

Benzin Motorlarında Biyoetanol Kullanımının Çevresel Etkilerinin Belirlenmesi*

Determination of Environmental Effect of the bio-ethanol used in Gasoline Engines

Derya KOÇTÜRK¹, Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU²

¹Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, Ankara
²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Ankara

Özet: Bu çalışmada; farklı hammaddelerden üretilmiş biyoetanollerin benzinle farklı karışım oranlarında buji ateşlemeli bir motorda yakıt olarak kullanımıyla egzoz emisyonları ölçülmüştür. Ayrıca biyoetanol üretim sürecindeki sera gazı emisyonları da dikkate alınarak çevresel etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Farklı hammaddelerden elde edilmiş biyoetanoller %0, %5, %10, %15 ve %20 hacimsel oranlarında benzine karıştırılarak motor performans değerleri yanında, tam gazda değişik devir sayılarında egzoz emisyonlarından CO, NO_x ve CO₂ değerleri ölçülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda; artan biyoetanol karışım oranıyla birlikte güçte azalma ve yakıt tüketimindeki artışa rağmen, egzoz emisyonlarında, özellikle de CO ve NO_x emisyonlarında kayda değer bir azalma belirlenmiştir. CO₂ emisyonlarında ise; benzine göre E5 ve E10 çalışmalarında değişiklik olmamış, E15 ve E20 denemelerinde azalma belirlenmiştir. Çalışmada; egzoz emisyonları yanında; biyoetanol hammaddeleri yaşam döngü analizleri de dikkate alındığında; şeker kamışı ve selülozik hammaddelerden üretilen biyoyakıtların sera gazı salımının azaltılmasında en yüksek katkıyı yaptıkları, buna karşılık şeker pancarı ve mısırdan üretilen biyoyakıtların sera gazı salımı üzerinde daha düşük etkisinin olduğu belirtilmiştir.

Anahtar sözcükler: Biyoetanol, biyoetanol hammaddeleri, biyoetanol egzoz emisyonları, biyoetanol yaşam döngü analizi.

Abstract: In this study, exhaust emissions for different mixing ratios of the different raw materials produced bioethanol with gasoline as a fuel in an spark ignition engine were measured. In addition, bio-ethanol production process, taking into account the environmental effect of greenhouse gas emissions were determined. Bioethanol which was obtained from different raw materials as 0%, 5%, 10%, 15% and 20% gasoline by volume mixing ratio values of engine performance as well as the different engine speeds at full throttle exhaust emissions of CO, NO_x and CO₂ concentrations were measured. As a result of the measurements, decrease in power with increasing rate of bio-ethanol mixture, and despite the increase in fuel consumption, exhaust emissions, in particular a significant reduction in CO and NO_x emissions were determined. In CO₂ emissions, there was no change in studies of E5 and E10 compared to gasoline, E15 and E20 trials showed a decrease. In this study besides the exhaust emissions, when the raw materials for bioethanol life cycle analysis are also taken into consideration, sugar cane and cellulosic biofuels produced from raw materials made the highest contribution to reducing greenhouse gas emissions, in turn, biofuels which is produced from corn and sugar beet have shown the lower impact on greenhouse gas emissions.

Keywords: Bioethanol, bioethanol raw materials, bioethanol exhaust emissions, bioethanol life cycle analysis.

* Bu makale doktora tezinden üretilmiştir

1. Giriş

Hızlı kentleşme, yüksek nüfus artışı, teknolojiye bağlı olarak üretim ve tüketimdeki artışlar, ormanların yok edilmesi, fosil yakıtların aşırı tüketimi, endüstrileşme ve tarımsal üretim gibi faaliyetler sonucunda; sera gazları olarak bilinen karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), azotoksit (N₂O), hidroflorokarbonlar (HFC), perflorokarbonlar (PFC) ve kükürt hekzaflorid (SF₆) gibi gazların atmosferdeki payları sürekli artmaktadır. Bu maddelerin çevreye yayılması; sadece su ve hava kirliliği gibi bölgesel zararlara değil, aynı zamanda küresel ısınma ve bunun etkisi olan iklimsel değişikliklerine de yol açmaktadır.

Küresel ısınmaya en fazla katkı yapan gaz karbondioksit olup, atmosferdeki sera gazlarının %77'sini oluşturmaktadır. Diğer yandan, fosil yakıtların kullanımı sonucu ortaya çıkan karbondioksit gazları toplam karbondioksit emisyonlarının %57'sine karşılık gelmektedir. Ormanların azalması ve yangınlar ise karbondioksit salımına neden olan diğer önemli faktörler olarak öne çıkmaktadır. Karbondioksitten sonra havada en fazla bulunan sera gazı olan metan, atmosferdeki sera gazlarının %14'ünü oluştururken, azotoksitin payı da %8 civarındadır (Hatunoğlu, 2010).

Motorlu taşıt egzoz emisyonları karbondioksit, metan ve nitröz oksidi gibi bir çok sera gazlarını ihtiva ettiği için yer kürenin ısınmasında rol oynarlar. Dünya üzerindeki enerji faaliyetleri ile ilgili CO₂emisyonunun yaklaşık dörtte biri taşımacılıktan kaynaklanmaktadır (Anonymous 2002).

Motorlu taşıtların egzoz emisyonları; başta yanmamış hidrokarbonlar, karbon monoksit ve azot oksitler olmak üzere kanserojen ve zehirleyici etkileri nedeniyle insan sağlığını ve çevreyi tehdit eden maddelerdir. Dünyada, uygulanan yasal yaptırımlar ve düzenlemelerle motorlu taşıt yakıtlarının ekosistem ve özellikle insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri azaltılmaya çalışılmaktadır. Son yıllarda pek çok ülkede konvansiyonel yakıtların değiştirilmesi ve alternatif yakıtlarının daha fazla kullanılması yönünde araştırmalar yapılmıştır. Kaliteli benzin, düşük molekül ağırlıklı hidrokarbonlardan oluşmakta ve içerisine yanma kalitesini artırıcı maddeler, depoziti önleyici katkı maddeleri ve kıvam artırıcılar ilave edilmektedir. (Harting et al. 1993). Benzin katkı maddesi olarak çevre ve insan sağlığına zararlı olmayan oksijenli katkı maddeleri arasında önerilen maddeler; alkoller (metanol, etanol) ve eterlerdir (metil tersiyer bütül eter (MTBE), etil tersiyer bütül eter (ETBE), tersiyer amil metil eter (TAME), tersiyer amil etil eter (TAEE), dietil eter (DEE) ve diizopropil eter (DİPE) olarak bilinmektedir. Oksijenli bileşiklerin benzin karışımına ilavesi ile tam ve iyi yanma sağlanmaktadır. Böylece egzozlardan çevreye atılan yanmamış hidrokarbon, karbon monoksit ve azot oksitlerin miktarlarında azalma gerçekleştirilir (Oktar 2001).

Benzin motorları için en ilgi çekici alternatif yakıtlar; etanol ve metanol gibi alkollerdir. Etanol, ısı değerinin daha yüksek ve buharlaşma ısısının daha düşük olması gibi metanole göre daha iyi özelliklere sahiptir. Çeşitli araştırmacılar, benzine belirli oranlarda etanol katılmasının motor tasarımında herhangi bir değişikliği gerektirmediğini de vurgulamaktadırlar (Bayraktar 1997).

Yakıt alkolü, metil alkol ve etil alkolü kapsayan bir tanımlama olmasına karşın, yaygın olarak bu isim biyokütle kaynaklarından elde edilen etil alkol (etanol-biyoetanol) için kullanılmaktadır (Onurbaş Avcıoğlu vd., 2011). Dünyada biyoyakıtlar içerisinde en yaygın olarak kullanılan yakıt biyoetanoldür ve biyoetanol üretiminin %95'inden fazlası tarımsal ürünlerin işlenmesi ile elde edilmektedir. Dünyada biyoetanol üretimi ve kullanımı Türkiye' ye oranla oldukça yüksektir. Dünyanın pek çok ülkesinde, araçlarda biyoetanol kullanımı zorunlu hale getirilmiş ve bunun oranı her ülkede kendi üretim büyüklüklerine göre çeşitlenmiştir (Bayrakçı 2009). AB ülkelerinde de biyoyakıt kullanım şartı vardır. Minimum biyoetanol ilavesi 2010'da % 2'den % 5,75'e çıkarılmış, 2020'de % 10 ve 2030'da % 25'e çıkması beklenmektedir (Onurbaş Avcıoğlu vd., 2011).

Biyoetanol, kökeni şeker olan organik maddelerin fermantasyon ortamında mikroorganizmalar tarafından dönüşüme uğratılması ile elde edilmektedir. Kullanılan hammaddenin içerik özellikleri ve ihtiva ettiği şeker oranı, fermantasyon sonunda elde edilecek biyoetanol verimini önemli derecede

Benzin Motorlarında Biyoetanol Kullanımının Çevresel Etkilerinin Belirlenmesi

etkilemektedir. Temel olarak şekerli bileşikler, nişastalı bileşikler ve selülozik materyaller olmak üzere üç farklı hammaddeden biyoetanol üretim basamakları yürütülür. Genellikle şekerli ve nişasta

içeren ürünler ortak alanda ele alınırken, selülozik yapıli hammaddeler, ön işlem olarak daha uzun ve karmaşık prosesler gerektirdiğinden ayrı tutulmaktadır. Nişastalı maddelerin temel yapısı şekere dayandığından, bir kaç farklı ön işlem ile içerdikleri şeker kolayca açığa çıkartılabilir. Bunlara örnek olarak, dünyanın pek çok yerinde kullanılan mısır verilebilir. Bunun dışında buğday, arpa gibi tahıllar da yüksek oranda şeker içermektedirler. Şeker kamışı, şeker pancarı gibi tarımsal ürünlerde ise şeker direkt olarak açığa çıkmaktadır (Koçtürk, 2011).

Biyoetanol yaygın olarak motorlarda kullanımı düşüncesi daha çok geniş tarım alanlarına sahip ülkelerde görülmektedir. ABD’ de tarımla uğraşılan eyaletlerde, % 80 biyoetanol ile % 20 benzin karışımından oluşan E80 yakıtı, yıllardan beri otomobillerde kullanılmaktadır. Petrol rezervlerinin hemen hemen olmadığı fakat özellikle şeker kamışının bol bulunduğu Brezilya’da otomobiller 1988 yılından beri biyoetanolle çalışmaktadır (Yıldız vd. 2003).

Motorlarda benzinle birlikte biyoetanol kullanımının egzoz emisyonlarına etkisi ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır:

Guerrieri ve arkadaşları (1995) yüksek oranlı hacimsel olarak (%10-40) etanol karışımlarının taşıt ve egzoz emisyonlarına etkilerini araştırmışlardır. En yüksek etanol konsantrasyonunda toplam HC emisyonu %30, CO emisyonu %50, yakıt ekonomisi %15 azalmıştır.

Wang vd. (1999), mısırdan üretilen biyoetanol, selülozik biyoetanol ve petrol yakıtlarının çevreye yaydıkları sera gazı emisyonlarını karşılaştırmışlardır. Mısırdan üretilen biyoetanol benzin ile karıştırıldığında; E10 için %6 oranında petrol kullanımının, % 1 oranında sera gazı emisyonunun ve %3 oranında fosil yakıt kullanımının azalacağını belirtmektedir. Aynı şekilde; E85 yakıt ile 73-75 oranında petrol kullanımı,% 14-19 oranında sera gazı emisyonu ve %34-35 oranında fosil yakıt kullanımının azalacağı bildirilmektedir.

Al-Farayedhi (2002) tarafından; buji ile ateşlemeli bir motorda yaygın olarak kullanılan MTBE (metil tersiyer bütül eter), metanol ve etanol, hacimsel olarak %10, %15 ve %20 oranlarında kurşunsuz benzine katılarak yapılan çalışmada; yakıtın oktan sayısındaki artış CO ve HC emisyonlarını azaltırken, NOx emisyonunu artırdığı görülmüştür.

Al-Hasan (2003) tarafından yapılan çalışmada, on farklı etanol-kurşunsuz benzin karışımları hazırlanmıştır. Etanol-kurşunsuz benzin karışımları egzoz emisyonlarının azalmasında da etkili olmuştur. CO emisyonu yaklaşık %46,5 ve HC emisyonu %24,3 azalmıştır. CO₂emisyonu ise; yaklaşık %7,5 artmıştır. Motor performansı ve egzoz emisyonlarında en iyi sonuçlar %20 etanolün bulunduğu karışımda elde edilmiştir.

Wu et al. (2003), E0, E5, E10, E20 ve E30 yakıtlarının performans ve emisyonlara etkisini değişik hava fazlalık katsayısı değerlerinde incelemişlerdir. E30 yakıtlı çalışmada motor torkunun yaklaşık %4 oranında arttığı belirlenmiştir. Karışımdaki alkol miktarı arttıkça CO, HC ve CO₂emisyonların azaldığı belirlenmiştir.

Jia etal. (2005) dört zamanlı küçük bir motorda etanol-benzin karışımlarının emisyonlara etkisini incelemişlerdir. Benzinli çalışmaya göre CO ve HC ve NO emisyonlarında azalma elde etmişlerdir.

Özsezen ve ark. (2008) çalışmalarında, kurşunsuz benzin, etanol-benzin (E5, E10) ve metanol-benzin (M5, M10) karışımlarının kullanıldığı bir taşıtta performans, yanma ve egzoz emisyon karakteristikleri incelemiştir. Genel olarak, alkol-benzin karışımları kullanımı ile CO, HC, CO₂ ve NOx emisyonlarında azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Biyoetanol kullanımının CO₂emisyon değeri üzerine etkisi bakış açısına göre değişmektedir. Niven (2004), E10 tipi yakıt göz önüne alındığında ve tüm biyoetanol üretim süreci hesaba

katıldığında benzine göre %1 ila %5 arasında bir azalma, E85 gibi biyoetanol içeriği fazla olan karışımlarda ise %19 ila %70 arasında bir azalma tespit edildiğini ortaya koymuştur. Anonymous 2004, tüm biyoetanol üretim süreci dikkate alınmadan; egzoz çıkışı emisyon değerleri göz önüne alındığında CO₂ emisyon değerinin biyoetanol ve benzin için hemen hemen aynı seviyelerinde olduğunu belirtmektedir. Tüm biyoetanol süreci denildiğinde bunun içerisine ürünlerin atmosferden tuttuğu CO₂ miktarı, ürünlerin yetiştirilmesi sürecinde, ürünlerin fabrikaya taşınması sürecinde, tesiste biyoetanol üretimi sürecinde ve biyoetanolin istasyonlara dağıtım sürecinde kullanılan yakıt miktarı dahil edilmektedir (Koçtürk, 2011).

Günümüzde, herhangi bir malzemenin, ürünün veya sürecin, bütün yaşam döngüsü boyunca çevreye yaptığı etkileri sistematik biçimde değerlendiren bir yöntem bulunmaktadır. Yaşam Döngüsü Analizi (YDA-Life Cycle Analysis) denilen bu yöntem fosil yakıtlar ve biyoyakıtlar için de kullanılmakta ve iki yakıt türünün sera gazı salımları birçok farklı etkenler de dikkate alınarak birlikte değerlendirilmektedir. YDA ile fosil yakıtların sera gazı salım miktarları hesaplanırken, ham petrolün çıkartılması, rafinerilere ulaştırılması, rafinaj işlemleri, rafineriden çıkan benzin ve motorin gibi ürünlerin petrol istasyonlarına taşınması ve son olarak nihai tüketicinin araçlarında kullanması gibi bütün aşamalarda atmosfere yayılan sera gazı salımları hesaplanmaktadır. Diğer yandan, biyoyakıtların YDA kullanılarak sera gazı salım miktarı hesaplanırken; biyoyakıt dönüşüm işleminin sera gazı salımına etkisi, biyoyakıt üretiminde kullanılan tarımsal hammaddelerin yetiştirilmesinde kullanılan gübre ve zirai ilaçların sera gazı salımlarının yanı sıra bu ürünlerin elde edilmesinde kullanılan traktör ve biçerdöver gibi motorlu araçların yaymış olduğu gazlar da analize dahil edilmektedir (Hatunoğlu, 2010).

Motorlarda yakıtın yanması sonucunda egzozdan çıkan gazlar değerlendirildiğinde, biyoetanolin çevresel açıdan olumlu taraflarının bulunduğu görülmektedir. Bu noktada, Hill ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan bir çalışmada araç motorlarında kullanılan fosil yakıtların ve biyoyakıtların sera gazı salım miktarları hesaplanmış ve biyoyakıtların daha az sera gazı salımına yol açtığı ortaya konulmuştur. Söz konusu çalışmanın verilerine göre, taşıt motorlarında kullanılan benzin net enerji başına 96,9 gr/MJ sera gazı salımına yol açarken, biyoetanolin motorda yanmasıyla ortaya çıkan sera gazının 84,9 gr/MJ olduğu görülmüştür. Bu çalışmayı destekleyici nitelikte bir çalışma da Ryan ve arkadaşları (2006) tarafından yapılmış olup, şeker kamışı ve lignoselülozik ürünlerden elde edilen biyoetanolin, fosil yakıtlara kıyasla karbondioksit salımını en fazla azaltan biyoyakıtlar olduğu hesaplanmıştır.

Bu çalışmada; farklı hammaddelerden üretilmiş biyoetanollerin farklı karışım oranlarında motor yakıtı olarak kullanımıyla ölçülen egzoz emisyonları ve biyoetanol üretim sürecindeki emisyonlar da dikkate alınarak çevresel etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Biyoetanol benzin karışımı yakıtların performans özellikleri ve egzoz emisyonlarının belirlenmesi amacıyla yapılan denemelerde materyal olarak, 5.4 BG'ne sahip motor (Honda GX160), hidrolik dinamometre, yakıt tüketim ölçüm düzeni kullanılmıştır. Çalışmada atık gazların ölçümü için TSI 6200 Combustion Analyzers marka mikroişlemci kontrollü egzoz gaz analiz cihazından yararlanılmıştır.

Denemelerde yakıt olarak 95 oktan kurşunsuz benzin ile %96 saflıktaki şeker pancarı, buğday, arpa, mısır ve patatesten elde edilmiş biyoetanoller kullanılmıştır. Farklı hammaddelerden elde edilmiş %0, %5, %10, %15 ve %20 hacimsel oranlarında biyoetanol ve benzin karışımlarının yakıt olarak motor performans özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan motor testlerinde devir sayısı, motor momenti, saatlik yakıt tüketimi değerleri ölçülmüş, motor gücü ve özgül yakıt tüketimi değerleri hesaplanmıştır (Sarı ve Onurbaş Avcıoğlu 2006). Biyoetanol ve benzinin farklı karışım oranlarıyla yapılan motor denemelerinde tam gazda değişik devir sayılarında egzoz emisyonlarından CO, NO_x ve CO₂ değerleri ölçülmüştür.

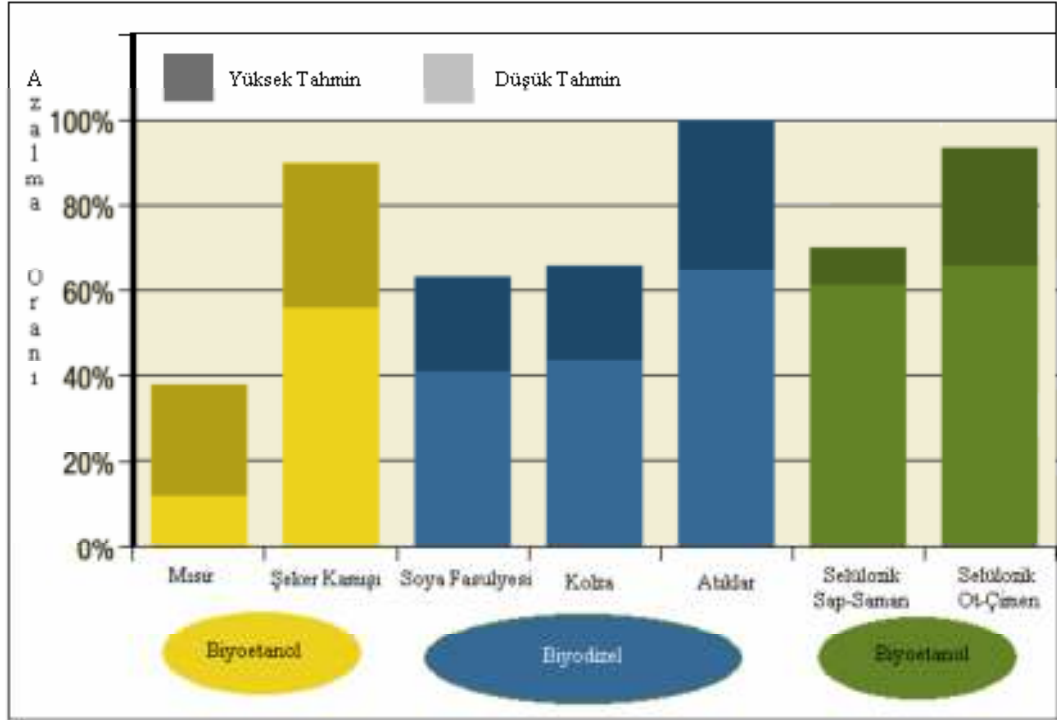
Benzin Motorlarında Biyoetanol Kullanımının Çevresel Etkilerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada farklı biyoetanol-benzin karışım oranlarının egzoz emisyon değerleri incelemesi yanında, dünyada az sayıda da olsa farklı biyoetanol hammaddelerinin yaşam döngü analizleri de dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır.

Biyoyakıt üretim sürecinde kullanılan tarım ürününün iklim, toprak gibi yetiştirilme şartlarına, ürünün çeşidine, dönüşüm sürecinde gerçekleştirilen işleme ve sahip olunan teknolojiye bağlı olarak biyoyakıtların sera gazı salımları farklılık arz etmektedir. Biyoyakıtların sera gazı salımına etki eden faktörlerden en önemlisi ise kullanılan tarımsal hammadde çeşididir. YDA hesaplamasının kullanıldığı

çeşitli araştırmalarda, biyoyakıtların üretim sürecinde kullanılan tarımsal hammadde çeşidine göre sera gazı salımını fosil yakıtlara kıyasla farklı oranlarda azalttığı gözlemlenmiştir (Hatunoğlu 2010).

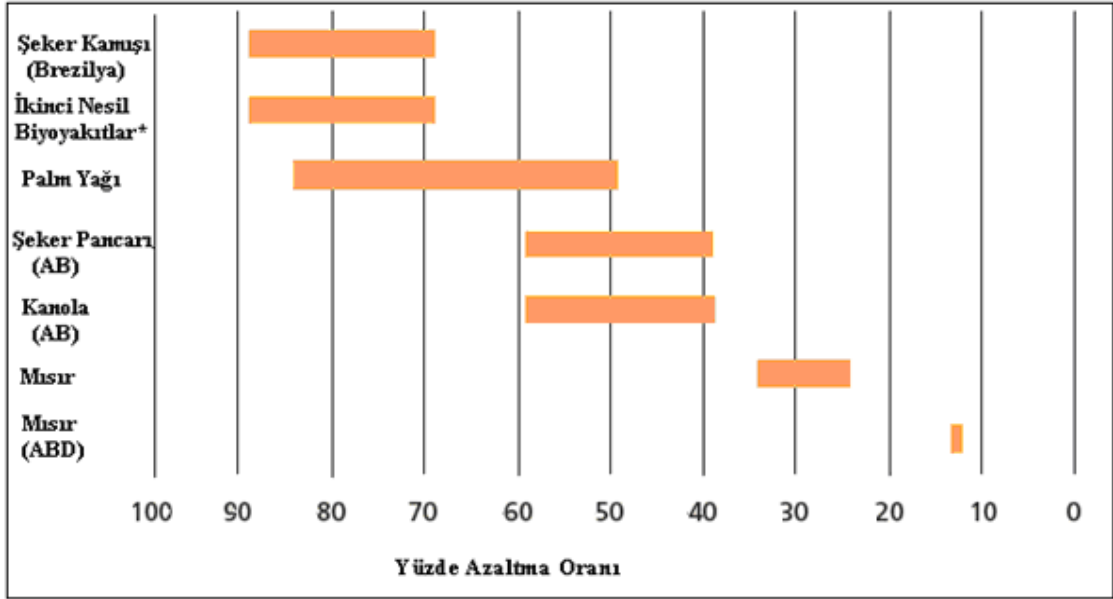
Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar birtakım farklılıklar içerse de elde edildiği hammaddelere göre biyoetanolün benzine kıyasla sera gazı salımını azaltmada daha iyi seçenekler olduğu görülmektedir. Biyoyakıtların fosil yakıtlara kıyasla sera gazı salımını azaltma oranlarının hesaplandığı iki adet çalışmanın analiz sonuçları Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Biyoyakıtların fosil yakıtlara kıyasla sera gazı salımını azaltma oranları (Childs ve Bradley, 2007)

Şekil 1’de görüldüğü üzere, sera gazı salımında gerçekleşen en fazla azalma atıklardan ve selüloz içeren odunsu bitkilerin hammadde olarak kullanıldığı biyoyakıtlar tarafından sağlanmaktadır. Selülozik sap-saman ve ot-çimen gibi hammaddelerden elde edilen biyoetanolün, en düşük tahmine göre fosil yakıtlara kıyasla %60’ın üzerinde daha az sera gazı salımı yaptığı belirtilirken, yüksek tahminde bu oran %95’lere varmaktadır. Fosil yakıtlara kıyasla atmosferdeki sera gazı salımına ikinci olarak en büyük olumlu katkıyı yapan biyoyakıtlar, tarımsal hammadde olarak üretim sürecinde şeker kamışının kullanıldığı biyoetanolüdür. Aynı çalışmanın verilerine göre, şeker kamışından üretilen biyoetanol de fosil yakıtlara kıyasla yüksek tahminde %90, düşük tahminde %60’a yakın sera gazı salımını azaltmaktadır. Sera gazı salımının azaltılmasında en düşük katkıyı ise mısırdan üretilen biyoetanol sağlamaktadır.

Biyoyakıtların fosil yakıtlara kıyasla sera gazı salımını azaltma oranlarının hesaplandığı ve FAO tarafından da yayınlanan diğer bir çalışmanın verilerine, Şekil 2’de yer verilmiştir. Şekil incelendiğinde, selülozik maddelerden elde edilen ikinci nesil biyoyakıtların ve hammadde olarak şeker kamışının kullanıldığı biyoetanolün, fosil yakıtlara kıyasla %70 ile %90 arasında sera gazı salımını azalttığı görülmektedir. Özellikle ABD’deki mısırdan üretilen biyoetanolün fosil yakıtlara kıyasla sera gazı salımının azaltılması üzerindeki etkisinin çok küçük olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 2. Biyoyakıtların fosil yakıtlara kıyasla sera gazı salımını azaltma oranları (Anonymous 2008).

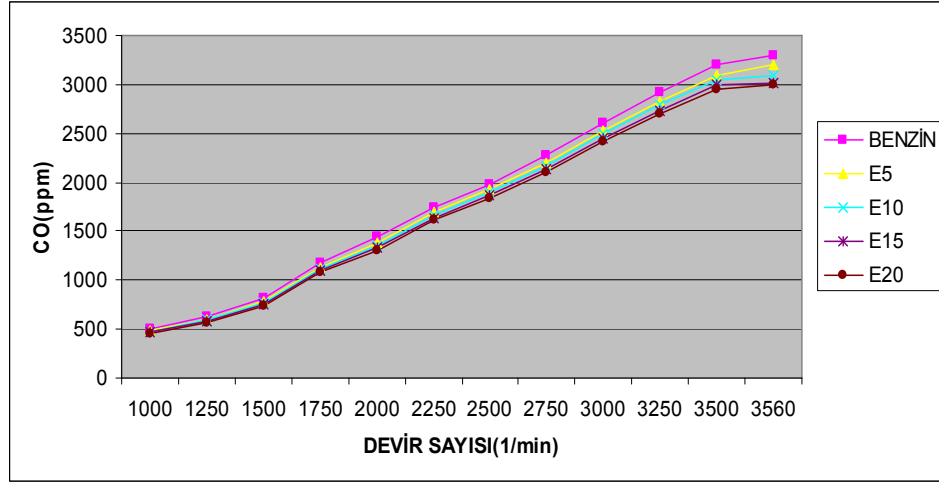
* Tarım ve ormancılık atıkları gibi gıda amaçlı kullanılmayan lignoselülozik biyokütlelerin üretim sürecinde hammadde olarak yer aldığı biyoyakıtlardır.

3. Bulgular ve Tartışma

Motor denemelerinde belirlenen farklı hammaddeler ve karışım oranları için egzoz emisyonları değerleri aynı karışım oranlarında ortalamaları alınarak benzinle karşılaştırmalı olarak Şekil 3, 4 ve 5’te verilmiştir.

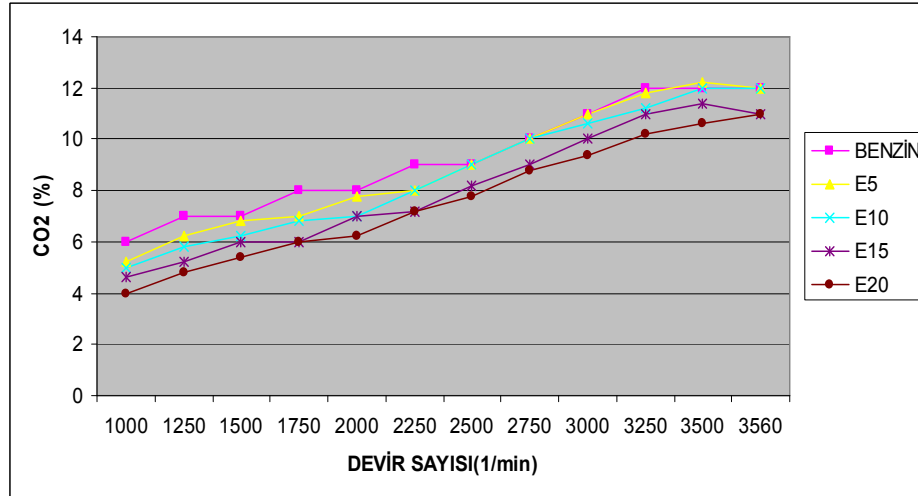
Motor devir sayısına bağlı olarak CO emisyonunda bir artış görülmektedir. CO emisyonunun en yüksek değerleri benzinde en düşük değerleri ise; E20 yakıtında elde edilmiştir. Karışım yakıtında biyoetanol miktarı arttıkça CO emisyonları düşmüştür. Elde edilen bu sonuç daha önce yapılan çalışmaları destekler niteliktedir (Al-Farayedhi, 2002; Al-Hasan, 2003; Guerrieri ve arkadaşları, 1995; Jia et al., 2005; Özsezen ve ark.,2008; Wu et al. 2003). En yüksek CO emisyonu değeri 3560 l/min’da elde edilmiş olup CO emisyonundaki benzine göre azalma; E5 yakıtında %2.8, E10 yakıtında %5.8, E15 yakıtında %8.6 ve E20 yakıtında %11’dir.

Benzin Motorlarında Biyoetanol Kullanımının Çevresel Etkilerinin Belirlenmesi



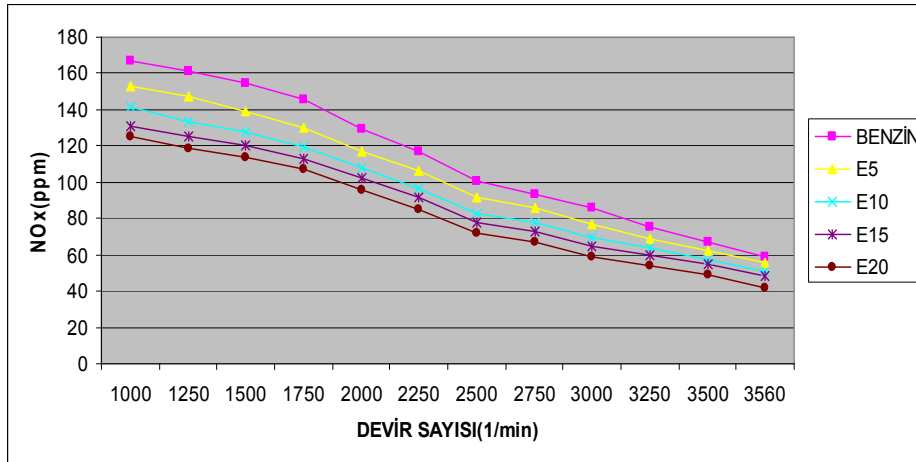
Şekil 3. Biyoetanol benzin karışımı yakıtlarının CO emisyonu değişimi

Motorun değişik devirlerinde yapılan ölçümlerde devir sayısı artışıyla CO₂ emisyonunda da artış görülmektedir. CO₂ emisyonu en yüksek benzinle çalışmada, en düşük E20 yakıtlarıyla çalışmada elde edilmiştir. Karışım yakıtlarında biyoetanol miktarı artıkça, CO₂ emisyonları daha önce yapılan çalışmaları da destekler nitelikte düşmüştür(Özsezen ve ark. 2008; Wu et al. 2003). En yüksek CO₂ emisyonu değerleri 3560 1/min'da elde edilmiş olup; CO₂ emisyonlarında E5 ve E10 yakıtlarında benzinle aynı değer elde edilmiş, E15 ve E20 yakıtlarında ise benzine göre %8.3 azalma olmuştur.



Şekil 4. Biyoetanol benzin karışımı yakıtlarının CO₂emisyonu değişimi

NOx emisyonları en yüksek benzinle çalışmada, en düşük E20 yakıtlarıyla çalışmada elde edilmiştir. Etanolün benzine göre daha düşük alev sıcaklıklarına sahip olması, yanma işleminin iyileşmesini ve yanma ürünleri içindeki NOx'lerin azalmasını sağlamaktadır. Elde edilen bu sonuç daha önce yapılan çalışmaları destekler niteliktedir (Jia et al., 2005; Özsezen ve ark., 2008). Karışım yakıtlarında biyoetanol miktarı artıkça NOx emisyonları düşmüştür. En düşük NOx emisyonu değeri 3500 1/min'da elde edilmiş olup benzine göre azalma; E5 yakıtında %5, E10 yakıtında %13.5, E15 yakıtında %18.6 ve E20 yakıtında %28.8 olmuştur.



Şekil 5. Biyoetanol benzin karışımı yakıtlarının NO_x emisyonu değişimi

Denemelerde ölçülen performans ve egzoz emisyon değerleri topluca Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Biyoetanol karışimli yakıtların benzine göre motor performans ve egzoz emisyon değerlerinin değişimi

Yakıtlar	Maksimum güç (kW)		Maksimum güçteki özgül yakıt tüketimi (kg/kWh)		Maksimum güçteki egzoz bileşenleri					
	3560 1/min	Benzine göre değişim (%)	3560 1/min	Benzine göre değişim (%)	CO (ppm)	Benzine göre değişim (%)	CO ₂ (%)	Benzine göre değişim (%)	NO _x (ppm)	Benzine göre değişim (%)
Benzin	3,68	-	0,410	-	3290	-	12	-	59	-
E5	3,60	-2,2	0,444	+8,0	3198	-2,8	12	-	56	-5,0
E10	3,57	-3,0	0,454	+10,5	3099	-5,8	12	-	51	-13,5
E15	3,54	-3,8	0,470	+14,6	3008	-8,6	11	-8,3	48	-18,6
E20	3,52	-4,3	0,482	+17,3	2928	-11,0	11	-8,3	42	-28,8

e azalma

“+” Benzine göre artış

Benzin-biyoetanol karışımlarıyla yapılan motor denemeleri sonucunda;

- Benzin içerisine biyoetanol ilavesiyle motor gücünde azalma olmaktadır ve karışımdaki biyoetanol oranı arttıkça güçteki azalma da artmaktadır. Etanolün ısı değeri benzine göre düşük olması ve %4 oranındaki su içeriği güçte azalmaya neden olmaktadır.
- Karışım içerisindeki biyoetanol miktarı arttıkça benzine göre yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketimi değerlerinde artış olmuştur.
- Egzoz emisyonlarında da; karışım oranındaki biyoetanol miktarı arttıkça CO, CO₂ ve NO_x değerlerinde artan bir azalma belirlenmiştir.

Deneme sonuçları, buji ateşlemeli motorlarda benzin yerine biyoetanol kullanıldığında motorda çok büyük bir güç kaybı olmadan, CO, CO₂ ve NO_x emisyonlarında azalmalar olduğunu göstermektedir.

Biyoetanolü çalışmada, benzinli çalışmaya göre CO emisyonu düşük çıkmasının nedeni etanolün tek bir kaynama noktasına sahip oldukları için, benzine göre çok daha buharlaşması ve daha temiz yanmalarıdır. Ayrıca etanolün alev sıcaklıklarının düşük olması yanma ürünleri içerisindeki CO emisyonunun azalmasını sağlamaktadır. Biyoetanolün soğutma etkisi ve alev sıcaklığının düşük olması nedeniyle yanma sonucu sıcaklığı düşmekte

Benzin Motorlarında Biyoetanol Kullanımının Çevresel Etkilerinin Belirlenmesi

bu da NO_x emisyonunun düşmesine neden olmaktadır. Etanolün yapısında bulunan karbon atomunun benzine göre az olması ve C/H oranının benzinden düşük olması da CO₂ emisyonlarını düşürmektedir (Kızıltan 1988, Çolak 2006).

Çevresel etki konusunda yapılan ve yöntem bölümünde verilen çalışmalardan yararlanılarak; yakıtların yaşam döngüsünde benzine göre sera gazı salımını azaltma oranları;

- Mısırdan elde edilen biyoetanolda %15-%40 oranında (Childs ve Bradley, 2007) ve %25-%35 oranında (Anonymous 2008) azalma,
- Şeker kamışında %55-%90 oranında (Childs ve Bradley, 2007) ve %68-%88 oranında (Anonymous 2008) azalma,
- Selülozik (sap-saman) biyoetanolda %60-%70 oranında azalma (Childs ve Bradley, 2007),
- Selülozik (ot-çimen) biyoetanolda %65-%90 oranında azalma (Childs ve Bradley, 2007),
- Şekerpancarından elde edilen biyoetanolda %39-% 59 oranında (Anonymous 2008) azalma olarak belirtilmektedir.

Bu konuda yapılan çalışmalarda görüldüğü üzere; biyoyakıtların sera gazı salımını azaltmadaki oranları hammaddeye göre değişmektedir. Şeker kamışı ve selülozik hammaddelerden üretilen biyoyakıtların sera gazı salımının azaltılmasında en yüksek katkıyı yaptıkları, buna karşılık şeker pancarı ve mısırdan üretilen biyoyakıtların sera gazı salımı üzerinde daha düşük etkisinin olduğu vurgulanmaktadır.

4. Sonuç

Benzin-biyoetanol karışımlarıyla buji ateşlemeli bir motorda yapılan çalışmada; artan biyoetanol karışım oranıyla birlikte güçte azalma ve yakıt tüketimindeki artışa rağmen, egzoz emisyonlarında, özellikle de CO ve NO_x emisyonlarında kayda değer bir azalma belirlenmiştir. CO₂ emisyonlarında ise; benzine göre E5 ve E10 çalışmalarında değişiklik olmamış, E15 ve E20 denemelerinde azalma belirlenmiştir.

Buğday, arpa, şeker pancarı, mısır ve patates gibi farklı hammaddelerden elde edilmiş biyoetanollerin kimyasal bileşenleri aynı olduğu için; ısıl değerleri de aynı olmakta, dolayısıyla ölçümler sonucunda belirlenen performans ve egzoz emisyonları değerlerinde farklılık olmamaktadır. Ancak, farklı hammaddelerden üretilmiş biyoetanollerin tüm yaşam döngüsü dikkate alındığında, çevresel etkileri konusunda farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Yaşam döngüsü içerisinde en düşük sera gazı salımına sahip olan biyoetanol hammaddeleri şeker kamışı ve ot, saman, çimen gibi selülozik hammaddelerdir. Bunları şeker kamışı ve mısır takip etmektedir.

Farklı hammaddelerden biyoetanollerin yaşam döngü analizi yapılarak sera gazı salım miktarı hesaplanırken; biyoyakıt dönüşüm işleminin sera gazı salımına etkisi, biyoyakıt üretiminde kullanılan tarımsal hammaddelerin yetiştirilmesinde Ülkemizde kullanılan gübre ve zirai ilaçların sera gazı salımlarının yanı sıra, bu ürünlerin elde edilmesinde kullanılan traktör ve biçerdöver gibi motorlu araçların yaymış olduğu gazlar da analize dahil edilmelidir. Böylece farklı biyoetanol hammaddelerinin, özellikle de gıda amaçlı üretilen hammaddelerle gıda amaçlı kullanılmayan tarım ve ormancılık artıklarının çevresel etkileri de karşılaştırılabilir.

Kaynaklar

- 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.
- Al-Hasan, M., 2003. Effect of ethanol-unleaded gasoline blends on engine performance and exhaust emission, *Energy Conversion and Management*, 44 (9): 1547-1561.
- Anonymous 2002. *Bus Systems for the Future: Achieving Sustainable Mobility Worldwide*, International Energy Agency, Paris, Fransa.
- Anonymous 2004. *Biofuels for Transport: An International Perspective*, International Energy Agency, Nisan 2004.
- Anonymous 2008. *The State of Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Bayrakçı, A.G., 2009. Değişik Biyokütle Kaynaklarından Etanolün Elde Edilmesi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İzmir.
- Bayraktar, H., 1997. Benzin-Etanol Karışımlarının Benzin Motorlarında Yanma Karakteristikleri Üzerindeki Etkilerinin Teorik Olarak İncelenmesi. 11. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi. 17-19 Eylül 1997, Edirne.
- Childs, B., Bradley, R., 2007. *Plants at the Pump: Biofuels, Climate Change, and Sustainability*, World Resource Institute.
- Çolak A., 2006. Buji Ateşlemeli Motorlarda Farklı Sıkıştırma Oranlarında Etanol Kullanımının Performans ve Emisyonlara Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.
- Guerrieri, D. A., Caffrey, P. J. and Rao, V., 1995. "Investigation into the vehicle exhaust emissions of high percentage ethanol blends", SAE Paper, 950777: 85-95.
- Harting, G.L. And Shannon, H., 1993. Oxygenates as gasoline blending components, *Chemical Reactor Technology for Environmentally Safe Reactors and Products*, 225:7-15.
- Hatunoğlu, E.E., 2010. Biyoyakıt Politikalarının Tarım Sektörüne Etkileri. DPT. Uzmanlık Tezleri İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müd. Ankara.
- Hill, J., Nelson, E., Tilman, D., Polasky, S., Tiffany, D., 2006. Environmental, Economic, and Energetic Costs and Benefits of Biodiesel and Ethanol Biofuels, *PNAS*, Vol.103, NO.30, 2006, pp.11203- 11210.
- Jia, L.W., Shen, M.Q., Wang, J., Lin, M.Q., 2005. Influence Of Ethanol-Gasoline Blended Fuel On Emission Characteristics From A Four-Stroke Motorcycle Engine, *Journal Of Hazardous Materials A123* 29-34.
- Kızıltan., E.E., 1988. Motor Yakıtlarına Alkol Katılmasının Motor Performansına Etkisi. Yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü.
- Koçtürk, D., 2011. Farklı Özelliklerdeki Etanol-Benzin Karışımı Yakıtların Buji ile Ateşlemeli Motorlarda Kullanılmasının Çevresel ve Ekonomik Yönden Değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Niven, R.K., 2004. Ethanol in Gasoline: Environmental Impacts and Sustainability Review Article, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9, 535-555.
- Oktar, N., 2001. Kurşunsuz Benzin Katkı Maddesi Tersiyer Eterlerin Üretim Reaksiyon Kinetiği. Doktora Tezi, Gazi üniversitesi fen bilimleri enstitüsü, Ankara, 1-4, -27, 119-120.
- Onurbaş Avcıoğlu, A., Türker, U., Atasoy, Z. Ve Koçtürk, D., 2011. *Tarımsal Kökenli Yenilenebilir Enerjiler-Biyoyakıtlar*. Nobel Yayınevi ISBN: 978-605-5426-71-2, 519 s, Ankara.
- Özsezen, N.Ö., Çanakçı, M., Kılıçaslan, İ., 2008. Alkol-Benzin Karışımlarının Kullanıldığı Bir Taşıtta Yanma Veriminin İncelenmesi. Kocaeli Üniversitesi, Otomotiv Teknolojileri ABD.
- Ryan, L., Convery, F., Ferreira, S., 2006. Stimulating the use of biofuels in the European Union: Implications for climate change policy, *Energy Policy*, Vol.34, No.17, pp.3184-3194.
- Saral, A., Avcıoğlu O.A., 2006. *Termik Motorlar Kitabı*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü. Yayın no:1550 Ders kitabı:503. Ankara Üniversitesi Basım Evi.
- Wang, M., Saricks, C., and Santini, D., 1999. Effects of Fuel Ethanol Use on Fuel-Cycle Energy and Greenhouse Gas Emissions. Center for Transportation Research Argonne National Laboratory, United States Department of Energy, Ocak 1999.
- Wu, C.W., Chen, R.H., Qu, J.Y., Lin, T.H., 2003. The Influence Of Air-Fuel Ratio On Engine Performance And Pollutant Emission Of An SI Engine Using Ethanol- Gasoline Blended Fuels, *Atmospheric Environment* 38. 7093-7100.
- Yıldız, R., Karataş, H., Tekin, E., Aktaş, A., 2003. Karaelmas Üniversitesi Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Otomotiv Öğretmenliği Programı, "Buji Ateşlemeli Motorlarda Kullanılan Alternatif Yakıtlar", Zonguldak.