

BİYODİZEL YAKITIN ULUSLARARASI STANDARTLARDA ÜRETİMİ

Prof.Dr.Adnan Akyarlı¹, Prof.Dr.Necdet Alpaslan², Dr.Tayfun Çiçek³,
Evren Diktaş¹, Yrd.Doç.Yeşim Elmacı⁴, Yrd.Doç.Cem Karagözlü⁵,
Nezih Öztüre¹, Ruhan Sayın¹, Yrd.Doç.Uğur Sezerman⁶,
Prof.Dr.Kamil O.Sındır⁷, Deniz Sipahi⁸, M.Oğuz Şahin¹

¹, Egebiyoteknoloji San. ve Tic. A.Ş.

², Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü

³, Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü

⁴, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü

⁵, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü

⁶, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi

⁷, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü

⁸, Milliyet Gazetesi Köşe Yazarı

ÖZET

Çevre bilincinin artması ve petrol kökenli yakıtların rezervlerindeki azalma nedeni ile yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Üretim teknolojisi kolaylığı, dizel motorlu araçlarda mevcut yakıt sistemlerinin değiştirilmesine gerek duyulmaması, çevre dostu olması ve benzeri özellikleri ile “Biyodizel”, tüm yenilenebilir enerji kaynakları içinde öne çıkmaktadır.

Ülkemizde özellikle üniversitelerde araştırma projeleri şeklinde başlayan Biyodizel çalışmalarında alınan olumlu sonuçlar ve 2005 yılı başından itibaren AB ülkelerinde uygulanacak olan %2 zorunlu kullanım koşulu, özel sektörün de konuya ilişkin çalışmalar yapmasını teşvik etmiştir.

Uluslararası standartlara ve insana değer veren üretimiyle Egebiyoteknoloji San. ve Tic. A.Ş. olarak, ülkemizdeki Biyodizel üretimine öncülük etmekteyiz. Üretim metodlarının kolay ve ulaşılabilir olmasına rağmen, standartlara uygun olmayan ürünler, tüketimin yaygınlaşmasını engelleyecektir. Bu nedenle sektörde yer alacak firmaların, biyodizel tesisi projelendirirken laboratuvarlarını da oluşturarak üretim kalitesi ve ürün analizlerini takip etmeleri gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyodizel, Transesterifikasyon, Biyodizel Standartları, Egebiyoteknoloji

1. GİRİŞ

Biyodizel, sıvı fosil yakıtlar içerisinde motorinin yerini alabilecek en önemli yenilenebilir enerji kaynağıdır. Doğal olarak elde edilen birçok bitkisel ve hayvansal kökenli yağlardan elde edilebilmektedir. Avrupa koşullarında kolza bitkisinden elde edilen yağ, oldukça önemli bir biyodizel yakıt hammaddesidir. Bunun dışında özellikle ayçiçek yağı, soya yağı, pamuk yağı ve kullanılmış bitkisel yağların da bu amaçla kullanılması mümkün olabilmektedir.

Yüksek viskoziteleri ve diğer bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri itibarıyla bitkisel yağların herhangi bir ön prosese tabi tutulmadan dizel motorlarda doğrudan yakıt olarak kullanılmaları mümkün değildir. Bu yağların yakıt olarak kullanılabilmesi için, bazı fiziksel (özellikle viskoziteleri) ve kimyasal yöntemlerle olumsuz olan özelliklerinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu yöntemlerin başında, Transesterifikasyon adı verilen ve bitkisel yağ asidi esterlerinin, metanol veya etanol gibi basit alkollerle belirli koşullar altında reaksiyona girmesi sonucunda, düşük viskoziteli yeni esterler elde edilmesi gelmektedir. Bitkisel kökenli yağların viskozitelerinin yaklaşık 70 mm²/s 'den dizel yakıt eşdeğeri 4.5 mm²/s 'ye indirilebilmesi mümkün olmaktadır.

Bazı araştırmacılar, soya-fasulyesi yağı ve kullanılmış kızırtma yağını transesterifikasyon ve amidasyon yöntemleriyle biyodizel yakıtı dönüştürerek setan endekslerini belirlemeye çalışmışlar ve ayrıca petrokimyasal dizel yakıt ile uygun karışım oranlarını bildirmışlerdir.

Biyodizel yakıtların gerek çevresel gerekse ekonomik anlamda oldukça önemli faydaları olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir. zet olarak ifade edilirse bu faydalar;

- Yurt dışı kaynaklı petrol türevi yakıtlara bağımlılığın azalması,
- Fosil yakıtların sebep olduğu ve atmosferimizde global ısınma etkisi yaratan karbondioksit v.b. zararlı gazların emisyonunun, kullanılan karışım oranına göre %20 ile %80 arasında bir oranda, azaltılabilmesine imkan yaratabilmesi,
- Çevresel ve hava kirliliğine neden olan etmenlerin (karbon-monoksit, hidro-karbonlar, sülfür-oksitler, nitrojen-oksitler v.b.) azaltılması sonucu, insan sağlığını tehdit eden risklerin azaltılabilmesi,
- Dışalımla harcanan dövizlerin ülke ekonomisi içerisinde değerlendirilebilmesi sonucu, ulusal ekonomiler için bir önemli bir kazanç sağlayabilmesi olarak tanımlanabilir.

Birçok gelişmiş ülkede, biyolojik kökenli yakıtların fosil yakıtlara önemli bir alternatif olduğu görülmüş ve bu ülkelerin kısa, orta ve uzun vadeli enerji politikalarında yer almıştır. Örneğin, ABD'nin 1992 yılında belirlenmiş olan Ulusal Enerji Politikasına (EPAct) göre, 2000 yılının sonunda fosil yakıtlarının en az %10 'unun fosil kökenli olmayan alternatif yakıtlardan oluşması ve bu %10 'un da en az yarısının kendi öz kaynaklarından elde edilmesi, 2010 yılına ulaşıldığında ise, bu ikame oranının %30 'u bulması hedeflenmiştir. Almanya, Fransa, İtalya, Avusturya ve diğer bazı gelişmiş ülkelerde, bazı taşıma şirketlerinin biyodizel kullandığı bilinmektedir. Otomotiv sanayiinin önemli şirketleri, kendi bünyelerinde yapmış oldukları Ar-Ge alışmaları sonucunda, imal ettikleri dizel araçlarında %100 oranında biyodizel kullanılabileceğini onaylamışlardır.

Biyolojik kökenli yağların transesterifikasyon işlemine tabi tutulmasının ardından elde edilen biyodizel (metil ester) %1 ile %100 arasında değişen karışım oranlarında fosil kökenli dizel yakıt ile karıştırılarak kullanılabilmektedir. Gerek ekonomik ve gerekse evre kirliliğinin önlenmesi açısından en uygun karışım oranının %20 ile %30 arasında değiştiği yapılan araştırmalarla bildirilmektedir.

2. ULUSLAR ARASI BİYODİZEL STANDARTLARINDA YER ALAN ANALİZLER

Biyodizel kullanımın evre ve ekonomiye getireceği katkılarının, beklenen düzeyde gerçekleşebilmesi, ancak uluslararası standartlara uygun bir üretim ile sağlanabilir. Üretim kalitesindeki yetersizlikler, ürün kaybı, hammadde kaybı ve üretimdeki **stabilizasyonun** sağlanamaması gibi problemler ile verimliliği düşürecek, ürünün kalitesini bozacaktır. Aynı şekilde düşük kalitedeki ürün, kullanım zorluklarına ve daha da önemlisi tkettildiği motorların doğrudan zarar görmesine neden olacaktır.

Bu bilinçle üretim yapmakta olan Egebiyoteknoloji San. Tic. A.ř. `nin Biyodizel tesisinde yer alan laboratuvarında, aşağıdaki analiz cihazları ile, üretim kontrolü ve ürün kalitesi, prosesin her aşamasında takip edilmektedir.

2.1. Yoğunluk :



Şekil1. Yoğunluk ölçme cihazı (Petrotest)

Yoğunluk, biyodizel için önemli parametrelerden birisidir. Yoğunluğun yüksek çıkması, prosten gliserinin yeterince uzaklaştırılmadığının göstergesidir. Standartlarda yoğunluğun 15 °C `deki sınır değeri gösterilmektedir. Bununla birlikte, EN ISO 3675 Standardında; piknometre ile 20 – 60 °C arası, 6 farklı sıcaklıkta elde edilen düzeltme katsayısı 0,723 olarak belirlenmiştir. Ortalama metil ester örneğinin 15 °C `deki yoğunluğu 886,5 kg/m³ dür. 20 – 60 °C arası sıcaklıklara ölçülecek metil ester yoğunluğu;

$$\text{Yoğunluk (15 °C `de)} = \text{Yoğunluk (T °C `de)} + 0,723 \text{ Yoğunluk (T-15)}$$

formülü ile hesaplanabilir.

Uluslararası Standartlarda yoğunluk için verilen sınır değerler aşağıda verilmiştir.

ASTM	D 6751	kg/m ³	860 – 900
DIN	E 51606	kg/m ³	875 – 900
pr EN	14214	kg/m ³	860 – 900

Laboratuvarımızda karıştırmalı, otomatik ısı kontrollü banyoda, 15 °C `de yapılan, soya metil ester analizlerinde elde ettiğimiz yoğunluk değeri 884 kg/m³ tür.

2.2. Kinematik Viskozite :

Bitkisel yağların yüksek viskoziteye sahip olmaları, enjektörlerde tıkanmalardan başlayıp yetersiz püskürtme ve silindir içinde kurumlaşmayla sonuçlanan bir dizi probleme neden olabilmektedir. Viskozitenin yüksek çıkması; Transesterifikasyon işleminin başarıyla tamamlanamadığının bir göstergesidir.

Kinematik viskozite; bir akışkanın yer çekimi etkisi altında, akmaya karşı gösterdiği dirençtir. Belirli bir hidrostatik kolon basıncı altında yerçekimiyle akış, Sıvının kolon basınç yoğunluğu (ρ) ile orantılıdır. Herhangi bir viskozite için, belirli bir hacimdeki sıvının akış süresi, sıvının kinematik viskozitesi (ν) ile doğrudan orantılıdır. Dinamik viskoziteye (η), bağlı olarak Kinematik viskozite eşitliği:

$$\nu = \rho / \eta \text{ `dür.}$$



Şekil 2. Kinematik viskozite ölçüm cihazı (Petrotest)

Kinematik viskozite sınır değerleri Uluslararası Standartlarda;

ASTM	D 6751	mm ² /s	1,9 – 6,0	
DIN	E 51606	mm ² /s	3,5 – 5,0	
pr EN	14214	mm ² /s	3,5 – 5,0	olarak belirlenmiştir.

Laboratuvarımızda karıştırmalı, otomatik ısı kontrollü banyoda, 40 °C `de, soya metil esteri ile yapılan analizlerde; kinematik viskozite değeri 4,1 mm²/s olarak tespit edilmiştir.

2.3. Parlama Noktası :



Şekil 3. Parlama noktası tayin cihazı (Petrotest)

Parlama noktası; sıvı buharının parlayabilir bir atmosfer meydana getirdiği en düşük sıcaklık olarak ifade edilebilir. Biyodizelin motorin karşısındaki başlıca üstün özelliklerinden birisi de parlama noktasının yüksek olmasıdır. Bu özellik biyodizelin depolama, taşıma kolaylığı ve güvenliğini beraberinde getirmektedir.

Uluslararası Standartlarda verilen Parlama noktası minimum değerleri;

ASTM	D 6751	min °C	130	
DIN	E 51606	min °C	100	
pr EN	14214	min °C	120	dir.

Pensky-Martens kapalı kap parlama noktası tayin cihazı ile yapılan laboratuvar testlerinde, soya metil esteri parlama noktası 146 °C olarak tespit edilmiştir.

2.4. Akma ve Bulutlanma Noktası & Soğuk Filtre Tıkanma Noktası Tayini :



Şekil 4. Akma&Bulutlanma noktası tayin cihazı (Petrotest).

Biyodizel üretiminde özellikle ucuz maliyeti sebebi ile kullanılan hayvansal yağlar ve kızartma yağları, yüksek miktarlarda doymuş yağ asitleri içerdigi için, çok yüksek sıcaklıklarda kristalize olurlar. Bu özellik, iklim şartlarından etkilenerek donmalarına; depolama ve kullanım esnasında problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, biyodizel kalitesine yönelik yapılan analizlerde; Akma & Bulutlanma noktaları tayinleri ile Soğuk Filtre Tıkanma Noktası değerleri Uluslararası Standartlarda yer almaktadır.

Akma noktası; numunenin, belirlenmiş standart şartlar altında soğutuluyor iken akıcılığını devam ettirdiği en düşük sıcaklığı ifade eder.

Standart analiz metodunda ön ısıtmadan sonra numune belirli bir hızda soğutulur ve akış karakteristikleri için 3 °C aralıklarla kontrol edilir. Numune hareketinin gözlenebildiği en düşük sıcaklık akma noktası olarak kaydedilir.

Laboratuvarımızda Akma & Bulutlanma noktası tayin cihazı ile yapılan, soya metil esteri analizlerinde, -8 °C 'de akıcılığını kaybetmeye başladığı tespit edilmiştir.

Bulutlanma Noktası; deney numunesi, belirlenmiş standart şartlar altında soğutulduğunda parafin (wax) kristallerinden oluşan bir sis (veya bulut)'in gözlemlendiği ilk sıcaklıktır. Analiz metodunda numune belirli bir hızda soğutulur ve belirli aralıklarla gözlenir. Deney tüpünde ilk sis (veya bulut) 'in ilk gözlemlendiği sıcaklık bulutlanma noktası olarak kaydedilir.

Akma & Bulutlanma noktası tayin cihazı ile yapılan, Soya metil esteri Bulutlanma Noktası tayini analizlerinde, - 2 °C de bulutlanmanın başladığı gözlenmiştir.

Soğuk Filtre Tıkanma Noktası değerleri uluslararası standartlarda aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

ASTM

D 6751

°C	15 Nisan – 30 Eylül	- 0
°C	01 Ekim – 15 Kasım	- 10
°C	16 Kasım – 28 Şubat	- 20
°C	01 Mart -14 Nisan	- 10

2.5. Karbon Kalıntısı:

Karbon Kalıntısı terimi standartlarda, numunenin buharlaşması ve termal bozulması sırasında oluşan karbonlu kalıntıları tarif etmekte kullanılır. Kalıntı tümüyle karbondan oluşmayıp daha sonraki bozunmalarla bileşimi değişebilen kok'tur. Konradson karbon kalıntısı miktarı, ester yakıtının kalitesinin bir göstergesidir. Gliseritlerden , sabunlardan ve diğer organik kalıntılardan arındıklarını gösterir.

Damıtık ve atık fuel-oil'lerin karbon kalıntısı, bu yakıtların özel uygulamalarında birikinti oluşturma eğilimleri bakımından yaklaşık olarak değerlendirilebilmesine imkan verir. Genel olarak atmosfer basıncında damıtma işleminde kısmen bozunmaya uğrayan ve uçucu bileşikleri fazla olmayan sıvı yakıtlarda uygulanır.

Uluslararası Standartlarda karbon kalıntısı sınır değerleri;

DIN	E 51606	% wt.	max. 0,30	
pr EN	14214	%(m/m)	max. 0,30	dir.



Şekil 5. Karbon kalıntısı tayin cihazı (Petrotest)

Laboratuvarımızda Konradson karbon kalıntısı cihazımız ile yapılan soya metil esteri analizlerinde, % ağırlıkça tespit edilen değer 0,02 `dir.

2.6. Bakır Şerit Korozyon:



Şekil 6. Bakır şerit korozyon test cihazı (Petrotest)

ASTM	D 6751	max. No.3	
DIN	E 51606	max. 1,0	
pr EN	14214	Class 1	dir.

Bu test ile yakıtların metaller üzerine olan korozyon etkisi tespit edilmektedir.

Parlatılmış bakır bir şerit belirli bir miktardaki numunenin içine daldırılır ve numune içinde, belirtilen sıcaklığa kadar ve belirtilen süre bekletilir. Bekletme süresinin sonunda bakır şerit numunenin içinden çıkartılır, yıkanır ve referans korozyon şeritler ile karşılaştırılır. Deneylede kullanılacak bakır şeritler, soğuk çekilmiş, iyi tavllanmış, %99,9 'dan daha yüksek saflıktaki elektrolitik bakırdan olmalıdır.

Işığın deney sonuçları üzerinde dikkate değer menfi etkisi tespit edildiğinden, banyo şeffaf olmayan bir malzemeden yapılmış olmalıdır.

Laboratuarda soya metil esteri ile yaptığımız analizlerde, numunenin korozyon yapma özelliği referans korozyon şeritleri ile karşılaştırılmış ve 1. sınıf olduğu tespit edilmiştir.

2.7. Su-Sediment

Bu testler ile yakıtlardaki su ve sediment miktarları tespit edilmektedir. Yakıtlarda bulunan su ve sedimentler kullanıldıkları motorun bazı parçalarının işlevini olumsuz yönde etkileyebilirler. Motorun performansını düşürebilirler.

Su tayini Karl-Fischer kulometrik Titrasyon metodu ile yapılır. Bu metotla kaynama sıcaklığı 390 °C'den düşük olan petrol ürünlerindeki, kütlece yüzde 0,003 – 0,100 aralığındaki su miktarı tayini yapılır.

Sediment tayini ise ekstraksiyon yöntemi ile yapılır. Refrakter malzemeden yapılmış bir kartuş içindeki sıvı yakıt numunesi, kalıntı sabit kütleye erişinceye kadar sıcak toluen ile ekstrakte edilir.

Konu ile ilgili uluslar arası standartlar:

ASTM	D 6751	% vol	max. 0,05
DIN	E 51606	mg / kg	max. 300
pr EN	14214	mg / kg	max. 500



Şekil 7. Karl-Fischer su tayin cihazı (Kyoto)

dir.

2.8. Kükürt (Merkaptan Kükürt Tayini)



Şekil 8. Kükürt tayin cihazı (Petrotest)

Yakıtlardaki kükürt hem motora ve hem de çevreye verdiği zararlar sebebi ile istenmeyen bir elementtir. Merkaptan kükürt tayin yöntemi yakıtlardaki kükürdün tespiti için kullanılan bir yöntemdir.

Mercaptan kükürt (%) kütle oranı: Numunenin yoğunluğu (d), Titrasyonda kullanılan numunenin hacmi (V), Gümüş Nitrat çözeltisinin molaritesi (AM), Numune ile birlikte ve numunesiz titrasyon yapılırken kullanılan gümüş nitrat miktarları farkı ($A_1 - A_0$), Merkaptan'daki kükürt ağırlık oranı katsayısı (3.206) kullanılarak aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\text{Mercaptan kükürt kütle oranı (\%)} = \frac{(AM (A_1 - A_0) * 3.206)}{(d * V)}$$

Uluslararası standartlarda Merkaptan kükürt kütle oranı üst sınırları aşağıda verilmiştir.

ASTM	D 6751	% mass	max. 0,05	
DIN	E 51606	% wt.	max. 0,01	
pr EN	14214	mg / kg	max. 10,0	dir.

2.9. Setan İndeksi

Kolayca yanmayan düz hidrokarbon zincirleri içeren bir yakıt türü olan dizel, kullanıma sunulmadan önce stabiliteyi ve tutuşma kalitesini arttırmak, antistatik özellik kazandırmak amacıyla özel işlemden geçirilir. Dizelin performansı, öncelikle, tutuşma kalitesine bağlıdır. Dizelin ateşleme kolaylığını ve düzenli yanmasını, "setan numarası" belirler. Dizel motorun, yanma hücreindeki geçikme süresi, dizelin tutuşma kalitesinin bir ölçütüdür. Düşük setan numaralı bir dizel, yanma hücreinde doğru noktada tutuşmaz. Bunun sonucunda, kontrolsüz biçimde yanan karışım, gürültüye ve motor içinde hasara neden olur. Biyodizel, dizel yakıttan daha yüksek setan sayısı sahip olduğu için, bu tür sorunlar ile karşılaşmaz.

Dizeli, işlemde geçirmenin bir diğer nedeni de, düşük ısıda kullanım özelliği sağlamaktır. Çünkü dizeli oluşturan parafin, soğukta kristal olarak çöker, yakıt hatlarını ve filtreleri tıkayarak, çalışma sorunları yaratabilir. Dizel yakıttan en düşük ısıda bile en yüksek performansı sağlamak için, soğukta akışkanlık artırıcı katımlarla zenginleştirilmelidir.

Setan sayısını doğrudan, uygun olarak tayin etmek için deney motorunun bulunmadığı durumlarda, bir yakıtın setan sayısının tahmin edilmesinde veya setan sayısı için yeterli yakıtın olmadığı durumlarda, setan indeksi kullanılır. Bir yakıtın setan sayısının önceden tahmin edildiği durumlarda; setan indeksi, yakıt kaynağı ve üretim şekli değişmemek şartıyla, söz konusu yakıtın bir dizi numunesinin setan sayısının doğruluğunu kontrol etmek için kullanılabilir. Setan indeksi, setan sayısını ifade etmenin alternatif bir yolu değil, sınırlamalar sebebiyle kullanılması gereken yardımcı bir araçtır.

Uluslararası biyodizel standartlarında setan sayısına ilişkin, aşağıdaki alt sınırlar verilmiştir.

ASTM	D 6751	min 47,0	
DIN	E 51606	min 49,0	
pr EN	14214	min 51,0	dir.

2.10. İyot Değeri

Metil esterlerin dizel motorlarda kullanımı yakıtın motor yağını inceltmesine sebep olabilir. Esterdeki yüksek doymamış asit miktarı, yüksek iyot numarası ile açıklanır ve motor yağının polimerleşme tehlikesini yükseltir. Motor yağının incilmesi viskozitenin düşmesine öncülük eder. Yakıtın doymamışlığının (kısmının) oksidasyonu ve polimerizasyonunu, takip ettiği yakıtın incilmesi ve yağın bozulmasını destekler.

İyot sayısı, yakıtın doymamışlık derecesini vermektedir. Doymamışlık, tortu ve depolama stabilitesi problemlerini ortaya çıkarmaktadır. Yaklaşık, soya metil esteri 113 ve kolza metil esteri 97 iyot değerine sahiptir. Yapılan araştırmalar sonucunda, 115 'ten yüksek iyot sayısı, aşırı karbon kalıntısı oluşumu nedeniyle önerilmemektedir. Birçok Biyodizel ürünü ve özellikle de soya metil esterleri bu değerden daha yüksek iyot sayısına sahiptir. Bununla birlikte, bazı araştırmacılar soya ayçiçeği ve pamuk yağının dizel motorlarda kullanılmasını söylemekte ve max. 135 iyot sayısı ile sınırlandırılmış yağları önermektedir.

Konu ile ilgili uluslar arası standartlar:

DIN	E 51606	g.Iodine/100g	max. 115	
pr EN	14214		max. 120	dir.

2.11. Uluslararası Standartlarda Yer Alan Diğer Analizler

Sülfatlanmış Kül içeriği ve Asitlik değeri laboratuvarlarımızda mevcut yardımcı ekipmanlarla yani kül fırını, etüv, hassas terazi ve cam malzemeler ile yapılabilmektedir. Üründeki kül içeriği motorda silindir içinde tortu oluşumuna neden olan istenmeyen bir özelliktir. Asitlik, araçlardaki yakıt sistemindeki aşınma ve bozunmalara neden olur.

Oksidasyon kararlılığı ve Toplam kirlilik, ürünü tanımlayabilecek özelliklerden olup, biyodizel analizleri için oluşturulması gereken normal bir laboratuvarda yapılabilecek testlerdir. Metanol-Sülfür-Fosfor İçeriği, Monoglisericid-Diglisericid-Triglisericidler, Serbest Gliseroller-Toplam Gliseroller, Ester-Linolenik asit-Polidoymamış metil ester İçeriği, Grup I metalleri (Na+K)-Grup II metalleri (Ca+Mg) değerlerinin de tespit edilmesi gereklidir. Ancak bu deneyler için gereken cihazlar çok yüksek maliyetli olup ürün analizleri bu tür cihazlara sahip (Pektim gibi) diğer kurumlara yaptırılmaktadır.

Tablo 1: prEN 14214 Standardında yer alan diğer analizler ve test yöntemleri

Özellik	Birim	Minimum	Maximum	Test metodu
Toplam Kirlilik	mg / kg	-	24	EN 12662
Oksidasyon kararlılığı, 110°C	saat	6,0	-	prEN 14112
Metanol İçeriği	% (m/m)		0,20	prEN 14110
Sülfür içeriği	mg / kg	-	10,0	prEN ISO 20846 prEN ISO 20884
Fosfor içeriği	mg / kg	-	10,0	prEN 14107
Ester içeriği	% (m/m)	96,5		prEN 14103
Linolenik asit metil ester	% (m/m)		12,0	prEN 14103
Polidoyunmamış (>=4 çiftbağ metil ester)	% (m/m)		1	
Monoglisericid içeriği	% (m/m)		0,80	prEN 14105
Diglisericid içeriği	% (m/m)		0,20	prEN 14105
Triglisericid içeriği	% (m/m)		0,20	prEN 14105
Serbest Gliserol	% (m/m)		0,02	prEN 14105 prEN 14106
Toplam Gliserol	% (m/m)		0,25	prEN 14105
Grup I metalleri (Na+K)	mg / kg		5,0	prEN 14108 prEN 14109
Grup II metalleri (Ca+Mg)	mg / kg		5,0	prEN 14538

Tablo 2. Egebiyoteknoloji Laboratuvarındaki Cihazlar ile Analizleri Yapılabilen Standartlar.

	ASTM	IP	DIN	ISO	JIS	NF	BS	FTM
Kinematik Viskozite	D 445	71	DIN 51366	3104	K 2283	T 60-100		791b305.6
	D 446	319	DIN 52007	3105	K 2207			
	D 2170		EN 12595					
Yoğunluk	D 70 D 1298	160	DIN 12791	3675	K 2207		4714	
	D 71 D 1481	189	DIN 51757	3838	K 2249		4699	
	D 287 D 2111	190	DIN 52004		K 2265			
			DIN EN ISO 3838					
Parlama Noktası	D 93 meth.A+B	34 meth.A+B		2719 meth.A+B	K 2265		2000pt.34	791b-1102
	D 6751			15267				
Akma & Bulutlanma	D 97	15	DIN EN 23015	3015	K 2269		4458	791b-201
	D 2500	219	DIN ISO 3015	3016	K 2601		2000pt.219	
	D 5853	441	DIN ISO 3016					
			EN 23015					
Bakır Korozyonu	D 130	154	DIN 51811	2160	K 2220		4351	791-5325
	D 4048	112	DIN 51759		K 2513		2000pt.154	
			DIN EN 2160				2000pt.112	
			EN ISO 2160					
			EN 22160					
Su İçeriği	D 4928	386	DIN EN 61000pt.3	10337			2000pt.386	
	D 6304		DIN EN ISO 12937					
			EN ISO 12937					
Kükürt Belirleme	D 3227	342		3012	K 2276	M 07022		
Karbon Kalıntısı	D 189	13	51551pt.1	6615	K 2270	T 60-116	2000pt.13	791b-5001
							4380 form.	former
Tortu Miktarı	D 473	53	DIN ISO 3735				4382	791-3002

Tablo 3. Çeşitli ülkelerdeki biyomotorin standartları.

YAME: Yağ Asidi Metil Esteri // KME: Kanola Yağı Metil Esteri // BYME: Bitkisel Yağ Metil Esteri // YAMAE: Yağ asidi Mono Alkil Esteri

Özellikler	Avusturya	Fransa	Almanya	İtalya	İsveç	ABD
Standart	ÖNC 1191	Journal Officiel	DIN V51606	UNI 10635	SS 155436	ASTM PS 121-99
Uygulama	YAME	BYME	YAME	BYME	BYME	YAMAE
Yoğunluk, 15°C, g/cm ³	0.85-0.89	0.87-0.90	0.875-0.90	0.86-0.90	0.87-0.90	-
Viskozite, mm ² /s	3.5-5	3.5-5	3.5-5	3.5-5	3.5-5	1.9-6
Distilasyon, %95, °C	-	≤360	-	≤360	-	-
Alevlenme Noktası, °C	≥100	≥100	≥110	≥100	≥100	≥100
Soğukta Filtre Tıkanma Noktası, °C	0/-15	-	0/-10/-20	-	-5	-
Akma Noktası, °C	-	≤-10	-	≤ 0 ≤-15	-	-
Condration Kok Bakiyesi, Ağır.% 'si						
% 100	≤0.05	-	≤0.05	-	-	≤0.05
% 10	-	≤0.3	-	≤0.5	-	-
Bakır Korozyon, 3h, 50 °C	-	-	1	-	-	≤No.3
Setan Sayısı	≥49	≥49	≥49	-	≥48	≥40
Nötralizasyon Sayısı, mgKOH/g	≤0.8	≤0.5	≤0.5	≤0.5	≤0.6	≤0.8
Alkaliti, mg/kg	-	≤5	≤5	-	≤10	-
İyod Sayısı	≤120	≤115	≤115	-	≤125	-
Su, mg/kg	-	≤200	≤300	≤700	≤300	≤0.05%
Phosphor, mg/kg	≤20	≤10	≤10	≤10	≤10	-
Belirlenememiş Bileşenler, mg/kg	-	-	≤20	-	≤20	-
Kükürt, Ağır. % 'si	≤0.02	-	≤0.01	≤0.01	≤0.001	≤0.05
C18:3 ve Yüksek Doymamış Yağ Asitleri, Ağır. % 'si	≤15	-	-	-	-	-
Okside Kül, Ağır. % 'si	-	-	-	≤0.01	≤0.01	-
Sülfate Kül, Ağır. % 'si	≤0.02	-	≤0.03	-	-	≤0.02
Metanol, Ağır. % 'si	≤0.2	≤0.1	≤0.3	≤0.2	≤0.2	-
Monogliseritler, Ağır. % 'si	-	≤0.8	≤0.8	≤0.8	≤0.8	-
Digliseritler, Ağır. % 'si	-	≤0.2	≤0.4	≤0.2	≤0.1	-
Trigliserit, Ağır. % 'si	-	≤0.2	≤0.4	≤0.1	≤0.1	-
Serbest Gliserin, Ağır. % 'si	≤0.02	≤0.02	≤0.02	≤0.05	≤0.02	≤0.02
Toplam Gliserin, Ağır. % 'si	≤0.24	≤0.25	≤0.25	-	-	≤0.24
Ester, Ağır. % 'si	-	≥96.5	-	≥98	≥98	-

3. Sonuç ve Öneriler

Dizel yakıtla çalışan sistemlere alternatif olarak sunulan Biyodizel, 2005 yılından itibaren AB ülkelerinde %2 oranda zorunlu olarak kullanılacaktır. Aday ülke konumundaki Türkiye`de dizel yakıt tüketimi yıllık 9 milyon tonun üzerindedir. Buna göre minimum tüketim oranlarında dahi, biyodizel kullanımı büyük miktarlara ulaşacaktır. Petrol tüketimimizin ancak %15 kadarının yerli üretimle karşılanabildiği dikkate alındığında, yeni tarım politikaları geliştirilerek yağlık bitki üretiminin desteklenmesi gereği açıkça görülmektedir. Bu kadar stratejik önemi olan Biyodizel`in ekonomik olarak üretilebilmesi için doğrudan devlet desteğine ihtiyacı vardır. Öncelikle Yatırım teşvikleri, Vergi indirimleri ve ucuz hammadde temini için, özellikle tarım sektörünün desteklenmesi gerekmektedir.

Ülkemizde ancak sınırlı sayıda firma ve düşük kapasiteler ile üretilen Biyodizel`in daha geniş kitlelere hitap edebilmesi, mümkün olduğunca hızlı bir şekilde Tarımsal kooperatif ve birliklerine yaygınlaştırılması zorunludur. Bu amaçla gerekli yasal düzenlemeler biran önce tamamlanmalı, ilgili standartlar çıkartılmalı ve kaliteli üretim takip edilmelidir.

Çevre , Tarım ve Enerji politikalarını destekleyen, dışa bağımlılığı azaltan, ekonomik fayda sağlayan biyodizelin üretimine hak ettiği önemin verilmesi gerekmektedir. Özellikle büyük şehirlerdeki toplu taşıma araçlarında, deniz ulaşımında, doğal dengeyi koruyan ormanlık alanlarda ve kapalı su havzalarında, zorunlu olarak biyodizel kullanılmasını sağlamak amacımız olmalıdır.

Kaynakça:

- **Ahouissoussi, N.B.C., M.E.Wetzstein, 1994.** A Comparative Cost Analysis of Biodiesel, Compressed Natural Gas, Methanol, and Diesel for Transit Bus Systems. USDA Office of Energy and New Uses, and the National Biodiesel Board, Jefferson City, Missouri, USA.
- **Alcantara, R., J.Amores, L.Canoira, E.Fidalgo, M.J.Franco, A.Navarro, 2000.** Catalytic Production of Biodiesel From Soy-Bean Oil, Used Frying Oil and Tallow. *Biomass and Bioenergy* 18 (2000) 515-527. Elsevier Science Ltd. 2000.
- **Allen, C.A.W., K.C.Watts, R.G.Ackman, M.J.Pegg, 1999.** Predicting the Viscosity of Biodiesel Fuels from their Fatty Acid Ester Composition. *Fuel* 78 (1999) 1319-1326. Elsevier Science Ltd. 2000.
- **Altin, R., S.Çetinkaya, H.S.Yücesu, 2000.** The Potential of Using Vegetable Oil Fuels as Fuel for Diesel Engines. *Energy Conversion and Management* 42 (2001) 529-538. Elsevier Science Ltd.2000.
- **Connemann, J., J.Fisher, 1998.** Biodiesel in Europe 1998-Biodiesel Processing Technologies. Paper Presented at the International Liquid Biofuels Congress, July 19-22, 1998, Curitiba – Parana, Brazil.
- **Fangrui, M., A.H.Milford, 1999.** Biodiesel Production: A Review. *Bioresource Technology* 70 (1999) 1-15. Elsevier Science Ltd. 1999.
- **Hayes, K., 1995.** Biodiesel Comes Full Circle – Alternative Fuel Finds a Myriad of Uses. Bluebook Update, Online Archive, October-December 1995.
- **Jankowska, A., 1997.** Advantages of Biodiesel Fuel Over Typical Diesel Fuel.
- **Joshua ve Kaia Tickell, 1999.** From the Fryer to the Fuel Tank – The Complete Guide to Using Vegetable Oil as an Alternative Fuel. Second Edition. Green Teach Publishing, Sarasota, FL, USA.
- **Körbitz, W., 1998.** Biodiesel Production in Europe and North America an Encouraging Prospect. *Renewable Energy* 16 (1999) 1078-1083. Elsevier Science Ltd.1998.
- **Mohammed, A.A., 1990.** Dizel Yakiti olarak Bitkisel Yağların Özellikleri ve Motora Etkileri. Seminer Notlari, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, 1990.
- **Raneses, A.R., L.K.Glaser, J.M.Price, J.A.Duffield, 1999.** Potential Biodiesel Markets and Their Economic Effects on the Agricultural Sector of the United States. *Industrial Crops and Products* 9 (1999) 151-162. Elsevier Science Ltd.1999.
- **Sheehan, J., V.Camobreco, J.Duffield, M.Graboski, H.Shapouri, 1998.** Life Cycle Inventory of Biodiesel and Petroleum Diesel for Use in an Urban Bus. A Joint Study Sponsored by US Department of Agriculture and US Department of Energy, Final Report, May 1998. NREL/SR-580-24089 UC Category 1503.
- **Srivastava, A., R.Prasad, 2000.** Triglycerides-Based Diesel Fuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 4 (2000) 111-133. Elsevier Science Ltd. 2000
- **Türk Standartları Enstitüsü,** Standartlar TS 1013 EN ISO 3675, TS 1451 EN ISO 3104, TS 1273 EN 22719, TS 1233 ISO 3016, TS 2834 EN 23015, TS 5887 ISO 6615, TS 2741 EN ISO 2160, TS 6147 EN ISO 12937, TS6498 EN ISO 3735, TS 2883 EN ISO 4264