

Ham Pirina Yağının Biyodizel Potansiyelinin Araştırılması

Abdurazzak AKTAŞ¹ Salih ÖZER²

¹Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği, Karabük

²Muş Alparslan Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Muş
Sorumlu yazar: sallih@hotmail.com

Geliş tarihi: 19.02.2013, Yayına kabul tarihi: 28.04.2014

Özet: Tüm dünyada artan enerji ihtiyacı ülkeleri yerel imkânlarla üretilebilen ve daha az kirlenen enerji kaynakları bulmaya itmektedir. Ülkemizde de 2012 yılında açıklanan ekonomik veriler cari açığın %50'sinin petrol alımlarından oluştuğunu göstermektedir. Yurt dışından alınan ham petrolün yıllık maliyeti 50 milyar dolar civarındadır. Bu nedenle ham petrol alımı kalemini azaltacak ve ülkemiz açısından potansiyel olan yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkemize kazandırılması gereklidir. Zeytin, yan endüstri dallarıyla ülkemiz ekonomisine katkı sağlayan büyük bir tarım sektörüne sahiptir. Zeytinden, zeytinyağı üretimi sırasında arta kalan küspesine pirina; pirinadan ekstraksiyon yolu ile ikinci bir şekilde elde edilen yağa ham pirina yağı denilmektedir. Bu çalışma ham pirina yağından biyodizel üretimini ve ülkemiz açısından enerji potansiyelini incelemektedir.

Anahtar kelimeler: Pirina Yağı, Biyoyakıt, Alternatif Enerji.

Investigation of Potential of the Olive-Pomace Oil for Biodiesel Production

Abstract: Increasing energy needs all over the world made countries to search new energy sources which should less polluting and could produce in the local facilities. In our country, economic data in 2012 shows that 50 % of the account deficit is from petroleum (crude oil) purchases. The annual cost of crude oil obtained from abroad is around 50 billion dollar. Therefore, it is important to have new and renewable energy sources which should have potential for lowering the energy demand for the crude oil. Olive production with its side industry branches is a large agricultural sector which contributes to our country's economy. Olive pomaces are produced from olive during the production of olive oil and then olive pomace again extracted for any leftover oil which is called crude olive-pomace oil. This study investigates potential of olive-pomace oil for the production of biodiesel as a new energy sources for our country.

Key words: Olive pomace oil, Biofuel, Alternative energy.

Giriş

Günümüzdeki iki önemli konu olan enerji krizi ve çevrenin bozulması bilim insanlarının üzerinde çalıştığı konuların başında gelmektedir. Dünyadaki toplam enerji tüketiminin % 80'inden fazlasının fosil kaynaklı yakıtlardan sağlandığı belirtilmektedir (Acaroğlu, 2007; Agarwal, 2007; Aktaş ve Salih 2012). Dünya nüfusunun hızla artışı beraberinde enerji talebinin de artmasına neden olmaktadır. Artan talebin karşılanması için ülkelerin enerji üretiminde kullandıkları kaynakları

dışarıdan almak zorunda kalmaktadır. Petrolü üretmeyen ve dışarıdan alan ülkeler dışa bağımlı olmakta ve alınan yüksek maliyetli petrol ekonomilerinde büyük sorun oluşturmaktadır (Akova, 2008; Alleman et al., 2010;). Nitekim Türkiye'de 2012 yılında açıklanan ekonomik verilere göre, cari açığın %50'sinin petrol alımından kaynaklandığı görülmektedir. Bu rakam yıllık 50 milyar dolara denk gelmektedir (Anonim, 2012c; Anonim, 2012d). Bu kadar büyük rakamların ifade edildiği değerler,

ülkeleri petrole alternatif olacak enerji arayışlarına itmektedir. Türkiye’de de 2 Kasım 2011 tarihli bir genelge ile Enerji İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) 2012 yılından itibaren Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü adını almıştır (Anonim, 2012e). Dünyada da paralel olarak yenilenebilir enerji kaynakları laboratuvarları kurulmakta ve tüm dünya toplu halde daha az kirleten ve dönüşümünde doğayı daha az zarara uğratan yakıtların kullanımını tercih etmektedir.

Biyokütle yakıtları olarak bilinen yakıtların en başında biyodizel gelmektedir (Anonim, 2012a; Başoğlu, 2006). Biyodizel düşük sülfür ve emisyon oranları ile bitkisel ve hayvansal ham yağlardan ve artık yağlardan üretilebilen dizel motorlar için alternatif bir enerji kaynağıdır. Biyodizel üretiminde yüksek enerji ihtiva eden tek yıllık enerji bitkileri sorgum, arpa, aspir, kolza, soya, hardal, çok yıllık bitkiler kamış, tatlı darı ve kısa zamanda büyüyen odunsu bitkiler söğüt ile kavak da kullanılabilir. Biyodizel teknik olarak ifade edilmek istenirse, mono alkil ester düz zincirli alkollerle hayvansal ya da bitkisel yağın (Trigliserit) reaksiyonundan oluşan uzun zincirli yağ asidinin esteridir (Çanakçı and Gerpen 1999; Avcıoğlu, 2011; Bülbül, 2007). Biyodizelin motorlarda tercih edilmesinin en büyük nedenlerinden birisi motor üzerinde hiç değişikliğe ihtiyaç duyulmadan kullanılabilmesidir. Bitkisel yağlar biyodizel yakıtına dönüştürüldükten sonra motorine benzer özellikler gösterdiği için motorlarda kullanımında herhangi bir sorunla karşılaşılmamaktadır. Dünya da biyoyakıt kavramı ilk olarak Rudolf Diesel’in 1898 yılında kendi icat ettiği dizel motorunu fıstık yağı ile çalıştırmasıyla başlamıştır. Daha sonra Kobayashi 1921 yılında balık yağı, soya yağı ve Hindistan yağını kullanmıştır. Fakat akademik ilk çalışma Walton tarafından yapılan “The possibilities of Vegetable oils” başlıklı çalışmasıdır. Sonrasındaki çalışmalar neticesinde yapılan ilk patent başvurusu Chavanne’ye aittir. Chavanne 1937 yılında Belçika’da 422.877 nolu patent sayısı ile ilk biyodizel patentini almıştır. Avrupa

Komisyonu, günümüzde biyo-yakıtlara %2, 2025 yılına kadar ise %12’lik bir pazar payı öngörmektedir ve biyoyakıtların çok önemli bir kısmını ise biyodizel oluşturmaktadır (Gerpen et al. 2004a; Gerpen et al. 2004b; Gerpen 2004).

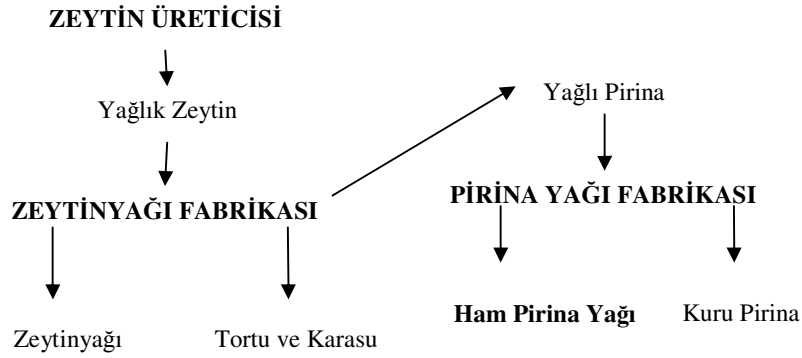
Bu çalışmada atık zeytin küspesinin biyoyakıt potansiyeli araştırılmıştır. Atık zeytin küspesinden biyoyakıt üretiminin ve kullanımının koşulları araştırılmış ve öneriler sıralanmıştır.

Zeytin ve endüstrisi

Zeytin ve zeytinyağı tarım ekonomisi açısından önemli bir sektör olup, nüfusun beslenmesi, tarıma dayalı sanayi sektörünün hammadde ihtiyacını karşılaması, potansiyel yapısı ile ihracata yaptığı katkı ve istihdam sağlaması açısından ülkemizin ekonomik ve sosyal gelişiminde önemli fonksiyonlar üstlenmektedir (Tunalıoğlu ve Karahocagil 2008a). İklim özellikleri açısından seçicilik gösteren bir ürün olan zeytin Akdeniz havzası bitkisi niteliğinde olup, Türkiye’de sahip olduğu ekolojik koşullar nedeniyle zeytin tarımı açısından dünyadaki önemli ülkeler arasında yer almaktadır. Toplam 81 ilimizin %45’inde (36 il) zeytin üretimine rastlanmaktadır. Türkiye’de yaklaşık 778 bin hektar alanda 1,3 milyon ton üretim gerçekleştirilmektedir. Son 10 yıldaki fidan dikimleri ile Türkiye ağaç varlığının 153.723.057 âdete ulaştığı bildirilmektedir (Tunalıoğlu 2004; Anonim 2011a).

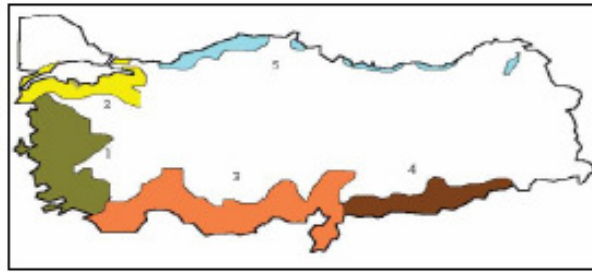
Şekil 1’de de görüldüğü gibi ülkemizde zeytin yetiştiriciliği 5 bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgeler incelendiğinde üretimin Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü kıyı kesimlerinde olduğu görülmektedir (Tunalıoğlu ve Karahocagil 2010).

Zeytin endüstrisi iki ana grupta incelenmektedir. Yemelik gıda sektörü ve zeytinyağı üretimi endüstrisi büyüyen iki önemli zeytin endüstridir. Zeytinden zeytinyağı üretilmesi sırasında görülen işlemler Şekil 2’de görülmektedir. Şekil 2’de de görüldüğü gibi hem modern hem de klasik işleme yöntemlerinde pirina çıkmaktadır. Fakat pirinadaki yağ miktarı zeytinyağı işleme yöntemine göre değişiklik göstermektedir.



Şekil 1. Zeytinyağı üretim şeması (Anonim 2011b).

Figure 1. Olive oil production scheme.



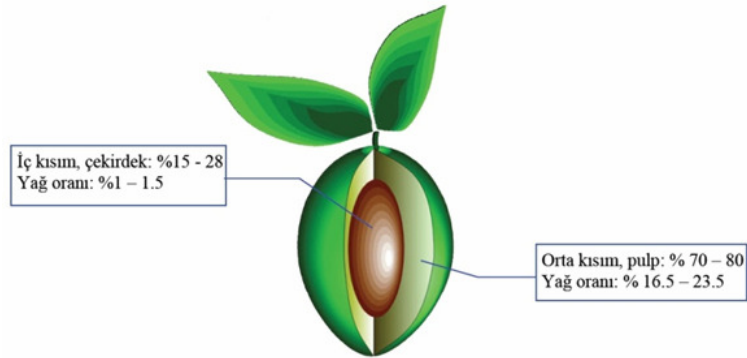
Şekil 2. Türkiye’de zeytin üretimin yapıldığı bölgeler (Anonim 2011a; Özışık 2011).

Figure 2. The area of the olive production in Turkey.

Atık zeytin küspesi (pirina)

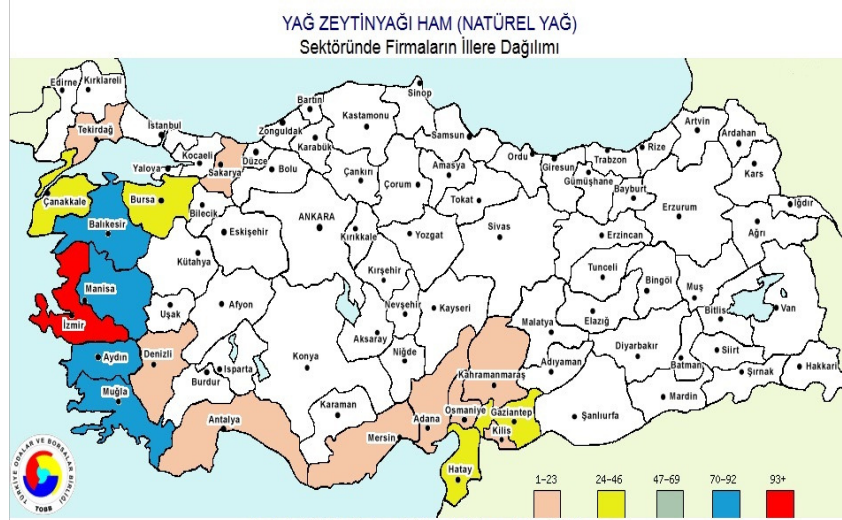
Zeytin yaratılışı itibari ile direk tüketilemeyen bir meyvedir. Sofralarımızda tüketilebilmesi için belirli aşamalardan geçirilmesi gerekmektedir. Öncelikle üreticiden gelen zeytin sofralık ve yağlık olarak ayrılmaktadır. Sofralık zeytin temel bazı işlemlerden geçirilerek paketlenip satılabilirken, zeytinyağı üretiminde kullanılacak zeytinin fabrikalarda işlenmesi gerekmektedir (Özışık 2011; Türkekul ark. 2011). Zeytinden zeytinyağı üretimi

sırasında ürünün verimi birçok değişkene bağlı olarak değişim göstermektedir. Bunlar zeytinin cinsi, toplanma şekli, toplanma zamanı ve yetiştiği ortam gibi faktörlerdir. Zeytin cinsine göre farklılık göstermesine rağmen Şekil 3’de de gösterildiği gibi iki ana kısımdan oluşmaktadır. Zeytin meyvesinin en büyük kısmını oluşturan bölümü çekirdeğidir. Zeytinyağı üretimi sırasında zeytin çekirdeği, kabuk ve iç kısmı püre haline getirilen zeytinden yağ elde edilebilmektedir.



Şekil 3. Zeytinin meyvesinin kısımları (Türkekul ark. 2011; Anonim 2010a).

Figure 3. Parts of olive fruit.



Şekil 4. Zeytinyağı fabrikaları ve illere göre dağılımı (Anonim 2010a; Anonim 2012 g)
Figure 4. Olive oil mills and distribution by province.

Türkiye’de ki Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü kıyı illerimizde yetişen zeytinin sanayisi de aynı şekilde kıyı illerimizde yoğunluk göstermektedir. Şekil 4’de ülkemizde zeytinden zeytinyağı üreten fabrikaların illere göre dağılımı verilmektedir.

Zeytinyağı üretiminde verimin artırılması çalışmaları Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının üzerinde durduğu bir konudur. Zeytinyağı verimi zeytinin cinsi, yetiştiği toprak ve iklim, toplanma şekli ve zamanı, taşıma şekli gibi değişken parametrelere bağlı olsa da önemli bir değişken de zeytinyağı üretiminde kullanılan teknolojidir. Ülkemizde de teknolojik altyapı yetersizliği verim ve rekoltenin düşmesine neden olan etmenlerin başındadır. Ülkemizde zeytinyağı fabrikalarının %90’ına varan kısmı tek fazlı üretim yapmaktadır. Çizelge 1’de bu fabrikaların dağılımları verilmektedir. Tek fazlı üretim de zeytinden zeytinyağı üretimi düşük verimle gerçekleşir. Elde edilen zeytin hamuru tek bir işlem ile pres edilir. İki fazlı sistemde ise zeytin hamuru bir mayalama ve pres sonra tekrar bir mayalama ve pres işlemine tabi tutulur. Bu nedenle tek fazlı üretim yöntemi verim olarak düşüktür. Bu da pirinada kalan yağın artmasına neden olmaktadır. Öyle ki tek fazlı üretimde pirinada kalan yağ miktarı %15’lere kadar çıkabilmektedir (Anonim 2011b; Anonim

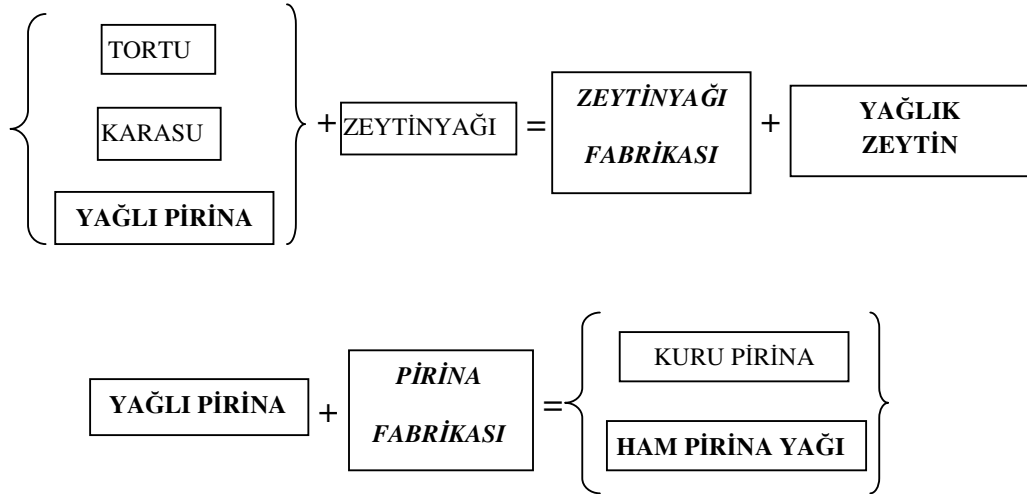
2012a). Pirinada kalan bu yağın ilk altı saat içinde işlenmesi, yemeklik zeytinyağı olarak kullanılmasında hayati öneme sahiptir. Geçen her saat pirinada bulunan serbest yağ asidi (SYA) miktarını artırmaktadır. Yüksek SYA miktarına sahip ham pirina yağının ise yemeklik olarak kullanılması zorlaşmaktadır. Bu nedenle fabrikalar iki fazlı üretime geçmeye çalışmaktadır. İki fazlı üretimde hem zeytin karasuyu azalmakta hem de pirina da kalan yağ oranı %5-8’lere kadar düşüş göstermektedir. Ayrıca ikinci yağ üretimine de elverişli olan bu sistem ile yağ rekoltesi de yükseltilebilmektedir. Ülkemizde yeni yeni başlayan üç fazlı sistem ise zeytin karasuyunu azaltmak için geliştirilmiş ve hızla tercih edilmeye başlanmıştır. Burada yine zeytin küspesinin yağına müdahaleden çok, zeytinin işlenmesinde dışa çıkan karasuyunun azaltılması göz önündedir.

Çizelge 1’de zeytinyağı üretilen illerimizin listesi verilmektedir. Buna göre ülkemizde Sanayi Odasına kayıtlı 622 fabrika mevcuttur. Fakat bu sayının merdiven altı üretimlerle 1000 civarında olduğu varsayılmaktadır. Bu fabrikaların %80’ne yakını 20 yıl ve üzeri işletilmektedir. 622 fabrikanın %90’ı tek fazlı üretim yapmaktadır. Pirinadan elde edilen ham pirina yağının kullanıldığı bir diğer alan da sabun sanayidir.

Çizelge 1. Zeytinyağı fabrikalarının illere göre dağılımı ve teknolojik alt yapıları (Türkekul ark. 2011; Anonim 2010a; Anonim 2011a; Anonim 2011b).

Table 1. Olive oil mills and technological infrastructure of the distribution by province.

İller <i>Province</i>	Fabrika Sayısı <i>Number of factory</i>	Yüzde Değeri <i>Percentage (%)</i>	Teknolojik Durumu <i>Technological Condition (%)</i>		
			1 Fazlı <i>1 Phase</i>	2 Fazlı <i>2 Phase</i>	3 Fazlı <i>3 Phase</i>
İzmir	114	18,33	30	40	30
Tekirdağ	2	0,32	50	30	20
Çanakkale	29	4,66	65	10	25
Sakarya	1	0,16	100	0	0
Bursa	26	4,18	40	50	10
Balıkesir	91	14,63	30	40	30
Manisa	81	13,02	40	40	20
Aydın	78	12,54	35	45	20
Muğla	89	14,31	50	30	20
Denizli	1	0,16	100	0	0
Antalya	14	2,25	100	0	0
Mersin	17	2,73	100	0	0
Adana	1	0,16	100	0	0
Osmaniye	3	0,48	100	0	0
Hatay	44	7,07	60	10	30
K. Maraş	1	0,16	100	0	0
Gaziantep	24	3,86	90	10	0
Kilis	6	0,96	100	0	0
TOPLAM <i>Total</i>	622	100	40	40	20



Şekil 5. Pirinadan ham pirina yağı üretim şeması (Gögüş vd. 2008; Kayahan ve Tekin 2009).
Figure 5. From Pirina crude pomace oil production scheme.

Pirinayı alıp işleyen fabrikalar, zeytinyağı üreten fabrikaların olduğu illerde yoğunlaşmaktadır. Fakat sayı olarak zeytinyağı fabrikalarının %1'i kadardır. Toplamda 9 adet olan bu fabrikaların işleyebileceği günlük miktar ise toplam

üretimin ancak %0.8'i kadardır (Anonim 2010a; Anonim 2011a; Anonim 2012 g). Zeytinyağı üretimi bakımından yetersiz alt yapıya sahip olan ülkemizde pirinadan pirina yağı elde edilmesi yüksek maliyet ve yetersizliklerden dolayı tercih edilmemektedir. Bunun yerine pirina

briketlenerek satışı yapılmaktadır. Şekil 5 pirinadan pirina yağının nasıl elde edildiğini şematik olarak açıklamaktadır. Burada pirinadan ilk elde edilen yağa ham pirina yağı denilmektedir. Yenilemeyecek kadar yüksek SYA miktarına ve ağır kokuya sahip olan yağın yemeklik olarak kullanılabilmesi için bazı kimyasal işlemlerden geçmesi gerekmektedir. Bu işlemlerde ekstra maliyet gerektirmektedir

Ülkemizde pirina yağından yemeklik yağ üretilememesinin nedenleri?

Yağlı pirinadan elde edilen pirina yağı, zeytinyağı ile benzer özellikler göstermesine rağmen, ağır kokusu ve yeşil rengi ile zeytinyağından ayrı özellikte olduğu ilk görüşte anlaşılmaktadır. Hiçbir işlemlemeden yemeklik yağ olarak tüketilmesi sağlık açısından tehlikelidir. Yüksek yağ asidi değerine sahip yağların yemeklik yağ olarak kullanılmasında bazı işlemlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu işlemler yüksek maliyet girdisine neden olmaktadır. Bu nedenle yüksek yağ asidi içeren yağların, sabun sanayinde ya da kozmetik sektöründe kullanımı tercih edilmektedir. Pirina yağının asit oranı zeytinin cinsine, zeytinin dikili olduğu toprağa, zeytinin işleme teknolojisine, artık zeytin küspesinin işlenmesi için bekletilme zamanına bağlıdır (Anonim 2012a; Gümüşkesen, ve Yemişçioğlu 2009; Yücel 2011).

Bu belirtilen nedenler ve aşağıdaki sebeplerden dolayı atık zeytin küspesinden kaliteli ham pirina yağı elde edilememektedir.

- Zeytin hasat döneminin dört aylık bir süreye sıkışmış olması ve bu süre içinde artık zeytin küspesini işleyecek fabrikaların kapasitesinin yeterli olamaması.
- Zeytin üretiminin yoğun olarak yapıldığı bölgelerde pirina fabrikalarının yetersiz olması.
- Zeytinyağı fabrikalarının teknolojik alt yapısının yeterli düzeyde olmaması.
- Artık zeytin küspesini işleyen pirina fabrikalarının teknolojik alt yapısının yeterli düzeyde olmaması.

- Ülkemizde zeytinyağı üretiminin iç talebi karşılayacak düzeyde olması, pirina yağına ihtiyacın olmaması.
- Pirina yağının damak tadımıza uygun olmaması.
- Pirina yağının elde edilmesinin maliyetinin zeytinyağına eşdeğer olması.

Litre maliyet hesabı

Motorlu araçlarda biyodizel kullanımının iki boyutu vardır. Bunlardan birisi çevresel etkenlerdir, bir diğeri ise ekonomik etkenlerdir. Ülkemizde dizel motor yakıtı olarak bilinen Eurodizel vergiler dâhil 4,5-4,89 TL arasında değişen fiyat aralığında satışa sunulmaktadır. Pirinadan elde edilecek olan biyodizelde ise fazla bir girdiye ihtiyaç duymamaktadır. Temel olarak biyodizelin maliyetini ham madde girdisi oluşturmaktadır. Bu nedenle ucuz ham madde, ucuz yakıt demektir. Pirinadan ham pirina yağı eldesinin kg başına maliyeti 0,6 TL'dir.

Ayrıca ham pirina yağından biyodizel üretiminde aşağıdaki girdilerde üretim maliyetini oluşturmaktadır.

- Ham Pirina Yağı (kg)
- Katalizör (NaOH, KOH), (kg)
- Alkol (Metanol), (l)
- Asit
- Elektrik (kW)
- İşçilik (Günlük)

Yukarıda sayılan girdilerin maliyetleri değişken olmakla beraber dizel motorlar için günümüzde kullanılan yakıtlardan ucuz olacağı bilinmektedir. Bu nedenle ham pirina yağı biyodizeli ticari olarak satışa sunulacak düzeyde ve ekonomiktir. Ayrıca pirinadan, ham pirina yağı elde edilmesinin ardından küspeler paketlenerek satışları yapılmaktadır.

Sonuçlar

Kendi petrol üretiminin sadece %15'lik kısmını karşılayabilen Türkiye yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmalıdır. Petrol alımlarından kaynaklanan cari açık 50 milyar dolar gibi büyük bir rakama ulaşmıştır. Bu rakam cari açığın %50'sine tekâmül etmektedir. Nüfusun hızla arttığı genç ve dinamik bir

toplum olan Türkiye’de nüfus artışına paralel olarak da dışarıdan petrol alımı artacaktır. Bu nedenle Türkiye’nin yeni enerji sahaları bulması ve bunları yerel kaynaklarla değerlendirilmesi gerekmektedir. Tarım arazilerini yeniden düzenleyerek enerji tarımı yapmalı ve artık bitkisel ve hayvansal yağların yakıt dönüşümü üzerine çalışmalıdır. Artık zeytin küspesinde yemeklik pirina yağına dönüştürülemeyen yağların biyodizel üretilmesi suretiyle, yıllık petrolün %5’i karşılanabilecek düzeydedir. Bu nedenle ham pirina yağından biyodizel elde edilmesinde daha verimli ve ekonomik yöntemler bulunulması üzerine çalışmalar yoğunlaştırılmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje birimi tarafından desteklenmiştir. Destek için Karabük Üniversitesine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Acaroğlu, M., 2007. Yenilenebilir enerji kaynakları. Nobel Yayınevi, Ankara.
- Anonim, 2010a. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Zeytin ve zeytinyağı raporu.
- Anonim, 2010b. FAO. Dünya zeytin tarım üretim istatistikleri, http://www.fao.org/countryprofiles/is_o3list.asp?lang=en#T, (Erişim Tarihi: 09.09.2012).
- Anonim, 2011a. TÜİK (2011), Türkiye’de tarımsal üretim bitkileri istatistiği, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?tb_id=45&ust_id=13 (Erişim Tarihi: 27.10.2011).
- Anonim, 2011b. Türkiye Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Zeytin üretimi ve zeytinyağı raporu. <http://www.zae.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 05.11.2011).
- Anonim, 2012a. Yemeklik zeytinyağı ve yemeklik prina yağı hakkında tebliğ. <http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/98-7.html> (Erişim Tarihi: 09.09.2012).

- Anonim, 2012b. Gıda maddelerinin ve gıda bileşenlerinin üretiminde kullanılan ekstraksiyon çözücülerini tebliği. <http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2010-40.html> (Erişim Tarihi: 05.09.2012).
- Anonim, 2012c. Avrupa biyoyakıt teknolojisi platformu. <http://www.biofuelstp.eu/biodiesel.html>, (Erişim Tarihi: 01.08.2012).
- Anonim, 2012d. CNN TÜRK Ekonomi Haberleri www.Cnnturk.Com/2012/Ekonomi/Genel/01/11/Cari.Acik.Yuzde.77.7.Arti/644296.0/Index.Html, (Erişim Tarihi: 18.10.2012).
- Anonim, 2012e. Yenilenebilir enerji kaynakları genel müdürlüğü <http://www.eie.gov.tr/index.html>, (Erişim Tarihi: 18.10.2012).
- Anonim, 2012g. Akdeniz İhracatçılar Birliği. Zeytin Ve Zeytinyağı İstatistiği Raporu. (Erişim Tarihi: 05.09.2012).
- Agarwal, A.K., 2007. Biofuels (Alcohols and Biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines progress. *Energy and Combustion Science*, 33 (3): 233-271.
- Akova, İ., 2008. Yenilenebilir enerji kaynakları. Nobel Yayınevi, Ankara.
- Alleman, T.A., Fouts, L., McCormick, R.L., 2010. Analysis of biodiesel blend samples collected in the united states in 2008. National Renewable Energy, Technical Report Laboratory, NREL/TP-540-46592.
- Avcıoğlu, O.A., 2011. Tarımsal kökenli yenilenebilir enerjiler-biyoyakıtlar. Nobel Yayınevi, Ankara.
- Başoğlu, F., 2006. Yemeklik yağ teknolojisi, Nobel Yayınevi, Ankara.
- Bülbül, E., 2007. Her yönüyle zeytincilik, İnkılap Yayınevi, Ankara.
- Çanakçı, M., Gerpen, V.J., 1999. Biodiesel production via acid catalysis transactions of the. *ASAE*, 42(5): 1203-1210.
- Gerpen, J.V., 2004. Business management for biodiesel producers. National Renewable Energy, Technical Report Laboratory, NREL/SR-510-36242.

- Gerpen, J.V., Shanks, B., Pruszko, R., Clements, D., Knothe, G., 2004a. Biodiesel analytical methods. National Renewable Energy Technical Report Laboratory, NREL/SR-510-36240.
- Gerpen, J.V., Shanks, B., Pruszko, R., Clements, D., Knothe, G., 2004b. Biodiesel production technology. National Renewable Energy, Technical Report Laboratory, NREL/SR-510-36244.
- Tunalıoğlu, R., Karahocagil, P., 2010. Türkiye I. zeytinyağı ve sofralık zeytin sempozyumu bildirileri”, No:112, İzmir, Türkiye.
- Tunalıoğlu, R., 2004. Pirina yağı. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, 5 (12): 12-19.
- Özışık, S., 2011. Türkiye’de zeytincilik sektörünün mukayese analizi. Ulusal Zeytin Kongresi, 1-15, İzmir, Türkiye.
- Türkecul, B., Gençler, F.F., Yıldız, Ö., 2011. Uluslararası zeytinyağı piyasalarındaki son gelişmeler: Türkiye fırsatları”, Ulusal Zeytin Kongresi, 16-23, İzmir, Türkiye.
- Gümüşkesen, S.A., Yemişçioğlu, F., 1998. Bitkisel yağ teknolojisi. Asya Yayıncılık, Ankara.
- Gögüş, F., Özkaya, T.M., Ötleş, S., 2008. Zeytinyağı, Eflatun Yayınları, Ankara.
- Kayahan, M., Tekin, A., 2009. Zeytinyağı üretim teknolojisi. Gıda Yayınları, Ankara.
- Yücel, Y., 2011. Biodiesel production from pomace oil by using lipase immobilized onto olive pomace, Bioresource Technology, 102: 3977–3980.
- Aktaş, A., Özer, S., 2012. Biodiesel production from leftover olive cake. Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research, 30 (1): 89-96.