

Biyodizel Reaksiyonlarında Fuzel Yağı Kullanımı

¹Salih ÖZER, ²Abdurrzakk AKTAŞ

¹Muş Alparslan Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Muş/TÜRKİYE.

²Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Karabük/TÜRKİYE.

Özet

Fuzel yağı, şeker fabrikalarında şeker üretimi sırasında ortaya çıkan atık bir alkol bileşenidir. İçerisinde birçok alkol barındıran fuzel yağından daha önce birçok kıymetli alkol eldesi ile ilgili çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışma ise onlardan farklı olarak, bitkisel, hayvansal ve atık yağlardan biyodizel üretilmesi sırasında alkol olarak fuzel yağının kullanılması ile ilgilidir. Bu amaçla fuzel yağı damıtılarak içerisindeki su uzaklaştırılmıştır. Damıtılan fuzel yağı ile pirina yağı esterleştirilerek biyodizel üretimi incelenmiştir. Biyodizel üretimi sonucunda elde edilen sonuçlar daha önce alkol olarak kullanılan metanol, etanol, bütanol vb. alkolle ile yapılan çalışmalara benzer sonuçlar göstermiştir. Bu çalışma ile atık olarak değeri olmayan fuzel yağına bir kullanım alanı daha kazandırılmıştır. Biyodizel üretimi % 20 alkol/bitkisel yağ oranında 60 °C sıcaklıkta üç saatte gerçekleştirilmiştir. Elde edilen yakıtlar analiz edilmiş ve üretilen biyodizelin standartlar dâhilinde olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Fuzel Yağı, Biyodizel Üretimi.

Fusel Oil Use In Biodiesel Reaction

Abstract

Fusel oil, Wastes from the production of sugar in sugar factories is an alcohol component. Fusel oil before hosting many alcohol obtained many valuable studies related to alcohol were carried out. The present study unlike them, vegetable oils, animal fats and waste during the production of biodiesel is related to the use of alcohol as a Fusel Oil. This purpose inside the water was removed by distillation. Fusel oil pomace oil with distilled biodiesel production were examined esterified. The results obtained from the production of biodiesel previously used as the alcohol methanol, ethanol, butanol and so on. with alcohols to studies showed similar results. In this study, the use of waste as a value of a non-Fusel oil has more gain. Producing biodiesel 20% alcohol / vegetable oil ratio was performed three hours at 60 °C and was carried out with 1% NaOH catalyst. The resulting biodiesel fuel produced was analyzed and was found to be within the standard.

Keywords: Fusel Oil, Biodiesel Production

1. Giriş

Yenilenebilir enerji kaynağı arayışları kapsamında bilim insanları son yıllarda yerel imkânlarla ve yeniden doğaya kazandırılabilen yakıt üretimi üzerindeki çalışmalarını artırmışlardır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı insanlığın ilk ateşi bulması ile başlamaktadır. İnsanlığın ilk ateşi kullanmasından günümüze kadar geçen süreçte yenilenebilir enerji kaynakları gelişim göstermiş ve tarımsal amaçlı enerji üretimi boyutuna taşınmıştır. Genel olarak bakıldığında doğadan elde edilen kendi döngüsü içinde yenilenebilir enerji kaynaklarının tamamına biyokütle enerjisi denilmektedir. Biyokütle enerjisi günümüz teknolojik gelişmelerine paralel olarak gelişim göstermiş ve çeşitlenmiştir. Motorlu araçlarda kullanım için üretilen biyokütle yakıtlarına biyodizel, biyoetanol, biyometanol vb. gibi isimler verilmektedir. Biyokütle esaslı sıvı yakıtların başındaysa biyodizel gelmektedir. Biyodizel bitkisel ve hayvansal esaslı yağlardan elde edilebildiği gibi

artık ve kullanılmış yağlardan ya da bitki küspelerinden de elde edilebilen sıvı biyokütle yakıtıdır. Kaba tabirle biyodizel, bir bitkisel yağ ve alkol ile reaksiyona sokulan ham maddenin bazı işlemler zincirinden geçmesi ile meydana gelmektedir. Kimyasal olarak ise biyodizel, uzun zincirli yağ asidi mono alkil esteri olarak tanımlanabilir [1, 2]. Biyodizel üretiminde kullanılan birkaç yöntem olmasına rağmen en çok kullanılan yöntem transesterifikasyondur. Transesterifikasyon yöntemi basit ve ucuz olmasından dolayı birçok akademisyen ve biyodizel üreticisi tarafından tercih edilmektedir [3, 4, 5, 6, 7]. Transesterifikasyon, bir trigliserit molekülünün bir alkol ve katalizör eşliğinde reaksiyona sokularak, gliserin ve yağ esterleri üretme sürecidir [8, 9]. Günümüzdeki çalışmalar sonucunda artık birçok biyolojik kökenli kaynaktan biyodizel üretimi yapılabilmektedir.

Fuzel yağı, yağ olarak isimlendirilmesine rağmen atık bir alkol karışımıdır. Şeker fabrikalarının artıklarından alkol üretimi sırasında açığa çıkan bu atık alkol bünyesinde birçok değerli alkolü de barındırmaktadır. Tablo 1’de bu alkoller ve ortalama olarak alkol bileşiklerinin oranları verilmektedir. İçingür ve Calam fuzel yağının buji ateşlemeli bir motorda kullanımının emisyonlara ve performansa etkilerini incelemiştir. Yaptıkları çalışmada fuzel yağının motorda rahatlıkla kullanılabilirliğini göstermişlerdir [10]. Güvenç vd. yaptıkları çalışmada fuzel yağından değerli alkollerin üretimi üzerinde çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada izoamil asetat alkol üretiminin % 82 verim ile üretildiğini göstermektedir [11]. Patil et al. fuzel yağının potansiyeli üzerine bir inceleme ve araştırma makalesi yazmışlardır. Yaptıkları incelemeler göstermiştir ki, fuzel yağı değerli alkollerin üretimi için önemli bir kaynaktır [12]. Literatür özetinde de bahsedildiği gibi fuzel yağından kıymetli alkol üretimi yapılabilirliği içerisinde saf alkollerin elde edilebildiğini göstermektedir. Bu haliyle bile fuzel yağı biyodizel üretimi için ucuz ve kullanılabilir bir alkol kaynağı olma durumundadır.

Tablo 1. Fuzel yağını oluşturan alkoller ve özellikleri [11-12].

Bileşen	Kimyasal Formülü	Molekül Ağırlığı (gr/mol)	Kaynama Noktası (°C)	Yoğunluk (gr/m ³)	Hacimsel İçerik (%)	Kütlesel İçerik (%)
i-amil alkol	C ₅ H ₁₂ O	88,148	131,1	0,8104	63,93	61,52
n-bütül alkol	C ₄ H ₁₀ O	74,122	117,73	0,802	0,736	0,708
i-bütül alkol	C ₄ H ₁₀ O	74,122	108	0,8098	16,66	15,78
n-propil alkol	C ₃ H ₈ O	60,09	97,1	0,8034	0,738	0,704
Etanol	C ₂ H ₆ O	46,07	78,4	0,789	9,58	8,98
su	H ₂ O	18	100	1	10,3	12,23

Biyodizel üretimi biyodizel üretimi iki aşamadan meydana gelmektedir. Saf yağlardan biyodizel üretimi hacimce yağın değişik oranlarda alkol ile karıştırılması ve bir katalizör ile reaksiyonundan meydana gelmektedir. Farklı bitkisel ve hayvansal yağlardan biyodizel üretimi yapılabilmektedir. Literatürdeki; farklı bitkisel yağlardan biyodizel üretimi üzerine yapılan birçok çalışmada atık palm yağı, ayçiçeği yağı, kanola yağı, soya yağı, mısırözü yağı ve pamuk yağı gibi bitkisel yağlar kullanılmıştır [8, 9]. Genel olarak literatürdeki çalışmalarını özetlemek gerekirse biyodizel üretim metodunun transesterifikasyon yöntemi olduğu görülmektedir [1-4].

Yüksek SYA miktarına sahip yağlarda biyodizel üretim yöntemi daha farklıdır. SYA miktarı yüksek yağlardan biyodizel üretilebilmesi için iki aşamalı bir üretim metodu belirlenmektedir. Literatürdeki bahsi geçen çalışmalarla üretimin nasıl olduğu açıklanmaya

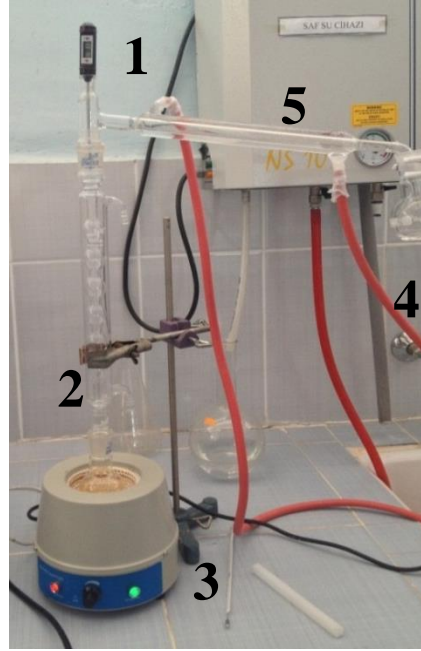
çalışılmıştır. Aktaş ve Özer [13] yaptıkları çalışmada atık zeytin küspesinden biyodizel üretiminin optimizasyonu üzerine çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucu göstermiştir ki, yüksek serbest yağ asidi (SYA) içeren ham pirina yağından iki aşamalı olarak biyodizel üretilebilmektedir. Çaynak ve diğerleri [14] nötr pirina yağından elde ettikleri biyodizelin içerisine mangan ilavesi ile yakıt özelliklerini değiştirmeyi hedeflemişlerdir. Pirina yağından biyodizel üretimine etki eden parametreleri incelemişler en verimli transesterifikasyon dönüşümünün hacimce % 30 alkol/yağ oranında 60 °C'de ve 60 dakikada gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Yücel [15] yaptığı çalışmada pirina yağından lipaz enzimlerini kullanarak biyodizel üretmeye çalışmıştır. Yaptığı çalışmada en ideal dönüşümün 25 °C ve 24 saatlik bir reaksiyon sırasında % 93 olarak bulmuştur. Math [9] ve arkadaşları yaptıkları çalışmada kauçuk tohumlarından transesterifikasyon yöntemini kullanarak biyodizel üretmişlerdir. Yüksek serbest yağ asidi (SYA) içeren kauçuk yağların biyodizel dönüşümünü iki aşamalı asidik katalizör kullanarak elde etmişlerdir. Kauçuk tohumundan elde edilen yağın dönüşümünde en ideal alkol oranı olarak 6:1 (alkol/yağ) olarak ve ideal sıcaklığı 55 °C olarak belirlemişlerdir. Çanakçı [8] yaptığı çalışmada SYA içeren yağların biyodizele dönüştürülmesini incelemiştir. Yaptığı çalışmalarda yüksek SYA içeren yağların ön iyileştirmeden geçirilmesi gerektiğini bildirmiştir. Yüksek SYA içeren yağlarda 2 aşamada SYA miktarının iyileştirilmesini sağlamıştır. Yağların asit miktarı % 2 düzeyine geldikten sonra bilindik yöntemler olan potasyum hidroksit (KOH) ve sodyum hidroksit (NaOH) katalizörleri yardımı ile transesterifikasyon reaksiyona sokmuş ve yüksek SYA asidine sahip yağlardan yüksek verimlerde biyodizel üretmeyi başarmıştır. Çanakçı ve Gerpen [5] yaptıkları çalışmalarda yüksek SYA içeren yağların transesterifikasyon yöntemi ile dönüşümü için büyük çaplı bir üretim tesisinin yapımı üzerine çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada yüksek SYA içeren yağların üç aşamalı bir biyodizel üretim yöntemi ile üretilebildiğini bildirmişlerdir. Bojan ve diğerleri [16] yaptıkları çalışmada yüksek SYA'na sahip Jatropha Curcus bitkisinin yağını transesterifikasyon yöntemi ile biyodizele dönüştürmeyi hedeflemişlerdir. Yaptıkları çalışmada yüksek SYA sahip yağın biyodizele dönüştürülmesinde iki kademeli bir yöntem izlemişlerdir. Asit miktarını düşürmek için yaptıkları asit katalizörlü tepkime netice vermiş ve yağın asit miktarı % 2'nin altına düştükten sonra KOH ile tekrar tepkimeye sokarak biyodizel üretimini gerçekleştirmişlerdir.

Gerek saf yağların kullanımında gerekse atık yağların kullanımında reaksiyon için alkol hayati öneme sahiptir. Bu çalışma da yemeklik özelliği olmayan zeytinyağı, ayçiçeği ve kanola yağlarının alkol yerine fuzel yağ ile esterleştirilmesinin sonuçları incelenmiştir.

2. Materyal Metot

2.1. Fuzel Yağından Suyun Uzaklaştırılması

Tablo 1'de de gösterildiği gibi fuzel yağının bünyesinde su mevcuttur. Biyodizel üretimine yönelik yapılan çalışmalar göstermektedir ki, biyodizel üretimini etkileyen önemli bir etken de reaksiyonun gerçekleştiği ortamdaki su oranıdır [1, 5]. Bu nedenle fuzel yağının biyodizel üretimi reaksiyonunda direk olarak kullanılması reaksiyonun gerçekleştirilmesine engeldir. Fuzel yağ gibi saf sıvı karışımlardan suyun uzaklaştırılması işlemi için damıtma uygun bir yöntemdir. Bu yöntemin uygulanması birkaç kez tekrarlanarak saflık derecesi artırılmaktadır. Fuzel yağının damıtılmasında kullanılan düzenek Şekil 1'de verilmektedir.

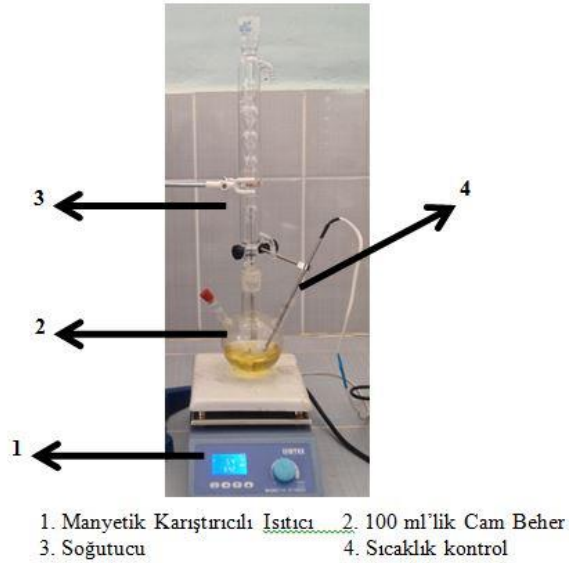


- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 1. Dijital Termometre | 3. Ayarlı Isıtıcı |
| 2. Vigreux Kolonu | 4. Toplama Kabı |
| 5. Yoğunlaştırma Borusu | |

Şekil 1. Vigreux Kolonlu Ayrımsal Damıtma Test Düzenegi

2.2. Biyodizel Üretimi

Deneyleerde değişik kademeli manyetik karıştırıcı, civalı termometre, geri soğutucu, değişik hacimlerde cam beherler, ayırma hunisi ve güvenlik önlemleri için eldiven ile maske kullanılmıştır. Biyodizel üretimi için % 98 saflık oranında sülfürik asit (H_2SO_4) ve % 98 saflık oranında sodyum hidroksit ($NaOH$) kullanılmıştır.



- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1. Manyetik Karıştırıcı Isıtıcı | 2. 100 ml'lik Cam Beher |
| 3. Soęutucu | 4. Sıcaklık kontrol |

Şekil 2. Biyodizel Üretim Düzenegi.

Biyodizel üretiminde transesterifikasyon yöntemi kullanılmıştır. Biyodizel üretiminde hacimce % 20 (fuzel yağı/bitkisel yağ) alkol oranı kullanılmıştır. Biyodizel üretimi sabit karıştırma hızında kütlece % 1'lik NaOH katalizörü ile 60 °C sıcaklıkta üç saat boyunca gerçekleştirilmiştir. Üç saat sonrasında ayırma hunisine alınan karışım altı saat dinlendirilmiştir. Dinlendirilen karışımda gliserinin dibeye çöktüğü görülmüştür. Gliserin uzaklaştırılmıştır. Geriye kalan karışım alınarak üçte bir oranında 55 °C sıcaklıkta su ile yıkanmıştır. Yıkanmış biyodizel karışımı tekrar ayırma hunisine alınarak 24 saat dinlendirilmiştir. 24 saat sonrasında su ile biyodizelin ayrı iki faz oluşturduğu görülmüştür. Altta kalan biyodizel başka bir kaba alınarak 110 °C sıcaklıkta manyetik karıştırıcılı ısıtıcıda karıştırılarak bünyesindeki suyun uzaklaştırılması sağlanmıştır. Elde edilen biyodizelin ph değeri incelenmiştir. İncelenen ph değerinin nötr olduğu görüldüğünde yakıt filtresinden geçirilmiş ve depolanmıştır. Üretilen biyodizellerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tespiti de oldukça önemlidir. Bu nedenle elde edilen yakıtların fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 2’de verilmektedir. Grafiklerde verilen **KYBD** kanola yağı biyodizelini, **AYBD** ayçiçeği yağı biyodizelini, **ZYBD** yemeklik özelliği olmayan zeytinyağı biyodizelini ifade etmektedir.

Tablo 2. Biyodizellerin kimyasal ve fiziksel özellikleri.

Özellik	KYBD	AYBD	ZYBD
Yoğunluk (15 °C’de kg/m ³)	862	847	889
Kinematik Viskozite (40 °C’de mm ² /s)	3,55	3,85	4,85
Alt Isıl Değer (kJ/kg)	38200	39816	38816
Parlama Noktası (°C)	178,6	168	174

Üretilen biyodizellerin kimyasal ve fiziksel özellikleri incelendiğinde biyodizellerin standartlar dahilinde olduğu ve motorlarda kullanılabilir olduğu görülmektedir.

3. Sonuçlar

Biyodizel ülkemizin petrole olan bağımlılığına bir nebze de olsa çözüm olabilecek bir yakıt türüdür. Ülkemiz petrolün tamamına yakınının yurt dışından temin ettiği düşünülürse bu konu daha çok ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle ülkemizde her çeşit yenilenebilir enerji kaynağının değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler fuzel yağının biyodizel üretiminde alkol olarak kullanılabilirliğini göstermektedir. Fuzel yağı şeker fabrikalarının bir atığı olduğu için bundan böyle yapılması gereken Türkiye’deki tüm şeker fabrikalarına alkol üretim tesisleri kurmak ve fuzel yağının ülkemizdeki üretim miktarını artırmaktır.

Teşekkürler

Bu çalışmada yardımlarını esirgemeyen Gazi Üniversitesi öğretim üyesi Prof. Dr. Metin GÜRÜ ve Muş Alparslan Üniversitesi öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Mustafa ER hocama teşekkürlerimi borç biliyorum.

Kaynaklar

1. Acaroğlu M. "Yenilenebilir Enerji Kaynakları", Ankara: Nobel Yayın ve Dağıtım; 2007.
2. Avcioğlu OA, Türker U, Atasoy D, Koçtürk, D. "Tarımsal Kökenli Yenilenebilir Enerjiler-Biyoyakıtlar. Ankara: Nobel Yayın Ve Dağıtım; 2011.

3. Crookes, R. J., "Systematic assessment of combustion characteristics of bio fuels and emulsions with water for use as diesel engine fuels", *Energy Conversion and Management*, 38 (2): 1785–1795, (1997).
4. Çanakçı M. Özsezen AN. Atık mutfak yağlarının alternatif dizel yakıtı olarak değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 2005;18 (1): 81-91.
5. Çanakçı M. Gerpen VJ. Biodiesel production via acid catalysis transactions of the. *ASAE* 1999; 42 (5):1203-1210.
6. Çanakçı M. The potential of restaurant waste lipids as biodiesel feedstocks. *Bioresource Technology*, 2007; 98: 1167–1175.
7. Çaynak S. Gürü M. Biçer A. Keskin A. İçingür Y. Biodiesel production from pomace oil and improvement of its properties with synthetic manganese additive. *Fuel*, 2009; 88 (4): 534-538.
8. Çanakçı M. Gerpen JV. A pilot plant to produce biodiesel from high free fatty acid feedstocks. *Presented as Paper: 016049*. 2001.
9. Bojan S. G. Chelladurai S. Durairaj SK. Batch Type Synthesis Of High Free Fatty Acid Jatropha Curcus Oil Biodiesel-India As Supplying Country. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2011;6 (8), 73-78.
10. İçingür Y. Calam A. Fuzel yağı benzin karışımlarının buji ile ateşlemeli bir motorda performans ve emisyonlara etkisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 2012; 27 (1): 143-149.
11. Güvenç A. Aydoğan Ö. Kapucu N. Mehmetoğlu Ü. Fuzel yağından izoamil asetat üretimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2007; 22 (4): 801-808.
12. Patil AG. Koolwal SM. Butala HD. Fusel oil: composition, removal, and potential utilization. *International Sugar Journal* 2002; 104,1238, 51– 58.
13. Aktaş A. Özer S. Biodiesel production from leftover olive cake. *Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research*, 2012; 30 (1): 89-96.
14. Çaynak S. Gürü M. Biçer A. Keskin A. İçingür Y. Biodiesel production from pomace oil and improvement of its properties with synthetic manganese additive. *Fuel*, 2009; 88, 534-538,
15. Yücel Y. Biodiesel production from pomace oil by using lipase immobilized onto olive pomacei *Bioresource Technology*, 2011;102, 3977–3980.
16. Math MC. Kumar SP. Soma V. Optimization of biodiesel production from oils and fats with high free fatty acids. *Indian Journal of Science and Technology*, 2010; 3 (3), 187-195.