

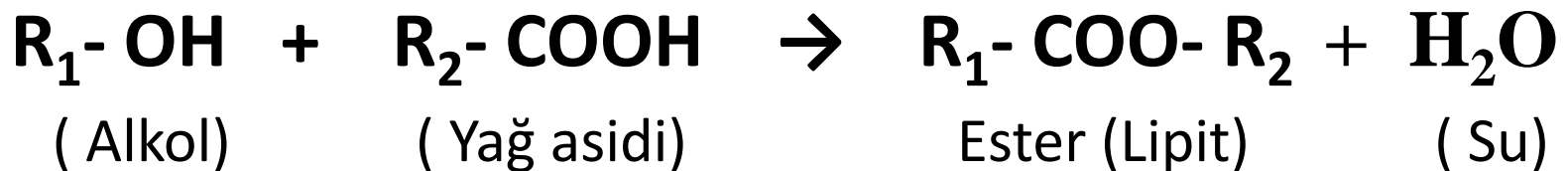
# LİPİDLER 1

Doç.Dr.Emine DIRAMAN



# LİPİT NEDİR?

- Organizmaların en önemli enerji kaynaklarından birisidir,
  - Suda çözünemeyen organik biyomoleküllerdir,
  - Hücre ve dokulardan ancak kloroform, eter, sıcak alkol, benzen, aseton gibi yağ çözücü organik maddeler kullanılarak elde edilebilen organik maddelerdir.
  - Lipitler, kimyasal olarak yağ asitleri denen bir değerlikli alifatik asitlerin bir alkolle oluşturdukları esterleridir
- (**Ester:** Alkollerin asitlerle reaksiyona girdiklerinde su çıkışı ile oluşan organik bileşiklerdir).



**Esterleşme reaksiyonu**

**Lipidlerin canlı hayatında bir çok biyolojik fonksiyonu bulunmaktadır. Bunlar:**

1. Biyolojik zarların yapısal bileşeni olarak hizmet verir,
2. Biyolojik enerji için depo ve transport maddesi olarak kullanılırlar,
3. Bir çok organizmanın dışında koruyucu bir kılıf teşkil ederler,
4. Hücre-yüzey bileşeni olarak hücrelerin birbirini tanımasında, **tür özgüllüğünde ve doku immünitesinde önemli roller oynamaktadırlar.**

**Ayrıca,**

- 5.**Organizmayı ısı, ışık, elektrik ve fiziksel şoklardan koruması,
- 6.** Birçok bakterinin ve yüksek organizasyonlu bitkilerin yaprak, meyve gibi yapıların hücre duvarlarının bileşiği olabildiği gibi böceklerin de dış iskeletinin ve omurgalıların deri bileşeni olması,
- 7.** Bazı organların çevresinde ve deri altı dokusunda ısı yalıtıcısı olarak fonksiyon görmesi,
- 8.** Enfeksiyondan korunmada suyun fazla miktarda kaybında ya da kazanımında etkili olması,
- 9.** Hücrenin kendini yenilemesinde ve türün kendine özgü özelliklerini sergilemesinde görev alması gibi fonksiyonları vardır.

# Lipidlerin yapısı

- Yapılarında C, H ve O atomları bulunur. Bu atomlardan başka N, P, S vb. atomlar da bulunabilir.
- Yağ asitlerinin esterleridir veya yağ asitlerinin esterleri haline gelebilirler.
- Canlı organizmalar tarafından kullanılırlar.
- Endojen olarak organizmada sentezlenebildiği gibi eksojen olarak da bitkisel ve hayvansal kaynaklı besinlerden de sağlanabilir.
- Yüksek enerjili bileşiklerdir.

## **Lipidlerin ortak özellikleri;**

Polar bir yapıya sahip olmadıklarından suda çözünürlüklerinin ya çok az olması ya da hiç olmamasıdır. Bu nedenle hidrofobiktirler yani suyu sevmezler.

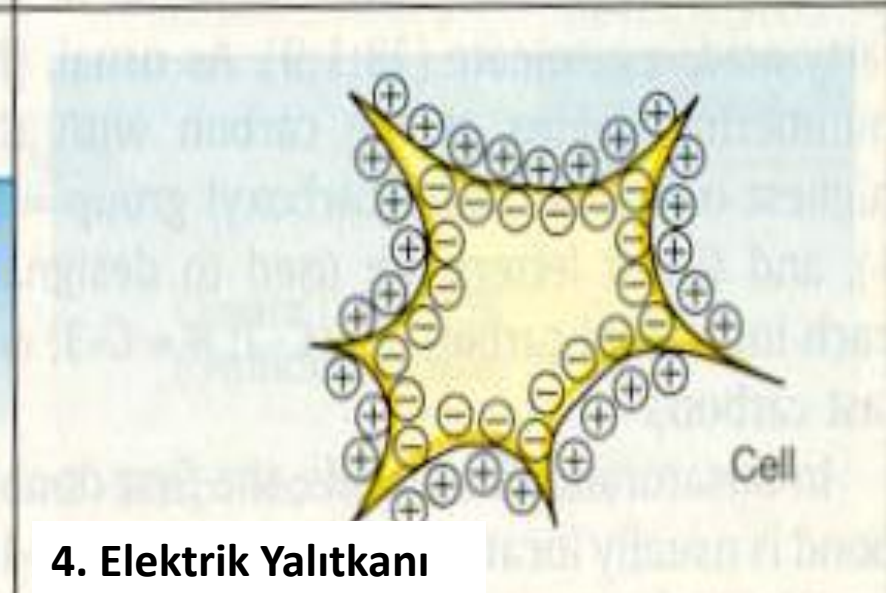
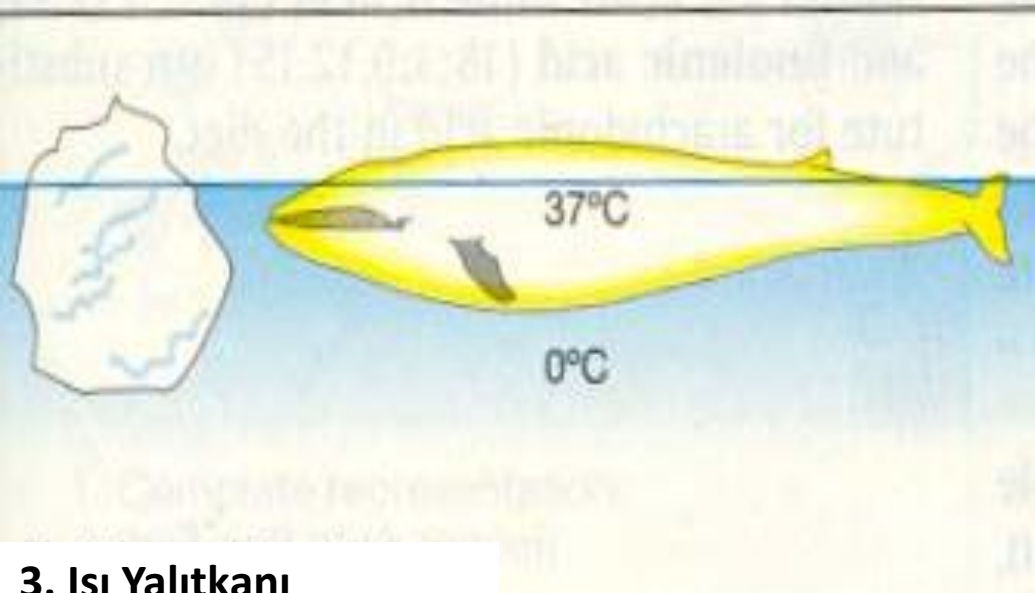
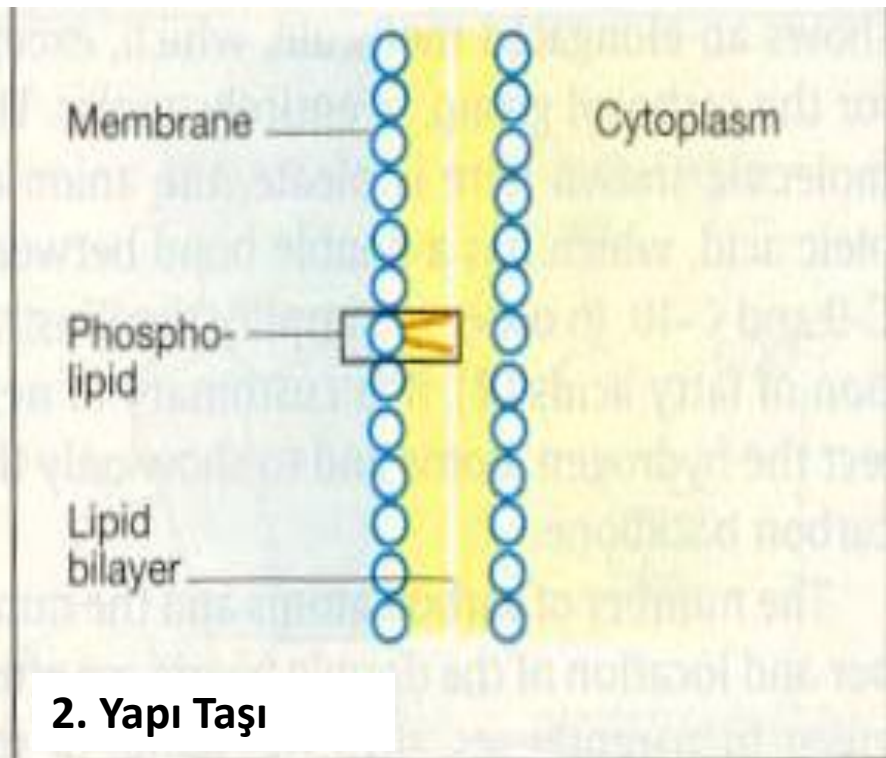
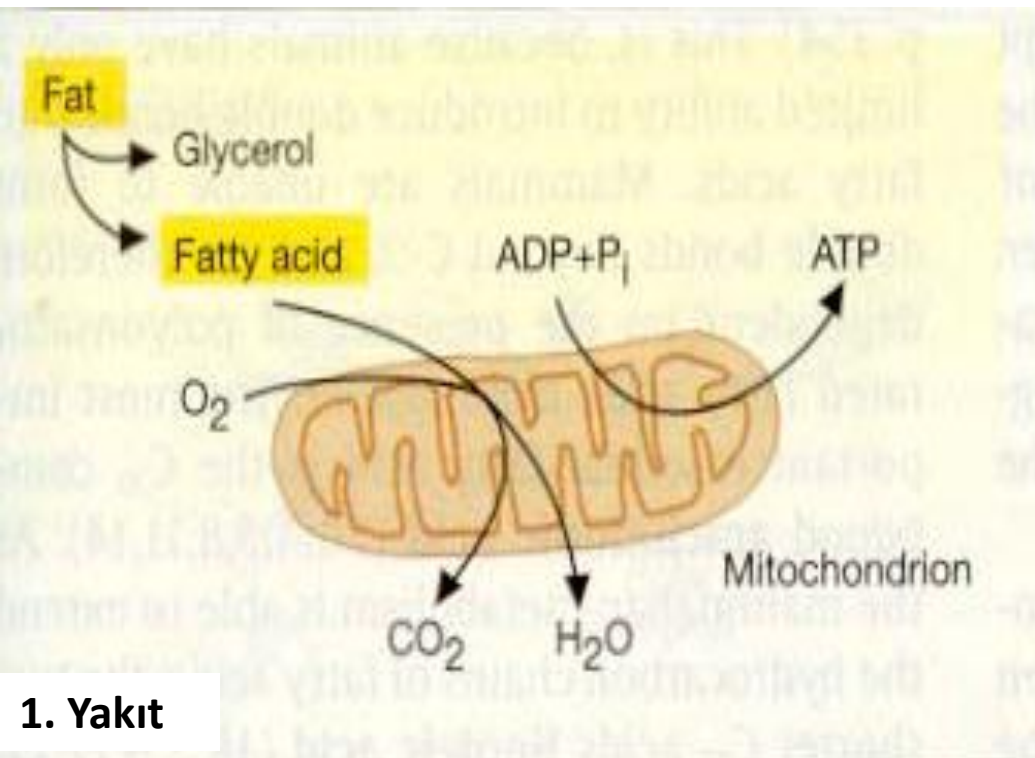
**Çünkü,**

- yapıları apolar kovalent bağlardan zengindir.
- suda çözünmedikleri için eter, kloroform, benzen, aseton gibi apolar organik çözücülerde çözünen heterojen yapıli biyomoleküllerdir.

Lipidler, makromoleküller arasında ayrıcalıklı olup kimyasal olarak da farklı bileşiklerdir. En genel ve belirli özellikleri suda çözünmemedir.

**Ayrıca, Lipidler genel ve belirli özellikleri suda çözünmeme olan, kimyasal olarak farklı bileşikler olduğundan biyolojik fonksiyonları da çeşitlilik gösterir:**

- 1-Nötral yağlar** olarak bilinen trigliseridler, birçok organizmada enerji için başlıca yakıt deposudur.
- 2-Fosfolipidler ve steroller** biyolojik membranların yapı taşlarıdır.
- 3-Nispeten küçük miktarlarda bulunan bazı lipidler**, enzim kofaktörleri, elektron taşıyıcıları, ışık absorbe eden pigmentler, emülsifiye edici ajanlar, hormonlar ve intrasellüler haberciler olarak çok önemli fonksiyonlara sahiptirler.





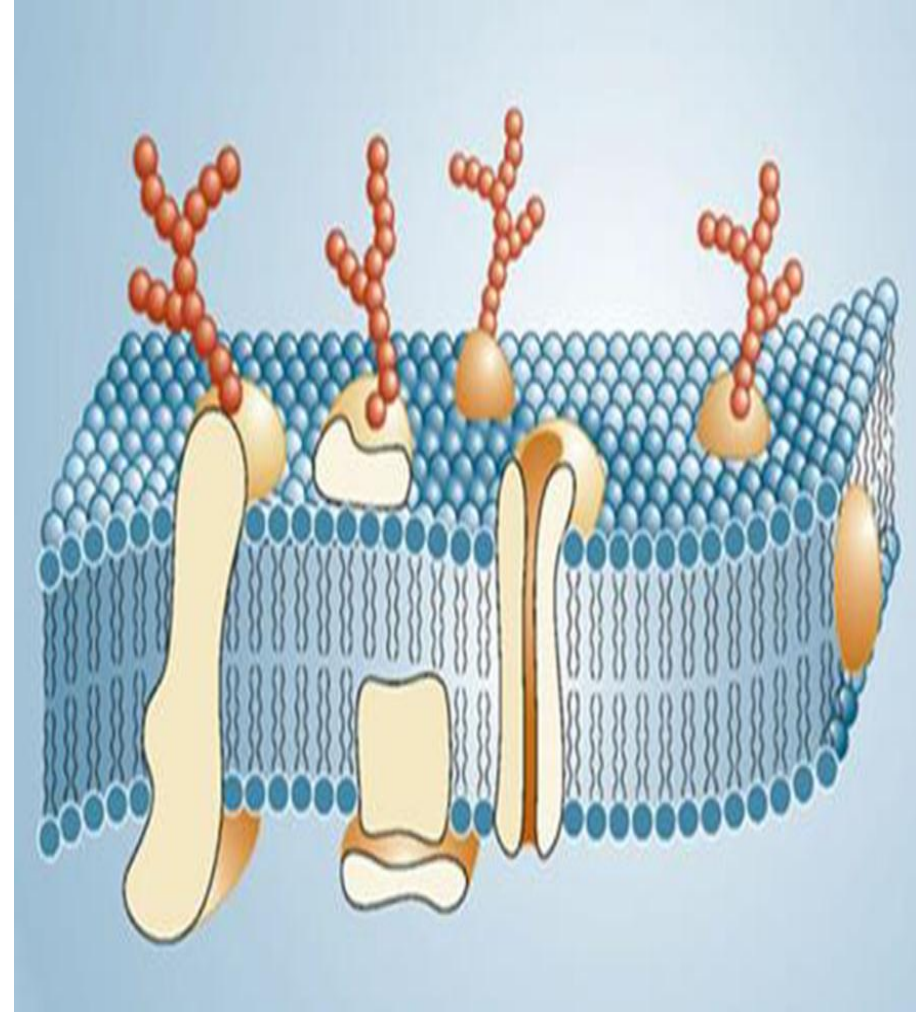
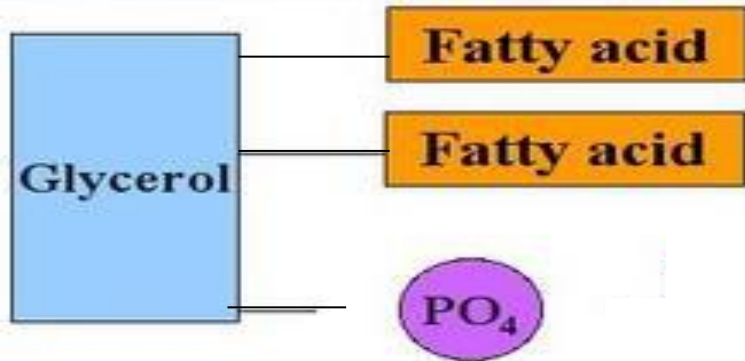
- İnsan organizmasında, depo ve yapısal fonksiyonu olan lipidler önemlidir.
  - Nötral yağlar olarak bilinen trigliseridler , enerji için yakıt yedeğini oluşturmak üzere depolanırlar ve **depo lipidler** olarak bilinirler.
  - **Yapısal lipidler** olarak bilinen fosfolipidler, glikolipidler ve kolesterol; membranların, steroid hormonların ve vitamin D gibi bazı önemli maddelerin yapısını oluştururlar.

**Lipidler** suda çözünmeyen molekül grupları ile tanımlanırlar.

**Fosfolipidler** tüm biyolojik membranların esasını teşkil eder.

–Üç alt birimden oluşur

- gliserol
- Yağ asidi
- fosfat grubu



# Lipidlerin Organizmada Dağılımı

**Lipidlerin vücutta dağılımı, çeşitli hayvansal dokularda farklılık gösterir;**

- Yumurta, sperma ve beyinde % 7.5 – 30
- Embriyonal dokuda % 1-2
- Lipid deposu olmayan dokularda % 1-10
- Yağ deposu olan dokularda ve sarı kemik iliğinde % 90 oranında dağılım gösterir.

# Lipidlerin Sınıflandırılması

Lipidlerin sınıflandırılmasında çoğunlukla "C" iskeletinin yapısı esas alınarak yapılan sınıflandırmadır. Bu sınıflandırmada lipidler iki ana sınıfa ayrılır:

**1. Kompleks Lipidler:** Esas bileşeni yağ asitleridir. Fakat esas bileşen yağ asidi olmakla birlikte bunların açilgliseroller, fosfogliseridler, sfingolipidler ve mumların birleşmesiyle **kompleks lipidler** meydana gelmiştir. Bunlara **sabun yapılabilir lipidler** adı da verilmektedir.

**2. Basit Lipitler:** Bu tip lipitler yağ asiti içermedikleri gibi bunlardan **sabun da yapılmaz.**

---

## **KOMPLEKS LİPİDLER**

---

**Triaçilgliseroller**

**Mumlar**

**Fosfogliseritler**

**Fosfatidiletanolamin**

**Fosfatidilserin**

**Fosfatidilkolin**

**Fosfatidilinositol**

**Kardiolipin**

**Sfingolipidler**

**Sfingomyelin**

**Serebrositler**

**Gangliositler**

## **BASİT LİPİDLER**

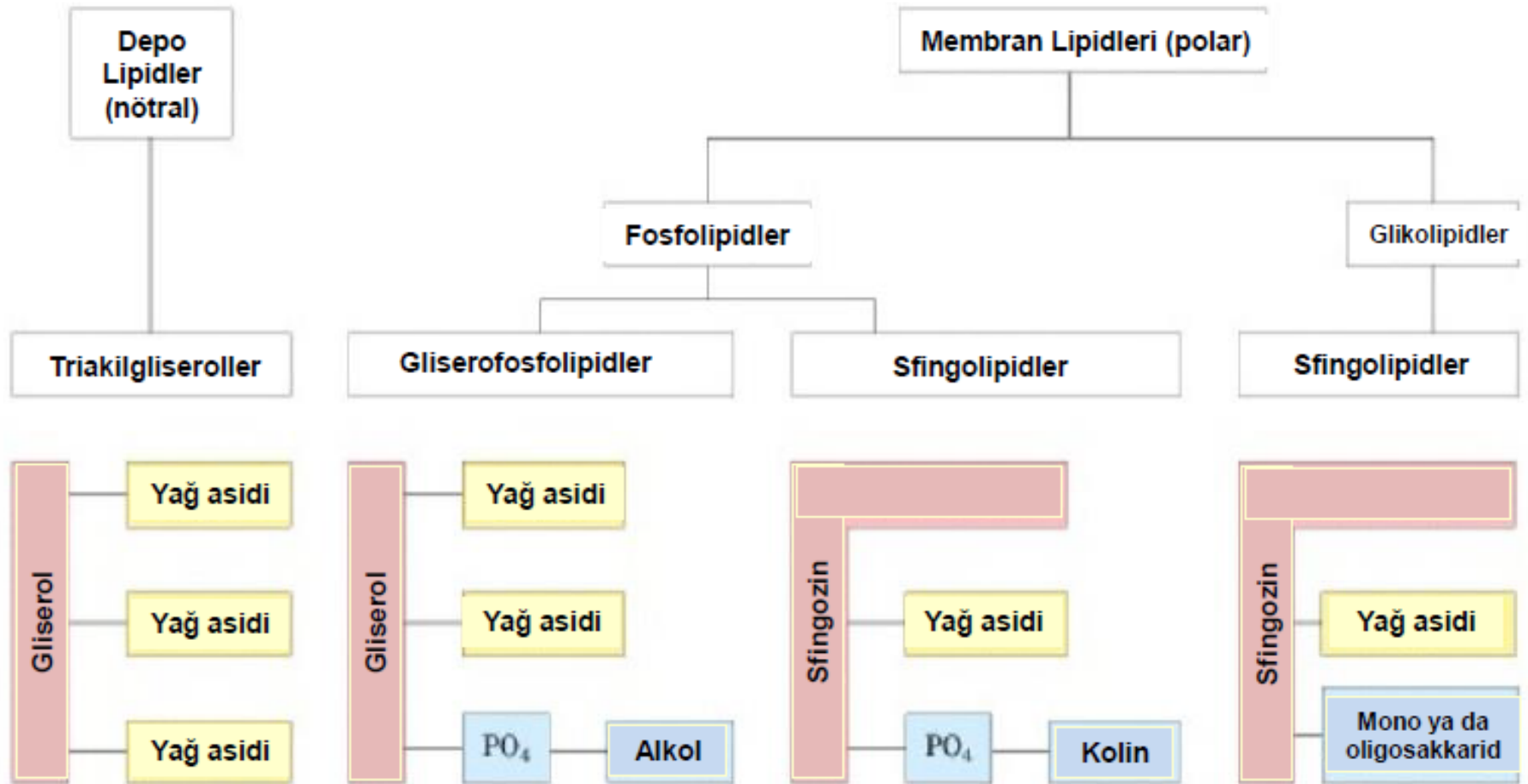
**Terpenler**

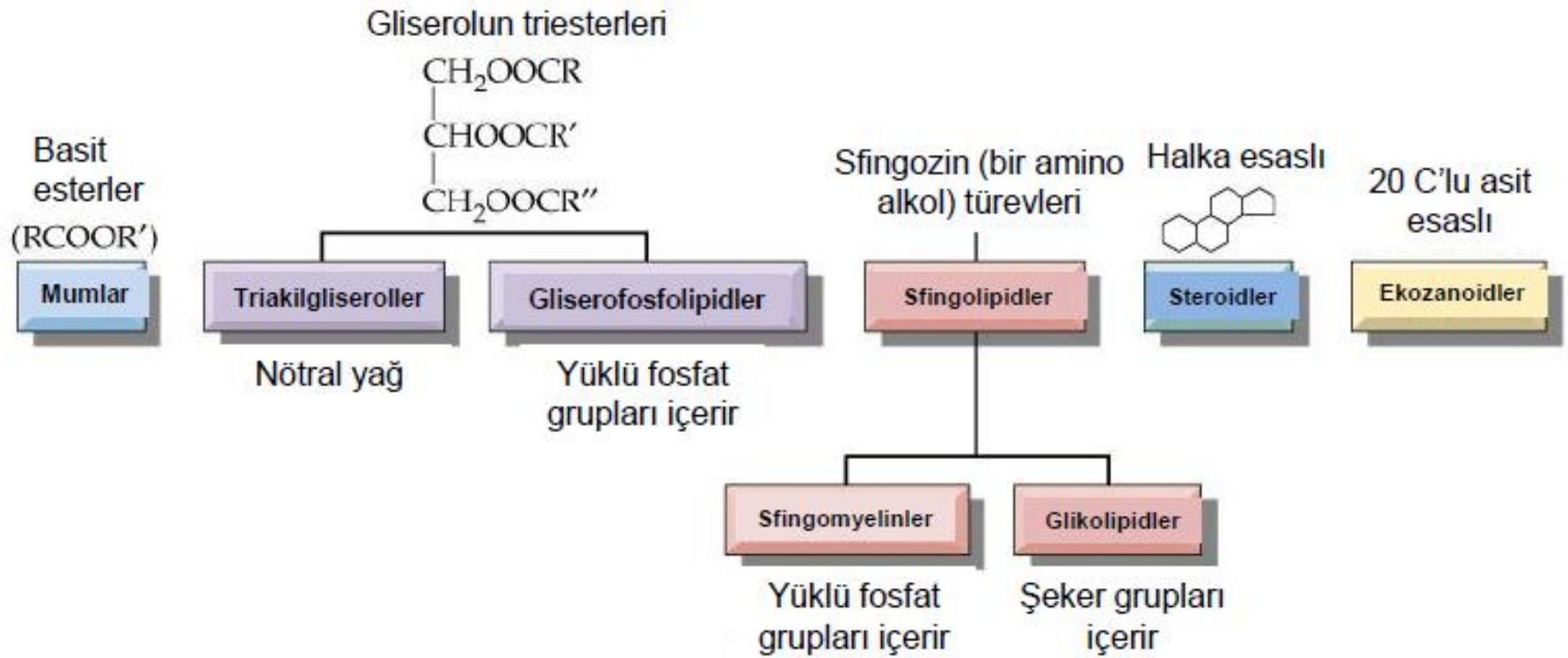
**Steroidler**

**Prostaglandinler**

- **Yağ asitleri**      Trigliseridleri, fosfolipidleri kurar ve Eicosanoidlerde ön maddedir
- **Trigliseridler**    Enerji deposu (yağ)
- **Fosfolipidler**    Hücre zarlarının en büyük kurucusu
- **Kolesterol**      Hücre zarlarının kurucusu  
Safrası asitleri için ön madde  
Steroid hormonlar için ön madde

# Lipidlerin sınıflandırılması

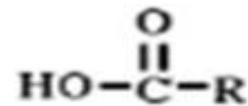
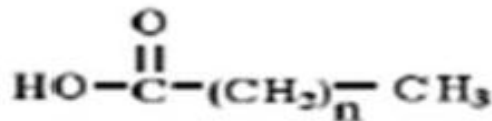
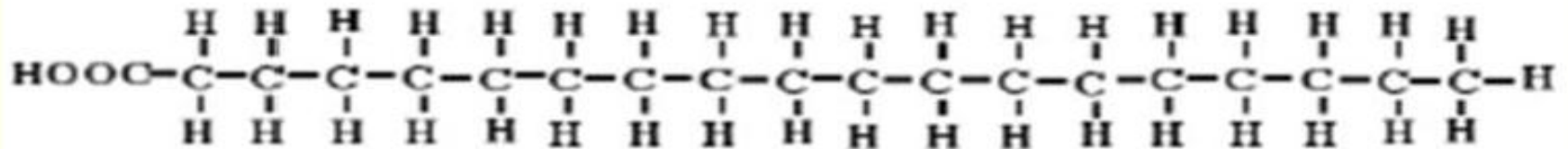
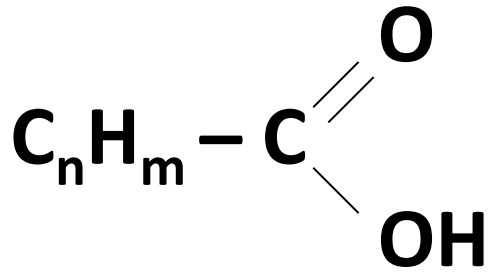






# 1. Yağ asitleri

Yağ asitleri bir hidrokarbon zincirli karboksilik asitlerdir. Yapılarında 4–36 karbonlu hidrokarbon zincirinin ucunda  $\text{-COOH}$  grubu bulunur.



## **Yağ asitleri vücutta iki önemli rol vardır:**

- 1. Oldukça karmaşık yapıdaki membran lipidlerinin bir bileşenleri olarak;**
- 2. Triasilgliserol şeklinde depolanan yağların en önemli bileşenlerinden biri olarak.**

# Yağ Asitlerinin Yapısı ve Özellikleri

- Bir ucunda karboksil grubu( $-\text{COOH}$ ) diğer ucunda da metil grubu ( $-\text{CH}_3$ ) bulunan bir hidrokarbon zincirinden oluşur.
- Canlılarda bulunan lipit ve lipit benzeri bileşiklerin hemen hemen tamamı düz zincirli, doymuş ya da doymamış yağ asidi esterleridir.
- Yağ asitleri genel olarak C sayısı çift olan tek  $-\text{COOH}$  gruplu, düz zincir yapıda (alifatik) organik asitlerdir.
- Hidrofobik ve hidrofilik özelliğe sahiptir yani amfipatik özelliktedir.

- Yağ asitleri, trigliseritlerin yapı taşlarını oluşturur.

Bu nedenle yağların karakteri sahip oldukları yağ asitlerine ve bunların bulunma oranlarına bağlıdır.

- Yağ asitleri, doğal sıvı ve katı yağlar içinde esterler halinde bulunur. Ancak dolaşımda serbest yağ asitleri olarak esterleşmemiş halde albumine bağlı olarak taşınırlar.

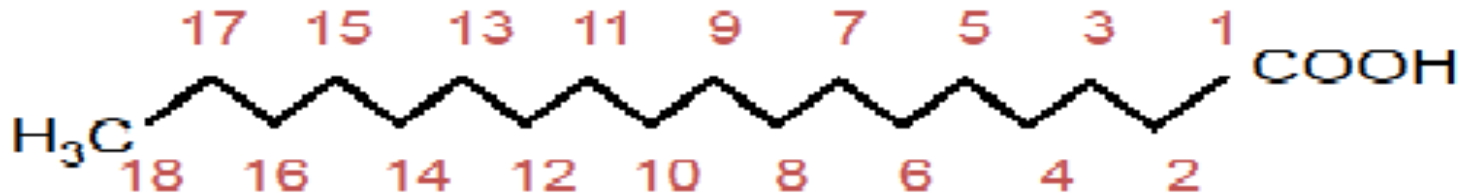
- Yağ asitlerindeki karbon atomu sayısı 2–34 arasında değişmektedir. Eğer yağ asidi molekülünde ki karbon atomu sayısı;
  - 6'dan az ise **“kısa zincirli”**,
  - 6-10 arasında ise **“orta zincirli”**,
  - 10'dan fazla ise **“uzun zincirli”** yağ asidi olarak adlandırılabilir.
- **Kısa zincirli yağ asitleri** oda sıcaklığında sıvıdır.
- **8'den fazla C atomu içeren yağ asitleri** ise yapısına katıldıkları yağlara katı karakter kazandırır.

# Yağ Asitlerinin Adlandırılması

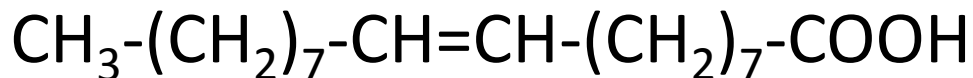
**Sistemik adlandırılmada:** Yapısında bulunan C sayısı, doymuş ve doymamışlık derecesi (çift bağ sayısı), çift bağın pozisyonu ve bağın bulunduğu yer belirtilerek tanımlanır.

## a- $\Delta$ -tanımlama sistemi

Karbon atomları karboksil gruptan başlayarak numaralanır.



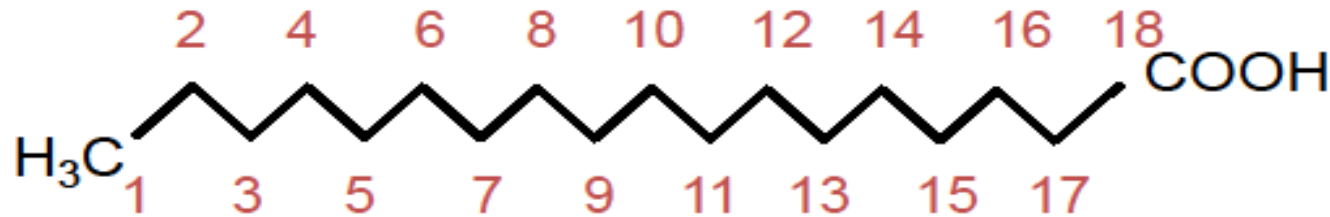
**Örnek:** C<sub>18</sub>'lu bir çift bağlı Oleik Asit



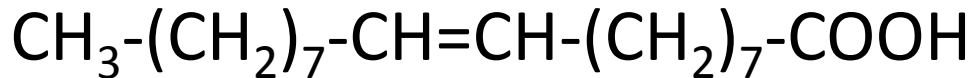
**$\Delta$ -tanımlama Sistemine göre:** 18:1;  $\Delta^9$

## **b- $\omega$ -tanımlama ya da n-tanımlama sistemi**

Karbon atomları metil uçtan başlayarak numaralanır.



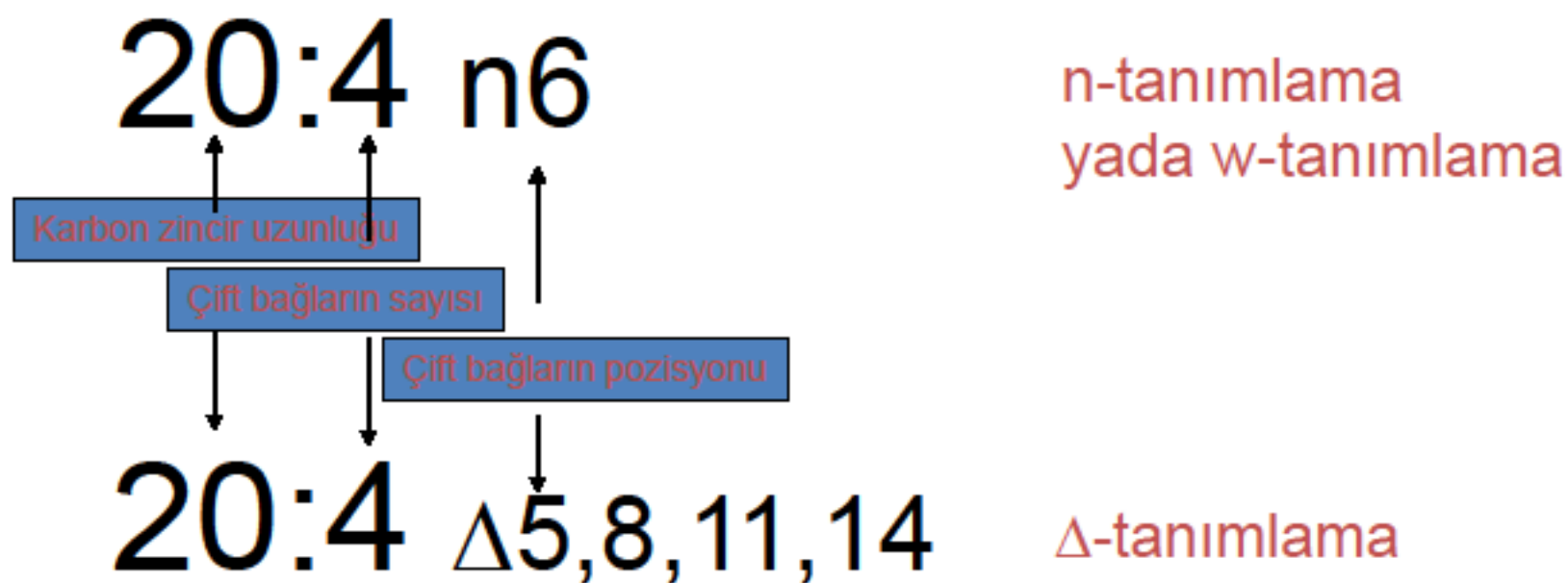
**Örnek:**  $C_{18}$ 'lu bir çift bağı Oleik Asit



**$\omega$  veya n tanımlama sistemine göre:**

18 : 1 ;  $\omega 9$  veya 18 : 1 ; n9

- Standart adlandırma :





- Yağ asitlerinin yapısında yer alan hidrokarbon zinciri karbonları, – COOH karbonundan itibaren isimlendirilir;
  - COOH karbonuna komşu  
ilk karbon atomuna  $\alpha$ -karbon,  
ikinciye  $\beta$ -karbon,  
üçüncüye  $\gamma$ -karbon denir;  
en sonda yer alan metil grubunun karbonu ise  $\omega$ -karbon olarak isimlendirilir

- **Yağ asitlerinin fiziksel ve fizyolojik özellikleri;** hidrokarbon zincirinin uzunluğu ve doymamışlık derecesi ile belirlenebilmektedir.
- **Yağ asitleri ve türevlerinin erime noktaları;** yapılarında ki hidrokarbon zincirinin uzunluğuna ve doymamışlık derecesine bağlıdır.
  - Zincir uzunluğu arttıkça erime noktası yükselir
  - Doymamışlık derecesi arttıkça erime noktası düşer.
- **Nonpolar hidrokarbon zinciri suda çözünürlüğün azalmasından sorumludur.**
  - Yağ asiti hidrokarbon zinciri ne kadar uzunsa çözünürlük o kadar azdır

- Doymamışlık arttıkça yağ **SIVI**

**Zincir  
Uzunluğu  
artıkça**

**Çözünürlük düşer**

## Maksimum çözünürlük

4C:  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$

butanoik asit

çözünür

8C:  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH}$

oktanoik asit

0.0047M

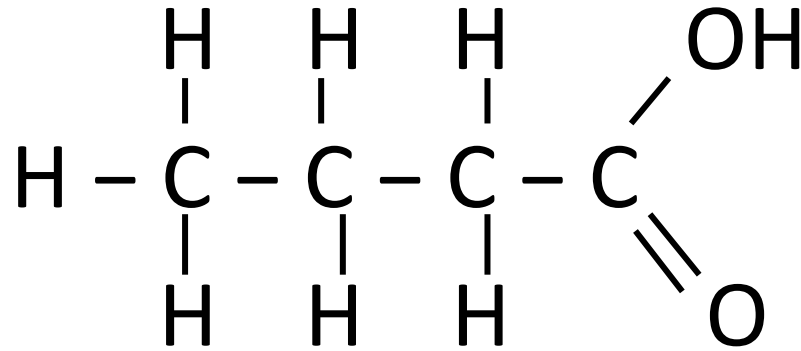
12C:  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{10}-\text{COOH}$

laurik asit

0.0003M

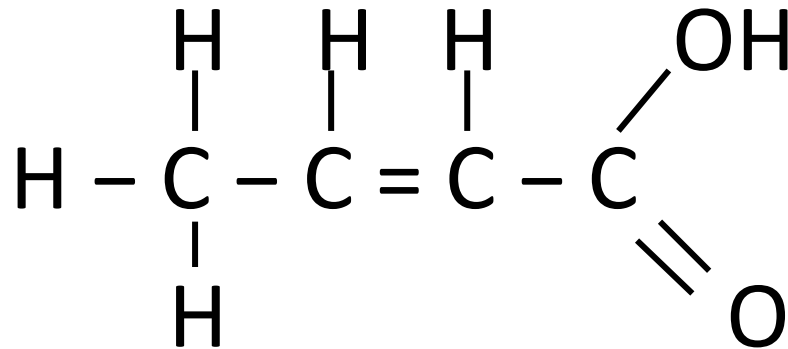
# Yağ asitleri doymuş yada doymamış olabilirler

Doymuş



Bütanoik asit

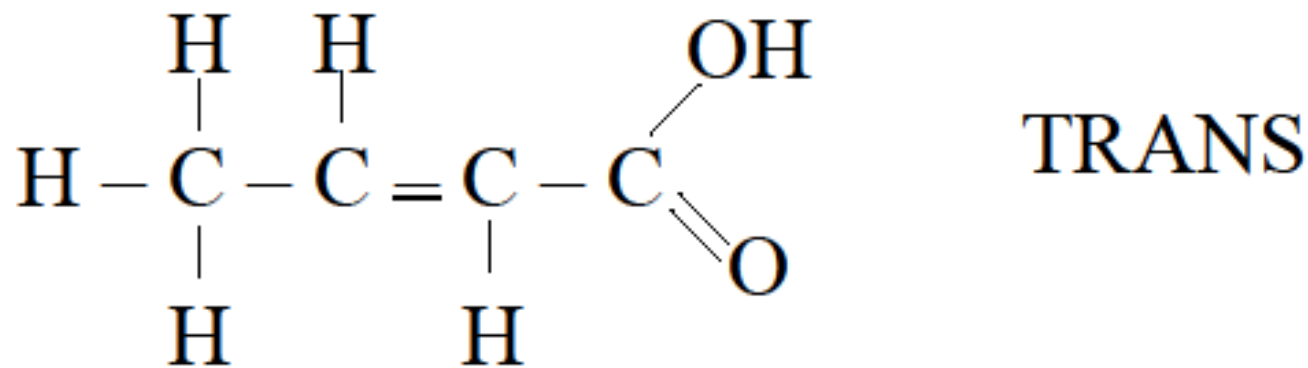
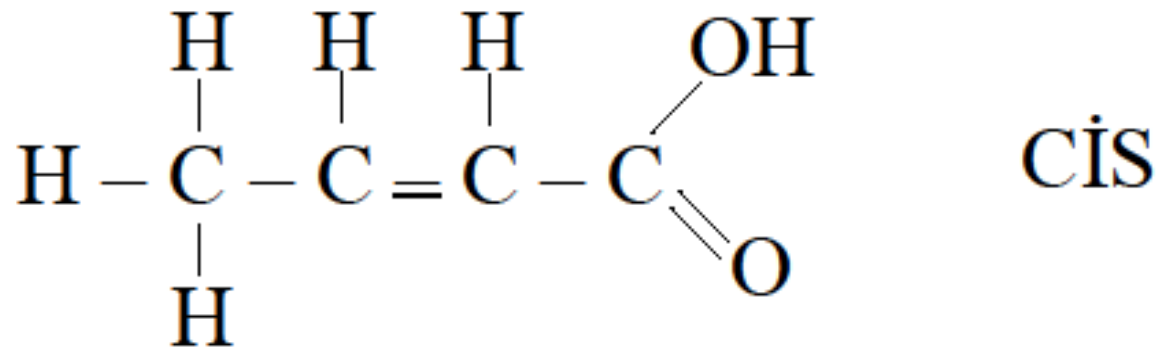
Doymamış:



But-2-ene oik asit

(=bütenoik)

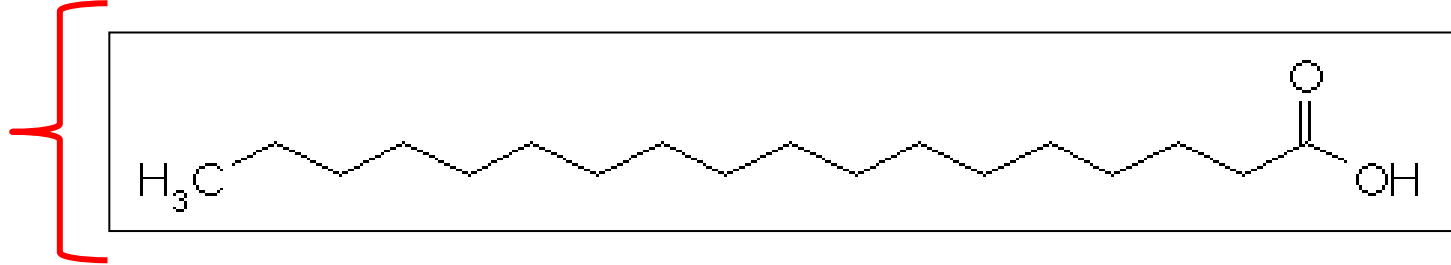
## Yağ asitlerinin çoğu CİS konfigürasyondadır



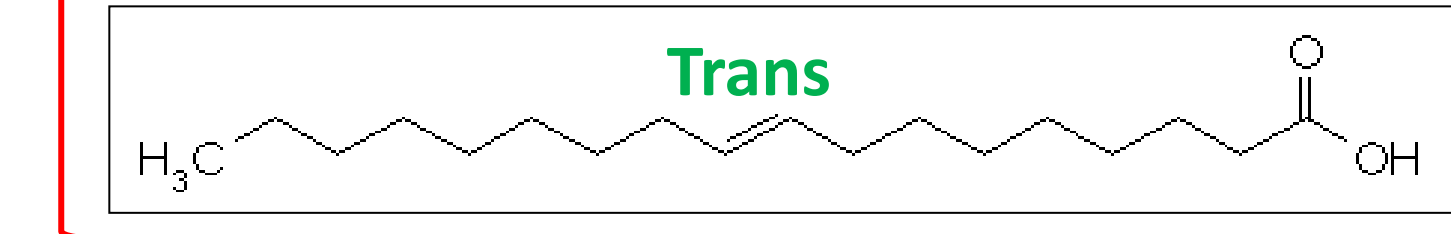
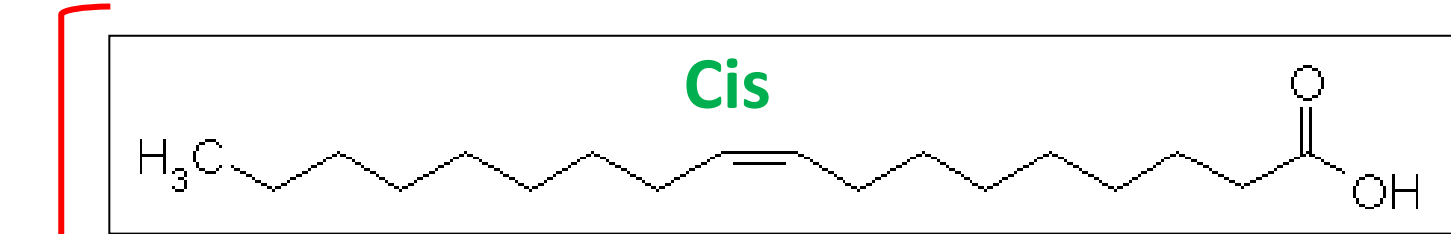
16:0    16 karbon ve çift bağ yok  
18:2    18 karbon ve 2 çift bağ var

- Yağ asitleri;**
- Yüksek enerjili bileşiklerdir.
  - En önemlileri 16-18 karbonludur
  - Doymuş ve doymamış olabilir

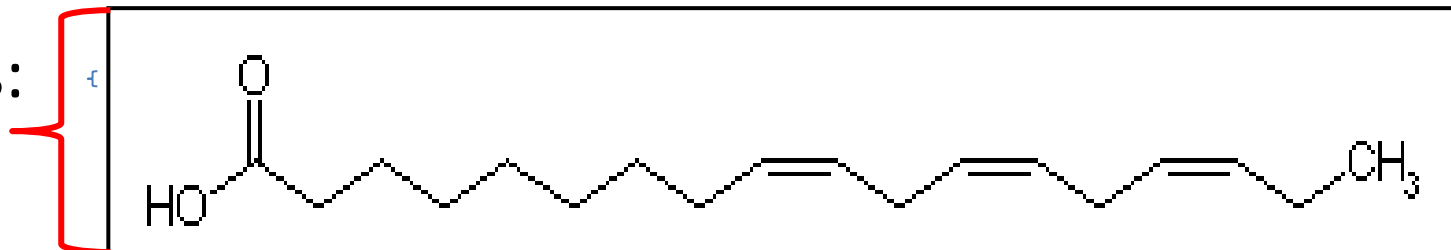
Doymuş:



Doymamış:



Çok Doymamış:

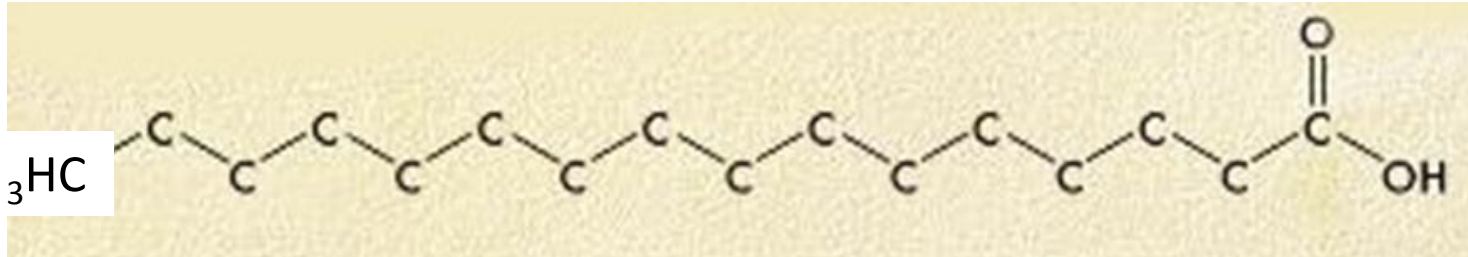


# Yağ asitlerinin sınıflandırılması

- Doymuş (satüre) yağ asitleri
- Doymamış (ansatüre) yağ asitleri
- Hidroksi (ek gruplu) yağ asitleri
- Eikozanoidler (halkalı yapılı yağ asitleri)

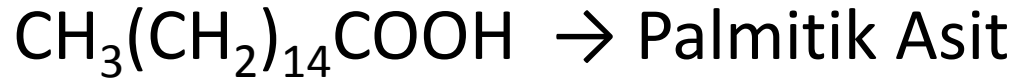
# Doymuş (satüre) yağ asitleri

- Genel formülleri  $C_nH_{2n+1}COOH$
- Hidrokarbon zincirleri çift bağ içermeyen ve dallanmamış olan yağ asitleridirler
- En basit doymuş yağ asidi, 2C' a sahip olan asetik asit( $CH_3COOH$ )' tir
- Doymuş yağ asitleri, 2C' lu monokarboksilik asit olan  $CH_3COOH$  üzerine kurulmuş olarak tasarlanabilirler.
- C sayıları 8' den az olanlar sıvı haldedir.





**Hayvansal yağlarda en çok bulunan doymuş yağ asitleri, 16 C'lu palmitik asit ile 18 C'lu stearik asittir**



**Bazı doymuş yağ asitlerinin isimleri ve C atomu sayıları**

Asetik asit ( 2C)

Propiyonik asit (3C)

Bütirik asit (4C)

Kaproik asit (6C)

Kaprilik asit (8C)

Kaprik asit (10C)

Laurik asit (12C)

Miristik asit (14C)

Palmitik asit (16C)

Stearik asit (18C)

Arahidik asit (20C)

Behenik asit (22C)

Lignoserik asit (24C)

Serotik asit (26C)

Montanik asit (28C)

# **Yemeklik yağlarda bulunan en önemli doymuş yağ asitleri:**

- **Asetik asit(C-2):** Genel formüle uyar ancak en basit yağ asididir.Yağ asitleri butirik asitten itibaren başlar.
- **Butirik asit (C-4):** Süt yağında % 2-4 oranında bulunur. Bozuk tereyağında hoş gitmeyen koku büyük ölçüde butirik asitten ileri gelir.
- **Kaproik asit (C-6):** Süt yağında % 2 civarında, koko yağında % 1'den az, palm çekirdeği yağında ise % 1.5 kadar bulunur. Kaproik asitin kendisi karakteristik keçi kokusuna sahiptir.
- **Kaprilik asit (C-8):** Süt yağında % 1-2, koko yağında % 6-8, palm çekirdeğinde % 3-4 oranında bulunur. Antifungal etkilidir.
- **Kaprik asit (C-10):** Kaprilik asit ile beraber süt yağında bulunur. % 7-10 civarında da koko ve palm çekirdeği yağında bulunur. Gıdalarda topaklanmayı önleyici olarak kullanılmaktadır.

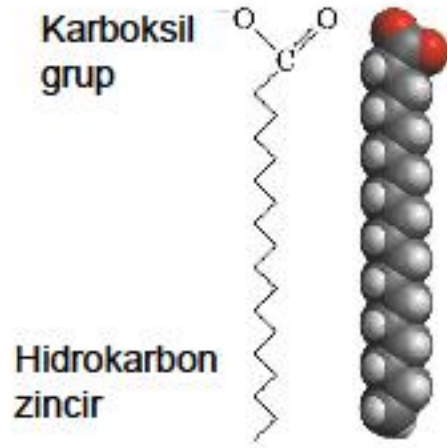
- **Laurik asit (C-12):** Doğada çok yaygın olarak bulunur. Vücuda girdiğinde bir tür monogliserit olan monolaurine dönüştürülür. Monolaurin; antiviral, antimikrobiyal, antiprotozoal ve antifungal özellikleriyle öne çıkan bir maddedir.
- **Miristik asit (C-14):** Bitkisel ve hayvansal yağların bileşenidir. Süt yağında % 8-12, palm çekirdeğinde %20 kadar bulunur.
- **Palmitik asit (C-16):** Doğal yağların karakteristik bir bileşenidir. zeytin yağında % 15, palm yağında da % 35-40 oranında bulunur. Canlılarda yağ asitlerinin oluşumunda(lipojenez) ilk sentezlenen yağ asidi palmitik asittir, daha uzun yağ asitleri ondan üretilir.
- **Stearik asit (C-18):** Doğal sıvı ve katı yağlarda en çok bulunan doymuş yağ asitidir. İlaç ve kozmetik sanayinde emülgatör olarak, pastel boya ve mum yapımında da kullanılır.

# Doymamış (ansatüre) yağ asitleri

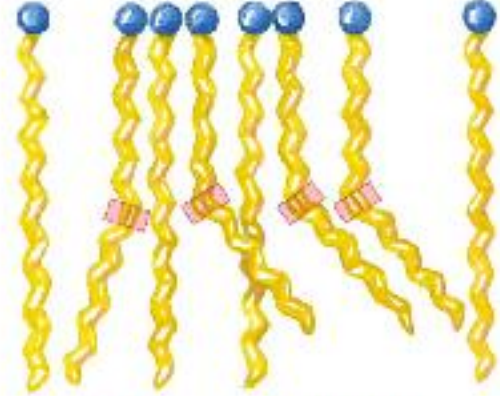
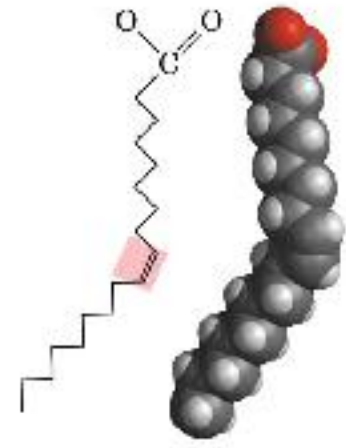
- Genel formülleri  $C_nH_{2n-m}COOH$
- Hidrokarbon zincirlerinde bir veya birden fazla çift bağ içeren yağ asitleridir.
- Her çift bağın meydana gelmesi ile molekülden iki molekül hidrojen uzaklaşır.
  - Bu çift bağlar genellikle cis pozisyonundadırlar.
  - Yağ asidi 2 veya daha fazla çift bağa sahip ise çift bağlar 3C arayla yerleşirler.
- Oda sıcaklığında genellikle sıvıdırlar, suda çözünmezler, uçucu değildir.

 **Zincir uzunluğu**  **erime noktası** 

 **doymamışlık**  **erime noktası** 



Doymuş yağ asitleri



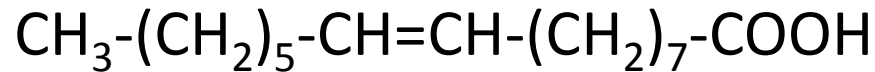
Doymuş ve doymamış yağ asitleri karışımı

# Doymamış yağ asitleri taşıdıkları çift bağ sayısı ve pozisyonuna göre sınıflandırılması

- **Monoansature (Tekli doymamış) yağ asitleri:** Tek çift bağ içerirler.

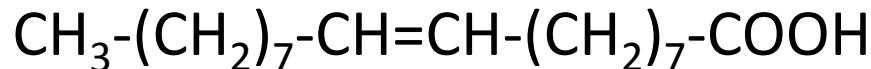
**Örneğin:**

**Palmitoleik Asit**  $C_nH_{2n-2}O_2$



**Adlandırma:** 16:1 ;  $\Delta^9$  veya  $\omega$ -7

**Oleik asit**  $C_nH_{2n-2}O_2$

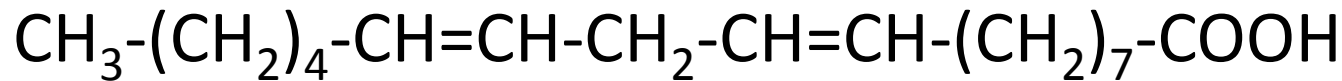
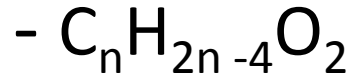


**Adlandırma:** 18:1 ;  $\Delta^9$  veya  $\omega$ -9

Oleik asit, hayvansal ve bitkisel yağlarda en fazla bulunan yağ asitidir.

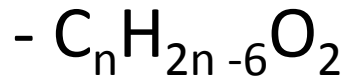
- **Poliansature (Çoklu doymamış) yağ asitleri:** Birden fazla çift bağ içerirler.

- **Linoleik asit** ( 2 çift bağ içerir) (Dienoik yağ asiti)



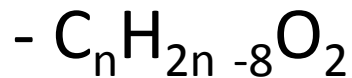
**Adlandırma:** 18:2 ;  $\Delta^{9,12}$  veya  $\omega-6$

- **Linolenik asit** (3 çift bağ içerir) (Trienoik yağ asiti)



**Adlandırma:** 18:3 ;  $\Delta^{9,12,15}$  veya  $\omega-3$

- **Araşidonik asit** (4 çift bağ içerir) (Tetraenoik yağ asiti)



- $CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_3-COOH$  **Adlandırma:** 20:4 ;  $\Delta^{5,8,11,14}$  veya  $\omega-6$



# Doymamış Yağ Asitleri

- Palmitoleik asit: 16:1 ;  $\Delta^9$  veya w-7
- Oleik asit: 18:1 ;  $\Delta^9$  veya w-9
- Linoleik asit: 18:2 ;  $\Delta^{9,12}$  veya w-6
- Linolenik asit: 18:3 ;  $\Delta^{9,12,15}$  veya w-3
- Arahidonik asit: 20:4 ;  $\Delta^{5,8,11,14}$  veya w-4
- Eicosapentaenoik Asit (EPA): 20:5 ;  $\Delta^{5,8,11,14,17}$   
veya w-3
- Docosaheksaenoik Asit (DHA); 20:6 ;  $\Delta^{4,7,10,13,16,19}$   
veya w-3

- **Linoleik asit, linolenik asit ve araşidonik asit, insanlar için esansiyeldirler yani vücutta sentez edilmezler; besinlerle dışarıdan alınmaları gerekir**
- **Linoleik asit**, mısır yağı, yer fıstığı, pamuk yağı ve soya fasülyesi yağı gibi tohum yağlarında bulunur
- **Linolenik asit**, ayrıca keten tohumu yağında bulunur
- **Araşidonik asit**, yer fıstığı yağında daha fazla miktarda vardır

# Hidroksi (ek gruplu) yağ asitleri

Ek gruplu yağ asitleri, hidrokarbon zincirlerinde hidroksil grubu veya metil grubu gibi ek gruplar içeren yağ asitleridirler.

Yağ asidinin adı	Karbon iskeleti
Dioksistearik asit	18: 0(9, 10-dioksi)
Risinoleik asit	18: 1 $\Delta^9$ (12-monooksi)
Serebronik asit	24: 0(2-monooksi)
Oksinervonik asit	24: 1 $\Delta^{15}$ (12-monooksi)
Tüberkülostearik asit	18: 0(10-monometil)

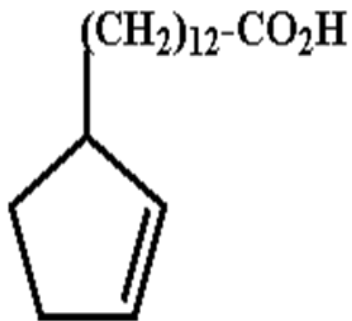
**Tuberculostearic acid**



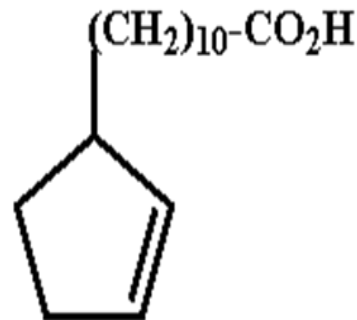
# Eikozanoidler (halkalı yapılı yağ asitleri)

Halkalı yapılı yağ asitleri, hidrokarbon zincirleri halkalı yapı oluşturmuş olan yağ asitleridirler

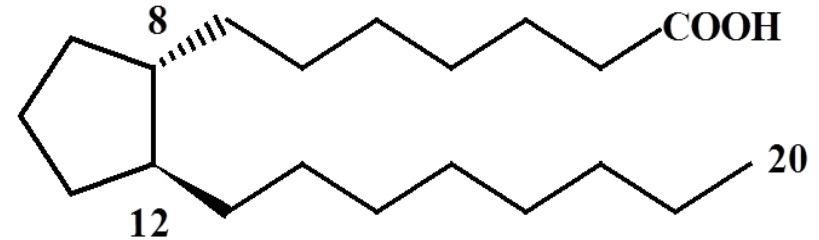
Yağ asidinin adı	Karbon iskeleti
Hidnokarpik asit	16:1 $\Delta^{13}$
Şolmogrik asit	18:1 $\Delta^{15}$
Prostanoik asit	20:0



chaulmoogric acid



hydnocarpic acid

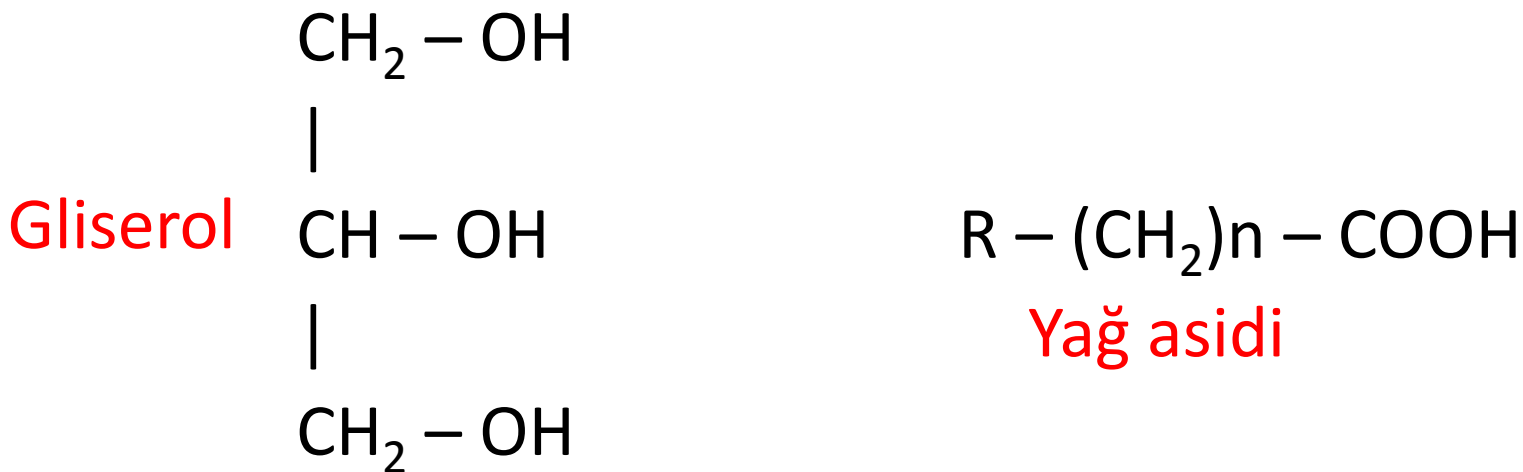


prostanoic acid

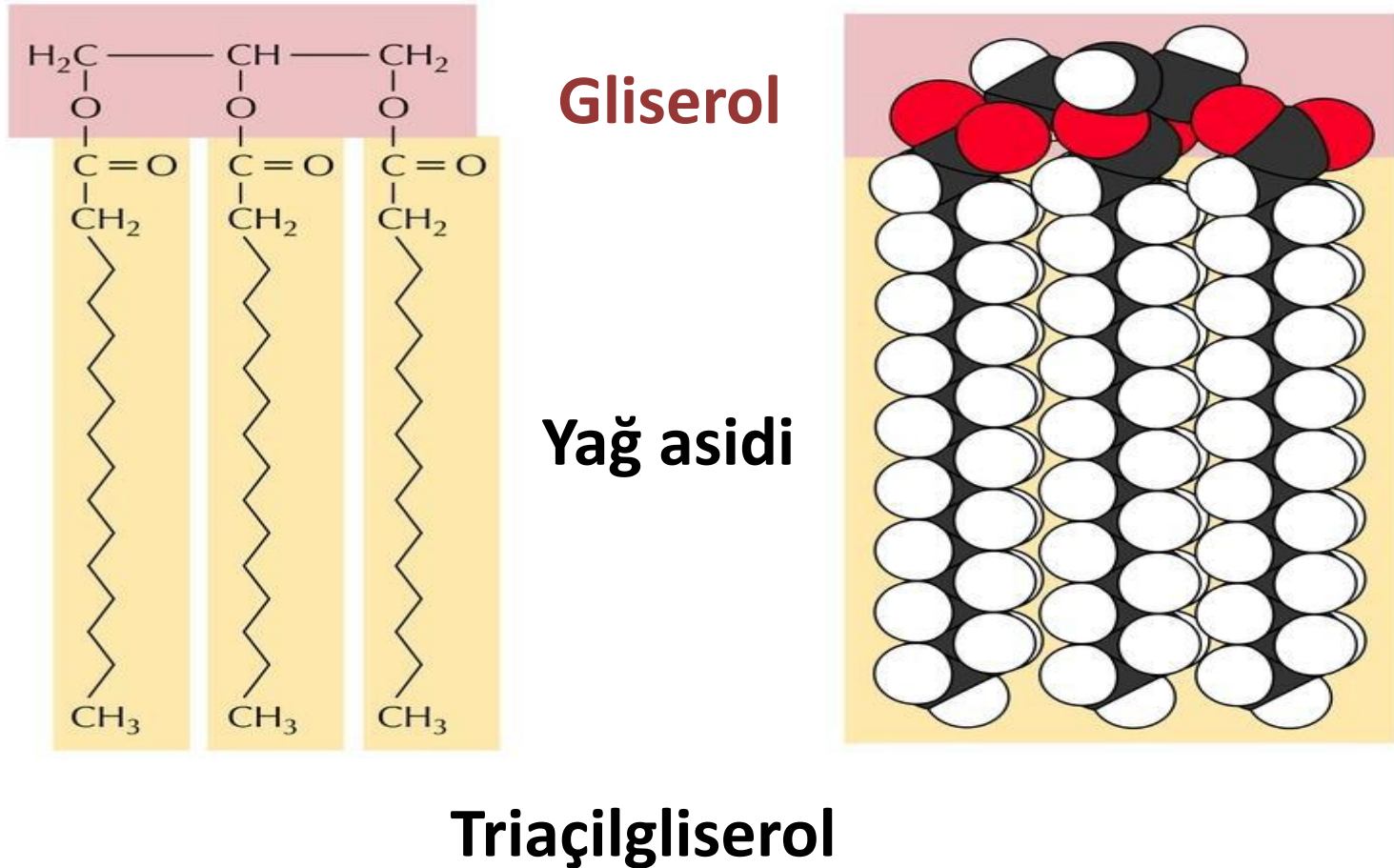
## 2. Trigliseridler : Enerji deposu (yağ)

- Büyük miktarda enerji ve yağ asidlerinin ana depo şeklidir.
- Nonpolar, hidrofobik moleküllerdir
- Gliserol türevleridir, gliserol 3 tane -OH grubu içeren bir alkoldür.
- Yağlar, kesin olarak bir polimer olmasalar da küçük moleküllerin dehidrasyon reaksiyonları ile oluşmuş büyük moleküllerdir.

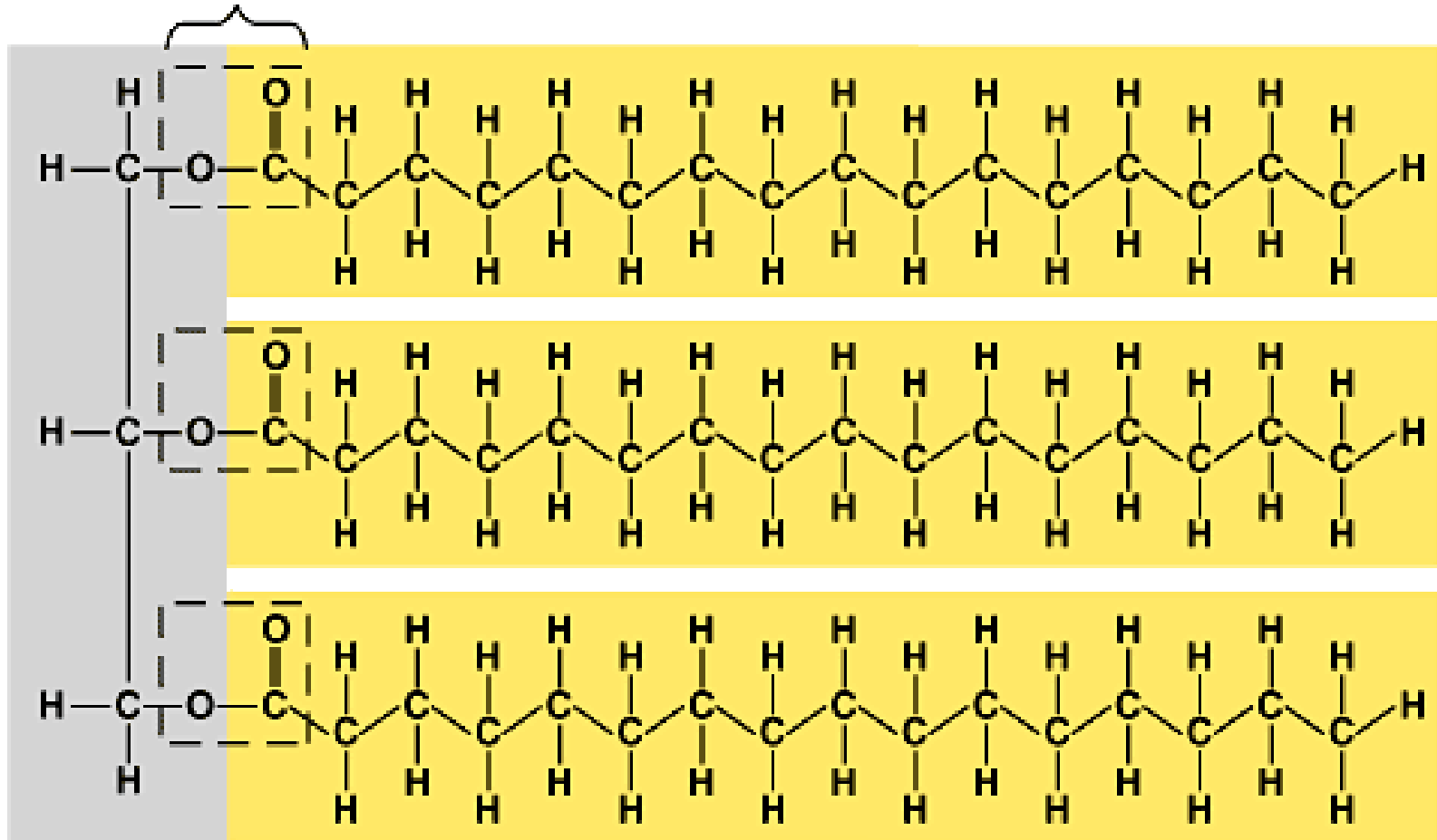
Bir yağ iki küçük molekülden oluşur, gliserol ve yağ asidi



- Gliserolün bir yağ asidi ile esterleşmesiyle monoasilgliseroller, iki yağ asidi ile esterleşmesiyle diaasilgliseroller, üç yağ asidi ile esterleşmesiyle triasilgliseroller meydana gelir.

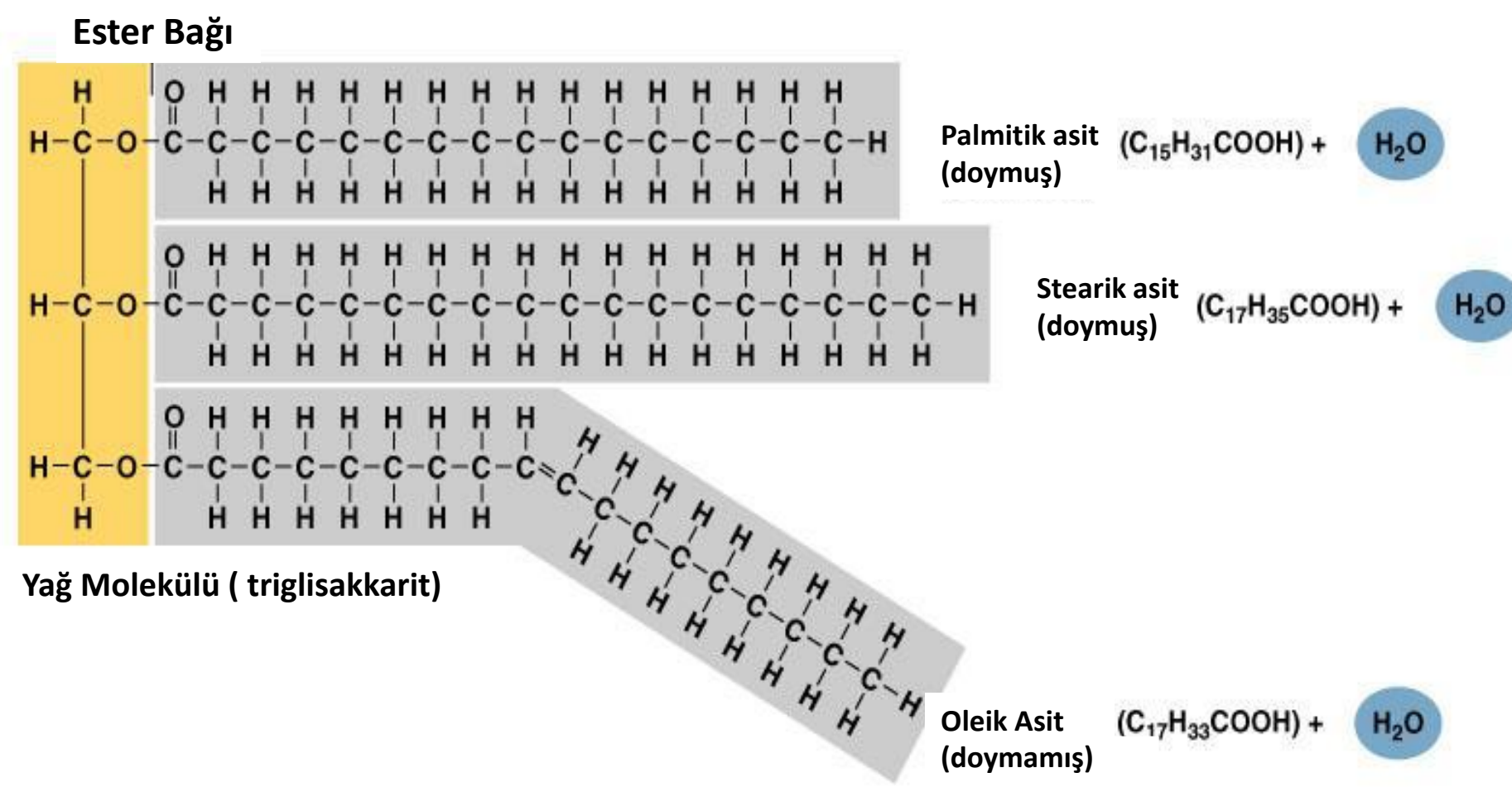


Ester Bağı



Yağ molekülü (triaçilgliserol = trigliserid)

Doymamış yağlar, yağ asitlerinde bir yada daha çok çift bağ içerirler.





Gliserolün alkol grupları ile esterleşen;  
3 mol yağ asiti aynı tür ise **basit triaçilgliseroller**,  
farklı tür ise karma **triaçilgliseroller** meydana gelir.

Bitkisel yağlar, süt ürünleri ve hayvansal yağlarda bulunan nötral yağlar, basit ve karma triaçilgliserollerden oluşur.

Bu yağlar büyük oranda doymamış yağ asitleri içerdikleri için  $25^{\circ}\text{C}$  'de sıvı haldedir.

## **Doymuş yağ asitlerini içeren yağlar doymuş yağlardır**

- Çoğu hayvan yağları doymuştur.
- Doymuş yağlar oda ısısında katıdırlar.
- Doymuş yağlardan zengin bir diyet plakların birikimi nedeniyle kalp-damar hastalıklarına (atherosclerosis) yol açabilirler.

## **Doymamış yağ asitleri içeren yağlar doymamış yağlardır**

- Bitki ve balık yağları, sıvı yağ olarak bilinirler ve oda ısısında sıvıdırlar.
- Çift bağlardan dolayı oluşan bükülmeler molekülün diğer moleküllere yaklaşmasını sağlar.

- **Yağların görevleri:**

- 1-** Yağların en büyük görevi enerji deposu olmalarıdır.
  - Bir gr yağ, bir gr polisakkaridin sahip olduğu enerjiden iki kat daha fazla enerji depolar.
  - Bitkilerde enerji deposu nişastadır.
  - İnsanlar ve diğer memeliler uzun zaman geçerli enerji deposu olarak adipoz doku hücrelerinde yağ depolarlar.
- 2-** Yağ aynı zamanda hayati organlara yastık görevi yapar.
- 3-** Bir yağ tabakası yalıtım şeklinde de görev alır.
  - Deri altı tabakası özellikle balinalarda, foklarda ve diğer birçok deniz memelilerinde yağdan zengindir.

- Depo yakıtı olarak triaçilgliserollerden sağlanan enerji, karbonhidratlardan sağlanan enerjinin iki katıdır. Ayrıca yağlar gram başına yaklaşık 9 kcal verirken karbonhidratlar gram başına 4 kcal verirler.
- Aşırı karbonhidrat alımı sırasında ihtiyaç fazlası nişasta veya glikojene çevrilir ya da ileride kullanmak üzere yağlara çevrilir ve depolanır.

# **Triaçilgliseroller, glikojen ve nişasta gibi CHO'ları depolamaktan daha avantajlıdır. Çünkü;**

**1-** Yağ asitlerinin C atomları şekerlere göre daha fazla indirgenmiş haldedir; dolayısıyla Triaçilgliserol oksidasyonu Karbonhidratlara göre iki kat daha fazla enerji verir.

**2-** Hidrofobik olduklarından su tutamazlar, depolayan organizma fazladan su ağırlığı taşımak zorunda kalmaz.

**3-** Uzun süreli (insanda yaklaşık 1-2 ay) yağ ve Vit E depolarıdır. Glikojen deposu ancak 1 gün gider. CHO'ın avantajı, suda çözüldüğünden hızlı enerji kaynağı.

- Bazı hayvanlarda triaçilgliserol, deri altında depolanarak soğuk iklimde izolasyon sağlar.

- Penguen, ayı balığı, ayı gibi hibernasyona girenlerde hem E hem de izolasyon amaçlı depolama var.

- Tohum yağlarından mısır ve zeytinyağı doymamış yani oda sıcaklığında sıvıdır. Çift bağlarını sanayide hidrojene edip tek bağ yapınca margarin olur.

- Gıdalardaki çift bağlar oksijene çok uzun süre maruz kalınca bozular ve ekşir. Oksidatif yıkıma uğrar. Yağda hoş olmayan koku meydana gelir buna yağların acılaşması (ransidifikasyon) denir.

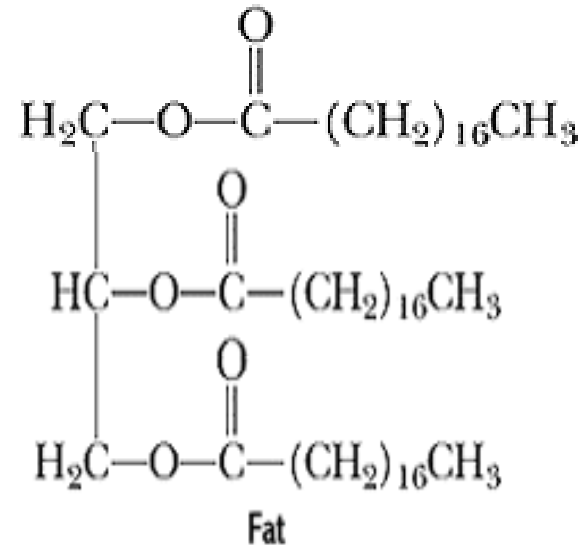
- Kısa zincirli, dolayısıyla uçucudur.

- Doğal gıdalar TAG'ın y.a.leri bakımından farklıdır. TAG karışımı olan mısıryağı ve zeytinyağı sadece doymamış olduğundan oda sıcaklığında sıvıdır. Erime noktaları y.a. bileşiminin direkt fonksiyonudur.

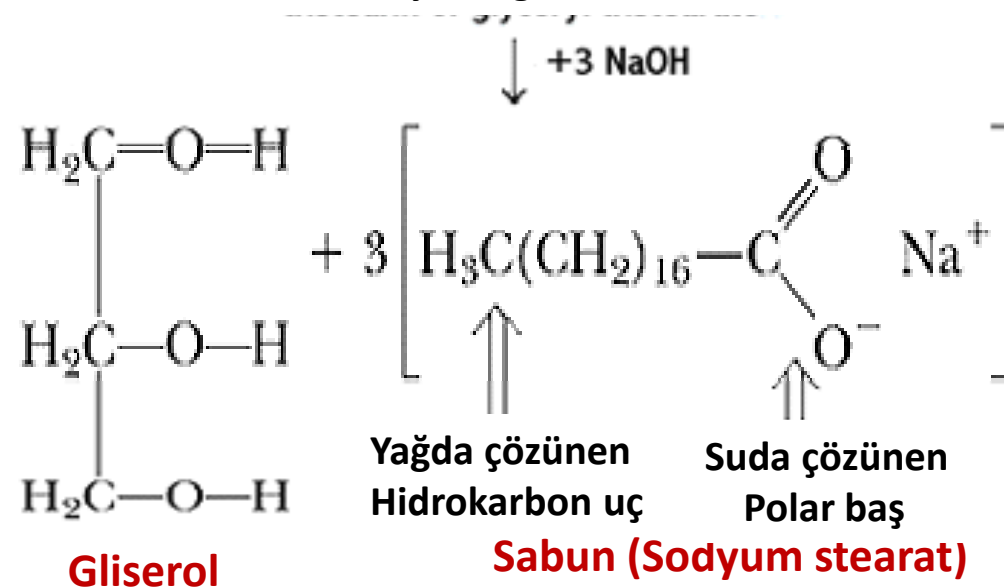
# Trans Yağlar

- Trans yağlar, sıvı bitki yağlarının hidrojenezasyonu ile oluşan yağlardır. Yağ ne kadar hidrojene ise oda sıcaklığında o kadar katı olacaktır.
- Hidrojenize bitkisel yağlar ile pişirilen yiyeceklerde bulunurlar. Krakerler, margarinler, patates cipsleri, patlamış mısır, kremalı-karamelli bisküviler ve şekerlemelerde bulunur. Trans yağlar, bazı et ve mandıra ürünlerinde de doğal olarak bulunabilir.
- Trans yağlar, en tehlikeli yağlardandır. Vücuttaki LDL(kötü kolesterol) düzeyini yükselttiği gibi HDL (iyi kolesterol) düzeyini de düşürür. Ayrıca kanser riskini (özellikle göğüs kanseri) arttırdığı düşünülmektedir. Damar sertliği(arterio skleroz) a sebep olduğu ileri sürülmüştür. Kaçınılması gereken yağlardır.

# Yağların Sabunlaşması



Tristearin ya da gliseril tristearat





# Mumlar

- Mumlar uzun zincirli yağ asitlerinin yine uzun zincirli alifatik alkollerle yaptıkları nonpolar esterlerdir.
- Mumlar oluşurken; 16-30 C atomu taşıyan uzun zincirli alkoller ile 14-36 ya kadar C atomu taşıyan doymamış uzun zincirli yağ asitleri bu estere katılırlar.
- Okyanuslardaki beslenme zincirinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Planktonların ana enerji kaynağı olarak depo edildikleri için, plankton yiyen canlılar ve okyanus besin zinciri açısından önemli bir role sahiptir.

## Özellikleri:

- Erime noktaları  $60 \rightarrow 100$  °C'dir.
- Planktonların temel metabolik yakıt deposudur. Su geçirmezler; kuşlar salgıladıkları mumlarla tüylerinin suyu emmesini engeller.
- Rododendron yaprağı, zehirli sarmaşık, çoğu tropik bitki mum ile kaplıdır. Amaç, su kaybını engellemektir. Bir diğer sebebi de parazitlerden korunmaktır.

- Kozmetik sanayiide de önemlidir:  
Lanolin (yünden),  
Balmumu ve carnauba mumu (Brezilya palmiye ağacından),  
Spermeçeti yağının mumu (balinadan).  
–Mumlar başlıca losyon, merhem ve cila yapımında kullanılır



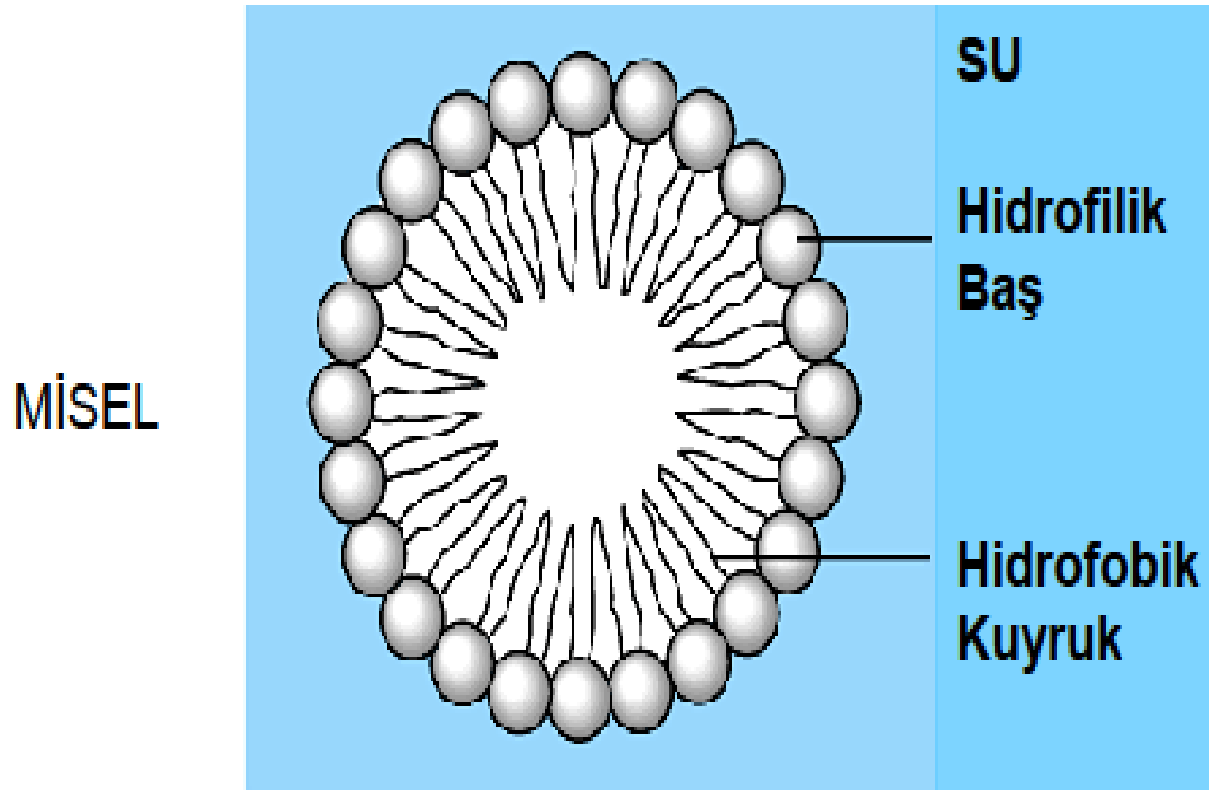
- Mumlar: Yağ asitlerinin gliserolden daha büyük moleküllü alkollerle oluşturdukları esterlerdir.
- Mumlar, doğada yaygın olarak bazı böceklerin salgılarında; hayvanların deri, kıl ve tüylerinde; bitkilerin yapraklarında, meyve ve kabuklarında bulunur.



### 3. Fosfolipidler

- **Fosfolipidler**, hücre zarlarının en büyük bileşenidir.
- **Fosfolipidler**, gliserole bağlı iki yağ asidine ve “pozisyon üç” de bir fosfat grubuna sahiptir.  
(= fosfatidik asit)
  - Fosfat grubu negatif bir yük taşır.
  - Eklenecek küçük gruplar fosfat grubuna bağlanabilir.
- **Fosfolipidler**, ER’da sentezlenir. Buradan golgiye taşınır ve daha sonra organellerin membranına yerleşir veya ekzositozla dışarı salınır.

- Fosfolipidler su ile birleştirildiğinde, agregatlar içinde hidrofobik uzantılar merkezde hidrofilik baş dış tarafta kalacak şekilde yarı-toplu halde kalırlar.  
–Bu yapı tipi misel olarak adlandırılır.



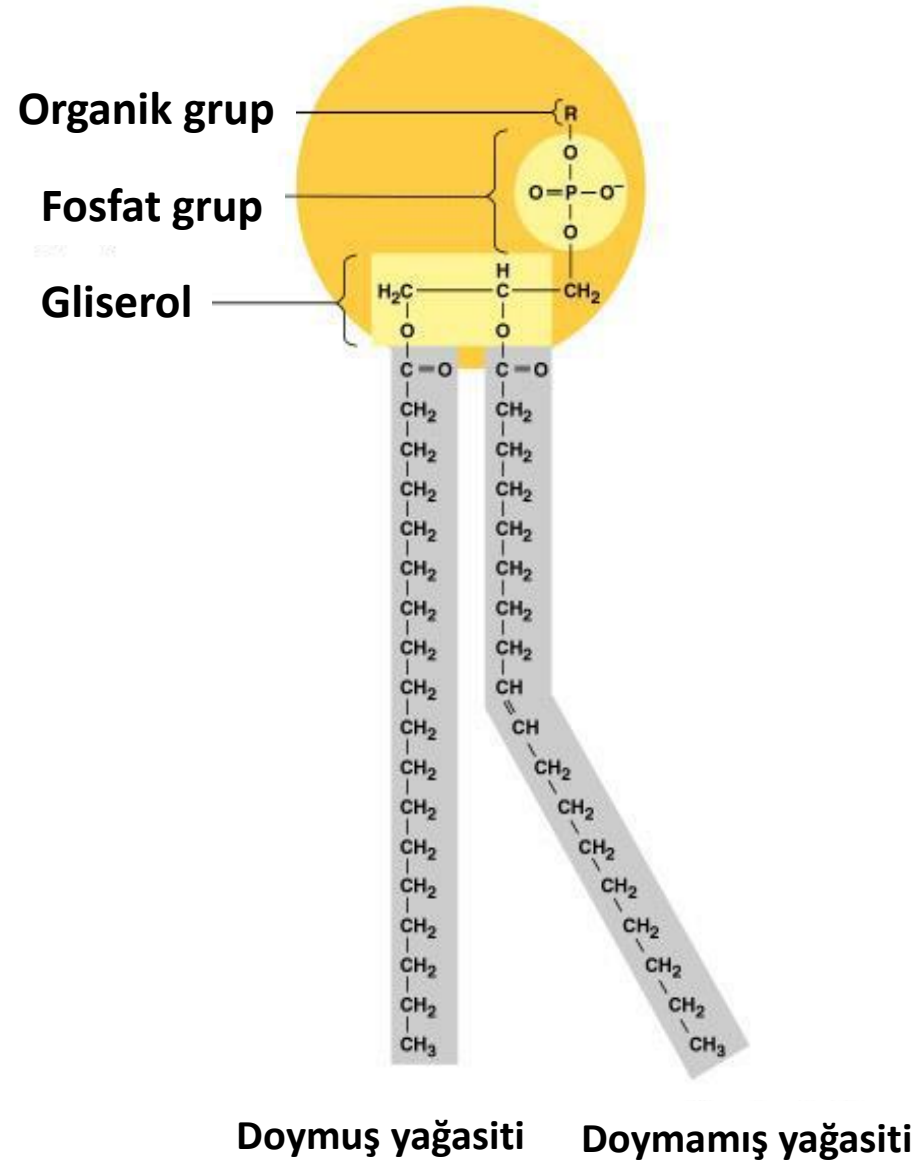
## Fosfolipidler:

- **Polar ve iyoniktirler,**
- Yağ asitleri gibi fosfolipidler de **amfipatiktir,**
- Yani herbiri hidrofilik bir başa (fosfat grubu ve ona bağlı serin, etanolamin, kolin vb.) ve uzun hidrofobik bir kuyruğa sahiptir (iki yağ asiti zinciri),
- Olgun eritrositler hariç tüm hücreler fosfolipid sentezlerler. Oysa triaçilgliserol sentezi, esas olarak karaciğer, yağ doku, süt veren meme bezleri ve barsak mukoza hücrelerinde gerçekleşmektedir.

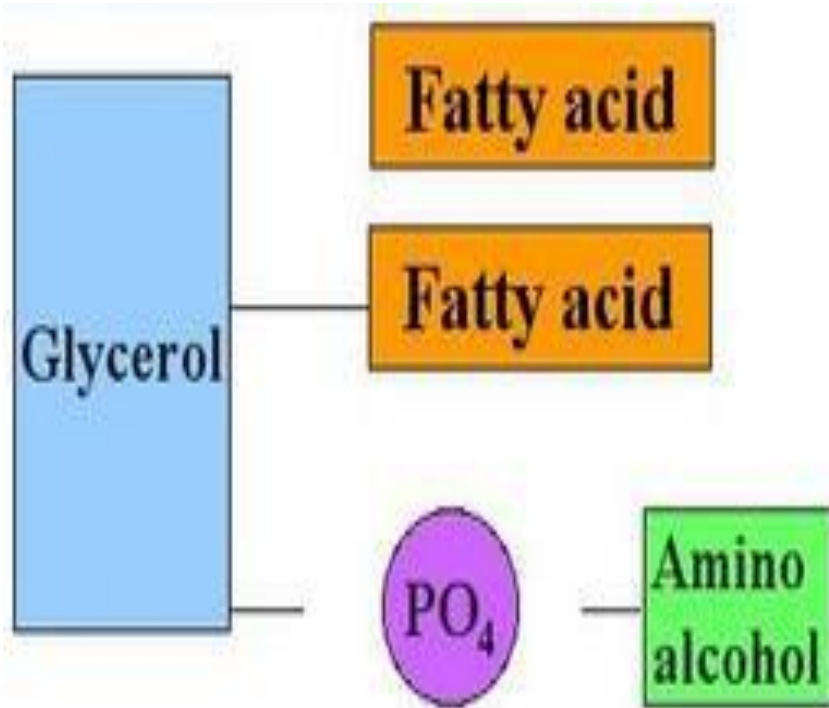
- Bir hücrenin yüzeyinde fosfolipidler iki tabakalı yapı olarak dizilirler.
  - Aynı şekilde, hidrofilik başlar dış tarafta su ile temas halinde ve hidrofobik uzantılar karşılıklı olarak dizilirler.
  - Fosfolipid çift tabakası, hücre ve dış çevre arasında bir engel oluşturur.
- Bunlar, hücrelerin ve hücre organellerinin membranlarının temel bileşenidirler.



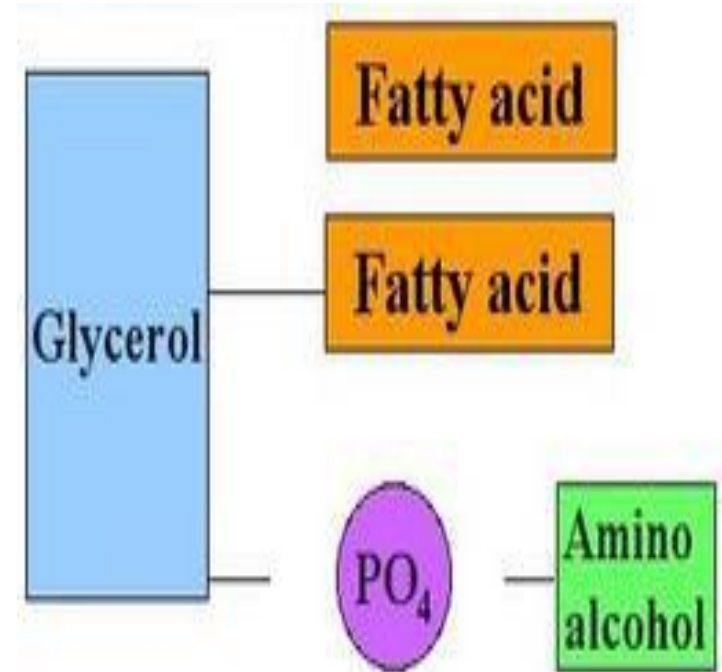
- C, H ve O + P, N, yada S içerirler,
- Membranlar fosfolipidlerden yapılır.



- **Fosfolipidler,**  
Fosfatidik asit ve türevleri



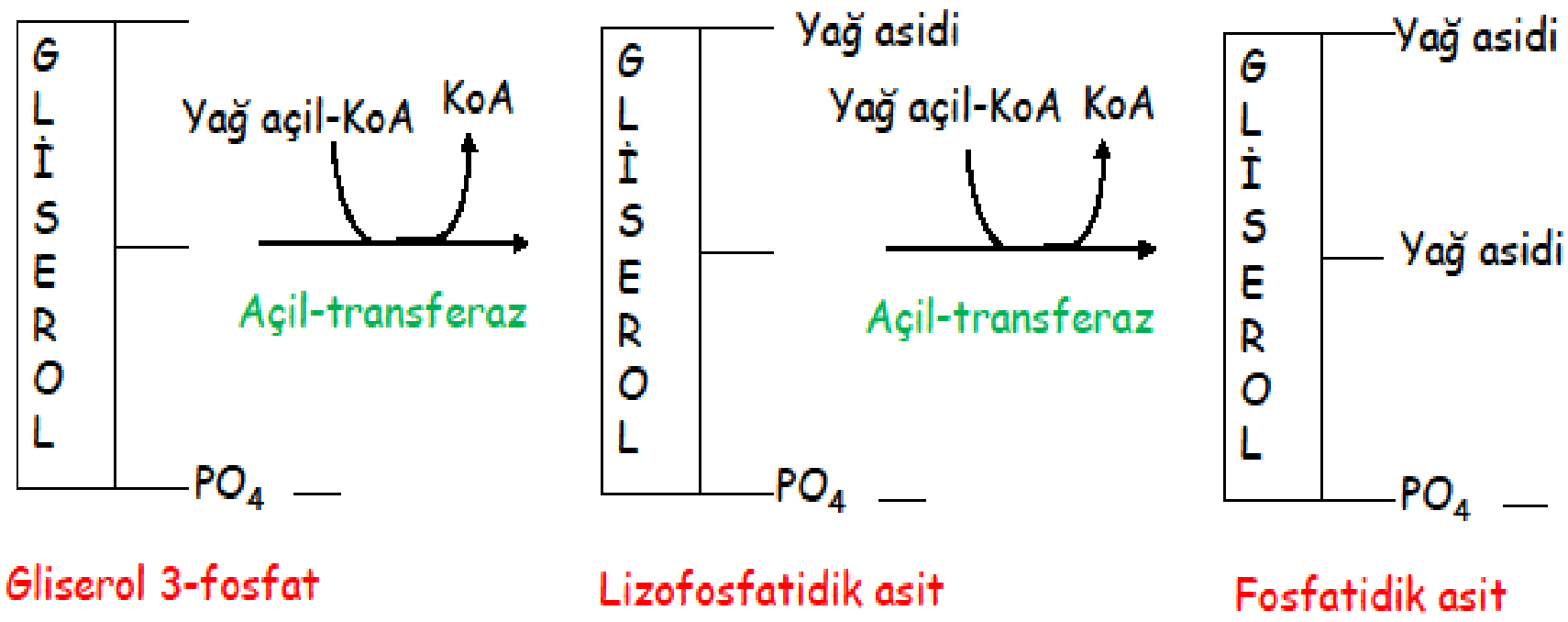
**Fosfatidik asit**



**Fosfatidil-etanolamin = sefalin**  
**Fosfatidil-kolin = lesitin**

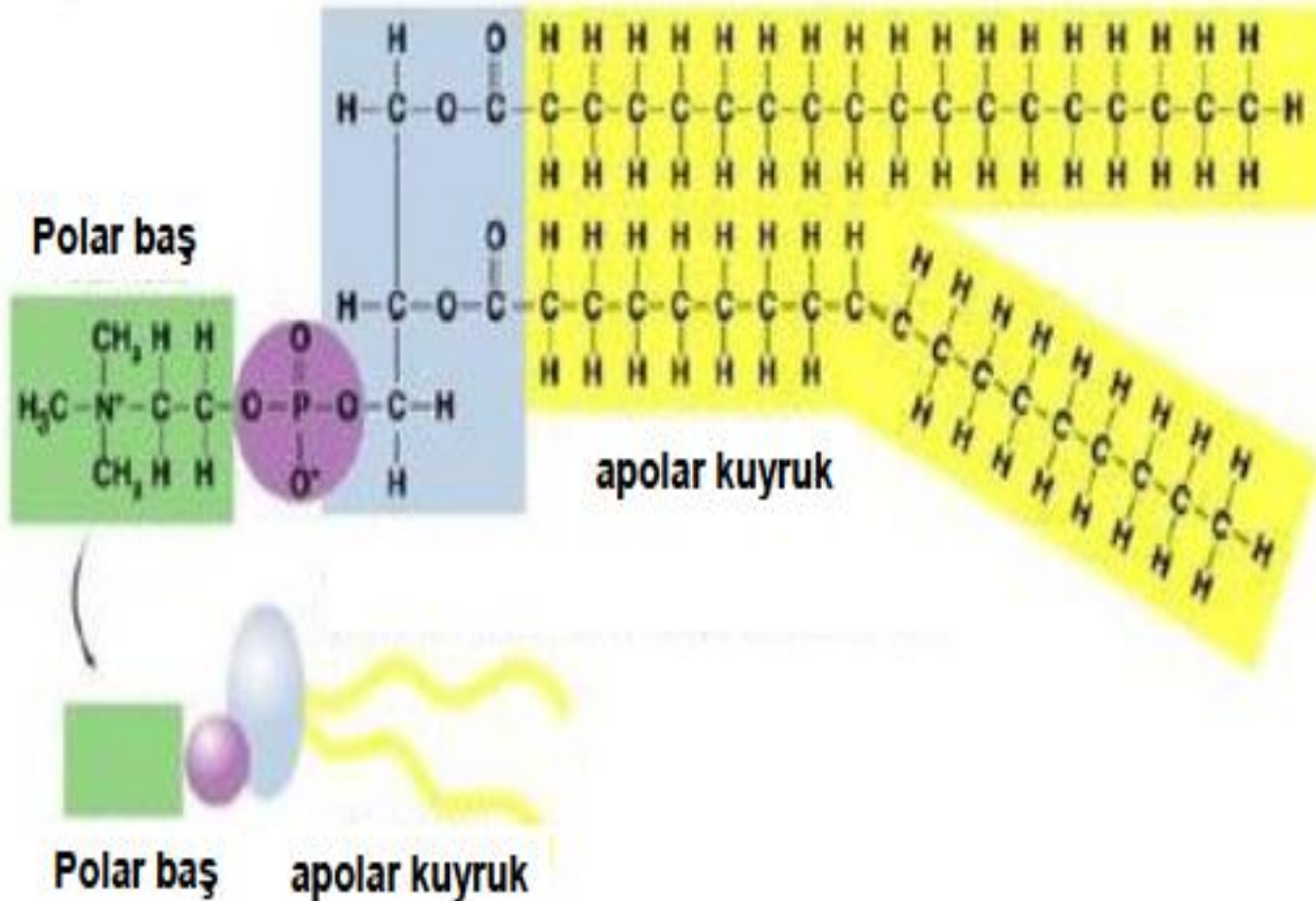
# Fosfatidik asit oluşumu:

Fosfolipidlerin babası sayılır. Çünkü diğer fosfolipidler fosfatidik asitten türerler.



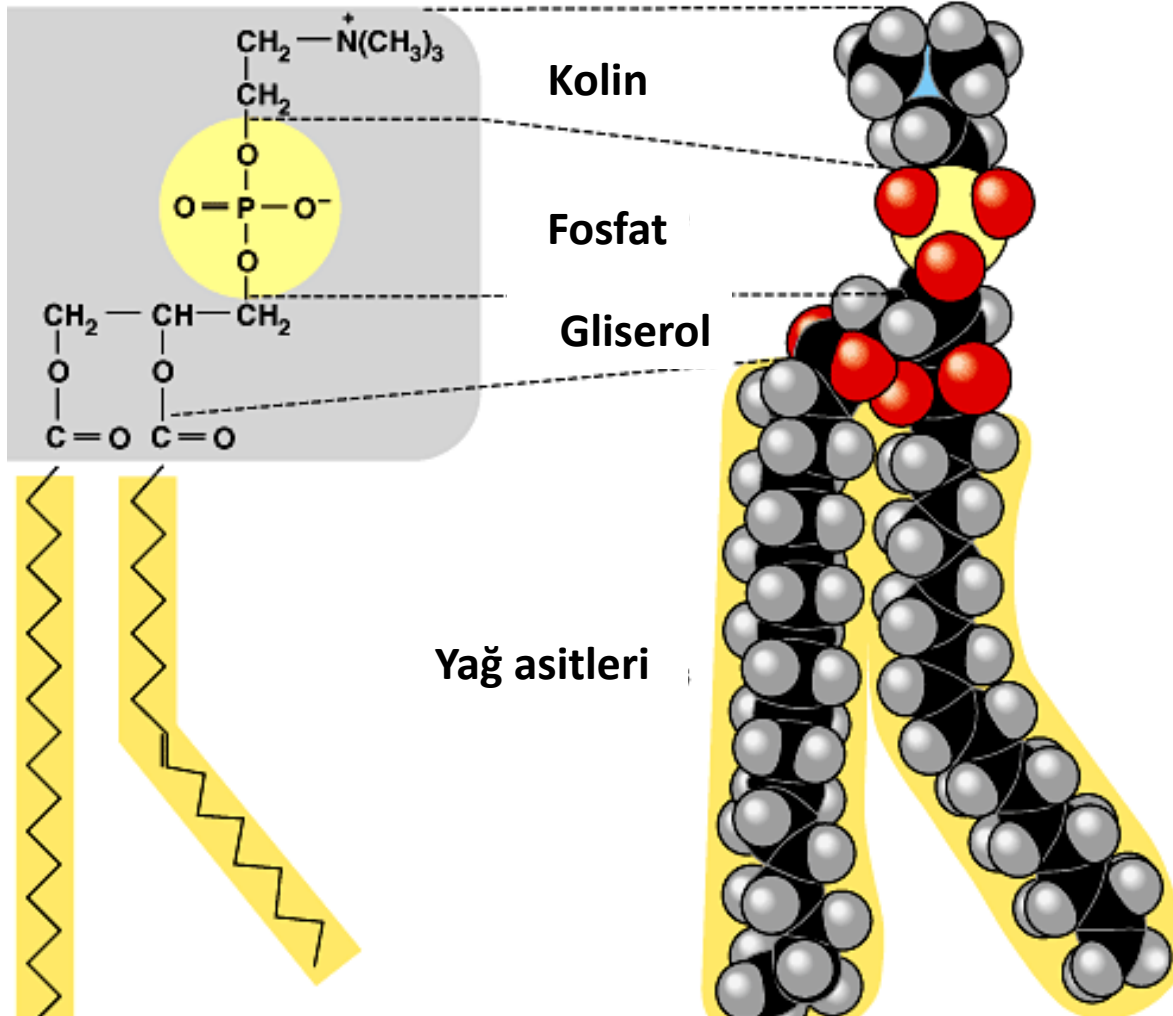
# Fosfolipidlerin polaritesi

- Bir fosfolipid polar ve apolar bölgelere sahiptir yani amfipatik moleküldür.



## Fosfolipidlerin su ile olan ilişkileri karmaşıktır:

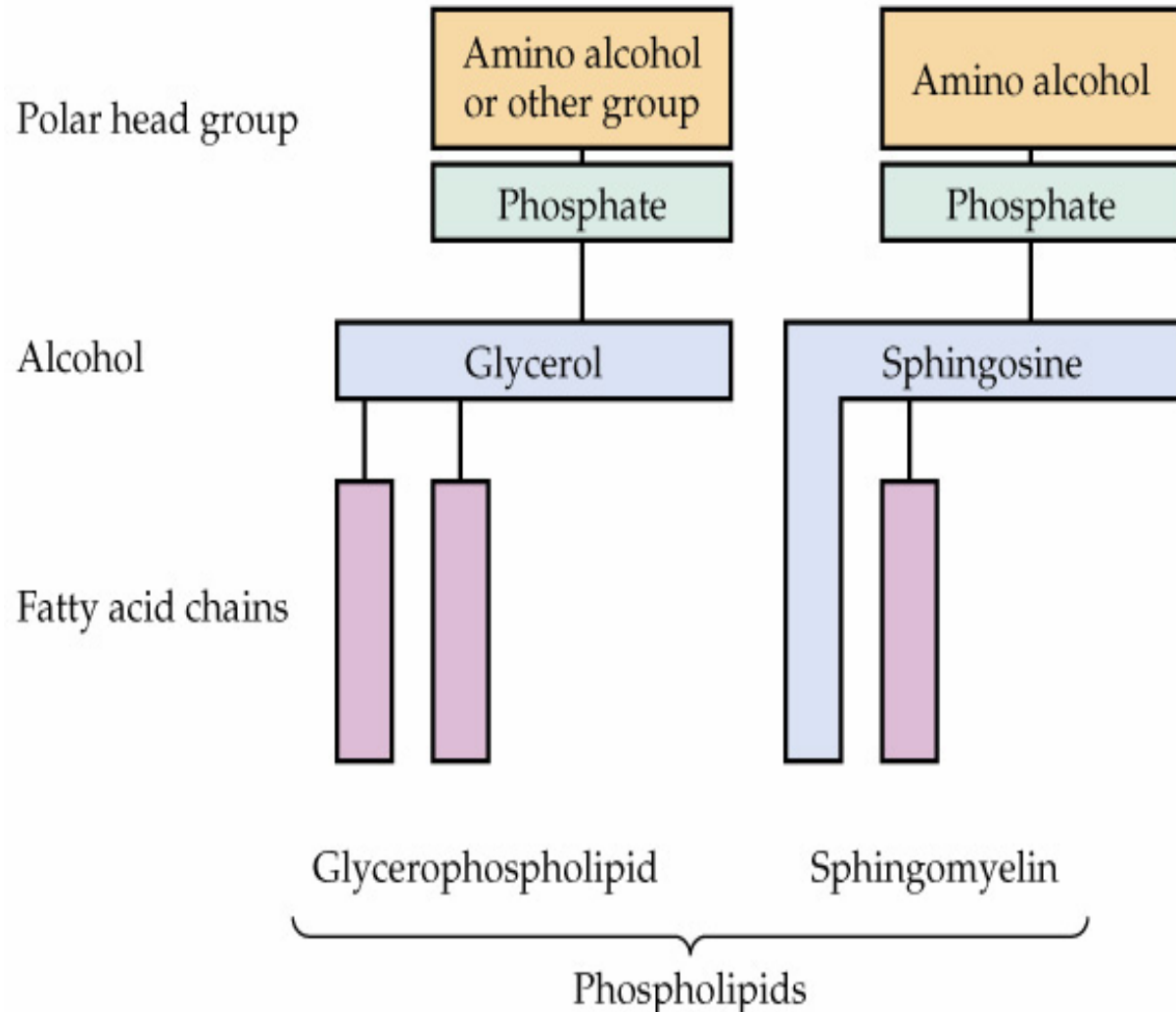
- Yağ asidi kuyruk kısımları **hidrofobiktir**, fosfat grubu ve onun bağlantıları bir **hidrofilik** baş oluşturur.



**Fosfolipidler**, molekül yapılarındaki alkol türüne göre;

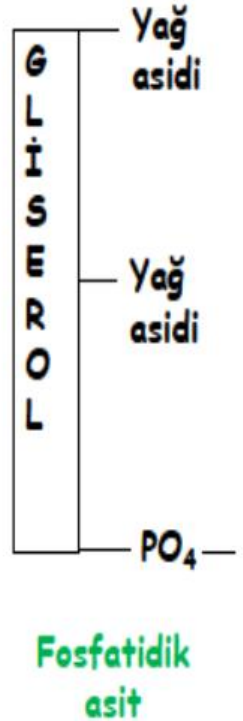
1. Gliserofosfolipidler (Fosfoaçilgliseroller)
2. Sfingofosfolipidler (Sfingomiyelinler) olmak üzere iki grupta incelenirler.

Gliserofosfolipidler ve sfingozin içeren sfingomyelin hücre zarının bileşenidir.



# 1. Gliserofosfolipidler

- Hücre zarlarının yapı taşlarıdır
- Fosfotidik asit türevleridir
  - Fosfotidik asitin fosfat grubuna farklı grupların bağlanmasıyla çeşitli gliserofosfolipidler meydana gelir.
  - Fosfotidik asitin yapısındaki 1.C' a genellikle doymuş yağ asiti, 2.C' a da doymamış yağ asiti ester bağıyla bağlanır.
- Amfipatik yapıya sahiptirler.
- Hücre zarlarının yapı taşları olan gliserofosfolipidler safranin da önemli bileşenidir. Safra da özellikle fosfatidil kolin deterjan görevi yapar.



- Sentezinde ya da safraya salınmasında bozukluğun olması kolestrol taşlarının oluşmasına yol açar.
- Hücre zarlarında sinyal iletimine katılırlar.
- Akciğer gelişiminde ve solunum işlevinin sağlanmasında ana rol oynayan surfaktanların ve plazma proteinlerinin temel bileşeni olarak da görev yapmaktadır.



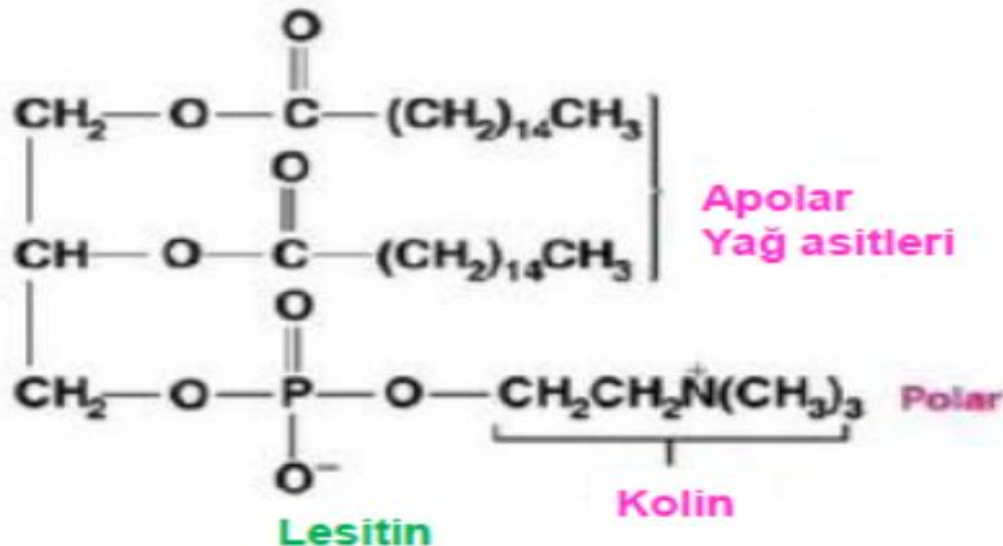
## **Gliserofosfolipidler**

- Fosfatidik asit ve fosfatidil gliserol
- Fosfatidilkolin (lesitin)
- Fosfatidiletanolamin (Sefalin)
- Fosfatidilserin
- Lizofosfolipidler
- Kardiyolipin (Difosfatidilgliserol)
- Plazmalojenler
- Platelet aktive edici faktör (PAF)

**Gliserofosfolipidler**, lizozomlarda fosfolipaz adı verilen özgül hidrolitik enzimlerle yıkılırlar.

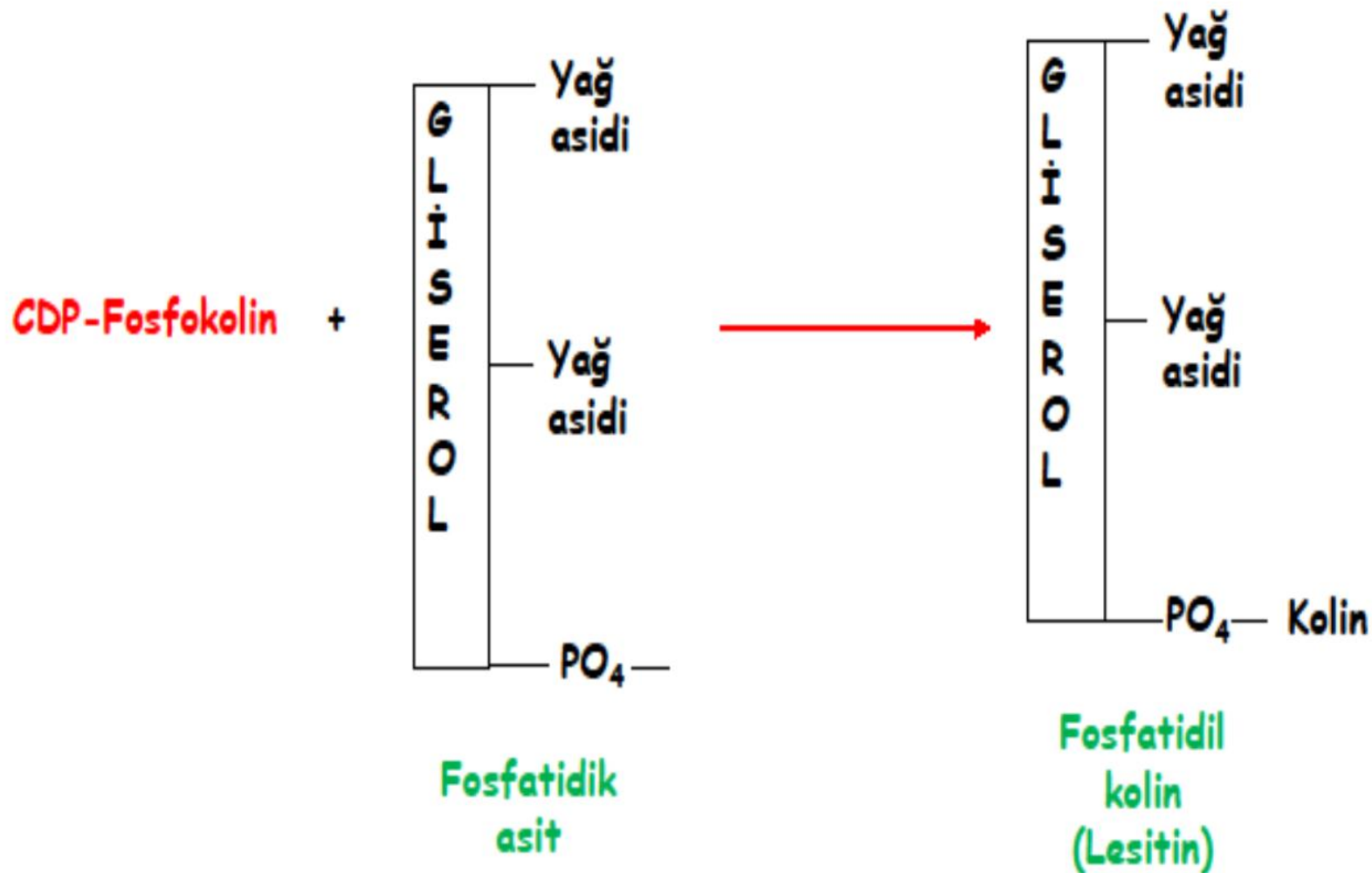
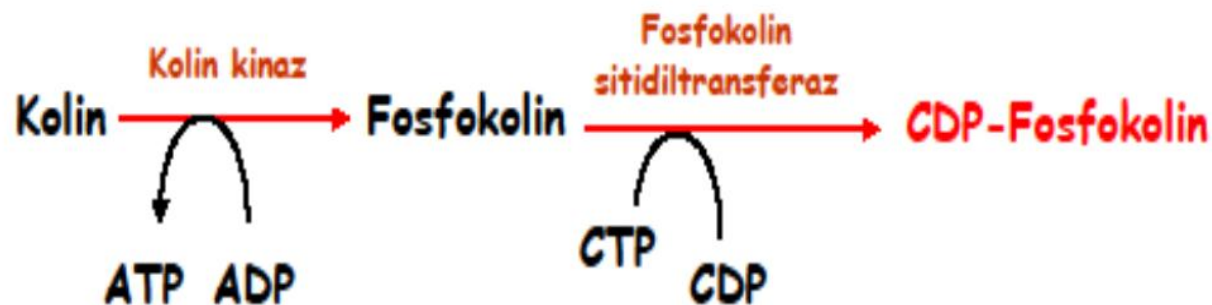
# • Fosfatidilkolin (lesitin)

- Fosfatidik asitin azotlu baz olan kolin ile yaptığı esterlerdir.
- Hücre zarlarındaki fosfolipidlerin büyük bir çoğunluğunu oluşturan fosfatidilkolin, organizmanın da kolin deposunun büyük bir kısmını meydana getirir.
- Kolin, sinir iletiminde asetilkolin olarak görev yapar. Ayrıca  $-CH_3$  gruplarının deposu olarak da kullanılmaktadır.
- Araşidonik asid kaynağı olarak ta eikozanoidlerin sentezine katılır.



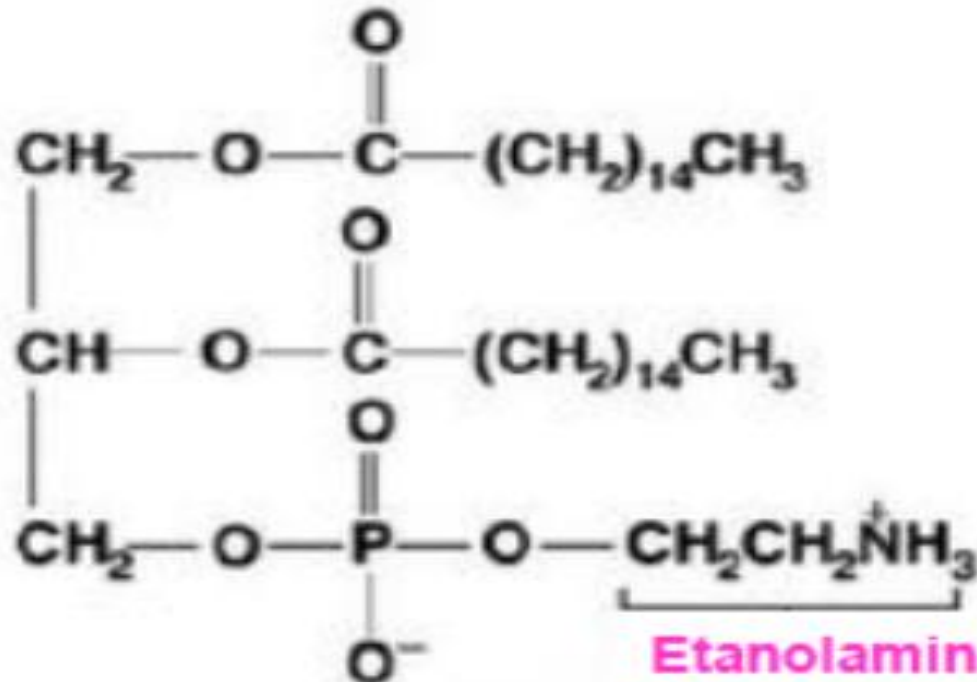
– Organizmada lesinitaz enzimiyle hidroliz sonucu lizolesitin ve bir yağ asiti meydana gelir. Lizolesitin bir toksik maddedir.

– Yılan ve akrep zehirinde bulunan lesitinaz A2 enzimi, lesitinin 2.C 'da ki ester bağı kırarak lesitine dönüştürür. Zehirlenmelerde, özellikle yılan sokmalarında, hücre zarından ayrılarak hücrelerin parçalanmasına neden olur.



- **Fosfatidiletanolamin (Sefalin)**

- Fosfatidik asitin azotlu baz olan etanolamin ile yaptığı esterlerdir.
- Etanolamin, organizmada serin aminoasitinin dekarboksilasyonundan meydana gelir.



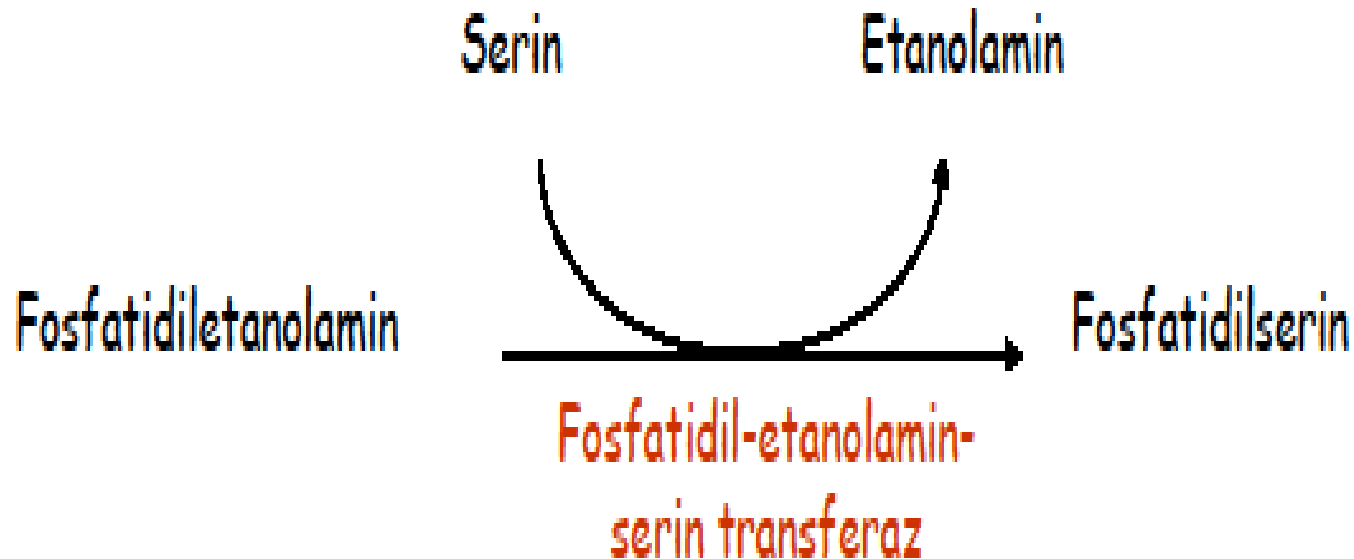
**Sefalin**

## **Lesitin ve Sefalin gliserofosfolipidlerdendir:**

- Beyinde ve sinir dokuda yoğunurlar
- Yumurta sarısında, tahıl tohumlarında ve mayada yoğun olarak bulunur,
- Ökaryotik hücrelerde en fazla bulunan fosfolipidlerdir.

- **Fosfatidilserin**

- Fosfatidik asitin serin ile yaptığı esterlerdir.
- Fizyolojik pH 'da, net yük sayısı -1 'dir.



## • Fosfatidilinozitol

- Fosfatidilinozitol, alışılmamış bir fosfolipiddir. Çünkü fosfatidik asit, şeker olan inozitole esterleşmiştir. Ayrıca sıklıkla gliserolün 1. C 'da stearik asit, 2. C 'da da araşidonik asit içerir. Bu nedenle fosfatidilinozitol, membranlarda araşidonik asit deposu gibi görev görür ve gerekli olduğunda prostaglandin sentezi için substrat sağlar.
- Membranlarda sinyal iletiminde rol oynar.
- Fosfatidilinozitol'ün fosforilasyonu, çeşitli hormon ve nörotransmitterlerin hücre membranındaki reseptörlere bağlanması ile oluşur.
- Özgün proteinler ve enzimler, membrana bağlı fosfatidilinozitol'e bir karbonhidrat köprüsü ile bağlanabilirler (ALP, Asetilkolinesteraz, lipoprotein lipaz).



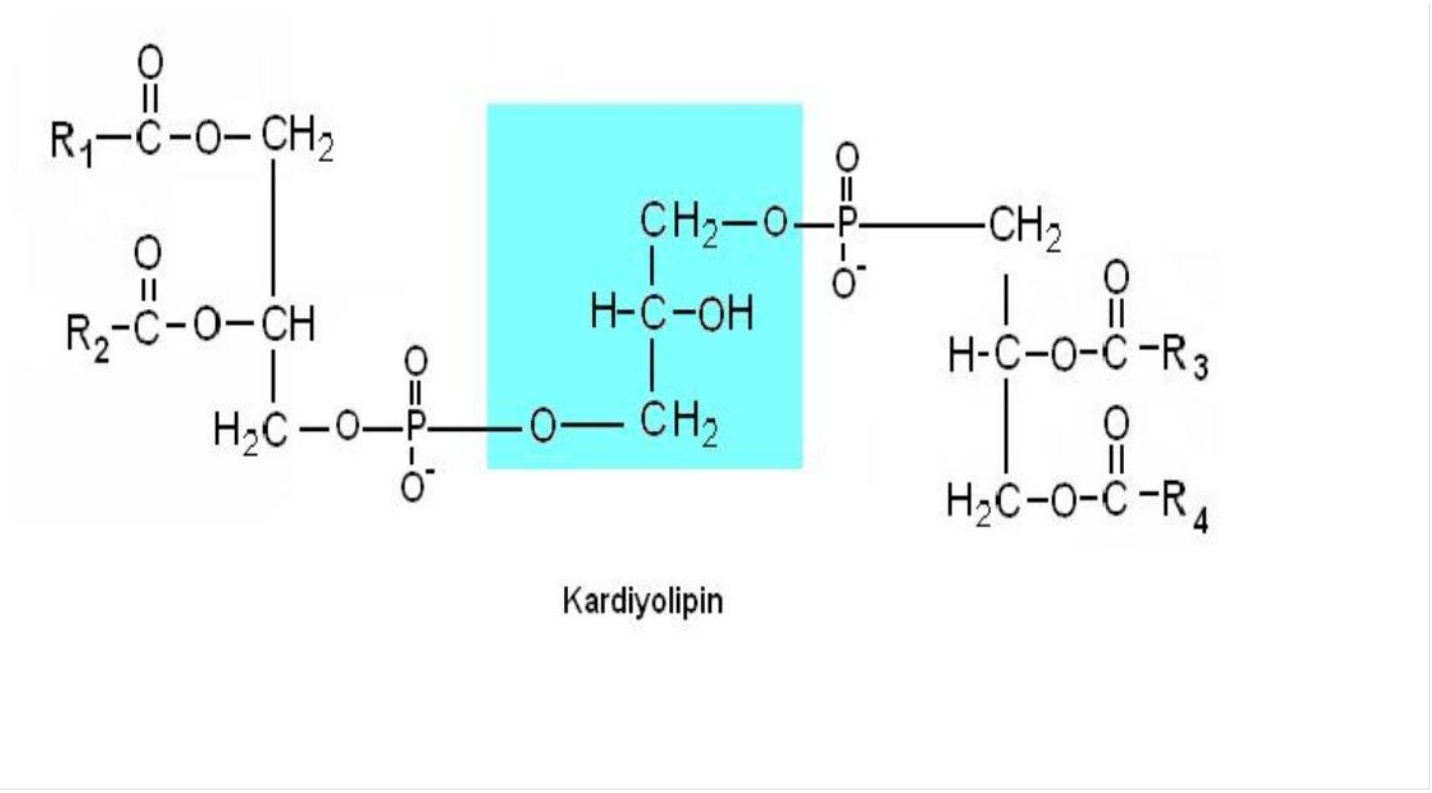
- **Kardiyolipin (Difosfatidilgliserol)**

- Kardiyolipin, antijenik olan tek insan fosfogliserididir. Bu nedenle sifilis (frengi) tanısında kullanılmaktadır.

- İç mitokondri zarı ve bakteri zarının önemli bileşenidir. Özellikle kalp kasında fazladır. Yüksek negatif yük taşıyan bir fosfolipiddir. Fosfat taşıyıcısı işlevi ve sitokrom oksidaz etkinliği için gerekmektedir.

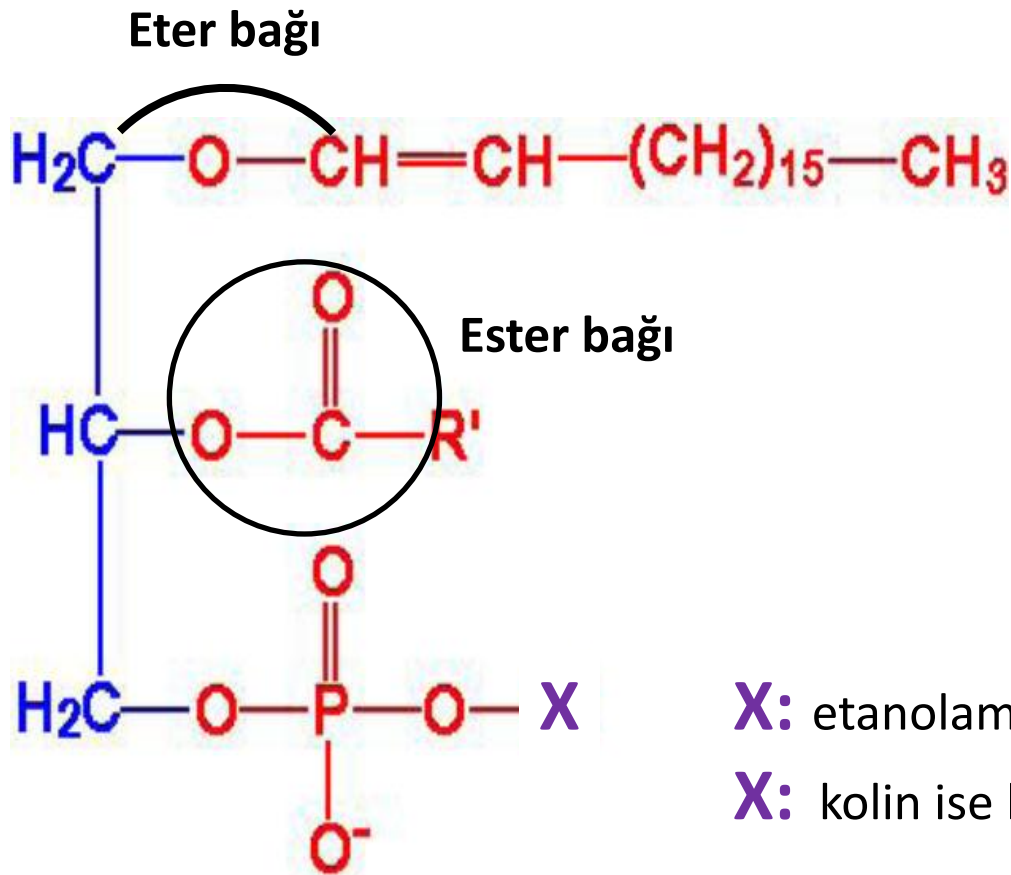
# Kardiyolipin yapısı;

- 2 molekül fosfatidik asit, fosfat grupları aracılığı ile ek bir gliserol ile birleşirse bu bileşik “kardiyolipin” dir.



## • Plazmalojenler (Eter fosfolipidler)

- Tek farkları gliserofosfolipidlerde yağ asitleri gliserole **ester bağı** ile bağlanırken, plazmalojenlerde **eter bağı** ile bağlanmaktadır.
- Bu yol temelde peroksizomlar için özgündür.
- Plazmalojenler ve PAF, alkil fosfolipid yapısındadır.
- Mitokondrideki fosfolipidlerin çoğu plazmalojenlerden oluşur
- Myelin, büyük miktarda etanolamin plazmalojen içerir. Kalp kası ise büyük miktarda kolin plazmalojen içerir.

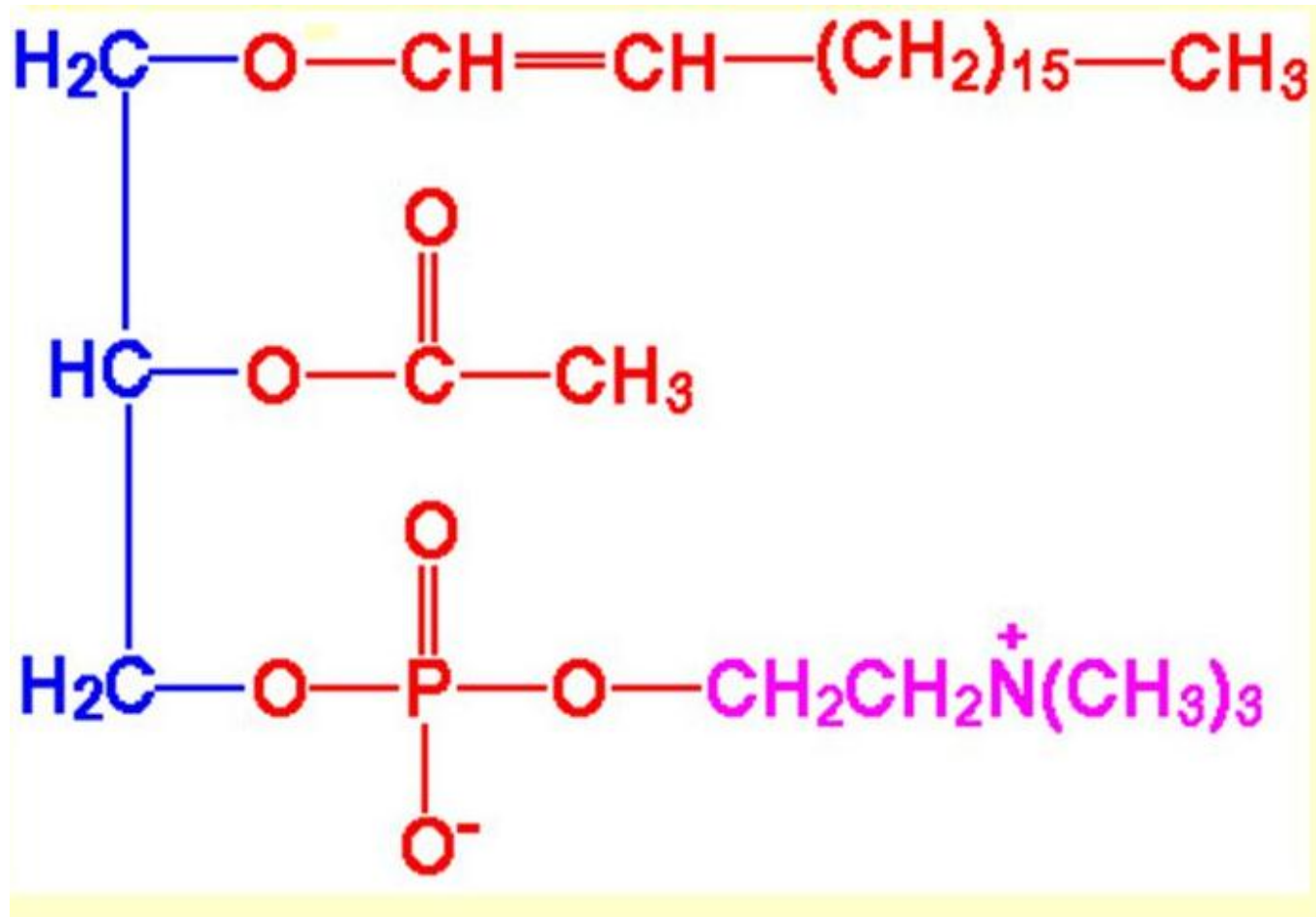


**X:** etanolamin ise etanolaminplazmalojen

**X:** kolin ise kolinplazmalojen

## • **Trombosit aktive edici faktör (PAF)**

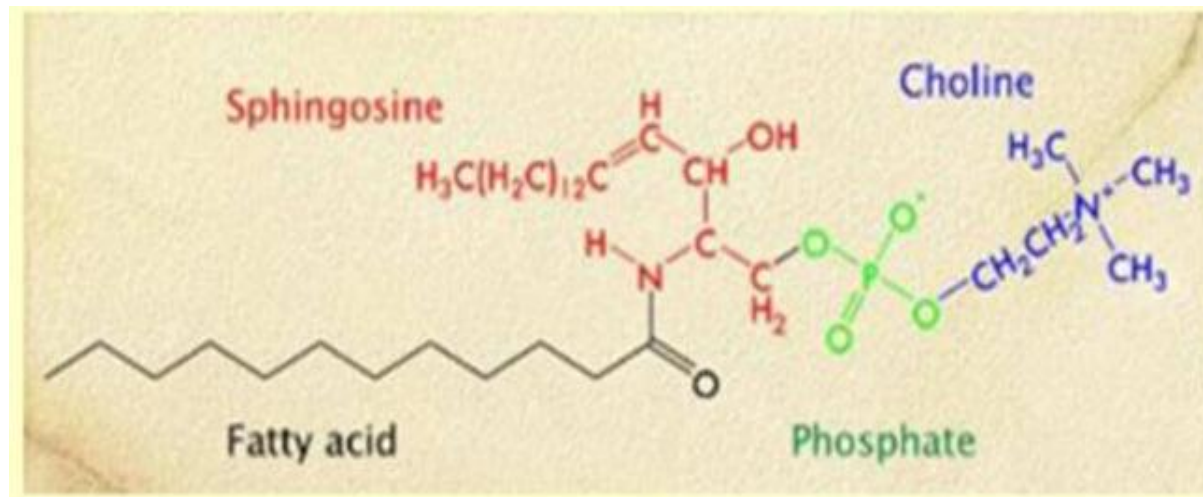
- Bir plazmalogen olan 1-alkenil-2-asetil-fosfatidilkolin çok güçlü bir kimyasal mediatördür,
- Trombosit agregasyonunu ve degranülasyonuna neden olur. Bu nedenle PAF olarak adlandırılmıştır,
- Trombositlerden serotonin salınmasını uyarır
- Bazofillerden salınır,
- Polar alkil grubu kolindir,
- Karaciğer, düz kaslar, kalp, uterus ve akciğer dokuları üzerinde çeşitli etkiler gösterirler,
- İnflamasyon ve allerjik cevapta önemli rol oynar.



**Trombosit aktive edici faktör (PAF)**

## 2. Sfingofosfolipidler (Sfingomiyelinler)

- Gliserofosfolipitlerden farklı olarak yapılarında gliserol yerine sfingozin bulunur ve sfingozin türevidirler.
- Molekül omurgası olarak sfingozin içeren grubun en basit bileşiği seramiddir.
- Seramid, sfingofosfolipidlerin öncül maddesidir ve ER'da sentezlenir.
- Seramid, fosforilkolin ile esterleşirse sfingomyelin oluşur. Sfingomyelin sinir liflerinin önemli bileşenidir.



- Sfingomyelin sinir doku membranlarının temel yapısal elemanlarından birisidir.
- Sfingomyelin ağırlıklı olarak lignoserik ve nervonik asitler gibi daha uzun zincirli yağ asitleri içerir. Oysa beyin gri cevherinde sfingomyelin sadece stearik asit içerir.

### **Sfingomyelindeki en çok bulunan yağ asitleri:**

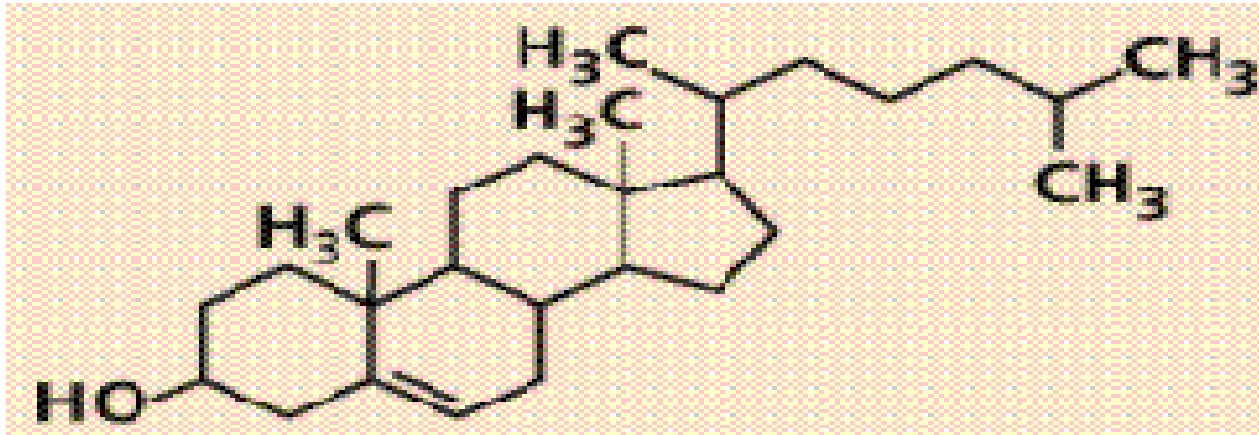
- Palmitik asit
- Stearik asit
- Lignoserik asit
- Nervonik asitlerdir.



- Sfingomyelinleri hidroliz eden enzim sfingomyelinazdır. Bu enzimimin eksikliğinde Nieman-Pick hastalığı görülür.
- Niemann-Pick hastalığı, doğuştan sfingomiyelinaz enzimi eksikliğine bağlı olarak gelişen karaciğer, dalak, kemik iliği ve lenf düğümlerinde sfingomiyelin birikimi ile belirgin kalıtsal metabolik hastalık olarak tanımlanır.
- Ayrıca lizozomlarda sfingomiyelin ve sekonder olarak kolesterolün biriktiği bir lipid metabolizma bozukluğudur.

## 4. Kolesterol

- Plazma zarı ve plazma lipoproteinlerinin temel yapıtaşlarından biridir,
- Amfipatik yapıdadır,
- Bitkisel yağlarda bulunmaz hayvansal yağlarda bulunur.



## **Organizmada;**

- Hücre membranlarında,
- Myelin kılıf, beyin ve sinir dokuda,
- Safra asitlerinde,
- Hormonlarda,
- Vitamin D yapısında yer alır ve/veya oluşumuna katılır.

**Karaciğer; günde 1000 mg kolesterol sentezler(endojen sentez)**

Normalde organizma gereksinim duyduğu kolesterolü kendisi yapmaktadır, ekzojen alıma gereksinim yoktur; ancak erkekler günde 337 mg, kadınlar ise 217 mg kolesterolü ekzojen yolla alırlar

**Hayvansal gıdalar (yumurta sarısı, et, tavuk, tam yağlı süt ürünleri) kolesterol içerirken, bitki kaynaklı gıdalarda (meyve-sebzeler, tahıllar, fındık) kolesterol bulunmaz (ekzojen alım)**

**Amerikan Kalp Derneği'nin önerisine göre günlük kolesterol alımı < 300 mg olmalıdır. Böylece; Fasulye gibi yüksek kaliteli bitkisel proteinler, hayvan kaynaklı proteinlere alternatif oluştururlar.**



# **Kolesterolün biyofonksiyonları**

- Kolesterol, impulsların oluştuğu ve taşındığı beyin ve sinir sisteminde yalıtıcılık görevi görür
- Kolesterol, insan ve hayvanlarda hücre membranları ve subsellüler partiküllerin yapısal elemanlarındanındır
- Kolesterol, hayvansal dokularda en çok beyin, sinir dokusu, adrenal bezler, ve yumurta sarısında hem serbest halde hem de esterleşmiş halde bulunur

- Kolesterol, antihemolitik etkiye sahiptir

- Serbest kolesterol, mikrozomlardaki bazı enzimlerin regülasyonuna katkıda bulunur

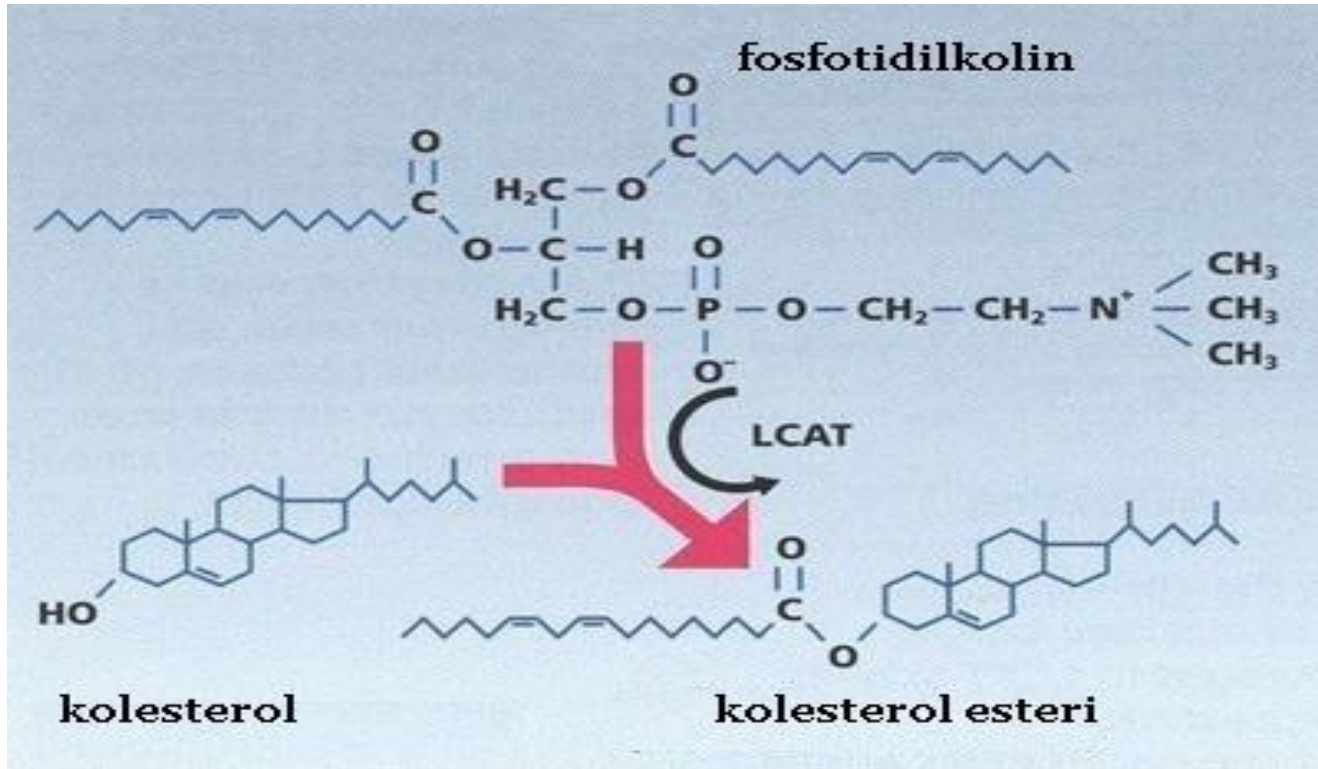
- Kolesterol oksitlenir ve konjuge çift bağ içerirse deride bulunan 7-dehidroksikolesterol meydana gelir; 7-dehidroksikolesterol de UV ışığa maruz kalırsa kolekalsiferol (vitamin D3) oluşur

- Kolesterol, steroid hormonların ve safra asitlerinin de ön maddesidir

# Lesitin ve kolesterol ilişkisi

- Lesitin kolesterol metabolizmasını düzenler.
- Serbest kolesterolu esterleştirir.
- Lesitin soya lesitini ve yumurta lesitini halinde alınabilir.

**Soya lesitini doymamış bağlardan zengindir.**



# Besinlerde Kolesterol

## Kolesterol;

- Plazmada 200-220 mg/dl arasında bulunur
- Başlıca karaciğerde sentezlenir
- Besinlerle alınır

### Bazı besinlerin kolesterol içeriği

Besin	Servis ebadı	Kolesterol (mg)
Liver (beef)	3 oz.	370
Egg	1	250
Lobster	3 oz.	175
Fried chicken	3½ oz.	130
Hamburger	3 oz.	85
Chicken (no skin)	3 oz.	75
Fish (salmon)	3 oz.	40
Butter	1 tablespoon	30
Whole milk	1 cup	35
Skim milk	1 cup	5
Margarine	1 tablespoon	0



# Sfingolipidler ve seramidler

- **seramid**

Sfingozin + yağ asidi

- **Sfingomyelin**

Seramid + P + Kolin

- **Cerebrosid (glikolipid)**

Seramid + Glikoz (ya da Galaktoz)

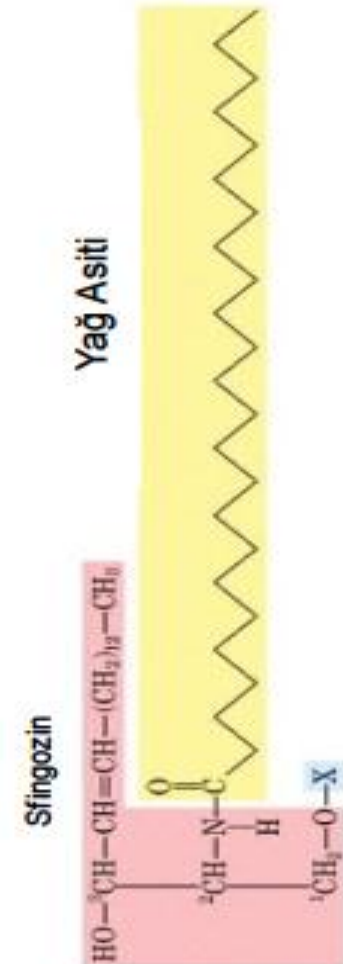
(Beyinde ve sinir miyelin kılıflarında)

- **Gangliosid (GM1)**

Seramid + şeker artıkları (Seramid-oligosakkaritler)

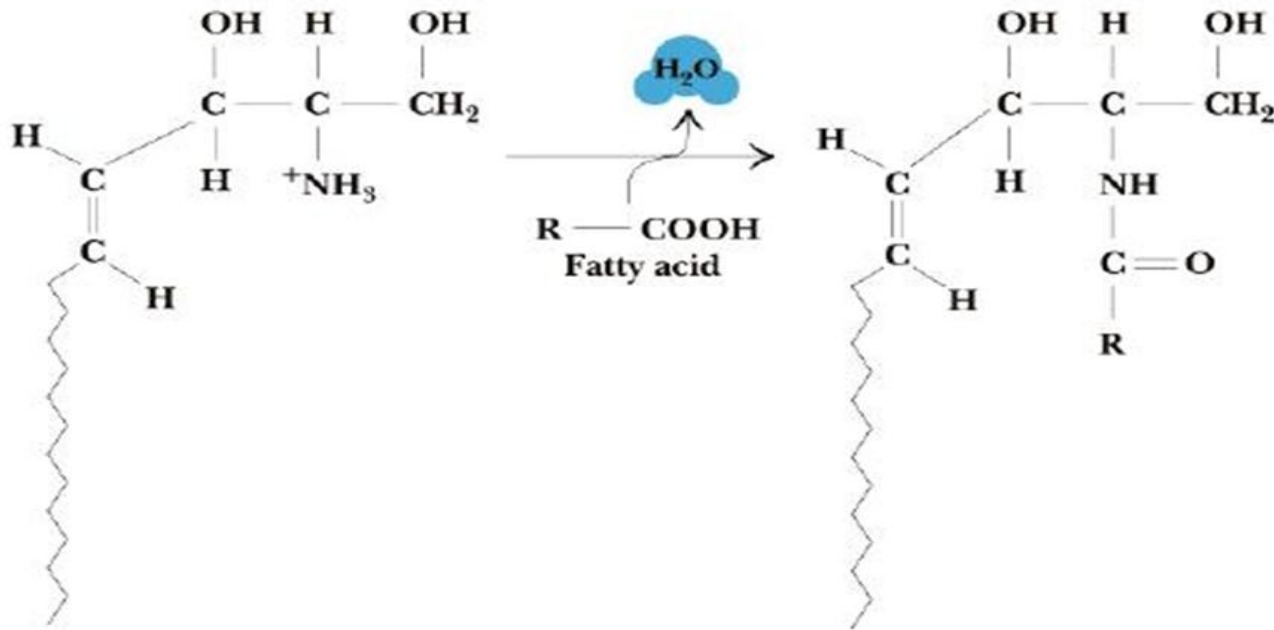
# Seramid;

- **Seramid;** sfingozinin amino grubunun bulunduğu 2. C' a bir yağ asidinin bağlanmasından oluşur.
- Hayvansal ve bitkisel dokularda bol bulunur,
- Bir seramid diğerinden taşıdığı yağ asitiyle ayrılır,
- Seramidler bütün sfingolipidlerin metabolik kaynağıdır.



Seramide, Fosfatidil kolinden kolinin eklenmesi ile **Sfingomyelin** meydana gelir.

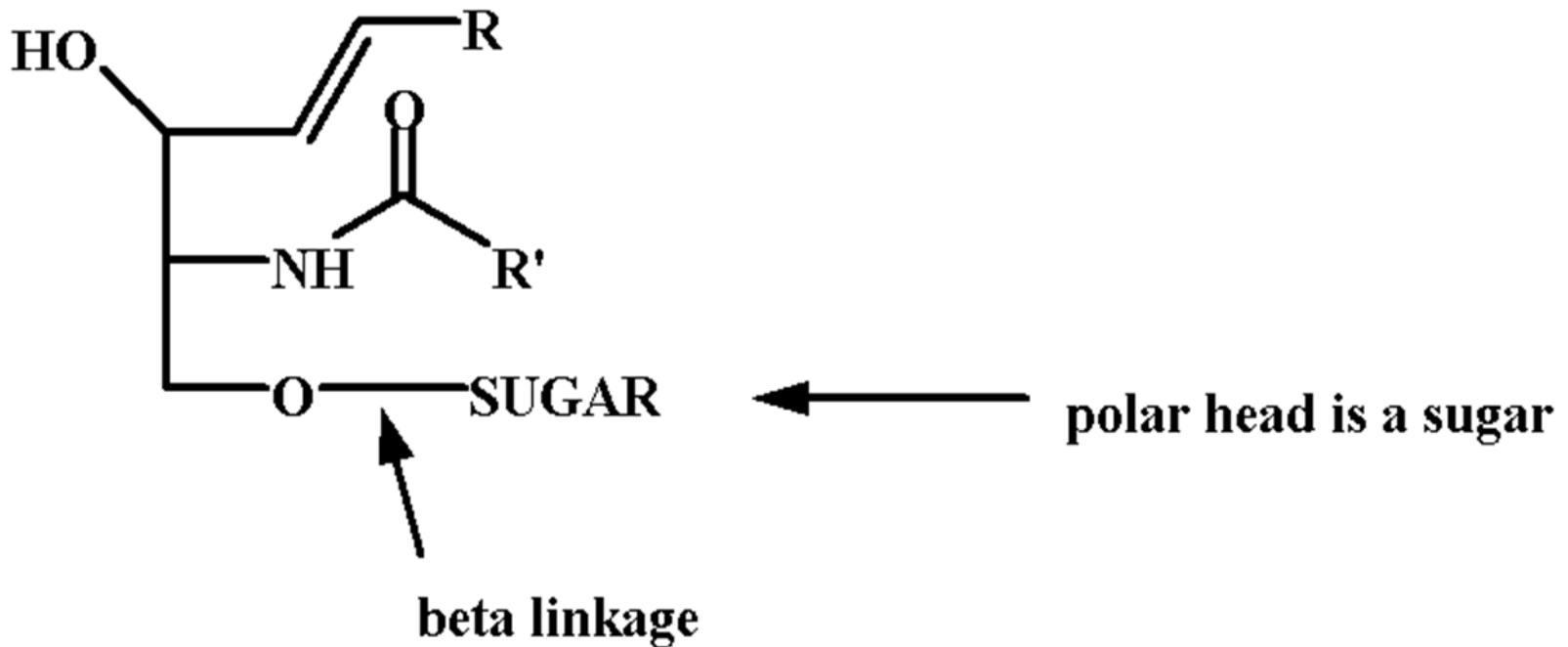
Seramide, Glikozun eklenmesi ile **Serebrozid** oluşur.



Sphingosine

Ceramide

**Seramide bağı olarak karbonhidrat içeren sfingolipidler, glikolipidler olarak bilinirler**



# GLİKOLİPİDLER

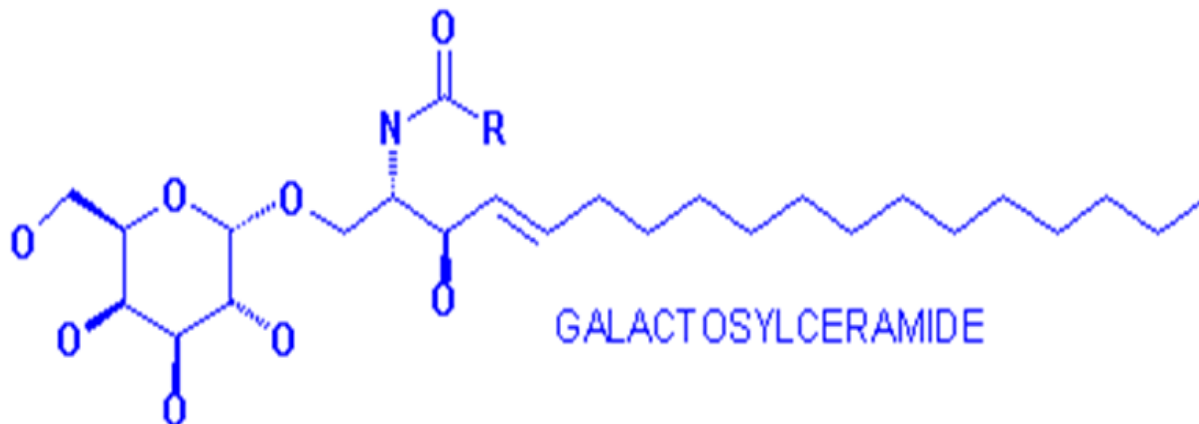
- Serebrozidler
- Sülfatidler
- Globozidler (seramid oligosakkaridler)
- Gangliozidler

- **Serebrozidler**

Serebrozidler, seramide bağlı tek şeker ünitesi içeren glikolipidlerdir; basit glikolipidler olarak da adlandırılırlar.

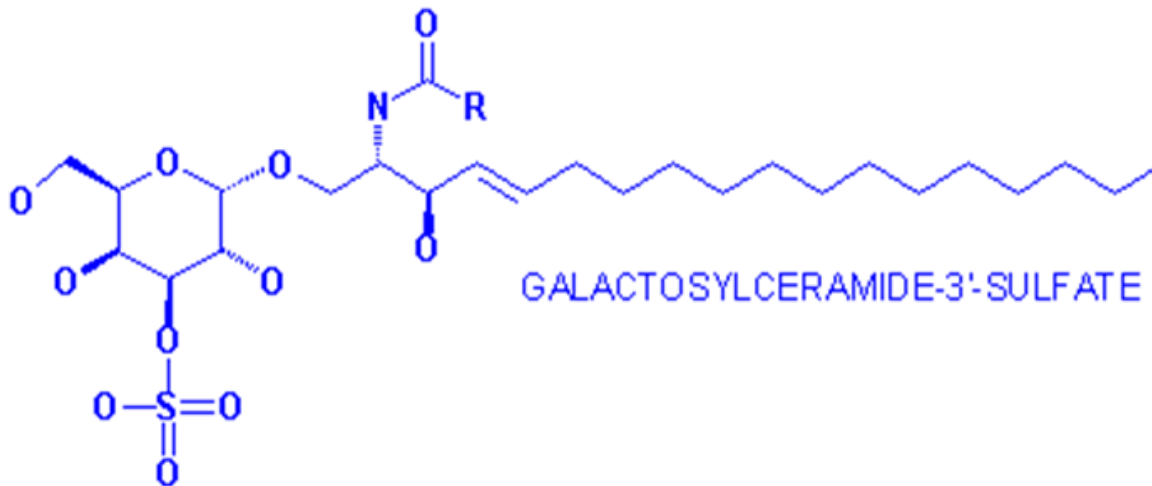
Serebrozidlerin yapısındaki şeker genellikle galaktozdur ve bunlar karakteristik olarak sinir dokusu hücrelerinin plazma membranlarında bulunurlar

Serebrozidler, en fazla beyinde, omurilikte, dalakta, karaciğerde ve böbrekte bulunurlar



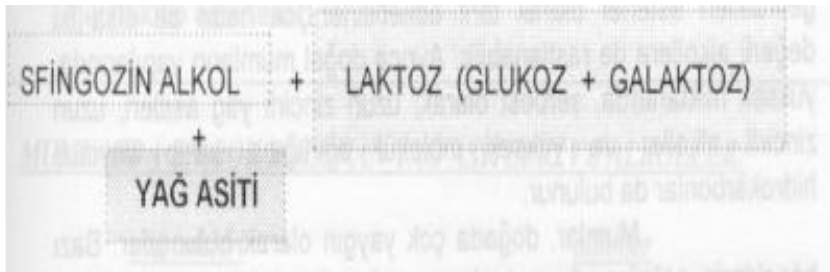
- **Sülfatidler**

Sülfatidler, serebrozidlerde galaktozun 3. karbon atomuna bir sülfat kalıntısı bağlanmasıyla oluşmuşlardır.

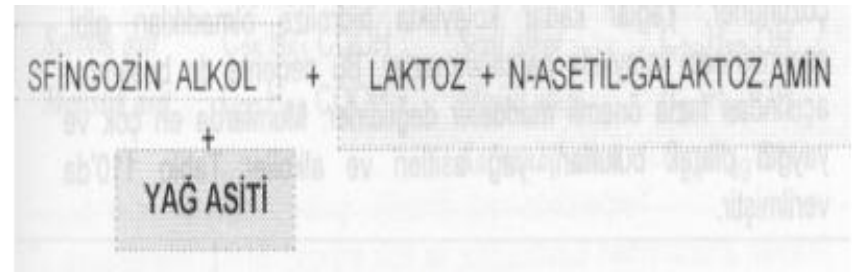


- **Globozidler (seramid oligosakkaridler)**

Seramide bağı birden çok sayıda şeker ünitesi içeren glikolipidlerdir; seramid disakkarit, seramid trisakkarit gibi, seramide bağı olan şeker ünitesi sayısına göre isimlendirilirler



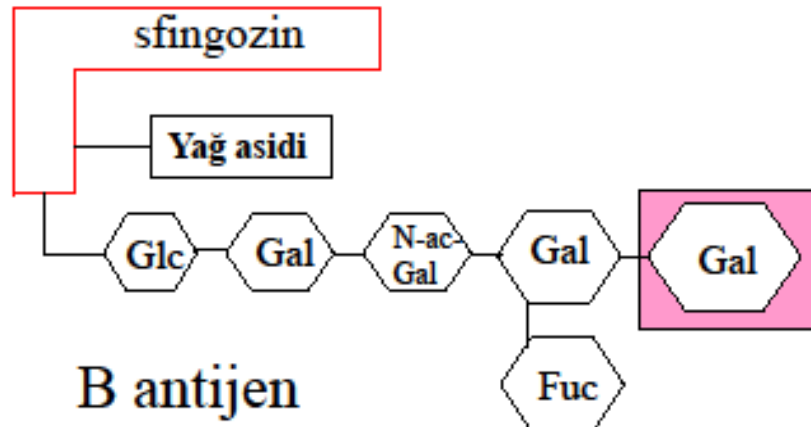
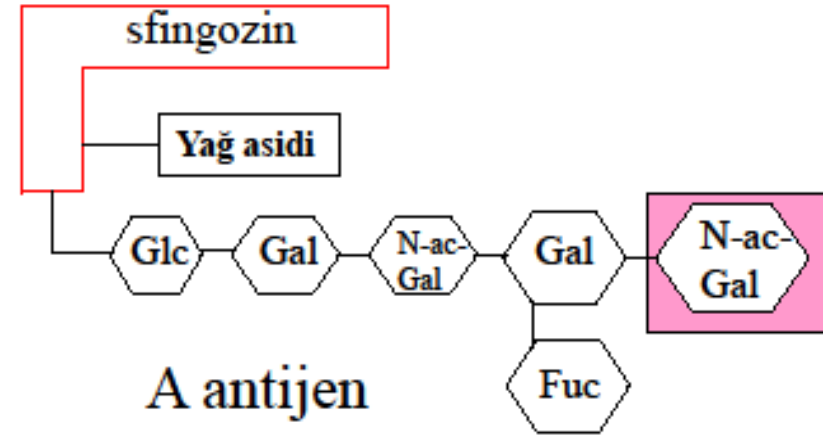
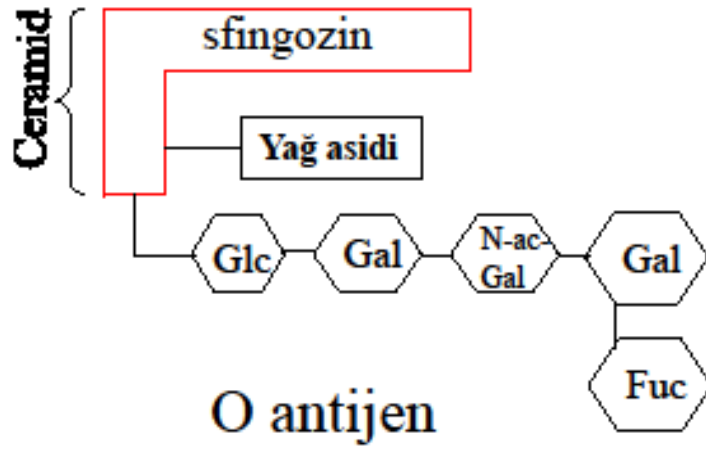
Sitolipin H



Sitolipin K

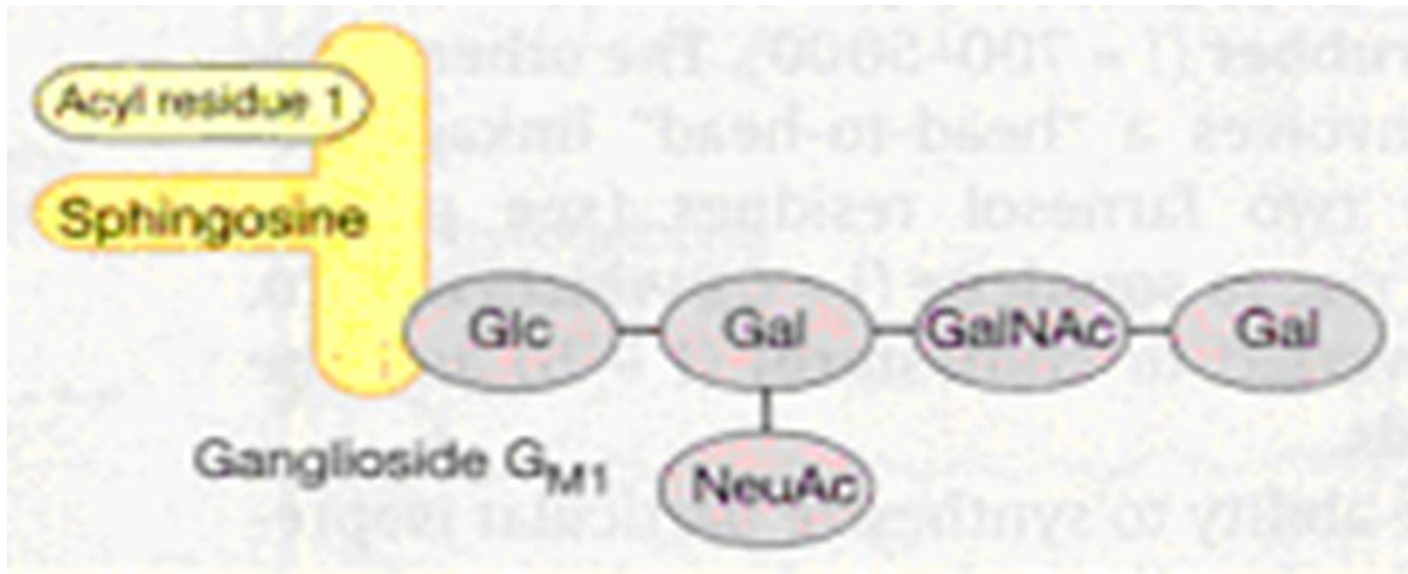


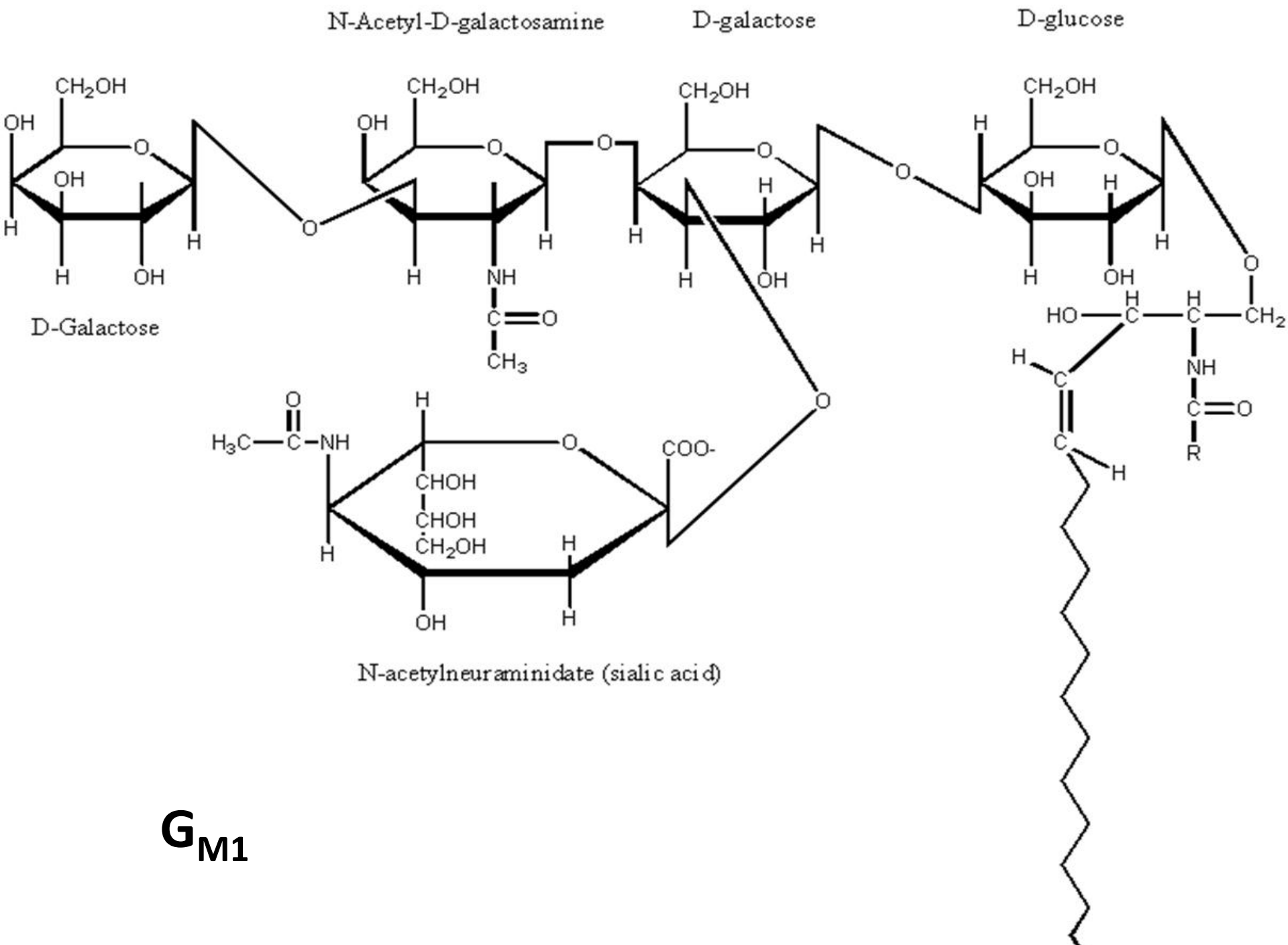
İnsan kan grupları A, B ve O'nun belirleyicileri, bazı glikolipidlerdeki şeker gruplarıdır. A-B-O sistemini oluşturan kan grubu antijenleri; seramide bağlanan oligosakkaridin en sonundaki 3 monosakkaridin diziliş farklılıklarına göre ortaya çıkar.



- **Gangliozydler**

Seramide bağlı çok sayıda şeker ünitesi içeren kompleks glikolipidlerdir. Gangliozydlerde terminal şeker ünitelerinin biri veya daha fazlası sialik asit (N-asetil- nöraminik asit)'dir





Gangliozydler, beynin gri maddesinde, sinir dokusunda, hücre zarlarının dış yüzeylerinde, eritrositlerin stromasında bulunur.

### **Gangliozydleri adlandırmada sembollerin anlamı:**

G → Gangliozyd

M(mono-), D(di-), T(tri-), Q(quatra-) → sialik sayısı

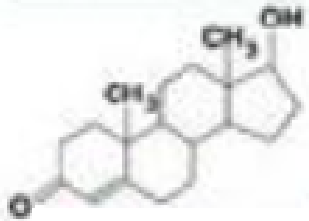
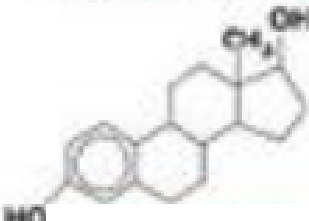
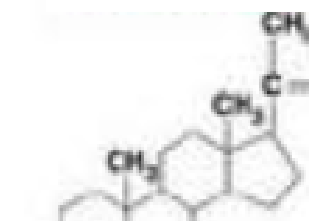
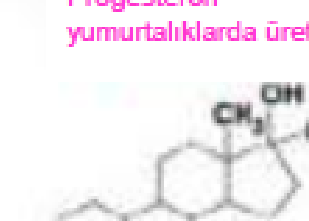
1 → Gal-GalNAc-Gal-Glc-seramid

2 → GalNAc-Gal-Glc-seramid

3 → Gal-Glc-seramid

# STEROİT HORMONLAR

- Kolesterolden sentezlenirler
- Erkeklerde androjenler (testosteron);  
dişilerde östrojenler (östradiol)  
gibi cinsiyet hormonlarını da kapsarlar

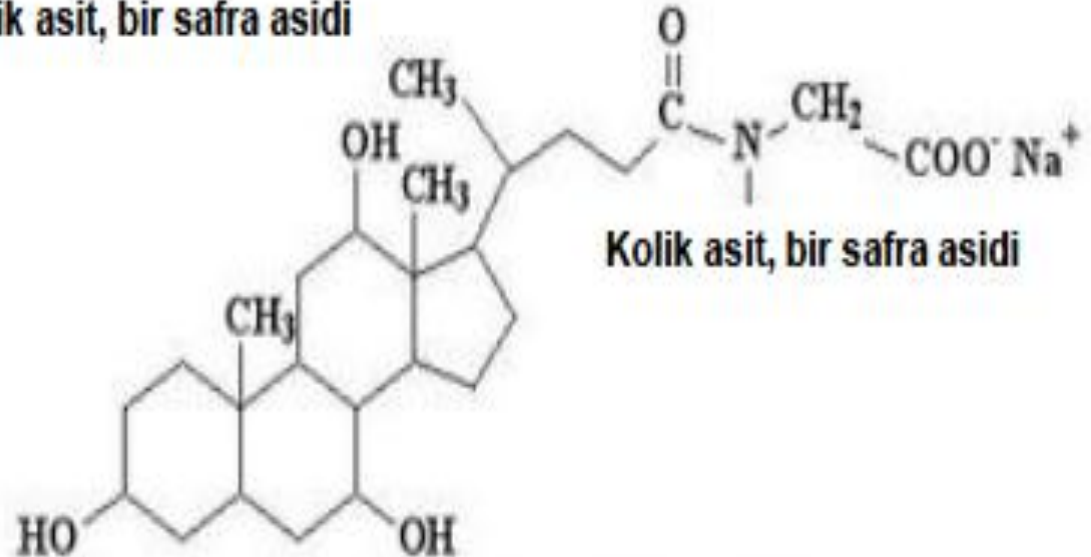
Hormon	Biyolojik etkileri
 <p>Testosteron (androjen) Testislerde üretilir</p>	Erkek organların gelişmesi, Erkek cinsiyet özellikler, Sperm üretimi
 <p>östradiol (östrojen) yumurtalıklarda üretilir</p>	Dişi cinsiyet özelliklerin Gelişmesi, olgunlaşma
 <p>Progesteron yumurtalıklarda üretilir</p>	Uterusu fertilize yumurtaya hazılar
 <p>Norethindron (sentetik progestin)</p>	Doğum kontrol hapi

# Safra tuzları

Safra tuzları:

- İnce bağırsakların deterjanıdır,
- Karaciğer de kolesterolden sentezlenir ve safra kesesinde depolanır,
- Lipid sindiren enzimler için yüzeyi genişleterek yağları emülsifiye eder.

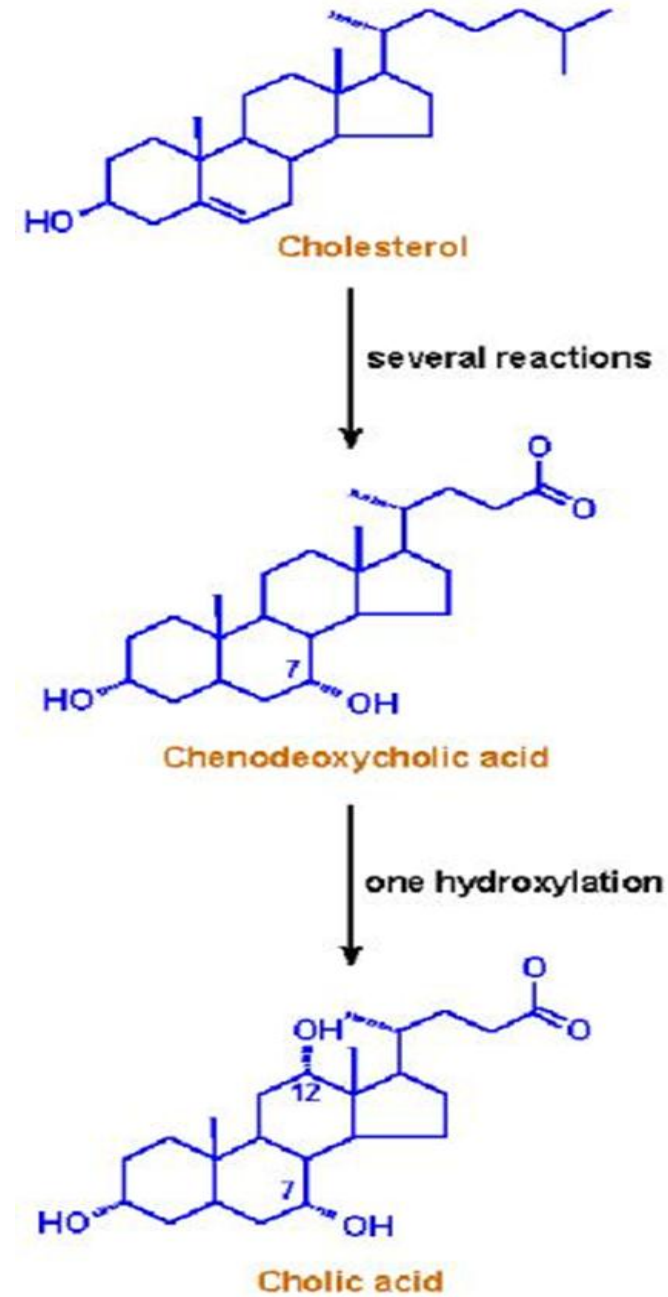
Kolik asit, bir safra asidi



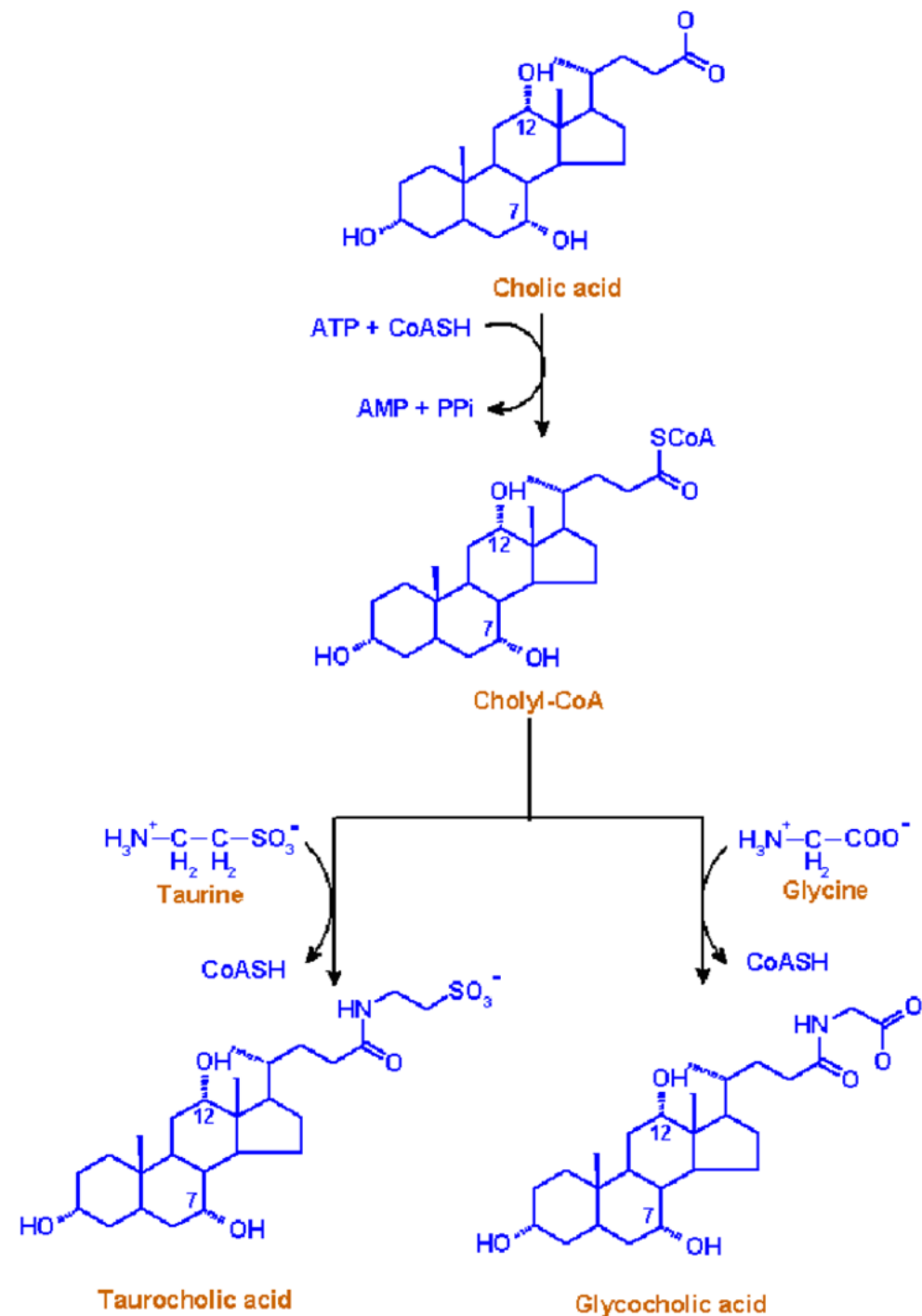
Kolik asit, bir safra asidi

**İnsan safrasında en çok bulunan safra asitleri,**

kolik asit (3,7,12-Trihidroksikolanik asit) ile  
kenodeoksikolik asit (3,7-Dihidroksikolanik asit)  
yani primer safra asitleridirler

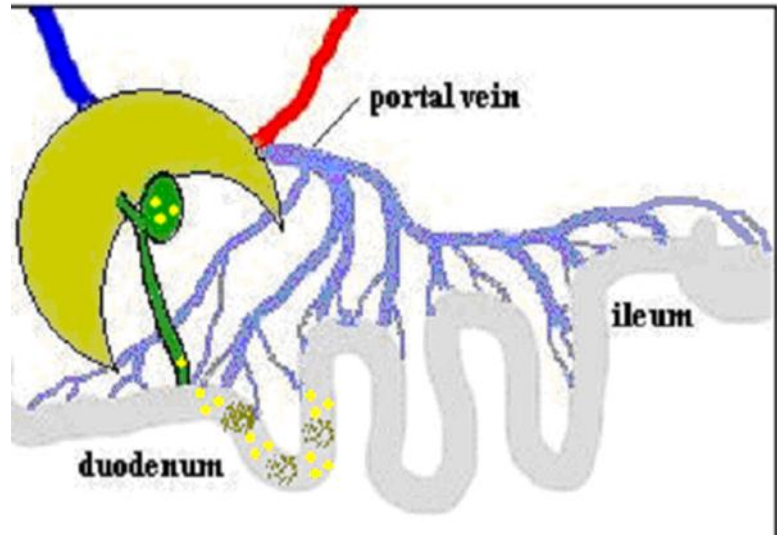


**Safra asitleri,**  
insan safrasında glisin  
konjugelerinin ya da taurin  
konjugelerinin sodyum tuzları  
şeklinde bulunduklarından  
sıklıkla safra asitleri yerine  
safra tuzlarından söz edilir





İnce bağırsaktaki safra asitlerinin %90'ı ileumdan emilerek portal dolaşım yoluyla karaciğere gelirler ve safra ile tekrar ince bağırsağa atılırlar. Safra asitlerinin ince bağırsağa atıldıktan sonra emilerek karaciğere dönmeleri ve tekrar ince bağırsağa atılmaları, enterohepatik dolanım olarak tanımlanır. Yeniden emilemeyen safra tuzları veya onların türevleri feçes içinde dışarı atılırlar ki koprosterin, feçeste bulunan başlıca nötr steroiddir.



## Safra asitlerinin özellikleri

- Safra asitleri, apolar yapılara apolar moleküller arası kuvvetlerle bağlanırlar ve yüzey gerilimini azaltırlar. Bu nedenle suda çözünmeyen lipidlerin emülsiyonlaşmasını, böylece enzimlerin bağırsak lümenindeki lipidlere daha iyi etki yapmalarını sağlarlar
- Safra asitleri, mukozaları tahriş ederler
- Litokolik asit intramuskuler uygulandığında lokal iltihap oluşturur

## **Safra asitlerinin biyofonksiyonları**

- Safra asitleri, safra içindeki kolesterolün çökmesini önlerler. Safrada kolesterolün maksimal çözünebildiği noktada kolesterol/safra asidi oranı 5/80 kadardır
- Safra asitleri, intestinal motiliteyi artırır
- Safra asitleri, yüzey gerilimini azaltıcı etkileriyle emülsiyonlaşmayı kolaylaştırır; hem yağların hem yağda çözünen vitaminlerin 0,3-1 $\mu$ m çapında emülsiyon veya 16-20Åo çapında miseller halinde emilmelerini sağlar

# **Membrandaki yapısal lipidler**

- Membran lipidleri amfipatiktir: molekülün bir ucu hidrofobik kuyruk diğeri ucu hidrofilik baş
  - Çift tabaka bu yüzden oluşturabilirler.
- Membran lipidleri çok karmaşıktır. Polar bileşiklerdir. Omurgaları gliserol ve sfingoizin'dir.
- Gliserofosfolipidlerin diğeri adı Fosfogliseridler'dir.
- Sfingolipidler ve Kolesterol de membran lipidlerindendir.

- Bazı hayvan dokularında ve tek hücreli organizmalarda eter lipidler (plazmalogenler) yaygındır.
  - Omurgalı kalbindeki fosfolipidlerin yarısı plazmalogendir
  - PAF (platelet aktive edici faktör) de bir eter lipiddir ve haberleşmede görevlidir. Bazofillerden salınır.
    - Trombosit agregasyonunu ve serotonin (vazokonstriktör) salınmasını sağlar. Karaciğer, düz kas, kalp, uterus ve akciğer dokularına etkilidir. İnflamasyonda ve alerjik cevapta rol oynar.

Biyolojik membran lipidleri

