

# KULLANIM SÜRESİ GEÇEN MAYONEZDEN BİYODİZEL ÜRETİMİ

Yüksel Abal<sup>1</sup>, Kadir Arısoy<sup>1</sup>, Enver Atik<sup>2</sup>, Ramazan Gümüş<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Celal Bayar Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, MANİSA

e-mail: yabali@yahoo.com, kadirarisoy@hotmail.com, ramazangumus47@yahoo.com

<sup>2</sup>Celal Bayar Üniversitesi mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, MANİSA

e-mail: enver.atik@bayar.edu.tr

## ÖZET

Mayonez, başlıca yağ, protein, karbonhidrat içeren ve sofralarda lezzetlendirici olarak kullanılan bir üründür. Genellikle bir mayonez %60-80 oranında yağ içermekte bu oran kullanılan yağ cinsine göre değişiklik göstermektedir. Bunun yanında raf ömrü'nün çok uzun olmaması nedeniyle üretildikten kısa bir süre sonra tüketilmesi, tüketilmediği takdirde endüstriyel bir atık olacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Sonuçta hem ekonomik bir kayıp olmakta hem de oluşan bu atığın değerlendirilememesi durumunda çevre sorunu baş göstermektedir. Bu aşamada mayonezin değerlendirilerek ekonomiye geri kazandırılması ve bir atık olmaktan çıkarılması gerekmektedir. Mayonezin içeriğindeki yüksek yağ miktarının mayonezden en iyi şekilde (en iyi verim ve en az maliyetle) ayrılarak değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla ilk akla gelen elde edilen yağın biyodizel üretiminde kullanılmasıdır. Bu çalışmada da atık mayonezin yağı alınarak, elde edilen bu yağdan biyodizel üretilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Mayonez, Biyodizel, Atık yağ değerlendirme

## 1.GİRİŞ

Fosil yakıtlarının azalması, ve oluşturdukları kirliliğin artması sonucu artık biyo yakıtlar daha cazip hale gelmiştir. Petrol rezervleri dünyanın belli bölgelerinde sınırlanmıştır. Fosil yakıt kaynakları gün geçtikçe azalmaktadır. Petrol rezervlerinin azaldığının bilinmesi yenilenebilir enerji kaynaklarını daha cazip hale getirecektir. Yıllar öncesinde Dr. Rudolph Diesel sebze yağlarını yakıt olarak kendi makinesinde test etti. Sebze yağlarının dizel yakıtlara göre ana avantajları; hazır elverişli olması, yenilenebilir olması daha az sülfür ve aromatik içerik ve doğadaki çözünürlüğüdür [1]-[6].

Mayonez, Fransız mutfağı kökenli soğuk bir sostur. Çiğ yumurta sarısı ve bitkisel yağ karışımından oluşur. Sürekli çırpılan yumurta sarılarına koyu bir kremaya dönüşüncüye değin yavaş yavaş yağ eklenmesiyle elde edilir. Limon suyu, hardal ya da sirke ile tatlandırılan bu bileşim, *mayonnaise verte* (yeşil sebze pürelisi), *sauce remoulade* (ançüez, tuşu ve kaparili), *sauce aioli* (bol sarmısaklı Provans mayonezi), *Bin Adalar* (Thousand Islands) ve Rus usulü salata sosları gibi çok sayıda mayonez türünün temelini oluşturur. Mayonez terimi, üzerine bu sosun konduğu soğuk yemekler ve salatalar için de kullanılır.

Mayonez hazırlanırken içerisine yumurta sarısı, limon, zeytinyağı, un, hardal, tuz, karabiber katılmaktadır. Burada asıl önemli olan yumurta sarısının mayonez içindeki görevidir. Yumurta sarısı içeriğindeki lesitin maddesiyle emülgatör olarak

kullanılmakta ve yağın mayonez içerisinde homojen bir şekilde dağılmasını sağlamaktadır. Bunun sonucunda emülsifiye bir mayonez elde edilmektedir.

**Tablo.1.** Mayonezin içeriği

Protein (g)	0.2
Yağ (g)	84.09
Karbonhidrat (g)	2.08
Enerji (Kcal/kj)	752/3146

Mayonezin bileşimi tablo.1 de verilmiş olup, yaklaşık olarak %70-80 oranında yağ içermektedir. Kullanım tarihi geçmiş atık bir mayonez uygun emülsiyon kırıcılarla bozundurulmuş yağ tekrar elde edilebilir.

Emülsifiye yağın serbest forma dönüşmesi için emülsiyon kırıcı maddelerin ilavesi veya ısıtma işlemi yapılır. Kırılan emülsiyonlar, daha sonra serbest yağ gravite, koagülasyon veya havalı yüzdürme ile tutulur. Emülsiyonun kırılması kompleks bir proses olup pratik uygulamadan önce laboratuvar veya pilot ölçekli deneylerin yapılması gerekir.

Emülsiyon kırmada birçok teknik kullanılabilir. Örneğin deterjan ile 5-60 dk'da ve %95-98 oranında parçalanabilir. Emülsiyon ortamı asidik yapılarak (sülfirik asit v.b.), alum veya demir tuzları eklenerek, bazı organik bazlı ürünler veya emülsiyon kırıcı polimerler kullanılarak kırılabilir. Ancak alum



veya demir tuzları çok çamur oluşmasına neden olur. [12]

Emülsifiye yağ içeren atıklar da koagülasyonla çöktürülebilirler. Emülsiyondaki yağ parçacıkları yaklaşık 0,01 µm'dir ve adsorblanan iyonlarla stabilize olurlar. Sabunlar da emülsiyon oluştururlar.

Bu çalışmada önce atık mayonezden yağ elde edilmiş olup, elde edilen yağ klasik biyodizel üretim reaksiyonu ile biyodizele dönüştürülmüştür.

## 2. BİYODİZEL VE ÜRETİMİ

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

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 komponenti 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 çözebilme özelliğine sahip oldukça agresif bir alkoldür ve yutulduğu takdirde öldürücü olabilmekte ve muhafazası çok dikkat gerektiren bir maddedir.

Metil esterler, metanol ve bitkisel yağ esterlerinden elde edilen biyodizeli ifade etmektedirler. Etil esterler ise, etanol ve bitkisel yağ esterlerinden elde edilen biyodizeli 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.

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 katalizatorler, trigliseritleri kırarak esterlerin serbest hale gelmesini sağlamaktadırlar. Serbest hale geçen esterler daha sonra alkol ile birleşebilmektedirler. Katalizator ise gliserit ile birleşerek reaksiyon tankının dibine çökeltmektedir. Biyodizel reaksiyonu sonuç olarak; alkil esterler ve gliserin sabunu üretmektedir.

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 bazik ve bir asidik madde arasında gerçekleşmektedir. Bu nedenle reaksiyona dahil edilecek katalizator 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 katalizator madde kullanılması gerekmektedir. Projede öngörülen biyodizel üretiminde, başka bir ifadeyle transesterifikasyon prosesinde sırasıyla aşağıdaki işlemler gerçekleştirildi.

## 3. DENEYSEL KISIM

### 3.1. Atık Mayonezden Yağın Geri Kazanılması

Burada amaç en az kimyasal kullanarak en iyi verimle atık mayonezden yağın elde edilmesidir. Atık mayonezden yağın geri kazanılması için dört farklı yöntem denenmiştir bunlar:

1-Mayonezin propanol ve H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile ısıtılarak muamele edilmesi ile elde edilen yağ,

2-Mayonezin deterjan ve yine H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile ısıtılarak muamele edilmesi ile elde edilen yağ,

3-Mayonez in NaOH ve propanol alkol ile ısıtılarak muamele edilmesi ile elde edilen yağ,

4-Mayonezin bir miktar ısıtılmış kızgın yağ ile ısıtılarak muamele edilmesi sonucu elde edilen yağlardır

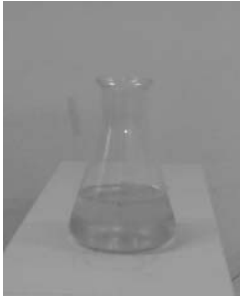
Buradaki yöntemlerden en uygun olanı (az muamele ve kimyasal ilavesiyle fazla miktarda yağ elde edilmesi işlemi) 4. maddede yapılan işlemlerdir.

Bu uygulama şöyle gerçekleştirilmiştir:

10 gr yağ alınarak bir beherde yaklaşık 100°C ye kadar ısıtıldı. Daha sonra karıştırmak suretiyle azar azar 100 gr mayonez eklendi. Mayonezin tamamı eklendikten sonra ısıtma (100°C) ve karıştırma işlemine beherin alt kısmında bir küspe oluşana kadar yani yağ tamamen mayonezden ayrılana kadar devam edildi. İyi bir süzme ile açığa çıkan yağ küspeden ayrıldıktan sonra yağ saf olarak elde edildi. Eğer elde edilen yağ bulanık ise 100°C rengi açılana kadar ısıtma işlemi yapılmalıdır. Elde edilen yağ miktarı 100 gr mayonez için en az 65 gr yani %65 dir.



**Resim.1.**Mayonezden yağ kazanımı (4. uygulama)



**Resim.2.** Atık Mayonezden elde edilen yağ

Burada yapılan ısıtma işlemi, mayonezin emülsifiye yapısını bozarak yağı mayonezden ayırmaktadır. Başlangıçta kullanılan yağ ise bir organik çözücü gibi davranmakta ısıtma işlemi ile sürekli açığa çıkan yağı bünyesine katarak bir araya toplamaktadır.

Bu yöntemin avantajları şunlardır:

- Emülsiyon kırıcı olarak sadece ısıtma işlemi yapıldığından diğer emülsiyon kırıcı kimyasal maddeler kullanılmamakta ve elde edilen yağ olabildiğince saf olmaktadır.
- Emülsiyon kırıcı kimyasal maddeler kullanılmadığı için elde edilen yağdan bu

maddelerin uzaklaştırılması gibi ek maliyet gerektiren bir durum söz konusu değildir. Yani oldukça ekonomiktir.

- Geri kazanılan yağ %65 gibi oldukça yüksek bir rakamdır.
- Bu yöntemde yağı organik çözücülerle uzaklaştırmaya gerek yoktur süzme işlemi ile ayırmak yeterlidir. Organik çözücülerin kullanılmaması yine bir ekonomik avantajdır.

Mayonezin bir miktar ısıtılmış kızgın yağ ile ısıtılarak muamele edilmesi sonucu emülsiyonun kırılarak yağın geri kazanılması, yukarıda saydığımız avantajlarından dolayı en kullanışlı ve en ekonomik yöntemdir.

### 3.2.Elde Edilen Yağdan Biyodizelin Üretilmesi

Elde edilen yağın öncelikle asitliği hesaplandı.Yağdan 1g alınarak 10 ml izopropilalkol (İPA) içerisinde çözüldü ve üzerine fenolfitaleyin indikatörü ilave edilerek, ‰'lik NaOH ile titre edildi titrasyon sonucunda 1 ml'lik bir sarfiyat okundu. Yani yağın oleik asit cinsinden asit değerinin 1 olduğu bulundu.

Katalizör miktarının hesaplanması:

1,0 asit  $\longrightarrow$  ‰ 3,5 + 1,0 = ‰ 4,5 katalizör eklenmeli

1000 ml yağ 4,5 gr NaOH  
100 ml de  $\frac{4,5}{10} \times 100 = x$   
x = 0,45 gr

0,45 gr NaOH 20 ml metanol içerisinde çözülerek 4.denemeneden elde edilen yağdan biyodizel yapımında kullanılacak metoksit çözeltisi hazırlandı.

### Reaksiyon Kimyasallarının Karıştırılması



**Resim.3.**Kimyasalların Karıştırılması

100 ml yağ + 20 ml metoksit → biyodizel + gliserin

#### İşlem Sırası:

- 100 ml yağ 50°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 ayrılma işleminin tamamlanması için yaklaşık 5-6 saat kadar beklendi.

#### Gliserinin Ayrılması



**Resim.4.** Gliserinin Biyodizelden 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 yıkanması)



**Resim.5.** Biyodizelin yıkanması işlemi

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 olmadıysa 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.

## 4.SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada hazır bitkisel yağlardan daha ziyade çevrenin korunması ve ekonomik kaybın önlenmesi için yağ içeren atıkların değerlendirilmesi üzerinde durulmuştur. Çalışmalar sonucunda atık mayonez üzerinde çeşitli uygulamalar yapılarak yağ geri kazanılmıştır. Elde edilen yağdan ise biyodizel üretilerek viskozite, yoğunluk, ve alevlenme noktası gibi önemli analizleri yapılmış, analiz sonuçları biyodizel standartları ile karşılaştırılmıştır.

Günümüzde içten yanmalı motorlarda, benzin ve dizel gibi fosil kaynaklı yakıtlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında her geçen gün artan petrol fiyatları ve fosil yakıtların çevreyi kirlenmesi ilgiyi yenilenebilir ve temiz yakıtlara yöneltmiştir. Bu nedenle çalışmalar, artık yenilenebilir enerji kaynakları ve bunların değerlendirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır.

Yenilenebilir kaynaklardan üretilen çevreci yakıtlar incelendiğinde bitkisel kaynaklı yağların, bunların üretilmesinde büyük pay sahibi olduğu görülmektedir. Bu nedenle tarım ülkesi olan Türkiye, bitkisel yağların üretilmesi konusunda büyük bir potansiyele sahiptir. Bitkisel yağların üretilmesinin yanında bunların yüksek oranda yağ içeren atıklar(kullanım tarihi geçmiş mayonez, kanalizasyon suları v.b.) dan geri kazanımı da gereklidir. Çünkü, geri kazanılan atıklardan elde edilen yakıtlar hem çevrenin korunmasını hem de bu atıkların ekonomiye kazandırılarak dışa bağımlılığın azaltılmasını sağlar. Bu noktada biyodizel üretimi petrol üretimi yetersiz fakat bitkisel yağların üretimi konusunda zengin olan ülkemizde büyük bir öneme sahiptir.

Biyodizelin özelliklerini ve yapılmış olan analizler ile kıyaslamalı bazı bilgiler aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

**Tablo.2.**Biyodizel ile Petrol dizelinin ASTM standartlarında karşılaştırılması

Özellikler	Test metodu	ASTM D975 (petrol dizeli)	ASTM D6751 (biyodizel, B100)
Parlama noktası	D 93	325 K	403 K
Su ve Tortu	D 2709	0.05 max. % hacim	0.05 max. % hacim
Kinetik vizkozitesi (313 K)	D 445	1.3–4.1 mm <sup>2</sup> /s	1.9–6.0 mm <sup>2</sup> /s
Sülfat Külü	D 874	-	0.02 max % wt
Kül	D 482	0.01 max % wt	-
Sülfür	D 5453	0.05 max % wt	-
Bakır korezyonu	D 130	3 max	3 max
Setan sayısı	D 613	Min. 40	Min. 47
Aromatiklik	D 1319	35 max % hacim	-
Karbon kalıntısı	D 4530	-	0.05max% Küttele
Karbon kalıntısı	D 524	0.35 max% Küttele	-
Destilasyon sıcaklığı (%90 oranında geri kazanılmış)	D 1160	555 K min–611 Kmax	-

**Tablo.3.**Biyodizelin Genel özellikleri

Genel Adı	Biyodizel
Kimyasal adı	Yağ asidinin metil esteri
Kimyasal formül uzunluğu	C <sub>14</sub> -C <sub>24</sub> metil ester ya da C <sub>15-25</sub> H <sub>28-48</sub> O <sub>2</sub>
Kinematik viskozitesi (mm <sup>2</sup> /s, at 313 K)	3,3 – 5,2
Yoğunluk aralığı (kg/m <sup>3</sup> , at 288 K)	860 – 894
Kaynama noktası (K)	>475
Parlama noktası (K)	420 – 450
Destilasyon sıcaklığı (K)	470 – 600
Buhar basıncı (mm Hg, at 295 K)	<5
Suda çözünebilirliği	Suda çözünmez
Fiziksel özellikleri	Açık-koyu sarı, Berrak sıvı rengi
Koku	Hafif küf ve sabun kokulu
Biyolojik parçalanabilirliği	Petrol dizeline göre parçalanabilirliği yüksektir
Reaktifliği	Kararlıdır (Güçlü oksidasyonlara karşı kararlılığını yitirir)

**TEŞEKKÜR:** Bu çalışma Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyonunca 2006-097 no'lu proje olarak desteklenmiş olup proje kapsamında CBÜ Kimya Bölümüne Biyodizel Pilot Tesisi kurulmuştur. Desteklerinden dolayı CBÜ BAP Komisyonuna teşekkürü bir borç biliriz.

## 5.KAYNAKLAR

- [1] **Sensoz S, Angin D, Yorgun S.** Influence of particle size on the pyrolysis of rapeseed (*Brassica napus L.*): fuel properties of bio-oil. *Biomass Bioenergy* 2000;19:271–9.
- [2] **Sheehan J, Cambreco V, Duffield J, Garboski M, Shapouri H.** An overview of biodiesel and petroleum diesel life cycles. A report by US Department of Agriculture and Energy, Washington, DC; 1998. p. 1
- [3] **Shay EG.** Diesel fuel from vegetable oils: status and opportunities. *Biomass Bioenergy* 1993;4:227–42.
- [4] **Goering E, Schwab W, Daugherty J, Pryde H, Heakin J.** Fuel properties of eleven vegetable oils. *Trans ASAE* 1982;25:1472–83. 1149.

[5] **Prof.Dr.Kamil Okyay SINDİR** ,Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

[6] **Ayhan Demirbaş,** 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] **Prof. Dr. Koçar G., Öğr. Gör. Demir B.,** “Biyodizel”, *Tübitak – Bilim ve Teknik Dergisi*, Cilt ??, No ?, 36-41, 2006

[9] **Kavalcı D.,** Bazı Bitkisel Kökenli Alternatif Yakıtların Dizel Motorlarda Kullanılma Olanakları Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 2001

[10] **Öğr. Gör. Oğuz H., Prof. Dr. Ögüt H.,** “Tarım Traktörlerinde Bitkisel Kökenli Yağ ve Yakıt Kullanımı”, *Selçuk - Teknik online Dergisi*, Cilt 2, No 2, 2001

[11] **Doç. Dr. 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*

