

DİZEL MOTORLAR İÇİN YÜKSELEN BİR ALTERNATİF YAKIT: BİYODİZEL

Hüseyin ŞANLI * , Mustafa ÇANAKÇI**

* Kocaeli Üniversitesi, Yeniköy Meslek Yüksekokulu, Otomotiv Programı, Yeniköy / Kocaeli,
hsanli@kou.edu.tr

** Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Otomotiv Anabilim Dalı, İzmit / Kocaeli
canakci@kou.edu.tr

Özet

Petrolün bir gün biteceği gerçeği, petrol kaynaklarına sahip olmayan ülkelerin ithal petrole olan bağımlılıklarını azaltma hedefleri ve gittikçe kötüleşen çevreyle ilgili endişeler nedeniyle dünya genelinde yoğun olarak araştırılan alternatif yakıtlardan biri de biyodizeldir. Trigliserit bazlı bitkisel ve hayvansal yağlar dizel motorlarında kullanıldıklarında kısa vadede olumlu sonuçlar verseler de uzun süreli çalışmalarda ciddi motor problemleri ortaya çıkmaktadır. Trigliseritlerden alkil mono esterleri (biyodizel) türetilmesiyle setan sayısı ve ısı değer korunurken, büyük bir problem olan yüksek viskozite makul değerlere düşürülmektedir. Biyodizel kullanımının ana avantajları; yenilenebilirliği, bakterilerle ayrışabilmesi, yağlayıcılığı ve daha çevreci egzoz emisyonlarıdır. Biyodizel atmosferin CO₂ seviyesini artırmadığından küresel ısınmaya ve kükürt içeriği sıfıra yakın olduğundan asit yağmurlarına neden olmaz.

Anahtar Kelimeler: *Biyodizel, Trigliserit, Viskozite, Küresel Isınma, Asit Yağmurları*

1. GİRİŞ

Dünya enerji ihtiyacının karşılanmasında %40 ile en büyük paya sahip olan petrolün büyük bir kısmı içten yanmalı motorlarda kullanılmaktadır. Dünya otomotiv sanayileşmesinin artması petrol ürünlerine olan talebi de hızla artırmaktadır. Buna karşılık petrol rezervlerinin sınırlı olması, dünyanın belirli bölgelerinde toplanması ve petrol krizleri motorlu taşıtlar için yeni enerji kaynaklarının araştırılması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır [1]. Petrol türevi yakıtlar içinde en çok kullanılan ise motorindir. Örneğin; Türkiye'nin motorin tüketimi toplam benzin tüketiminin yaklaşık altı katıdır [2]. Ayrıca dizel yakıtının bir ülkenin sanayisindeki yeri de yadsınmaz bir gerçektir.

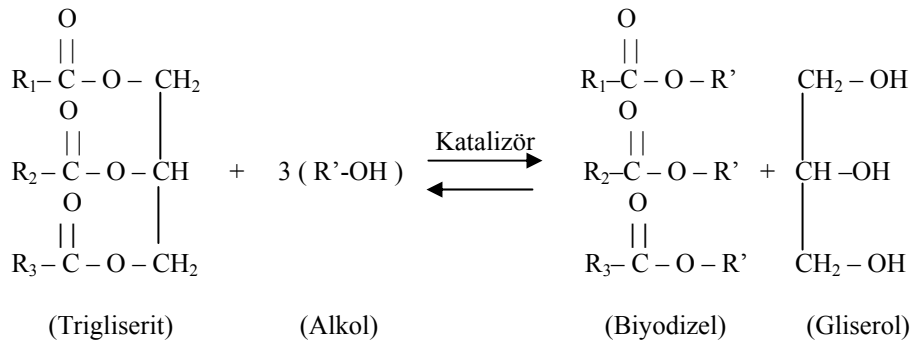
Günümüz termik motor teknolojisinin de petrole bağımlı olarak gelişmesi, mevcut motor teknolojisinde fazla bir değişiklik yapmadan, dizel yakıtına alternatif olacak yeni yakıtların araştırılarak ortaya konmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu konuda, özellikle ülkemizde de olduğu gibi, tarımsal potansiyeli yüksek olan ülkelerde bitkisel yağlar ön plana çıkmaktadır [3].

2. TRİGLİSERİTTEN BİYODİZELE

Bitkisel yağların alternatif dizel motor yakıtı olarak kullanımı dizel motor kullanımıyla başlamış, 1900 yılından itibaren 30'dan fazla bitkisel yağın uygunluğu araştırılmış, bu bitkisel yağlardan kısa süreli motor testlerinde olumlu sonuçlar alınsa da uzun süreli testler yapıldığında enjektör uçlarının tıkanması sonucu yakıt atomizasyonunun kötüleşmesi, yanma odalarının kurum ile kaplanması, kötü atomizasyon nedeniyle yanmayan yakıtın kartere inerek yağlama yağını bozması ve sekmanların silindirlere yapışması, bitkisel yağların yüksek basınç ve sıcaklıktaki ısı polimerizasyonu ve depolama sırasındaki oksidasyonu sonucu tortu oluşması gibi ciddi problemlerle karşılaşmıştır. Bu motor problemlerinin en büyük nedenleri; bitkisel yağların yüksek viskoziteleri (motorinin yaklaşık 15-20 katı), düşük uçuculukları ve kötü soğuk akış özellikleridir [4, 5, 6]. Yüksek viskozite enjeksiyon işlemi engellemekte ve kötü atomizasyona neden olmaktadır. Bununla birlikte, yakıtın hava ile yetersiz bir şekilde karışması eksik yanmaya yol açmakta, silindir içinde kurum oluşmasına ve enjektörlerin

tıkanmasına sebep olmaktadır. Bitkisel yağların yüksek viskoziteleri, büyük moleküler kütlelerinden ve kimyasal yapılarından kaynaklanır. Moleküler ağırlıkları motorininkinin üç katından daha fazladır. Bitkisel yağların alternatif dizel motor yakıtı olarak kullanılabilmesi için kabul edilemeyecek kadar yüksek olan viskozitelerinin dizel yakıtına yaklaştırılması ve uçuculuklarının da iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu problem dört kimyasal yöntemle iyileştirilmektedir. Bu yöntemler; inceltme, mikroemülsifikasyon, piroliz (termal kraking) ve transesterifikasyon (alkoliz, ester değişimi) dur. Bu yöntemler içerisinde biyodizel üretiminde kullanılan en yaygın yöntem transesterifikasyondur.

Transesterifikasyon; bitkisel ve hayvansal yağları oluşturan trigliseritleri parçalayarak yani içindeki gliserolu alarak, kullanılan alkoldeki alkil radikali ile yer değiştiren bir ester dönüşüm işlemidir. Kısacası gliserol esaslı triesterler alkil esaslı monoesterlere dönüştürülür. Transesterifikasyon ile trigliseritler monoesterlere dönüştürüldüğünde moleküler ağırlık üçte bir oranında ve büyük bir problem olan yüksek viskozite ise sekiz kat kadar azalır. Ayrıca uçuculuk da bir miktar iyileşir. Stokiyometrik (teorik) bir transesterifikasyonda bir mol yağ için üç mol alkol kullanılır ve bunun sonucunda üç mol yağ asidi alkil mono esteri (biyodizel) ve yan ürün olan bir mol gliserol elde edilir. Şekil 1’de teorik bir transesterifikasyon işlemi görülmektedir.



Şekil 1. Stokiyometrik Bir Transesterifikasyon İşlemi

Reaksiyonu hızlandırmak ve ester dönüşümünü artırmak için; baz, asit ya da enzim (biyolojik) katalizör kullanılır. Baz katalizörler, asit ve enzim katalizörlere oranla çok daha hızlıdır. Baz katalizör kullanıldığında oda sıcaklığı yeterli iken asit katalizör reaksiyon kabına ısı uygulamak gerekir. Ayrıca asit katalizör kullanıldığında kullanılması gereken alkol miktarı da artar [7]. Gerek yukarıda anlatılan bu olumsuz özellikler ve gerekse baz katalizörler asit katalizörlere oranla daha az korozif olduğundan pek çok ticari transesterifikasyon baz katalizörler ile gerçekleştirilir.

3. NEDEN BİYODİZEL?

Biyodizel ana yakıt karakteristikleri bakımından petrol türevi dizel yakıtına (D-2, motorin) oldukça benzerdir. Bu nedenle motorda herhangi bir modifikasyon gerektirmez. Günümüz içten yanmalı motor teknolojisi petrol türevi yakıtlara göre düzenlendiğinden bu durum biyodizel için diğer alternatif yakıtlara oranla, ekonomiklik ve pratiklik anlamında, önemli bir avantajdır.

Biyodizel; bakterilerle ayrışarak doğada kolayca bozunur, toksik değildir, temel olarak sülfürsüz olduğundan asit yağmurlarına neden olmaz. Biyodizel hammaddesi olan yağlı tohum bitkilerinin oluşumları sırasında atmosferden çektikleri CO₂ miktarı ile biyodizel yandığında atmosfere salınan CO₂ miktarı hemen hemen eşit olduğundan; biyodizel dünyanın toplam CO₂ emisyonu miktarını artırmamakta ve böylece küresel ısınmaya yol açmamaktadır [8]

Motorlu taşıt sayısının her geçen gün artmasına paralel olarak bu taşıtların egzoz emisyonundan kaynaklanan kirlenmelerin toplam atmosfer kirliliğindeki payı da artmaktadır. Atmosferdeki kirlenici emisyonlardan CO₂'nin %93, HC'nin %57, NO_x'in %39 ve SO₂'nin %1'i taşıt kaynaklıdır. Son 10 yıl içinde global ısınmadaki payı ise %20'nin altından %25'in üstüne çıkmıştır ve şu anda endüstriyel tesisler ve evlerden kaynaklandan daha fazladır. Taşıt egzozunun asit kirliliğindeki payı atmosfere salınan toplam miktarın %75'i kadardır. Atmosferin

bileşimindeki küçük farklılaşmalar bile büyük iklimsel değişimlere yol açabilir [9]. Bu nedenle son yıllarda alternatif yakıtlar üzerindeki çalışmalar daha temiz egzoz emisyonu üzerinde yoğunlaşmıştır. Dizel motorlu taşıtların toplam taşıt miktarı içindeki yüzdesi hızlı bir şekilde artmaktadır. Ayrıca dizel motorlar endüstriyel alanda da geniş kullanım alanlarına sahiptirler. Bu nedenle dizel motor egzoz emisyonuna ayrıca dikkat edilmelidir.

Biyodizel çevre dostu bir alternatif yakıttır. Bir dizel motor biyodizel ile çalıştırıldığında oluşan egzoz emisyonunda, motorine oranla, yaklaşık olarak, CO %20, HC %30, partikül madde (pm) %40 ve is emisyonu (duman opaklığı) %50 azalmaktadır. NO_x emisyonu ise %15 kadar artmaktadır [10, 11]. Bu yüksek NO_x miktarı, enjeksiyon başlangıcı motor pompa ayarı ile birkaç derece geriye alındığında dizel yakıtı NO_x değerine düşmektedir [12].

Biyodizelin kütleli bazda yaklaşık %10'luk oksijen içeriği, yanma odasındaki yanma olayına katılan oksijen miktarını artırarak, motorine kıyasla, daha iyi bir yanma sağlar. Motorine yakın güç ve tork eğrileri elde edilir. Biyodizelin setan sayısı motorininkinden daha yüksek olduğundan tutuşma gecikmesi daha kısadır ve böylece motor daha az vuruntulu çalışır. Ayrıca çok üstün bir yağlayıcılık özelliği vardır. Motorine %1'lik bir biyodizel ilavesi dahi motorinin yağlayıcılığını %65 geliştirebilir [13, 14]. Bilindiği üzere asit yağmurlarını azaltabilmek amacıyla motorinin kükürt içeriği gittikçe azaltılmaktadır. Kükürt ise motorinin yağlayıcılığını iyileştiren bir bileşendir. Yani bunun sonucunda kükürt içeriği azaldıkça bununla birlikte ister istemez yakıtın yağlayıcılığı da azalacak ve bunun sonucunda ise yakıt pompalarının ömrü kısıllanacaktır. Bu durumda biyodizelin yağlayıcılık özelliğinin önemi daha dikkat çekici olarak ortaya çıkmaktadır.

Biyodizel, motorinden daha yüksek alevlenme noktasına sahiptir. Bu özellik biyodizeli kullanım-taşıma ve depolamada, motorine kıyasla, daha güvenli bir yakıt yapar.

Petrolün bir gün biteceği yani sonlu yakıt olduğu bir gerçektir. Biyodizelin en önemli avantajlarından bir tanesi de yenilenebilir olmasıdır. Yani biyodizel hammaddesi olarak kullanılan yağlar üretildiği sürece biyodizel üretimi de devam edecektir. Ayrıca biyodizel üretim teknolojisi diğer alternatif yakıtların üretim teknolojilerine oranla oldukça basit ve ekonomiktir.

4. BİYODİZEL GELİŞİMİNDEKİ ÖNEMLİ ADIMLAR

1990 da ilk kez bir çiftçi kooperatifi Avusturya'da biyodizelin ticari anlamda üretimine başladı. Yıllık 500 ton yakıt üretiliyordu ve bu çiftçilerin kendi ihtiyaçlarında kullanılıyordu. Aynı yıl, pek çok testin başarıyla tamamlanması sonucu traktör üreticilerinin çok büyük bir çoğunluğu tarafından ürünlerinde biyodizel kullanımı için garanti verildi. Bu biyodizel için ticari olarak atılmış büyük bir adımdı. 1991 de Avusturya Standartları Enstitüsü, yüksek yakıt kalitesini sağlamak amacıyla, biyodizel için ilk yakıt standardını koydu. 1996 yılında Rouen / Fransa ve Lear / Almanya'da büyük endüstriyel ölçekli tesislerin kurulması ve dizel araç sektöründe öncü markalar olan Audi ve Volkswagen'in tüm modelleri için garanti vermesiyle biyodizel ticari başarısını kanıtladı. Aynı yıl, tüm büyük biyodizel üreticilerinin yer aldığı profesyonel bir organizasyon olan Avrupa Biyodizel Birliği kuruldu [15].

Avrupa Birliği petrol türevi dizel yakıtı içerisine 2005 yılından itibaren %2 oranında biyodizel katma zorunluluğu getirdi. Bu oran, 2010 yılında %5,75'e çıkarılacak. 2020 yılından itibaren ise biyodizelin motorin içindeki payı %20 olacak. Bu oranlardan bir alternatif yakıt olarak biyodizelin, ticari anlamda milyon dolarların konuşulduğu çok büyük bir pazara sahip olacağı açıkça anlaşılmaktadır. Avrupa Birliği'ne girmek isteyen ülkemizin de entegrasyon için bu şartları sağlaması gerekecektir. Ayrıca ülkemizde biyodizelden vergi alınmamaktadır [16]. Bununla birlikte 16 Nisan 2005 tarihinde Konya'da yapılan Uluslararası Biyoyakıt ve Türkiye Çalıştay'ında, Tarım Bakanımız son dönemde gittikçe artan petrole alternatif yenilenebilir enerji arayışları içerisinde çevre ve sağlık kaygıları da göz önünde bulundurulduğunda, en çok gelecek vadedenin biyoyakıtlar olduğunu, AB'nin petrol gibi fosil yakıtlar bakımından kısıtlı kaynaklara sahip olması ve enerji bağımlılığının yüksek olması nedeniyle alternatif enerji çalışmalarında öncü olduğunu, bunlar içinde biyoyakıtların başlarda olduğunu ve AB'ye üyelik aşamasında olan **ülkemin de biyoyakıt konusundaki çalışmaları AB ile birlikte sürdürmek zorunda olduğunu ifade etmiştir** [17].

5. AVRUPA BİRLİĞİ BİYODİZEL STANDARDI

Biyodizelin, tüm dizel motorlu sistemlerde uzun süreler boyunca sorunsuz bir şekilde kullanılabilmesi için yakıt kalitesinde olmalı yani standartlara uyması gerekmektedir. Aşağıda Tablo1’de Avrupa Birliği’nde uygulanan biyodizel standardı görülmektedir. Yakıt kalitesi, biyodizelin ticari başarısı için çok önemli ve muhakkak yerine getirilmesi gereken bir konudur. Zira yeni nesil dizel yakıt püskürtme sistemi olan common rail, yakıt kalitesine son derece hassastır.

Tablo 1. Avrupa Birliği Biyodizel Standardı (EN 14214)

Özellik	Birim	Limit	Test Metodu
Ester İçeriği	Kütleli %	96,5 min	Pr EN 14103
Yoğunluk (15 °C)	Kg/m ³	860 min – 900 max	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Viskozite (40 °C)	Mm ² /s	3,5 min – 5,0 max	EN ISO 3104
Alevlenme Noktası	°C	101 min	ISO/CD 3679
Kükürt	Mg/kg	10,0 max	NF T 60-71/DIN 51608
Karbon Kalıntısı (%10)	Kütleli %	0,3 max	EN ISO 10370
Setan Sayısı	-	51,0 min	EN ISO 5165
Sülfat Külü	Kütleli %	0,02 max	ISO 3987
Su	Mg/kg	500 max	EN ISO 12937
Toplam Kirletici	Mg/kg	24 max	EN 12662
Bakır Korozyonu (3 saat 50 °C)	-	Sınıf 1	EN ISO 2160
Oksitlenme Kararlılığı (110 °C)	Saat	6 min	Pr EN 14112
Asit Değeri	Mg KOH/g	0,5 max	Pr EN 14104
Iodin Değeri	-	120 max	Pr EN 14111
Linoleik asit alkil esteri	Kütleli %	12 max	Pr EN 14103
Doymamış (≥ 4 çift bağ) Alkil Esterleri	Kütleli %	1 max	-
Alkol İçeriği	Kütleli %	0,2 max	Pr EN 14110
Monoglisid İçeriği	Kütleli %	0,8 max	Pr EN 14105
Diglisid İçeriği	Kütleli %	0,2 max	Pr EN 14105
Triglisid İçeriği	Kütleli %	0,2 max	Pr EN 14105
Serbest Gliserol	Kütleli %	0,02 max	Pr EN 14105 Pr EN14106
Toplam Gliserol	Kütleli %	0,25 max	Pr EN 14105
Bazik Metaller (Na+K)	Mg/kg	5 max	Pr EN 14108 Pr EN14109
Fosfor İçeriği	Mg/kg	10 max	Pr EN 14107

6. SONUÇ

Biyodizel; pek çok otomobil üreticisi firmanın araçlarında kullanımı için garanti verdiği, Avrupa Birliği'nin kullanım zorunluluğu getirdiği ve dünyanın bir çok ülkesinde ticari başarısını kanıtlamış çevreci bir alternatif yakıttır. Bu, ülkemiz gibi giderek artan ham petrol ihtiyacının çok büyük bir kısmını ithal eden ülkeler için oldukça önemli bir konudur. Ülkemizin bir tarım toplumu olduğu düşünüldüğünde bu önem daha da artmaktadır. Türkiye kendi tarım potansiyelini kullandığında, Avrupa'nın biyodizel üretim üssü olabilecek imkan ve kapasitededir.

7. KAYNAKLAR

- [1]. CİNİVİZ, M., SALMAN, M.S., ÇARMAN, K. Dizel Motorlarında Dizel Yakıtı + LPG Kullanımının Performans ve Emisyona Etkisi. Selçuk-Teknik Online Dergisi. ISSN 1302-6178, Volume: 2, Number: 1, 2001.
- [2]. www.tupras.com.tr
- [3]. ULUSOY, Y.,Kullanılmış Ayçiçek Yağı Metil Esterinin Alternatif Yakıt Olarak Kullanım Olanğı. 3. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu,15-17 Kasım 2000, İstanbul.
- [4]. Clark, S.J., Wagner, L., Schrock, M.D., ve Pianner, P.G., "Methyl and Ethyl Soybean Esters as Renewable Fuels for Diesel Engines". JAOCS 61 (10), 1632-1638, 1984.
- [5]. Perkins, L.A., ve Peterson, C.L., "Durability Testing of Transesterified Winter Rape Oil as Fuel in Small-Bore, Multi-Cylinder, DI, CI Engines". SAE Paper No: 91-1764.
- [6]. Vellguth, G., "Performance of Vegetable Oils and Their Mono Esters as Fuels for Diesel Engines". SAE Paper No: 83-1358.
- [7]. FREEDMAN, B., PRYDE, E.H., ve MOUNTS, T.L., Variables Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils. JAOCS 61 (10), 1638-1643, 1984
- [8]. www.biodiesel.org
- [9]. Borat, O., Balcı, M., ve Sürmen, A., "Hava Kirlenmesi ve Kontrol Tekniğı". Teknik Eğitim Vakfı Yayınları-3, 1992.
- [10]. Schmidt, K., ve Gerpen, J. V., "The Effect of Biodiesel Fuel Composition on Diesel Combustion and Emissions".SAE Paper No: 961086, Warrandele, 1996.
- [11]. Marshall, W. F.,"Effects of Methyl Esters of Tallow and Grease on Exhaust Emissions and Performance of a Cummins L 10 Engine". Report Prepared for the Fats and Proteins Research Foundation by the National Institute for Petroleum and Energy Research (NIPER), Report No: B 08861, 1993.
- [12]. Monyem, A., Gerpen, J. V., ve Canakci, M., "The Effect of Timing and Oxidation on Emissions From Biodiesel-Fueled Engines". ASAE. Vol.44(1): 35-42, 2001.
- [13]. Canakci, M., ve Gerpen, J.V., "The Performance and Emissions Characteristics of Vegetable Oil-Based and Fat-Based Biodiesel". ASAE Paper No: 01-6050. 2001.
- [14]. www.journeytoforever.org
- [15]. KÖRBITZ, W., Biodiesel Production in Europe and North America, an Encouraging Prospect. Renewable Energy 16, 1078-1083, 1999.
- [16]. Resmi Gazete, 20 Aralık 2003. Sayı: 25322.
- [17]. www.tarim.gov.tr

