

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

GIDA TEKNOLOJİSİ

**LİPİTLER
541GI0007**

Ankara, 2011

- Bu modül, 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. LİPİTLER.....	3
1.1. Lipitlerin Kimyasal Yapısı ve Ortak Özellikleri.....	4
1.2. Lipitlerin Sınıflandırılması.....	4
1.3. Yağlar ve Yapı Taşları	6
1.3.1. Gliserol (Gliserin).....	7
1.3.2. Yağ Asitleri.....	7
1.4. Esterleşme ve Yağ Oluşumu	21
1.5. Mumlar.....	25
1.6. Bileşik (Konjuge) Lipitler	26
1.6.1. Fosfolipitler	26
1.6.2. Sfingolipitler	28
1.6.3. Fosfatsız Lipitler (Glikolipitler)	28
1.7. Lipit Bileşenleri (Türev lipitler).....	28
1.7.1. Steroitler	28
1.7.2. Renk Maddeleri (Lipokromlar).....	30
1.8. Lipitlerin Vücut Çalışmasındaki Fonksiyonları	30
1.9. Lipitlerin Gıda İşlemedeki Fonksiyonları	31
UYGULAMA FAALİYETİ	32
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	37
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	42
2. YAĞLARIN ÖZELLİKLERİ	42
2.1. Yağların Fiziksel Özellikleri	42
2.1.1. Yağların Yoğunluğu	42
2.1.2. Yağların Erime Noktaları	43
2.1.3. Yağların Kristal Yapısı.....	43
2.1.4. Yağların Çözünürlükleri	45
2.1.5. Yağların Işık Absorpsiyonu	46
2.2. Yağların Kimyasal Özellikler	46
2.2.1. Hidroliz.....	46
2.2.2. Sabunlaşma.....	47
2.2.3. Ara Esterleşme.....	47
2.2.4. Yeni Moleküllerin Oluşması.....	48
2.2.5. Yağların Çift Bağlardaki Kimyasal Olaylar	48
2.2.6. Kızartma Yağları	53
2.2.7. Trans Yağlar	54
2.3. Yağların Kalite İndeksleri	56
2.3.1. Asit Sayısı.....	56
2.3.2. İyot Sayısı.....	57
2.3.3. Sabunlaşma Sayısı (Koettstorfor İndeksi)	57
2.3.4. Reichert-Meissl Sayısı	57
2.3.5. Peroksit Sayısı	58
2.3.6. Dumanlanma Noktası	58

2.3.7. Kuruma Özelliği	59
UYGULAMA FAALİYETİ	61
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	69
MODÜL DEĞERLENDİRME	74
CEVAP ANAHTARLARI	78
KAYNAKÇA	79

AÇIKLAMALAR

KOD	541GI0007
ALAN	Gıda Teknolojisi
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Lipitler
MODÜLÜN TANIMI	Lipitlerin yapı ve özellikleri, sınıflandırılması, yağların fiziksel, kimyasal özellikleri ve gıda sanayinde kullanım yerleri ile ilgili bilgilerin yer aldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Lipitlerin özelliklerini incelemek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Uygun araç gereç ve ekipman sağlandığında deneysel yöntemlere uygun olarak lipitlerin özelliklerini inceleyebileceksiniz. Amaçlar 1. Yağların doymuşluk özelliğini inceleyebileceksiniz. 2. Yağların çözünebilme özelliğini belirleyebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Laboratuvar, sınıf ve kütüphane ortamı, internet laboratuvar araç gereçleri (beher, termometre, bek, tahta maşa, baget, saat, etil alkol, CCl ₄ , CCl ₄ deki %2'lik brom çözeltisi, ayırma hunisi, deney tüpü, terazi, NaOH,) buzdolabı. Donanım: Televizyon, VCD, DVD, Tepegöz, Projeksiyon ve bilgisayar donanımları.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Her öğrenme faaliyeti sonunda verilen çoktan seçmeli ve doğru-yanlış soruları ile kendinizi değerlendirebileceksiniz. Yaptığınız uygulamaların sonunda performans testi ile kendinizi değerlendirebileceksiniz. Modül sonunda ise kazandığınız bilgi ve becerileri ölçmek amacıyla öğretmeniniz tarafından hazırlanacak ölçme araçları ile değerlendirileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Gıda; canlıların yaşamlarını sürdürmeleri, sağlıklarını korumaları ve büyümelerini sağlayan enerji eldesi, dokuların yapım ve onarımında kullandıkları, karbonhidrat protein, yağ, vitamin, mineral gibi besin öğelerini içeren, doğal veya çeşitli şekillerde işlendikten sonra tüketilen hayvansal veya bitkisel kaynaklı biyolojik sistemlerdir.

Gıdaların yapısında çeşitli fonksiyonları olan besin öğeleri, enzimler, pigmentler, toksik maddeler, organik asitler, tat ve koku oluşturan aroma maddeleri gibi kimyasal bileşikler bulunur. Her gıdada bu kimyasal moleküllerin çeşit, miktar ve kalitesi farklıdır.

Gıdalardaki besin öğelerinden biri de günlük hayatta yağlar olarak adlandırdığımız lipitlerdir. Enerji verme, iç organları koruma, vücut sıcaklığını sabit tutma gibi fizyolojik fonksiyonları yanında lipitlerin gıda işleme ve saklamada da önemli fonksiyonları vardır.

Yağlar tek başına bir besin öğesi oldukları gibi tüketime hazır konserve, unlu mamul, yemek vb. gıdaların üretiminde katkı maddesi olarak kullanılır.

Gıdalara gevreklik ve yapı kazandıran, emülsiyon oluşturan, ısı iletimini kolaylaştıran lipitlerin yapılarındaki değişimler acılaşıma, renk kaybı, beslenme değerini azaltma gibi olumsuz sonuçlar da doğurabilmektedir. Sabunlaşma, lipitlerin yapısında bulunan çift bağların H ile doyurulması yoluyla sıvı yağlardan margarin üretimi gibi olaylar lipitlerin kimyasal yapısındaki değişimlerle gerçekleşmektedir.

Gıda sektöründe görev alacak olan sizler lipitler modülü ile lipitlerin yapı ve çeşitlerini bilecek, lipitlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceleyebilecek, bu özelliklerin gıda sektöründeki kullanım yerlerini bileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Uygun araç gereç ve ekipmanlar sağlandığında deneysel yöntemlere uygun olarak yağların doymuşluk doymamışlık özelliklerini inceleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

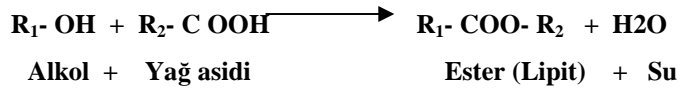
- Günlük hayatta tükettiğiniz yağları listeleyp bu listedeki yağların özelliklerini farklı kaynaklardan araştırınız.
- Basit ve bileşik lipitlerin yapı taşlarını araştırınız.
- Vücudumuzda bulunan lipit türlerini araştırınız.
- Araştırmalarınızı rapor hâline getirip sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

1. LİPİTLER

Dünyadaki canlıların temel organik bileşiklerden biri de lipitlerdir. Lipitler insan ve hayvanların temel besinleri arasında yer alır. Yağlar da birer lipittir. Yağlar katı veya sıvı olabilir.

Lipitler değişik şekilde tanımlanabilmektedir.

- **Lipit:**
 - Hayvansal ve bitkisel organizmalarca sentez edilebilen,
 - Yağ asidi esterleri ile ilgili olan,
 - Suda değil fakat etil eter, petrol eteri, kloroform, sıcak alkol, benzol, karbon tetra klorür, aseton vb. yağ çözücü organik maddelerde çözünen doğal organik maddelerdir.
- **Lipit:** Kimyasal olarak yağ asitleri denen bir değerlikli alifatik asitlerin bir alkolle oluşturdukları esterlerdir (Ester: Alkollerle asitlerin su çıkışı ile birleştikleri organik bileşiklerdir.).



Şekil 1.1: Esterleşme reaksiyonu

Kısaca;

- **Lipit:**
 - Yağlar,
 - Yağa benzeyen maddeler ve
 - Yağla birlikte bulunan maddeler (**lipoidler**) olarak tanımlanabilir.

1.1. Lipitlerin Kimyasal Yapısı ve Ortak Özellikleri

- Yapılarında C, H, O elementleri bulunur. Ayrıca yapılarında C, H, O elementlerinden başka N, P vb. elementleri de bulunabilir.
- Kutuplu bir yapıya sahip olmadıklarından suda çözünmezler ya da çok az çözünürler. Eter, kloroform, benzen, aseto gibi organik çözücülerde çözünebilirler yani hidrofobdurlar (suyu sevmeyen, suda çözünmeyen).
- Yağ asitlerinin esterleridir veya yağ asitlerinin esterleri hâline gelebilirler.
- Canlı organizmalar tarafından kullanılırlar.
- Lipitlerde, yaşayan organizmada bulunma koşulu geçerli olduğundan mineral yağlar, uçucu yağlar lipit sınıfına sokulmazlar.

1.2. Lipitlerin Sınıflandırılması

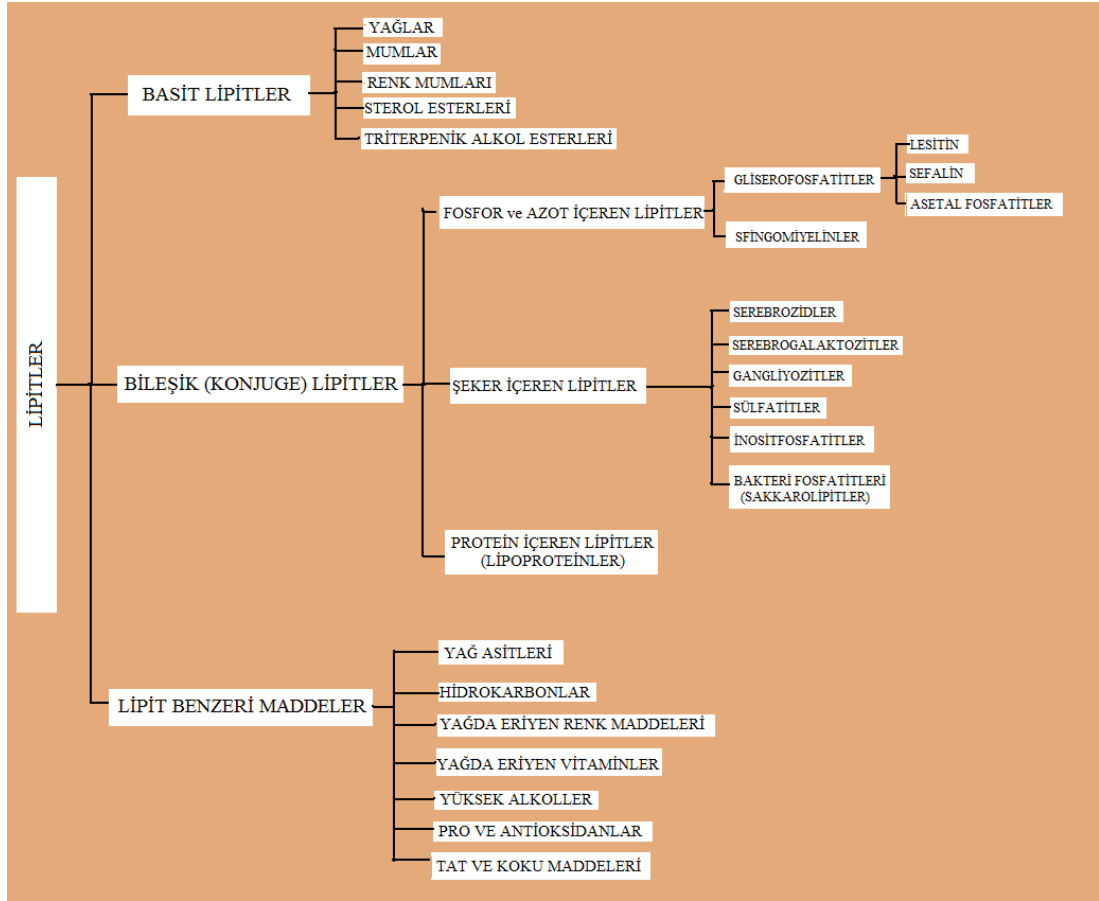
Alman bilim adamlarınca lipit kapsamında kabul edilen bileşiklerin sınıflandırılması aşağıda verildiği gibi yapılmaktadır.

- **Basit lipitler:** Gliseridler, mumlar, renk mumları, sterol esterleri ve triterpenik alkollerin esterleri
- **Fosfor ve azot içeren lipitler:** Gliserin fosfatitler, asetal fosfatitler ve sfingomiyelinler
- **Bileşik lipitler:** Sakkarolipitler ve lipoproteinler
- **Lipit türevleri:** Steroller, lipovitaminler, hidrokarbonlar, pro ve antioksidanlar ve lipokromlar

Buna karşın Anglo-sakson bilim dünyasında daha farklı bir yaklaşım benimsenmekte ve bilinen yağları kapsamak kaydı ile lipitlerin sınıflandırılması, aşağıda verildiği gibi yapılmaktadır:

- **Basit lipitler:** Yalnızca C, H, O den meydana gelmiş, yağ asitlerinin esterleri olan lipitlerdir. Basit lipitler;
 - Yağlar,
 - Mumlar,
 - Renk mumları,
 - Sterol esterleri,

- Triterpenik alkol esterleridir.
- **Bileşik (konjuge) Lipitler:** Yapılarında C, H, O'dan başka N, P, S bulunduran lipitlerin; karbonhidrat, fosforik asit, protein gibi moleküllerle birlikte oluşturdukları bileşiklerdir. Metabolizma açısından önemlidir.
Bileşik (konjuge) lipitler:
 - Fosfor ve azot içeren lipitler
 - Gliserofosfatitler
 - ✓ Lesitin
 - ✓ Sefalin
 - ✓ Asetal fosfatitler
 - Sfingomiyelinler
 - Şeker içeren lipitler
 - Serebroglizozitler
 - Serebrogalaktozitler
 - Gangliyozitler
 - Sülfatitler
 - İnositfosfatitler
 - Bakteri Fosfatitleri (sakkarolipitler)
 - Protein içeren lipitler (lipoproteinler)
- **Lipit benzeri maddeler:** Bu grupta yağ asitleri, hidrokarbonlar, yağda eriyen renk maddeleri, yağda eriyen vitaminler, pro ve antioksidanlar, yüksek alkoller ve tat koku maddeleri yer almaktadır.



Tablo 1.1: Lipitlerin sınıflandırılması

1.3. Yağlar ve Yapı Taşları

Katı ve sıvı yağların tamamına yakın bir kısmı, yağ asitleri (R-COOH) ile üç değerlikli bir alkol olan gliserinin [C₃H₅(OH)₃] esterleşmesinden oluşan trigliseridlerdir. Yağların yapısındaki yağ asitleri, değişik zincir uzunluğunda ve yapısında olabilirler.

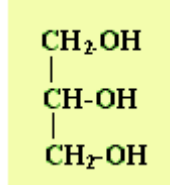
Bitkisel yağların bileşiminde gliseritlerden başka;

- Fosfoliseritler,
- Yağ alkolleri ve türevleri,
- Pigmentler,
- Doğal antioksidanlar,
- Steroller,
- Yağda çözünen A,D,E,K vitaminleri,
- Tat ve aroma maddeleri bulunur.

Kısaca yağlar, kimyasal olarak gliserin ve yağ asitlerinin esterleridirler yani yapı taşları gliserol ve yağ asitleridir. Yağın çeşitliliği gliserolden değil de yağ asitlerinin farklılığından kaynaklanır.

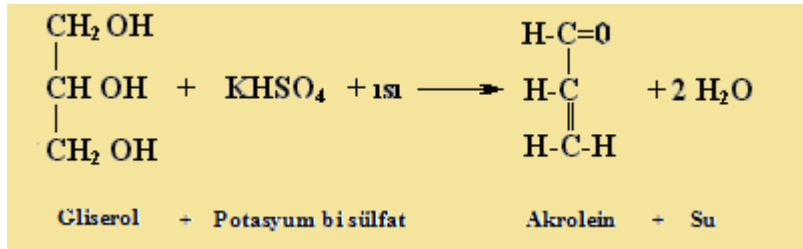
1.3.1. Gliserol (Gliserin)

- Gliserol üç OH grubu içeren bir tri alkoldür.



Gliserin (gliserol)

- Kapalı formülü $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3 = \text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ 'tür.
- Yağın yaklaşık % 10'unu oluşturur.
- Suda çözünür, organik çözücülerin büyük kısmında çözünmez (lipitlerin tersi).
- Nem çekici, renksiz, kıvamlı bir sıvıdır.
- KHSO_4 gibi nem çekici maddelerle ısıtılırsa bozunur, akrolein (akril aldehyd) oluşur. Akrolein yakıcı, tahrip edici kokusu ile nötral yağların, mineral yağlardan ayırt edilmesini sağlar. Çünkü mineral yağlar gliserol içermezler.



Şekil 1.2: Akrolein oluşum reaksiyonu

Doğada çok çeşitli yağ bulunmasında da gliserolün işlevi büyüktür.

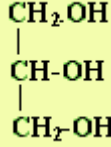
1.3.2. Yağ Asitleri

Canlılarda bulunan lipit ve lipit benzeri bileşiklerin hemen hemen tamamı düz zincirli, doymuş ya da doymamış yağ asidi esterleridir.

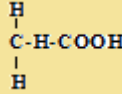
Lipitlerin yapısında yer alan yağ asitleri, pek azının dışında tek karboksil grubu içerir. Diğer bir deyişle yağ asidi molekülü bir alkil (R-) ve bir karboksil (-COOH) grubundan

oluşur. Buna bağlı olarak bir yandan karboksil dışında kalan zincir üzerinde değişik tepkimeler oluşabilirken karboksil grubu da molekülün asidik özelliğini belirlemektedir.

Yağ asitleri genel olarak C sayısı çift olan tek karboksil gruplu (-COOH), düz zincir yapıda (alifatik) organik asitlerdir.



Bu tanıma göre asetik asit (CH₃-COOH) ilk yağ asididir. Fakat yağların yapısında bulunmaz. Bu nedenle bütirik asit (C₃H₇-COOH) ilk yağ asidi kabul edilir ve tereyağında bulunur.



Bütirik asit (tereyağı)

Yağ asitleri, doğal sıvı ve katı yağlar içinde esterler hâlinde bulunur. Ancak kan plazmasında serbest yağ asidi olarak esterleşmemiş hâlde bulunmaktadır.

Yağ asitleri trigliseritlerin yapı taşlarını oluşturur. Bu nedenle yağların karakteri sahip oldukları yağ asitlerine ve bunların bulunma oranlarına bağlıdır. Bugüne kadar yapısı tanımlanmış yağ asitleri 200'den fazladır.

Yağ asitlerindeki karbon sayısı 2–34 arasında değişmektedir. Yağ asidi molekülünde karbon sayısı;

- Altıdan az ise “**kısa zincirli**”,
- 6–10 arasında ise “**orta zincirli**”,
- 10'dan fazla ise “**uzun zincirli**” yağ asidi olarak sınıflandırılabilir.

Kısa zincirli yağ asitleri oda sıcaklığında sıvıdır. 8'den fazla C içeren yağ asitleri, yapısına katıldıkları yağlara katı karakter kazandırır.

1.3.2.1. Yağ Asitlerinin İsimlendirilmesi

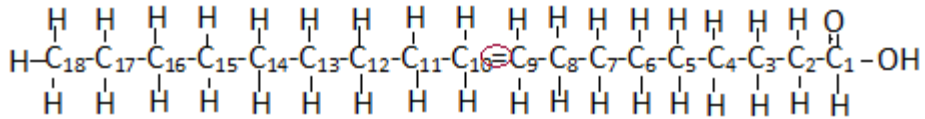
Günümüzde yağ asitlerinin sistematik isimlendirilmesinde geçerli ilkeler şunlardır:

- Yağ asidi ile aynı sayıda karbon atomundan oluşan alifatik hidrokarbonun karbon sayısının metan, etan, propan, bütan ve pentan gibi Latince ifadesi esas alınmaktadır. Ve bu isim sonundaki **an** eki kaldırılıp yerine alkan yağ asitlerinde **anoik asit**, alken yağ asitlerinde **enoik asit** ve alkin yağ asitlerinde **inoik asit** takısı eklenerek isimlendirme tamamlanmaktadır.

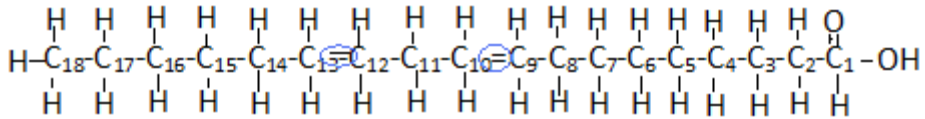
Örnek: 6 karbondan oluşan bir doymuş asit;

- 6 karbonlu hidrokarbon olan **heksan**dan hareketle, **heksanoik asit**,
 - Bu asidin alken yapısında olması hâlinde **heksenoik asit**
 - Bu asidin alkin yapısında olması hâlinde **heksinoik asit** şeklinde isimlendirilir.
- Karbon atomu sayısı esas alınarak yapılan bu isimlendirmede yağ asidinin zinciri alifatik yapıdan farklı bir özellik gösteriyorsa, bu değişikliğin isimlendirmede belirtilmesi gerekir. Bunun için asit molekülünde düz zinciri oluşturan tüm karbon atomları karboksil grubundan başlayarak numaralandırılır. Çünkü benimsenmiş olan sistematik isimlendirmede; yağ asidinin yapısındaki doymamış bağ, yan dalın, halkanın yer alması veya substitüe yapıda olması hâlinde bu özelliklerinin isimlendirmede vurgulanması gerekmektedir.

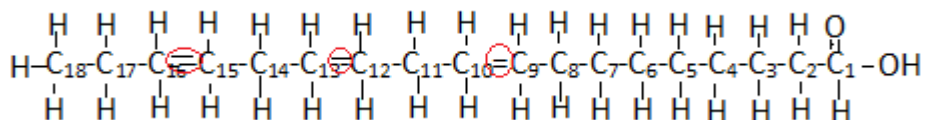
Örnek: Oleik asidin sistematik adı 9-oktadekenoik asit olarak ifade edilirken linoleik asidin sistematik adı 9, 12-oktadekadienoik asit ve linolenik asidin sistematik adı ise 9, 12, 15-oktadekatrienoik asit şeklinde söylenecektir.



9-oktadekenoik asit (oleik asit)



9,12-oktadekadienoik asit (linoleik asit)



9, 12, 15-oktadekatrienoik (linolenik asit)

Bunun dışında kimi zaman literatürlerde doymamış yağ asitleri yazılı olarak ifade edilirken isimlendirmenin başına doymamışlık özelliğini vurgulamak için (Δ) kullanılmakta ve yapıdaki çift bağların yerleri bundan sonra söylenerek $\Delta 9$, $\Delta 9$, 12, $\Delta 9$, 12, 15 şeklinde ifade edilmektedir.

Tüm bunlara karşın eskiden yaygın olarak isimlendirme, yağ asitlerin ilk olarak saptandığı hayvansal veya bitkisel kaynağın ismine ya da bunların ait olduğu familyanın adından faydalanarak yapılırdı. Ancak günümüzde yeni saptanan veya yapıları açıklığa kavuşturulan yağ asitlerinin isimlendirilmelerinde, genellikle bu bilgileri ortaya koyan araştırmacıların isimlerinden faydalanılmaktadır.

1.3.2.2. Yağ Asitlerinin Sınıflandırılması

Zincir yapılar dikkate alındığında yağ asitleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

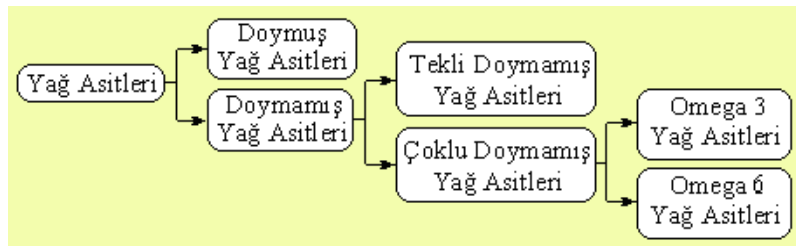
- Düz zincirli yağ asitleri
 - Doymuş yağ asitleri (bütirik asit, kaprilik asit, stearik asit gibi)
 - Doymamış yağ asitleri
 - Çift bağ içeren yağ asitleri (alken yapısında olanlar)
 - Üç bağ içeren doymamış yağ asitleri (alkin yapısında olanlar)
- Substitüe olmuş yağ asitleri
- Halka içeren yağ asitleri (hidnokarpik asit gibi)
- Dallanmış zincirli yağ asitleri (tüberkülostearik asit veya laktobasillik asit gibi)

Yağ asitleri çift bağ içerip içermemelerine göre;

- Doymuş yağ asidi ve
- Doymamış yağ asidi olarak sınıflandırılır.

İnsan vücudunda sentezlenip sentezlenememesine göre;

- Elzem (esansiyel =temel) yağ asidi ve
- Elzem olmayan yağ asitleri olarak sınıflandırılır.

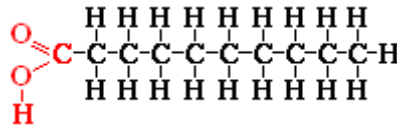
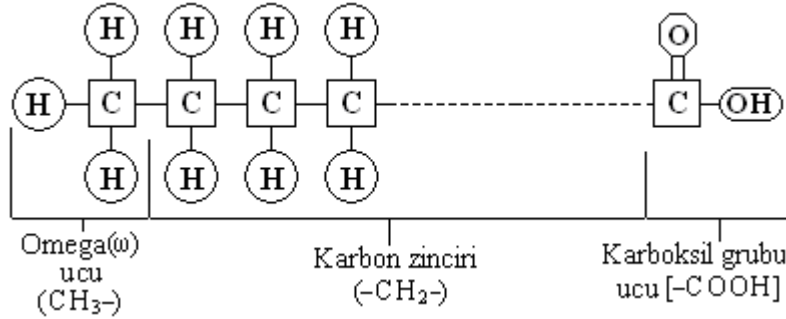


Tablo 1.2: Yağ asitlerinin sınıflandırılması

1.3.2.3. Doymuş Yağ Asitleri

Doymuş yağ asitleri doğal yağlarda yaygın olarak bulunur.

- Alkil gruplarındaki (radikal serbest kök) bütün bağları σ (sigma), yani tek bağ (-C-C-C-) olan yağ asitleridir. "Doymuş" terimi hidrojenle ilişkili olarak kullanılır. Yağ asidinin karboksil grubundaki [-COOH] karbon dışındaki karbonlara olabildiğince çok hidrojen bağlanmış olduğunu belirtir. Diğer deyişle, karboksil grubunun karşı ucundaki [omega (ω) ucu] karbonun 3 hidrojeni vardır (CH₃-), zincirdeki karbonların her birinin ise iki hidrojeni vardır (-CH₂-) (Şekil 1.3).
- Doymuş yağ asitlerine **satüre yağ asidi** de denir.
- **C_n-H_{2n} O₂** formülü ile gösterilirler. **n = C** sayısını gösterir. Örneğin C sayısı 12 olan yağ asidinin kapalı formülü **C₁₂ H₂₄ O₂** dir.
- Doymuş yağ asitlerinin zincirlerinde karboksil grubu hariç çift bağlar veya hidrojen dışında başka fonksiyonel gruplar bulunmaz (Şekil 1.3).



Doymuş yağ asidinin açık formülü

Şekil 1.3: Doymuş yağ asidinde bulunan gruplar

Doymuş yağ asitlerinin özellikleri:




- Zincir şeklindedir, dallanma yoktur.
- Çift sayıda C atomu içerir.
- Molekülündeki C sayısı 4–38 arasında değişir. En kısa zincirli doymuş yağ asidi 4 C atomuna sahip bütirik asitken en uzun zincirli yağ asidi 24 C içeren lignoserik asittir. Daha uzun zincirli yağ asitleri mumların yağında yer alır.

Bugüne kadar saptanmış en uzun zincirli doymuş yağ asidi ise 38 C içeren oktatriakontanoik asittir.

- 8 C'luya kadar olanları oda sıcaklığında sıvıdır ve su buharı ile uçar. Bu yağ asitlerine uçucu yağ asitleri denir. Daha fazla C'lu olanlar ise katıdır.
- Doymuş yağların molekül ağırlıkları arttıkça yoğunlukları düşer, viskoziteleri ve kırılma indisleri artar.
- Fizyolojik bir aktiviteleri yoktur.
- Hemen bütün lipitler doymuş yağ asidi esterlerini içerir.
- En çok bilinen doymuş yağ asitleri 16 C'lu palmitik asit ile 18 C'lu stearik asittir.(Şekil 1.4)

Yağ Asidinin Adı	Kapalı Formülü	D.N.	Bulunduğu yer
Bütirik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	—7,9	Tereyağı, palm yağı
Kaproik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	—3,4	Süt yağı, koka yağı
Kaprilik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	16	Süt yağı, palm yağı
Kaprik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	31,3	Süt yağı, palm yağı
Laurik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	43,5	Süt yağı, defne ve palm yağı
Miristik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	54,4	Hayvansal yağlar, koka yağı
Palmitik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	62,9	Tüm yağlar
Stearik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	69,6	Hayvansal yağlar
Arasidik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	75,3	Yer fıstığı yağı
Behenik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$	79,9	Yer fıstığı yağı, hardal yağı
Lignoserik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	84,2	Yer fıstığı yağı, kolza yağı

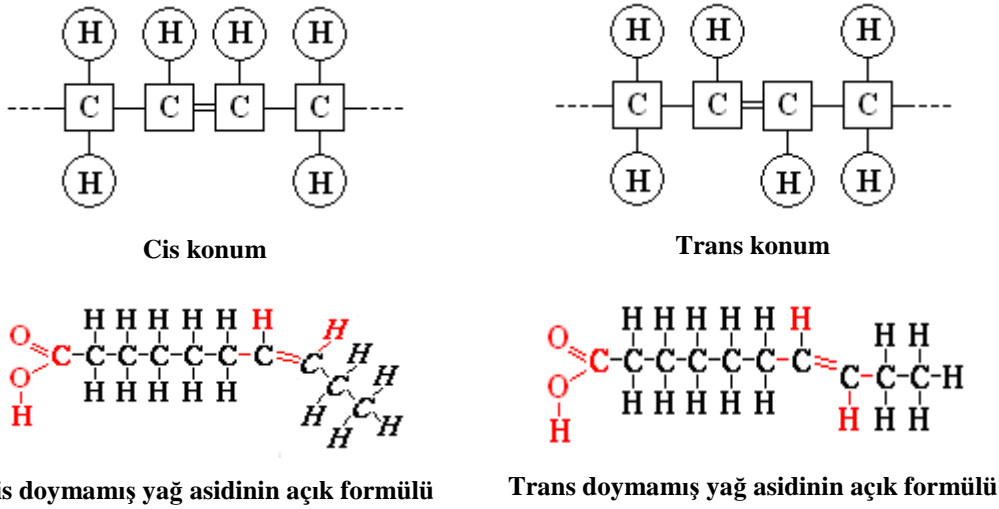
Tablo 1.3: Başlıca doymuş yağ asitleri ve buldukları gıdalar

 <p>Palmitik asit $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$</p>	 <p>Stearik asit $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$</p>	 <p>Arasidik asit $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$ $\text{C}_{19}\text{H}_{39}\text{COOH}$</p>
--	---	---

Şekil 1.4: Bazı doymuş yağ asitlerinin üç boyutlu yapısı

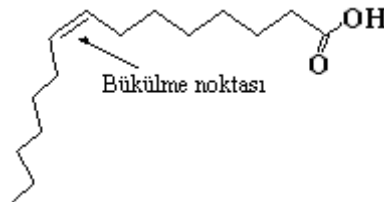
1.3.2.4. Doymamış Yağ Asitleri

Doymamış yağ asitleri bir ya da daha fazla sayıda çift bağ içerir ve içerdikleri çift bağın sayısı ve yeri onlara bazı özellikler kazandırır. Doymamış yağ asitleri doymuş yağ asitlerine benzer şekillidir fakat karbon zincirinde "- CH₂-CH₂-" bağ yerine bir veya daha fazla "-CH=CH-", yani birbirine çift bağla bağlanmış iki karbon vardır. Çift bağın (alken grubunun) iki yanında bulunan karbonlara bağlı olan hidrojen atomları cis veya trans konumunda olabilir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5. :Doymamış yağ asidinin cis ve trans konumları

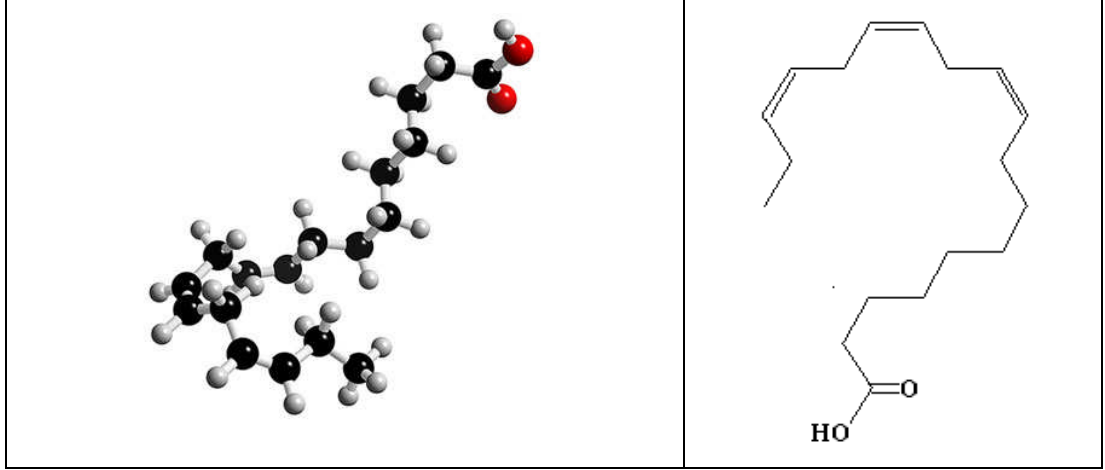
- Cis konumda çift bağa bağlı hidrojen atomları ve gruplar, çift bağın aynı tarafındadır. Çift bağla birbirine bağlı atomlar bu bağın eksenini etrafında dönemediklerinden, cis izomeri durumundaki yağ asidinin zinciri çift bağ noktasında bükük olur ve karbon zincirinin hareket serbestliği azalır. Örneğin bir çift bağlı oleik asitte bir "köşe" bulunur (Şekil 1.6).








Şekil 1.6: Cis oleik asidin yapısı

Bir zincirde ne kadar çok cis konumlu çift bağ olursa zincirin esnekliği de o kadar azalır. Çok sayıda cis bağı olan yağ asitlerin en serbestçe hareket edebildikleri bir ortamda biçimleri oldukça eğridir.

- Linolenik asit, iki çift bağıyla belirgin bir eğriliğe sahiptir. Alfa-linolenik asit ise üç cis bağından dolayı çengel görünümündedir (Şekil 1.7).



Şekil 1.7: (ALA) Alfa linolenik asidin üç boyutlu yapısı

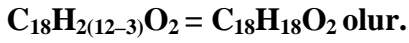
				
Oleik asit	Erüsik asit	Linoleik asit	Linolenik asit	Araşidonik asit
[C18H34O2]	[C22H42O2]	[C18H32O2]	[C18H30O2]	[C20H32O2]
1 çift bağ	1 çift bağ	2 çift bağ	3 çift bağ	4 çift bağ

Şekil 1.8: Bazı doymamış yağ asitlerinin üç boyutlu yapısı

- Doymamış yağ asitlerinin cis formu molekülde bükülmeye yol açarken trans formu doymuş yağ asitlerinin düz zincirine benzerlik göstermektedir (Şekil 1.4). Trans yağ asitlerinin çift bağ açısı daha küçük, karbon zinciri daha doğrusaldır. Bu nedenle aynı sayıda karbon, hidrojen ve oksijen atomlarına sahip olan cis ve trans izomerlerin üç boyutlu yapıları, fiziksel özellikleri farklıdır. Trans yağ asitleri, geniş getiren hayvanların sindirim sistemlerinde doğal olarak oluşturulabildiğinden hayvansal kaynaklı yağlarda doğal olarak bulunur, ayrıca hidrojenasyonla (Öğrenme Faaliyeti 2’de yağların kimyasal özelliklerinde açıklanmıştır.) oluşmaktadır.

- Doymamış yağ asitlerinin genel formülleri $C_nH_{2(n-a)}O_2$ 'dir. n; C sayısını, a ise çift bağ sayısını gösterir.

Örneğin; 18 C'lu 3 çift bağlı doymamış yağ asidinin kapalı formülü;



- Doymamış yağ asitlerine **ansatüre yağ asidi** de denir.

Doymamış yağ asitlerinin özellikleri:

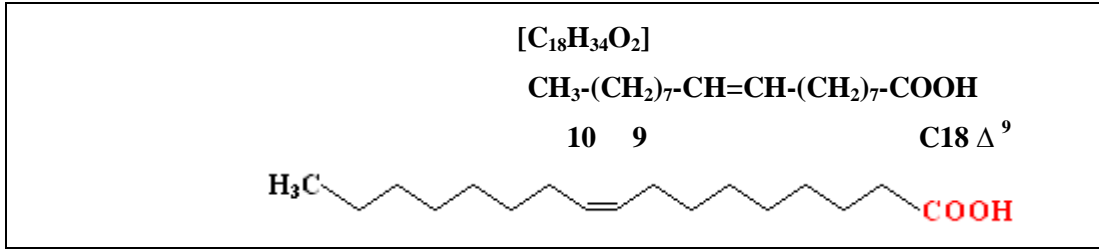
- Yapılarında bir çift bağ içeren yağ asitlerine monoansature denir.
- Birden fazla çift bağ içeren yağ asitlerine poliansature yağ asidi denir.
- Yağlarda bulunan önemli doymamış yağ asitlerinin C sayısı 18'dir.
- Yağ asitlerinde 7'ye kadar çift bağa rastlanmıştır.

Adı	Kapalı formülü	Çift bağ sayısı	D.N.	Bulunduğu yer
Kaproleik asit	$C_9H_{17}-COOH$	1	-	Tereyağı
Lauroleik asit	$C_{11}H_{21}-COOH$	1	-	Deniz hayvanları yağı
Miristoleik asit	$C_{13}H_{25}-COOH$	1	—4,5	Balık yağı
Palmitoleik asit	$C_{15}H_{29}-COOH$	1	5	Balık yağı, tereyağı
Oleik asit	$C_{17}H_{33}-COOH$	1	13	Birçok bitki ve hayvan yağı
Eurisik asit	$C_{21}H_{41}-COOH$	1	35,5	Kolza ve hardal yağı
Linoleik asit	$C_{17}H_{31}-COOH$	2	—5,2	Keten, ceviz, ayçiçeği yağları
Linolenik asit	$C_{17}H_{29}-COOH$	3	—11	Keten ve soya yağları
Araşidonik asit	$C_{19}H_{31}-COOH$	4	— 49,5	Fıstık, karaciğer, beyin ve yumurta

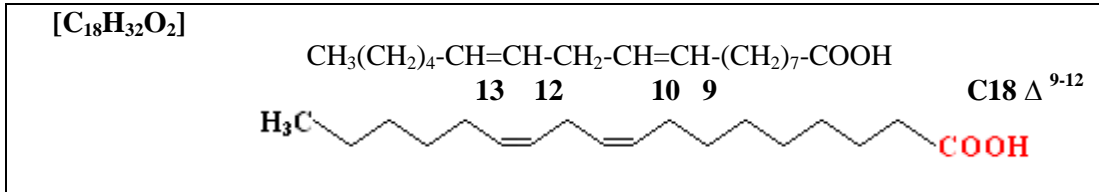
Tablo 1.4: Başlıca doymamış yağ asitleri

Önemli doymamış yağ asitleri:

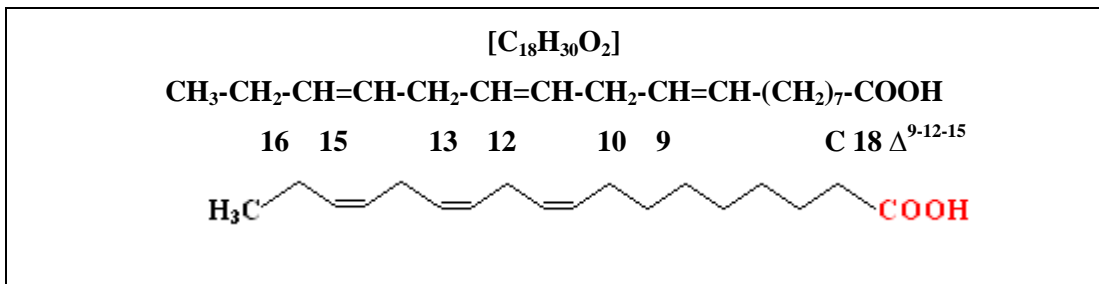
- **Oleik asit:** Bir çift bağlıdır. Türk zeytinyağlarında % 60–80 arasında bulunur. 18 C'lu cis 9-oktadenoik asittir. Günümüzde oleik asit n–9 (omega 9) olarak bilinmektedir (9 ve 10. C'lar arasında çift bağ vardır.).



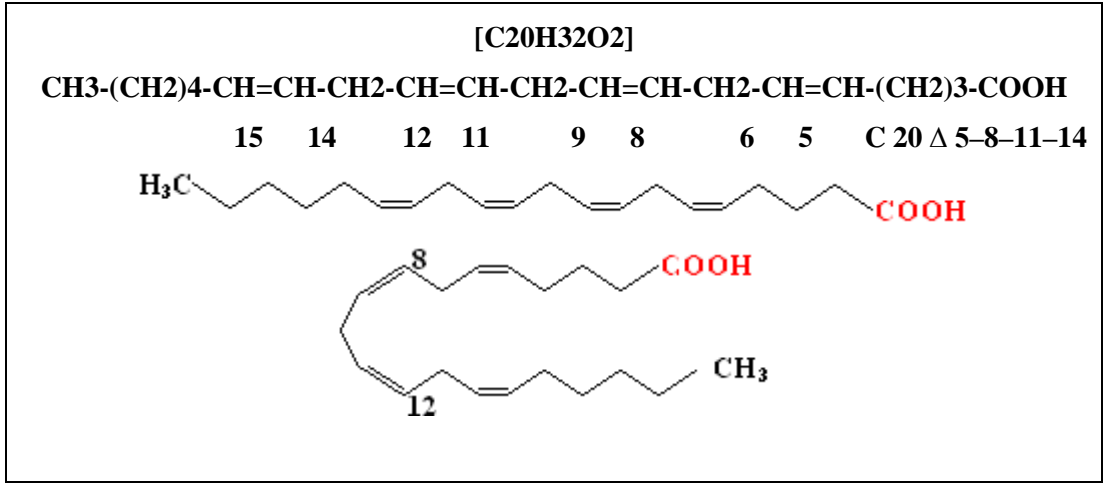
- **Linoleik asit:** İki çift bağlıdır. Çiğit ve soya yağlarında % 50'nin üzerinde bulunur. Doğada cis şeklindedir. 18 C'lu, 9-12 oktadekaenoik asittir. 9-10 ve 12-13 C'ları arasında çift bağ vardır. Günümüzde linoleik asit n-6 (omega 6) olarak bilinmektedir.



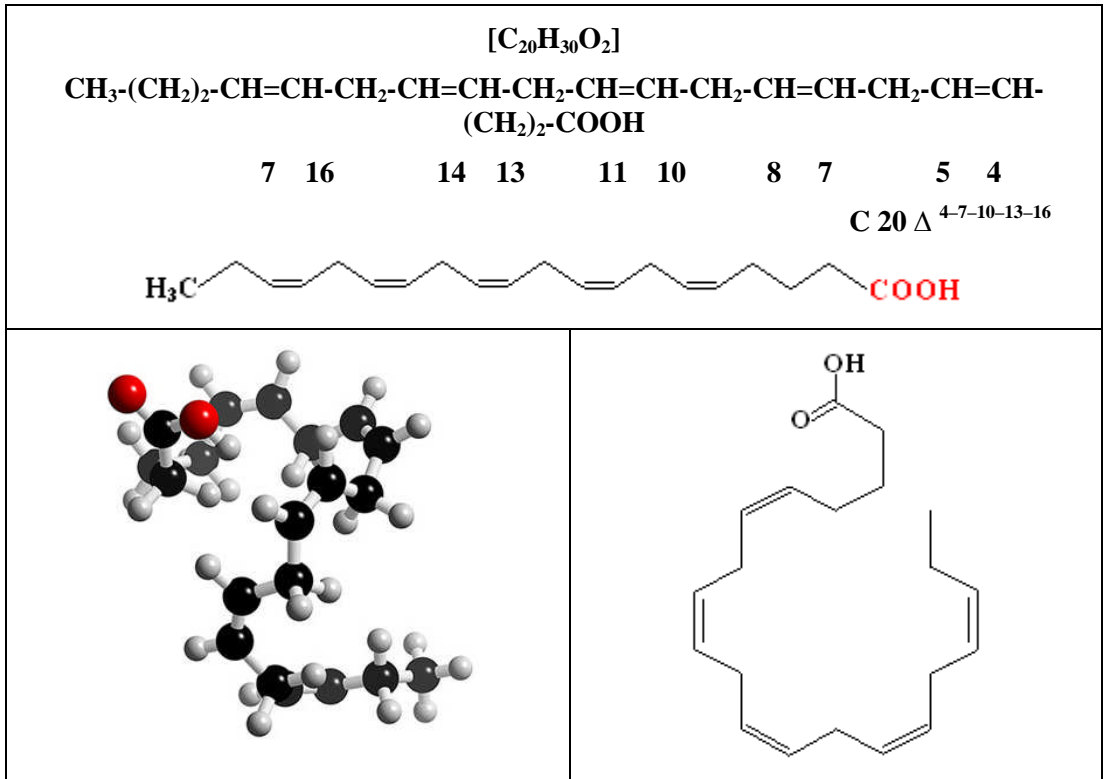
- **Linolenik asit:** Üç çift bağlıdır. Yağlı balıklar ve deniz ürünleri (özellikle uskumru, sardalye, hamsi ve somon gibi), ceviz, badem, soya filizi, kuru fasulye, soya fasulyesi, nohut, mısır, mısır unu, keten tohumu yağı, tatlı patates, marul, lahana, brokoli ve yeşil yapraklı sebzelerde ve bu bitkilerle beslenen hayvanların süt yağı ve yumurta sarılarında bulunur. 18 C'lu, 9.12.15 oktadekatrienoik asittir. 9-10, 12-13 ve 15-16 C'lar arasında çift bağ bulunur. Çift bağların cis-trans (çift bağa bağlı grupların farklı yönde olması) durumuna göre 8 izomeri vardır. Günümüzde linolenik asit n-3(omega 3) olarak bilinmektedir. Alfa linolenik asit vücutta EPA ve DHA'e metabolize olur (Şekil 1.8 ve 9).



- **Araşidonik asit:** Dört çift bağlıdır. Ciğer, balık, yumurta lipitleri gibi hayvansal yağlarda ve fıstık yağlarında bulunur. 20 C'lu, 5, 8, 11, 14 eikosatetraenoik asittir. 5-6, 8-9, 11-12 ve 14-15. C'lar arasında çift bağ vardır. Büyüme hormonlarının ön ögesidir ve damarlarda yağın akıcılığı için gereklidir. Vücutta α linolenik asitten metabolize edilebilir.

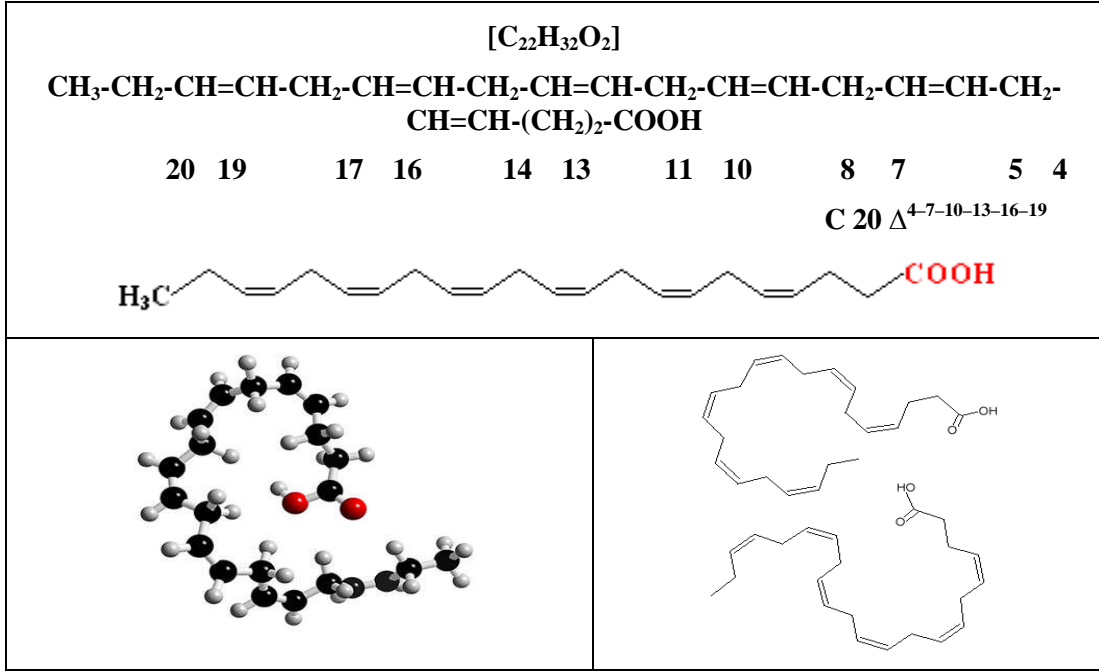


- **EPA:** Beş çift bağlıdır. 20 C'lu, 4, 7, 10, 13, 16, Eikosapentaenoik asittir. 4-5, 7-8, 10-11, 13-14 ve 16-17 C'lar arasında çift bağ vardır. Molekül formülü C₂₀H₃₀O₂'dir. Anne sütünde, somon, sardalye, uskumru, ton balığı vb. gibi soğuk su balıklarında bol miktarda bulunmaktadır. Balıklardaki EPA'nın kaynağı beslendikleri deniz yosunlarıdır.




Şekil 1.9: Eikosapentaenoik asit (EPA)

- **DHA:** Diğer ismi servoik asittir. Altı çift bağıdır. 22 C'lu, 4, 7, 10, 13, 16, 19 dokosahekzaenoik asittir. 4-5, 7-8, 10-11, 13-14, 16-17 ve 19-20. C'lar arasında çift bağ vardır. Molekül formülü $C_{22}H_{32}O_2$ 'dir. EPA gibi anne sütünde ve soğuk su balıklarında bol miktarda bulunur.



Şekil 1.10: Dokosahekzaenoik asit (DHA)

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dünya Sağlık Örgütü (WHO), her 5-10 gram omega-6 yağ asidine karşılık 1 gram omega-3 yağ asidi alınmasını önermektedir. ➤ EPA ve DHA damarlarda pıhtılaşmayı azaltır. Kalp hastalıklarını ve hipertansiyonu, alzheimer ve kanseri önleyici anti-inflamatuar (ateş düşürücü-ağrı kesici) etki gösterir, beyin gelişimi ve göz sağlığında etkilidir. ➤ Yeşil yapraklı sebzeler (lahana, ıspanak, brokoli, marul vb.), yağlı balıklar (ringa balığı, uskumru, sardalya, somon vb.) ve balık ciğeri yağı, EPA ve DHA bakımından zengindir.
---	--

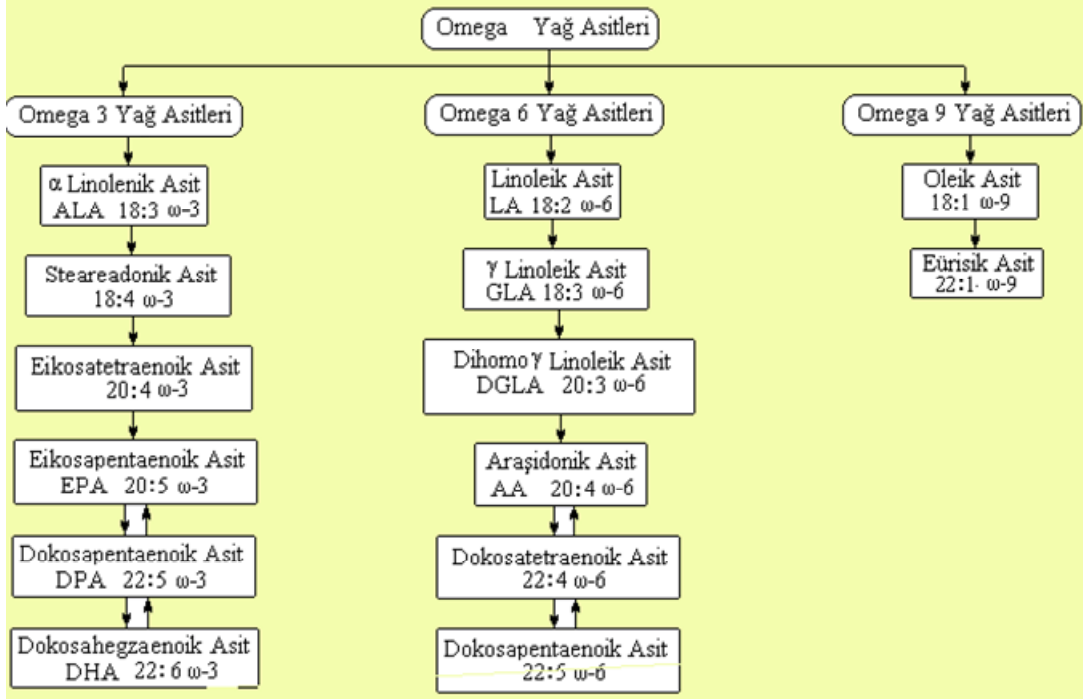
Balık türü	Yağ	Doymuş	Tekli Doymamış	Çoklu Doymamış	EPA	DHA
Hamsi	4,8	1,3	1,2	1,6	0,5	0,9
Sazan	5,6	5,6	2,3	1,3	0,2	0,1
Uskumru	13,0	2,5	5,9	3,2	1,0	1,2
Kefal	8,4	1,5	1,2	1,6	0,6	0,5
İri mezgit	1,0	0,1	0,1	0,5	0,1	0,4
Orkinoz	6,6	1,7	2,2	2,0	0,4	1,2
Karides	1,1	0,2	0,1	0,4	0,2	0,1

Tablo 1.5: Bazı balıklarda yağ ve yağ asidi çeşitlerinin oranları (g/100g)

Omega yağ asitlerinin fonksiyonları:

- Hücre zarının dayanıklılığı ve işlevinde etkindir.
- Yağların damar içinde akıcılığını sağlar.
- Trigliserit düzeyini düşürür, kolesterol metabolizmasında görev alır.
- LDL (kötü kolesterol) düzeyini düşürerek kalp damar hastalıkları riskini azaltır.
- Kanı inceltip damarları korur, kanın damarda pıhtılaşmasını ve kangreni önler.
- Kanın beyin damarlarında rahatça dolaşmasını sağlayarak migren tipi ağrıları önler.
- Bağışıklık sistemini güçlendirir, enfeksiyonlara karşı direnci artırır, (Başta gribal enfeksiyonlar olmak üzere, sedef, romatizma, astım ve alerji gibi hastalıkların tedavisinde rol oynar.).
- İnsülinin işlevini artırarak diyabeti geciktirir.
- Embriyo yaşamından itibaren sinir ve görme sisteminin sağlıklı gelişmesini sağlar.
- Hücrelerin hormonlara karşı cevaplarını ayarlayan hormon benzeri bileşikler olan prostaglantinlerin sentezinde görev alırlar (Prostaglandinler kan basıncı, kan pıhtılaşması, kan lipit seviyeleri, bağışıklık ve enfeksiyona bağlı yangı tepkilerini denetlerler.).
- Serbest radikallere karşı savaşarak cilt hücrelerinin yaşlanmasını engeller, hücreleri yenileyip cildi güzelleştirir, yaşlanmayı durdurur.
- Elzem yağ asitlerinin yetersizliğinde ciltte kuruma ve kanamalar, cilt bozuklukları, büyümede gerilik, kanda lipit taşınmasında bozukluklar olur, depresyon tetiklenir.

- WHO'ya göre ideal beslenmede 5–10 gram omega 6'ya karşılık, 1 gram omega 3 alınmalıdır.



Tablo 1.6: Omega yağ asitlerinin insan vücudunda dönüşüm metabolizması



Resim 1.1: Omega yağ asitlerince zengin somon balığı ve kanola yağı

1.3.2.5. Elzem Yağ Asitleri

İnsan vücudu, linoleik asit ve alfa-linolenik asit hariç, ihtiyaç duyduğu bütün yağ asitlerini kendi oluşturabilir. Vücutta üretilemedikleri için gıdalarla hazır alınması gereken, birden fazla çift bağ içeren linoleik, linolenik asitlere **elzem yağ asitleri** denir. Çünkü insan vücudu; karbon zincirinde, en sondan başa doğru (karboksil grubundan metil grubuna doğru) 1–9 C atomları arasına çift bağ yerleştiremez. Yalnızca bir çift bağ sentezleyebilir.

Elzem yağ asitlerine vitamin F de denir.

Elzem yağ asitleri prostaglandin adlı hormonumsu bileşiklerin oluşumunda kullanılır. Beyinde de linoleik ve alfa-linoleik asit türevlerinden bulunur.

Elzem yağ asitlerinin eksikliğinde B6 vitamini içeren besin maddelerinin alınması gerekir.

Hayvan	Laurik asit	Mirisitik asit	Palmitik asit	Stearik asit	Araşidik asit	Palmitoleik asit	Oleik asit	Linoleik asit	Linolenik asit
Sığır	-	6,3	27,4	14,1	-	-	49,6	2,5	-
Koyun	-	4,6	24,6	30,5	-	-	53,4	6,6	-
Hindi	0,1	0,8	20,0	6,4	1,3	6,2	38,4	23,7	1,6
Piliç	1,9	2,5	36,0	2,4	-	8,2	48,2	0,8	-

Tablo 1.7: Hayvan yağlarının doymuş ve doymamış yağ asidi oranları

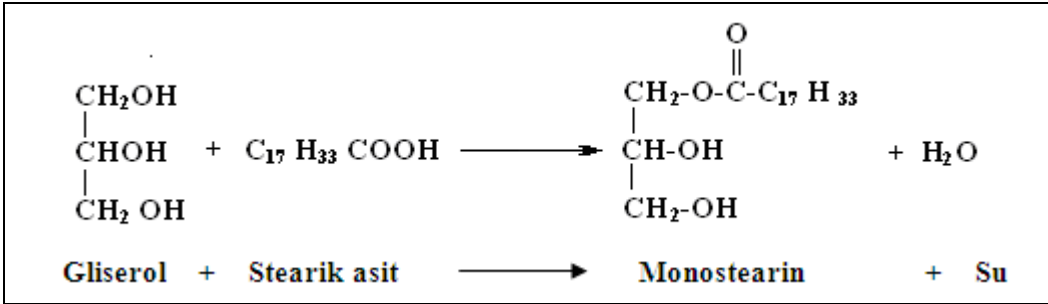
Bitki	Laurik asit	Mirisitik asit	Palmitik asit	Stearik asit	Araşidik asit	Palmitoleik asit	Oleik asit	Linoleik asit	Linolenik asit
Pamuk	-	1	20	4	-	2	24	40	-
Ayçiçeği	-	-	11	6	-	-	29	54	-
Zeytin	-	-	14	2	-	2	64	16	-
Soya	-	-	11	4	-	-	25	51	9
Susam	-	-	10	5	-	-	40	45	-

Tablo 1.8: Bitki yağlarının doymuş ve doymamış yağ asidi oranları

1.4. Esterleşme ve Yağ Oluşumu

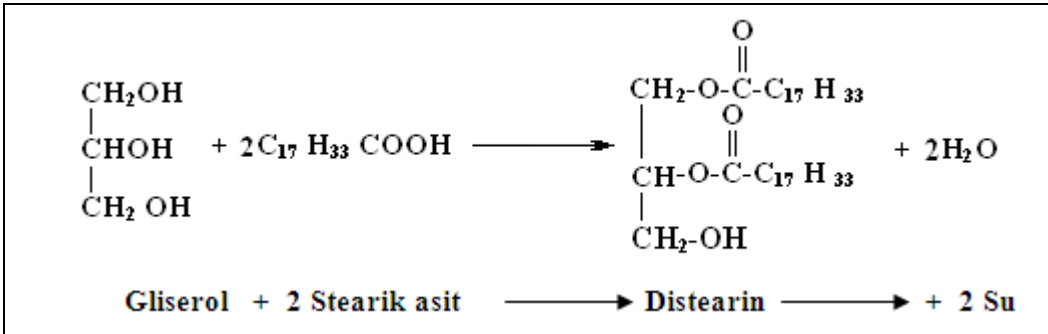
Gliserolün;

- Bir C atomundaki OH grubu, yağ asidiyle esterleşirse **monogliserid** oluşur.



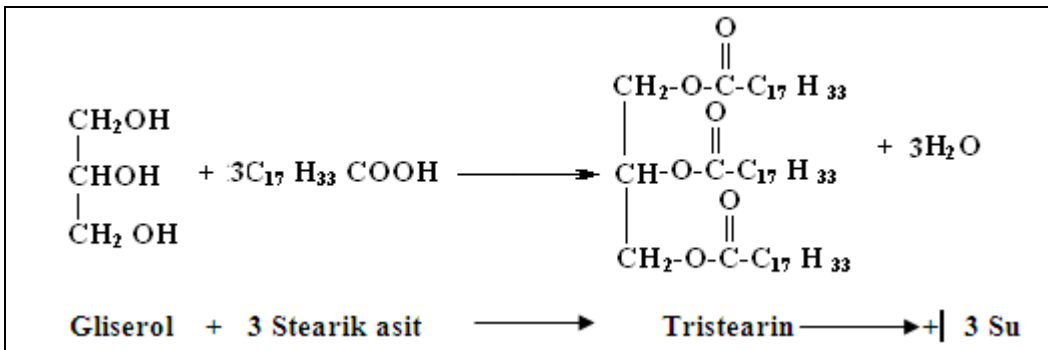
Şekil 1.9: Monogliserid oluşumu

- İki C atomundaki OH grubu esterleşirse **digliserid** oluşur.



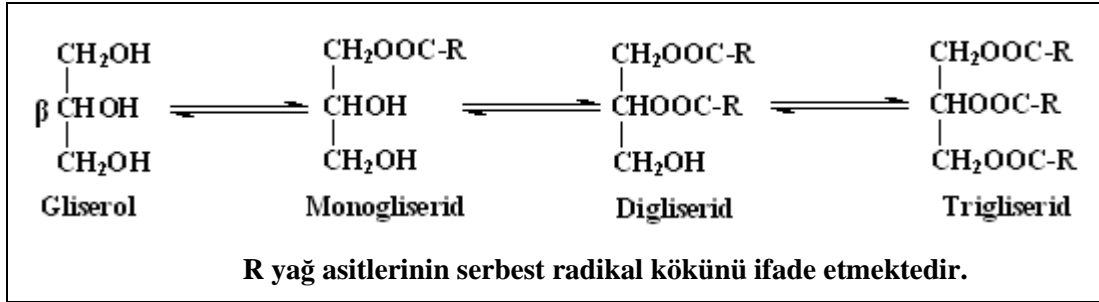
Şekil 1.10: Digliserid oluşumu

- Üç C atomundaki OH grubu esterleşirse **trigliserid** oluşur.



Şekil 1.11: Trigliserid (yağ) oluşumu

Gliserolden trigliseridlere kadar değişim reaksiyonları Şekil 1.13'te verilmiştir.

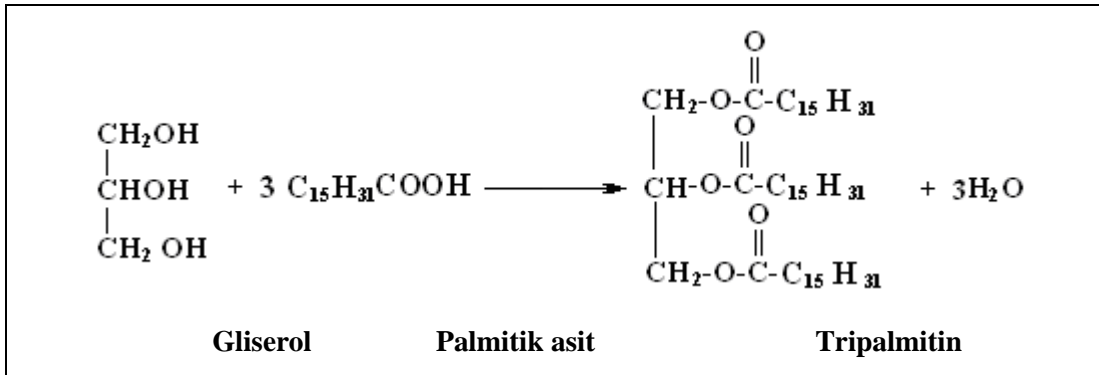


Şekil 1.12: Gliserolden triglisericidlere kadar değişim reaksiyonları

Yemelik yağlarda mono ve diglisericid miktarının, buna bağlı olarak da serbest asitlik miktarının az olması kalite açısından istenen bir özelliktir ve yağ işlemede kolaylık sağlar.

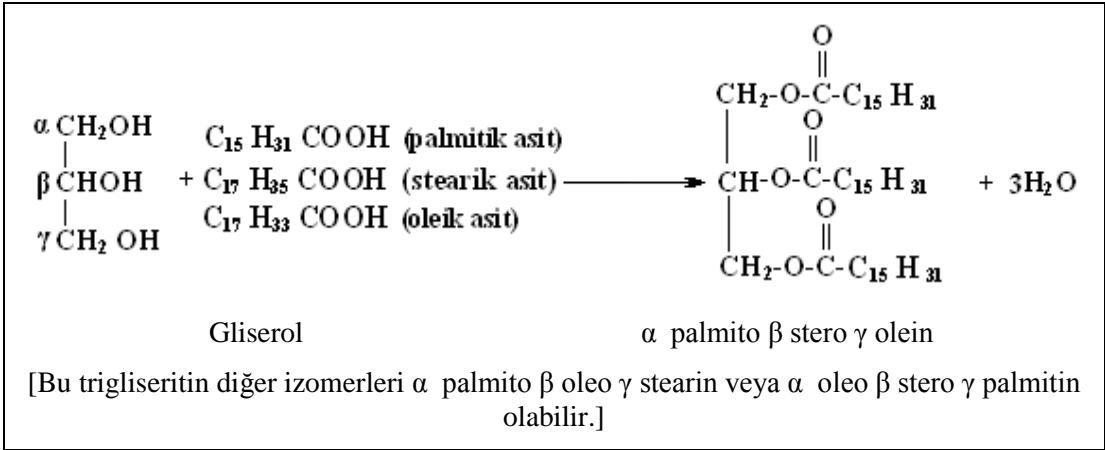
- Gliseritler esterleştiği alkollere göre isimlendirilir.

Eğer gliserolün her üç alkol grubu aynı asitle esterleşmişse bu aside göre adlandırılır. Bu tip gliseritlere basit gliserit denir. Örneğin aşağıda verilen tripalmitin bir basit gliserittir (Şekil 1.14).



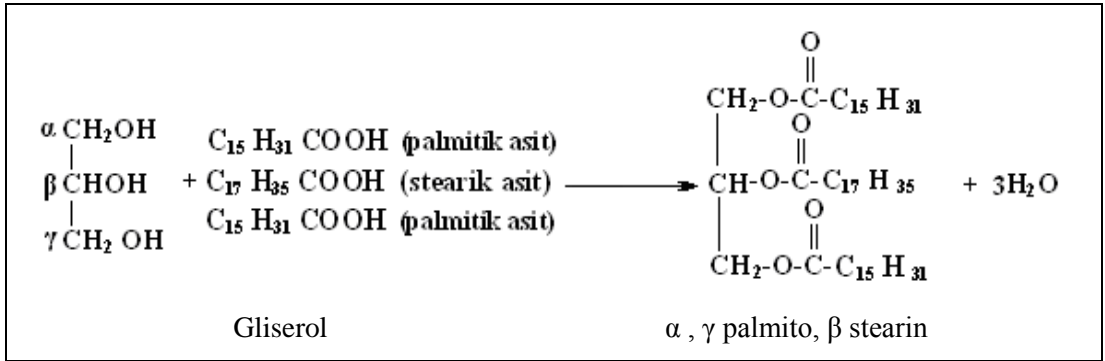
Şekil 1.13: Basit gliserit oluşum reaksiyonu

- Fakat yağlarda daha çok gliserinin OH gruplarının 2 veya 3 farklı yağ asitleriyle birleşmesinden oluşmuş **karma triglisericitler** bulunur. Karma gliseritlerin birçok izomeri olabilir. Örneğin palmitik asit ($\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$), stearik asit ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$) ve oleik ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$) asitlerinin her üçü aynı gliseritte bulunduğu 3 izomer oluşur (Şekil 1.14).



Şekil 1.14: Karma gliserit oluşum reaksiyonu

- Karma trigliseritlerde gliserolün ikinci karbon-hidroksil grubuna (β-OH grubu) bağlanan yağ asidi farklı birinci karbon-hidroksil grubuna (α -OH grubu) ve üçüncü karbon-hidroksil grubuna (γ -OH grubu) bağlanan yağ asitleri aynı ise bu gliseritlere **simetrik gliserit** denir. Örneğin aşağıda verilen α ,γ palmito β stearin bir simetrik gliserittir (Şekil 1.15).

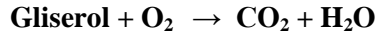


Şekil 1.15: Simetrik gliserit oluşum reaksiyonu

- Gliserol yükseltgenebilir ve yükseltgendiğinde gliserin aldehit, di hidroksi keton oluşur.



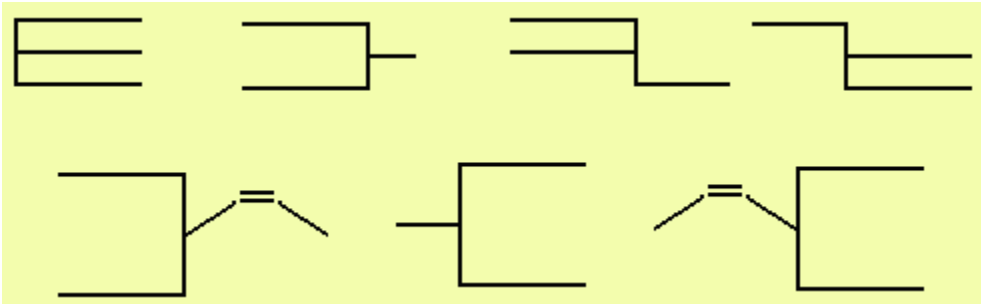
- Tamamen yükseltgendiğinde ise CO₂ ve H₂O verir. CO₂ ve H₂O aynı zamanda karbohidrat metabolizması ürünleridir. Gıdalarla alınan fazla gliserol, insan vücudunda O₂ ile yükseltgenerek şeker (glikoz) ve glikojene dönüşür.



- Gliseritlerin gliserol kısmının ($\text{C}_3 \text{H}_5$) molekül ağırlığı 41 olmasına karşın yağ asitleri kısmı 650–970 arasında değişir.

Yağların özellikleri üzerine yağ asitlerinin;

- Molekül ağırlıkları yani çeşidi,
 - Çift bağlı olup olmaması,
 - Çift bağ sayısı, yeri, çift bağın konjuge olup olmaması,
 - Çift bağların cis ve trans olup olmaması,
 - Zincir uzunluğu,
 - Zincire bağlı fonksiyonel grupların bulunup bulunmaması etkilidir.
- Gliseritlerin oluşumunda yağ asitlerinin C sayıları birbirinden 4C kadar farklı ise esterleşmeler sağdan veya soldan olabilir ve yağ asitleri farklı yöne bakar (Şekil 1.16).



Şekil 1.16: Trigliseritlerin yağ asidi zincir uzunluğuna bağlı olarak esterleşmelerindeki farklılıklar

- Trigliseritlerde serbest olarak asidik veya bazik gruplar olmadığı için **nötral yağlar** denir ve lipitlerin çoğunluğunu oluşturur. Bitki ve hayvan yağlarının % 99'una yakın kısmında trigliseritler bulunur. Nötral yağlar bitkisel ve hayvansal hücrelerin başlıca depo yağlarıdır ve yapılarında N bulunmaz.

1.5. Mumlar

Yüksek moleküllü yağ asitlerinin, yüksek moleküllü doymuş mono alkoller (tek –OH grubu içeren alkol) ile yaptıkları esterlerdir.



Mumların yapılarında;

- Yağ asidi olarak serotin asit ($\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{24}\text{-COOH}$) ve
- Alkol olarak 16 C'lu setil. 18 C'lu oktandesil veya 20 C'lu seril alkol bulunur.

Yağlardaki gibi doğal mumlarda da çift karbon sayılı yağ asitleri bulunur ve simetrik yapıdadır. Örneğin balmumu, myrsil alkolün (C 30) palmitik asit (C 16) esteridir. Balina yağından elde edilen işpermeçet mumu ise setil alkolün palmitik asit esteridir. Mumlar;

- Suda erimez, organik çözücülerde erirler.
- Yağlar gibi kolay hidrolize olmaz ve sabunlaşmazlar. Lipaz enzimleri mumları çok yavaş hidrolize edebildiğinden mumların besleme değeri fazla değildir.
- Mumlar biyolojik yönden önemlidir. Bitki ve hayvan vücutlarını örten mum tabakaları su kaybını önler.
- Mumlar meyvelerin kurutulması sırasında suyun buharlaşmasını engelleyip kurumayı güçleştirdiklerinden kırmızı erik gibi üzerinde mum tabakası bulunan meyveler kurutma öncesi NaOH, KOH, Na_2CO_3 vb. alkali çözeltilerine batırılır. Alkali uygulaması kurumayı engelleyen mum tabakasını ortadan kaldırarak veya incelterek kuruma hızını artırır.
- Mumlar endüstride merhem ve kozmetik üretiminde kullanılır.
- Sindirilmeleri zor olduğu, erime noktaları yağlardaki diğer bileşiklere göre çok yüksek olduğu ve yağın görünümünü bozdukları için yağların rafinasyonu sırasında ayrılır.

Gerçek mumlar; 16–20 karbonlu yağ asitleri ile 16–18 karbonlu düz zincirli yüksek alkollerin esterleridir.

Diğer mumlar; aromatik (halkalı) alkollerin yağ asitleri ile oluşturdukları esterlerdir. Kolesterol, A ve D vitaminleri esterleri bu gruba girer.

1.6. Bileşik (Konjuge) Lipitler

C, H, O' dan başka N, P, S bulunduran lipitlerin karbonhidrat, fosforik asit, protein gibi moleküllerle birlikte oluşturdukları bileşiklerdir.

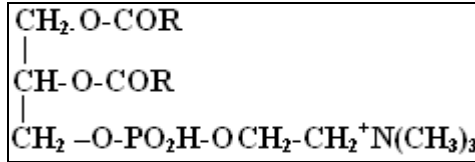
1.6.1. Fosfolipitler

Lipitlerin yağlardan sonraki en önemli grubudur. Fosfolipitlere **fosfatidler** de denir. Fosforik asidin ($=\text{H}_3\text{PO}_4$) diesteridir.

1.6.1.1. Gliserofosfatitler

Alkolü gliserol olan fosfolipidlerdir. Özellikle hayvan dokularında çok bulunan ve organizmanın gelişmesinde önemli rol oynayan maddelerdir. En önemlileri lesitin (fosfatidil kolin) dir.

- **Lesitin:** Gliserolün iki hidroksil grubunun biri doymuş, diğeri doymamış iki yağ asidi ile esterleşmiştir. Üçüncü hidroksil grubu ise kolinle birleşmiş olan H_3PO_4 ile esterleşmiştir. Saf lesitin; Saydam ve renksizdir, havada bırakıldığında sararır çünkü oksijene karşı dayanıksızdır, suda erimez. Eter, kloroform, benzen ve sıcak alkolde erir.

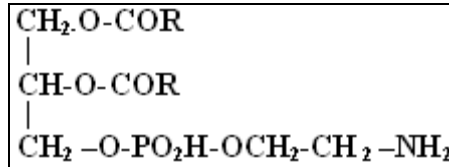


Lesitin formülü

Lesitinlerin metabolik ve yapısal fonksiyon açısından hücre zarının geçirgenliğinin düzenlenmesine yardım eder, yağların dokularda kullanılmasına yardımcıdır, proteinlerle kompleks bileşik oluşturarak (lesitoprotein) proteinlerin akciğerlerin iç yüzeylerinin yapışmasını önler, tampon vazifesi görürler, PH'ı ayarlar (Çünkü hem asit hem baz grupları vardır).

Lesitinler beyin, karaciğer ve yumurta sarısında bulunur. Teknik olarak soya fasulyesinden elde edilir. Fakat sentetik lesitinin fizyolojik etkisi henüz bilinmemektedir. Lesitin sanayide; makarna, margarin, çikolata, şekerleme, dondurma, mayonez yapımında emülsiyeye edici, yumuşatıcı ve antioksidan olarak kullanılır. Lesitin ilaç sanayinde de kullanılmaktadır.

- **Sefalinler:** Bu grupta fosfatidil serin ve fosfatidil inositol vardır. Yapıları lesitine benzer. Farklı olarak serin amino asidi ve etanol amin içerir. Fosfatidiletanolamin saf iken renksizdir, lesitin gibi ışık ve hava etkisi ile esmerleşir, higroskopik yani nem kapıcıdır, lesitinden sonra en çok bulunan bileşiktir.



Fosfatidiletanolamin (kefalin) formülü

1.6.2. Sfingolipitler

Alkolü gliserol değildir. Yapısında gliserin yerine 18 C'lu bir baz, doymamış bir amino grubu ve bir dialkol olan sfingozin ve lipit bulunur. Yapılarında H₃PO₄ de bulunan sfingolipitlere sfingomiyelin denir.

- Sfingomiyelin hidrolizinden bir yağ asidi, fosforik asit, kolin ve sfingozin elde edilir.
- Sfingomiyelin de en çok rastlanan yağ asidi lignoserik asittir (C 24).
- Hayvansal dokularda yaygındır. Beyin ve sinir siteminde yüksek oranda bulunur.
- Lipazlar tarafından parçalanmaz,
- Higroskopik (nem çekici) değildir.

1.6.3. Fosfatsız Lipitler (Glikolipitler)

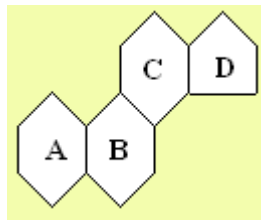
Yapı olarak sfingomiyelinlere benzerler fakat moleküllerinde fosfat grubu yoktur. Fosforikolin grubu yerine glikoz veya galaktoz gibi monosakkaritler bulunur.

1.7. Lipit Bileşenleri (Türev lipitler)

Katı alkollerin yağ asitleri ile yaptıkları esterlerdir. Steroller de denir.

1.7.1. Steroitler

Doğada serbest hâlde veya yağ asitleri ile esterleşmiş hâlde bulunan yapısında steran halkası içeren kristalsi alkollerdir.



Steran halkası

- Steroller, radikal gruplarındaki farklılıklar nedeniyle çeşitlilik gösterir. Hayvan, bitki ve mantar sterollerini olmak üzere üç grupta toplanır.
 - Hayvansal steroller kolesterol, olarak bilinir.
 - Bitkisel steroller fitosteroller olarak bilinir.

- Bitkisel yağlarda kolesterol bulunmaz bu nedenle bitkisel yağlarda kolesterole rastlanması yağa hayvansal yağ karıştırıldığını gösterir.
- Mikosteroller ise bakteriler tarafından sentezlenir.
- Steroller birbirleriyle benzer fiziksel ve kimyasal özellikler gösterirler.
 - Kolayca kristalize olur.
 - Yalnız yağlar ve yağ çözücülerde çözünür.
 - Yağ asitleriyle esterleşip asetat esterleri oluşturur. Bu şekilde tuzların özellikleri incelenerek yağ asitleri belirlenebilir.
- Steroitler, yağ sabunlaştıktan sonra ayrılan sabunlaşmayan artık içinde bulunur. Ham yağlardan yağların rafine edilmesi sırasında büyük oranda uzaklaştırılır.
- Steroitlerin fizyolojik önemi çok büyüktür. Cinsiyet hormonları, adrenalın kortizon gibi hormonlar, safra asitleri, bazı alkaloidler, D vitaminleri steroid grubundaki bileşiklerdir.
- Steroitlerin en önemlileri kolesterol ve ergosteroldür.

1.7.1.1. Kolesterol

İlk bulunan zoosterindir.

- Yalnız hayvansal dokularda sentezlenir. Hem serbest hem de uzun zincirli yağ asitleri ile esterleşmiş olarak tüm hayvansal yağlarda bulunur.
- Hücre zarlarının ve plazma proteinlerinin önemli bir bileşenidir.
- Çok önemli biyolojik maddelerin öncülüdür. Safra asitleri, steroid hormonları ve D vitamini kolesterol türevidir.
- Kolesterol kanda lipoproteinler hâlinde taşınır. Yağ oranı fazla lipoproteinlere “LDL” (low density lipoprotein=düşük yoğunluklu lipoprotein=kötü kolesterol), yağ oranı az lipoproteinlere “HDL” (high density lipoprotein=yüksek yoğunluklu lipoprotein=iyi kolesterol) denir. LDL kalp damar hastalıkları riskini artırır.



1.7.1.2. Dehidrokolesterol (D3 Provitamini)

Kolesterolün yükseltgenmesi ile elde edilir. İki çift bağlıdır. Deri altında bulunur. Ultraviyole ışınları ile D vitaminine dönüşür.

1.7.1.3. Ergosterol

Maya sterolüdür (mikosterin). D2 vitaminin provitaminidir.

1.7.2. Renk Maddeleri (Lipokromlar)

Yağda çözünen doğal renk maddelerine lipokrom denir.

- Lipokromlardan en yaygın bulunanları klorofil ve karotendir. Karotenler oksidasyona karşı son derece duyarlıdır. Yüksek sıcaklıklarda parçalanır. En çok bilinenleri β karotendir. β karoten vücutta karaciğerde enzimatik yolla A vitaminine dönüştürülür.
- Diğer önemli lipokromlar ksantofil ve zeaksantofildir.
- Lipokromlar rafinasyon sırasında ağartma işlemiyle yağlardan uzaklaştırılır

1.8. Lipitlerin Vücut Çalışmasındaki Fonksiyonları

- Hücrenin yapı maddelerindedir.
- Hücre ve sitoplazmik organel zarlarının %50'si lipitlerden oluşmaktadır. Lipit çeşitlerinden olan fosfolipitler, hücre zarının önemli bir bileşenini oluşturur.
- Mitokondride elektron taşıma işlemine yardımcı olur.
- Enerji sağlar. Yağların en önemli işlevi yedek enerji sağlamaktır.
- İçerdikleri karbon miktarı, oksijene göre daha fazla olduğundan yağlar vücutta yakıldığı zaman karbonhidrat ve proteinlere göre daha çok enerji verir. 1 gram yağ yakıldığında 9 cal enerji verir. Yağların yakılması için daha çok oksijene gereksinim vardır.
- Lipitlerin hücrede yanması ile çok miktarda metabolik su açığa çıkar. Kış uykusuna yatan, uzun yolları kullanan hayvanların vücudunda depo ettikleri yağın yakılması sonucu enerji sağlanırken açığa çıkan metabolik su da ihtiyaç duyulduğunda kullanılır.
- Yağda eriyen A, D, E, K vitaminlerinin taşıyıcısıdır. Bazı vitaminler ve hormonların biyosentezinde lipidler ön madde olarak gereklidir.
- Büyüme ve normal metabolik olaylar için gerekli olan ve vücutta sentezlenemeyen elzem yağ asitlerinin alınmasını sağlar.
- Doyma duyusunun oluşmasına yardımcı olur, mide boşalmasını geciktirir, uzun süre tokluk hissi verir.
- Sindirim metabolizmasının düzenli yürümesini sağlar. Yağların gebelik, laktasyon (süt verimi) ve protein metabolizması üzerine etkileri vardır.

- Organların çevresini sararak desteklik yapar ve dış etkenlere, çarpmalara karşı korur.
- Vücuttan ısı kaybını önler.
- Bazı enzimleri aktive eder.
- Sinir sistemine olumlu etki yapar, miyelinli sinirler boyunca uyarıların hızla yayılmasına olanak sağlar.
- Vücut derisinin esnekliğini korumasında etkilidir. Uzun süre yağsız beslenen kişilerin derilerinde pul pul dökülmeler görülür.
- Vücutta fazla alınan karbonhidrat ve proteinler yağa dönüştürülerek depolanır. Aşırı yağlı ya da yağa dönüştürülebilen besinlerde beslenme, damarlarda tıkanmalara yol açabilir; bunun sonucunda da kalp hastalıkları ve dolaşım bozuklukları ortaya çıkabilir. Ayrıca, şişmanlığa neden olur. Kısacası yağlar zararlı değildir. Zararlı olan, her şeyde olduğu gibi yağın aşırı miktarda alınmasıdır.

1.9. Lipitlerin Gıda İşlemedeki Fonksiyonları

- Hamurlara yumuşaklık verir.
- Hava kabarcıklarını tutarak yapıyı hafifletir, gevreklik verir.
- Kabarmaya olumlu etki yapar.
- Yağlardaki mono ve digliseritler, fosfolipitler emülsiyeye edicidir.
- Mayonez ve sosislerde karışımın bileşeni olur.
- Yiyeceklerde baharatların taşıyıcısı olarak görev yapar.
- Kızartmalarda ısıyı iletir, dokuyu yumuşatır.
- Kızartma sırasında yiyeceklerin tavaya yapışmasını önler.

UYGULAMA FAALİYETİ


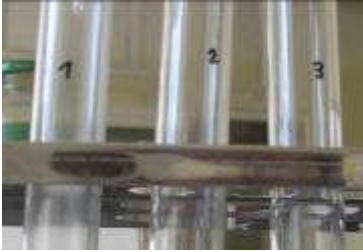
Tereyağı, margarin ve zeytinyağında yağ asitlerinin doymuşluk doymamışlık özelliklerini saptayınız.

Kullanılan Araç Gereçler:

- Deney tüpleri,
- puar, terazi, beher, pipet, spatül, saat camı, tüplük

Kullanılan Kimyasal Maddeler:

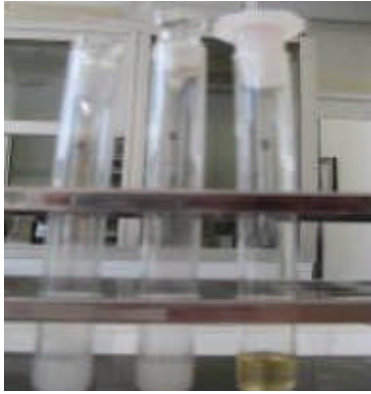
- CCl_4 ,
- CCl_4 deki %2'lik brom çözeltisi
- Saf su

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ CCl_4 de çözündürerek % 2'lik brom çözeltisi hazırlayınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Temiz ve ütülü önlük giyerek önlüğün düğmelerini ilikleyiniz.➤ Çalışma ortamını temizleyiniz.➤ Araç gereçlerinizi, çözeltilerinizi kullanıma hazır hâle getiriniz.
<p>➤ 3 adet deney tüpü alınız.</p> 	

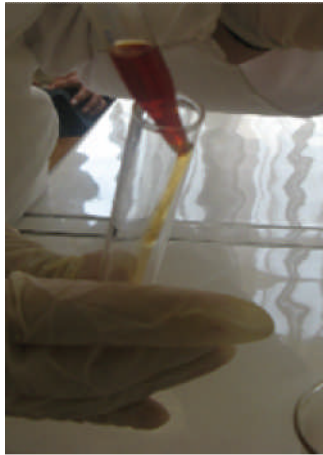
<p>➤ Birinci deney tüpüne 0,1 g tereyağı alınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tüpleri karıştırmamak için numara veriniz. ➤ Her tüpe hangi yağı eklediğinizi kaydediniz. ➤ Tartım öncesi terazinin kalibrasyonunu kontrol ediniz. ➤ Hassas terazide tartımı doğru ve dikkatli yapınız. ➤ Tartım bitince teraziyi kapatınız. ➤ Örnekleri behere kayıpsız aktarınız.
<p>➤ Tereyağın üzerine 2 ml CCl₄ ekleyiniz, çalkalayarak yağı çözündürünüz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kimyasal maddelerle çalıştığınızı unutmayınız. ➤ CCl₄ zehirlidir, puar kullanınız. ➤ İş güvenliğine dikkat ediniz. ➤ Tüplük kullanınız. ➤ Tüpün ağzına tıpa yerleştirerek çalkalama işlemini yapınız.
<p>➤ İkinci deney tüpüne 0,1 g margarin alarak üzerine 2ml CCl₄ ekleyiniz, çalkalayarak yağı çözündürünüz.</p>	



- Üçüncü deney tüpüne 0,2 ml zeytinyağı alınız.

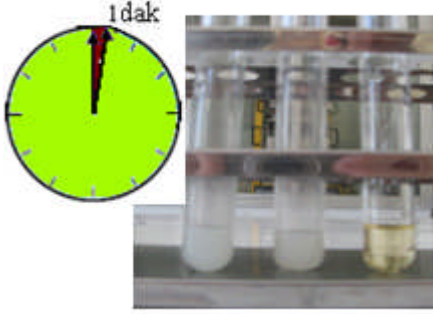


- Hazırlamış olduğunuz her deney tüpüne CCl_4 deki % 2'lik brom çözeltisinden birer damla ekleyiniz.



- Brom da zehirli ve aşındırıcı çok tehlikeli maddedir, Gözlük ve lastik eldiven ve puar kullanınız.
- Puar kullanmayı alışkanlık hâline getiriniz.
- Brom buharlarından etkilenmemek için çeker ocakta çalışınız.
- Brom buharlarından etkilenirseniz hemen açık havaya çıkınız.
- CCl_4 brom ve CCl_4 derinize değerse veya gözlerinize sıçarsa hemen bol soğuk su ile yıkayınız.
- Soğukkanlı ve sabırlı olunuz.
- Laboratuvar kazalarında ilk yardım ilkelerini öğreniniz.


- Yaklaşık 1 dk. bekleyerek renk oluşumunu gözleyiniz.



- Belirtilen süreye uyunuz.
- Dikkatli ve gözlemci olunuz.

- Oluşan sarı renk kaybolursa CCl_4 deki % 2'lik brom çözeltisinden iki damla daha ekleyiniz.



-  Gözlemediğiniz değişimleri ve nedenlerini, kimyasal olarak açıklayınız. Arkadaşlarınızla tartışınız.

- 2 damladan az çözelti harcanıyorsa yağ doymuş, 2 damladan fazla çözelti

- Sonuçlarınızı deney rapor formuna işleyiniz.

katıldığında renk değişimi oluyor ve gaz çıkışı gözlüyorsanız yağ doymamıştır.

- Deney raporunu yazınız.



- Rapora yazdığınız tüm bilgileri okunaklı bir şekilde yazmaya özen gösteriniz.
- Çalışma sonrası kullandığınız araç ve gereçleri ve çalışma ortamını temizleyiniz.
- Laboratuvarda son kontrollerinizi yapınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Parafin yağların doğal yağlardan ayrılmasını sağlayan ölçüt aşağıdakilerden hangisidir?
A) Polanske sayısı
B) Kuruma özelliği
C) Akrolein reaksiyonu
D) Sabunlaşma reaksiyonu
E) İyot indeksi
2. Nötral yağların hidrolizinden aşağıdakilerden hangisi oluşur?
A) Alkol ve asit
B) Alkol ve amino asit
C) Hidroksi asitler
D) Gliserol ve yağ asidi
E) Organik asitler ve sabunlar
3. Aşağıdakilerden hangisi doymuş yağ asidi değildir?
A) Bütirik asit
B) Oleik asit
C) Palmitik asit
D) Stearik asit
E) Kaprilik asit
4. 22 C'lu 4 çift bağlı doymamış yağ asidinin formülü aşağıdakilerden hangisidir?
A) C₁₂H₁₂O₂
B) C₂₂H₃₆O₂
C) C₂₂H₂₂O₂
D) C₂₂H₄₄O₂
E) C₁₂H₃₆O
5. Linolenik asit niçin bir elzem yağ asididir?
A) 18 C'lu olduğu için
B) Bitkisel yağlarda bulunduğu için
C) Üç çift bağlı olduğu için
D) Trigliseritlerin yapısına girdiği için
E) Karboksilli asit olduğu için

6. Aşağıdaki yağlardan hangisi ya da hangilerinde doymamış yağ asitleri daha fazla bulunur?

1. Margarin

2. Ayçiçek yağı

3. Zeytinyağı

4. Soya yağı

5. Tereyağı

6. Mısırözü yağı

- A) Yalnız 3
- B) 1 ve 5
- C) 2, 3, 4 ve 6
- D) 2, 5 ve 6
- E) 3, 4, 5 ve 6

7. DHA insan vücudunda hangi yağ asidinden sentezlenir?

- A) Linolenik asit
- B) Linoleik asit
- C) Stearik asit
- D) Oleik asit)
- E) Araşidonik asit

8. C sayısı 20 olan ve 4 çift bağ içeren yağ asidinin kapalı formülü aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $C_{20}H_{12}O_2$
- B) $C_{20}H_{36}O_2$
- C) $C_{20}H_{40}O_2$
- D) $C_{20}H_{32}O_2$
- E) $C_{20}H_{36}O$

9. Aşağıdakilerden hangisi lipidlerin vücut çalışmasındaki fonksiyonları arasında sayılamaz?

- A) Enerji sağlama
- B) Dolaşım sisteminin düzenli çalışmasını sağlama
- C) A, D, E, K vitaminlerinin taşıyıcısı olma
- D) Vücuttan ısı kaybını önleme
- E) Vücudu dış etkenlerden koruma

10. EPA hangi tür yağ asidi sınıfındadır?

- A) Omega 6 yağ asidi
- B) Omega 9 yağ asidi
- C) Omega 3 yağ asidi
- D) Doymuş yağ asidi
- E) Tekli doymamış yağ asidi

EŞLEŞTİRMELİ SORULAR

Aşağıda sütun-1'de verilen terimlerin doğru açıklamasını sütun-2'den bulunuz. Önündeki harfi sütun-1'deki parantezin içine yazınız.

Sütun-1	Sütun-2
11. Yağların oluşumunu sağlayan kimyasal olaylar.	A. Araşidonik asit
12. Alkolü gliserin olan H ₃ PO ₄ esteri	B. Lesitin
13. Elzem yağ asidi	C. Emülsifer
14. Yüksek moleküllü alkollerin, yüksek moleküllü yağ asitleri ile oluşturduğu lipitler	D. Mumlar
15. Digliserit	E. Esterleşme

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 uygulamalı teste geçiniz.

UYGULAMALI TEST

- Ayçiçeği yağı ve kahvaltılık sürülebilir margarin örneklerinde doymuşluk-doymamışlık özelliğini belirleyiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri “**Evet**” ve “**Hayır**” kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Bilgi sayfalarını dikkatlice çalıştınız mı?		
2. Tablo ve şekilleri incelediniz mi?		
3. Laboratuvar kıyafetlerinizi giydiniz mi?		
4. Laboratuvar araçlarını kontrol edip hazırladınız mı?		
5. CCl ₄ de çözündürerek % 2'lik brom çözeltisi hazırladınız mı?		
6. 2 deney tüpü aldınız mı?		
7. Deney tüplerinin temiz ve kuru olmasına dikkat ettiniz mi?		
8. Deney tüplerine numara verdiniz mi?		
9. Hassas terazide 0,1 g kahvaltılık sürülebilir margarin tarttınız mı?		
10. Birinci deney tüpüne tarttığınız 0,1 g margarinini aktardınız mı?		
11. Margarinin üzerine 2 ml CCl ₄ eklediniz mi?		
12. Deney tüpünü çalkalayarak margarinini çözdürdünüz mü?		
13. Pipetle 0,2 ml ayçiçek yağı çektiniz mi?		
14. Ayçiçek yağını ikinci deney tüpüne aktardınız mı?		
15. Her iki deney tüpüne de CCl ₄ deki % 2'lik brom çözeltisinden birer damla eklediniz mi?		
16. Deney tüplerini tüplüğe yerleştirdiniz mi?		
17. Bir dakika beklediniz mi?		
18. Hangi tüpte sarı renk değişimi olduğunu gözlemleyip not ettiniz mi?		

19. Rengi kaybolan tüpe CCl ₄ deki % 2'lik brom çözeltisinden bir damla daha eklediniz mi?		
20. Bir dakika beklediniz mi?		
21. Tüplerde sarı renk değişimi ve gaz çıkışı olup olmadığını gözlemleyip not ettiniz mi?		
22. Bu farkın nedenini açıklayabiliyor musunuz?		
23. Kullandığınız araçları temizleyip yerine kaldırdınız mı?		
24. Laboratuvarın son kontrollerini yaptınız mı?		
25. Gözlemlerinizi rapor hâline getirip sınıfta tartıştınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli bilgileri alıp uygun araç gereç ve ekipmanlar sağlandığında tekniğine uygun olarak lipitlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Yağları saklama koşullarını araştırınız.
- Farklı yağları ışıklı, ışısız, buzdolabı, oda sıcaklığı gibi farklı koşullarda bekleterek değişiklik olup olmadığını inceleyiniz.
- TSE ve Türk Gıda Kodeksinin yağlarla ilgili bölümlerini inceleyiniz.

2. YAĞLARIN ÖZELLİKLERİ

2.1. Yağların Fiziksel Özellikleri

Yağlar renksiz, tatsızdır. Sarı renk yağdan eriyen bir pigment olan ksantofil ve karotenden ileri gelir, yağlarda 5–6 mg/lt karoten bulunur.



Resim 2.1: Çeşitli yağlı tohumlardan elde edilmiş sıvı yağlar ve farklı renkleri

2.1.1. Yağların Yoğunluğu

Yağların yoğunluğu 0,9–0,92 g/cm³tür. Molekül ağırlığı ve doymunluk derecesi arttıkça yoğunluk düşer. Yağların yoğunluğu sudan az olduğu için suyla beraber olduklarında suyun yüzeyinde kalırlar.

2.1.2. Yağların Erime Noktaları

Her yağın erime noktası farklıdır.

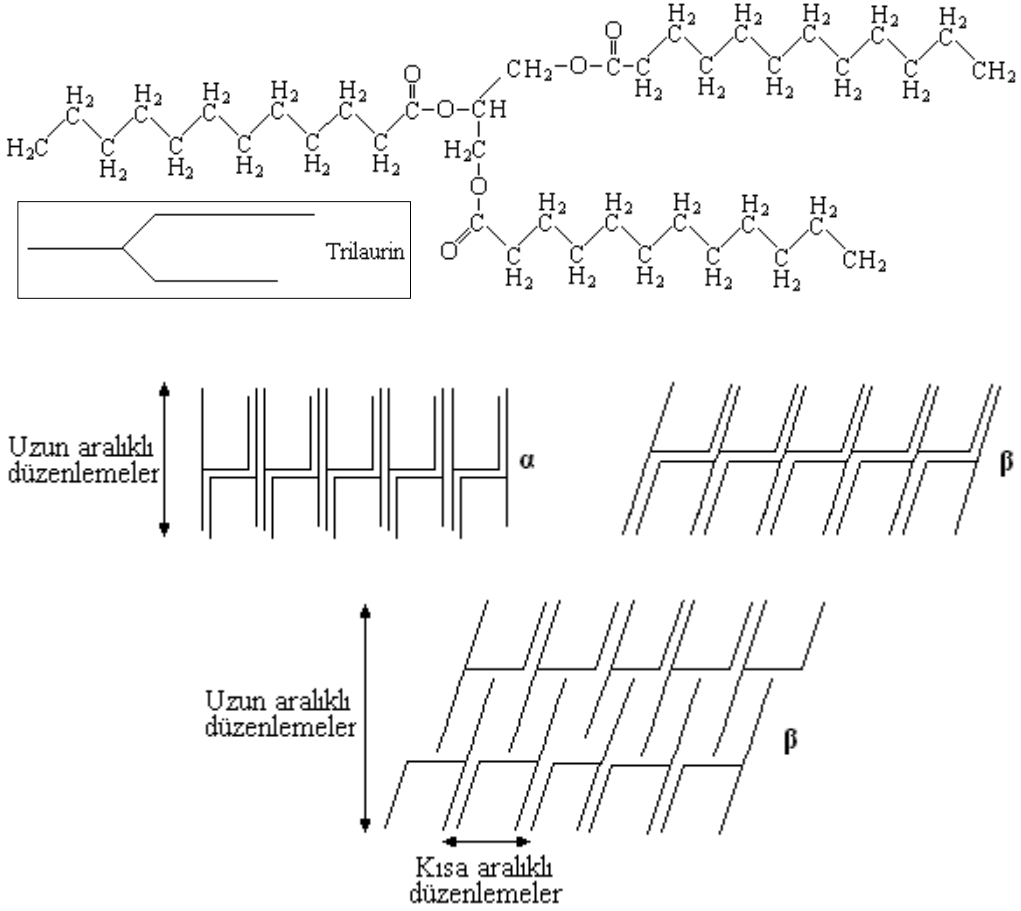
- Yağlar değişik gliserit ve diğer maddelerin karışımı olduğundan sabit bir erime noktaları yoktur.
- Düz ve uzun zincirli asitleri içeren yağların erime noktası yüksektir. Çünkü bu yağların kristal yapısı kuvvetlidir ve kristaller arası bağları koparmak için daha fazla ısı gerekir.
- Yağlardaki yağ asitlerinin C sayısı arttıkça erime noktası yükselir. Örneğin 4 C'lu doymuş yağ asidi olan bütirik asidin erime noktası -4°C , 22 C'lu doymuş yağ asidi behenik asidin erime noktası 80°C 'dir.
- Çift bağ sayısı arttıkça erime noktası düşer. Çünkü çift bağlı yağ asitleri düz zincir yapıyı bozar ve kristal oluşturmayı zorlaştırır. Örneğin 18 C'lu ve çift bağızsız stearik asidin erime noktası 72°C iken 18 C'lu 3 çift bağlı linolenik asidin erime noktası -11°C 'dir.
- Yağların doymunluk derecesi arttıkça erime noktası yükselir.
 - Yani doymamış yağ asitlerinin çoğunlukta bulunduğu yağlar sıvı,
 - Doymuş yağ asitlerinin çoğunlukta bulunduğu yağlar ise katıdır.
- Yağ asitlerinin cis veya trans oluşu erime noktasını etkiler.
 - Doymamış yağ asitleri genellikle doğal olarak cis şeklinde bulunurken işlem görmüş yağlarda ise trans şeklinde bulunur.
 - Trans şekli molekülün düz zincir yapısını cis şekline göre daha çok koruduğundan trans izomerin erime noktası daha yüksektir.
 - Doymunluk dereceleri ve C sayıları aynı olan yağlardan biri oda sıcaklığında sıvı, diğeri katı olabilir. Bu durumda sıvı olanlarda cis, katı olanda trans izomeri çoğunlukta.
- Kristal yapının şekli de erime noktasını etkiler. Örneğin tristearinin α , β ve γ kristal şekillerinin erime noktaları 55, 73 ve 64°C 'dir.

2.1.3. Yağların Kristal Yapısı

Her yağın kendine özgü bir kristal yapısı vardır (Şekil 2.1).

- Kristal yapının şekline göre yağın kıvamı değişir. Oda sıcaklığında katı olan yağlarda kristalize olmuş miktar daha fazladır.
- Trigliseritlerde en az üç çeşit kristal yapı vardır ve her kristal yapı tipinin kendine has erime noktası vardır.
- Trigliseritlerin hemen hepsi yağ asidinden oluşmuş ise yağın kristal yapısı daha homojen olur.
- Uzun zincirli yağ asitleri daha kuvvetli kristal yapı oluşturur.
- Çift bağ sayısı arttıkça düz zincir yapı bozulduğundan kristal yapı zayıflar.

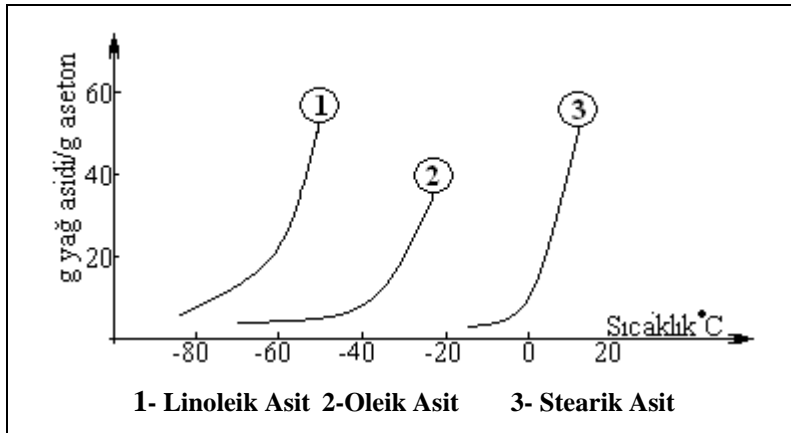
- Katılaştırma işlemi sonunda karıştırılarak hızlı şekilde soğutulan yağlar küçük ve düzgün kristal yapıdadır.
 - Yavaş soğutulan yağlarda ise kristal yapı büyük ve dağılımları homojen olmadığından kumlu bir yapısı vardır.
- Yağlarda kristal miktarı;
 - Yağ asidinin zincir uzunluğuna,
 - Doymunluk derecesine,
 - Doymamış yağlarda çift bağdaki atomların dizilişine,
 - Yağdaki diğer maddelerin cins ve miktarına göre değişir.



Şekil 2.1: Yağlarda kristal yapı çeşitleri

2.1.4. Yağların Çözünürlükleri

- Yağlar suda değil, organik çözücülerde çözünürler.
 - Yağın gliserol kısmı yapısındaki -OH grupları nedeniyle suda kolay erir.
 - Yağ asitlerinin hidrokarbon kısmı ise su ile karışmaz.
 - 6 C'luya kadar olan kısa zincirli yağ asitleri suda az oranda erir.
 - 6 C'lu kaproik asit ve daha uzun zincirli yağ asitleri, eter, benzen, kloroform gibi organik çözücülerde çözünür.
 - Uzun zincirli yağ asitlerinin sadece alkali metal tuzları (sabun) suda çözünebilir.
- Bir gliserolün -OH grupları tamamen esterleştiğinde hiç hidrofilik (suda çözünen, suyu seven) olan -OH grubu kalmadığından trigliseritler suya karşı hidrofobiktir (suda çözünmeyen, suyu sevmeyen).
- Mono ve digliseritler ise hem yağın hem suyun özelliklerini taşıdığından su ile karışırlar ve bu nedenle gıda endüstrisinde emülsifer =emülgatör olarak kullanılırlar.
- Fosfolipitler yapılarındaki PO₄ ve -OH grupları, glikolipitler ise şeker molekülünün -OH grupları nedeniyle suda gliseritlere göre daha iyi çözünürler.
- Yağlar kendileri gibi hidrofob olan başka bileşikler için iyi bir çözücüdürler. Buzdolabında tereyağı ile soğan yan yana konulduğunda tereyağın soğan kokması gibi. Bu nedenle saf domuz yağı parfümeride çiçek esanslarını eritmek için kullanılır.



Şekil 2.2: Farklı yağ asitlerinin asetondaki çözünürlükleri

2.1.5. Yağların Işık Absorbansiyonu

Doğal olarak elde edilen doymuş ve doymamış yağ asitleri UV ve görülebilir (vizibil) alandaki ışınları absorbe etmezler. Fakat yapılarında birden fazla çift bağ bulunan yağ asitleri KOH ile ısıtıldığında, konjuge çift bağlı izomerleri meydana gelir. Bu izomerler 230–260 nm dalga boyundaki ışınları absorbe eder. İzomerize olan yağ asitlerinin bu özelliğinden yararlanılarak spektrofotometrik olarak miktar tayinleri yapılır.

2.2. Yağların Kimyasal Özellikler

Yağlarda kimyasal reaksiyonlar ya ester bağlarında ya da çift bağlarda meydana gelir. Bunlar:

- Hidroliz
- Sabunlaşma
- Ara esterleşme (interestification)
- Yeni moleküllerin oluşması (rearrangement)

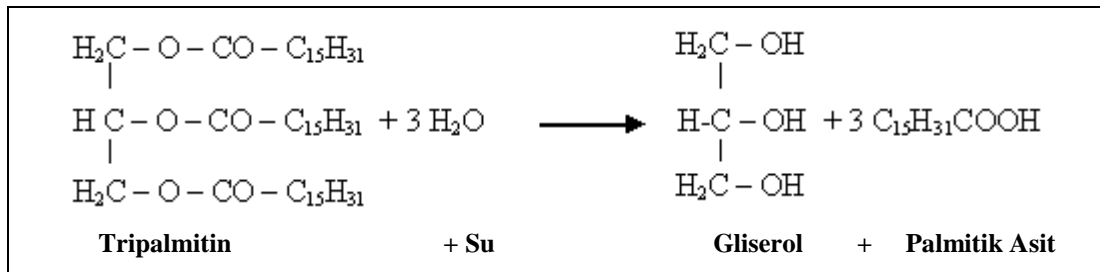
2.2.1. Hidroliz

Gliserit molekülünde su etkisi ile gliserol ve yağ asitleri arasındaki ester bağlarını kopması, serbest yağ asidi ve gliserol oluşmasıdır.

Kızgın buhar, alkali, asitler ve lipaz enzimi yağlarda hidrolize neden olur. Tereyağı, kuruyemiş ve yağlı yiyeceklerde depolamadan önce lipaz enzimi inaktive edilmemişse depolanma sırasında lipaz enzimi tarafından hidrolize edilir ve serbest yağ asitleri artarak yağın tadını bozar. Buna halk arasında yağın acılaşması denir.

Hidroliz insan vücudunda da gerçekleşir. Bağırsakta pankreas lipazının etkisi ile yağlar hidrolize olarak emilebilecek duruma gelir.

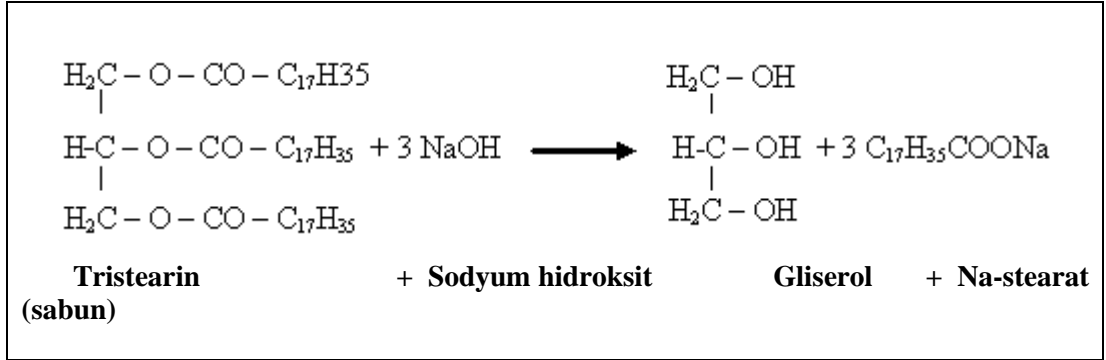
Tekrar tekrar kullanılan kızartma yağlarında yağa atılan yiyeceklerden yüksek ısının etkisi ile trigliseritler hidrolize olur. Daha sonra yine yüksek ısının etkisi ile gliserol parçalanarak akrolein oluşur. Yağ yanar ve özelliklerini kaybeder.



Şekil 2.3: Hidroliz reaksiyonu

2.2.2. Sabunlaşma

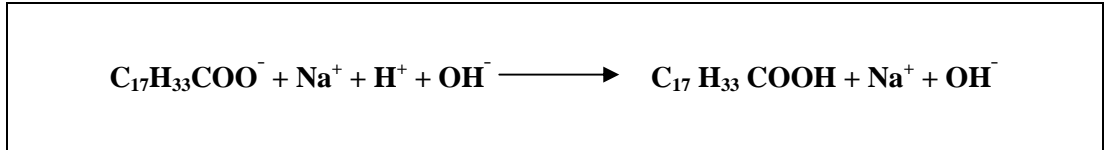
Sabun yağ asitlerinin Na veya K tuzlarıdır. Yağların NaOH, KOH gibi alkalilerle hidrolizine sabunlaşma = saponifikasyon denir. Sabunlaşmanın endüstriyel önemi vardır.



Şekil 2.4: Sabunlaşma reaksiyonu

Sabunlar suda eridikleri, yüzey aktif maddeler oldukları ve hidrolize yapıcı etkileri nedeniyle temizleyici maddelerdir.

- Sabunlar eriyebildiklerinde kısmen hidrolize olarak ortama OH iyonu verirler.



- Bu iyonlar temizlenecek yüzeyi yumuşatır ve kirlerin çıkmasını sağlar.
- Çözeltide kolloit hâlde bulunan hidrofob alkil grupları kendileri gibi hidrofob olan kirleri absorbe ederek su ile beraber ortamdan uzaklaştırır ve temizler.

Doymuş yağ asitlerinin sabunları, doymamış olanlara göre daha çok çözünürler. Örneğin Na-palmitat (16 C'lu, doymuş) ve Na-stearat (18 C'lu, doymuş) Na-oleattan (18 C'lu, çift bağlı) daha fazla çözünür.

Büyük molekül ağırlıklı ve doymamışlık derecesi yüksek olan bazı sabunlar vermisit = mikrop öldürücüdür.

2.2.3. Ara Esterleşme

Trigliserit molekülünden yağ asidinin koparılması bir başka alkole transfer edilmesidir. Ara esterleşme ticari amaçla mono ve digliseritlerin elde edilmesinde kullanılır. İşlem ortama serbest gliserol katılarak yapılır.

2.2.4. Yeni Moleküllerin Oluşması

Gliserol molekülü üzerinde yağ asitlerinin gelişigüzel dağılıp yağda homojen yapının bozulması, farklı yeni moleküllerin oluşması ve yağların fonksiyonel özelliklerinin değişmesidir.

2.2.5. Yağların Çift Bağlardaki Kimyasal Olaylar

Bunlar:

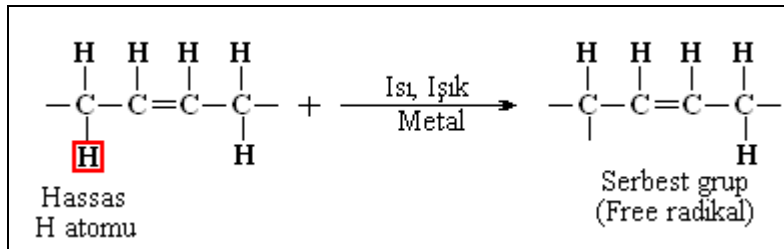
- Oksidasyon
- Hidrolojenme
- İzomerizasyon
- Halojenlenme
- Eski durumuna dönme (reversiyon)

2.2.5.1. Oksidasyon

O₂'nin etkisiyle yağ asitlerinin çift bağlarında görülen bir oksitlenme olayıdır. Oksidasyon bir kimyasal olaylar serisidir ve birkaç basamaktan oluşur. Oksidasyonun başlaması için moleküler O₂ gerekir. Oksidasyon olayı başladıktan sonra kendiliğinden devam eder. Buna otooksidasyon denir. Otooksidasyon yağ asidindeki çift bağ sayısı ile doğru orantılı olarak ilerler.

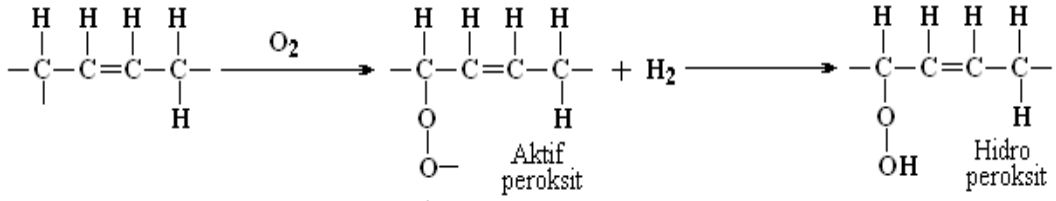
2.2.5.1.1. Otooksidasyonun Aşamaları

- **Otooksidasyonun başlaması:** Çift bağa en yakın C atomundaki H'lerden birinin ayrılması ile başlar. Isı, ışık ve metaller H'in ayrılmasını kolaylaştırır ve serbest radikal (free radical) oluşur.



Şekil 2.5: Yağda otooksidasyonun başlama reaksiyonu

- **Otooksidasyonun ilerlemesi:** Yağ zincirinden ayrılan H yerine ikinci basamakta moleküler O bağlanarak aktif peroksitler ve hidro peroksitler oluşur. Peroksitler dengesiz bileşiklerdir ve katalizör gibi etki ederek otooksidasyonun devamını sağlar.



Şekil 2.6: Yağda otooksidasyonun ilerleme reaksiyonu

- **Polimerizasyon:** Otooksidasyonun ilerlemesi ile parçalanma, yeni moleküllerin oluşumu ve uzama olayları görülür. Büyük polimerlerin yanı sıra parçalanma ürünü olan kısa zincirli aldehytler, ketonlar, organik asitler ve bunların hidroksi türevleri gibi bileşikler oluşur, gliserit molekülü parçalanır.

Yağlarda hidroliz ya da oksidasyon sonucu oluşan değişimlere **ransidite=acılaşma** denir.

- Oksidasyon olayının neden olduğu acılaşmaya **oksidatif acılaşma**,
- Hidroliz olayının neden olduğu acılaşmaya **hidrolitik acılaşma** denir.

Oksidasyonla oluşan acılaşma, hidrolizle görülen acılaşmadan çok daha fazla etkindir.

2.2.5.1.2. Oksidasyonu Hızlandıran Faktörler

- **Yağ asitlerindeki çift bağ sayısı:** Çift bağ sayısı arttıkça oksidasyon daha fazla görülür. Otooksidasyon ile yağların parçalanması önce linoleik asitte başlar. Bu asit kalmayınca oleik asit parçalanmaktadır.
- **Çift bağın cis veya trans oluşu:** Cis izomerler daha kolay okside olur.
- **Esterleşme durumu:** Farklı doymamış yağ asitlerinin esterleşerek oluşturduğu gliseritler daha hızlı, aynı yağ asitlerinden oluşan gliseritler daha zor oksitlerdir.
- **Ortamda oksidasyonu başlatacak katalizör bulunup bulunmayışı:** Lipoksidaz enzimi ve ışık katalizör görevi yapar. Bitki ve hayvan dokularında bulunan lipoksidaz enzimi soğukta depolanan yağlı gıdaların bile bozulmasına neden olur.
- **Ortamda serbest O₂'nin bulunması:** Ambalajlama sırasında vakum uygulayarak veya N₂, CO₂ gibi gazlarla ambalajlama yapılarak O₂ ortamdan uzaklaştırılır ve oksidasyonun başlaması engellenir.
- **Depolama yerinin ışık ve ısı durumu:** Ortam sıcaklığının her 10 derece artışı oksidasyonu 2 kat hızlandırır. Işık katalizör etki gösterdiğinden yağların karanlık yerde veya kahverengi şişelerde saklanması gerekir.
- **Metaller:** Fe ve Cu iyonları yağ tarafından absorbe edilerek oksidasyonu hızlandırır. Kısa süre depolanacak yağlı yiyeceklere askorbat, fosfat EDTA gibi maddeler eklendiğinde bu bileşikler, metalleri bağlayıp oksidasyonu etkisizleştirebilir.
- **Gıdalarda antioksidan olup olmaması:** Antioksidanlar oksidasyonu önler.

- **Nem:** Hidrolitik acılaşmayı hızlandırır.

2.2.5.1.3. Antioksidanlar (Oksidasyonu Engelleyici Bileşikler)

Yağların oksidasyonunu önleyici ve indirgeyici maddelerdir. Doğrudan oksitlenmiş yağ asidine H bağlayarak peroksit oluşum zincirini yani oksidasyonu durdurur.

Antioksidanlar yalnız yiyeceklerde değil kozmetik, lastik ve petrokimya ürünlerinde de kullanılır.



Bütün doğal yağlarda az miktarda da olsa doğal antioksidanlar (tokoferoller) bulunur. Bitkilerde bulunan doğal antioksidanlar, bitkilerdeki doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu önler. Bitkisel yağlar bu nedenle doymamış yağ asitlerince zengin olmasına rağmen acılaşmaya katı yağlardan daha dayanıklıdır.

- Tokoferoller (E vit), askorbik asit (C vit) tokoferollersesamol, sesamolin ve gossipol **doğal antioksidanlardır**. Doğal antioksidanlar kimyasal olarak flavonoit yapısındadır.

Yağ çeşidi	Tokoferol miktarı (mg/100 g yağ)	Yağ çeşidi	Tokoferol miktarı (mg/100 g yağ)
Çiğit yağı	80–100	Zeytinyağı	3-30
Yer fıstığı yağı	26–59	Kolza yağı	50
Mısır özü yağı	100–250	Soya yağı	90–250
Haşhaş yağı	40	Ayçiçek yağı	31–78

Tablo 2.1: Farklı yağlarda bulunan tokoferol miktarları

- BHA (bütilat hidroksi analin), BHT (bütilat hidroksi toluen), galatlar (propil gallat) gıdalarda kullanılan **yapay antioksidanlardır**. Yapay antioksidanlar kimyasal olarak doymamış bir benzen halkası ile buna bağlı bir fenol veya amin grubu içerir. Yapay antioksidanlar, az oranda kullanıldıklarında yararlıdır, yiyeceklerin tat koku ve renklerini bozmaz. Fakat aşırı miktarda ise;
- Yiyeceğin görünümünü bozar.
 - Sağlık açısından zararlı olur.
 - Oksitlenmeyi hızlandırır.

- Bazı maddeler antioksidanlara yardımcı olur ve onların etkilerini artırır. Bu bileşiklere **sinerjist** denir. Sinerjistler;
 - Antioksidanlara H⁺ iyonu verirler.
 - Ortamda bulunan, oksidasyonu hızlandıran metal iyonlarını bağlarlar.

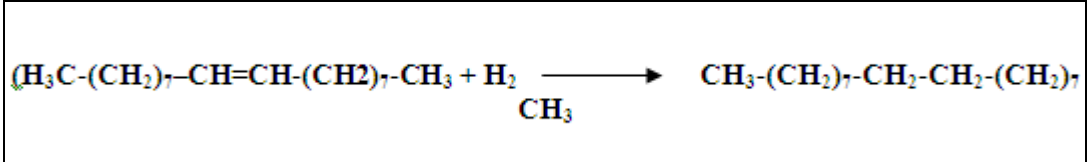
Sitrik asit, fosforik asit gibi asitler, sistin, methionin, histidin, triptofan gibi amino asitler, fostolipitler sinerjisttir.

İyi bir antioksidanın özellikleri:

- Çok az miktarda etkili olabilmelidir.
- Yağda kolay çözülmelidir.
- Yiyeceklere kolayca karışabilmelidir.
- Yiyecek hazırlama ve gıda işleme, depolama aşamalarında etkisini kaybetmemelidir.
- Toksik olmamalıdır.
- Yiyeceği renk ve lezzet yönünden olumsuz etkilememelidir.
- Piyasada bol ve kolay bulunmalı, ucuz olmalıdır.

2.2.5.2. Hidrojenlenme

Çok dereceli doymamış yağ asitlerinin bulunduğu yağların basınç altında ve uygun katalizör kullanarak çift bağların açılıp hidrojenle doyurulmasıdır. Hidrojenlendirme olayı ile gıda sanayinde sıvı yağlardan katı yağ elde edilir.



Şekil 2.7: Hidrojenlenme (doyurulma) reaksiyonu

Doyurulma olayında; çift bağı fazla olan yağ asitleri gliserin esterine en uzak olan çift bağ hidrojenleri önce kapar.

Margarinler: Margarin tereyağı taklidi bir yağdır. Adı, Latince inci anlamına gelen margarita kelimesinden gelir. Margarin kimyasal olarak su ve yağ içeren bir emülsiyondur. Margarin üretimi de bir hidrojenlendirmedir yani kimyasal olarak sıvı yağlardaki doymamış yağ asitlerinin çift bağlarına H₂ verilerek çift bağların tek bağ hâline dönüştürülmesidir. hidrojenlendirme ile

- Sıvı yağlar katı hâle gelir.
- Yağın erime noktası yükselir.
- Serbest yağ asitleri oluşur ve yağların dumanlanma noktası düşer.

Hidrojenlendirme linoleik asidi bol olan bitkisel sıvı yağlara uygulanır. Çift bağları tamamen doyurulmuş yağlar çok sert olur ve kullanımları zorlaşır. Günümüzde katı yağların kalp damar hastalıkları riskini artırdığının ortaya konmasıyla margarin üretiminde de değişiklikler ortaya çıkmıştır. Bu değişiklikler ile;

- Yağ fazlası % 80'den %39-41'e düşürülmüştür.

Doymuş yağ asitlerinin oluşumu kontrol altına alınarak daha yumuşak akıcı, sürülebilir margarinler üretilmiştir.

- Çoklu doymamış yağ asitleri miktarının fazla olması (Katı margarinlerde % 6-15 iken yumuşak margarinlerde % 50 oranına çıkmıştır.) sağlanmıştır.
- Margarinlere yağsız, süt, tuz, emülsiyeciler, pigmentler, koruyucu maddeler A ve D vitaminleri ilave edilmektedir.



Resim 2.2: Margarin

2.2.5.3. İzomerizasyon

Yağların doyurulması sırasında yan reaksiyon olarak görülür. Çift bağların cis şeklinin trans şekline dönüşmesidir. İzomerizasyon, yağların erime noktasını değiştirdiğinden istenen sertlikte veya yumuşaklıkta yağ elde edilebilir.

2.2.5.4. Halojenlendirme

Hidrojenlendirmede olduğu gibi yağ asitlerinin çift bağlarının doyurulması işlemidir. Asitlerinin doymamışlık derecesini belirten bu işlem hidrojen yerine klor, iyot ve flor gibi halojenlerle yapılır.

2.2.5.5. Reversiyon (Eski Durumuna Dönme)

Özellikle rafine ve H'lendirilmiş yağların depolama sırasında ısı ile oksidasyondan önce ot, balık kokusu gibi hoşça gitmeyen değişikliklere uğramasıdır. Bu olay; I indeksi yüksek olan ve linolenik asit içeren soya, kolza, keten yağı gibi yağlarda daha çok görülür. Oksidasyondan daha az O₂, ısı, ışık ve iz metaller reversiyonu etkileyen faktörlerdir.

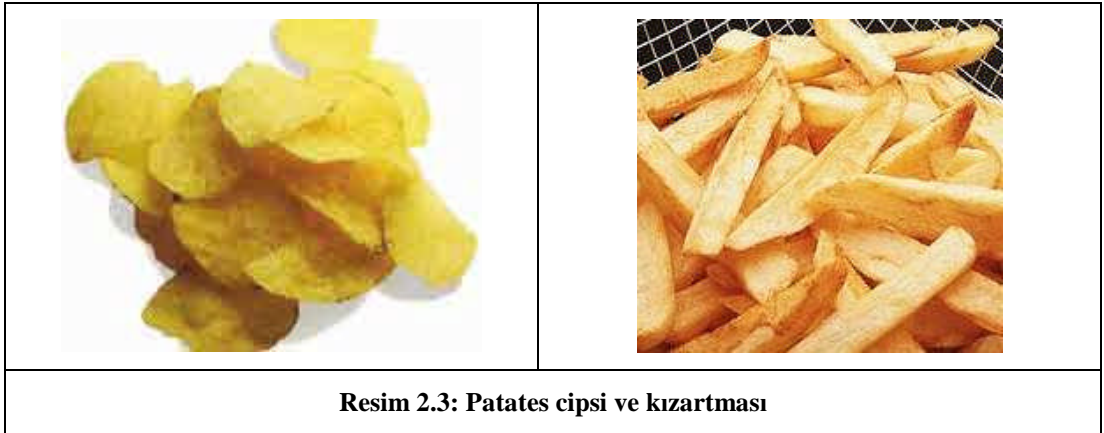
Reversiyon sırasında meydana gelen tat ve koku değişiklikleri yağların her çeşidinde farklı iken oksidasyondan sonraki tat tüm yağlarda aynıdır.

2.2.6. Kızartma Yağları

Kızartma sırasında yağın ısısı 180–200 0C’dir. Sıcaklık etkisiyle yağlar parçalanmaya başlar. Yiyeceklerdeki su yağa karışarak yağın parçalanmasını hızlandırır.

Kızartma ile yağda görülen değişiklikler:

- Serbest yağ asitleri miktarı artar.
- I sayısı azalır.
- Dumanlama noktası düşer.
- Erime noktası düşer.
- Yağın viskozitesi artar.
- Yağ acılaşıır, köpürür.
- Kızartılmış yağın rengi kararır.
- Kızartma yağının besin değeri azalır (E vitamini azalır. Yağda E vitamininin azalması kızartılan gıdadaki C vitamini miktarını da azaltır.).
- Kızartma yağlarının sindirimi güçleşir.
- Kızartma yağlarında petrol eterinde çözünmeyen oksitlenmiş yağ asitleri miktarı %1’den fazla ise dumanlanma noktası 170 0C’nin altına düşmüşse o yağ bozulmuştur, kullanılmamalıdır.



Kızartma yapılmasında dikkat edilmesi gereken noktalar:

- Yağda kızartma sırasında gıdalar yağ emdiklerinden kalori değeri artar (2 kattan 6–7 kata kadar).
- Gözenekli gıdalar ve ince dilimlerin kızartılmamalıdır. Çünkü daha çok yağ emerler.

- Balık ve et dilimlerini (snitzel gibi) un veya yumurtalı una bulayarak kızartmak, emilen yağ miktarını azaltabilir.
- Yağ iyice kızgın olmalıdır.
- Derin kapta kızartma yapılmalıdır.
- Bitkisel yağlar kullanılmalıdır. Tereyağı kızartma için uygun değildir. Çünkü dumanlanma noktası düşüktür. İçine antioksidan katılmış özel kızartma yağları tercih edilmelidir. Son yıllarda zeytinyağının kızartma sırasında az toksik madde oluşturduğu ve tercih edilmesi gerektiği açıklanmaktadır.
- Yağlar birkaç kez kızartma amacıyla kullanılabilir. Yağların kaç sefer kullanılacağı kızartılan yiyecek türüne, kızartma süresine ve saklama kapalı koşullara bağlıdır.
- Kızartılan yağlar süzülerek cam kavanozlarda, ışıktan korunarak buzdolabında saklanmalıdır. Çünkü kızartılan gıdadan kopan kırıntılar, O₂, sıcaklık ve ışık yağın parçalanmasını hızlandırır.
- Viskozitesi artmış, rengi koyulaşmış, köpürmüş yağlar tekrar kızartma işleminde kullanılmamalıdır.

Kızartma Tipi	Oluşan reaksiyonlar	Oluşan ürün
Tavada kızartma	<ul style="list-style-type: none"> • Otoksidasyon • İzomerizasyon • Polimerizasyon 	Uçucu asitler Uçucu aldehitler Uçucu esterler Uçucu alkoller Aromatik bileşikler Trans izomerler Serbest yağ asitleri
Fritözle kızartma	<ul style="list-style-type: none"> • Otoksidasyon • İzomerizasyon • Polimerizasyon • Hidroliz 	Uçucu asitler Uçucu aldehitler Uçucu esterler Uçucu alkoller Aromatik bileşikler Trans izomerler Serbest yağ asitleri Mono ve diğliseritler Gliserol H ₂ O ve CO ₂

Tablo 2.3: Yağın tavada ve fritözle kızartılması sırasında oluşan reaksiyonlar ve ürünler

2.2.7. Trans Yağlar

Trans yağlar yapısında trans asidi bulduran yağlardır. Trans yağ asitleri, karbon atomları arasında trans çift bağ olan doymamış yağ asitleridir. Bu yağ asitlerinin zinciri cis çift bağlı yağ asitleri "köşeli" değildir (Öğrenme Faaliyet 1'deki bilgileri hatırlayınız).

- Trans yağlarda trans izomerleri;
 - Bitkisel yağlarda hidrojenasyon sırasında,

- Uygun olmayan kızartma işlemlerinde,
- Hidrojenize yağlarla pişirilen yiyeceklerde meydana gelmektedir.
- Trans yağlarda büyük oranda trans oleik asit (C 18:1) oluşturmaktadır.
- Margarindeki trans yağ asidi oranı;
 - Margarinin hidrojenize edilme derecesine,
 - Margarinin üretildiği sıvı bitkisel yağ çeşidine göre değişir.
 - Sert tip margarinlerin trans yağ asidi içerikleri yumuşak tip margarinlerden çok daha yüksektir. Çünkü yumuşak margarinler daha az miktarda hidrojenize edilmiş bitkisel yağ içerir. Yağ ne kadar hidrojene ise oda sıcaklığında o kadar katı olur, trans izomer oranı artar.
- Trans izomerlerinin insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri vardır ve kaçınılması gereken yağlardır. Trans bileşikler, doymuş yağ asitleri gibi LDL (kötü kolesterol) miktarını artırırken HDL (iyi kolesterol) miktarını düşürür, kalp ve damar hastalıkları riskini yükseltir. Bu nedenle günümüzde,
 - İnteresterifikasyon, fraksiyonizasyon ve çeşitli kombinasyonlar yapma gibi farklı yağ modifikasyon teknikleri hidrojenasyona alternatif olarak kullanılmaktadır.
 - Birçok gelişmiş ülke hidrojenize yağların kullanımını, trans yağ asitleri alımını düşürmek için yağlarda trans izomer ve doymuş yağ asidi içeriklerini azaltacak çeşitli proses ve formülasyonları geliştirme çalışmaları yapılmaktadır.
 - Yemeklik ve kahvaltılık margarinlerin çoğu, kısmen hidrojene bitkisel yağlar; derin tavada kızartılmış patates, patates cipsleri, bisküvi, hazır kek, krakerler, “fast food” ürünleri fazla trans yağ asidi içeren yağlardır.

Yağ	Yağ asidi çeşidi ve % oranı			
	Doymuş	Tekli doymamış	Çoklu doymamış	Trans
Kanola yağı	7	58	29	0
Ayçiçeği yağı	11	20	67	0
Mısır yağı	13	24	60	0
Zeytinyağı	13	72	8	0
Soya yağı	16	44	37	0
Yer fıstığı yağı	17	49	32	0
Hurma yağı	50	37	10	0
Hindistan cevizi yağı	87	6	2	0
Yemeklik margarin	22	29	29	18
İç yağı	39	44	11	1
Tereyağı	60	26	5	5

Tablo 2.4: Bazı yağların doymuş, doymamış ve trans yağ asidi oranları

2.3. Yağların Kalite İndeksleri

Yağlar hiçbir zaman tek ve saf maddeden oluşmuş değildir. Birbirine kimyasal olarak yakın maddeler karışımıdır. Yağın cinsini, saflığını, nerede kullanıldığını saptamak için fiziksel ve kimyasal bazı yöntemlerle yağ indeksleri bulunmuştur. Bu indeksler genellikle yemeklik yağların kontrolünde önemlidir.

2.3.1. Asit Sayısı

Yağlarda asitlik yağda bulunan serbest yağ asitlerinden ileri gelir. Serbest yağ asitleri;

- Yağların doğal yapısında bulunabileceği gibi,
- Kötü işleme nedeniyle,
- Pişirme, özellikle kızartma sırasında ve
- Depolamada oluşabilir.

1 gram yağda bulunan serbest yağ asitlerini nötrleştirmek için harcanan KOH'in mg cinsinden miktarına **asit indeksi (asit sayısı)** denir. 100 gram yağda bulunan serbest yağ asitlerini nötrleştirmek için gereken 1 N alkali çözeltisinin ml cinsinden miktarı ise **asit derecesidir**.

Suda çözünemeyen yağ asitleri etanolda çözünürler ve bir pH belirteci ile izlenerek sodyum hidroksit ile titre edilebilirler. Bu yöntemle yağlarda bulunan yağ asidi miktarı, yani trigliseritlerin ne kadar hidrolize uğradığı belirlenebilir.

2.3.2. İyot Sayısı

Yağ asitlerinin çift bağlarına halojenler özellikle iyot bağlanarak halojen türevleri oluşur. Doymamış yağ asitlerinin iyot bağlama yetenekleri ve iyot sayıları farklıdır



100 gram yağın absorbe ettiği iyot miktarına **iyot sayısı** denir. İyot sayısı, yağlarda doymamışlık ölçüsüdür.

- Yağların doymamışlık özelliğinin belirlenmesinde,
- Yağların birbiriyle karıştırılıp karıştırılmadığını, özellikle zeytinyağına diğer yağların katılıp katılmadığının saptanmasında kullanılır.

Yağ çeşidi	İyot sayısı	Yağ çeşidi	İyot sayısı
Tereyağı	30–40	Pamuk yağında	103–111
Margarin	70–80	Ayçiçeği ve soya yağı	131
Keten tohumu yağı	175–202	Oleik asit	~ 70
Mısır yağı	118	Linoleik asit	~181
Zeytinyağı	79–88	Linolenik asit	~274

Tablo 2.5: Farklı yağ ve yağ asitlerinin iyot sayıları

2.3.3. Sabunlaşma Sayısı (Koettstorfer İndeksi)

1 gram yağda bulunan gliseritlerin ve yağ asitlerinin sabunlaşması sırasında açığa çıkan yağ asitlerini nötralize etmek için gerekli KOH'in mg cinsinden miktarıdır.

- Sabunlaşma sayısı yağın ortalama molekül tartısını verir.
- Kısa zincirli yağ asitlerinin çoğunlukta olduğu yağların sabunlaşma sayısı, uzun zincirli yağ asitlerini içeren yağlardan daha fazladır. Çünkü kısa zincirli yağ asidi içeren yağların 1 gramındaki -COOH grubu uzun zincirlerdekinden daha fazladır.
- Çoğu bitkisel yağlardaki sabunlaşma sayısı 190–200 tereyağında ise 210–250 arasındadır.

2.3.4. Reichert-Meissl Sayısı

Molekül ağırlığı küçük olan 4 C'lu bütirik asitten 14 C'lu miristik aside kadar yağ asitleri su buharı ile uçarlar ve büyük moleküllü yağ asitlerinden buharla damıtma yöntemi ile ayrılabilirler.

Tereyağına hile amaçlı diğer yağlardan katılıp katılmadığının tespiti için kullanılır. Süt yağları için karakteristik olan düşük molekül ağırlıklı yağ asitlerinin miktarını açıklar.

RMI (Reichert Meissl sayısı), 5 gr yağda bulunan su buharı ile uçan, suda çözülmeyen yağ asitlerini nötralize etmek için harcanan 0,1 N KOH'in ml cinsinden miktarıdır.

- Reichert Meissl sayısı yağda bulunan ve suda çözünen, buharla uçan başlıca bütirik (C₄), kapronik (C₆) ve suda çözünmeyen fakat buharla uçan daha az oranda kaprilik (C₈), kaprik (C₁₀) asitlerin ölçüsüdür.
- Reichert Meissl sayısı tereyağını karakterize eden özel bir değerdir. Sabunlaşma sayıları, I sayıları ve erime noktası açısından tereyağına benzer bir yağ karışımı yapılırsa bile Reichert Meissl sayısı bakımından tereyağına benzer bir karışım yapılamaz.
- Tereyağında Reichert Meissl sayısı 24–34 arasındadır (Zeytinyağında 1'den düşük, koka yağında 3–8, yunus balığı yağında 40-90'dır.).
- Reichert Meissl sayısı büyük molekül ağırlıklı yağ asitlerini fazlaca içeren koka ve hurma yağları ile küçük molekül ağırlıklı yağ asitlerini daha fazla içeren tereyağını nitelendirmek, bunlara başka yağların karıştırılması yoluyla hile yapılıp yapılmadığını saptamak için kullanılır. Koko ve palm yağları doymamış yağ asitlerini az, doymuş yağ asitlerini özellikle C₁₄ ve C₁₈ olanları fazlaca içerirler ve ağızda erirken damakta tereyağına benzer bir tat bırakırlar. Bu nedenle bu yağlara bitkisel tereyağlar denir ve çikolata, margarin, pasta üretiminde kullanılır.

2.3.5. Peroksit Sayısı

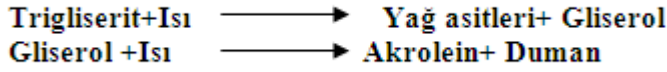
Yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsüdür. 1 kg yağda bulunan peroksit oksijenin mili eşdeğer gram/kilogram olarak miktarına **peroksit sayısı** denir.

Peroksit sayısı yağın havanın oksijeni, güneş ışığı ve ısının etkisiyle miktarı artan bir parametredir.

- Yeni rafine edilmiş yağlarda peroksit sayısı 0–1 arasındadır.
- Peroksit sayısı 5 olduğunda yağda acılık hissedilir.
- Peroksit sayısı 12'den yüksek yağlar rafine edilmeden tüketilmez.
- Peroksit sayısı 10'u aşmamalıdır.
- Taze tereyağında peroksit sayısı 0,2'den fazla olmamalıdır.
- Normal şartlarda depolanmış tereyağında peroksit sayısı 0,1 -1 arasındadır.

2.3.6. Dumanlanma Noktası

Yağlar yüksek sıcaklıkta ısıtıldığında yapıları parçalanır ve parçalanma ürünü olan uçucu gazlar gözle görülecek şekilde çıkar.



Dumanlanma noktası; yağların parçalanma ürünü olan uçucu gazların gözle görülebilecek şekilde belirli bir hızla dışarı verildiği en düşük sıcaklık derecesidir.

Dumanlanma noktası düşük olan yağlar kızartmalarda kullanılmaz. Genelde doymamış yağ asitlerini fazla içeren sıvı yağların dumanlanma noktaları doymuş yağ asitlerini fazla içeren katı yağlardan daha yüksektir.

Dumanlanma noktası düşük yağlarda serbest yağ asitleri, mono ve digliserid miktarı daha fazladır.

Kızartma yağlarında bulunan kızartmanın un kırıntısı gibi yabancı maddeler ve geniş tavalarda yağın dumanlanma noktasını düşürür.

2.3.7. Kuruma Özelliği

Yağlar hava O₂'ini tutma yeteneğine göre kuruma özelliği gösterir. Kuruma özelliği düşük derecedeki oksidasyonla gerçekleşir ve bu, çoklu doymamış yağ asitlerine özgüdür.

- Yağların kuruması suyun uçmasını gerektiren bir olay değildir.
- Kuruma özelliği yağ moleküllerindeki çift bağlardan ileri geldiğinden iyot sayısı ile ilişkilidir.
- Yağların kuruma özelliğinde çift bağların yeri de etkilidir. Konjuge çift bağlı (-C=C-C=C-) şeklinde yani bir atlamalı çift bağ) yağlar daha çabuk kurur.
- O₂'in emilmesiyle yağ molekülleri polimerize olarak büyür. Polimerizasyon sonucu doymamış yağlar;
 - Kurur, katlaşır.
 - Fiziksel özellikleri değişir.
 - Kıvam ve yoğunlukları artar.
 - Ergime noktaları yükselir.

İyot sayısına göre yağlar:

- İyot sayısı 90'nın altında olan yağlar, kurumayan yağlar (zeytinyağı, fıstık yağı),
- İyot sayısı 90–130 arasındaki yağlar, yarı kuruyan yağlar (mısır, pamuk, susam yağları),
- İyot sayısı 130'un üstünde olan yağlar, kuruyan yağlar (ayçiçeği, haşhaş, keten tohumu, ceviz yağı) olarak nitelendirilir.

Yağ çeşidi	Y	E.N	D.N	S.S	I.S	R.M.I	K.I
Ayçiçek yağı	0,925	<0	(-17)	188–194	119–140	0,27	1,472–1,474
Pamuk yağı	0,925	5–10	(-1)-(+4)	191–198	102–113	0,5–0,6	1,471–1,474
Soya yağı	0,924	<0	(-8)-(-18)	190–193	124–134	0,5–2,8	1,479–1,484
Tereyağı	0,933	28–42	19,5–25,5	220–233	26–46	24–34	-
Zeytinyağı	0,917	0–10	(-6)-(+10)	187–196	78–90	0,3–0,9	1,467–1,470
Yer fıtnğı yağı	0,918	5–10	(-7)-(+3)	179–186	86–99	0–1,6	



Tablo 2.6: Farklı yağların kalite indeksleri (Y=yoğunluk, E.N=Erime noktası, D.N=Donma noktası, S.S= Sabunlaşma sayısı, I.S=İyot sayısı, RMI=Reichel-Meissel sayısı, K.I=Kırılma indisi)






UYGULAMA FAALİYETİ-1




Verilen iki farklı yağ örneğinde yağda çözünürlük özelliklerini inceleyip karşılaştırınız.



Kullanılan Araç Gereçler: Ayırma hunisi, mesnet, kısıkaç, halka, huni, mezür

Kullanılan Kimyasal Maddeler: Hegzan veya eter, Saf su

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ İki ayrı temiz ve kuru ayırma hunisi alınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar kıyafetlerinizi giyiniz.➤ Ellerinizi her çalışma öncesinde yıkayınız.➤ Uygulama için gerekli araç gereçleri ve çözeltileri kullanıma hazır hâle getiriniz.➤ Laboratuvar kazalarında ilk yardım ilkelerini hatırlayınız.
<p>➤ Ayırma hunilerine farklı 50 ml yağ örnekleri koyunuz.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Planlı ve titiz çalışınız.➤ Yağ örneklerini ölçmek için mezür kullanınız.➤ Mezürün üzerine huni yerleştiriniz.➤ Ayırma hunilerinin çeşmelerinin kapalı olup olmadığını kontrol ediniz.➤ Soğukkanlı ve sabırlı olunuz.➤ İş güvenliğine dikkat ediniz.

 	
<p>➤ Yağ örneklerinin üzerine 50 ml su ekleyiniz.</p>  	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun çalışınız. ➤ Mezürün temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz.
<p>➤ Diğer ayırma hunisine 50 ml hegzan ekleyiniz.</p>	<p>➤ Hegzan gibi organik çözücülerle çalışırken dikkatli olunuz.</p>



	
<p>➤ Ayırma hunilerinin kapağını kapatarak kuvvetlice çalkalayınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cam musluklu ayırma hunilerini testten sonra temizleyip musluğu vazelinle veya silikon yağıyla yağlayınız. ➤ Yağlama işlemi dikkatli yapınız. Çok fazla yağlamaya gerek yoktur. ➤ Yağlama işleminden sonra bir kürdan ile musluğun deliğini temizleyiniz.
<p>➤ Bir süre bekleyerek ayırma hunilerindeki yağları inceleyiniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gözlemediğiniz değişimleri ve nedenlerini, kimyasal olarak açıklayınız, arkadaşlarınızla tartışınız. ➤ Uygulamayı farklı yağ örnekleriyle yapınız. ➤ Değişik yağ örnekleriyle yaptığımız uygulamalarla elde ettiğiniz sonuçları karşılaştırınız, farklılıklar varsa nedenlerini araştırınız.

 <p>Hegzan eklenmiş yağ Su eklenmiş yağ</p>	
<p>➤ İnceleme sonuçlarını raporlaştırınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Raporlarınızı bilgi sayfaları ile karşılaştırınız.➤ Rapor hazırlamak çok önemlidir, tüm verilerinizi içeren bir rapor yazınız.➤ Kullandığınız araç ve gereçleri ve çalışma ortamını temizleyiniz.➤ Laboratuvar son kontrollerinizi yapınız.

UYGULAMA FAALİYETİ-2

Verilen farklı yağ örneklerinde sabunlaşma reaksiyonunu gerçekleştiriniz.

- **Kullanılan Araç Gereçler:** Bek, üçayak, amyant tel, pipet, beher, maşa, deney tüpü, saat camı, erlen, puar, baget, terazi
- **Kullanılan Kimyasal Maddeler:** 5 M NaOH, Glikol, NaCl, Saf su

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ 100 ml'lik bir behere 2 ml kadar yağ koyunuz.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar kıyafetlerinizi giyiniz.➤ Ellerinizi her çalışma öncesinde yıkayınız.➤ Uygulama için gerekli araç gereçleri ve çözeltileri kullanıma hazır hâle getiriniz.➤ Pipetleri dikkatli kullanınız.➤ Kimyasal çözeltileri, verilen konsantrasyonlarına göre titizlikle hazırlayınız.
<p>➤ 10 ml 5 M NaOH ve 5 ml glikol ekleyiniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ NaOH derinize değerse veya gözlerinize sıçrarsa hemen bol soğuk su ile yıkayınız.➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun çalışınız.➤ Pipetin temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz.➤ Alınacak sıvı hacmine göre pipet alınız.➤ Puar kullanmayı alışkanlık hâline getiriniz.➤ Kimyasal maddeler ile çalışırken eldiven kullanmayı alışkanlık hâline getiriniz.

➤ Küçük alevde hafifçe kaynatınız.






- Beki yakmadan önce ana gaz vanasını açıp hortumlarda gaz kaçağı olmadığını kontrol ediniz.
- Önce kibriti yakıp bek namlusunun ucuna tutunuz sonra bek musluğunu açarak beki yakınız.
- Bek alevinin mavi ve parlak yanıp yanmadığını kontrol ediniz.
- Bekin hava bileziği döndürülerek hava ayarı yapınız.
- Sacayak üzerine aspest tel koyunuz. Aspest tel ısının daha iyi yayılmasını sağlar, ani sıcaklık nedeniyle çatlama ve kırılmaları önler.
- Isıtma sırasında bagetle karıştırınız.
- Beherin üzerini saat camı ile kapatınız.

➤ Zaman zaman, eksilen suyu tamamlayınız.



- Su eklerken maşa kullanarak beherin üzerinden saat camını alınız.
- Suyu yavaş yavaş ekleyiniz.
- Bekte kaynayan beherin üzerine doğru eğilmeyiniz.
- Yanıklara ve yangına karşı önlem alınız.

<p>➤ Karışımdaki yağ damlacıkları kaybolana dek kaynatmaya devam ediniz.</p> 	<p>➤ Yağ damlacıklarının kaybolması sabunlaşmanın sona yaklaştığını gösterir.</p> <p>➤ Çalışma bittikten sonra beki ve gaz musluğunu kapatmayı unutmayınız.</p>
<p>➤ Karışımı soğutunuz ve 10 ml su ve 5 g NaCl ilave edip iyice karıştırınız.</p> 	<p>➤ NaCl'ü saat camında tartabilirsiniz.</p> <p>➤ Saat camının darasını almayı unutmayınız.</p> <p>➤ Tartım bittikten sonra teraziyi kapatınız.</p> <p>➤ Tuz ve suyun homojen karışımını sağlayınız.</p>
<p>➤ Ürünü sıyırıp alınız.</p> 	<p>➤ Gözlemediğiniz değişimleri ve nedenlerini, kimyasal olarak açıklayınız, arkadaşlarınızla tartışınız</p>

- Bir parçasını bir tüpte suyla çalkalayarak köpürüp köpürmediğini, sabun olup olmadığını test ediniz.



- Gözlemlerinizi rapor hâline getirip dosyalayınız.
- Raporlarınızı bilgi sayfaları ile karşılaştırınız
- Uygulamayı farklı yağ örnekleriyle yapınız.
- Değişik yağ örnekleriyle yaptığınız uygulamalarla elde ettiğiniz sonuçları karşılaştırınız, farklılıklar varsa nedenlerini araştırınız.
- Kullandığınız araç ve gereçleri ve çalışma ortamını temizleyiniz.
- Laboratuvar son kontrollerinizi yapınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Tereyağında serbest asitlik hangi asit cinsinden hesaplanır?
A) Laktik asit
B) Oleik asit
C) Sitrik asit
D) Bütirik asit
E) Linoleik asit
2. Aşağıdaki indekslerden hangisi yağlarda doymamışlık belirtisidir?
A) Sabunlaşma sayısı
B) Serbest asitlik
C) Peroksit sayısı
D) İyot sayısı
E) Erime noktası
3. Tereyağına hile yapılıp yapılmadığı hangisi ile anlaşılabilir?
A) İyot sayısı
B) Serbest asitlik
C) Sabunlaşma sayısı
D) Reichert-Meissel sayısı
E) Polanske sayısı
4. Rafine edilmiş yağların peroksit sayısı kaç olmalıdır?
A) 8–10
B) 0–1
C) 2–4
D) 5–8
E) 3–5
5. Sabunlaşma sayısının yüksek olması bize yağın yapısı hakkında hangi bilgiyi verir?
A) Yağ asitlerinin kısa zincirli olduğunu
B) Doymuş yağ asitlerinin fazla olduğunu
C) Yağ asitlerinin uzun zincirli olduğunu
D) Doymamış yağ asitlerinin fazla olduğunu
E) Yalnız sabunlaşma sayısı değil iyot sayısı da bilinmelidir.
6. Aşağıda verilen yağların erime noktaları ile ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?
A) Çift bağ sayısı arttıkça erime noktası düşer.
B) Kristal yapısı homojen yağların erime noktası düşüktür.
C) Doymuş yağ asitlerini içeren yağların erime noktası düşüktür.
D) Karbon sayısı arttıkça erime noktası düşer.
E) Trans izomerlerin erime noktası düşüktür.

7. Oksidatif bozulmalara karşı hangi yağlar daha dayanıklıdır?
A) İyot sayısı fazla olan yağlar
B) Tokoferol oranı fazla olan yağlar
C) Asitlik indeksi yüksek olan yağlar
D) Doymamış yağ asitleri daha çok olan yağlar
E) Reichel-Meissel sayısı düşük olan yağlar
8. Aşağıdaki yağlardan hangisi ya da hangilerinin kristal yapısı daha kuvvetlidir?
I. Doymuş yağ asitlerinden oluşmuş yağlar
II. Farklı yağ asitlerinden oluşmuş yağlar
III. Uzun zincirli yağ asitlerini içeren yağlar
IV. Doymamış yağ asitlerini içeren yağlar
A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve III
D) I ve II
E) Hepsi
9. Aşağıdakilerden hangisi sabunun tanımıdır?
A) Yağ asitlerinin polimerizasyonudur.
B) Yağların oksidasyonudur.
C) Yağların alkali hidrolizidir.
D) Yağların halojenlendirilmesidir.
E) Yağlarda esterleşmedir.
10. Yağ asitlerindeki çift bağların hidrojen ile doyurulması işlemi hangisi ile tanımlanabilir?
A) Hidrojenlenme
B) Halojenlenme
C) İzomerizasyon
D) Sabunlaşma
E) Polimerizasyon
11. Aşağıda verilen dumanlanma noktası ile ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?
A) Sıvı yağların dumanlanma noktası düşüktür.
B) Dumanlanma noktası düşük yağlarda mono ve digliseritler az bulunur.
C) Kızartmada kullanılan yağların dumanlanma noktası yüksek olmalıdır.
D) Geniş tavalarda kızartma dumanlanma noktasını yükseltir.
E) Un, kızartma kırıntısı vb. dumanlanma noktasını yükseltir.

12. Aşağıdakilerden hangisi hidrojenlenme sonucu oluşan bir yağdır?
A) Zeytinyağı
B) Susam yağı
C) Mineral yağ
D) Margarin
E) İç yağları
13. Kızartma ile yağlarda hangi değişiklik **görülmez**?
A) Serbest yağ asitleri oluşur
B) Yağ acılaştır.
C) Viskozitesi azalır.
D) Rengi kararır.
E) İyot sayısı düşer.
14. Oksidasyon başlaması için hangisi gereklidir?
A) Oksijen
B) Hidrojen
C) Halojenler
D) Karbon
E) Fosfor
15. Oda sıcaklığında sıvı olan yemeklik yağlar kimyasal yollarla katı yağlara dönüştürülebilir. Bu sırada aşağıdakilerden hangisi değişir?
A) Gliserolün yapısı
B) Ester bağlarının sayısı
C) Yağ asitlerindeki C atomlarının sayısı
D) Yağ asitlerindeki H sayısı
E) Yağ asitlerinin sayısı

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 “Uygulamalı Test”e geçiniz.

UYGULAMALI TEST

- Dört ayırma hunisi alınız ve her birine 25 ml soya yağı koyunuz. Daha sonra ayırma hunilerine sırasıyla 25'er ml su, kloroform, alkol, hegzan ekleyerek çalkalayınız. Yaptığınız işlemleri aşağıdaki değerlendirme tablosuna göre kontrol ediniz..

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Bilgi sayfalarını dikkatlice çalıştınız mı?		
2. Laboratuvar kıyafetlerinizi giydiniz mi?		
3. Laboratuvar araçlarını kontrol edip kullanıma hazırladınız mı?		
4. Sporlara ayırma hunilerine uygun halkaları tespit ettiniz mi?		
5. Ayırma hunileri temiz ve kuru mu?		
6. Ayırma hunilerinin kapakları var mı?		
7. Ayırma hunilerinin çeşmeleri sağlam mı?		
8. Ayırma hunilerine numara verdiniz mi?		
9. Soya yağından 100–110 ml kadar ml temiz bir behere boşalttınız mı?		
10. Her ayırma hunisine temiz pipetle 25 ml beherdeki soya yağı örneği aldınız mı?		
11. Ayırma hunisine soya yağı üzerine temiz bir pipetle 25 ml su eklediniz mi?		
12. Ayırma hunisine soya yağı üzerine puar kullanarak temiz bir pipetle 25 ml kloroform eklediniz mi?		
13. Ayırma hunisine soya yağı üzerine puar kullanarak temiz bir pipetle 25 ml alkol eklediniz mi?		
14. Ayırma hunisine soya yağı üzerine puar kullanarak temiz bir pipetle 25 ml hegzan eklediniz mi?		
15. Hangi ayırma hunisine hangi çözücü maddeyi eklediğinizi not ettiniz mi?		
16. Ayırma hunilerinin kapaklarını kapatıp kuvvetlice çalkaladınız mı?		

17. Ayırma hunilerini spora tespit edilmiş halkalara yerleştirdiniz mi?		
18. Bir süre beklediniz mi?		
19. Ayırma hunilerinde hangi çözücüde faz ayrılması olduğunu saptadınız mı?		
20. Yağların çözünlükleri arasında fark var mı?		
21. Çözünlük farkının nedenini açıklayabiliyor musunuz?		
22. Kullandığınız araçları temizleyip yerine kaldırdınız mı?		
23. Laboratuvarın son kontrollerini yaptınız mı?		
24. Gözlemlerinizi rapor hâline getirip sınıfta tartıştınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise Modül Deđerlendirmeye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Kanola yağı ve katı margarin örneklerinde doymuşluk, aseton ve suda çözünürlük ve sabunlaşma özelliklerini inceleyiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri “**Evet**” ve “**Hayır**” kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Doymuşluk ile ilgili yeterlikler		
1. Bilgi sayfalarını dikkatlice çalıştınız mı?		
2. Tablo ve şekilleri incelediniz mi?		
3. Laboratuvar kıyafetlerinizi giydiniz mi?		
4. Laboratuvar araçlarını kontrol edip hazırladınız mı?		
5. CCl ₄ 'de çözündürerek %2'lik brom çözeltisi hazırladınız mı?		
6. 2 deney tüpü aldınız mı?		
7. Deney tüpleri temiz ve kuru mu?		
8. Deney tüplerine numara verdiniz mi?		
9. Hassas terazide 0,1 g margarin tarttınız mı?		
10. Birinci deney tüpüne tarttığınız 0,1 g margarini aktardınız mı?		
11. Margarinin üzerine 2 ml CCl ₄ eklediniz mi?		
12. Deney tüpünü çalkalayarak margarini çözüldürdünüz mü?		
13. Pipetle 0,2 ml ayçiçek yağı çektiniz mi?		
14. Kanola yağını ikinci deney tüpüne aktardınız mı?		
15. Her iki deney tüpüne de CCl ₄ 'deki % 2'lik brom çözeltisinden birer damla eklediniz mi?		
16. Deney tüplerini sporta yerleştirdiniz mi?		
17. Bir dakika beklediniz mi?		

18. Hangi tüpte sarı renk değişimi olduğunu gözlemleyip not ettiniz mi?		
19. Rengi kaybolan tüpe CCl ₄ 'deki % 2'lik brom çözeltisinden bir damla daha eklediniz mi?		
20. Bir dakika beklediniz mi?		
21. Tüpte sarı renk değişimi ve gaz çıkışı olup olmadığını gözlemleyip not ettiniz mi?		
22. Bu farkın nedenini açıklayabiliyor musunuz?		
Çözünürlük ile ilgili yeterlikler		
23. Dört ayırma hunisi aldınız mı?		
24. Sporlara ayırma hunilerine uygun halkaları tespit ettiniz mi?		
25. Ayırma hunileri temiz ve kuru mu?		
26. Ayırma hunilerinin kapakları var mı?		
27. Ayırma hunilerinin çeşmeleri sağlam mı?		
28. Ayırma hunilerine numara verdiniz mi?		
29. Kanola yağından 50–60 ml kadar ml temiz bir behere boşalttınız mı?		
30. Beherdeki kanola yağı örneğinden temiz bir pipetle 25'er ml alıp iki ayırma hunisine aktardınız mı?		
31. Bir beherde 50–60 g kadar margarin tartaınız mı?		
32. Beki yaktınız mı?		
33. Margarini hafif ateşte erittiniz mi?		
34. Beherdeki erimiş ılık margarinden temiz bir pipetle 25'er ml alıp diğer iki ayırma hunisine aktardınız mı?		
35. 1. ayırma hunisindeki kanola yağı üzerine temiz bir pipetle 25 ml su eklediniz mi?		
36. 2. ayırma hunisindeki kanola yağı üzerine puar kullanarak temiz bir pipetle 25 ml aseton eklediniz mi?		
37. 3. ayırma hunisindeki erimiş ılık margarin üzerine puar kullanarak temiz bir pipetle 25 ml su eklediniz mi?		
38. 4. ayırma hunisindeki erimiş ılık margarin üzerine puar kullanarak temiz bir pipetle 25 ml aseton eklediniz mi?		

39.	Hangi ayırma hunisine hangi çözücü maddeyi eklediğinizi not ettiniz mi?		
40.	Ayırma hunilerinin kapaklarını kapatıp kuvvetlice çalkaladınız mı?		
41.	Ayırma hunilerini spora tespit edilmiş halkalara yerleştirdiniz mi?		
42.	Bir süre beklediniz mi?		
43.	Ayırma hunilerinde hangi çözücüde faz ayrılması olduğunu saptadınız mı?		
44.	Yağların çözünürlükleri arasında fark var mı?		
45.	Çözünürlük farkının nedenini açıklayabiliyor musunuz?		
Sabunlaşma reaksiyonu ile ilgili yeterlikler			
46.	100 ml'lik iki beher aldınız mı?		
47.	Beherlere 2 ml kadar kanola yağı ve eritilmiş margarin aktardınız mı?		
48.	Yağların üzerine 10 ml 5 M NaOH çözeltisi ve 5 ml glikol eklediniz mi?		
49.	Bir bagetle yağ ve çözeltileri karıştırdınız mı?		
50.	Beki kuralına uygun yaktınız mı?		
51.	Bekin üzerine sacayak ve kafesli tel yerleştirdiniz mi?		
52.	Beherlerin üzerini saat camı ile kapattınız mı?		
53.	Bekleri hafifçe kaynattınız mı?		
54.	Hacimde eksilme olduğunda azar azar su eklediniz mi?		
55.	Karışımdaki yağ damlacıkları kaybolana kadar kaynatmaya devam ettiniz mi?		
56.	Karışımı oda sıcaklığına kadar soğuttunuz mu?		
57.	Karışıma 10 ml su ve 5 g NaCl ilave edip iyice karıştırdınız mı?		
58.	Üstteki ürünü spatülle sıyırıp bir tüp veya erlene aldınız mı?		
59.	Üzerine su ekleyip çalkalayarak köpürüp köpürmediğini test ettiniz mi?		
60.	Köpürmenin nedenini açıklayabiliyor musunuz?		

61. Gözlemlerinizi rapor hâline getirip sınıfta tartıştınız mı?		
62. Kullandığınız araçları temizleyip yerine kaldırdınız mı?		
63. Laboratuvarın son kontrollerini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

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

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	B
4	D
5	C
6	C
7	A
8	D
9	B
10	C
11	E
12	B
13	A
14	D
15	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	E
2	D
3	E
4	B
5	A
6	A
7	B
8	D
9	D
10	A
11	C
12	D
13	C
14	A
15	E

KAYNAKÇA

- BAYSAL Ayşe, **Beslenme**, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 1996.
- DOKUZLU Canan, **Gıda Analizleri**, Ders Notları, No:50, Bursa, 2000.
- ERTUGAY Zeki, Ahmet KURT, Yusuf GÖKALP, **Gıda Bilimi ve Teknolojisi**, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 301, Erzurum, 1990.
- GÜMÜŞKESEN Aytaç Saygın, **Yağ Teknolojisi**, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yayın No:94, İzmir, 1996.
- İŞIKSOLUĞU Müberra, **Beslenme**, Devlet Kitapları Hürriyet Ofset Matbaacılık, İstanbul, 1988.
- KAYAHAN Muammer, **Yağ Kimyası**, ODTÜ Yayıncılık, Ankara, 2003.
- KESKİN Halit, **Besin Kimyası**, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No:47, İstanbul, 1981.
- ÖZKAYA Hazım, Ekin ŞAHİN, İsmet TÜRKER, **Gıda Bilimi ve Teknolojisi**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:119, Ankara, 1993.
- SALDAMLI İ İlbilge, **Gıda Kimyası**, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 2005.
- SALDAMLI İlbilge, **Gıda Kimyası**, Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Yayınları, Ankara, 2002.
- TELEFONCU Azmi, **Besin Kimyası**, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, No:149, İzmir, 1993.
- ÜNVER Bahtiyar, **DeneySEL Yiyecek Hazırlanma**, Mars Matbaası, Ankara, 1987
- TAŞAN Murat, Orhan DAĞLIOĞLU, **Trans Yağ Asitlerinin Yapısı, Oluşumu ve Gıdalarla Alınması**, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Dergisi, Tekirdağ, 2005.