

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **LABORATUVAR HİZMETLERİ**

## **BİTKİSEL YAĞ ANALİZLERİ**

**Ankara, 2017**

- Bu materyal, mesleki ve teknik eğitim okul / kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. BİTKİSEL YAĞLARDA KIRILMA İNDİSİ .....	3
1.1. Yağ Kimyası .....	3
1.2. Bitkisel Yağlar .....	3
1.3. Bitkisel Yağların Bileşimi .....	4
1.4. Bitkisel Yağlarda Kırılma İndisi .....	5
1.5. Kullanılan araç gereçler .....	6
1.6. Analizin yapılışı .....	6
UYGULAMA FAALİYETİ .....	9
ÖLÇME DEĞERLENDİRME .....	10
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	12
2. BİTKİSEL YAĞLARDA ÖZGÜL AĞIRLIK TAYİNİ .....	12
2.1. Kullanılan Araç Gereçler .....	13
2.2. Analizin Yapılışı .....	13
UYGULAMA FAALİYETİ .....	15
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	16
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	17
3. BİTKİSEL YAĞLARDA ASİTLİK TAYİNİ .....	17
3.1. Kullanılan Araç Gereçler .....	18
3.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler .....	18
3.3. Analizin Yapılışı .....	18
DEĞERLER ETKİNLİĞİ .....	20
UYGULAMA FAALİYETİ .....	21
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	22
ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....	23
4. BİTKİSEL YAĞLARDA SABUNLAŞMA SAYISI TAYİNİ .....	23
4.1. Kullanılan Araç Gereçler .....	24
4.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler .....	24
4.3. Analizin Yapılışı .....	24
UYGULAMA FAALİYETİ .....	26
ÖLÇME DEĞERLENDİRME .....	27
ÖĞRENME FAALİYETİ-5 .....	28
5. BİTKİSEL YAĞLARDA PEROKSİT SAYISI TAYİNİ .....	28
5.1. Kullanılan Araç Gereçler .....	28
5.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler .....	28
5.3. Analizin Yapılışı .....	29
UYGULAMA FAALİYETİ .....	30
ÖLÇME DEĞERLENDİRME .....	31
ÖĞRENME FAALİYETİ-6 .....	32
6. BİTKİSEL YAĞLARDA İYOT SAYISI TAYİNİ .....	32
6.1. Kullanılan Araç Gereçler .....	33
6.2. Kullanılan Kimyasal Çözeltiler .....	33
6.3. Analizin Yapılışı .....	33
UYGULAMA FAALİYETİ .....	35

---

ÖLÇME DEĞERLENDİRME.....	36
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	37
CEVAP ANAHTARLARI.....	40
KAYNAKÇA .....	42

# AÇIKLAMALAR

<b>ALAN</b>	<b>Laboratuvar Hizmetleri</b>
<b>DAL</b>	<b>Gıda, Tarım ve Hayvan Sağlığı Laboratuvarı</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Bitkisel Yağ Analizleri</b>
<b>MODÜLÜN SÜRESİ</b>	40/32
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	Bireye/öğrenciye tekniğine ve standartlarına uygun olarak bitkisel yağların analizlerini yapmaya yönelik bilgi ve becerileri kazandırmaktır.
<b>MODÜLÜN ÖĞRENİM KAZANIMLARI</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Bitkisel yağlarda tekniğine uygun olarak kırılma indisi tayini yapabileceksiniz.</li><li>2. Bitkisel yağlarda tekniğine uygun olarak özgül ağırlık tayini yapabileceksiniz</li><li>3. Bitkisel yağlarda tekniğine uygun olarak asitlik tayini yapabileceksiniz.</li><li>4. Bitkisel yağlarda tekniğine uygun olarak sabunlaşma sayısı tayini yapabileceksiniz.</li><li>5. Bitkisel yağlarda tekniğine uygun olarak peroksit tayini yapabileceksiniz.</li><li>6. Bitkisel yağlarda tekniğine uygun olarak iyot sayısı tayini yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<p><b>Ortam:</b> Laboratuvar, kütüphane, internet, bireysel öğrenme ortamları vb.</p> <p><b>Donanım:</b> Termometresi olan refraktometre, etüv, termostatlı sirkülasyonlu su banyosu, analitik terazi, desikatör, piknometre, pipet, otomatik pipet, büret, erlenmayer, ağız şilifli cam balon, ağız şilifli erlenmayer, geri soğutucu, NaOH çözeltisi, KOH çözeltisi, HCl çözeltisi, asetik asit, hekzan, izooktan, nişasta çözeltisi, potasyum tiyosülfat çözeltisi, sodyum tiyosülfat çözeltisi, fenolftalein çözeltisi, etil alkol, dietileter, potasyum iyodür, Wijs reaktifi</p>
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz.



# GİRİŞ

## Sevgili Öğrencimiz,

Ülkemizde bitkisel yağ sanayi, tarıma dayalı sanayinin en önemli bileşenlerinden biridir. Bir yandan ülkenin ihtiyacı olan bitkisel yağı karşılamakta diğer yandan üreticilere düzenli gelir sağlamaktadır.

Bitkisel yağ sanayi, direk olarak tüketicilere hitap etmesi nedeniyle gıda sanayinin önemli bir bileşenidir. Ayrıca unlu mamüller, bisküvi, çikolata, şekerleme, dondurma sanayisine de ham madde sağlama açısından hizmet etmektedir.

Tüketicilere ve sanayicilere standart ve yüksek kalitede ürün üretmek yağ sanayinin en önemli hedefidir. Bu nedenle hasattan itibaren üretimin her aşamasında ürün özellikleri tespit edilmelidir.

Ülkemizde zeytinyağı kullanımının gittikçe artması, endüstriyel yeni ürünler ve çeşitli ürün bileşiminde kullanılması maddi anlamda ülke ekonomisine katkı sunmaktadır. Ayrıca zeytinyağı insan sağlığına katkısı ve doğal besin kaynağı olması bakımından önem arz etmektedir.

Bu modül sizlere bitkisel yağ teknolojisindeki en önemli analizlerden; kırılma indisi, özgül ağırlık, asitlik, sabunlaşma sayısı, peroksit ve iyot sayısı tayini ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırılmasına yardımcı olacaktır.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## ÖĞRENME KAZANIMI

Gerekli ortam sağlandığında bitkisel yağlarda tekniğine uygun olarak kırılma indisi tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Kırılma indisi tayininin, bitkisel yağlardaki rolünü araştırınız.
- Bitkisel yağlarda kırılma indisi tayininde kullanılan yöntemleri araştırınız.

## 1. BİTKİSEL YAĞLARDA KIRILMA İNDİSİ

### 1.1. Yağ Kimyası

Temel besin gruplarından birisi olan yağlar insan beslenmesinde önemli role sahiptir. Yağlar yüksek enerji kaynağı olmasının yanı sıra yağda çözünen vitaminleri içermeleri ve hormonların yapısında yer almaları açısından önem taşırlar.

Yağların tamamına yakın bir kısmını değişik zincir uzunluk ve yapısındaki yağ asitleri ile 3 değerlikli bir alkol olan gliserinin verdiği ve trigliserit adı verilen esterler (bir alkol ile bir yağ asidi arasındaki reaksiyon sonucu oluşan bağ) oluşturur.

Yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde, yapılarındaki yağ asitleri ve bunların dağılımı belirleyici rol oynamaktadır. Yağ asitlerinin özellikleri; moleküldeki karbon atomu sayısı, doymuşluk derecesi, karbon atomları arasındaki çift bağ sayısı ve karbon atomlarına bağlı hidrojenlerin pozisyonu ile belirlenmektedir.

Yağ asitleri doymuş ve doymamış olarak iki gruba ayrılmaktadır. **Doymuş** yağ asitlerinin yapısında çift bağ yoktur. Laurik, miristik, palmitik, stearik, araşidik yağ asitleri doymuş yağ asitlerine örnek olarak verilebilir. **Doymamış** yağ asitleri zincir üzerinde en az bir çift bağ içermektedir. Palmitoleik, oleik, linoleik, linolenik asitler doymamış yağ asitlerine örnek olarak verilebilir. Zeytinyağı, fındık, kanola, mısır, soya, ayçiçeği gibi bitkisel yağlar doymamış yağ asitleri açısından zengindir.

### 1.2. Bitkisel Yağlar

Yağlar tüm canlı hücrelerinde bulunur ve canlıların hücrelerinde fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal işlemlerde rol alır. Yağları diğer yapı taşlarından ayıran en önemli özellikleri; su gibi polar çözücülerde çözünmezken etil alkol, hekzan ve eter gibi apolar çözücülerde çözünmeleridir. Lipidler olarak da isimlendirilirler.

- **Bitkisel yağlar;** pamuk çiğidi, ayçiçeği, kolza, kanola ve soya gibi yağlı tohumlar ve palm, zeytin ve fındık gibi meyvelerden çok çeşitli işlemlerle elde edilen yağlardır.

Bitkisel yağ üretiminin aşamaları; yağlı tohum veya meyvelerin hasadı, depolanması, temizlenmesi kabuk kırma, boyut küçültme, öğütme, ısıl işlem ya da kavurma, ham yağın sızdırılması ve ayrılması olarak sıralanabilir. Elde edilen ham yağın içerisindeki yağ dışı materyalin uzaklaştırılması ve yağın saflaştırılması için rafinasyon işlemi uygulanır. Rafinasyon işlemi ham yağın kimyasal özelliklerine ve son ürünün tüketim şekline göre farklı basamaklardan oluşmaktadır. Bu basamaklar;

1. Yapışkan maddelerin alınması (Degumming)
2. Asitliğin giderilmesi (Nötralizasyon)
3. Renksizleştirme (Dekolorizasyon)
4. Koku alma (Deodorizasyon)
5. Soğuğa dayanıklı hale getirme ( Winterizasyon) dir.

Bu işlem basamakları ile ham yağ; içerisindeki koku, renk ve tat gibi safsızlıklardan tatlandırma ile arındırılır, yağın dayanıklılığı artırılır. Böylece tüketicilerin yemeklik ve kızartmalık ihtiyaçlarına göre ürünler hazırlanmış olur. Rafinasyon işlemi, yalnızca zeytine ait duysal özellikleri taşıdığı için çiğ olarak tüketilen sızma zeytinyağı haricindeki bütün ham bitkisel yağlara uygulanmaktadır. Zeytinyağı rafine edilirse yemeklik amaçla kullanılan riviera tipi zeytinyağı üretilmiş olur.

Bitkisel yağlardan yemeklik katı yağ ya da margarin de üretilebilmektedir. Margarin kelimesi Latince “ince” anlamına gelen “margarita” kelimesinden türemiştir. Margarin ilk önce tereyağı taklidi olarak üretilmiştir. Günümüzde çok çeşitli margarin ürünleri hem bireysel tüketimde, hem toplu tüketimde (otel, yemekhane, restoran, fırın, vb.) hem de gıda sanayiinde (fırıncılık, çikolata, bisküvi, şekerleme vb.) kullanılmaktadır.

Margarin üretimi hidrojenasyon veya interesterifikasyon metodlarından biri ile gerçekleştirilmektedir. **Hidrojenasyon** işlemi, doymamış yağ asitlerinin hidrojen ile doyurulması şeklinde gerçekleşmektedir. Yağın içerdiği doymamış yağ asitlerinin miktarı arttıkça yağın sıvılığı artmaktadır veya erime noktası düşmektedir. Hidrojenasyon işlemi ile yağın erime sıcaklığı yükseltilmektedir ve yağ katı hale geçmektedir. **İnteresterifikasyon** işleminde sıvı yağ bir başka katı yağ ile karıştırılarak elde edilen yağın erime noktası yükseltilmektedir. Bu amaçla sıvı yağlara hayvansal yağlar ve palm yağı gibi katı yağlar ilave edilmektedir.

### 1.3. Bitkisel Yağların Bileşimi

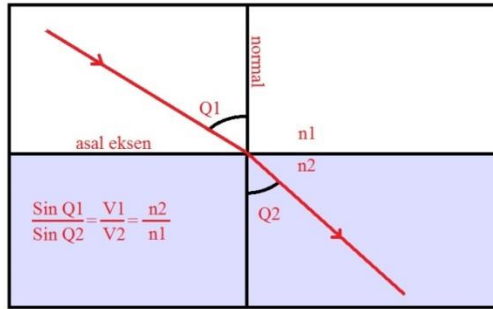
Yağların bileşimini bünyelerinde bulundurdıkları yağ asitleri belirlemektedir. Aşağıdaki tabloda bitkisel yağların yaklaşık yağ asidi dağılımları verilmiştir.

	Ayçiçeği	Mısır	Soya	Palm	Zeytin	Pamuk	Fındık
Miristik	<0,5	0,2-1,7	<0,5	0,5-6	<0,5	0,6-1	<0,5
Palmitik	3-6	8-12	7-14	32-45	7-16	21,4-6,4	5
Palmitoleik	<0,5	0,2-1,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Stearik	1-3	2-5	1,4-5,5	2-17	1-3	2,1-3,3	2
Oleik	14-43	19-49	19-30	38-52	65-85	14,7-21,7	78
Linoleik	44-75	34-62	44-62	5-11	4-15	46,7-58,2	14
Linolenik	<0,7	<0,5	4-11	<0,5	<0,9	<0,5	<0,5
Araşidik	0,6-4	0,3-1	0,1-0,6	<0,5	<0,6	0,2-0,5	<0,5

Tablo 1.1: Bitkisel yağların yağ asitleri içeriği (% Ağırlık)

## 1.4. Bitkisel Yağlarda Kırılma İndisi

Kırılma indisi, bir maddede yol alan ışığın boşlukta yol alan ışığa göre ne kadar yavaş ilerlediğini gösteren bir katsayıdır. Genel olarak ışığın o maddeye geliş açısının sinüsünün, kırılma açısının sinüsüne oranı olarak da tanımlanır.



Resim 1.1: Kırılma indisi

$$n1 \sin Q1 = n2 \sin Q2$$

$n1$  = ışığın geldiği ortamın kırıcılık indisi (katsayısı)

$n2$  = ışığın gittiği ortamın kırıcılık indisi (katsayısı)

$Q1$  = ışığın geliş doğrultusunun normale yaptığı açı

$Q2$  = ışığın kırıldıktan sonraki gidiş doğrultusunun normale yaptığı açı

Ortamların kırıcılık indisleri ışığın o ortamdaki hızıyla ters orantılıdır. Kırıcılık indisi ne kadar çokska ışık o kadar yavaş hareket etmektedir ve kırılma açısı büyümektedir.

Bitkisel yağ teknolojisinde yağların kırılma indisi her yağın bileşimine bağlı olarak ürünün bazı özelliklerinin tespit edilmesinde kullanılabilir. Yağın bileşimindeki yağ asidi kompozisyonuna bağlı olarak her yağın kendine has bir kırılma indisi aralığı vardır. Yağların kırılma indisini etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır;

- Doymamış yağ asitlerinin miktarı arttıkça kırılma indisi yükselmektedir.
- Yağ asidinin zincir uzunluğu arttıkça kırılma indisi düşmektedir.
- Birden fazla çift bağ içeren yağ asidi miktarı arttıkça kırılma indisi yükselmektedir.

Bu kriterler göz önünde bulundurulduğunda; farklı bitkisel kaynaklardan elde edilen yağların kırılma indisi tespit edilerek hangi bitkisel kaynaklardan elde edildiği veya hangi yağların karıştırılması ile üretildiği hakkında bir fikir edinilebilir. Diğer taraftan bitkisel yağların hidrojenasyonu yöntemi ile margarin üretim prosesi süresince hammadde olarak kullanılan yağın kırılma indisi işlem süresince azalacaktır. Dolayısıyla kırılma indisi tayini, hidrojenasyon işleminin sonlandırılma zamanının belirlenmesinde faydalanılabilecek pratik bir analizdir. Yağların katılaştırılmasında veya margarin üretiminde kullanılan diğer metod olan interesterifikasyon işleminde kırılma indisi sayısı işlemin sürecinin kontrolünde önem taşımaktadır.

Yağın kırılma indisi ışığın dalga boyuna ve yağın sıcaklığına bağlıdır. Palm yağı dışındaki bitkisel yağlar 20 °C de sıvıdır. Ancak palm yağı 40° C'nin üzerinde erimektedir. Kırılma indisi analizi yapılacak yağlar önce filtreden geçirilir. 20°C'de sıvı olan yağlar 20 °C'de; diğer yağlar erime sıcaklığı derecesine göre 40°C, 60°C veya 80°C'de analiz edilir. Bu sıcaklıklardan farklı bir sıcaklıkta yapılan ölçümler için düzeltme faktörü kullanılarak uygun sıcaklık değeri hesaplanabilir.

## 1.5. Kullanılan araç gereçler

- Termometresi olan refraktometre
- Su banyosu

## 1.6. Analizin yapılışı

- Refraktometre prizmasının sıcaklığını ayarlamak için su banyosundaki su cihazdan geçirilir. Sirkülasyon sağlanarak prizma sıcaklığı sabit değerde tutulur.
- Refraktometrenin kalibrasyonu yapılır. Aydınlik ve karanlık sahaların kesişimi netleştirilir.
- Refraktometre prizmasının yüzeyi yumuşak bir bez ve sonra bir kaç damla çözücü madde (hekzan, petrol eteri) ile ıslatılmış pamukla silinir ve kurumaya bırakılır.
- Kullanılan cihazın kullanım talimatlarına uygun olarak ölçme yapılır. Deney numunesi prizmanın üzerine konulur. Kabarcık olmamasına dikkat edilir.
- Kırılma indisi virgülden sonra dört haneli okunur ve cihazın prizmasının sıcaklığı kaydedilir.
- Ölçümden sonra prizmanın yüzeyi yumuşak bir bez ve sonra bir kaç damla çözücü ile ıslatılmış pamukla silinir ve kurumaya bırakılır.
- Kırılma indisi 2 kez daha ölçülür ve üç ölçümün aritmetik ortalaması alınır. Elde edilen değer deney sonucu olarak kaydedilir.

Deney numunesinin kırılma indisi, aşağıdaki sıcaklıklardan birinde ölçülür:

- 20 °C ta tamamen sıvı olan yağlar için 20°C
- 20 °C ta tamamen erimeyen ancak 40°C'ta tamamen eriyen yağlar için 40°C

- 40 °C ta tamamen erimeyen ancak 50°C'ta tamamen eriyen yağlar için 50°C
- 50 °C ta tamamen erimeyen ancak 60°C'ta tamamen eriyen yağlar için 60°C
- Tamamen sertleşmiş yağlar veya mumlar gibi diğer yağlar için 80°C veya üzeri

Okumanın yapıldığı sıcaklık, standart sıcaklıktan farklı ise aşağıdaki düzeltme yapılmalıdır.

(Bu sıcaklıkla standart sıcaklık arasındaki fark 3°C'den fazla olmamalıdır).

$$n^t = n^{t_1} + (t_1 - t) \cdot F \quad (I)$$

$$n^t = n^{t_1} + (t - t_1) \cdot F \quad (II)$$

Eğer  $t_1$  değeri  $t$ 'den büyük ise (I) numaralı formül aksi halde (II) numaralı formül düzeltmede kullanılır. Bu formüllerdeki,

$t$  = Standart Sıcaklık (20 °C veya 40°C)

$t_1$  = Okumanın yapıldığı sıcaklık

$n^t$  = Standart Sıcaklıktaki kırılma indisi

$n^{t_1}$  = Okunan Kırılma İndisi

$F$  = Faktör 20 °C için 0.00035, 40 °C, 50 °C, 60 °C için 0.00036

Margarin gibi katı yağlarda analizin yapılışı;

- Yağ 50-60°C' de eritilir.
- Bir müddet karanlıkta bırakılır.
- Tortusu ayrıldıktan sonra kuru bir süzgeç kâğıdından süzülür ve alta geçen kısımdan alınan numune refraktometrenin prizmasını kapatacak şekilde numune sürülür.
- Daha sonra kapak kapatılarak vidalı başlık sıkıştırılır.
- Özel kısımdan sıcak su geçirilerek yağın ısısının 40°C de kalması sağlanır. Ardından optik kısımdan bakılarak karanlık ve aydınlık sahaların sınırına gelen rakam okunarak refraksiyon indisi bulunur.
- Çıkan değerler analiz sonuç raporuna yazılır.

Yağ	Kırılma İndisi
Zeytinyağı	1,468 - 1,470
Ayçiçek yağı	1,472 - 1,474
Mısırözü	1,470 - 1,474
Kolza	1,470 - 1,474
Soya	1,470 - 1,476
Pamuk	1,464 - 1,469

**Tablo 1.2: Bazı bitkisel yağların 20°C de yaklaşık kırılma indisleri**



**Şekil 1.1: Sıcaklık kontrollü Abbe refraktometresi**

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak bitkisel yağlarda kırılma indisi tayini yapınız.

**Uygulamada kullanılan araç gereç ve kimyasallar:** Termometresi olan refraktometre, su banyosu

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Analiz öncesi hazırlıklarını yapınız.	➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çalışma ortamınızı ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız. ➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.
➤ Refraktometre prizmasının sıcaklığını ayarlamak için su banyosundaki suyu cihazdan geçiriniz. Sirkülasyon sağlayarak prizma sıcaklığını sabit değerde tutunuz.	➤ Su banyosunun ve refraktometrenin su bağlantılarını dikkatli yapınız.
➤ Refraktometrenin kalibrasyonu yapınız.	➤ Aydınlik ve karanlık sahaların kesişimi netleştirilir.
➤ Refraktometre prizmasının yüzeyini yumuşak bir bez ve sonra bir kaç damla çözücü madde ( hekzan, petrol eteri) ile ıslatılmış pamukla siliniz ve kurumaya bırakınız.	➤ Prizma yüzeyine zarar vermemeye özen gösteriniz.
➤ Kullanılan cihazın kullanım talimatlarına uygun olarak ölçme yapınız. Deney numunesini prizmanın üzerine koyunuz.	➤ Kabarcık olmamasına dikkat ediniz.
➤ Kırılma indisini virgülden sonra dört haneli okuyunuz ve cihazın prizmasının sıcaklığını kaydediniz.	➤ Değerleri dikkatle not alınız.
➤ Ölçümden sonra prizmanın yüzeyini yumuşak bir bez ve sonra bir kaç damla çözücü ile ıslatılmış pamukla siliniz ve kurumaya bırakınız.	➤ Prizma yüzeyine zarar vermemeye özen gösteriniz.
➤ Kırılma indisi iki kez daha ölçülür ve üç ölçümün aritmetik ortalaması alınır. Elde edilen değer deney sonucu olarak kaydedilir.	➤ Hesaplamaları dikkatli yapınız.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi yağ asitlerinin özellikleri arasında yer almaz?  
A) Moleküldeki karbon atomu sayısı  
B) Doymuşluk derecesi  
C) Karbon atomları arasındaki çift bağ sayısı  
D) Karbon atomuna bağlı hidrojenlerin pozisyonu  
E) Karbon atomlarının diziliş şekli
2. Bitkisel yağlar aşağıdaki tohumlardan hangisinden elde edilmez?  
A) Ayçiçeği  
B) Buğday  
C) Soya  
D) Zeytin  
E) Aspir
3. Aşağıdakilerden hangisi rafinasyon işleminin basamaklarından değildir?  
A) Yapışkan maddelerin alınması ( Degumming)  
B) Asitliğin giderilmesi ( Nötralizasyon)  
C) Renksizleştirme (Dekolorizasyon)  
D) Koku yayma ( Dekompozisyon)  
E) Renklendirme (Kolorizasyon)
4. Aşağıdaki tanımlardan hangisi doğrudur?  
A) Kırılma indisi, bir maddede yol alan ışığın boşlukta yol alan ışığa göre ne kadar yavaş ilerlediğini gösteren bir katsayıdır.  
B) Kırılma indisi, bir maddede yol alan ışığın aynı maddede yol alan ışığa göre ne kadar yavaş ilerlediğini gösteren bir katsayıdır.  
C) Kırılma indisi, bir maddede yol alan ışığın boşlukta yol alan ışığa göre ne kadar hızlı ilerlediğini gösteren bir katsayıdır.  
D) Kırılma indisi, bir maddede yol alan ışığın boşlukta yol alan ışığa göre ne kadar yavaş gerilediğini gösteren bir katsayıdır.  
E) Kırılma indisi, bir maddede yol alan ışığın sıvılarda yol alan ışığa göre ne kadar yavaş ilerlediğini gösteren bir katsayıdır.
5. Aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?  
A) Yağ asidinin zincir uzunluğu arttıkça kırılma indisi yükselmektedir.  
B) Doymamış yağ asitlerinin miktarı arttıkça kırılma indisi yükselmektedir.  
C) Yağ asidinin zincir uzunluğu arttıkça kırılma indisi düşmektedir.  
D) Birden fazla çift bağ içeren yağ asidi miktarı arttıkça kırılma indisi yükselmektedir.  
E) Kırılma indisi virgülden sonra dört haneli olarak okunur.



**Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.**

6. Yağları diğer yapı taşlarından ayıran en önemli özellikleri; su gibi .....  
çözücülerde çözünmezken etil alkol, hekzan ve eter gibi .....  
çözücülerde çözünmeleridir.
7. Yağların bileşimini bünyelerinde buldukları ..... belirlemektedir.
8. Kırıcılık indisi ne kadar çoksa ışık o kadar yavaş hareket etmektedir ve  
..... büyümektedir.

**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D , yanlış ise Y yazınız.**

9. ( ) Yağın kırılma indisi ışığın dalga boyuna ve yağın sıcaklığına bağlıdır.
10. ( ) Ortamların kırıcılık indisleri ışığın o ortamdaki hızıyla ters orantılıdır.

## **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## ÖĞRENME KAZANIMI

Gerekli ortam sağlandığında bitkisel yağlarda tekniğine uygun olarak özgül ağırlık tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Özgül ağırlık tayininin bitkisel yağlar bakımından önemini araştırınız.
- Bitkisel yağlarda özgül ağırlık tayin yöntemlerini araştırınız.

## 2. BİTKİSEL YAĞLARDA ÖZGÜL AĞIRLIK TAYİNİ

Belirli bir sıcaklıkta belirli hacimdeki yağın ağırlığının aynı sıcaklık ve hacimdeki suyun ağırlığına oranı özgül ağırlık olarak tanımlanmaktadır.

Yağların özgül ağırlığı yapılarında bulunan yağ asitlerinin ağırlığına ve dağılımına bağlıdır. Yağ asitlerinin ağırlığı, moleküldeki karbon atomu sayısı, doymuşluk derecesi ve karbon atomları arasındaki çift bağ sayısına bağlı olarak değişmektedir.

Özgül ağırlık tayinleri yağların kaynağı hakkında fikir edinebilmek adına yapılmaktadır. Özellikle hile amacıyla sızma zeytinyağına diğer yağların karıştırılması sonucu elde edilen yeni yağın özgül ağırlığı değişecektir. Sızma zeytinyağının özgül ağırlığı 0,910- 0,916 arasında değişmektedir. Tablo 2.1’de bitkisel yağların özgül ağırlığına bakıldığı zaman sızma zeytin yağının diğer yağların özgül ağırlığından farklı olduğu görülmektedir. Bir sızma zeytinyağının 0,916 özgül ağırlığı değerinden yüksek bir özgül ağırlığına sahip olması yağda karışım olabileceğini düşündürmektedir. Bu durumda diğer yağ analizleri yapılarak durum tespiti yapılır.

Özgül ağırlık, iki ağırlığın bir birine oranı olması nedeniyle birimsiz bir özelliktir.

Bitkisel Yağlar	Özgül Ağırlık
Ayçiçeği yağı	0.918-0.923
Mısır yağı	0.917-0.925
Palm yağı	0.891-0.899 (50°C’de)
Fındık yağı	0.898–0.915
Soya yağı	0.919-0.925

**Tablo 2.1: Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliğine göre bitkisel yağların özgül ağırlıkları ( 20°C’de)**

Özgül ağırlık tayininin prensibi 20°C’de belirli hacimdeki yağın ağırlığının aynı sıcaklık ve hacimdeki damıtık suyun ağırlığına oranıdır.

## 2.1. Kullanılan Araç Gereçler

- Termostatlı sirkülasyonlu su banyosu ( $\pm 0,2$  °C hassasiyetli)
- Piknometre ( 50-100 ml hacimli)
- Etüv
- Desikatör
- Analitik terazi ( 0,0001 hassasiyetli)



Şekil 2.1: Piknometre

## 2.2. Analizin Yapılışı

- Piknometre cam yıkama çözeltisi ile yıkanır, durulanır. Distile sudan geçirildikten sonra etüvde kurutulur, desikatörde soğutulur ve kapağı kapalı olacak şekilde darası alınır.
- Tartım sonrasında piknometrenin içerisine 20°C den düşük sıcaklıktaki distile su doldurulur ve kapağı kapatılır. İçerisinde hava kabarcığı olmamasına dikkat edilir. Dolum esnasında piknometre içerisindeki hava kabarcıkları laboratuvar masasının üzerine konulmuş olan kuru havlu üzerine piknometre hafifçe vurularak çıkartılır.
- Piknometre 20°C ye ayarlanmış olan sirkülasyonlu su banyosuna konur.
- Piknometre kapağındaki kılcal borunun suyun sıcaklık artışı ile genleşmesi sonucu dolması beklenir. Piknometrenin kapağındaki kılcal borunun su dolması piknometrenin içerisindeki sıvının ısındığı ve genleştiğinin belirtisidir.
- Piknometrenin kapağındaki kılcal borudaki sıvı akışı kesilene kadar beklenir. Akışı durması piknometrenin içerisindeki sıvının sıcaklığının su banyosunun ayarlanan sıcaklığına geldiğini ve sabitlendiğini gösterir.
- Piknometre su banyosundan çıkartılır.
- Piknometrenin yüzeyi temiz havlu kâğıt ile kurutulur. Tartım yapılır. Virgülden sonra dört hane kaydedilir.
- Piknometrenin içerisindeki su boşaltılarak etüvde kurutulur, desikatörde soğutulur.
- Piknometrenin içerisine hava kabarcığı kalmamasına dikkat edilerek yağ numunesinden doldurulur. Yağ numunesinin sıcaklığının 20°C’den düşük olması mutlak gereklidir.

- Piknometre 20°C'ye ayarlı su banyosuna konur. Numunedeki sıcaklığın sabitlenmesi beklenir. Bu süreçte piknometrenin içerisindeki yağ ısınır ve genişir. Piknometrenin kapağındaki kılcal borudan dışarıya yağ akışı gerçekleşir. Yağ akışı durduğunda sıcaklık sabitlenmiştir. Taşan yağ silinir kapak kapatılır.
- Piknometre su banyosundan çıkartılır.
- Piknometrenin yüzeyi temiz havlu kağıt ile kurutulur. Tartım yapılır. Virgülden sonra dört hane kaydedilir.
- Aşağıdaki formülde değerler yerine konularak hesaplama yapılır.

$$\text{Özgül Ağırlık} = \frac{m - a}{m_1 - a}$$

a: 20°C'de piknometrenin darası (g)

m: 20°C'de yağ dolu piknometrenin ağırlığı (g)

m<sub>1</sub>: 20°C'de damıtık su dolu piknometrenin ağırlığı (g)

**Örnek:** Bir piknometrenin kuru ağırlığı 20,1923 g'dır. Bu piknometrenin içerisine saf su doldurulduktan sonra 20°C de tartım yapılmış ve ağırlığı 68,1071 g olarak ölçülmüştür. Aynı piknometre kurutulup yağ numunesi ile 20°C'de tartım yapılmış ve ağırlığı 68,5426 g olarak ölçülmüştür. Yağ numunesinin özgül ağırlığını hesaplayınız ve yukarıda verilen çizelgedeki özgül ağırlıkları dikkate alarak hangi yağ ya da yağlar olabileceğini tartışınız.

**Çözüm:**

a: 20,1923 g

m: 68,1071 g

m<sub>1</sub>: 72,1881 g

$$\text{Özgül Ağırlık} = \frac{68,1071 - 20,1923}{72,1881 - 20,1923}$$

$$\text{Özgül Ağırlık} = \frac{47,9148}{51,9958}$$

$$\text{Özgül Ağırlık} = 0,9215$$

Yağ numunesi çizelgeye göre; ayçiçeği, mısır ve soya yağı olabilir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak bitkisel yağlarda özgül ağırlık tayini yapınız.

**Uygulamada kullanılan araç gereçler:** Termostatlı sirkülasyonlu su banyosu, piknometre, etüv, desikatör, analitik terazi

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Analiz öncesi hazırlıklarını yapınız.	➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çalışma ortamınızı ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız. ➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz
➤ Piknometreyi cam yıkama çözeltisi ile yıkayınız, durulayınız ve distile sudan geçirildikten sonra etüvde kurutunuz, desikatörde soğutunuz ve kapağı kapalı olacak şekilde darasınız alınız.	➤ Yıkama çözeltisi koroziftir el ile temastan kaçınınız.
➤ Tartım sonrasında piknometrenin içerisine 20oC den düşük sıcaklıktaki distile su doldurunuz ve kapağı kapatınız. İçerisinde hava kabarcığı olmamasına dikkat ediniz.	➤ Dolum esnasında piknometre içerisindeki hava kabarcıklarını laboratuvar mamasının üzerine konulmuş olan kuru havlu üzerine piknometreyi hafifçe vurarak çıkartınız.
➤ Piknometreyi 20oC'ye ayarlanmış olan sirkülasyonlu su banyosuna koyunuz.	➤ Su banyosunun sıcaklık kontrolünü unutmayınız.
➤ Piknometre kapağındaki kılcal borunun su ile dolmasını gözlemleyiniz.	➤ Kılcal borudaki değişimi dikkat ile gözlemleyiniz.
➤ Piknometre kapağındaki kılcal borudaki sıvı akışı kesilene kadar bekleyiniz.	➤ Sıvı akışını dikkat ile gözlemleyiniz.
➤ Piknometreyi su banyosundan çıkartınız ve yüzeyini temiz bir havlu kağıt ile kurutup tartım yapınız.	➤ Okunan değeri virgülden sonra dört hane kaydediniz.
➤ Piknometrenin içerisindeki suyu boşaltıp etüvde kurutunuz ve desikatörde soğutunuz.	➤ Elinizi yakmamaya özen gösteriniz.
➤ Aynı işlemi yağ numunesinde gerçekleştiriniz.	➤ Piknometreye yağ koyarken yağın piknometrenin dışına taşmamasına özen gösteriniz.
➤ Elde ettiğiniz değerleri formülde yerine koyarak hesaplama yapınız.	➤ Hesaplamaları dikkat ile gerçekleştiriniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıda verilen bitkisel yağların özgül ağırlıklardan hangisi yanlıştır?  
A) Ayçiçeği yağının özgül ağırlığı:0,950-0,963  
B) Mısır yağının özgül ağırlığı: 0,917-0,925  
C) Fındık yağının özgül ağırlığı: 0,898-0,915  
D) Soya yağının özgül ağırlığı: 0,919-0,925  
E) Palm yağı özgül ağırlığı: 0,891-0,899
2. Özgül ağırlık tayini yapılırken hangi cam malzeme kullanılır?  
A) Mikrometre  
B) Higrometre  
C) Piknometre  
D) Kondüktivimetre  
E) Refraktometre

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

3. Belli bir sıcaklıkta belirli hacimdeki yağın ağırlığının aynı sıcaklık ve hacimdeki suyun ağırlığına oranı ..... olarak tanımlanmaktadır.
4. Sızma zeytinyağının özgül ağırlığı ..... arasında değişmektedir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D yanlış ise Y yazınız.

5. ( ) Piknometre cam yıkama çözültisi ile yıkanır, durulanır. Distile sudan geçirildikten sonra etüvde kurutulur, desikatörde soğutulur ve kapağı açık olacak şekilde darası alınır.
6. ( ) Özgül ağırlık, iki ağırlığın bir birine oranı olması nedeniyle birimsiz bir özelliktir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## ÖĞRENME KAZANIMI

Gerekli ortam sağlandığında tekniğine uygun olarak bitkisel yağlarda asitlik tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Asitliğin bitkisel yağlar açısından önemini araştırınız.
- Bitkisel yağlarda asitlik yağ tayini yöntemlerini araştırınız.

## 3. BİTKİSEL YAĞLARDA ASİTLİK TAYİNİ

Yağlarda asitlik, serbest yağ asitlerinin toplamı olarak ifade edilir. Serbest yağ asitliği ise yağlarda gliserit ile esterleşmemiş yağ asitlerinin oleik asit cinsinden miktarı olarak ifadesidir. Yağlarda bozulma reaksiyonlarının başlangıcının bir göstergesidir.

Yağlarda yüksek oranda bulunabilecek serbest yağ asitleri yağın tat ve kokusunu, dayanıklılığını olumsuz yönde etkiler. Yemeklik bitkisel yağlarda yüksek yağ asidi miktarı kaliteyi düşüren bir unsur olarak kabul edilmektedir.

Yağlı tohum (ayçekirdeği, kolza, pamuk çiğiti, soya, mısır) ve yağlı meyveler (zeytin, fındık, palm), ham yağlar ( rafinasyon işlemi yapılmamış) ve rafine yağlar uygun şekilde depolanmaz veya işlenmezse gliserol molekülü ile esterleşmiş yağ asitleri hidroliz yoluyla serbestleşir. Yağın acılaşmasına neden olur. Bununla birlikte serbestleşen yağ asitleri eğer doymamış yağ asitleri ise bunlar hızla okside olarak yağın tüketilemez hale gelmesine neden olur. Bu süreci ışık ve sıcaklık hızlandırır. Bu nedenle yağlı tohumlar ve meyveler hasattan sonra hızla kurutulmalı, serin ve karanlık bir ortamda depolanmalıdır.

Yağlarda serbest yağ asitleri toplamı **oleik asit yüzdesi** olarak belirtilir. Yağlardaki asitlik durumu asit yüzdesi olarak belirtilebileceği gibi 1g yağın nötrleşmesi için gerekli olan KOH'un mg olarak ağırlığı şeklinde de belirtilebilir. Buna **asit sayısı** denir.

Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemeklik Yağlar Tebliği'ne göre asit sayısı;

- Rafine yağlarda; en çok 0,6 mg KOH /g yağ,
- Soğuk preslenmiş ve sızma yağlarda; en çok 4,0 mg KOH/g yağ,
- Sızma palm yağında; en çok 10,0 mg KOH/g yağ olarak belirtilmiştir.

Yağlarda asitlik tayini titrimetrik metod kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

### 3.1. Kullanılan Araç Gereçler

- Erlenmayer
- Büret
- Analitik terazi
- Damlalık

### 3.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler

- 0,1 N NaOH çözeltisi ( 4 g NaOH tartılır, 1 litreye damıtık su ile tamamlanır.) veya
- 0,1 N KOH çözeltisi (5,6 g KOH tartılır, etil alkol ilave edilerek 1 litreye tamamlanır.)
- %1 lik fenolftalein çözeltisi (1 g fenolftalein tartılır, etil alkol ilave edilerek 100 ml ye tamamlanır.)
- 1:1 hacim oranında etil alkol-dietil eter karışımı

### 3.3. Analizin Yapılışı

- 5-10 g örnek erlenmayer içerisine tartılır.
- Üzerine 50 ml etil alkol- eter karışımı ilave edilir.
- Bir kaç damla fenolftalein damlatılır.
- Bürete konan 0.1 N NaOH veya 0.1 N KOH çözeltisi ile renk pembe oluncaya kadar titrasyon yapılır.
- Titrasyonda harcanan miktar kaydedilir ve aşağıdaki formülde değerler yerine konularak hesaplama yapılır.

$$\text{Serbest Yağ Asitliği (\%Oleik asit cinsinden)} = \frac{V \times N \times 28,2}{m}$$

V: Titrasyonda sarf edilen NaOH' in miktarı (ml)

N: NaOH çözeltisinin normalitesi

m: Numune ağırlığı

28,2: 282 (Oleik asidin molekül ağırlığı)  $\times 100/1000$

$$\text{Asit Sayısı (mg KOH/g yağ)} = \frac{V \times N \times 56}{m}$$

V: Titrasyonda sarfedilen KOH in miktarı (ml)

N: KOH in normalitesi

m: Numune ağırlığı

56: KOH un molekül ağırlığı



**Örnek:** Marketten alınan bir ayçiçek yağı örneğinden 5,71 g alınarak 0,1 N NaOH ile titre edilmiş ve titrasyondan 14 ml harcanmıştır. Buna göre bu yağın serbest yağ asitliğini oleik asit cinsinden hesaplayınız. (NaOH in normalitesi 0,1)

**Çözüm:**

V:14 ml

N: 0,1

m:5,71g

$$\text{Serbest Yağ Asitliği (\%Oleik asit cinsinden)} = \frac{V \times N \times 28,2}{m}$$

$$\text{Serbest Yağ Asitliği (\%Oleik asit cinsinden)} = \frac{14 \times 0,1 \times 28,2}{5,71}$$

$$\text{Serbest Yağ Asitliği (\%Oleik asit cinsinden)} = \frac{39,48}{5,71}$$

$$\text{Serbest Yağ Asitliği (\%Oleik asit cinsinden)} = 6,91$$

**Örnek:** Marketten alınan bir ayçiçek yağı örneğinden 5,71 g alınarak 0,1 N KOH ile titre edilmiş ve titrasyondan 14 ml harcanmıştır. Buna göre bu yağın asit sayısını hesaplayınız. (KOH in normalitesi 0,1)

**Çözüm:**

V:14 ml

N: 0,1N

m:5,71g

$$\text{Asit Sayısı} = \frac{V \times N \times 56}{m}$$

$$\text{Asit Sayısı} = \frac{14 \times 0,1 \times 56}{5,71}$$

$$\text{Asit Sayısı} = \frac{78,4}{5,71}$$

$$\text{Asit Sayısı} = 13,75 \text{ mg KOH/ g yağ}$$

Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemelik Yağlar Tebliği'ne göre asit sayısı rafine yağlarda; en çok 0,6 mg KOH /g yağ olduğu için bu yağ asit sayısı çok yüksektir ve tüketime uygun değildir.

## DEĞERLER ETKİNLİĞİ

Aşağıda verilen etkinliği sınıf ortamında arkadaşlarınızla gerçekleştiriniz.

Laboratuvarda bulunan organik çözücüleri ve diğer riskli kimyasalların talimatlarını dikkatli okumak ve gereken önlemleri almak ile ilgili bir sunu hazırlayınız ve sunu sonunda arkadaşlarınızla tartışarak değerlendirme yapınız.

<b>Değer</b>	Sorumluluk bilinci
<b>Konu</b>	Organik çözücüleri ve diğer riskli kimyasalların talimatlarını dikkatli okumak ve gereken önlemleri almak
<b>Etkinlikler</b>	Sunu hazırlama Birlikte değerlendirme
<b>Kavramlar</b>	Birlikte iş yapabilme, sorumluluk, yardımlaşma, arkadaşlık
<b>Yöntem</b>	Gözlem Beyin fırtınası Düz anlatım Değer açıklama Tartışma Uygulama
<b>Yaklaşımlar</b>	Değer analizi Değer açıklama
<b>Kazanımlar</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sorumluluk bilinci ve kimyasallar ile çalışırken dikkatli olma bilincini kazanır.</li><li>2. Birlikte iş yapabilmenin daha etkili sonuçlar ortaya çıkardığını fark eder.</li><li>3. Arkadaşlık ve dostluk ilişkilerinin önemini kavrar.</li><li>4. Sorumlu olmayı öğrenir.</li><li>5. Etkili sunum becerilerinin geliştirilmesinin önemini fark eder.</li></ol>
<b>Araç-Gereçler</b>	Akıllı tahta, bilgisayar, laboratuvar ortamı

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak bitkisel yağlarda asitlik tayini yapınız.

**Uygulamada kullanılan araç gereç ve kimyasallar:** Erlenmayer, büret, analitik terazi, 0,1 N NaOH çözeltisi, 0,1 N KOH çözeltisi, %1' lik fenolftalein çözeltisi, etil alkol-dietil eter karışımı

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Analiz öncesi hazırlıklarını yapınız.	➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çalışma ortamınızı ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız. ➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.
➤ 5-10 g örneği erlenmayer içerisine tartınız.	➤ Tartımda dikkatli olunuz yağı erlenmayer dışına bulaştırmayınız.
➤ Üzerine 50 ml etil alkol- eter karışımı ilave ediniz ve bir kaç damla fenolftalein damlatınız.	➤ İşlemi çeker ocak altında gerçekleştiriniz. Kimyasallar ile çalışırken dikkatli olunuz.
➤ Bürete koyduğunuz NaOH veya KOH çözeltisi ile renk pembe oluncaya kadar titrasyon yapınız.	➤ Büret okumasında dikkatli olunuz ve renk dönüşümünü kaçırmamaya özen gösteriniz.
➤ Harcadığınız miktarı kaydedip formülde değerleri yerine koyunuz ve hesaplamaları yapınız.	➤ Hesaplamaları özenle gerçekleştiriniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki tanımlardan hangisi doğrudur?
  - A) Serbest yağ asitliği, yağlarda gliserit ile esterleşmemiş yağ asitlerinin oleik asit cinsinden miktarı olarak ifadesidir.
  - B) Serbest yağ asitliği, yağlarda gliserit ile esterleşmemiş yağ asitlerinin linolenik asit cinsinden miktarı olarak ifadesidir.
  - C) Serbest yağ asitliği, yağlarda gliserit ile esterleşmemiş yağ asitlerinin araşidik asit cinsinden miktarı olarak ifadesidir.
  - D) Serbest yağ asitliği, yağlarda gliserit ile esterleşmemiş yağ asitlerinin sitrik asit cinsinden miktarı olarak ifadesidir.
  - E) Serbest yağ asitliği, yağlarda gliserit ile esterleşmemiş yağ asitlerinin gliserol asit cinsinden miktarı olarak ifadesidir.
2. Aşağıdaki tanımlardan hangisi doğrudur?
  - A) Yemelik bitkisel yağlarda yüksek protein asidi miktarı kaliteyi düşüren bir unsur olarak kabul edilmektedir.
  - B) Yemelik bitkisel yağlarda düşük yağ asidi miktarı kaliteyi düşüren bir unsur olarak kabul edilmektedir.
  - C) Yemelik bitkisel yağlarda yüksek yağ asidi miktarı kaliteyi yükselten bir unsur olarak kabul edilmektedir.
  - D) Yemelik bitkisel yağlarda yüksek yağ asidi miktarı kaliteyi düşüren bir unsur olarak kabul edilmektedir.
  - E) Yemelik bitkisel yağlarda yüksek oleik yağ asit miktarı kaliteyi düşüren bir unsur olarak kabul edilmektedir.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

3. Yağlarda asitlik, ..... toplamı olarak ifade edilir.
4. Hidroliz yoluyla serbestleşen yağ asitleri yağın ..... neden olur.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

5. ( ) Yağlarda asitlik tayini titrimetrik metod kullanılarak belirlenmektedir.
6. ( ) Serbest yağ asitliğinde görülen azalma yağlarda bozulma reaksiyonlarının başlangıcının bir göstergesidir.
7. ( ) Yağların bozulma sürecini ışık ve sıcaklık hızlandırır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-4

## ÖĞRENME KAZANIMI

Gerekli ortam sağlandığında bitkisel yağlarda tekniğine uygun olarak sabunlaşma sayısı tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Sabunlaşma sayısının bitkisel yağlardaki rolünü araştırınız.
- Bitkisel yağlarda sabunlaşma sayısı tayininde kullanılan yöntemleri araştırınız.

## 4. BİTKİSEL YAĞLARDA SABUNLAŞMA SAYISI TAYİNİ

Bitkisel yağların tamamına yakını gliserol ve üç yağ asidinin esterleşmesi ile oluşan trigliseritlerden oluşmaktadır. Trigliseritlerin özelliklerini; yağ asitlerinin zincir uzunluğu, doymuşluk derecesi, çift bağların pozisyonları gibi yağ asitlerine ait özellikler belirler.

Yağ asitlerinin sodyum ya da potasyum tuzları sabun olarak adlandırılmaktadır. Sabunlaşma sayısı, bir gram yağın sabunlaşması sırasında açığa çıkan serbest yağ asitlerini nötralize etmek için gereken potasyum hidroksit mg olarak miktarıdır.

Bir trigliserit molekülünde esterleşmiş olan yağ asitlerinin uzunluğu ya da molekül ağırlığı arttıkça sabunlaşma sayısı değeri düşmektedir. Bitkisel yağların sabunlaşma sayısı o bitkisel yağı oluşturan trigliseridin molekül ağırlığı ile ters orantılıdır. Bir diğer ifade ile kısa zincirli yağ asitlerinden oluşan bir trigliseridin sabunlaşma sayısı yüksek iken uzun zincirli yağ asitlerinden oluşan bir trigliseridin sabunlaşma sayısı düşüktür.

Sabunlaşma sayısı bitkisel yağı oluşturan trigliserit molekülünün büyüklüğünü tespit etmek için de kullanılır. Böylece analiz edilen yağın gerçekten belirtilen yağ olup olmadığı konusunda bilgi verir.

Bitkisel Yağlar	Sabunlaşma Sayısı
Ayçiçeği yağı	188-194
Mısır yağı	187-195
Palm yağı	190-209
Fındık yağı	188-198
Soya yağı	189-195

**Tablo 4.1: Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliğine göre bitkisel yağların sabunlaşma sayısı ( mg KOH/ g yağ)**

Sabunlaşma sayısı tayininde; belirli bir miktar yağ numunesi, belirli miktarda ve ayarlı bir alkollü KOH ile kaynatılarak sabunlaştırılır. Sabunlaşma sonunda KOH in fazlası yine ayarlı bir asit çözeltisi ile titre edilerek sabunlaşmada kullanılan KOH miktarı belirlenir.

#### 4.1. Kullanılan Araç Gereçler

- Analitik terazi ( 0,001 duyarlılıkta)
- Ağzı şilifli cam balon ( 200 ml)
- Geri soğutucu
- Pipet ( 25 ml)
- Büret ( 50 ml)

#### 4.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler

- % 1'lik fenolftalein çözeltisi
- 0,5 N KOH çözeltisi
- 0,5 N HCl çözeltisi

#### 4.3. Analizin Yapılışı

- Cam balon içerisine 2 g deney numunesi tartılır.
- Cam balon üzerine 25 ml 0,5 N KOH eklenir.
- Cam balon geri soğutucuya bağlanır. Belirli aralıklar ile karıştırılarak bir saat kaynatılır.
- Bir saat sonunda pipet yardımı ile geri soğutucunun üstünden balona doğru yıkama yapılır.
- Balon geri soğutucu düzeneğinden çıkartılır.
- Üzerine 4-5 damla fenolftalein ilave edilir.
- HCl ile renksiz nokta görülünceye kadar titre edilir.
- Titrasyon sonunda elde edilen değerler aşağıdaki formülde yerine koyularak hesaplama yapılır.

$$\text{Sabunlaşma Sayısı ( mg KOH/g yağ)} = \frac{V \times 28,05}{m}$$

V: Titrasyonda harcanan HCl miktarı (ml)

m: Deney numunesi ağırlığı (g)

28,05: 0,5 N KOH çözeltisinin 1 ml sinde bulunan KOH miktarı

**Örnek:** Bir ayçiçek yağının sabunlaşma sayısı analizi için 14 ml 0,5 N HCl çözeltisi sarf edilmiştir. Örnek ağırlığı 2,02 g ise bu yağ numunesinin sabunlaşma sayısı değeri nedir?

**Çözüm:**

V: 14 ml

m: 2,02 g

$$\text{Sabunlaşma Sayısı} = \frac{14 \times 28,05}{2,02}$$

$$\text{Sabunlaşma Sayısı} = \frac{392,7}{2,02}$$

Sabunlaşma Sayısı = 194,4 mg KOH/ g yağ



**Resim 4.1: Sabunlaşma sayısı deney düzeneği**

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak bitkisel yağlarda sabunlaşma sayısı tayini yapınız.

**Uygulamada kullanılan araç gereç ve kimyasallar:** Analitik terazi ağız şilifli cam balon, geri soğutucu, pipet, büret, fenolftalein çözeltisi, KOH çözeltisi, HCl çözeltisi

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Analiz öncesi hazırlıklarını yapınız.	➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çalışma ortamınızı ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız. ➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.
➤ Cam balon içerisine 2 g deney numunesi tartınız.	➤ Tartım işleminde dikkatli olunuz.
➤ Üzerine 25 ml 0,5 N KOH ekleyiniz.	➤ Kimyasallar ile çalışırken dikkatli olunuz.
➤ Cam balonu geri soğutucuya bağlayınız. Belirli aralıklar ile karıştırılarak bir saat kaynatınız.	➤ Kaynamanın düzenli bir şekilde gerçekleşmesini sağlayınız. Ani ısı artışı olmamasına özen gösteriniz.
➤ Bir saat sonunda pipet yardımı ile geri soğutucunun üstünden balona doğru yıkama yapınız. Balonu geri soğutucu düzeneğinden çıkartınız.	➤ Geri soğutucunun yüzeyindeki sıvının tamamını balona aktarınız.
➤ Numunenin üzerine 4-5 damla fenolftalein ilave ediniz.	➤ Gereğinden fazla fenolftalein kullanmayınız.
➤ HCl ile renksiz nokta görülünceye kadar titre ediniz.	➤ Titrasyon dönüm noktasını kaçırmayınız.
➤ Titrasyon sonunda elde ettiğiniz değeri formülde yerine koyarak hesaplama yapınız.	➤ Hesaplamalarda dikkatli olunuz.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki tanımlardan hangisi doğrudur?  
A) Yağ asitlerinin sodyum ya da potasyum asitleri sabun olarak adlandırılmaktadır.  
B) Yağ asitlerinin kalsiyum ya da magnezyum tuzları sabun olarak adlandırılmaktadır.  
C) Yağ asitlerinin sodyum ya da potasyum tuzları sabun olarak adlandırılmaktadır.  
D) Yağ bazlarının sodyum ya da potasyum tuzları sabun olarak adlandırılmaktadır.  
E) Yay bazlarının potasyum ya da sodyum tuzları sabun olarak adlandırılmaktadır.
2. Aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?  
A) Sabunlaşma sayısı bitkisel yağ oluşturulan monogliserit molekülünün büyüklüğünü tespit etmek için de kullanılır.  
B) Sabunlaşma sayısı bitkisel yağ oluşturulan trigliserit molekülünün büyüklüğünü tespit etmek için de kullanılır.  
C) Sabunlaşma sayısı bitkisel yağ oluşturulan trigliserit molekülünün izomerini tespit etmek için de kullanılır.  
D) Sabunlaşma sayısı bitkisel yağ oluşturulan tetragliserit molekülünün büyüklüğünü tespit etmek için de kullanılır.  
E) Sabunlaşma sayısı bitkisel yağ oluşturulan tetragliserit molekülünün küçüklüğünü tespit etmek için de kullanılır.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

3. ...., bir gram yağın sabunlaşması sırasında açığa çıkan serbest yağ asitlerini nötralize etmek için gereken potasyum hidroksitin mg olarak miktarıdır.
4. Bitkisel yağların sabunlaşma sayısı o bitkisel yağ oluşturulan trigliseridin ..... ile ters orantılıdır.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

5. ( ) Bir trigliserit molekülünde esterleşmiş olan yağ asitlerinin uzunluğu ya da molekül ağırlığı azaldıkça sabunlaşma sayısı değeri düşmektedir.
6. ( ) Kısa zincirli yağ asitlerinden oluşan bir trigliseridin sabunlaşma sayısı yüksek iken uzun zincirli yağ asitlerinden oluşan bir trigliseridin sabunlaşma sayısı düşüktür.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-5

## ÖĞRENME KAZANIMI

Gerekli ortam sağlandığında bitkisel yağlarda tekniğine uygun olarak peroksit sayısı tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Peroksit sayısının bitkisel yağlardaki rolünü araştırınız.
- Bitkisel yağlarda peroksit sayısı tayininde kullanılan yöntemleri araştırınız.

## 5. BİTKİSEL YAĞLARDA PEROKSİT SAYISI TAYİNİ

Oksidasyon bitkisel yağların temel bozulma sebebidir. Oksidasyonun ilk basamağında doymamış yağ asitleri ile oksijen reaksiyona girer ve aktif oksijen içeren peroksitler oluşur.

Yağ oksidasyonu oksijen, metal iyonları, sıcaklık ve ışığın etkisi ile hızlanır. Yağ zincirleme oksidasyon reaksiyonlarına maruz kalarak tüketilemeyecek hale gelir.

Bitkisel yağlarda peroksit sayısının tayini aktif oksijen miktarının ölçüsü olup 1 kg yağda bulunan peroksit oksijeninin milieşdeğer gram olarak sayısıdır.

Peroksit sayısı tayininin esası, potasyum iyodürün yağdaki peroksit oksijeni ile okside olarak iyodun serbest hale geçmesi ve bu serbest haldeki iyodun da tiyosülfat ile titre edilerek miktarının bulunmasıdır.

Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemeklik Yağlar Tebliği'ne göre peroksit sayısı:

- Rafine yağlarda; en çok 10 meq O<sub>2</sub> / kg yağ,
- Soğuk preslenmiş ve natürel yağlarda; en çok 15 meq O<sub>2</sub> / kg yağ, olarak belirtilmiştir.

### 5.1. Kullanılan Araç Gereçler

- Ağzı şilifli erlenmayer ( 250 ml'lik kapaklı)
- Büret

### 5.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler

- Asetik asit- izooktan karışımı (60 ml asetik asit ile 40 ml izooktanın karıştırılması ile hazırlanır.)

- Potasyum iyodür çözeltisi (14 gr potasyum iyodür tartılır ,8 ml su ile çözündürülür.)
- Sodyum tiyosülfat çözeltisi (0,1 normal hazırlanışında 24,82 g Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O, kaynatılmış su ile yıkanmış 1 litrelik bir ölçülü balonuna alınır. Kaynatılmış ve soğutulmuş saf suda çözülerek aynı su ile 1 litreye tamamlanır. Hazırlanan bu stok çözeltiliden 0,002N veya 0,01N çözeltili hazırlanır.)
- Nişasta çözeltisi (%1 lik)

### 5.3. Analizin Yapılışı

- Numuneden uygun miktar 0.001g duyarlılıkla erlenmayer içerisine tartılır.( Beklenen peroksit değeri 1 ile 30 arasında ise 5 g, beklenen peroksit değeri 0 ile 1 arasında ise 10 g'dır. )
- Üzerine 50 ml asetik asit izooktan karışımından ilave edilir ve çalkalanır.
- Erlene 0,5 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi ilave edilir, ağzı kapatılır ve 1 dk. çalkalanır.
- 100 ml saf su eklenir.
- 0,5 ml nişasta çözeltisini ekledikten sonra hemen açığa çıkan iyot 0,01 N ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisi ile koyu mor renkten , renksiz hale gelinceye kadar titre edilir. Çözelti 30 s süresince renksiz kalınca titrasyona son verilir.
- Titrasyonda harcanan miktar kaydedilir.
- Aşağıdaki formülde değerler yerine koyularak hesaplama yapılır.

$$\text{Peroksit Sayısı(miliequivalent O2/kg yağ)} = \frac{V \times N \times 1000}{m}$$

**V:** Numune için titrasyonda harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin miktarı (ml)

**N:** Sodyum tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

**m:** Kullanılan numune miktarı (g)

**Örnek:** Bir sızma zeytinyağı örneğinde peroksit analiz yapılmış ve 5,01 g örnek alınıp 0,01 N sodyum tiyosiyonat çözeltisi ile titrasyon sonucu 7,5 ml sarfiyat gözlenmiştir. Bu zeytinyağının peroksit değerini hesap ediniz.

**Çözüm:**

V:7,5 ml

N:0,01N

m:5,01g

$$\text{Peroksit Sayısı} = \frac{7,5 \times 0,01 \times 1000}{5,01}$$

$$\text{Peroksit Sayısı} = \frac{7,5}{5,01}$$

Peroksit Sayısı=1,497 miliequivalent O2/ kg yağ

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak bitkisel yağlarda peroksit sayısı tayini yapınız.

**Uygulamada kullanılan araç gereç ve kimyasallar:** Ağzı şilifli erlenmayer, büret, asetik asit izooktan karışımı, potasyum iyodür çözeltisi, sodyum tiyosülfat , nişasta çözeltisi

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Analiz öncesi hazırlıklarını yapınız.	➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çalışma ortamınızı ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız. ➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.
➤ Numuneden uygun miktar 0.001g duyarlılıkla erlenmayer içerisine tartınız.	➤ Numune miktarını kaydetmeyi unutmayınız.
➤ Üzerine 50 ml asetik asit-izooktan karışımından ilave ediniz ve çalkalayınız.	➤ Kimyasallar ile çalışırken dikkatli olunuz.
➤ Erlene 0,5 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi ilave ediniz, ağzını kapatınız ve 1 dak. süre ile çalkalayınız.	➤ Kimyasallar ile çalışırken dikkatli olunuz.
➤ Karışıma 100 ml saf su ekleyiniz.	➤ Kimyasallar ile çalışırken dikkatli olunuz.
➤ Üzerine 0,5 ml nişasta çözeltisini ekledikten sonra hemen açığa çıkan iyot 0,01 N ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisi ile koyu mordan renksiz hale gelinceye kadar titre ediniz.	➤ Çözelti 30 s süresince renksiz kalınca titrasyona son veriniz.
➤ Titrasyonda harcadığınız miktarı kaydediniz. Değerleri formülde yerine koyup hesaplamaları gerçekleştiriniz.	➤ Hesaplamaları özenle gerçekleştiriniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?  
A) Oksidasyon bitkisel yağların temel bozulma sebebidir.  
B) Redüksiyon bitkisel yağların temel bozulma sebebidir.  
C) Fraksiyon bitkisel yağların temel bozulma sebebidir.  
D) İnovasyon bitkisel yağların temel bozulma sebebidir.  
E) Rafinasyon bitkisel yağların temel bozulma sebebidir.
2. Aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?  
A) Yağ oksidasyonu oksijen, metal iyonları, sıcaklık ve ışığın etkisi ile yavaşlar.  
B) Yağ oksidasyonu oksijen, bakır iyonları, sıcaklık ve ışığın etkisi ile hızlanır.  
C) Yağ oksidasyonu oksijen, metal iyonları, sıcaklık ve ışığın etkisi ile hızlanır.  
D) Yağ oksidasyonu karbondioksit, metal iyonları, sıcaklık ve ışığın etkisi ile hızlanır.  
E) Yağ oksidasyonu oksijen, ametal iyonları, sıcaklık ve ışığın etkisi ile hızlanır.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

3. Oksidasyonun ilk basamağında doymamış yağ asitleri ile ..... reaksiyona girer.
4. Bitkisel yağlarda ..... tayini aktif oksijen miktarının ölçüsü olup 1 kg yağda bulunan peroksit oksijeninin mili eşdeğer gram olarak sayısıdır.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

5. ( ) Peroksit sayısı tayininin esası, potasyum iyodürün yağdaki peroksit oksijeni ile okside olarak iyodun serbest hale geçmesi ve bu serbest haldeki iyodun da tiyosülfat ile titre edilerek miktarının bulunmasıdır.
6. ( ) Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemeklik Yağlar Tebliği'ne göre peroksit sayısı rafine yağlarda en çok 30 meq O<sub>2</sub> / kg yağdır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-6

## ÖĞRENME KAZANIMI

Gerekli ortam sağlandığında bitkisel yağlarda tekniğine uygun olarak iyot sayısı tayini yapabileceksiniz.

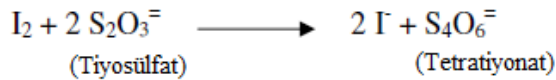
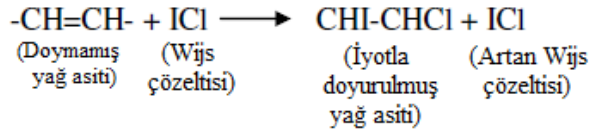
## ARAŞTIRMA

- İyot sayısı tayininin bitkisel yağlardaki rolünü araştırınız.
- Bitkisel yağlarda iyot sayısı tayininde kullanılan yöntemleri araştırınız.

## 6. BİTKİSEL YAĞLARDA İYOT SAYISI TAYİNİ

İyot sayısı, 100 kısım yağın bağlayabildiği iyot miktarını gösterir ve yağın doymuşluk, doymamışlık derecesi hakkında fikir verir.

İyot sayısı tayin edilirken yağ, wijs çözeltisi içindeki iyot monoklorür ile muamele edilerek çift bağlara iyot bağlanır. Sonra ortama KI verilerek yağa bağlanmayan monoklorürdeki iyot elementel hale getirilir. İyot miktarı ayarlı sodyum tiosülfat çözeltisi ile titre edilerek bulunur.



veya



Bitkisel Yağlar	İyot Sayısı
Ayçiçeği yağı	118-141
Mısır yağı	103-135
Palm yağı	50-55
Fındık yağı	81-92
Soya yağı	124-139

Tablo 6.1. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliğine göre bitkisel yağların iyot sayısı (Wijs)

İyot sayısı, hidrojene yağ yapımında kullanılacak hidrojen miktarının hesabında kullanılabilirdiği gibi hidrojenasyonun kontrolünde de kullanılır.

## 6.1. Kullanılan Araç Gereçler

- Analitik terazi ( 0,001 g hassasiyetli)
- Otomatik pipet
- Erlenmayer ( 500 ml'lik ağzı kapaklı)
- Balon joje ( 1000 ml'lik)
- Pipet ( 25 ml'lik)
- Büret ( 25 ml'lik)

## 6.2. Kullanılan Kimyasal Çözeltiler

- Potasyum iyodür çözeltisi
- Nişasta çözeltisi
- Sodyum tiosülfat (0,1 mol/l)
- Çözücü karışımı (Hekzan: Asetik Asit ) ( 1:1 olacak şekilde toplam 100 ml)
- Wijs reaktifi (Ticari olarak satılan)

## 6.3. Analizin Yapılışı

Beklenen iyot sayısı	%150 fazlalık için ilk miktar	100 % fazlalık için ilk miktar	İlk kütle hassasiyeti	Çözücü karışımı
	g	g	g	mL
<3	10	10	0,001	25
3	8,461	10,576	0,001	25
5	5,077	6,346	0,001	25
10	2,538	3,173	0,001	20
20	0,846	1,586	0,001	20
40	0,634	0,793	0,001	20
60	0,432	0,529	0,001	20
80	0,317	0,397	0,001	20
100	0,254	0,317	0,0005	20
10	0,212	0,264	0,0005	20
140	0,181	0,227	0,0005	20
160	0,159	0,198	0,0005	20
180	0,141	0,176	0,0005	20
200	0,127	0,159	0,0005	20

**Tablo 6.2: Beklenen iyot sayısı için numune alma miktarı ve kullanılacak çözücü karışım miktarı**

- Yukarıda verilen tabloya göre numune miktarından 0,001 hassasiyetle numune tartılır.
- Üzerine yukarıdaki tabloya göre çözücü karışımı eklenir.

- Otomatik pipetle alınan Wijs çözeltisinden 25 ml eklenir, karışım çalkalanır ve ağzı kapatılan erlenmayer karanlık bir ortamda 1 saat bekletilir. İyot sayısının 150'nin üzerinde olması bekleniyorsa bekleme süresi 2 saate çıkarılır. (Wijs çözeltisi ilave edilirken kesinlikle ağızla pipet kullanılmaz).
- Sürenin bitiminde 20 ml potasyum iyodür ilave edilir.
- Üzerine 150 ml saf su eklenir.
- Kaybolan iyottan kaynaklanan sarı renk oluşumuna kadar standart sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilir.
- Bir kaç damla nişasta çözeltisi eklendikten sonra hafif çalkalayarak mavi renk kaybolana kadar titrasyona devam edilir.
- Titrasyon sonunda harcanan sodyum tiyosülfat miktarı aşağıdaki formülde yerine koyularak iyot sayısı tespit edilir.

$$\text{İyot Sayısı} = \frac{12,69 \times c \times V}{m}$$

c: Sodyum tiyosülfat çözeltisinin konsantrasyonu ( mol/l)

V: Harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (ml)

m: Numune ağırlığı (g)

**Örnek:** Bir yağ numunesinde yapılan iyot sayısı analizinde 0,25 g örnek alınmış ve titrasyonda 0,1 mol/l konsantrasyonunda olan sodyum tiyosülfat çözeltisinden 20 ml sarf edilmiştir. Yağ örneğindeki iyot sayısını bulunuz.

**Çözüm:**

V:20ml

c:0,1mol/l

m:0,25 g

$$\text{İyot Sayısı} = \frac{12,69 \times 0,1 \times 20}{0,25}$$

$$\text{İyot Sayısı} = \frac{25,38}{0,25}$$

$$\text{İyot Sayısı} = 101,52$$



## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak bitkisel yağlarda iyot sayısı tayini yapınız.

**Uygulamada kullanılan araç gereç ve kimyasallar:** Analitik terazi otomatik pipet, erlenmayer, balon joje, pipet, potasyum iyodür çözeltisi, nişasta çözeltisi, sodyum tiosülfat, çözücü karışımı, Wijs reaktifi

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Analiz öncesi hazırlıklarını yapınız.	➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çalışma ortamınızı ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız. ➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.
➤ Ölçüsüne göre 0,001 hassasiyetle numune tartınız.	➤ Tartım yaparken dikkatli olunuz.
➤ Üzerine ölçüsüne göre çözücü karışımı ekleyiniz.	➤ Kimyasallar ile çalışırken dikkatli olunuz.
➤ Karışımın üzerine otomatik pipetle alınan Wijs çözeltisinden 25 ml ekleyiniz, karışımı çalkalayınız ve ağzını kapatınız. Karanlık bir ortamda süresine göre bekletiniz.	➤ Erlenmayerin kapağını kontrol ediniz ve süre dolmadan karanlık ortamdan çıkarmayınız.
➤ Sürenin bitiminde 20 ml potasyum iyodür ilave ediniz.	➤ Süreyi kronometre ile kontrol ediniz.
➤ Üzerine 150 ml saf su ekleyiniz.	➤ Suyu dışarı taşırmamaya özen gösteriniz.
➤ Sarı renk oluşana kadar standart sodyum tiosülfat çözeltisi ile titre ediniz.	➤ Titrasyonu özenle gerçekleştiriniz.
➤ Bir kaç damla nişasta çözeltisi ekledikten sonra hafif çalkalayarak mavi renk kaybolana kadar titrasyona devam ediniz.	➤ Renk dönüşümüne dikkat ediniz.
➤ Titrasyon sonunda harcadığınız sodyum tiosülfat miktarını formülde yerine koyarak hesaplamaları yapınız.	➤ Hesaplamaları yaparken dikkatli olunuz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.**

1. Aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
  - A) İyot sayısı, 500 kısım yağın bağlayabildiği iyot miktarını gösterir ve yağın doymuşluk ya da doymamışlık derecesi hakkında fikir verir.
  - B) İyot sayısı, 100 kısım yağın bağlayabildiği iyot miktarını gösterir ve yağın doymuşluk ya da, doymamışlık derecesi hakkında fikir verir.
  - C) İyot sayısı ya da, 100 kısım yağın bağlayabildiği diyot miktarını gösterir ve yağın doymuşluk ya da, doymamışlık derecesi hakkında fikir verir.
  - D) İyot sayısı, 200 kısım yağın bağlayabildiği iyot miktarını gösterir ve yağın doymuşluk ya da doymamışlık derecesi hakkında fikir verir.
  - E) İyot sayısı, 300 kısım yağın bağlayabildiği iyot miktarını gösterir ve yağın doymuşluk ya da doymamışlık derecesi hakkında fikir verir.
2. Aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
  - A) İyot sayısı tayininde kullanılan kimyasal wijs çözeltilisidir.
  - B) İyot sayısı tayininde kullanılan kimyasal ringer çözeltilisidir.
  - C) İyot sayısı tayininde kullanılan kimyasal brom fenol blue çözeltilisidir.
  - D) İyot sayısı tayininde kullanılan kimyasal fenolfitalein çözeltilisidir.
  - E) İyot sayısı tayininde kullanılan kimyasal buffer çözeltilisidir.

**Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.**

3. İyot sayısı tayin edilirken yağ, wijs çözeltilisi içindeki iyot monoklorür ile muamele edilerek çift bağlara ..... bağlanır.
4. İyot sayısı tayininde ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltilisi ile ..... edilip iyot miktarı bulunur.

**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.**

5. ( ) İyot sayısı, hidrojene yağ yapımında kullanılacak hidrojen miktarının hesabında kullanılabildiği gibi hidrojenasyonun kontrolünde de kullanılır.
6. ( ) Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliğine göre ayçiçeği yağının iyot sayısı 218-241 arasında olmalıdır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme” bölümüne geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

## KONTROL LİSTESİ

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
<b>Bitkisel yağlarda kırılma indisi tayini;</b>		
1. Analiz öncesi hazırlıklarını yaptınız mı?		
2. Refraktometre prizmasının sıcaklığını ayarladınız mı?		
3. Refraktometrenin kalibrasyonu yaptınız mı?		
4. Deney numunesinden prizmanın üzerine koyup kabarcık olmamasına dikkat ettiniz mi?		
5. Cihazın kapağını özenle kapattınız mı?		
6. Refraktometre okumasını gerçekleştirdiniz mi?		
<b>Bitkisel yağlarda özgül ağırlık tayini;</b>		
1. Analiz öncesi hazırlıklarını yapınız mı?		
2. Piknometreyi analize hazırlayıp darasını aldınız mı?		
3. Su ile analizi gerçekleştirip tartım yaptınız mı?		
4. Yağ ile analizi gerçekleştirip tartım yaptınız mı?		
5. Elde ettiğiniz değerler ile hesaplamaları gerçekleştirdiniz mi?		
<b>Bitkisel yağlarda asitlik tayini;</b>		
1. Analiz öncesi hazırlıklarını yaptınız mı?		
2. Örneğinizi erlenmayer içerisine tarttınız mı?		
3. Üzerine 50 ml etil alkol- eter karışımı ilave edip bir kaç damla fenolftalein damlattınız mı?		
4. Büret kullanarak NaOH veya KOH çözeltisi ile renk pembe oluncaya kadar titrasyon yapıp kullandığınız miktarı kaydettiniz mi?		
5. Elde ettiğiniz değerleri kullanarak hesaplamaları gerçekleştirdiniz mi?		

<b>Bitkisel yağlarda sabunlaşma sayısı tayini;</b>		
1. Analiz öncesi hazırlıklarını yaptınız mı?		
2. Deney numunesini tarttınız mı?		
3. Üzerine KOH ilave edip cam balonu geri soğutucu düzeneğine bağladınız mı?		
4. Süresince kaynattınız mı?		
5. Düzenekten çıkardığınız cam balon içerisindeki numune üzerine fenolftalein damlattınız mı?		
6. HCL ile titrasyon yapıp kullandığınız miktarı kaydettiniz mi?		
7. Elde ettiğiniz değerleri kullanarak hesaplamaları gerçekleştirdiniz mi?		
<b>Bitkisel yağlarda peroksit sayısı tayini;</b>		
1. Analiz öncesi hazırlıklarını yaptınız mı?		
2. Numuneden uygun miktarda erlenmayer içerisine tartınız mı?		
3. Üzerine asetik asit-izooktan karışımından ilave edip ve çalkaladınız mı?		
4. Potasyum iyodür çözeltisi ilave edip ağzını kapatıp 1 dk. çalkaladınız mı?		
5. Saf su eklediniz mi?		
6. Nişasta çözeltisini ekledikten sonra sodyum tiyosülfat çözeltisi titre ettiniz mi?		
7. Kullandığınız çözelti miktarını kaydettiniz mi?		
8. Elde ettiğiniz değerleri kullanarak hesaplamaları gerçekleştirdiniz mi?		
<b>Bitkisel yağlarda iyot sayısı tayini;</b>		
1. Analiz öncesi hazırlıklarını yaptınız mı?		
2. Ölçüsüne göre numune tarttınız mı?		
3. Ölçüsüne göre çözücü karışımı eklediniz mi?		
4. Karışımın üzerine otomatik pipetle alınan wijs çözeltisinden eklediniz, karışımı çalkaladınız ve ağzını kapattınız mı?		
5. Karanlık bir ortamda süresine göre beklettiniz mi?		

6. Sürenin bitiminde potasyum iyodür ilave ettiniz mi?		
7. Üzerine saf su eklediniz mi?		
8. Sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre ettiniz mi?.		
9. Bir kaç damla nişasta çözeltisi ekledikten sonra hafif çalkalayarak titrasyona devam ettiniz mi?		
10.Kullandığınız çözelti miktarını kaydettiniz mi?		
11.Elde ettiğiniz değerleri kullanarak hesaplamaları gerçekleştirdiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ -1' İN CEVAP ANAHTARI

1	E
2	B
3	E
4	A
5	A
6	polar, apolar
7	yağ asitleri
8	kırılma açısı
9	Doğru
10	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2' NİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	özgül ağırlık
4	0,910-0,916
5	Yanlış
6	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3' ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	serbest yağ asitlerinin
4	Acılaşmasına
5	Doğru
6	Yanlış
7	Doğru

### ÖĞRENME FAALİYETİ-4' ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	sabunlaşma sayısı
4	molekül ağırlığı
5	Yanlış
6	Doğru

### ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	Oksijen
4	peroksit sayısının
5	Doğru
6	Yanlış

### ÖĞRENME FAALİYETİ-6' NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	İyot
4	Titre
5	Doğru
6	Yanlış

## KAYNAKÇA

- Anonim, <http://www.gida.erciyes.edu.tr>. Yemeklik Yağ Teknolojisi Uygulama Dersi Modülleri Erişim Tarihi.(15.08.2016 - 15:10 )
- BAŞOĞLU F, **Yemeklik Yağ Teknolojisi**, Dora Basım Yayım, Bursa 2012.
- KAYAHAN, M, **Yağ Kimyası**, ODTÜ Yayıncılık, Ankara 2003.
- SAYGIN GÜMÜŞKESEN A. ve YEMİŞCİOĞLU F., **Bitkisel Yağ Teknolojisi**, Asya Tıp Yayıncılık, İzmir 2004.
- **Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemeklik Yağlar Tebliği**, Tebliğ No 29, Ankara 2012
- **Türk Standartları Enstitüsü** TS 4960, TS 4963, TS 3657, TS 3960, TS 3961 numaralı standartlar.