



Laboratuvar Ölçekli Biyodizel Üretim Tesisinin Projelendirilerek İmal Edilmesi ve Bu Tesiste Çeşitli Bitkisel Yağ Kaynaklarından Biyodizel Üretimi

Murat ARSLAN^{1*}, Kamil ALİBAŞ²

¹Uludağ Üniversitesi, Gemlik Asım Kocabıyık Meslek Yüksekokulu Makine Bölümü Bursa, Türkiye

²Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

*e-posta: arslanm@uludag.edu.tr; Tel: 0 224 2962242

Geliş Tarihi: 24.04.2015; Kabul Tarihi: 26.06.2015

Özet: Her geçen gün azalan fosil yakıtlar insanlığı yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılması konusunda yeni arayışlara itmektedir. Biyodizel yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde önemli bir paya sahiptir. Ham maddesi hayvansal ve bitkisel kökenli yağ olan biyodizel ülkemiz tarımı içinde önem arz etmektedir. Biyodizel toksin olmayan, doğada kolay bozulabilen ve çevreci bir yakıttır. Geleneksel dizel motorlarında değişikliğe gerek kalmadan kullanılabilir. Bu çalışmanın amacı biyodizelin üretilmesinde kullanılacak olan laboratuvar ölçekli bir biyodizel tesisinin projelendirilerek imal edilmesi ve imal edilen bu tesiste çeşitli bitkisel yağ kaynaklarından biyodizel üretmektir.

Anahtar Kelimeler: Biyodizel, bitkisel yağ, transesterifikasyon.

Projecting of A Laboratory Scale Biodiesel Production Facility and Production of Biodiesel from Different Vegetable Oils

Abstract: Every day diminishing fossil fuels is pushing humanity for new alternatives for the increase of renewable energy sources .Biodiesel has a significant share of renewable energy sources. Biodiesel produced from vegetable oils and products synthesized from natural raw materials are having a strong importance for our country. Biodiesel is a non-toxin, perishable in nature and environmentally friendly fuel. It can be used in conventional diesel engines without modification. The purpose of this study is to produce a Laboratory-scale biodiesel facility and to produce biodiesel from various vegetable oil sources in this manufactured facility.

Key Words: Biodiesel, vegetable oil, transesterifikasyon.

Giriş

Günümüzde dünyada enerji ihtiyacı ağırlıklı olarak kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil kökenli, birincil enerji kaynaklarından sağlanmasına karşın bu kaynakların sonsuz olmaması insanlığı yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji teknolojisinde değerlendirilmesi konusunda artan bir ilgi ve uygulama yoğunluğuna sürüklemektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları içinde önemli bir paya sahip olan biyodizel dünyada ve özellikle AB ülkelerinde enerji sarmalı içinde hak ettiği yeri almış ülkemiz için ise önü açık ve potansiyeli yüksek bir örnektir. Avrupa birliği ülkelerinde yıllık biyodizel üretiminin 9.570.000 ton olduğu ve bunun 700.000-1.000.000 tonunun atık yağlardan oluştuğu düşünüldüğünde, ülkemizin 1.500.000 ton kurulu kapasitesi ve 350.000 ton atık yağ potansiyelinin biyodizel üretiminde ne kadar anlamlı olduğu anlaşılmalıdır (Anonim, 2013).

Dünyada enerji talebinin son on yılda yaşanan ortalama %2,5'luk yıllık artışın 2030 yılına kadar yıllık %1,6'ya düşmesi, en hızlı artış oranının %7,6'yla yenilenebilir enerjide olması beklenmektedir. Ülkemizde ise 1990 yılından buyana yıllık enerji talep artışının %4,6 olduğu bilinmektedir. Enerjide ithal bağımlılığı %71,5 olan ülkemiz için bu veriler göstermektedir ki yenilenebilir enerjinin katma değeri çok daha fazla olacaktır. Her geçen yıl birincil enerji kaynaklarına olan talep dünyada ve ülkemizde artış göstermektedir (Anonim, 2013).

Bu çalışmanın amacı Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümünde akademisyenlerin ve öğrencilerin biyodizel ile ilgili çalışmalarda kullanılabilecekleri ve küçük kapasitelerde biyodizel üretebilecek bir tesisin projelendirilerek imal edilmesi ve bu tesiste atık yağ, rafine edilmemiş Ayçiçek yağı ve rafine edilmiş zeytinyağından elde edilen biyodizellerin renk ve görünüm bakımından incelenmesi, yoğunluk ve kinematik viskozite sonuçlarının TS EN 14214 standart değerleri ile karşılaştırılmasıdır.

Materyal ve Yöntem

Bitkisel Yağlar

Biyodizel üretiminde kullanılan bitkisel yağ kaynakları başta Kanola yağı olmak üzere Aspir, Soya, Palm, Ayçiçek, Zeytin, Çiğit, Prina, Hardal ve diğer yağlı tohumların yağları sıralanabilir (Öğüt ve ark. 2005). Bu yağ kaynakları yanında atık kızartma yağları, meyve çekirdeklerinden elde edilen yağlarda biyodizel üretiminde kullanılabilir.

Biyodizel

Biyodizel bitkisel ve hayvansal yağlardan yağ atık ve artıklarından üretilen TS EN 14213 ve/veya TS EN 14214 standartlarına uygun yağ asidi metil ester karışımıdır (İşler, 2011).

Günümüzde yaşanan küresel iklim değişikliği sorunu, hava ve su kalitesindeki düşüş ve insan sağlığı sorunları yenilenebilir, emisyonlarıyla temiz, çevreci alternatif yakıt biyodizel kullanımını hızla hayata geçirmiştir (Albiyobir, 2008).

Biyodizel petrol içermez fakat saf olarak veya her oranda petrol kökenli dizelle karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir. Saf biyodizel ve dizel-biyodizel karışımları

herhangi bir dizel motoruna, motor üzerinde herhangi bir modifikasyona gerek kalmadan kullanılabilir.

Biyodizelin sahip olduğu özellikler, alternatif yakıtın dizel motorları dışında da yakıt olarak kullanımına olanak vermektedir. Biyodizel bu nedenle, "Acil Durum Yakıtı" ve "Askeri Stratejik Yakıt" şeklinde değerlendirilebilir.

Biyodizel Üretim Yöntemleri

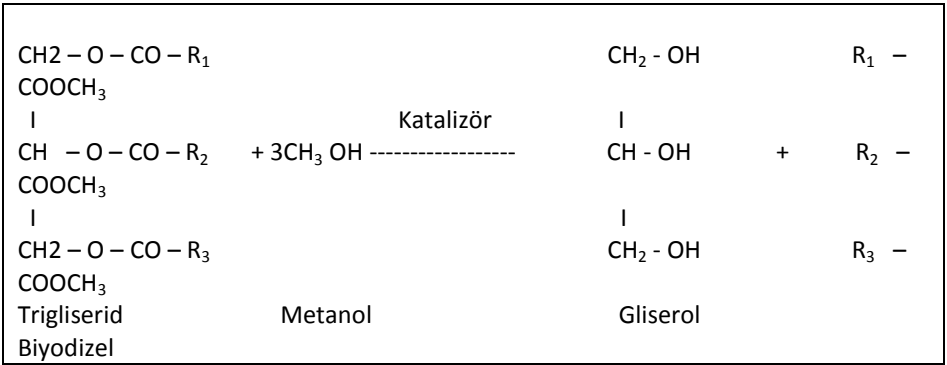
Bitkisel yağlardan yaklaşık olarak hidrokarbon kökenli dizel yakıtı özelliklerinde ve performansında yakıt elde etmek için şimdiye kadar birçok çalışma yapılmıştır. Trigliseridleri dizel yakıtı olarak kullanmada karşımıza çıkan sorunlar çoğunlukla onların yüksek viskozitesi, az uçuculukları ve çoklu doymamışlık özellikleri ile ilişkilidir. Bu özellikleri değiştirmek için en çok kullanılan dört yöntem vardır. (Demir, 2006)

- Piroliz
- Dilüsyon
- Mikroemülsifikasyon
- Transesterifikasyon

2015 yılı itibari ile bilinen bu yöntemlere Süper Kritik üretim yöntemi de eklenmiştir. Bilimsel ve teknolojik gelişmeler göstermektedir ki önümüzdeki yıllarda yeni yöntemlerin geliştirilmesi olasıdır.

Transesterifikasyon

Alkoliz olarak da adlandırılabilen transesterifikasyon, trigliseridlerin viskozitesini azaltmak amacıyla uygulanan bir işlemdir (FangruıMaa ve ark 1999). Transesterifikasyon reaksiyonunda yağ, monohidrik bir alkolle (etanol, metanol), katalizör (asidik, bazik katalizörler ile enzimler) varlığında ana ürün olarak yağ asidi esterleri ve gliserin vererek esterleşir. Ayrıca esterleşme reaksiyonunda yan ürün olarak di ve monogliseridler, reaktan fazlası ve serbest yağ asitleri oluşur. Biyodizel üretiminde kullanılan katalizörler asidik katalizörler (H₂SO₄ "sülfürik asit" ve HCl "hidroklorik asit"), bazik katalizörler ise KOH "potasyum hidroksit", NaOH "sodyum hidroksittir (Dorado, M.P. ve ark 2003).

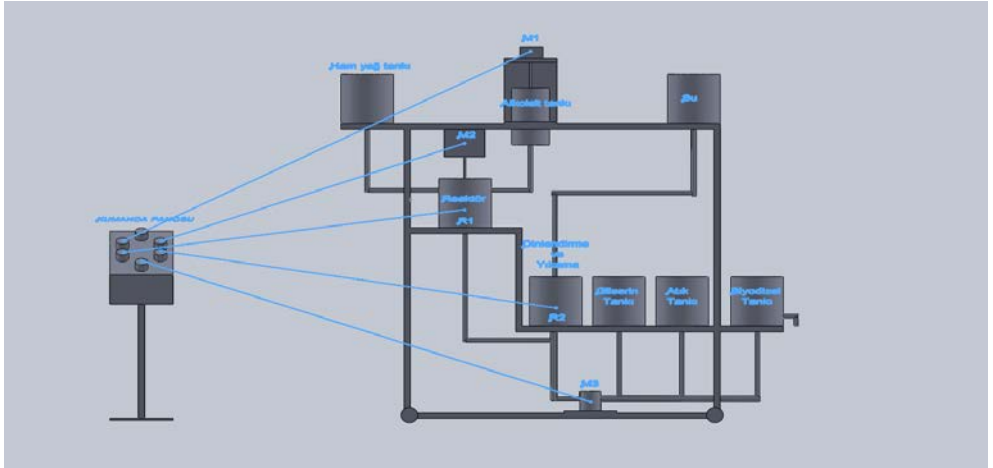


Şekil 1. Transesterifikasyon yönteminin kimyasal basamakları.

Laboratuvar ölçekli biyodizel tesisinin imalatı :

Bitkisel ve hayvansal yağlardan biyodizel üretmek amacıyla Uludağ Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Laboratuvarı'nda imal edilen üretim tesisi saatte 10 litre üretim yapabilecek kapasitededir. Sistemde Ham yağ tankına ve metoksit tankına gerekli ürünler konulduktan sonra sistem manuel olarak kontrol edilerek son ürün olarak biyodizel elde edilmektedir. Laboratuvar ölçekli biyodizel üretim tesisi aşağıda belirtilen kısımlardan oluşmaktadır.

- 11 litre kapasiteli ham yağ tankı,
- 11 litre kapasiteli reaktör,
- 11 litre kapasiteli (dinlendirme) tankı,
- 6 litre kapasiteli metoksit tankı,
- 11 litre kapasiteli saf su tankı,
- 11 litre kapasiteli gliserol tankı,
- 11 litre kapasiteli atık su tankı,
- 11 litre kapasiteli biyodizel tankı,



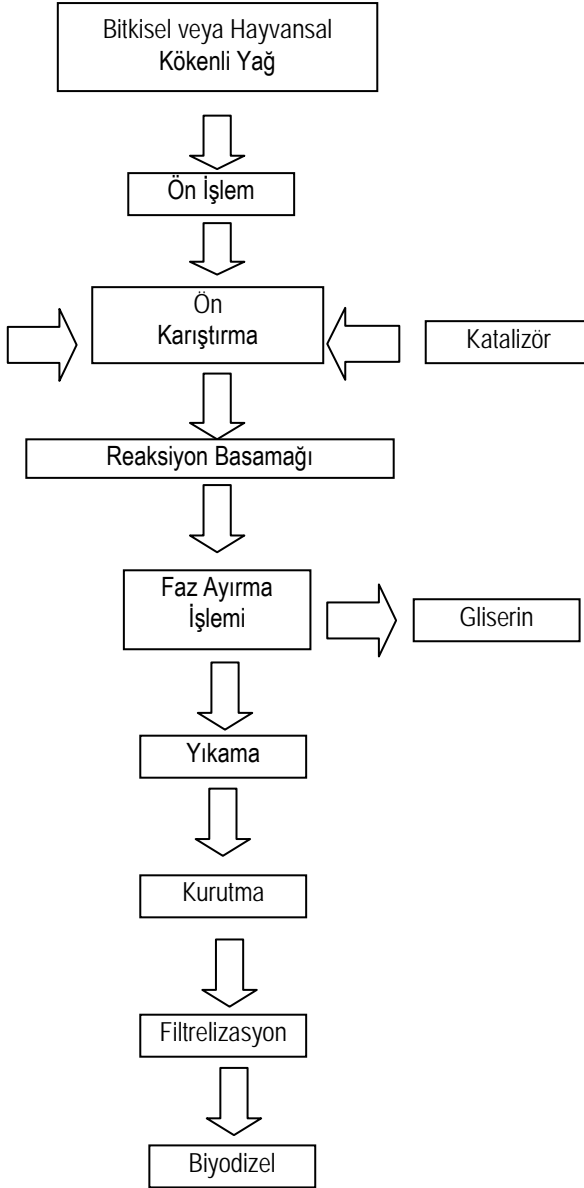
Şekil 2. Biyodizel üretim tesisi

Laboratuvar Ölçekli Biyodizel Üretim Tesisinde gerekli kontrol işlemlerini gerçekleştirmek için aşağıda belirtilen kumanda elemanları kullanılmıştır.

- 2 adet DC motor (Reaktör ve Metoksit tankı mikserlerini çalıştırmak için)
- 1 adet AC motor (ürün pompalamak için)
- 2 adet ısıtıcı (Reaktör ve Yıkama Tankı için)
- 2 adet termometre (reaktör ve yıkama tankı sıcaklık ölçümünde)
- 2 adet termostat (reaktör ve yıkama tankı sıcaklığını kontrol altında tutmak için)

Çeşitli Yağ Kaynaklarından Biyodizel Üretimi:

Laboratuvar ölçekli geliştirilen bu tesiste transesterifikasyon yöntemi ile Şekil 3. deki işlem basamakları takip edilerek atık kızartma yağlarından, rafine edilmemiş Ayçiçek yağından ve rafine edilmiş zeytinyağından biyodizel üretilmiştir.



Şekil 3. Biyodizel üretim işlem şeması (Alibaş ve Ulusoy, 1995)

Uygulamalar sonucu elde edilen biyodizeller ile ilgili resimler Şekil 4. de verilmiştir.



Şekil 4. Üretilen biyodizellere ait resimler.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Laboratuvar ölçekli biyodizel üretme amaçlı hazırlanan bu tesiste atık kızartma yağlarından biyodizel üretilmiş üretim esnasında her 1 litre yağ için 200 ml metil alkol ve 3,5 gr sodyum hidroksit (NaOH) kullanılmıştır. Üretimin ilk aşamasında üretilen biyodizelde renk ve görünüm açısından olumsuzluklar gözlenmiş sodyum hidroksit (NaOH) oranı artırılarak en uygun oranın 1lt atık yağ için 5gr sodyum hidroksit (NaOH) ve 250 ml metil alkol olduğu saptanmıştır.

İkinci aşamada bölgemizdeki bir yağ fabrikasından temin edilen rafine edilmemiş Ayçiçek yağı kullanılmış ve oranlar 1 litre yağ için 200 ml metil alkol ve 3.5 gr sodyum hidroksit (NaOH) olarak tatbik edilmiş ve gözle muayenede olumlu sonuç bu oranda alınmıştır.

Son materyal olarak rafine edilmiş zeytin yağ kullanılmış ve oranlar 1 litre yağ için 200 ml metil alkol ve 3.5 gr sodyum hidroksit (NaOH) olarak tatbik edilmiş kullanılan bu oranlar en iyi sonucu vermiştir.

Elde edilen biyodizellerde iki önemli özelliğe bakılmıştır. Bunlar yoğunluk ve viskozitedir. Dünyada kullanılan biyodizel test standartları ele alınan bu iki parametre açısından Çizelge 1. de verilmiştir.

Çizelge 1. Biyodizel test standartları

Biyodizel	Birim	Avusturya Standardı (C1 190 Feb.91 1)	DIN 51606 Eylül 1997	U.S. Kalite Spesifikasyonu NBB/ASTM	Avrupa Standardı EN 14214
Yoğunluk 15 ⁰ C de	g/cm ³	0.86-0.90	0.875-0.90	---	0.86-0.90
Viskozite 40 ⁰ C de	mm ² /s		3.5-5.0	1.9-6.0	3.5-5.0

Testler Konya Selçuk Üniversitesi Tarım Makineleri Bölümünde bulunan biyodizel test laboratuvarında yapılmıştır. Burada yapılan yoğunluk ve viskozite testlerinin sonuçları Çizelge 2. de verilmiştir.

Çizelge 2. Üretilen biyodizellere ait yoğunluk ve viskozite değerleri.

Biyodizel	Atık Yağ Biyodizeli	Rafine Edilmemiş Ayçiçek yağı Biyodizeli	Rafine Edilmiş Zeytinyağı Biyodizeli
Yoğunluk (g/cm ³) 15 ⁰ C	0.889	0.891	0.880
Viskozite (mm ² /s) 40 ⁰ C	5.54	6.0	5.2

Sonuç

Laboratuvar ölçekli biyodizel üretmek amaçlı imal edilen bu tesiste üretilen biyodizel numunelerinden alınan örneklerin Konya Selçuk Üniversitesi Tarım Makineleri Bölümünde bulunan biyodizel test laboratuvarında yapılan yoğunluk ve viskozite testlerinde numunelerin yoğunluk bakımında TS EN 14214 normuna uygun olduğu görülmüştür. Viskozite bakımından TS EN 14214 normuna yakın olduğu fakat norm sınır değerleri içerisinde olmadığı ancak viskozite değerlerinin U.S Kalite Spesifikasyonu NBB/ASTM ye göre sınır değerlerde olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

- Alibaş,K.,Ulusoy, Y. 1995. Bitkisel Yağların Diesel Motorlarda Yakıt Olarak Kullanım Olanakları Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı Bursa. ISBN975-7657-91, 3:147-156.
- Anonim, 2008, Albiyobir (online) www.albiyobir.org.tr. Erişim Tarihi: 03.02.2015.
- Anonim, 2013, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, (online) <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyodizel.aspx>, Erişim Tarihi: 02.02.2015.
- Çanakçı,M.,Gerpen, J. Van, 2001. Biodiesel Production From Oil sand Fats With High Free Fatty Acids. American Society of Agricultural Engineers ISSN 0001-2351
- Demir, C. 2006. Biyodizel Standartları ve Analiz Yöntemleri. Biyoyakıt Dünyası Dergisi. 1, 48-49. Ankara.
- Dorado, M.P.,Ballesteros, E., Arnal, J.M., Gomez, J. and Lopez, F.J., 2003. Exhaust Emissions From A Diesel Engine Fueled With Transesterified Waste Olive Oil, Fuel, 82: 1311-1315.
- FangruiMaa, Milford A. Hannab. 1999. Biodiesel production a review Bioresource Technology 70: 1-15
- İşler,A.2011. Aspir yağı etil esteri ve yaşam döngüsünde değerlendirilmesi.Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Körbitz, W. 1999.Biodiesel Production Europe and North America an Encouraging Prospect. Renewable Energy 16: 1078-1083
- Öğüt, H., Oğuz, H., Bacak, S., Aydın, F., Uygun, S., Arslan, Y., Subaşı, İ. 2014. Pelemir biyodizelinin teknik özelliklerinin incelenmesi. Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı, 28-29 Mayıs 2014, Samsun
- Yaman, G. 2005. Restaurant atık yağlarından biyodizel üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Kocaeli.
- Yaşar, B.,2009. Alternatif Enerji Kaynağı Olarak Biyodizel Üretim ve Kullanım Olanaklarının Türkiye Tarımı ve AB Uyum Süreci Açısından Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

