

TÜRK KAHVESİ TELVESİNDEN BİYODİZEL ÜRETİMİ

Yüksel Abalı¹, Ramazan Gümüş¹, Seher Vatansever¹, Nurtaç Ersöz¹

¹Celal Bayar Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, MANİSA
e-mail: yabali@yahoo.com, ramazangumus47@yahoo.com, seher_vsever@hotmail.com,
nurtacerso@hotmai.com

ÖZET

Biyodizel fosil yakıtlar için iyi bir alternatiftir. Yakın zamana kadar biyodizel üretimi katı bitkisel yağlardan ve hayvansal yağlardan kazanılıyordu. Günümüzde biyodizel üretimini büyük bir kısmı artık yemeklik yağlardandır. Endüstriler düşük fiyatta biyodizel üretmek için kümes hayvanlarındaki hayvansal yağları, iç yağı ve katı bitkisel yağları kullanıyorlardı. Ayrıca araştırmacılar biyodizel üretimi için yüksek yağ içerikli ürünler geliştiriyorlar. Dünyada yıllık kahve tüketimi yaklaşık olarak 1,5-2 milyon tondur. Bir atık olan kahve telvesinin içerisinde yer alan, yaklaşık %10-15 oranındaki yağlardan biyodizel üretilerek ekonomiye katkı sağlanabilir. Böylece dünyada yaklaşık 340 milyon galonluk bir biyodizel yakıtını sağlamak mümkün olabilir. Bu çalışmada bir atık olan kahve telvesinden ekstraksiyonla yağ elde edilip klasik ester reaksiyonu ile biyodizel üretimi gerçekleştirildi

Anahtar kelimeler: Kahve Telvesi, Biyodizel, Transesterifikasyon, Atık Yağların Değerlendirilmesi

1. GİRİŞ

Kahve ("Coffea") bitkisi, Rubiaceae ailesinin bir cinsidir. Bu ailenin çok sayıda alt cinsleri ve türleri olmasına rağmen bunlardan sadece ikisi ticari anlamda kahve üretiminde kullanılmaktadır: Coffea Arabica ve Coffea Canephora (Robusta).

Kahve ağacı; bol yağış alan, ortalama sıcaklığın 18-24° C arasında bulunduğu ve don olayının görülmediği, ekvatorun 25 Kuzeyi - 30 Güneyi arasındaki kuşakta yetişir. Soğukta ağaç ölür, ayrıca ani ısı değişiklikleri de ağaca zarar verir. Nemli ortamı sevdiğinden, kahve ağacının düzenli yağışın olduğu tropik bölgelerde yetiştirilmesi gerekir.

Kamelya çalısı görünümündeki ağaç; koyu, parlak ve sivri uçlu yapraklara sahiptir. Olgunlaşmaya bırakıldığında 18 metre uzunluğa kadar büyüyebilir. Ancak kahve plantasyonlarında hasatın toplanmasını kolaylaştırmak için 2-3 metre olacak şekilde budanır.

Yasemine benzeyen son derece narın ve keskin kokulu beyaz çiçeği yeşil meyve verir. Fidanın meyve üretmeye başlaması için 3-5 yıl gerekir. Meyvesi yılda birkaç kez olgunlaşır. [9]

Kahve bitkisinin kavrulmuş tohumlarının çekilip kaynatılmasıyla elde edilen bir içecek. İçerdiği kafein maddesinin uyarıcı niteliği yüzünden dikkat artırıcı ve stimülan özelliğe sahiptir.

Kahve çiçeği beyaz renktedir ve Tein, matein ve guaranin olarak da bilinir. Bir alkaloid olan kafein doğal olarak kahvede, çayda, Yerba mate'de, guarana'da ve ,az miktarda, kakao içinde bulunur[12].

Kafeinin karakteristik, yoğun bir acı tadı vardır. Kola gibi bazı gazlı içeceklere tat vermesi için eklenmektedir.



Resim.1. Kahve ağaçlarından bir görünüm

Kahve meyvesi; büyüklüğü, şekli ve rengindeki benzerlikler nedeniyle "kahve kirazı" olarak da adlandırılmaktadır. İçinde ince iki çekirdek bulunur. Çekirdeklerin birbirine bakan tarafı düz, dış tarafı

Çizelge 1. Kahve ilgili genel bilgiler

	ARABICA	ROBUSTA
Meyvenin Olgunlaşma Zamanı	9 ay	10 -11 ay
Yıllık Bitki Üretimi	40 - 200 kg	60 - 200 kg
İstenen İdeal Sıcaklık	17 - 23°C	18 - 27°C
İstenen İdeal Yükseklik	600 - 2000 m	200 - 900 m
İçindeki Kafein Oranı	% 0,8 - 1,7	% 1,7 - 3,5
İçindeki Yağ Oranı	% 16	% 10
İçindeki Şeker Oranı	% 8	% 5

yuvarlaktır. Her çekirdeğin içinde aynı biçimde bir tohum (kahve tanesi) vardır. Tanenin düz yüzeyinde, içi sert bir besidokusu ile dolu olan, derin bir çizgi yer alır, Besidokusunun dış tabakası ince bir zarla kaplıdır. Zarın dışında ise daha sert bir kabuk vardır. Eğer kahve çekirdeği daha sonra tohum olarak kullanılacaksa çekirdek kabuktan ayrılmaz. Bazı kahve ağaçlarının meyvesinden iki yerine bir tane çekirdek çıkar. Bu çekirdek (peaberry), diğerlerine göre çok daha yuvarlak bir şekle sahiptir. Tek olarak çıkan çekirdekler, diğerlerinden ayrılarak üretim sürecinden geçirilir. Genellikle fiyatları da normal kahveye göre çok daha pahalıdır. Kahve meyvelerinin çok düzenli kontrol edilmeleri gerekir, çünkü olgunlaştıktan sonra 14 gün içinde çürümeye başlarlar [12].

Kahve yapısında yaklaşık olarak %8-9 oranında yağ içermektedir. Fakat bu yağ oranı kahveyi kaynatıldıkça artmaktadır. Yani kahve içersinde bulunan yağlar kaynama sonucu daha çok miktarda kendilerini ortama bırakırlar.

Bu çalışma da bu şekilde kahve telvesi içerisinde yer alan yağ ekstraksiyon yöntemi ile alınarak, biyodizel üretimi klasik ster reaksiyonuna göre gerçekleştirilmiştir.

2. BİYODİZEL VE ÜRETİMİ

Bitkisel yağdan biyodizel elde etme işlemine transesterifikasyon denmektedir. Transesterifikasyon işlemi; bir esterin bir başka estere dönüştürülmesidir. Ester; bir başka moleküle bağlanabilen hidrokarbon zinciridir. [7]

Bir bitkisel yağ molekülü, gliserin molekülüne bağlanmış üç esterden oluşmaktadır. Bitkisel yağ moleküllerine trigliserit ya da gliserol esterleri de denmektedir. Burada “tri” ifadesi üç esteri, “gliserit” ifadesi ise gliserini tanımlamaktadır.

Bitkisel yağların, yaklaşık %20’si gliserinden, diğer bir ifadeyle gliserol veya gliserit’ten oluşmaktadır. Gliserin, bitkisel yağa kalınlık ve yapışkanlık özelliğini vermektedir.

Transesterifikasyon işlemi, yağa incelik kazandırabilmek ve vizkozitesini azaltabilmek

amacıyla gliserinin bitkisel yağdan uzaklaştırılmasıdır. Bu proses esnasında, bitkisel yağın gliserin bileşimini bir alkol (etanol alkolü veya metanol alkolü) ile yer değiştirmektedir. Etanol, tahıllardan elde edilen bir alkoldür. Metanol ise, kömür, doğal gaz veya odundan elde edilmektedir. Genellikle daha stabil bir biyodizel reaksiyonu sağlayan metanol alkolü etanole tercih edilmektedir. Diğer yandan metanol kauçuk maddeleri çözme özelliğine sahip oldukça agresif bir alkoldür ve yutulduğu takdirde öldürücü olabilmekte ve muhafazası çok dikkat gerektiren bir maddedir[10].

Metil esterler, metanol ve bitkisel yağ esterlerinden elde edilen biyodizel ifade etmektedirler. Etil esterler ise, etanol ve bitkisel yağ esterlerinden elde edilen biyodizel ifade etmektedirler. Alkilester terimi ise daha genel bir tanım olup bitkisel yağ esterleri ile herhangi bir alkol bileşimini ifade etmektedir. Hangi alkol veya hangi bitkisel yağ kullanılırsa kullanılsın biyodizel reaksiyonu her zaman için trigliserit molekülünü üç ester ve bir gliserin molekülüne ayrıştırma ve her bir ester molekülünün bir alkol molekülüne bağlanmasıdır ve bu sayede bir trigliserit molekülünden üç alkil ester molekülü elde edilmektedir[10].

Trigliseritlerin kırılabilmesi için bitkisel yağ içerisine “katalizator” eklenmektedir. Katalizator, reaksiyonu başlatan bir maddedir. Biyodizel reaksiyonunda katalizator olarak kullanılacak maddeler; sodyumhidroksit (NaOH) veya potasyumhidroksit (KOH)’tir. Sodyumhidroksit, çoğunlukla kostik soda olarak ta adlandırılan beyaz bir maddedir ve bulunmadığı durumlarda potasyum hidroksit te kullanılabilir. Biyodizel üretiminde kullanılan katalizatorlar, trigliseritleri kırarak esterlerin serbest hale gelmesini sağlamaktadırlar. Serbest hale geçen esterler daha sonra alkol ile birleşebilmektedirler. Katalizator ise gliserit ile birleşerek reaksiyon tankının dibine çökelmektedir. Biyodizel reaksiyonu sonuç olarak; alkil esterler ve gliserin sabunu üretmektedir[7].

Bitkisel yağlar asidik özelliklidir, diğer bir deyişle pH değerleri 7’nin altındadır. Reaksiyona giren alkol ve katalizator ise bazik özelliklidir yani pH değeri 7’nin üzerindedir. Biyodizel reaksiyonu işte bu iki

bazık ve bir asidik madde arasında gerçekleşmektedir. Bu nedenle reaksiyona dahil edilecek katalizatör madde, karışım pH'sının 8 ile 9 arasında olmasını sağlayacak miktarda olmalıdır.

Bilindiği gibi, kullanılmış kızartma yağları kızartma veya ısıtma işlemleri sonucunda ortaya çıkan serbest yağ asitleri nedeniyle yeni rafine edilmiş bitkisel yağlara göre daha asidik özelliklidir. Biyodizel üretiminde bu serbest yağ asitlerinin elimine edilmesi ve bunun için de daha fazla miktarda katalizatör madde kullanılması gerekmektedir. Projede öngörülen biyodizel üretiminde, başka bir ifadeyle transesterifikasyon prosesinde sırasıyla aşağıdaki işlemler gerçekleştirildi. Bu işlemler için gerek duyulacak donanım da işlem açıklamalarında belirtilmektedir[6]

3. DENEYSEL KISIM:

3.1. KAHVE TELVESİNDEN YAĞI KAZANMA

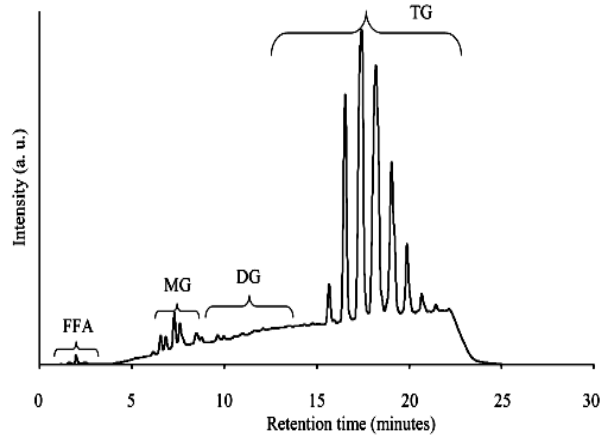
Bu çalışmada öncelikle kahvelerden ve kafelerden kahve telvesi temin edildi. Çeşitli yerlerden ve çeşitli özelliklerden kahve telveleri toplanarak 50-60°C sıcaklıkta yaklaşık 12 saat kurutuldu. Bu kuruma işleminin amacı kahve telvelerinin bünyelerinde olan nemin tamamen uzaklaştırılmasıdır. Ekstraksiyon işlemi için n-hegzan, dietileter, eter gibi organik yapıları çözenler denendi. Çoğunlukla n-hegzan kullanılmakla beraber, Dietileter-n-hegzanın 1:3 oranı şeklinde karışım çözen sistemi kullanılarak telveden yağ çıkarılmıştır.

100g kahve telvesi, 250-300 ml çözen içerisine konuldu ve geri soğutucu altında 2 saat, soxhilet

cihazı ile ekstrakte edildi (Bu işlem 1kg kahve telvesinin tamamı için tekrarlanmıştır). Kaynama işlemi bittikten sonra çözen- yağ karışımı sıcak bir şekilde safsızlıklardan adi süzgeç kağıdı kullanılarak süzülüp, yağ temizlendi.

Çözen- yağ içeren karışım dönel buharlaştırıcı sistemi altında 65°C de çözeni tamamıyla uçurularak yağ elde edilmiştir. Elde edilen yağ HPLC de analiz edilmiştir. [11]

Kromotogram verilerine göre elde edilen yağ biyodizel üretimine çok uygun kalitededir. Hemen hemen bitkisel kaynaklı yağlarla aynı yapıdadır bu da gösterdi ki. Telveden de verimli bir biyodizel üretebilir



Şekil.1., Ekstraksiyon sonucu elde edilen yağın HPLC Kromotogramı. TG:trigliserit, DG.digliserit, MG.monogliserit ve FFA serbest yağ asitleri



Şekil 2. Biyodizel Üretim Şeması

3.2. Elde Edilen Kahve Telvesi Yağından Biyodizelin Üretimi

Elde ettiğimiz yağın öncelikle asitlik değerini hesaplandı. Bunun için önce %1'lik KOH çözeltisi

hazırlandı. 1g yağ üzerine 10 ml İPA ilave ederek ve birkaç damla fenolftalyn indikatörü damlatarak, KOH çözeltisiyle titre edildi ve sarfiyat olarak 4 ml (% 4 asit) bulundu.

Daha sonra aşağıdaki formülde değerler yerine yazılarak koymamız gereken katalizör miktarı hesaplandı.

$$g(\text{NaOH/KOH}) = \frac{C * 5 (S + 3,5)}{1000}$$

C: Kullanılacak olan alkol miktarı (g veya ml)
S: Titrasyon sonucu elde edilen sarfiyat (ml)
G: İlave edilmesi gereken NaOH/KOH miktarı (g)

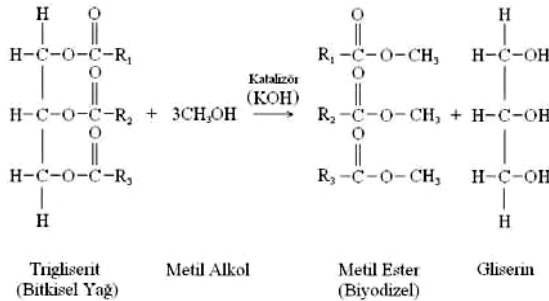
(C: burada 100ml dan biyodizel üreteceğimiz için 20 ml alkol ilave etmemiz gerekiyor. Buna göre C değeri 20 alınır)

$$G = \frac{20 * 5 (4 + 3,5)}{1000}$$

= 0.75 g KOH alınır 20 ml metil alkol içerisinde çözülür ve Alkol-katalizör çözeltisi (metoksit çözeltisi) hazırlanır.

Reaksiyon Kimyasallarının Karıştırılması

Transesterifikasyon reaksiyonu aşağıdaki gibi verilebilir:



(100 ml yağ + 20 ml metoksit) biyodizel + gliserin)

İşlem Sırası:

- 100 ml yağ 60°C ye kadar ısıtıldı.
- 20 ml sodyum metoksit çözeltisi sıcak yağa ilave edildi ve oluşan karışım sıcaklık 60°C' yi geçmeyecek şekilde yaklaşık 1 saat ısıtılarak karıştırıldı. Burada metil alkol 60°C de buharlaştığı için ısıtılma sırasında reaksiyonun tam olarak gerçekleşmesi için bu sıcaklık değeri aşılmamalıdır.

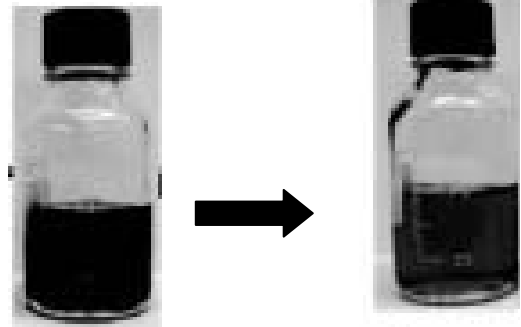
- 1 saat sonunda karışım ayırma hunisine alındı ve ayırma işleminin tamamlanması için yaklaşık 5-6 saat kadar beklendi.

Gliserinin Ayrılması

Reaksiyon sonucu elde edilen biyodizelin iyi bir şekilde gliserinden ayrılması için yaklaşık 5-6 saat kadar beklendikten sonra altta gliserin, üstte ise berrak biyodizel fazı şeklinde olduğu gibi görüldü. Gliserin fazı ayırma hunisinin alt tarafından alınarak biyodizel elde edildi.

Biyodizelin Saflaştırılması (Biyodizelin yıkınması)

Elde edilen biyodizel, kendi hacmi kadar sıcak saf su ile her defasında bu suyun %30 kullanılacak şekilde üç defa karıştırılarak yıkandı. Her su ilavesinden sonra faz ayrımı gözlemlendi ve altta kalan su fazı ayırma hunisinin altından ayrılarak atıldı. Üçüncü yıkama sonunda yıkama suyunun pH' ı 7 olmalıdır. Eğer pH = 7 olmadysa 7 olana kadar yıkama işlemine devam edilmelidir. Burada dikkat edilecek diğer bir husus ise yıkama suyunun sıcaklığı ile biyodizelin sıcaklığının birbirine yakın olmasıdır. Aksi takdirde bulanıklık gözlenir.



Resim.2. Kahve Telvesinin yağından Biyodizel

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Kahve dünya üzerinde en çok tüketimi olan içeceklerin başında yer almaktadır. Yapılan araştırma sonuçları göstermiş ki Yıllık dünya da 1,5 ila 2 milyon tonluk bir kahve tüketimi olduğu tespit edilmiş. Aslında hiçbirimizin de tahmin edemeyeceği bir rakam. Sonuç itibariyle bu da yaklaşık yıllık 1,5- 2 milyon tonluk bir kahve atığı demektir.

Biyodizel günümüzde yenilenebilir enerjiler arasında yerini sağlamlaştıracığa benziyor. Gerek doğal petrol kaynaklarının tükenmesi olsun, gerekse var olan yağlı atıkların sorunu olsun bir çözüm beklemesi ve bu çözüme en uygun cevaba karşılık oluşan boşluğu biyodizelin doldurabileceği görülmektedir

Bu çalışmada miktar olarak dünyada atık haline gelmiş olan kahve tavelerinin, en iyi şekilde değerlendirilmesi ve en üst düzeyde verim elde edilmesi sağlandı.

Bu amaçla elde edilen yağdan klasik transesterifikasyon yöntemi ile biyodizel üretimi gerçekleştirildi

Elde edilen yağın HPLC kromatogramına bakıldığında biyodizel üretimi ve alternatif kullanımlar için değerlendirilip çevreye ve ekonomiye katkı sağlayabileceği görülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Koçar G., Öğr. Gör. Demir B., “Biyodizel”, Tübitak – Bilim ve Teknik Dergisi, Cilt ??, No ?, 36-41, 2006
- [2] Kavalcı D., Bazı Bitkisel Kökenli Alternatif Yakıtların Dizel Motorlarda Kullanılma Olanakları Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 2001
- [3] Oğuz H., Prof. Dr. Ögüt H., “Tarım Traktörlerinde Bitkisel Kökenli Yağ ve Yakıt Kullanımı”, Selçuk - Teknik online Dergisi, Cilt 2, No 2, 2001

- [4] Abalı Y., Arş. Gör. Dr. Aslan A., Arş. Gör. Dr. Zeybek S., Arş. Gör. Dr. Özer M.S., Uzman Süner Ü., Uzman Süner C., Endüstriyel Kimya – II Laboratuvarı, Manisa, 2003
- [5] SINDIR K. O. ,Ege Üniversitesi, Ziraat Fkültesi
- [6] Demirbaş, A. Progress and recent trends in biodiesel fuels, *Energy Conversion and Management* 50 (2009) 14–34
- [7] Demirbas A. Importance of biodiesel as transportation fuel. *Energy Policy*, 2007; 35:4661–70
- [8] Karaosmanoglu, F.; Cigizoglu, K. B.; Tuter, M.; Ertekin, S. *Energy Fuels* 1996, 10, 890–895.
- [9] Starbucks Protects Environment by Offering Grounds for Your Garden.” Resource Conservation Challenge (RCC). Eighteen DEC2008. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Six Mar 2008 <<http://www.epa.gov/epaoswer/osw/conservation/2004news/04-star.htm>>.
- [10] Barnwal, B. K.; Sharma, M. P. *Renewable Sustainable Energy Rev.* 2005, 9, 363–378
- [11] Narasimharao kondamudi, susanta k. Mohapatra, and mano misra. *J. Agric. Food Chem.* 2008, 56, 11757–11760 11757
- [12] file://localhost/I:/Untitled%20Document.htm