.520 VV     1252.59656    1.26407 4.85099e-2    n-BUTANOL
 14.575 VV      484.97400    1.16756 1.73479e-2    IZO-AMILALKOL
 14.639 VV      332.53690    3.14480 3.20392e-2    DIMETILSULFIT
 18.547 VV     3478.95264    2.31023 2.46236e-1    n-AMILALKOL
 19.042 VV     1250.78198 9.83185e-1 3.76761e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :              5.58201e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

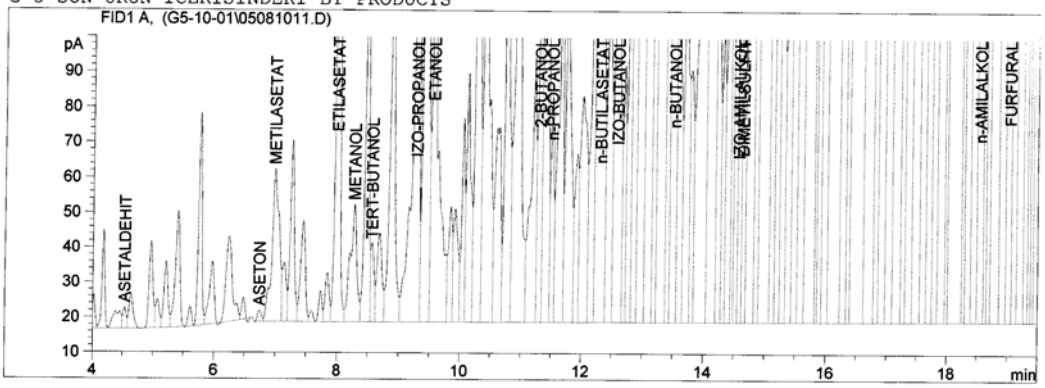
Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	26.08197	1.392e-3
ASETON	26.12971	8.801e-4
METILASETAT	398.73813	0.0144
ETILASETAT	1216.74597	0.0503
METANOL	264.43747	3.214e-3
TERT-BUTANOL	89.83353	1.127e-3
IZO-PROPANOL	1291.09265	0.0385
ETANOL	991.26740	0.0274
2-BUTANOL	540.18103	0.0142
n-PROPANOL	218.97978	6.101e-3
n-BUTIL ASETAT	4233.41602	0.1297
IZO-BUTANOL	810.88208	0.0188
n-BUTANOL	1252.59656	0.0485
IZO-AMILALKOL	484.97400	0.0173
DIMETILSULFIT	332.53690	0.0320
n-AMILALKOL	3478.95264	0.2462
FURFURAL	1250.78198	0.0377
Totals :		6.8790e-1

*** End of Report ***

EK-7. E10 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

E-10

```
Injection Date  : 05.08.2010 15:45:21
Sample Name     : BIYOETANOL                        Location : Vial 101
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI              Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                   Inj Volume : 1 µl
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY PRODUCTS
```




```
Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD  ISTD Amount   Name
  #     [% v/v]
----|-------------|-------------------------
  1   1.29700e-1   n-BUTIL ASETAT

Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type     Area      Amt/Area    Amount   Grp   Name
 [min]          [pA*s]       ratio     [% v/v]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
  4.536 VV       24.32388    1.74250 1.32547e-3    ASETALDEHIT
  6.748 PV       13.40558    1.09941 4.60903e-4    ASETON
  6.986 VV      354.66074    1.18214 1.31113e-2    METILASETAT
  7.998 VV     1144.28174    1.35052 4.83277e-2    ETILASETAT
  8.279 VV      248.03828 3.96750e-1 3.07751e-3    METANOL
  8.565 VV       84.91712 4.09608e-1 1.08774e-3    TERT-BUTANOL
  9.287 VV     1253.99792 9.73155e-1 3.81630e-2    IZO-PROPANOL
  9.560 VV     1010.71948 9.01644e-1 2.84989e-2    ETANOL
 11.305 VV      544.55231 8.57306e-1 1.45995e-2    2-BUTANOL
 11.508 VV      233.88144 9.09340e-1 6.65097e-3    n-PROPANOL
 12.316 VV   I 4147.40723    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.591 VV      888.85150 7.57828e-1 2.10651e-2    IZO-BUTANOL
 13.524 VV      993.65796    1.26407 3.92799e-2    n-BUTANOL
 14.578 VV      528.58374    1.16756 1.92999e-2    IZO-AMILALKOL
 14.642 VV      413.22464    3.14480 4.06390e-2    DIMETILSULFIT
 18.548 VV     3646.13281    2.31023 2.63421e-1    n-AMILALKOL
 19.043 VV     1600.98975 9.83185e-1 4.92251e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :              5.88233e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	24.32388	1.325e-3
ASETON	13.40558	4.609e-4
METILASETAT	354.66074	0.0131
ETILASETAT	1144.28174	0.0483
METANOL	248.03828	3.078e-3
TERT-BUTANOL	84.91712	1.088e-3
IZO-PROPANOL	1253.99792	0.0382
ETANOL	1010.71948	0.0285
2-BUTANOL	544.55231	0.0146
n-PROPANOL	233.88144	6.651e-3
n-BUTIL ASETAT	4147.40723	0.1297
IZO-BUTANOL	888.85150	0.0211
n-BUTANOL	993.65796	0.0393
IZO-AMILALKOL	528.58374	0.0193
DIMETILSULFIT	413.22464	0.0406
n-AMILALKOL	3646.13281	0.2634
FURFURAL	1600.98975	0.0492

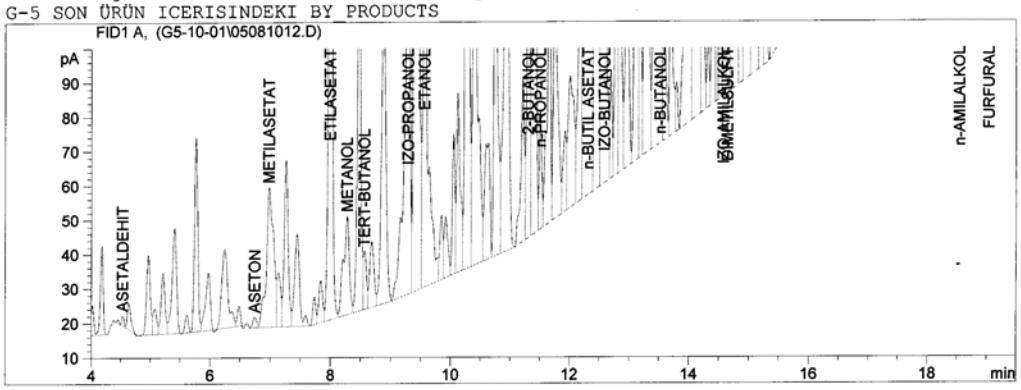
Totals : 7.1793e-1

*** End of Report ***

EK-8. E15 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

E-15

```
================================================================================
Injection Date  : 05.08.2010 16:17:19
Sample Name     : BIYOETANOL                          Location : Vial 101
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI                 Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                     Inj Volume : 1 µl
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY_PRODUCTS
```




```
================================================================================
          Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)
================================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD  ISTD Amount    Name
  #     [% v/v]
----|-------------|-------------------------
  1   1.29700e-1   n-BUTIL ASETAT


Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type      Area      Amt/Area    Amount    Grp   Name
 [min]           [pA*s]       ratio      [% v/v]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
  4.537 PV         7.82975    1.74250 4.62258e-4    ASETALDEHIT
  6.749 PV        13.07200    1.09941 4.86930e-4    ASETON
  6.987 VV       331.61276    1.18214 1.32820e-2    METILASETAT
  7.999 VV      1047.59839    1.35052 4.79357e-2    ETILASETAT
  8.280 VV       194.32245 3.96750e-1 2.61219e-3    METANOL
  8.567 VV        59.24944 4.09608e-1 8.22274e-4    TERT-BUTANOL
  9.290 VV      1018.05170 9.73155e-1 3.35672e-2    IZO-PROPANOL
  9.566 VB       766.82062 9.01644e-1 2.34257e-2    ETANOL
 11.306 VV       373.41949 8.57306e-1 1.08467e-2    2-BUTANOL
 11.509 VV        98.45291 9.09340e-1 3.03332e-3    n-PROPANOL
 12.315 VV    I 3828.03613    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.591 VV       609.46417 7.57828e-1 1.56489e-2    IZO-BUTANOL
 13.523 VV       750.64703    1.26407 3.21492e-2    n-BUTANOL
 14.579 VV       281.61136    1.16756 1.11402e-2    IZO-AMILALKOL
 14.642 VV       197.26672    3.14480 2.10189e-2    DIMETILSULFIT
 18.546 VV      2685.41235    2.31023 2.10198e-1    n-AMILALKOL
 19.045 VV       447.39145 9.83185e-1 1.49034e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :              4.41533e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

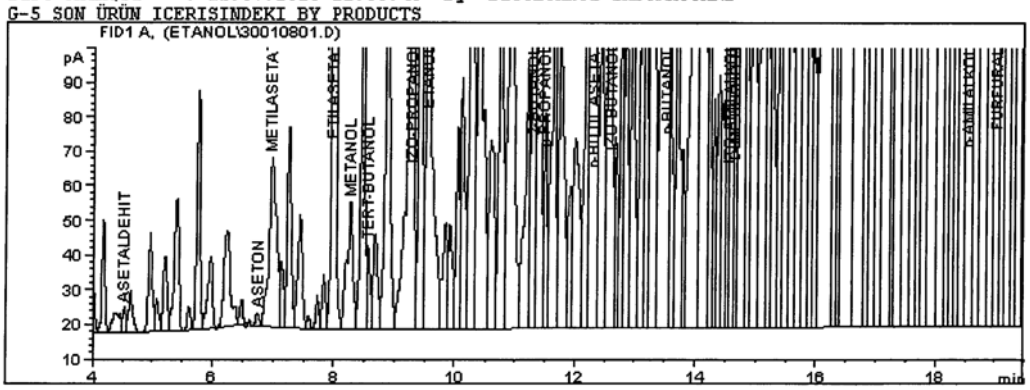
Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	7.82975	4.623e-4
ASETON	13.07200	4.869e-4
METILASETAT	331.61276	0.0133
ETILASETAT	1047.59839	0.0479
METANOL	194.32245	2.612e-3
TERT-BUTANOL	59.24944	8.223e-4
IZO-PROPANOL	1018.05170	0.0336
ETANOL	766.82062	0.0234
2-BUTANOL	373.41949	0.0108
n-PROPANOL	98.45291	3.033e-3
n-BUTIL ASETAT	3828.03613	0.1297
IZO-BUTANOL	609.46417	0.0156
n-BUTANOL	750.64703	0.0321
IZO-AMILALKOL	281.61136	0.0111
DIMETILSULFIT	197.26672	0.0210
n-AMILALKOL	2685.41235	0.2102
FURFURAL	447.39145	0.0149
Totals :		5.7123e-1

*** End of Report ***

EK-9. BE1 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

BE-1

```
=====================================================================
Injection Date  : 03.08.2010 17:52:24          Seq. Line :   1
Sample Name     : 03081008                      Location : Vial 101
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI          Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                 Inj Volume : 1 µl
Sequence File   : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M\03081007.S
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY PRODUCTS
```




```
=====================================================================
           Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)
=====================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD  ISTD Amount   Name
  #    [% v/v]
----|------------|-------------------------
  1   1.29700e-1   n-BUTIL ASETAT

Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type     Area      Amt/Area    Amount   Grp   Name
 [min]          [pA*s]       ratio     [% v/v]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
  4.534 VV       27.89426    1.74250 1.43305e-3    ASETALDEHIT
  6.742 PV       14.39547    1.09941 4.66616e-4    ASETON
  6.980 VV      396.07806    1.18214 1.38046e-2    METILASETAT
  7.992 VV     1276.52197    1.35052 5.08278e-2    ETILASETAT
  8.272 VV      258.88608 3.96750e-1 3.02830e-3    METANOL
  8.561 VV       89.85959 4.09608e-1 1.08519e-3    TERT-BUTANOL
  9.278 VV     1349.10376 9.73155e-1 3.87080e-2    IZO-PROPANOL
  9.549 VV      977.53912 9.01644e-1 2.59862e-2    ETANOL
 11.301 VV      558.84540 8.57306e-1 1.41254e-2    2-BUTANOL
 11.505 VV      216.38380 9.09340e-1 5.80128e-3    n-PROPANOL
 12.313 VV   I 4399.13135    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.588 VV      808.07141 7.57828e-1 1.80548e-2    IZO-BUTANOL
 13.522 VV     1246.06006    1.26407 4.64389e-2    n-BUTANOL
 14.577 VV      468.56406    1.16756 1.61295e-2    IZO-AMILALKOL
 14.640 VV      317.44867    3.14480 2.94333e-2    DIMETILSULFIT
 18.548 VV     3711.20337    2.31023 2.52780e-1    n-AMILALKOL
 19.044 VV     1095.25696 9.83185e-1 3.17486e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :             5.49851e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

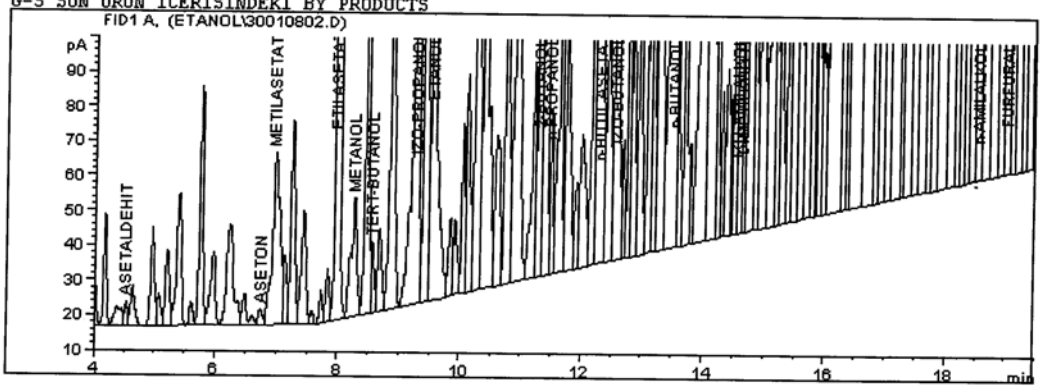
Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	27.89426	1.433e-3
ASETON	14.39547	4.666e-4
METILASETAT	396.07806	0.0138
ETILASETAT	1276.52197	0.0508
METANOL	258.88608	3.028e-3
TERT-BUTANOL	89.85959	1.085e-3
IZO-PROPANOL	1349.10376	0.0387
ETANOL	977.53912	0.0260
2-BUTANOL	558.84540	0.0141
n-PROPANOL	216.38380	5.801e-3
n-BUTIL ASETAT	4399.13135	0.1297
IZO-BUTANOL	808.07141	0.0181
n-BUTANOL	1246.06006	0.0464
IZO-AMILALKOL	468.56406	0.0161
DIMETILSULFIT	317.44867	0.0294
n-AMILALKOL	3711.20337	0.2528
FURFURAL	1095.25696	0.0317
Totals :		6.7955e-1

*** End of Report ***

EK-10. BE2 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

BE-2

```
================================================================
Injection Date  : 03.08.2010 18:33:47          Seq. Line :   2
Sample Name     : 03081009                      Location : Vial 102
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI          Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                 Inj Volume : 1 µl
Sequence File   : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M\03081007.S
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY PRODUCTS
```




```
================================================================
          Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)
================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD  ISTD Amount   Name
  #    [% v/v]
----|------------|-------------------------
  1   1.29700e-1   n-BUTIL ASETAT


Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type     Area      Amt/Area    Amount   Grp   Name
 [min]          [pA*s]      ratio      [% v/v]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
  4.535 VV       27.72025    1.74250 1.49577e-3    ASETALDEHIT
  6.744 BV       22.97915    1.09941 7.82331e-4    ASETON
  6.982 VV      408.83032    1.18214 1.49661e-2    METILASETAT
  7.993 VV     1249.58691    1.35052 5.22592e-2    ETILASETAT
  8.273 VV      225.64973 3.96750e-1 2.77235e-3    METANOL
  8.561 VV       73.04678 4.09608e-1 9.26542e-4    TERT-BUTANOL
  9.279 VV     1218.36938 9.73155e-1 3.67161e-2    IZO-PROPANOL
  9.549 VB      880.53918 9.01644e-1 2.45855e-2    ETANOL
 11.300 VV      474.89151 8.57306e-1 1.26074e-2    2-BUTANOL
 11.504 VV      145.11182 9.09340e-1 4.08625e-3    n-PROPANOL
 12.313 VV   I 4188.35938    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.587 VV      624.96857 7.57828e-1 1.46664e-2    IZO-BUTANOL
 13.521 VV      989.78479    1.26407 3.87442e-2    n-BUTANOL
 14.575 VV      359.70551    1.16756 1.30053e-2    IZO-AMILALKOL
 14.639 VV      218.05214    3.14480 2.12349e-2    DIMETILSULFIT
 18.549 VV     3148.79175    2.31023 2.25265e-1    n-AMILALKOL
 19.041 VV      877.85657 9.83185e-1 2.67273e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :              4.90841e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

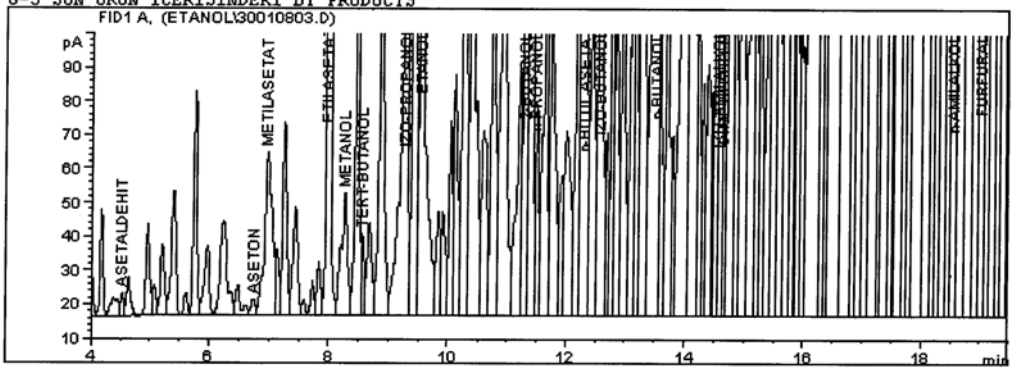
Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	27.72025	1.496e-3
ASETON	22.97915	7.823e-4
METILASETAT	408.83032	0.0150
ETILASETAT	1249.58691	0.0523
METANOL	225.64973	2.772e-3
TERT-BUTANOL	73.04678	9.265e-4
IZO-PROPANOL	1218.36938	0.0367
ETANOL	880.53918	0.0246
2-BUTANOL	474.89151	0.0126
n-PROPANOL	145.11182	4.086e-3
n-BUTIL ASETAT	4188.35938	0.1297
IZO-BUTANOL	624.96857	0.0147
n-BUTANOL	989.78479	0.0387
IZO-AMILALKOL	359.70551	0.0130
DIMETILSULFIT	218.05214	0.0212
n-AMILALKOL	3148.79175	0.2253
FURFURAL	877.85657	0.0267
Totals :		6.2054e-1

*** End of Report ***

EK-11. BE3 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

BE-3

```
======================================================================
Injection Date  : 03.08.2010 19:14:49          Seq. Line :   3
Sample Name     : 03081010                      Location : Vial 103
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI          Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                 Inj Volume : 1 µl
Sequence File   : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M\03081007.S
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY PRODUCTS
```




```
======================================================================
          Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)
======================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD  ISTD Amount   Name
  #     [% v/v]
----|------------|-------------------------
  1   1.29700e-1   n-BUTIL ASETAT

Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type     Area      Amt/Area    Amount   Grp   Name
 [min]          [pA*s]       ratio     [% v/v]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
  4.532 VV       26.91675    1.74250 1.42626e-3    ASETALDEHIT
  6.741 BV       26.28494    1.09941 8.78760e-4    ASETON
  6.979 VV      405.62253    1.18214 1.45812e-2    METILASETAT
  7.991 VV     1240.25464    1.35052 5.09347e-2    ETILASETAT
  8.272 VV      267.85464 3.96750e-1 3.23161e-3    METANOL
  8.560 VV       92.25467 4.09608e-1 1.14910e-3    TERT-BUTANOL
  9.277 VV     1313.45642 9.73155e-1 3.88687e-2    IZO-PROPANOL
  9.548 VB     1007.94098 9.01644e-1 2.76358e-2    ETANOL
 11.299 VV      548.42908 8.57306e-1 1.42975e-2    2-BUTANOL
 11.503 VV      219.83284 9.09340e-1 6.07885e-3    n-PROPANOL
 12.312 VV   I 4265.17822    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.586 VV      807.03516 7.57828e-1 1.85980e-2    IZO-BUTANOL
 13.519 VV     1236.73352    1.26407 4.75389e-2    n-BUTANOL
 14.575 VV      463.84375    1.16756 1.64685e-2    IZO-AMILALKOL
 14.638 VV      323.55084    3.14480 3.09413e-2    DIMETILSULFIT
 18.547 VV     3355.55103    2.31023 2.35733e-1    n-AMILALKOL
 19.042 VV     1132.83594 9.83185e-1 3.38692e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :              5.42232e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

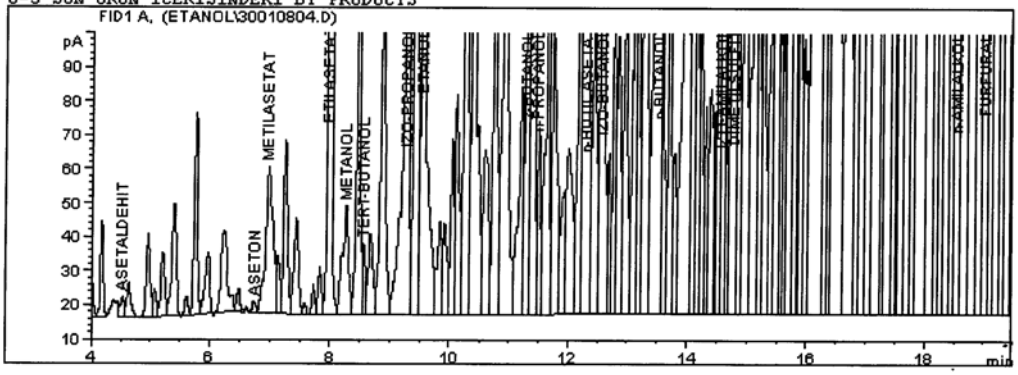
Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	26.91675	1.426e-3
ASETON	26.28494	8.788e-4
METILASETAT	405.62253	0.0146
ETILASETAT	1240.25464	0.0509
METANOL	267.85464	3.232e-3
TERT-BUTANOL	92.25467	1.149e-3
IZO-PROPANOL	1313.45642	0.0389
ETANOL	1007.94098	0.0276
2-BUTANOL	548.42908	0.0143
n-PROPANOL	219.83284	6.079e-3
n-BUTIL ASETAT	4265.17822	0.1297
IZO-BUTANOL	807.03516	0.0186
n-BUTANOL	1236.73352	0.0475
IZO-AMILALKOL	463.84375	0.0165
DIMETILSULFIT	323.55084	0.0309
n-AMILALKOL	3355.55103	0.2357
FURFURAL	1132.83594	0.0339
Totals :		6.7193e-1

*** End of Report ***

EK-12. BE4 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

BE-4

```
==================================================================
Injection Date  : 03.08.2010 19:55:53            Seq. Line :   4
Sample Name     : 03081011                       Location : Vial 104
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI            Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                  Inj Volume : 1 µl
Sequence File   : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M\03081007.S
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY PRODUCTS
```




```
==================================================================
           Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)
==================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD  ISTD Amount   Name
  #    [% v/v]
----|------------|-------------------------
  1   1.29700e-1   n-BUTIL ASETAT


Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type     Area      Amt/Area    Amount   Grp   Name
 [min]          [pA*s]      ratio     [% v/v]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
  4.533 BV       27.98219    1.74250 1.61470e-3    ASETALDEHIT
  6.741 PV       13.38683    1.09941 4.87389e-4    ASETON
  6.980 VV      348.76208    1.18214 1.36533e-2    METILASETAT
  7.992 VV     1120.47058    1.35052 5.01116e-2    ETILASETAT
  8.272 VV      229.61752 3.96750e-1 3.01689e-3    METANOL
  8.560 VV       78.76405 4.09608e-1 1.06840e-3    TERT-BUTANOL
  9.277 VV     1182.81396 9.73155e-1 3.81185e-2    IZO-PROPANOL
  9.548 VV      897.15491 9.01644e-1 2.67880e-2    ETANOL
 11.298 VV      493.84647 8.57306e-1 1.40206e-2    2-BUTANOL
 11.503 VV      190.69061 9.09340e-1 5.74239e-3    n-PROPANOL
 12.309 VV   I 3916.53760    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.585 VV      717.34473 7.57828e-1 1.80026e-2    IZO-BUTANOL
 13.519 VV     1114.08594    1.26407 4.66366e-2    n-BUTANOL
 14.574 VV      412.26456    1.16756 1.59402e-2    IZO-AMILALKOL
 14.769 VV     1323.36633    3.14480 1.37820e-1    DIMETILSULFIT
 18.545 VV     3080.89185    2.31023 2.35705e-1    n-AMILALKOL
 19.039 VV     1035.86304 9.83185e-1 3.37268e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :              6.42452e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

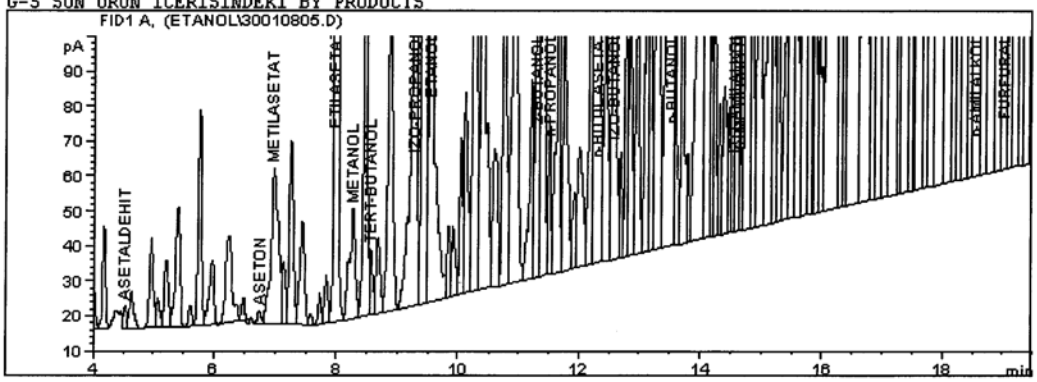
Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	27.98219	1.615e-3
ASETON	13.38683	4.874e-4
METILASETAT	348.76208	0.0137
ETILASETAT	1120.47058	0.0501
METANOL	229.61752	3.017e-3
TERT-BUTANOL	78.76405	1.068e-3
IZO-PROPANOL	1182.81396	0.0381
ETANOL	897.15491	0.0268
2-BUTANOL	493.84647	0.0140
n-PROPANOL	190.69061	5.742e-3
n-BUTIL ASETAT	3916.53760	0.1297
IZO-BUTANOL	717.34473	0.0180
n-BUTANOL	1114.08594	0.0466
IZO-AMILALKOL	412.26456	0.0159
DIMETILSULFIT	1323.36633	0.1378
n-AMILALKOL	3080.89185	0.2357
FURFURAL	1035.86304	0.0337
Totals :		7.7215e-1

*** End of Report ***

EK-13. BE5 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

BE-5

```
=====================================================================
Injection Date  : 03.08.2010 20:36:38            Seq. Line :   5
Sample Name     : 03081012                        Location : Vial 105
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI            Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                  Inj Volume : 1 µl
Sequence File   : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M\03081007.S
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY PRODUCTS
```




```
=====================================================================
          Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)
=====================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD  ISTD Amount   Name
  #     [% v/v]
----|-------------|-------------------------
  1   1.29700e-1   n-BUTIL ASETAT


Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type     Area      Amt/Area    Amount   Grp   Name
 [min]          [pA*s]      ratio     [% v/v]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
  4.534 BV       25.99262    1.74250 1.50222e-3    ASETALDEHIT
  6.744 PV       13.70930    1.09941 4.99904e-4    ASETON
  6.981 VV      361.74802    1.18214 1.41836e-2    METILASETAT
  7.993 VV     1146.29370    1.35052 5.13461e-2    ETILASETAT
  8.273 VV      208.58321 3.96750e-1 2.74478e-3    METANOL
  8.562 VV       66.42599 4.09608e-1 9.02438e-4    TERT-BUTANOL
  9.280 VV     1117.38135 9.73155e-1 3.60657e-2    IZO-PROPANOL
  9.551 VV      837.04694 9.01644e-1 2.50320e-2    ETANOL
 11.300 VV      436.74371 8.57306e-1 1.24186e-2    2-BUTANOL
 11.505 VV      130.06444 9.09340e-1 3.92279e-3    n-PROPANOL
 12.311 VV   I 3910.47046    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.586 VV      566.19446 7.57828e-1 1.42314e-2    IZO-BUTANOL
 13.520 VV      897.02155    1.26407 3.76083e-2    n-BUTANOL
 14.575 VV      320.87082    1.16756 1.24257e-2    IZO-AMILALKOL
 14.639 VV      196.17557    3.14480 2.04620e-2    DIMETILSULFIT
 18.547 VV     2911.28101    2.31023 2.23074e-1    n-AMILALKOL
 19.042 VV      796.70306 9.83185e-1 2.59802e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :             4.82400e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

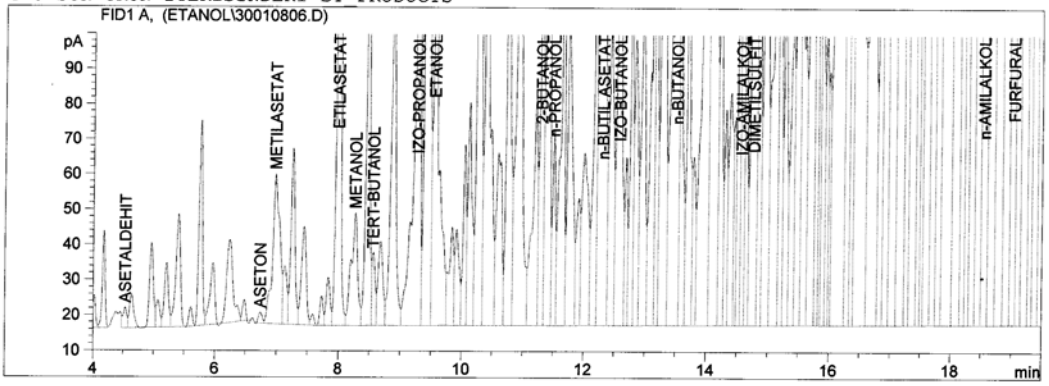
Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	25.99262	1.502e-3
ASETON	13.70930	4.999e-4
METILASETAT	361.74802	0.0142
ETILASETAT	1146.29370	0.0513
METANOL	208.58321	2.745e-3
TERT-BUTANOL	66.42599	9.024e-4
IZO-PROPANOL	1117.38135	0.0361
ETANOL	837.04694	0.0250
2-BUTANOL	436.74371	0.0124
n-PROPANOL	130.06444	3.923e-3
n-BUTIL ASETAT	3910.47046	0.1297
IZO-BUTANOL	566.19446	0.0142
n-BUTANOL	897.02155	0.0376
IZO-AMILALKOL	320.87082	0.0124
DIMETILSULFIT	196.17557	0.0205
n-AMILALKOL	2911.28101	0.2231
FURFURAL	796.70306	0.0260
Totals :		6.1210e-1

*** End of Report ***

EK-14. BE10 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

BE-10

```
==========================================================================
Injection Date  : 03.08.2010 21:17:29            Seq. Line :   6
Sample Name     : 03081013                        Location : Vial 106
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI            Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                  Inj Volume : 1 µl
Sequence File   : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M\03081007.S
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY PRODUCTS
```




```
==========================================================================
          Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)
==========================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD   ISTD Amount    Name
  #      [% v/v]
----|-------------|-------------------------
  1   1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT


Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type     Area      Amt/Area    Amount    Grp   Name
 [min]           [pA*s]      ratio     [% v/v]
-------|-----|----------|----------|----------|--|------------------
  4.534 BV       26.97753    1.74250 1.55981e-3    ASETALDEHIT
  6.742 PV       13.23226    1.09941 4.82717e-4    ASETON
  6.980 VV      343.09061    1.18214 1.34579e-2    METILASETAT
  7.992 VV     1105.79639    1.35052 4.95534e-2    ETILASETAT
  8.272 VV      232.86540 3.96750e-1 3.06563e-3    METANOL
  8.562 VV       78.34664 4.09608e-1 1.06484e-3    TERT-BUTANOL
  9.280 VV     1170.70105 9.73155e-1 3.78029e-2    IZO-PROPANOL
  9.555 VV      903.79730 9.01644e-1 2.70398e-2    ETANOL
 11.298 VV      492.37140 8.57306e-1 1.40064e-2    2-BUTANOL
 11.503 VV      193.62077 9.09340e-1 5.84219e-3    n-PROPANOL
 12.309 VV   I 3908.78979    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.585 VV      719.86090 7.57828e-1 1.81016e-2    IZO-BUTANOL
 13.518 VV     1116.27747    1.26407 4.68209e-2    n-BUTANOL
 14.573 VV      415.78668    1.16756 1.61082e-2    IZO-AMILALKOL
 14.769 VV     1328.05444    3.14480 1.38582e-1    DIMETILSULFIT
 18.545 VV     3108.53516    2.31023 2.38291e-1    n-AMILALKOL
 19.040 VV     1046.92529 9.83185e-1 3.41545e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :             6.45934e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

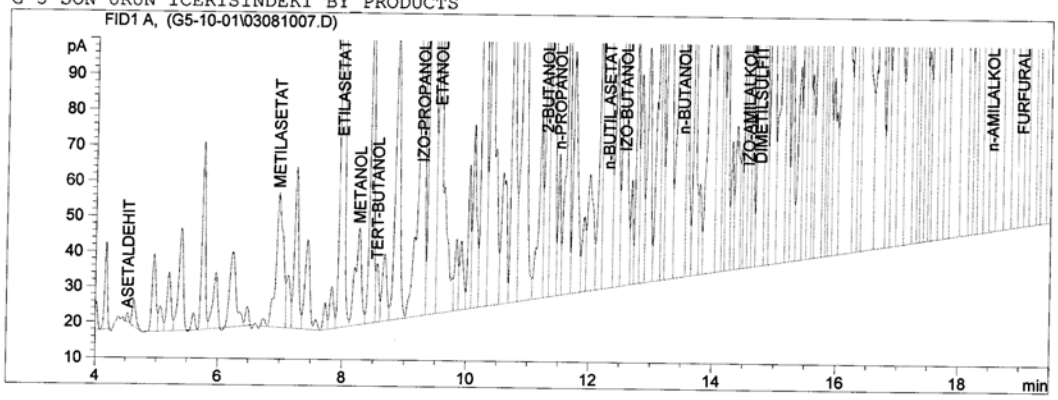
Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	26.97753	1.560e-3
ASETON	13.23226	4.827e-4
METILASETAT	343.09061	0.0135
ETILASETAT	1105.79639	0.0496
METANOL	232.86540	3.066e-3
TERT-BUTANOL	78.34664	1.065e-3
IZO-PROPANOL	1170.70105	0.0378
ETANOL	903.79730	0.0270
2-BUTANOL	492.37140	0.0140
n-PROPANOL	193.62077	5.842e-3
n-BUTIL ASETAT	3908.78979	0.1297
IZO-BUTANOL	719.86090	0.0181
n-BUTANOL	1116.27747	0.0468
IZO-AMILALKOL	415.78668	0.0161
DIMETILSULFIT	1328.05444	0.1386
n-AMILALKOL	3108.53516	0.2383
FURFURAL	1046.92529	0.0342
Totals :		7.7563e-1

*** End of Report ***

EK-15. BE15 Yakıtının Gaz Kromatografisi Sonuçları.

BE-15

```
Injection Date  : 03.08.2010 16:33:47
Sample Name     : BIYOETANOL                          Location : Vial 101
Acq. Operator   :  BIYOETANOL LABORATUARI                Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 2                      Inj Volume : 1 µl
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\G5-09\G5-10-02.M
Last changed    : 21.07.2010 12:08:43  by  BIYOETANOL LABORATUARI
G-5 SON ÜRÜN ICERISINDEKI BY PRODUCTS
```




```
            Internal Standard Report (Sample Amount is 0!)

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      21.07.2010 12:06:49
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Sample ISTD Information:
ISTD   ISTD Amount    Name
  #      [% v/v]
----|-------------|-------------------------
  1   1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT


Signal 1: FID1 A,

RetTime  Type     Area      Amt/Area    Amount    Grp   Name
 [min]           [pA*s]      ratio     [% v/v]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
  4.534 PV         7.21546    1.74250 4.77781e-4    ASETALDEHIT
  6.678             -          -         -          ASETON
  6.978 BV       313.18164    1.18214 1.40689e-2    METILASETAT
  7.990 VV       991.94684    1.35052 5.09075e-2    ETILASETAT
  8.270 VV       192.24515 3.96750e-1 2.89845e-3    METANOL
  8.560 VV        60.15270 4.09608e-1 9.36303e-4    TERT-BUTANOL
  9.280 VV       983.44232 9.73155e-1 3.63684e-2    IZO-PROPANOL
  9.560 VB       781.47882 9.01644e-1 2.67760e-2    ETANOL
 11.297 VV       394.74414 8.57306e-1 1.28601e-2    2-BUTANOL
 11.503 VV       127.44867 9.09340e-1 4.40407e-3    n-PROPANOL
 12.307 VV    I 3413.08203    1.00000 1.29700e-1    n-BUTIL ASETAT
 12.583 VV       527.47040 7.57828e-1 1.51901e-2    IZO-BUTANOL
 13.517 VV       825.36707    1.26407 3.96470e-2    n-BUTANOL
 14.571 VV       293.14468    1.16756 1.30063e-2    IZO-AMILALKOL
 14.767 VV      1039.55066    3.14480 1.24232e-1    DIMETILSULFIT
 18.542 VV      2605.75854    2.31023 2.28761e-1    n-AMILALKOL
 19.038 VV       710.34430 9.83185e-1 2.65398e-2    FURFURAL

Totals without ISTD(s) :              5.97073e-1

 Results obtained with enhanced integrator!
2 Warnings or Errors :
```

Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Final Summed Peaks Report

Signal 1: FID1 A,

Name	Total Area [pA*s]	Amount [% v/v]
ASETALDEHIT	7.21546	4.778e-4
ASETON	0.00000	0.0000
METILASETAT	313.18164	0.0141
ETILASETAT	991.94684	0.0509
METANOL	192.24515	2.898e-3
TERT-BUTANOL	60.15270	9.363e-4
IZO-PROPANOL	983.44232	0.0364
ETANOL	781.47882	0.0268
2-BUTANOL	394.74414	0.0129
n-PROPANOL	127.44867	4.404e-3
n-BUTIL ASETAT	3413.08203	0.1297
IZO-BUTANOL	527.47040	0.0152
n-BUTANOL	825.36707	0.0396
IZO-AMILALKOL	293.14468	0.0130
DIMETILSULFIT	1039.55066	0.1242
n-AMILALKOL	2605.75854	0.2288
FURFURAL	710.34430	0.0265
Totals :		7.2677e-1

*** End of Report ***

EK-16. E0 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adı : E0

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken :GUC

Bağımsız Değişken(ler) : DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	330.844	41.356			
Regresyon	2	327.251	163.625	273.197**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	3.594	0.599			

r kare : 0.989

r : 0.995

ayarlanmış r kare 0.988

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -19.652442** (2.664101)

b1 katsayısı 0.035495** (0.002850)

b2 katsayısı -0.000007** (0.000001)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç-devir formülü:

$P= -19.652442 + 0.035495*n – 0.000007*n^2$

Denemenin Adı : E0

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

ÖZGÜL YAKIT TÜKETİMİ (be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	330.844	41.356			
Regresyon	4	330.390	82.597	726.875**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	0.455	0.114			

r kare : 0.999

r : 0.999

ayarlanmış r kare 0.998

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: 41.593337* (11.845835)

b1 katsayısı 0.023334** (0.003253)

b2 katsayısı -0.000004** (0.000001)

b3 katsayısı -0.426694** (0.091972)

b4 katsayısı 0.000875* (0.000206)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= 41.593337+ 0.023334*n – 0.000004*n^2 – 0.426694*be + 0.000875*be^2$

EK-17. E1 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adı : E1

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken :GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	328.083	41.010			
Regresyon	2	326.924	163.462	846.334**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	1.159	0.193			

r kare : 0.996

r : 0.998

ayarlanmış r kare 0.996

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -17.306130** (1.512868)

b1 katsayısı 0.033453** (0.001619)

b2 katsayısı -0.000006** (0.000000)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre Güç devir formülü:

$P= -17.306130 + 0.033453*n – 0.000006*n^2$

Denemenin Adı : E1

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

ÖZGÜL YAKIT TÜKETİMİ(be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	328.083	41.010			
Regresyon	4	327.569	81.892	637.389**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	0.514	0.128			

r kare : 0.998

r : 0.999

ayarlanmış r kare 0.998

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: 99.516403ns (52.794008)

b1 katsayısı 0.031347** (0.004021)

b2 katsayısı -0.000006** (0.000001)

b3 katsayısı -1.112757ns (0.497039)

b4 katsayısı 0.002675ns (0.001194)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= 99.516403 + 0.031347*n – 0.000006*n^2 - 1.112757 *be + 0.002675*be^2$

EK-18. E2 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adı : E2

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken :GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) : DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	331.886	41.486			
Regresyon	2	329.948	164.974	510.818**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	1.938	0.323			

r kare : 0.994

r : 0.997

ayarlanmış r kare 0.993

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -17.471801** (1.956311)

b1 katsayısı 0.032768** (0.002093)

b2 katsayısı -0.000006** (0.000001)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç devir formülü:

$P= -17.471801 + 0.032768*n – 0.000006*n^2$

Denemenin Adı : E2

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

Özgül yakıt tüketimi (be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	331.886	41.486			
Regresyon	4	331.461	82.865	779.499**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	0.425	0.106			

r kare : 0.999

r : 0.999

ayarlanmış r kare 0.998

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: 24.711097ns (12.650961)

b1 katsayısı 0.028497** (0.003825)

b2 katsayısı -0.000005** (0.000001)

b3 katsayısı -0.331702* (0.088370)

b4 katsayısı 0.000701* (0.000186)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= 24.711097 + 0.028497*n – 0.000005*n^2 - 0.331702*be + 0.000701*be^2$

EK-19. E3 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adı : E3

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken :GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) : DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	322.607	40.326			
Regresyon	2	319.029	159.515	267.494**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	3.578	0.596			

r kare : 0.989

r : 0.994

ayarlanmış r kare 0.987

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -16.513359** (2.658314)

b1 katsayısı 0.030748** (0.002844)

b2 katsayısı -0.000006** (0.000001)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç devir formülü:

$P= -16.513359+ 0.030748*n – 0.000006*n^2$

Denemenin Adı : E3

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

ÖZGÜL YAKIT TÜKETİMİ(be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	322.607	40.326			
Regresyon	4	321.143	80.286	219.285**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	1.464	0.366			

r kare : 0.995

r : 0.998

ayarlanmış r kare 0.994

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: 78.988235ns (63.202206)

b1 katsayısı 0.025156** (0.003888)

b2 katsayısı -0.000004* (0.000001)

b3 katsayısı -0.790032ns (0.593782)

b4 katsayısı 0.001717ns (0.001392)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= 78.988235 + 0.025156*n – 0.000004*n^2 - 0.790032 *be + 0.001717 *be^2$

EK-20. E4 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adı : E4

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken :GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) : DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	474.710	59.339			
Regresyon	2	470.969	235.484	377.631**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	3.741	0.624			

r kare : 0.992

r : 0.996

ayarlanmış r kare 0.991

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -22.975835** (2.718380)

b1 katsayısı 0.037786** (0.002908)

b2 katsayısı -0.000007** (0.000001)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç devir formülü:

$P= -22.975835+ 0.037786*n – 0.000007*n^2$

Denemenin Adı : E4

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

ÖZGÜL YAKIT TÜKETİMİ(be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	474.710	59.339			
Regresyon	4	474.166	118.542	871.651**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	0.544	0.136			

r kare : 0.999

r : 0.999

ayarlanmış r kare 0.998

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -2.055807ns (6.511943)

b1 katsayısı 0.035378** (0.003892)

b2 katsayısı -0.000006** (0.000001)

b3 katsayısı -0.152573** (0.031477)

b4 katsayısı 0.000299* (0.000066)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= -2.055807+ 0.035378*n – 0.000006*n^2 - 0.152573*be + 0.000299*be^2$

EK-21. E5 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adı : E5

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken :GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) : DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	376.260	47.033			
Regresyon	2	362.138	181.069	76.930**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	14.122	2.354			

r kare : 0.962

r : 0.981

ayarlanmış r kare 0.957

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -20.357887** (5.281262)

b1 katsayısı 0.034978** (0.005651)

b2 katsayısı -0.000006** (0.000001)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç devir formülü:

$P= -20.357887 + 0.034978*n – 0.000006*n^2$

Denemenin Adı : E5

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

ÖZGÜL YAKIT TÜKETİMİ(be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	376.260	47.033			
Regresyon	4	363.466	90.866	28.408**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	12.794	3.199			

r kare : 0.966

r : 0.983

ayarlanmış r kare 0.955

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: 17.845332ns (60.307832)

b1 katsayısı 0.037901ns (0.014307)

b2 katsayısı -0.000007ns (0.000003)

b3 katsayısı -0.413215ns (0.694969)

b4 katsayısı 0.001016ns (0.001765)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= 17.845332 + 0.037901*n – 0.000007*n^2 - 0.413215 *be + 0.001016 *be^2$

EK-22. E10 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adı : E10

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken :GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) : DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	422.474	52.809			
Regresyon	2	406.602	203.301	76.851**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	15.872	2.645			

r kare : 0.962

r : 0.981

ayarlanmış r kare 0.957

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -18.506571* (5.598957)

b1 katsayısı 0.033422** (0.005990)

b2 katsayısı -0.000006** (0.000001)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç devir formülü:

$P= -18.506571+ 0.033422*n – 0.000006*n^2$

Denemenin Adı : E10

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

ÖZGÜL YAKIT TÜKETİMİ(be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	422.474	52.809			
Regresyon	4	416.392	104.098	68.460**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	6.082	1.521			

r kare : 0.986

r : 0.993

ayarlanmış r kare 0.981

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: 150.021922ns (74.003137)

b1 katsayısı 0.018655ns (0.017387)

b2 katsayısı -0.000002ns (0.000004)

b3 katsayısı -1.371268ns (0.751857)

b4 katsayısı 0.002997ns (0.001829)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= 150.021922 + 0.018655 *n – 0.000002*n^2 - 1.371268*be + 0.002997*be^2$

EK-23. E15 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adı : E15

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken :GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) : DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	551.800	68.975			
Regresyon	2	521.843	260.922	52.260**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	29.957	4.993			

r kare : 0.946

r : 0.972

ayarlanmış r kare 0.938

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -20.282823* (7.691913)

b1 katsayısı 0.032317** (0.008230)

b2 katsayısı -0.000005* (0.000002)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç devir formülü:

$P= -20.282823+ 0.032317*n – 0.000005*n^2$

Denemenin Adı : E15

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

ÖZGÜL YAKIT TÜKETİMİ(be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Toplam	8	551.800	68.975			
Regresyon	4	549.267	137.317	216.860**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	2.533	0.633			

r kare : 0.995

r : 0.998

ayarlanmış r kare 0.994

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: 164.635276** (28.234579)

b1 katsayısı 0.050594* (0.016635)

b2 katsayısı -0.000009ns (0.000004)

b3 katsayısı -1.875613** (0.351166)

b4 katsayısı 0.004242** (0.000875)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= 164.635276+ 0.050594*n – 0.000009*n^2 - 1.875613*be + 0.004242*be^2$

EK-24. BE1 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adı : BE1

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken: GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) : DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	%1
Toplam	8	365.188	45.649			
Regresyon	2	361.928	180.964	333.016**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	3.260	0.543			

r kare : 0.991

r : 0.996

ayarlanmış r kare 0.990

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -15.652251** (2.537620)

b1 katsayısı: 0.030433** (0.002715)

b2 katsayısı: -0.000005** (0.000001)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç devir formülü:

$P= -15.652251 + 0.30433*n – 0.000005*n^2$

Denemenin Adi : BE1

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

ÖZGÜL YAKIT TÜKETİMİ(be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	%1
Toplam	8	365.188	45.649			
Regresyon	4	363.451	90.863	209.195**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	1.737	0.434			

r kare : 0.995

r : 0.998

ayarlanmış r kare 0.994

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -16.396239ns (8.099572)

b1 katsayısı: 0.041055** (0.007614)

b2 katsayısı: -0.000008* (0.000002)

b3 katsayısı: -0.134121ns (0.074404)

b4 katsayısı: 0.000416ns (0.000222)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= -16.396239 + 0.041055*n – 0.000008*n^2 - 0.134121*be + 0.000416*be^2$

EK-25. BE2 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adi : BE2

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken: GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) : DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	%1
Toplam	8	370.170	46.271			
Regresyon	2	361.654	180.827	127.402**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	8.516	1.419			

r kare : 0.977

r : 0.988

ayarlanmış r kare 0.974

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -14.754104* (4.101166)

b1 katsayısı: 0.029159** (0.004388)

b2 katsayısı: -0.000005** (0.000001)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç devir formülü:

$P= -14.754104 + 0.029159*n – -0.000005*n^2$

Denemenin Adi : BE2

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

ÖZGÜL YAKIT TÜKETİMİ(be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	%1
Toplam	8	370.170	46.271			
Regresyon	4	369.217	92.304	387.301**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	0.953	0.238			

r kare : 0.997

r : 0.999

ayarlanmış r kare 0.997

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -65.106537* (16.298593)

b1 katsayısı: 0.024088** (0.002188)

b2 katsayısı: -0.000004** (0.000000)

b3 katsayısı: 0.660049* (0.169238)

b4 katsayısı: -0.001883* (0.000444)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= -65.106537+ 0.024088*n – 0.000004*n^2 + 0.660049*be - 0.001883*be^2$

EK-26. BE3 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adi : BE3

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken: GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) : DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynagı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	%1
Toplam	8	423.351	52.919			
Regresyon	2	418.843	209.421	278.732**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	4.508	0.751			

r kare : 0.989

r : 0.995

ayarlanmış r kare 0.988

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -17.160121** (2.983873)

b1 katsayısı: 0.031159** (0.003193)

b2 katsayısı: -0.000005** (0.000001)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç devir formülü:

$P= -17.160121+ 0.031159*n – 0.000005*n^2$

Denemenin Adi : BE3

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

ÖZGÜL YAKIT TÜKETİMİ(be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	%1
Toplam	8	423.351	52.919			
Regresyon	4	422.001	105.500	312.633**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	1.350	0.337			

r kare : 0.997

r : 0.998

ayarlanmış r kare 0.996

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: 69.247831ns (28.326406)

b1 katsayısı: 0.030694** (0.003498)

b2 katsayısı: -0.000005** (0.000001)

b3 katsayısı: -0.829561* (0.275843)

b4 katsayısı: 0.001969* (0.000664)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= 69.247831+ 0.030694*n – 0.000005*n^2 - 0.829561*be + 0.001969*be^2$

EK-27. BE4 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adı: BE4

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler): DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	%1
Toplam	8	400.447	50.056			
Regresyon	2	396.298	198.149	286.532**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	4.149	0.692			

r kare : 0.990

r : 0.995

ayarlanmış r kare 0.988

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -17.134320** (2.862678)

b1 katsayısı: 0.031853** (0.003063)

b2 katsayısı: -0.000006** (0.000001)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç devir formülü:

$P= -17.134320 + 0.031853*n – 0.000006*n^2$

Denemenin Adı: BE4

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

ÖZGÜL YAKIT TÜKETİMİ(be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	%1
Toplam	8	400.447	50.056			
Regresyon	4	399.249	99.812	333.176**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	1.198	0.300			

r kare : 0.997

r : 0.999

ayarlanmış r kare 0.996

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: 7.934872ns (11.279035)

b1 katsayısı: 0.037840** (0.003176)

b2 katsayısı: -0.000007** (0.000001)

b3 katsayısı: -0.314066* (0.111463)

b4 katsayısı: 0.000777* (0.000264)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= 7.934872+ 0.037840*n – 0.000007*n^2 – 0.314066*be + 0.000777*be^2$

EK-28. BE5 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adı: BE5

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler):DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	%1
Toplam	8	387.801	48.475			
Regresyon	2	384.469	192.234	346.141**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	3.332	0.555			

r kare : 0.991

r : 0.996

ayarlanmış r kare 0.990

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -16.354043** (2.565382)

b1 katsayısı: 0.030165** (0.002745)

b2 katsayısı: -0.000005** (0.000001)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç devir formülü:

$P= -16.354043+ 0.030165*n – 0.000005*n_2$

Denemenin Adı: BE5

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

ÖZGÜL YAKIT TÜKETİMİ(be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	%1
Toplam	8	387.801	48.475			
Regresyon	4	386.458	96.615	287.819**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	1.343	0.336			

r kare : 0.997

r : 0.998

ayarlanmış r kare 0.995

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: 81.651314ns (40.562763)

b1 katsayısı: 0.030569** (0.003384)

b2 katsayısı: -0.000005** (0.000001)

b3 katsayısı: -0.908433ns (0.373159)

b4 katsayısı: 0.002064ns (0.000849)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= 81.651314+ 0.030569*n – 0.000005*n^2 – 0.908433*be + 0.002064*be^2$

EK-29. BE10 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adı: BE10

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler):DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	%1
Toplam	8	412.897	51.612			
Regresyon	2	410.452	205.226	503.598**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	2.445	0.408			

r kare : 0.994

r : 0.997

ayarlanmış r kare 0.993

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -19.811654** (2.197544)

b1 katsayısı: 0.033671** (0.002351)

b2 katsayısı: -0.000006** (0.000001)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç devir formülü:

$P= -19.811654+ 0.033671*n – 0.000006*n^2$

Denemenin Adı: BE10

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

ÖZGÜL YAKIT TÜKETİMİ(be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	%1
Toplam	8	412.897	51.612			
Regresyon	4	411.894	102.973	410.457**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	1.004	0.251			

r kare : 0.998

r : 0.999

ayarlanmış r kare 0.997

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: 39.786401ns (25.804759)

b1 katsayısı: 0.032645** (0.003216)

b2 katsayısı: -0.000005** (0.000001)

b3 katsayısı: -0.532890ns (0.224118)

b4 katsayısı: 0.001167ns (0.000488)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= 39.786401 + 0.032645*n - 0.000005*n^2 - -0.532890*be + 0.001167*be^2$

EK-30. BE15 Yakıtı Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.

Denemenin Adı: BE15

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler):DEVİR

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	%1
Toplam	8	438.545	54.818			
Regresyon	2	435.739	217.869	465.748**	5.140	10.920
Reg.dan Sapma	6	2.807	0.468			

r kare : 0.994

r : 0.997

ayarlanmış r kare 0.993

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -19.318277** (2.354431)

b1 katsayısı: 0.030602** (0.002519)

b2 katsayısı: -0.000005** (0.000001)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç devir formülü:

$P= -19.318277+ 0.030602*n – 0.000005*n^2$

Denemenin Adı: BE15

*** Kullanılan Değişkenler ***

Bağımlı Değişken:GÜÇ

Bağımsız Değişken(ler) :

DEVİR (X)

ÖZGÜL YAKIT TÜKETİMİ(be) (Z)

R E G R E S Y O N A N A L İ Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	%1
Toplam	8	438.545	54.818			
Regresyon	4	437.031	109.258	288.559**	6.390	15.980
Reg.dan Sapma	4	1.515	0.379			

r kare : 0.997

r : 0.998

ayarlanmış r kare 0.995

Katsayılar, standart hataları ve önem kontrolü

a katsayısı: -21.870577ns (9.736637)

b1 katsayısı: 0.035709** (0.004729)

b2 katsayısı: -0.000006** (0.000001)

b3 katsayısı: -0.029500ns (0.044086)

b4 katsayısı: 0.000071ns (0.000071)

(** = %1, * = %5 alfa seviyesinde önemli; ns=önemsiz)

Regresyon Sonucuna göre güç, devir, be formülü:

$P= -21.870577 + 0.035709*n – 0.000006*n^2 – 0.029500 *be + 0.000071*be^2$

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hasan AYDOĞAN
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti
Doğum Yeri ve Tarihi : Eskişehir 1972
Telefon : 332 223 33 37
Faks : 332 241 21 79
e-mail : haydogan@selcuk.edu.tr

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**Motor Meslek Lisesi, Merkez, Eskişehir**	**1989**
Üniversite	:	**Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi**	**1994**
Yüksek Lisans	:	**Süleyman Demirel Üniversitesi F.B.E.**	**2003**
Doktora	:	**Selçuk Üniversitesi F.B.E.**	**2011**

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
1994-2004	**Milli Eğitim Bakanlığı**	**Teknik Öğretmen**
2004-	**Selçuk Üniversitesi**	**Araştırma Görevlisi**

UZMANLIK ALANI :İçten Yanmalı Motorlar, Alternatif Yakıtlar,

YABANCI DİLLER : İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Aydoğan, H., Kuş, R., Özsoy, A., 2005, Malzeme Bilimi Öğretiminde Çoklu Ortam Uygulamaları, *Selçuk Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Teknik-Online Dergisi,* Sayı:1–2005, Cilt 4, 20-30, (Yüksek Lisans tezinden yapılmıştır).

Kuş, R., Aydoğan, H., 2005, Teknik Eğitim Fakültelerinde Otomotiv Eğitimi, *1. Uluslararası Mesleki ve Teknik Eğitim Teknolojileri Kongresi,* Marmara Üniversitesi, İstanbul / Türkiye.

Asiltürk, İ., Aydoğan, H., 2005, Otomotiv Teknolojilerinde Sanal Eğitimin Kullanılması, *1. Uluslararası Mesleki ve Teknik Eğitim Teknolojileri Kongresi,* Marmara Üniversitesi, İstanbul / Türkiye.

Aydoğan, H., Altun, A.,A., 2005, Değişken Supap Zamanlamasının Yapay Sinir Ağları İle Kontrol Edilmesi, *4th International Advanced Technologies Symposium,* Selcuk University, Konya / Türkiye.

Aydoğan, H., Asiltürk, İ., 2005, Benzin Motorlarında Kullanılan Kontrol Sistemleri, *4th International Advanced Technologies Symposium,* Selcuk University, Konya / Türkiye.

Asiltürk, İ., Aydoğan, H., 2005, Otomotiv Mekatroniğinde Sensör Uygulamaları, *4th International Advanced Technologies Symposium,* Konya / Türkiye.

Aydoğan, H., Acaroğlu, M., 2009, Research Of The Effects Of Bioethanol-Gasoline Blends On Vehicle Emissions, *International Conference of CIGR Section IV "Rational Use of Energy in Agriculture and the Economical Use of the Renewable Sources in connection with Environmental Protection", and "Synergy and Technical development in the Agricultural Engineering",* Szent István University, Faculty of Mechanical Engineering, Budapest, Hungary.

Aydoğan, H., Özçelik, A.,E., 2009, The Effect of The Use of Canola Methyl Ester Produced by Using Different Catalysts and Washing Waters in Diesel Engines on Emissions, *International Conference On Fuels And Combustion In Engines,* Istanbul Technical University, İstanbul / Türkiye.

Aydoğan, H., Acaroğlu, M., 2009, Effects of E15 and E85 Bioethanol – Gasoline Blends on Vehicle Performance and Emissions, *International Conference On Fuels And Combustion In Engines,* Istanbul Technical University, İstanbul / Türkiye.

Aydoğan, H., Acaroğlu, M., 2009, Günümüz İçten Yanmalı Motorlarında Kullanılan Kontrol ve Veri İletim Sistemleri ve Gelişmeler, *Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi (TATED),* Cilt: 1, No: 2, 51-62.

Özçelik, A., E., Aydoğan, H., Acaroğlu, M., 2010, Investigation Of Diesel Fuel, Rapeseed – 00 Oil And Cotton Oil Methyl Esters Effects On A Turbocharged Diesel Engine Emissions, *5th International Ege Energy Symposium and Exhibition (IEESE-5),* Pamukkale University, Denizli, Turkey.

Aydoğan, H., Acaroğlu, M., Özçelik, A., E., 2010, Effects Of E2, E20, E30 Bioethanol-Gasoline Blends On Vehicle Emissions And Performance, *International Congress on Automotive and Transport Engineering (CONAT 2010),* Transilvania University, Brasov, Romania.

Özçelik, A., E., Aydoğan, H., Ünaldı, M., 2010, Investigation Of The Effects Of Diesel Fuel, Rapeseed Oil And Cotton Oil Methyl Esters On The Performance Of A Turbocharged Diesel Engine, *International Congress on Automotive and Transport Engineering (CONAT 2010),* Transilvania University, Brasov, Romania.

Acaroğlu, M., Ünaldı, M., Aydoğan, H., 2010, Yakıtlar ve Yanma (I. Baskı), *Nobel Yayınevi,* Ankara, 2010.

Acaroğlu, M., Aydoğan, H., Özçelik, A., E., 2010, İçten Yanmalı Motorlarda Kullanılan Kontrol Sistemleri ve Elektronik Kontrol Ünitelerindeki Gelişmeler, *Makine İhtisas Dergisi,* ISSN-1305-8037, Sayı 75, 54-59.