



# LİPİDLER

**Prof. Dr. Arif ALTINTAŞ**

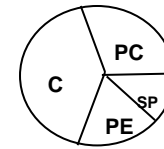
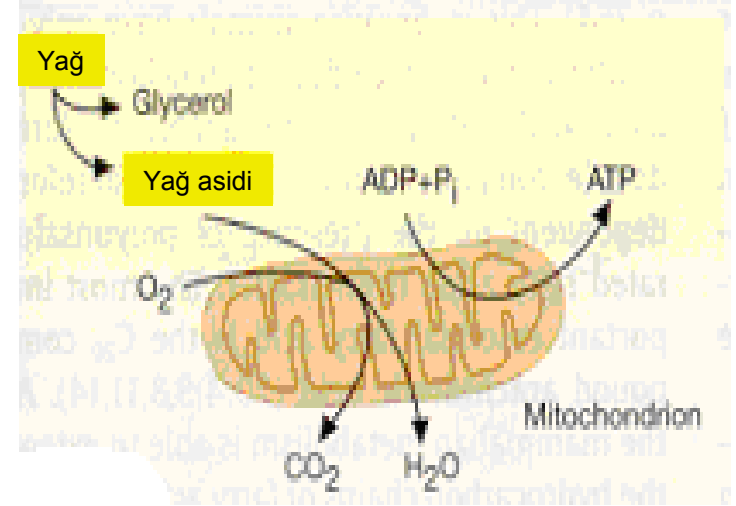
[altintas@veterinary.ankara.edu.tr](mailto:altintas@veterinary.ankara.edu.tr)

# Lipidlerin Tanımı ve Temel Biyolojik Görevleri

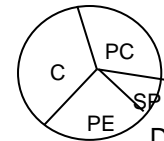
- Genel olarak suda erimeyen; eter, kloroform, benzen ve aseton gibi organik çözücülerde eriyebilen organik biyomoleküllerdir.
- Lipidlerin fizyolojik olarak önemli dört ana işlevi vardır:
  1. Biyolojik membranların yapısal bileşeni olarak hizmet verir.
  2. Triaçilgliserol şeklinde ağırlıklı olarak, enerji rezervi sağlar.
  3. İki lipid ve lipid türevi vitaminler ve hormonlar gibi hizmet verir.
  4. Lipofilik safra asitleri lipidlerin çözünür hale gelmesine yardım eder.

# Diğer Biyolojik Görevleri

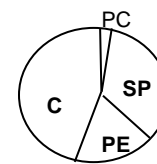
- Organizmayı ısı, ışık, elektrik ve fiziksel şoklardan korur.
  - Deri altı dokusunda ve bazı organların çevresinde ise ısı yalıtıcısı olarak hizmet ederler.
- Enfeksiyondan korunmada (immünite), suyun fazla miktarda kaybında ya da kazanımında etkilidir.
- Birçok bakteri ve yüksek organize bitkilerin yaprak, meyve vb. yapıların dış yüzeyi hücre duvarlarının, böceklerin dış iskeletinin ve omurgalıların deri bileşenidir.
- Hücrenin kendini yenilemesinde ve türün kendine özgü özelliklerini sergilemesinde görev alır.



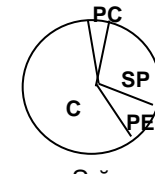
Rat



Domuz



Koyun



Sığır

C: kolesterol  
PE: fosfatidil-etanolamin  
PC: fosfatidil-kolin  
SP: sfingomyelin

Hücre membranındaki bu molar oranlar genetik olarak belirlenir. Lipidlerin yağ asidi kompozisyonu beslenme ve sıcaklık ile değişir.

# Lipidlerin Yapısı

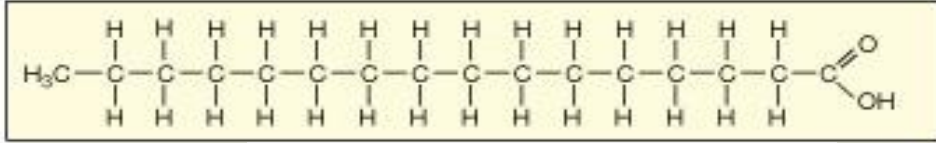
- Lipidler makromoleküller arasında bir ayrıcalıktır. Çünkü, polimerleri yoktur.
- C, H ve O içerirler
- Lipidlerin ortak özellikleri suya karşı affinileri ya çok azdır, ya da hiç yoktur.
  - Çünkü, yapıları apolar kovalan bağlardan zengindir.
  - apolar yapıda ve suda çözünmezler. Normal olarak apolar organik çözücülerde çözünürler
- Lipidler yapı ve fonksiyonları ile birbirlerinden oldukça farklıdırlar.
- **Lipidler** suda çözünmeyen molekül grupları ile tanımlanırlar.
- **Fosfolipidler** tüm biyolojik membranların esasını teşkil eder.
  - Üç alt birimden oluşur
    - gliserol
    - Yağ asidi
    - fosfat grubu



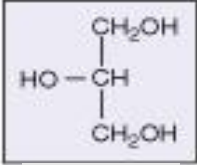
# Lipidler - Membranlar

- Membranların görevi; Biyolojik sistemlerde kompartmanlaşma yoluyla biyolojik olayların düzenlenmesi yönündedir.
  - Canlının temel birimi olan **hücre** özel olarak plazma membranı tarafından kılıf şeklinde sarılmasıyla tanımlanır. Bununla birlikte, ökaryotlarda çekirdek, mitokondri, kloroplast, ER ve Golgi aygıtı gibi bazı subselüler organeller membran ile sınırlandırılmıştır.
- Biyolojik membranlar **lipid, protein** ve daha düşük miktarda olmak üzere **karbonhidrat**lardan oluşur.
  - Membranlar maddelerin geçişine tamamen engel değildir (yarıgeçirgen).
  - Hücre içi ortamın kompozisyonunu düzenler. Hücre içi hücre dışı besinsel maddelerin, artık ürünlerin ve iyonların geçişini kontrol ederek bu işi yapar.
  - Hücre membranında bazı özel oluşumlar (por, pompa) spesifik madde geçişini düzenler.
  - Bazı temel biyokimyasal olaylar membran iskeleti üzerinde gerçekleşir.
  - Örnek Elektron transportu ve oksidatif fosforilasyon.

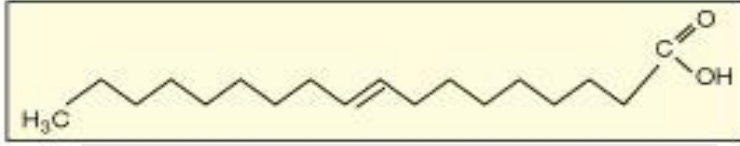
## LİPİDLER



Palmitik asit, doymuş bir yağ asidi

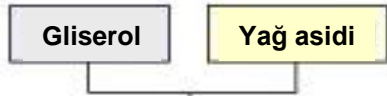


Gliserol

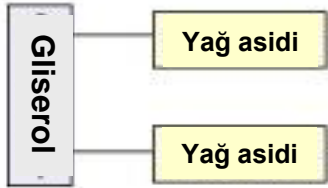
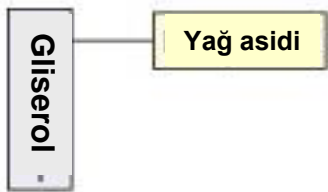


Oleik asit, doymamış bir yağ asidi

## YAĞ ASİTLERİ

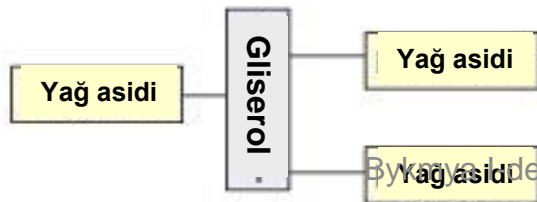


MONOGLİSERİD



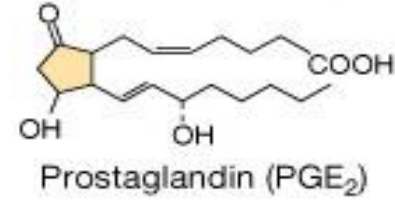
DİGLİSERİD

TRİGLİSERİD



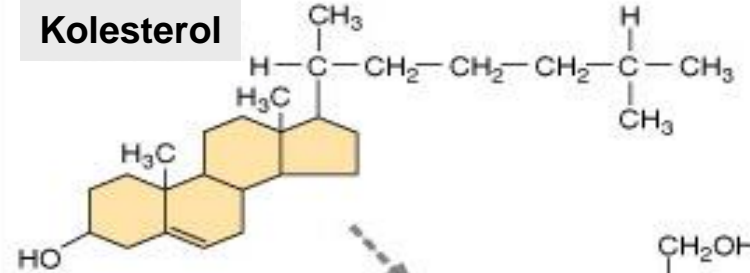
## LİPİDLERLE İLİŞKİLİ MOLEKÜLLER

### EİKOZANOİDLER

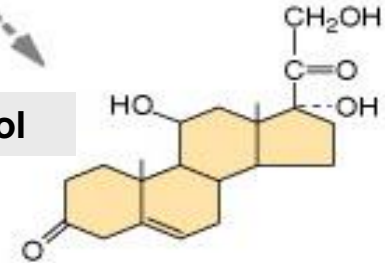


### STEROİDLER

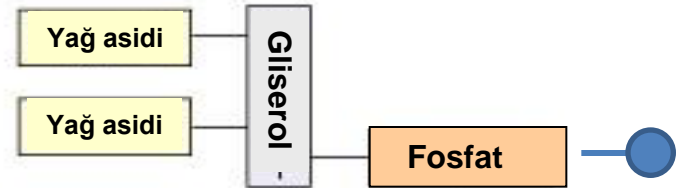
#### Kolesterol



#### Kortizol



### FOSFOLİPİD



# 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

- Çok çeşitli şekilde sınıflandırmalar olmasına rağmen en memnuniyet verici olanı karbon iskeletinin yapısı üzerine olmaktadır. Buna göre;

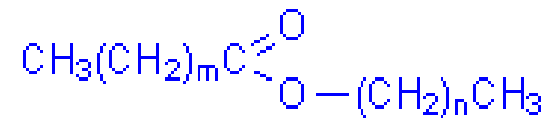
## 1. Kompleks lipidler (sabunlaşabilir):

- Akil-gliseroller → Gliserol
- Fosfolipidler → Gliserol-p
- Sfingolipidler → Sfingozin alkol
- Mumlar → Yüksek yağ alkolleri

## 2. Basit lipidler (sabunlaşamaz):

- Terpenler
- Steroller
- Steroidler
- Prostaglandinler (PG)

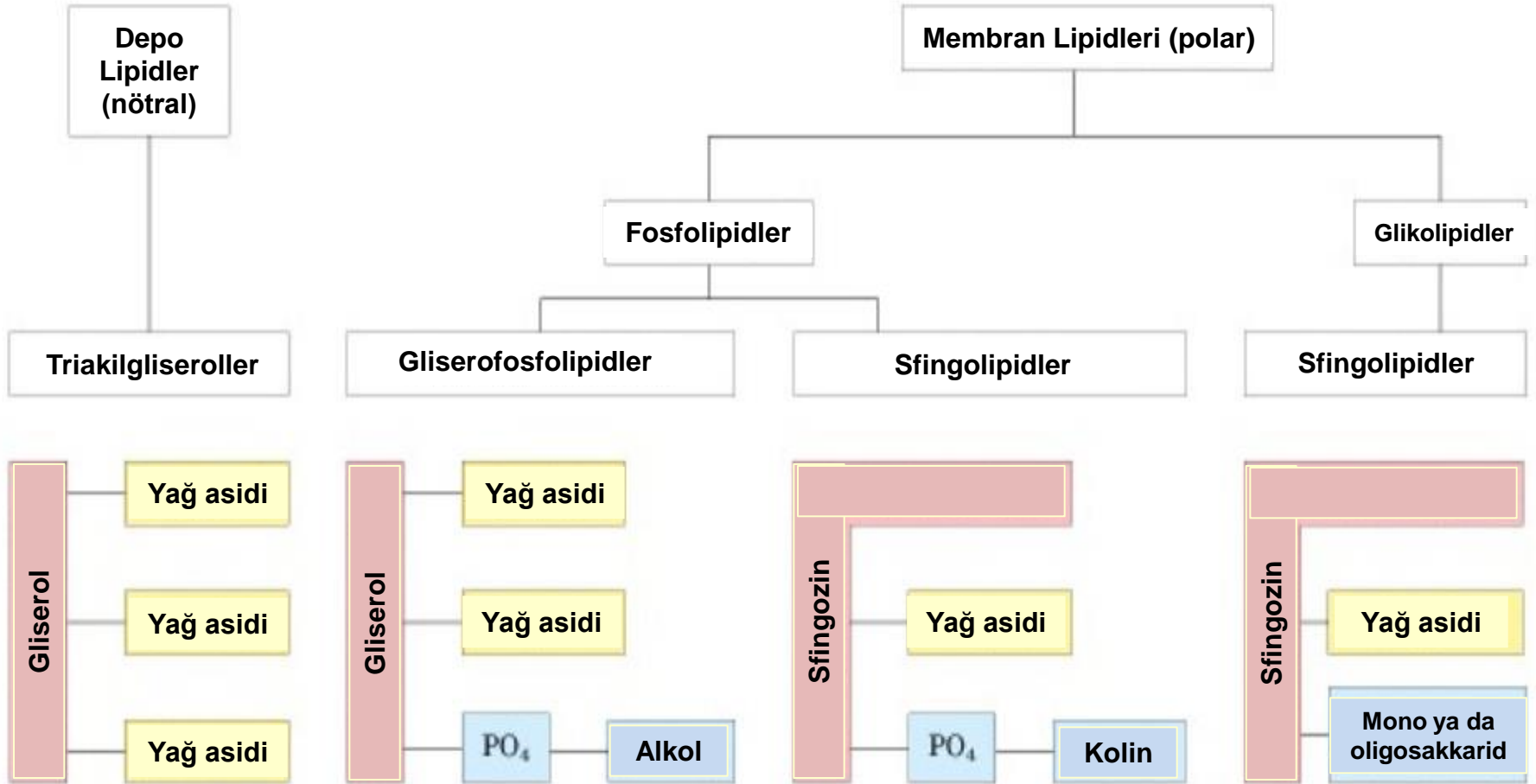
Mumlar

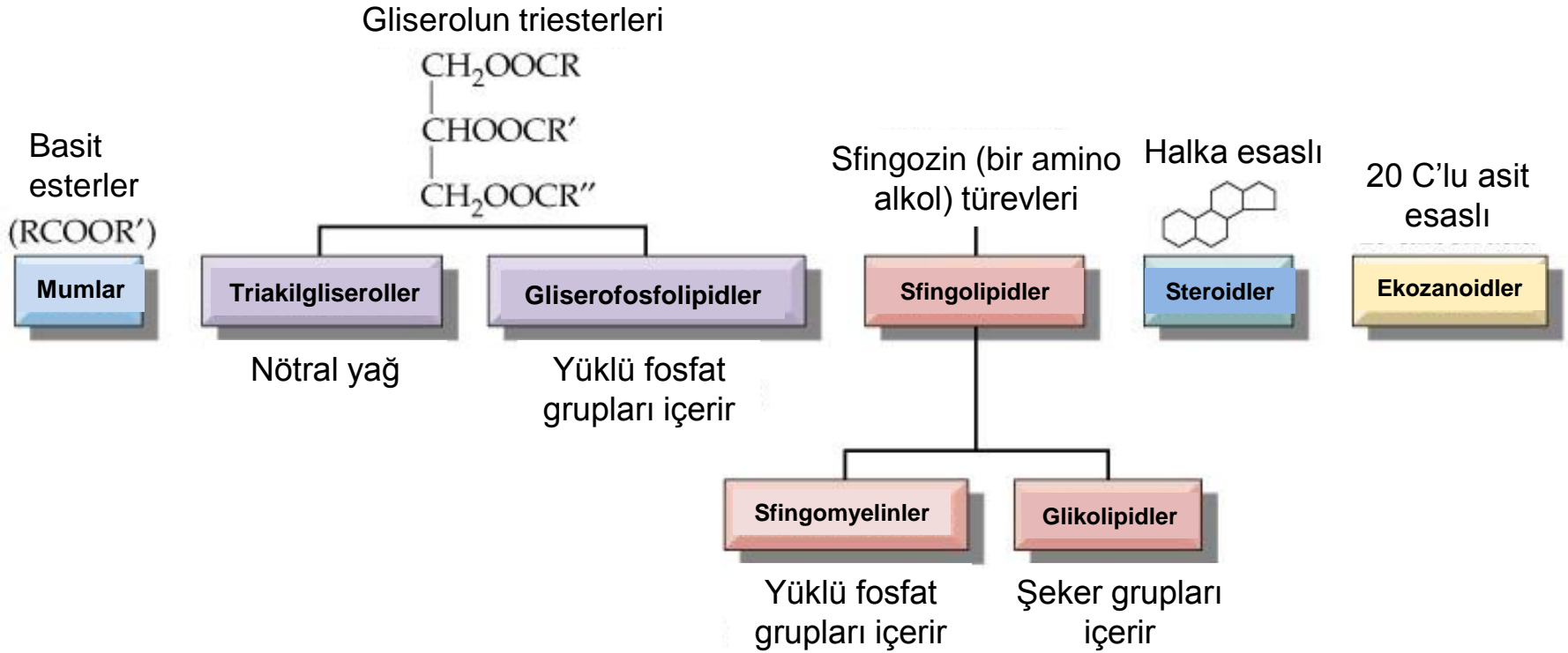




- **Yağ asitleri** trigliseridleri, fosfolipidleri kurar ve eicosanoidlerde ön maddedir
- **Trigliseridler** Enerji deposu (yağ)
- **Fosfolipidler** hücre zarlarının en büyük kurucusu
- **Kolesterol** hücre zarlarının kurucusu  
safra asitleri için ön madde  
steroid hormonlar için ön madde

# Lipidlerin sınıflandırılması

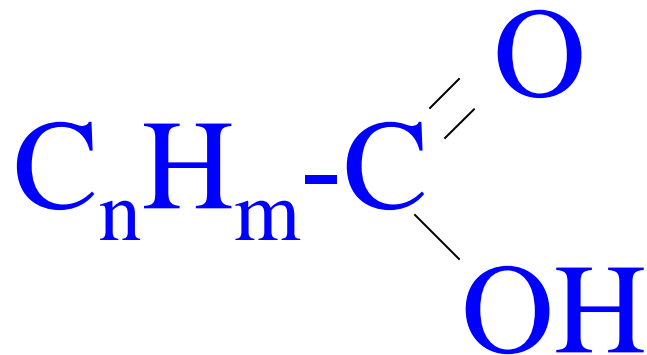




# 1. Yağ asitleri

- Yağ asitleri bir hidrokarbon zincirli karboksilik asitlerdir.

(C<sub>n</sub> 4 – 36)



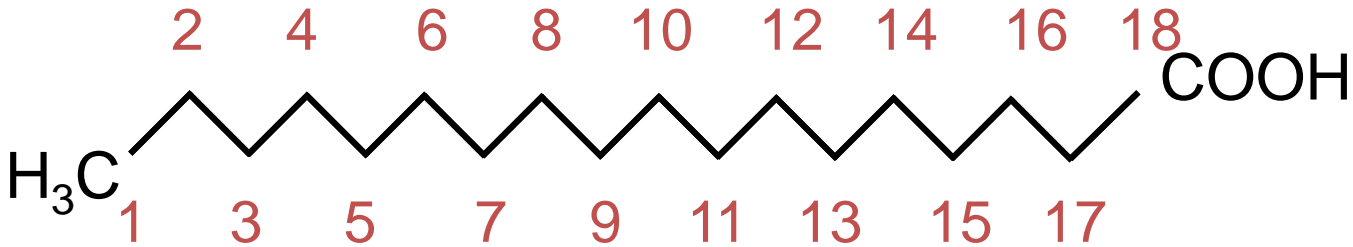
# Yağ Asitleri

- Yağ asitleri vücutta iki önemli rol üstlenir:
  - 1.** Oldukça karmaşık yapıdaki membran lipidlerinin bir bileşenleri olarak;
  - 2.** Triaçilgliserol şeklinde depolanan yağların en önemli bileşenlerinden biri olarak

# Adlandırma

- Yağ asitleri bireysel olarak bir yada iki numerik adlandırma sistemleri ile tanımlanabilir.

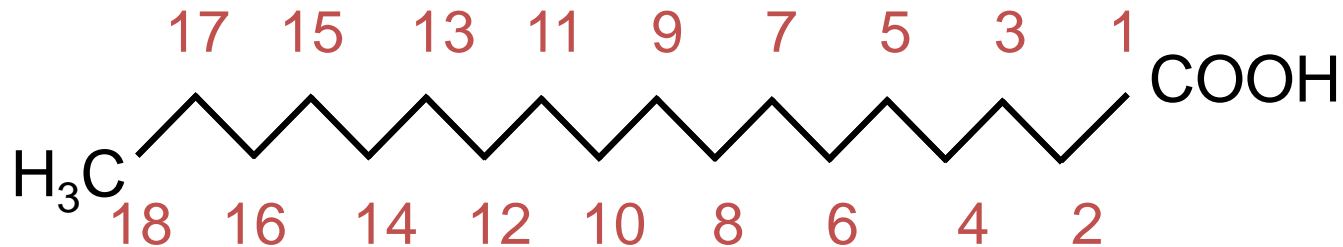
$\omega$ -tanımlama ya da n-tanımlama  
karbon numaralama metil uçtan başlar



# Adlandırma

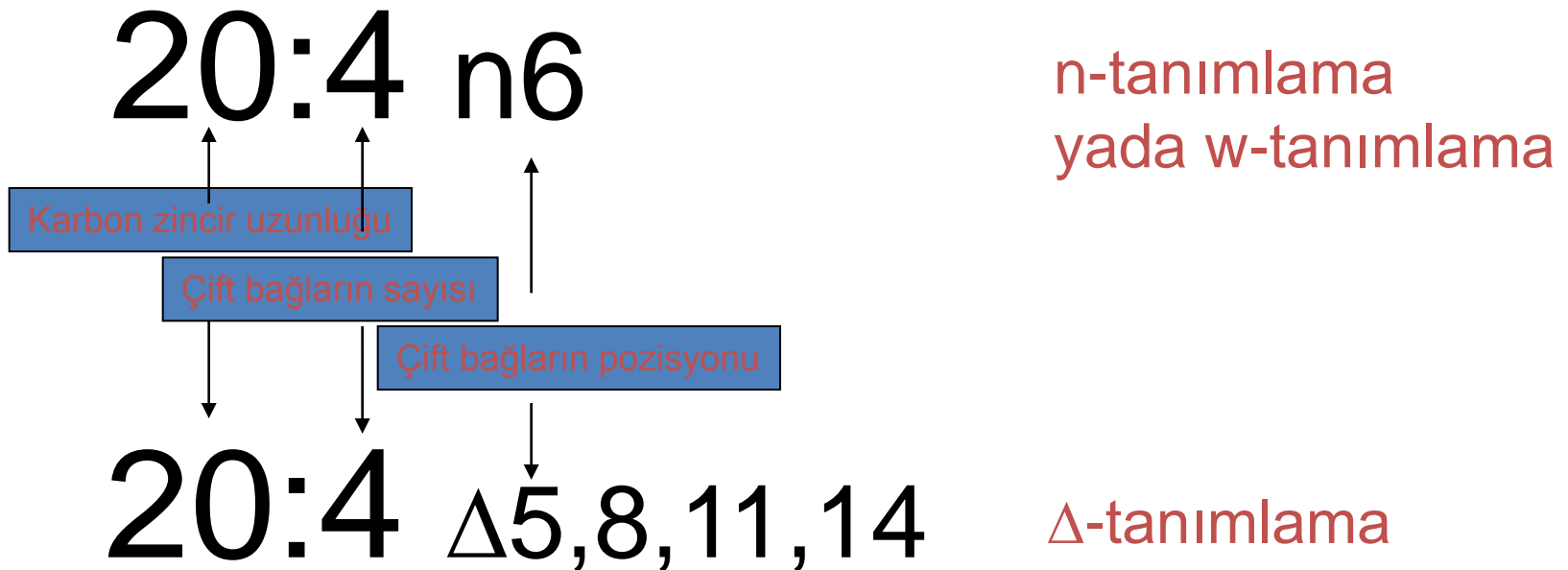
## $\Delta$ -tanımlama

Karbon numaralama karboksil gruptan başlar



# Adlandırma

- Standart adlandırma :





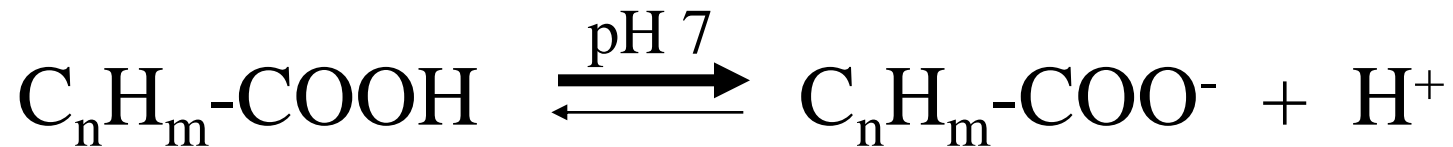
# Adlandırma

Karbon sayılarına göre;

- Etanoik  $\text{CH}_3\text{-COOH}$
- Propanoik  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$
- Bütanoik  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
- Hekzanoik  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_3\text{-COOH}$
- Dekanoik.....  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_n\text{-COOH}$



- Düşük zincir uzunluklu yağ asitleri hafif çözünür
- Çünkü, - COOH fizyolojik pH'da iyonlaşır:



Zincir  
Uzunluğu  
artıkça

4C

8C

12C

↓

↓

Çözünürlük

düşer

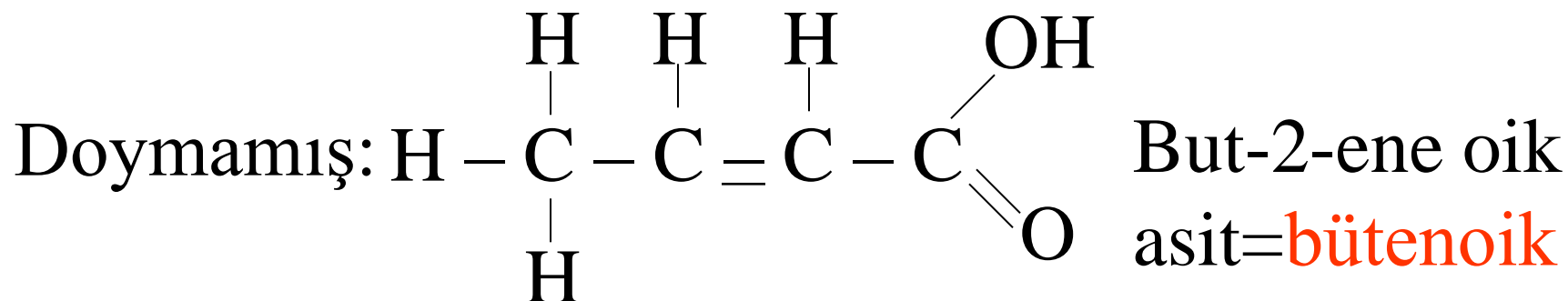
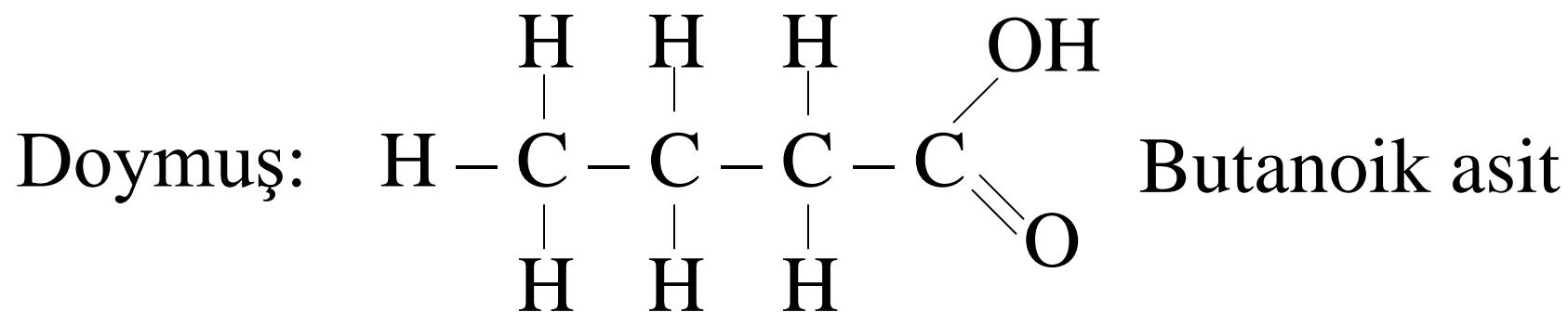
Maksimum  
çözünürlük

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

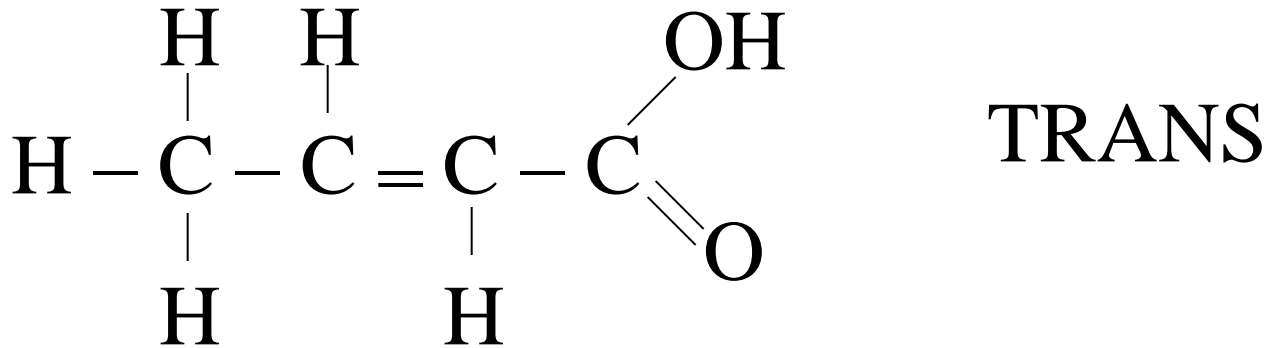
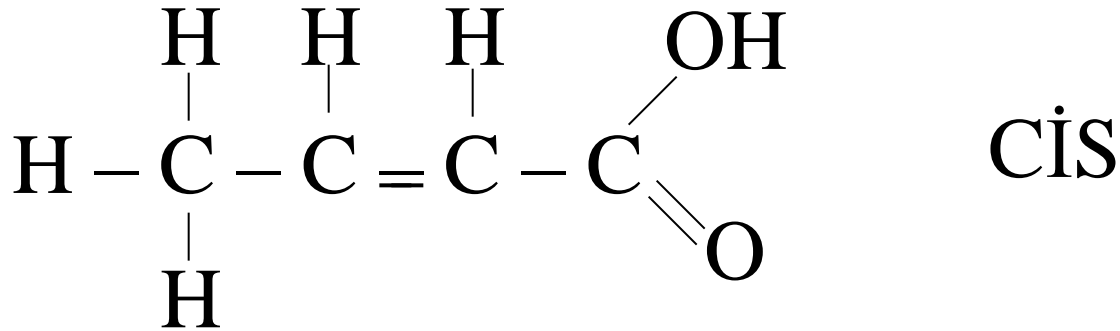
Glikoz

6M

- Yağ asitleri doymuş yada doymamış olabilirler



# Yağ asitlerinin çoğu CİS konfigürasyondadır



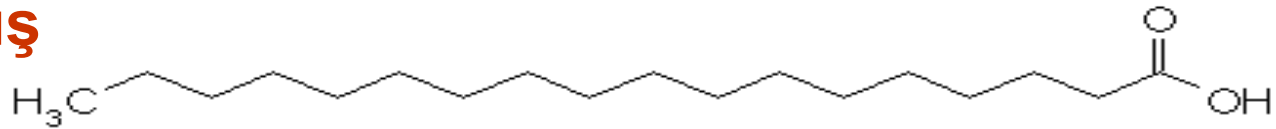
16:0 16 karbon ve çift bağ yok

18:2 18 karbon ve 2 çift bağ var

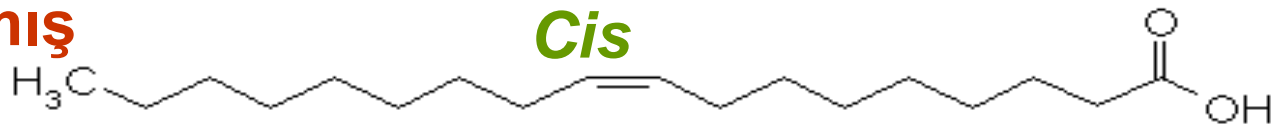
# Yağ asitleri

- Yüksek enerjili bileşiklerdir.
- En önemlileri 16-18 karbonludur
- Doymuş ve doymamış olabilir

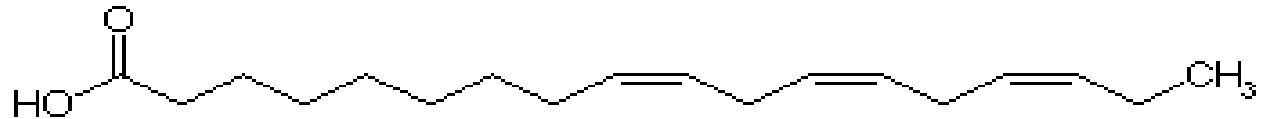
## Doymuş



## Doymamış



## Çok doymamış



# Yağ Asitleri

## Doymuş Yağ Asitleri

- 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)

## Doymamış Yağ Asitleri

- Palmitoleik asit 16:1 (9) w-7
- Oleik asit 18:1 (9) w-9
- Linoleik asit 18:2 (9,12) w-6
- Linolenik asit 18: 3 (9,12,15) w-3
- Arahidonik asit 20:4 (5,8,11,14) w-4
- EPA (5,8,11,14,17) w-3
- DHA (4,7,10,13,16,19) w-3
- Nervonik asit (15) w-9

## Siklik Yağ Asitleri

(cüzzam tedavisinde kullanılmaktadır)

- Hidnokarpik asit
- Şolmugrik asit

## Ek gruplu yağ asitleri

hidrokarbon zincirlerinde hidroksil grubu veya metil grubu gibi ek gruplar içeren yağ asitleridirler

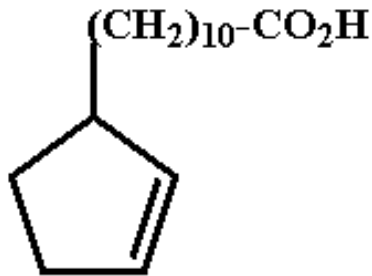
Yağ asidinin adı	Karbon iskeleti
Dioksistearik asit	18: 0(9, 10-dioksi)
Risinoleik asit	18: 1 $\Delta^9$ (12-monooksi)
Serebronik asit	24: 0(2-monooksi)
Oksinervonik asit	24: 1 $\Delta^{15}$ (12-monooksi)
Tüberkülostearik asit	18: 0(10-monometil)



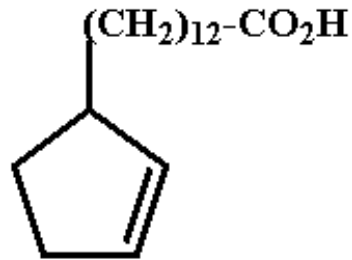
## Halka yapılı yağ asitleri

hidrokarbon zincirleri halka yapısı oluşturmuş olan yağ asitleridir.

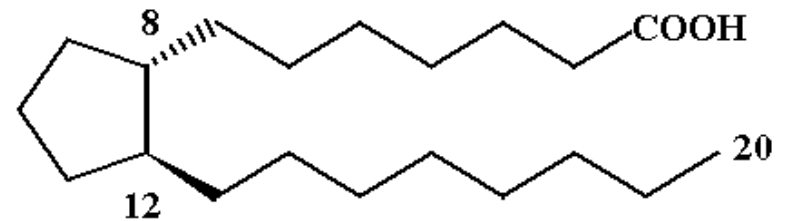
Yağ asidinin adı	Karbon iskeleti
Hidnokarpik asit	16:1 $\Delta^{13}$
Şolmogrik asit	18:1 $\Delta^{15}$
Prostanoik asit	20:0



hydnocarpic acid



chaulmoogric acid



prostanoic acid

# Doymuş yağ asitleri

- Doymuş yağ asitleri; fonksiyonel grup olarak karboksil grubu içeren tek bağlı karbon zincirleridir.



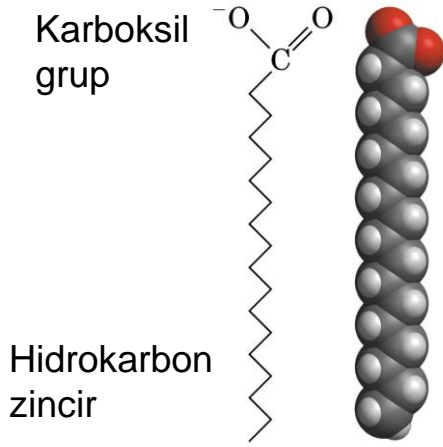
10	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	n-decanoic acid	capric acid	31.6	$\text{C}_{10:0}$
12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	n-dodecanoic acid	lauric	44.2	$\text{C}_{12:0}$
14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	n-tetradecanoic	myristic	53.9	$\text{C}_{14:0}$
16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	n-hexadecanoic	palmitic	63.1	$\text{C}_{16:0}$
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	n-octadecanoic	stearic	69.6	$\text{C}_{18:0}$
20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	n-eicosanoic	arachidic	76.5	$\text{C}_{20:0}$
24	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	n-tetracosanoic	lignoceric	86.0	$\text{C}_{24:0}$

# Doymamış yağ asitleri

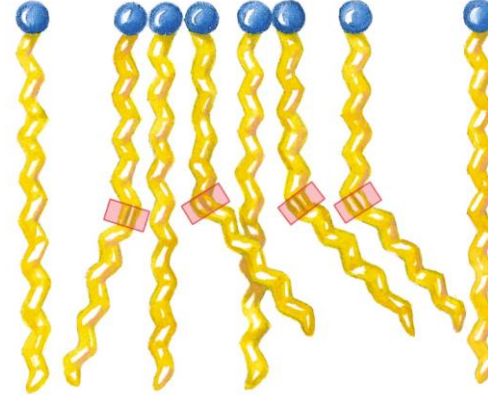
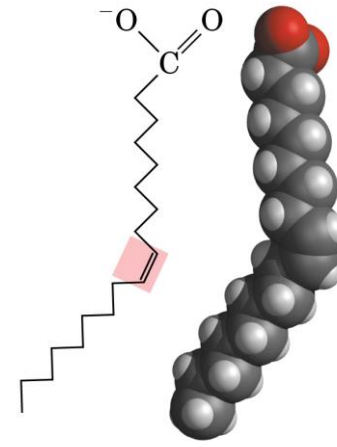
16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ <i>cis-9-hexadecenoic acid</i>	palmitoleic	-0.5	$\text{C}_{16:1} \Delta^9$
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ <i>cis-9 octadecenoic acid</i>	oleic	13.4	$\text{C}_{18:1} \Delta^9$
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ <i>cis cis-9,12 octadecenoic acid</i>	linoleic	-5.0	$\text{C}_{18:2} \Delta^{9,12}$
18	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$ <i>all cis-9,12,15 octadecenoic acid</i>	linolenic	-11.0	$\text{C}_{18:3} \Delta^{9,12,15}$
20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$ <i>arachidonic</i>		-49.5	$\text{C}_{20:4} \Delta^{5,8,11,14}$

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

 **doymamışlık**  **erime noktası** 



Doymuş yağ asitleri

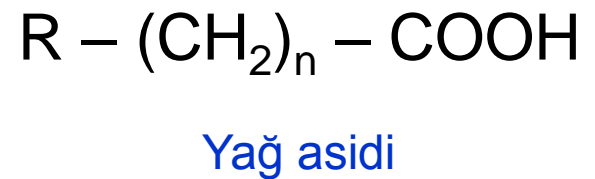
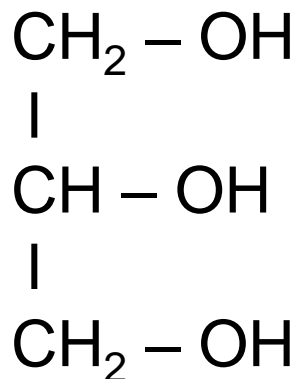


Doymuş ve doymamış yağ asitleri karışımı

## 2. Yağlar

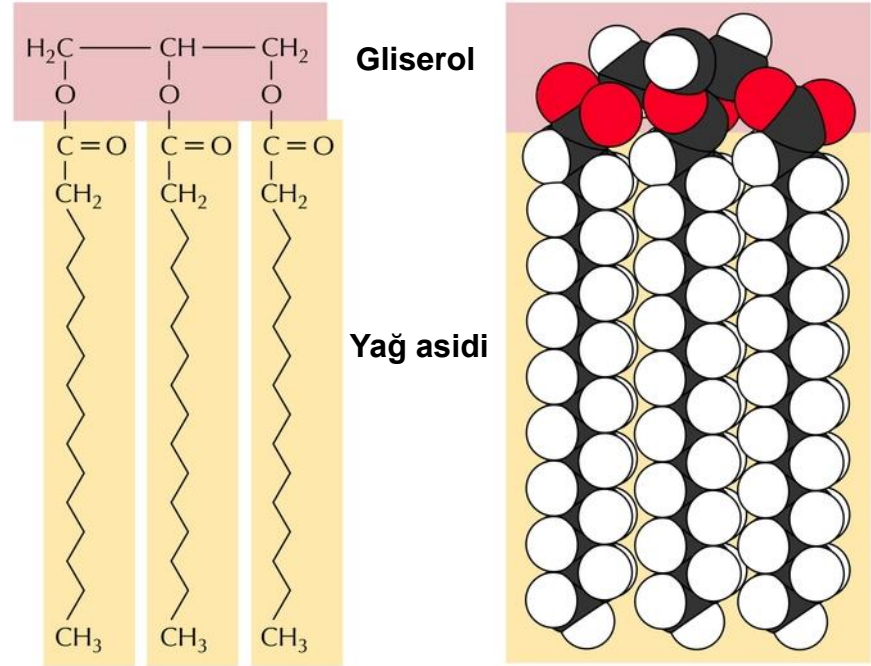
- Yağlar, büyük miktarda enerji depolarıdır
- Yağlar, kesin olarak bir polimer olmasalar da küçük moleküllerin dehidrasyon reaksiyonları ile oluşmuş büyük moleküllerdir.
- Bir yağ iki küçük molekülden oluşur, **gliserol** ve **yağ asidi**.

Gliserol

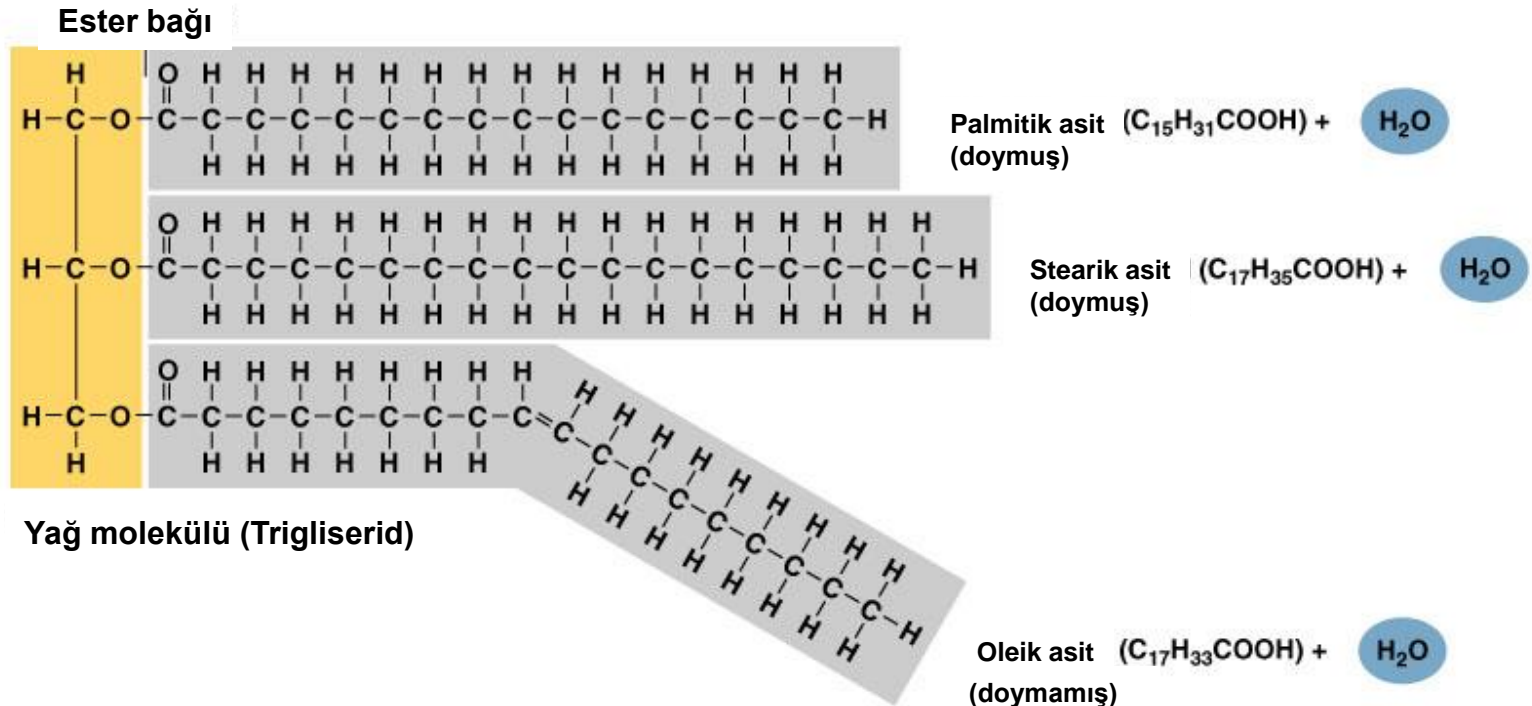


# Yağlar – yapı

- Gliserol molekülü + 3 yağ asidi (ester bağlar)
- Triakilgliserol

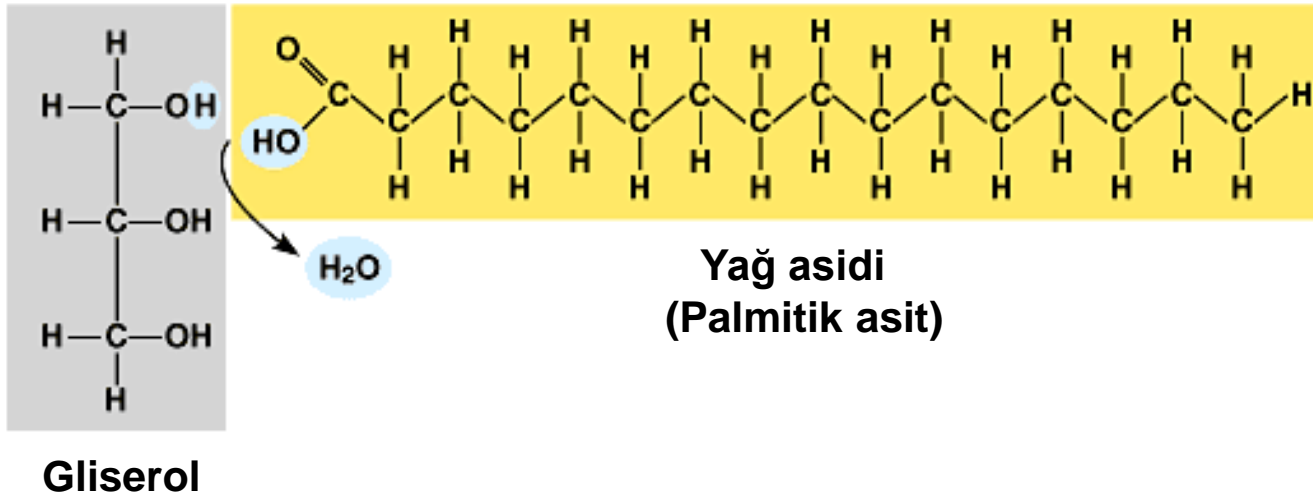


- Yağlar ya da trigliseridler gliserol ve yağ asitlerinden dehidrasyon sentez ile oluşurlar.
- Doymamış yağlar yağ asitlerinde bir yada daha çok çift bağ içerirler.



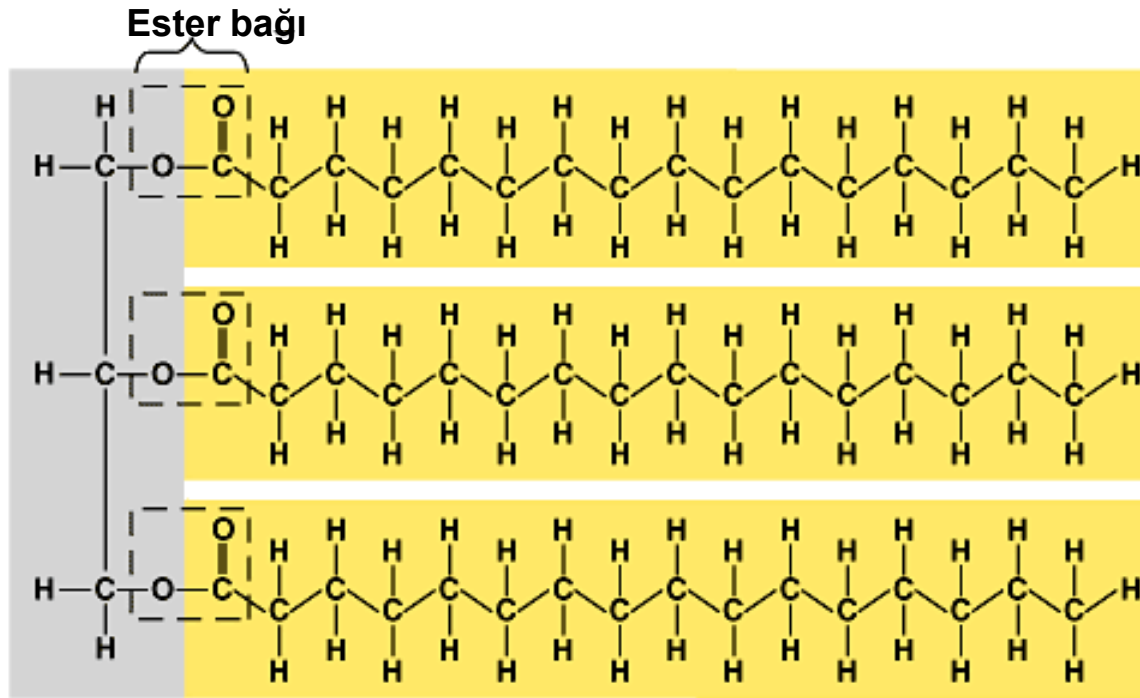


- **Gliserol** üç değerli bir alkoldür. Üç karbon ve herbiri bir OH grubu içerir.
- **Yağ asidi uzun karbon iskeletinde bir karboksil grubu içerir**, 16 - 18 karbonlu olabilir.



**Dehidrasyon sentez**

- Uzun hidrokarbon iskeletinde apolar bazı C-H bağları yağı hidrofobik yapar.
- yağda, üç yağ asidi gliserole bir ester bağı ile bağlanır, bir **triakilgliserol** meydana gelir.



- Bir yağda üç yağ asidi aynı yada farklı olabilir
- Yağ asitleri zincir uzunluğu (karbon sayıları) ve çift bağların yeri farklı olabilir.
  - karbon-karbon çift bağları yoksa, molekül **doymuş** bir **yağ asididir**.



**Doymuş yağ ve doymuş yağ asidi**

- **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, oda ısısında sıvıdırlar.
    - Çift bağlardan dolayı oluşan bükülmeler molekülün diğer moleküllere yaklaşmasını sağlar.

(1) **Yağların en büyük görevi enerji deposu olmalarıdır.**

- Bir gram yağ bir gram polisakkaridin sahip olduğu enerjiden iki kat daha fazla enerji depolar.
- Bitkilerde enerji deposu nişastadır.
- İnsanlar ve diğer memeliler uzun zaman geçerli enerji rezervi 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 bir çok deniz memelilerinde yağdan zengindir.

# Enerji deposu olarak Yağlar

- Yağlar, gram başına yaklaşık 9 kcal verirken karbonhidratlar gram başına 4 kcal verirler.
  - Hayvansal yağlar doymuştur halbuki çoğu bitkisel yağlar doymamıştır.
  - Aşırı karbonhidrat alımı sırasında ihtiyaç fazlası nişasta veya glikojene çevrilir ya da ilerde kullanmak üzere yağlara çevrilir ve depolanır.
  - TAG depolamak neden glikojen ve nişasta gibi CHO'ları depolamaktan daha avantajlı?
    - Her iki grup gram bazında kıyaslanınca TAG'daki –C- atomları şekerlere göre X2 daha fazla redükte haldedir; dolayısıyla > X2 daha fazla enerji verir.
    - Hidrofobik olduklarından su tutamazlar, depolayan organizma fazladan su ağırlığı taşımak zorunda kalmaz.
    - 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.

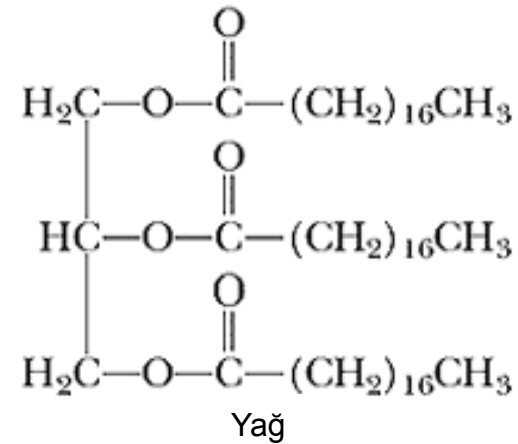
- Bazı hayvanlarda TAG deri altında depolanarak soğuk iklimde izolasyon sağlar.
  - Penguen, ayı balığı, ayı gibi hibernasyona girenlerde hem E hem de izolasyon amaçlı depolama var. TAG'ın yoğunluğu düşüktür:
  - balina dalışı !!
- İspermeçet balinası 37<sup>0</sup>C'de baş yağları sıvı; 31<sup>0</sup>C'da katı kafasında (lamba yağı yapılan spermeceti organı) yaklaşık 4 ton yağ taşır. 1000-3000 m derine dalabilir.
- Tohum yağlarından mısır ve zeytinyağı doymamış yani oda sıcaklığında sıvı. Çift bağlarını sanayide hidrojene edip tek bağ yapınca **margarin** olur.
- Gıdalardaki çift bağlar oksijene çok uzun süre maruz kalınca bozulur ve ekşir. Oksidatif yıkıma uğrar: aldehit ve asitler, – COOH, oluşur.
- 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 hidrojenizasyonu 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, şekerlemelerde bulunur. Trans yağları 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.

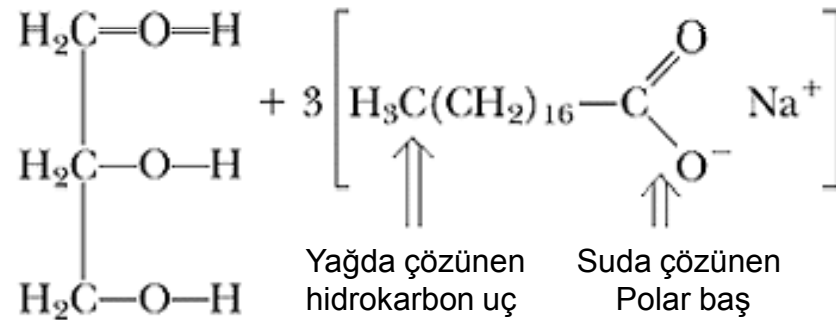


# Yağların sabunlaşması



Tristearin ya da gliseril tristearat

+3 NaOH



**Gliserol**

**Sabun  
(Sodyum stearat)**

# Alifatik Alkoller ve Mumlar

- Mumlar uzun zincirli yağ asitlerinin yine uzun zincirli alifatik alkollerle yaptıkları polar olmayan 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.

# Mumlar

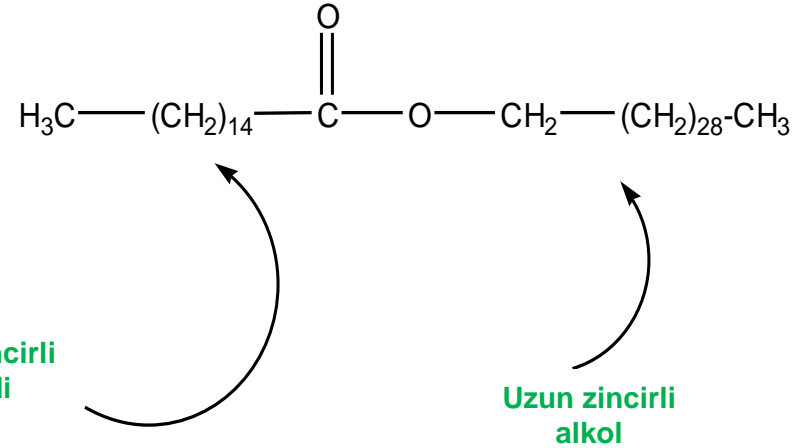
- Arı mumu uzun C atomlu bir alkol, serbest yağ asidi ve hidrokarbon taşıyan kompleks bir esterdir.
- Bitkilerde bulunan kompleks yapılı muma Palmiyeden elde edilen Karnauba mumu örnek verilebilir
- Hayvanlarda yün, kıl ve tiftiğin etrafını saran yağlı tabakanın yapısında lanolin (yün yağı) denen mum yapılı maddeler bulunur.



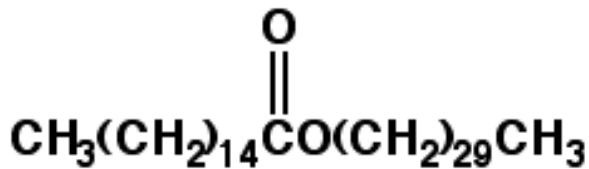
# Mumlar

- 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.



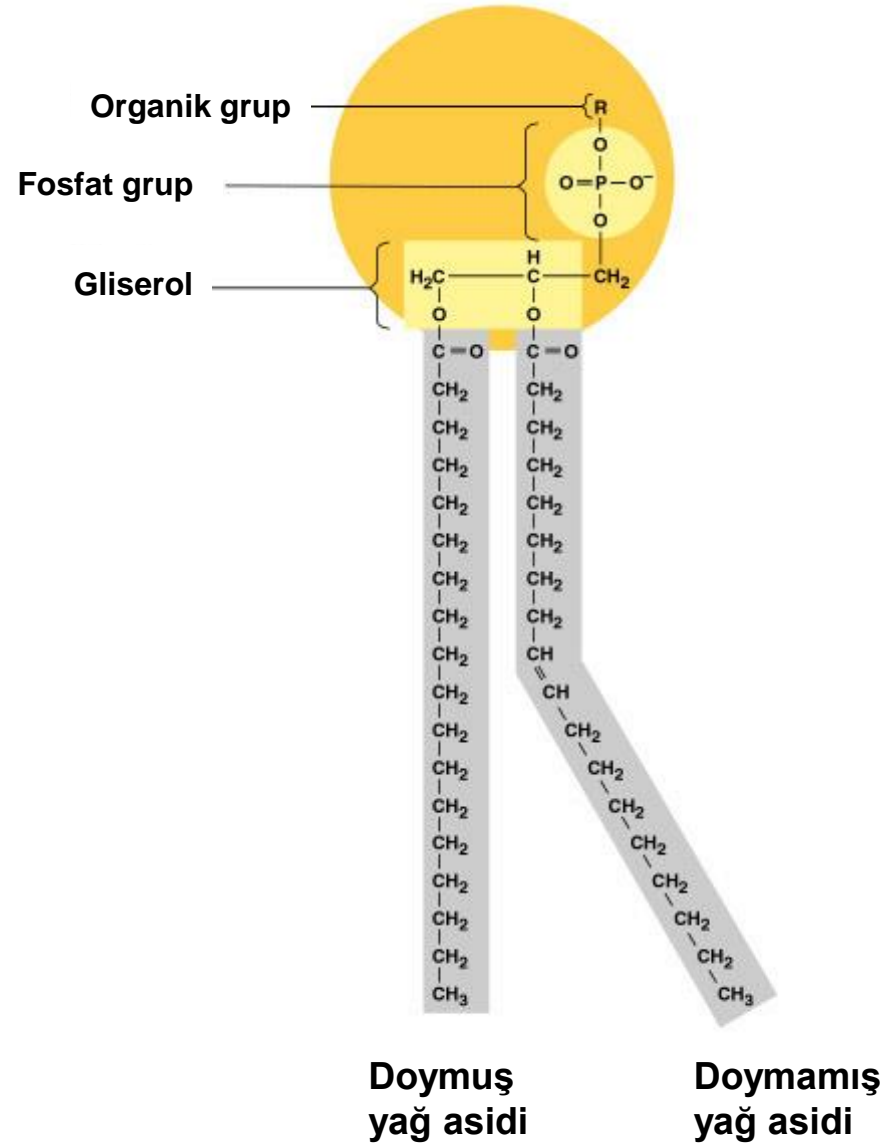
Mumlar, doğada yaygın olarak bazı böceklerin salgılarında; hayvanların deri, kıl ve tüylerinde; bitkilerin yapraklarında, meyve ve kabuklarında bulunur.



# 3. Fosfolipidler

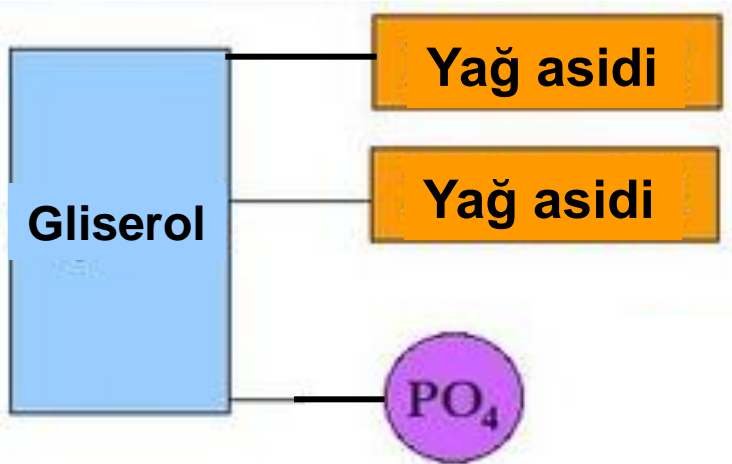
- **Fosfolipidler** hücre zarlarının en büyük bileşenidir.
- **Fosfolipidler** gliserole bağlı iki yağ asidine ve “pozisyon üç” de bir fosfat grubuna sahiptir.  
(= fosfatidik asit)
  - Fosfat grubu negatif bir yük taşır.
  - Eklenecek küçük gruplar fosfat grubuna bağlanabilir.

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

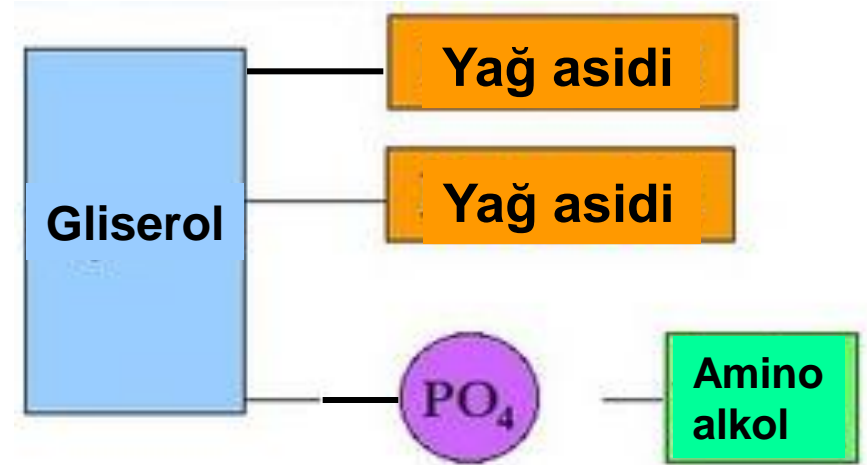


# Fosfolipidler

- Fosfatidik asit ve türevleri



Fosfatidik asit



Fosfatidil-etanolamin = **sefalin**

Fosfatidil-kolin = **lesitin**

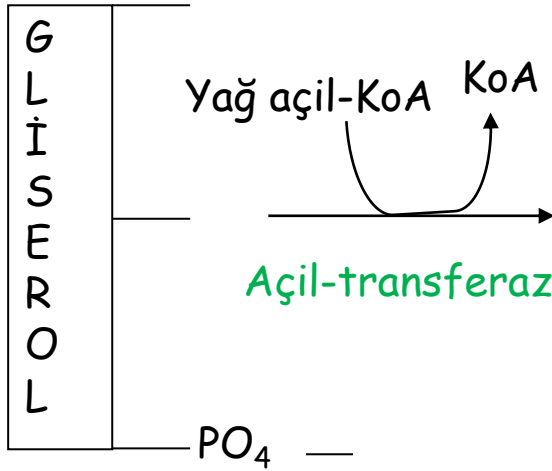


- PL'ler ER'da sentezlenir. Buradan golgiye taşınır ve daha sonra organellerin membranına yerleşir veya ekzositozla dışarı salınır.

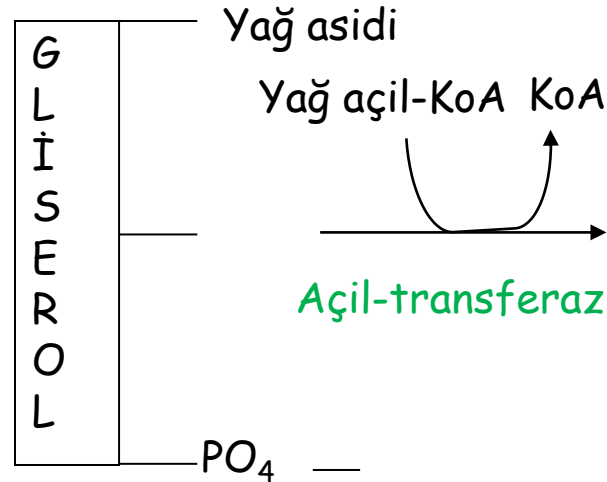


# Fosfolipidler

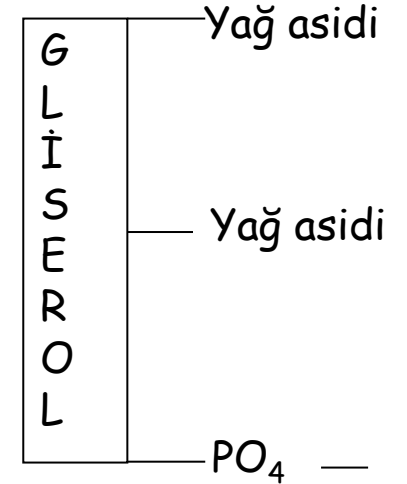
- **Fosfatidik asit oluşumu:** Fosfolipidlerin babası fosfatidik asittir.
- **Diğer Fosfolipidler Fosfatidik asitten türerler.**



Gliserol 3-fosfat



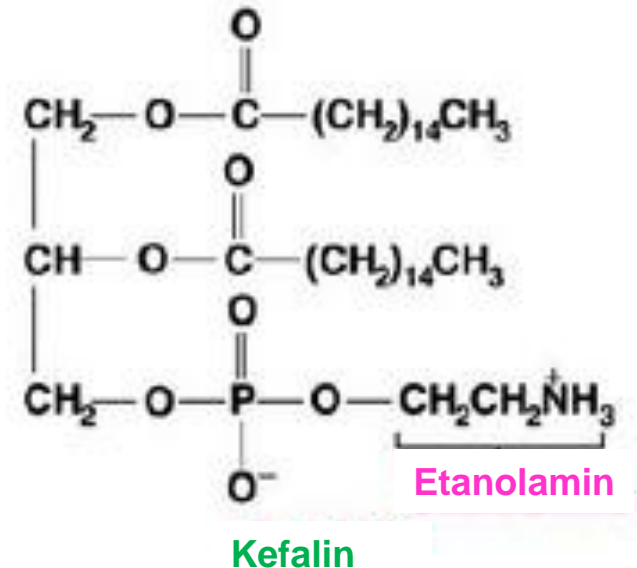
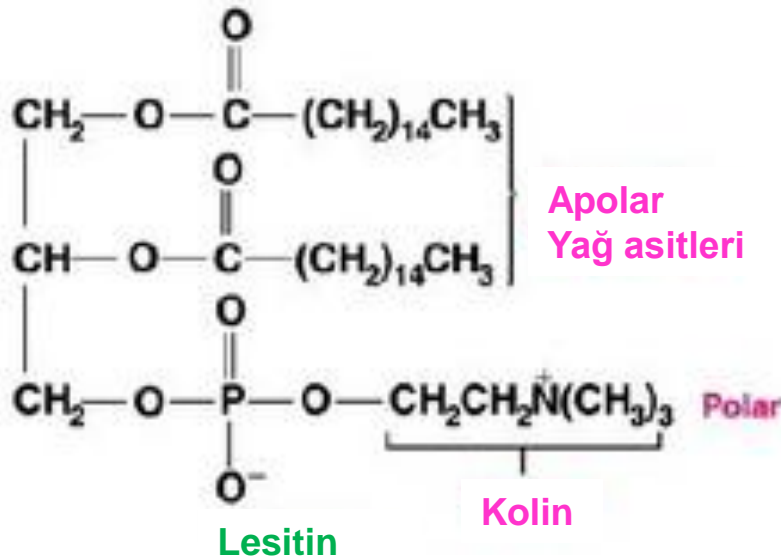
Lizofosfatidik asit

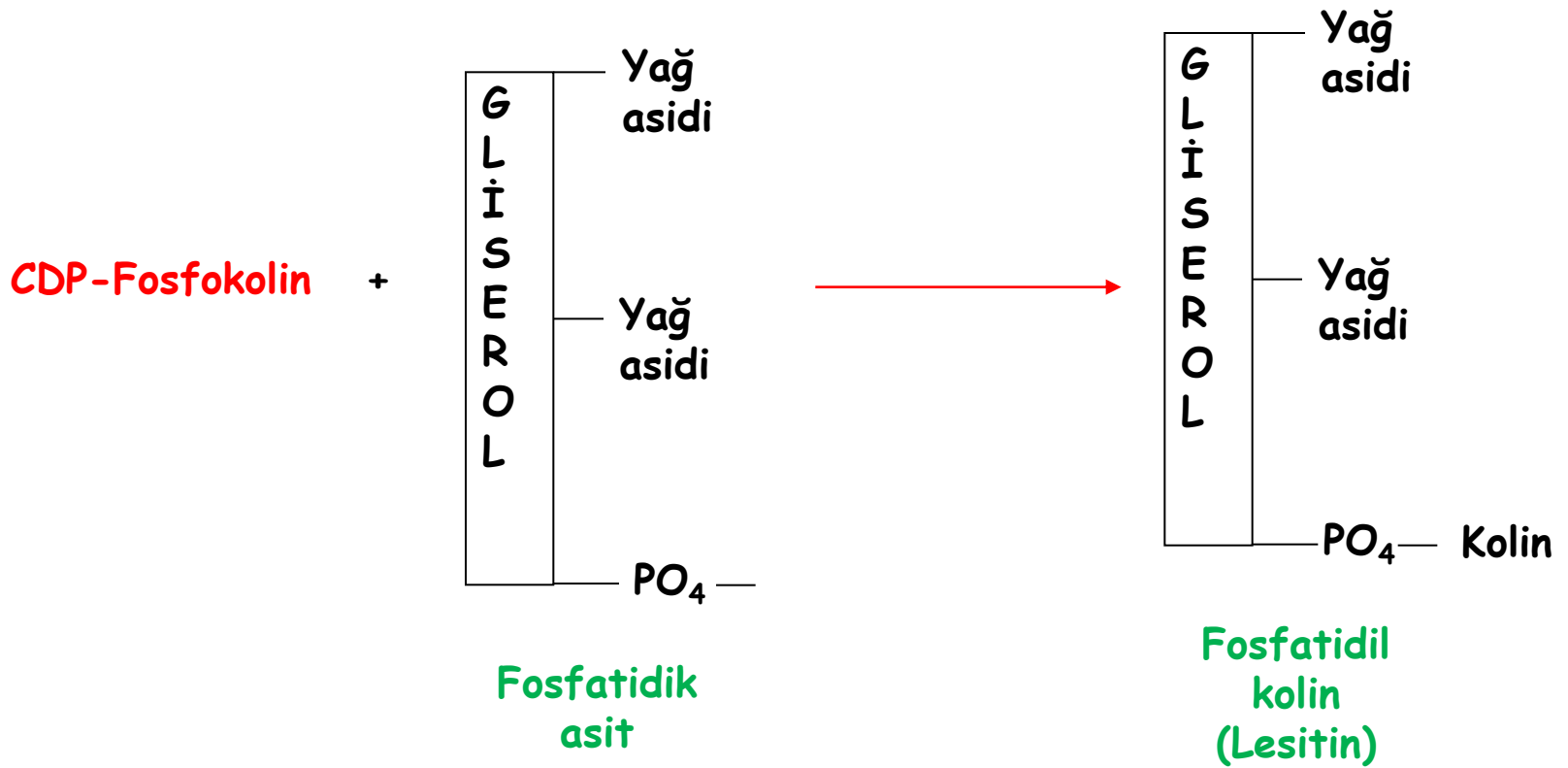
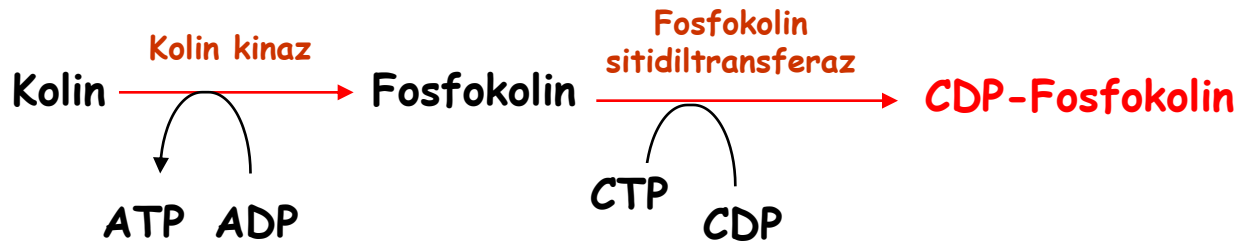


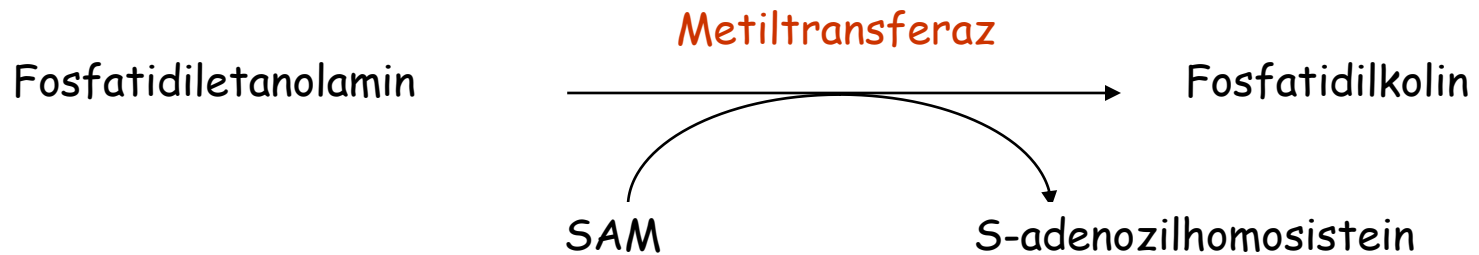
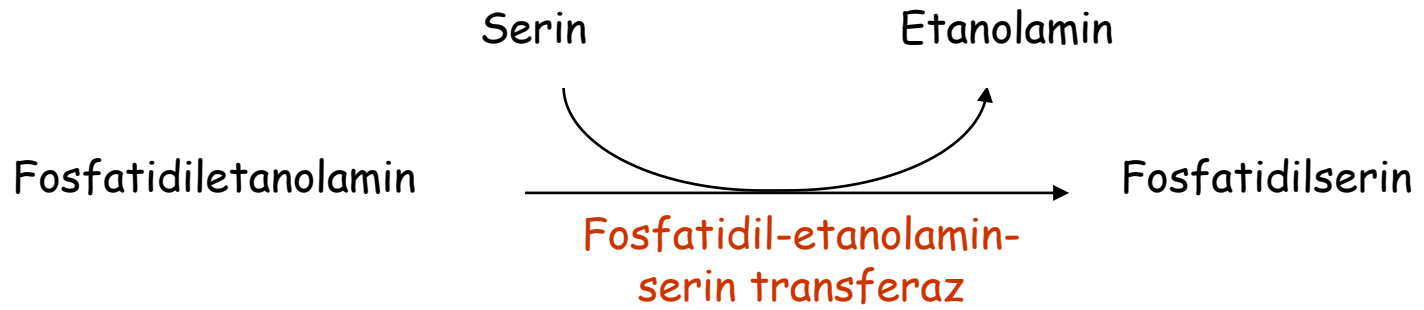
Fosfatidik asit

# Lesitin ve Sefalin (kefalin)

- Lesitin ve Sefalin gliserofosfolipidlerdendir:
  - Beyinde ve sinir dokuda yoğunurlar
  - Yumurta sarısında, tahıl tohumlarında ve mayada yoğun olarak bulunur





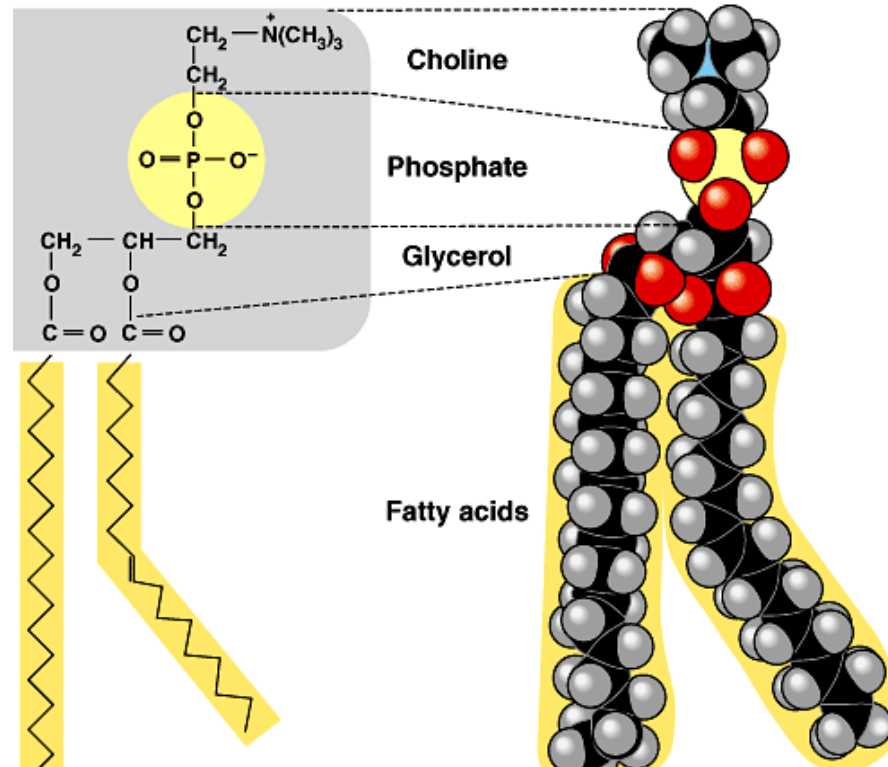


# **Fosfatidil etanolamin (PE) (Sefalin) - fosfatidil kolin (PC) (Lesitin)**

- PE, PC ökaryotik hücrelerde **en fazla** bulunan fosfolipidlerdir.
- **Sentezlerinde kullanılan kolin ve etanolamin diyetle alınır veya fosfolipid turnoverından elde edilir. Kolin ayrıca membranlardaki fosfatidil etanolaminden de sentezlenebilir.**
- Akciğer tip II pnömositlerinde sentezlenen **dipalmitoil fosfatidil kolin (lesitin)** bileşğinde gliseroldeki 1. ve 2. Pozisyonlar **palmitat** ile doldurulmuştur. Bu akciğer **sürfaktanının (alveollerin iç yüzeyindeki sıvı tabakası) analipid kısmıdır.**



- Fosfolipidlerin su ile olan ilişkileri karmaşıktır.
  - Yağ asidi kuyruk kısımları hidrofobiktir, fakat fosfat grubu ve onun bağlantıları bir hidrofilik baş oluşturur.





# Fosfolipidler

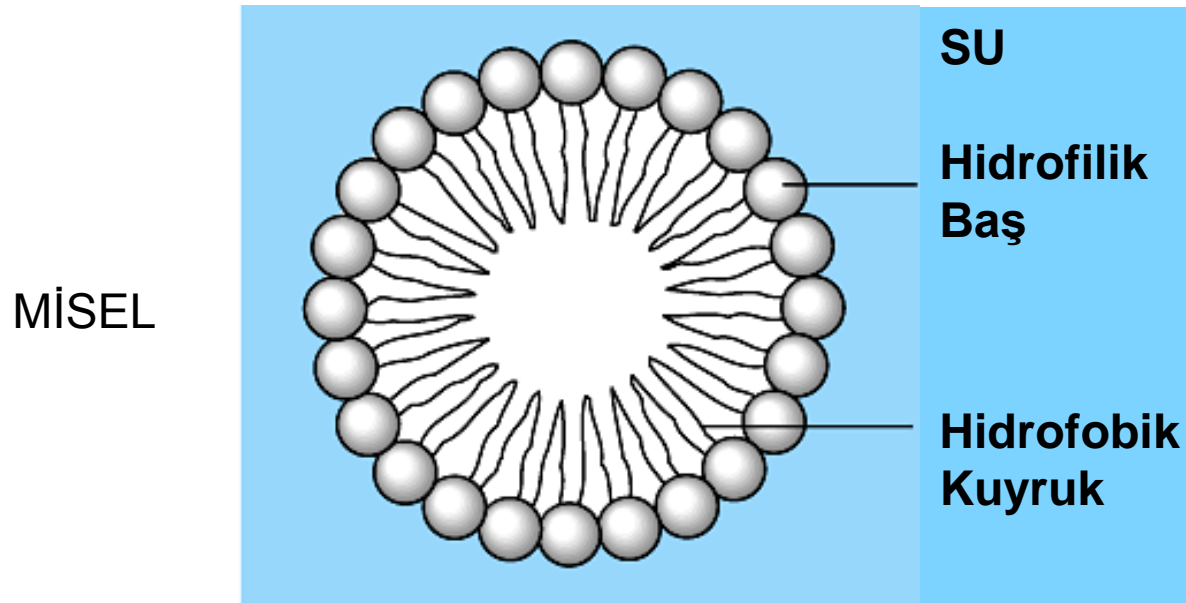
- **Polar ve iyoniktirler**
- Yağ asitleri gibi PL'lerde **amfipatiktir.**
- Yani herbiri hidrofilik bir başa (fosfat grubu ve ona bağlı serin, etanolamin, kolin vb) ve uzun hidrofobik bir kuyruğa sahiptir (iki yağ asiti zinciri)
- Olgun eritrositler hariç tüm hücreler PL sentezlerler. Oysa TAG sentezi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

- **Gliserofosfolipidler ve sfingozen içeren sfingomyelin hücre zarının bileşenidir.**
- **Gliserol içeren fosfolipidler ek olarak:**
  - **Safranin esansiyel bileşenidir**
  - **Bazı proteinlerin hücre zarına tutunmasını sağlar**
  - **Zar boyunca yayılan sinyal geçişinde yer alır**
  - **Akciğerde sürfaktanın bileşenidir.**

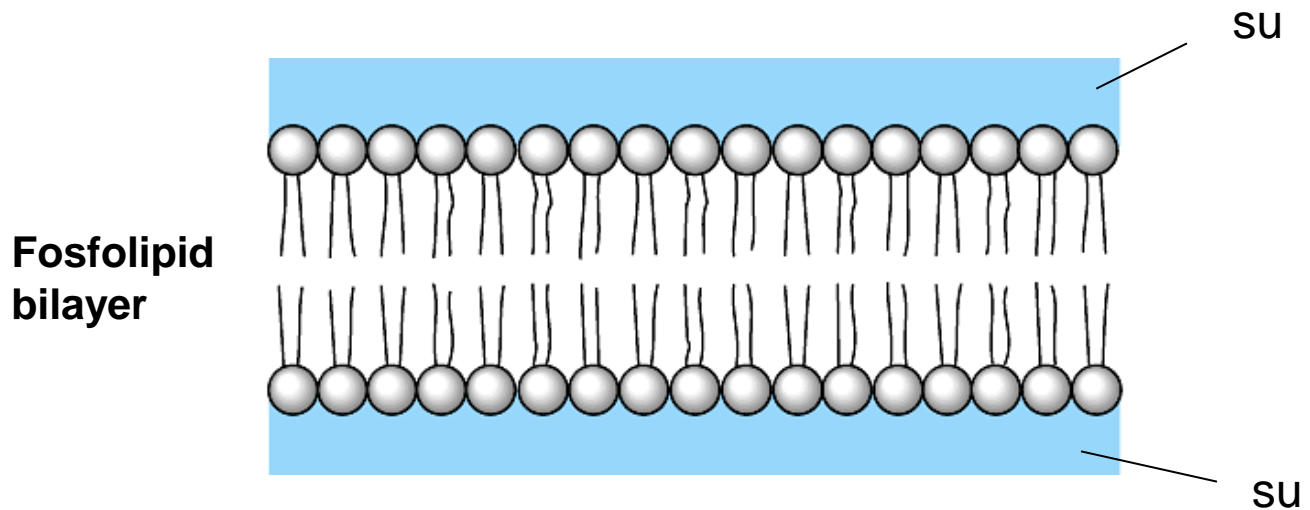
# Fosfatidilinozitol (PI)

- PI alışılmamış bir fosfolipiddir. Çünkü sıklıkla gliserolün 1. karbonunda **stearik asit**, 2. Karbonunda ise **araşidonik asit** içerir. **Bu nedenle PI membranlarda, arşidonik asit deposu gibi görev görür ve gerekli olduğunda prostaglandin sentezi için substrat sağlar.**
- Membranlara bağlı PI'ün fosforilasyonu, çeşitli hormon ve nörotransmitterlerin hücre membranındaki reseptörlere bağlanması ile oluşur. Bu polifosfoinozidlerin yıkımı intrasellüler  $Ca^{++}$  mobilizasyonu ve protein kinaz C aktivasyonu ile sonuçlanır. Her iki olay sinerjistik çalışır ve membran boyunca sinyal geçer.
- Özgün proteinler ve enzimler membrana bağlı PI'e bir karbonhidrat köprüsü ile bağlanabilirler (ALP, Asetilkolinesteraz, lipoprotein lipaz).

- 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.



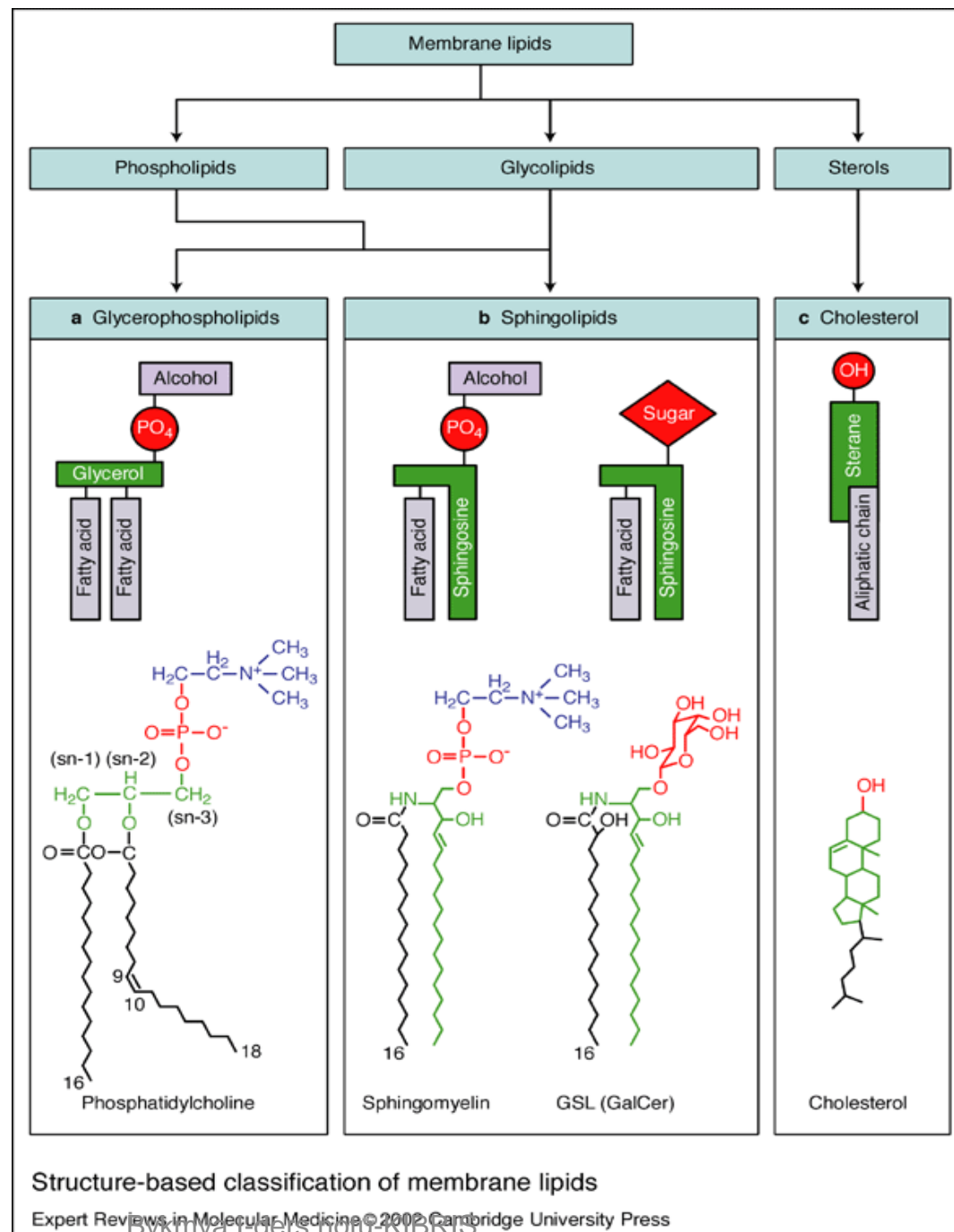
- **Bir hücrenin yüzeyinde fosfolipidler bir bilayer (iki tabakalı yapı) olarak dizilirler.**
  - Aynı şekilde, hidrofilik başlar dış tarafta su ile temas halinde ve hidrofobik uzantılar karşılıklı olarak dizilirler.
  - Fosfolipid bilayer hücre ve dış çevre arasında bir engel oluşturur.
- Bunlar hücrelerin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



# Membrandaki yapısal lipidler

- Membran lipidleri **amfipatiktir**: molekülün bir ucu hidrofobik (kuyruk), diğeri hidrofilik (kafa).
  - Çift tabaka bu yüzden oluşturabilirler.
- Membran lipidleri çok karmaşıktır. **Polar** bileşiklerdir. Omurgaları **gliserol** ve **sfingoizin**'dir.
- Gliserofosfolipidlerin diğeri adı **Fosfolipidler**'dir.
- Sfingolipidler ve Kolesterol de membran lipidlerindedir.
- Bazı hayvan dokularında ve tek hücreli organizmalarda **eter lipidler (plazmalogenler)** yaygındır.
  - Omurgalı kalbindeki fosfolipidlerin yarısı **plazmalogendir**
  - **PAF** (platelet-trombosit- 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



Structure-based classification of membrane lipids

Expert Reviews in Molecular Medicine © 2002 Cambridge University Press

# Eter fosfolipidler (alkil fosfolipidler)

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

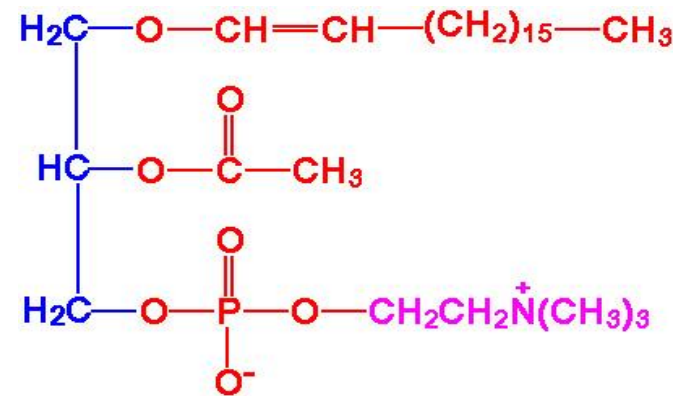
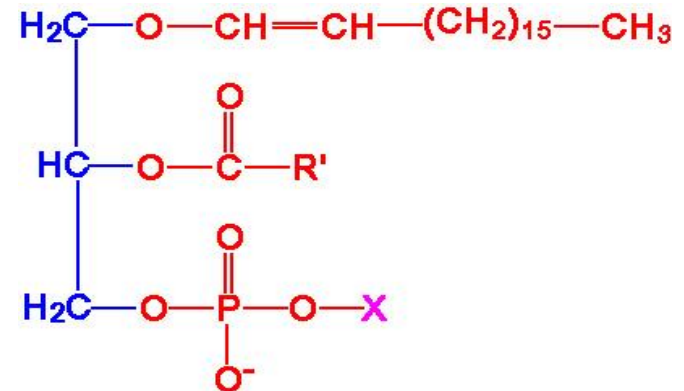
## **PAF (platelet aktive edici faktör)**

- Bir plazmalogen olan **1-alkenil-2-asetil-fosfatidilkolin** çok güçlü bir kimyasal mediatördür. PLT agregasyonu ve degranülasyonuna neden olur. Bu nedenle **PAF** olarak adlandırılmıştır. Diğer etkileri:
  - Akciğerlerde ödemi artırmak,
  - Aşırı duyarlılık reaksiyonlarına katılmak,
  - Aktif iltihabi reaksiyonlara katılmak,
  - Nötrofil ve alveoler makrofajların süperoksid radikali üretmesine neden olmak olarak sıralanabilir.



# Plazmalogenler

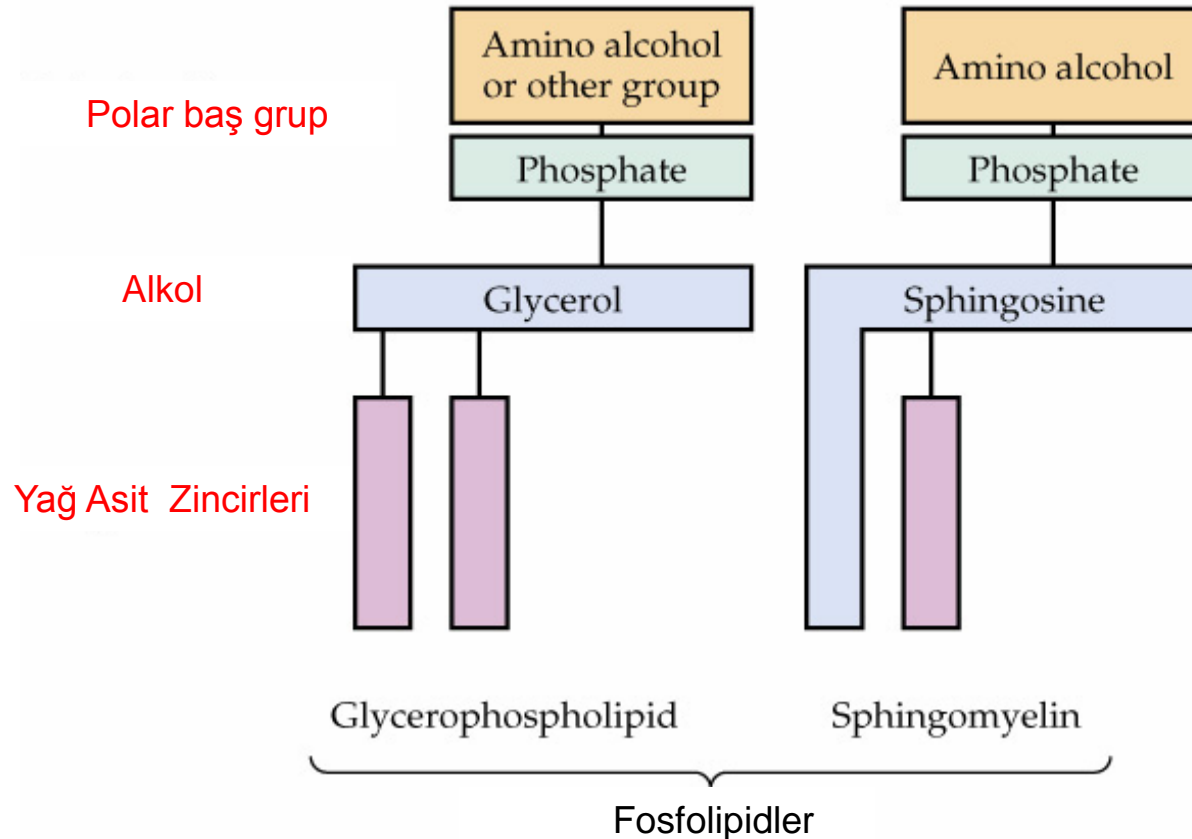
Güçlü bir biyolojik molekül olan trombosit aktive edici faktör (**platelet activating factor = PAF**) kendisi bir **kolin plazmalogendir**



# Di Fosfatidil gliserol (PG) = Kardiyolipin

- PG Mitokondri membranlarında göreceli olarak fazla miktarlarda yer alır ve kardiyolipinin öncül maddesidir. Özellikle kalp kasında fazladır.
- 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 için ve sitokrom oksidaz etkinliği için gerekmektedir.
- Kardiyolipin yapısı şöyle özetlenebilir:
- 2 molekül fosfatidilgliserol birleşir ve 1 mol gliserol yapıdan ayrılır ve Kardiyolipin oluşur (**difosfatidilgliserol**).
- 2 molekül fosfatidik asit, fosfat grupları aracılığı ile ek bir gliserol ile birleşirse bu bileşik “**kardiyolipin**” dir.

Fosfolipidler, molekül yapılarındaki alkol türüne göre fosfogliseridler (gliserofosfolipidler) ve fosfosfingozidler (sfingomyelinler) olmak üzere iki grupta incelenirler.



# Sfingolipidler ve ceramidler

- Sfingozin alkol yağ asidi ile bağlanır

– Ceramid

- Ceramid + p + Kolin

– Sfingomyelin

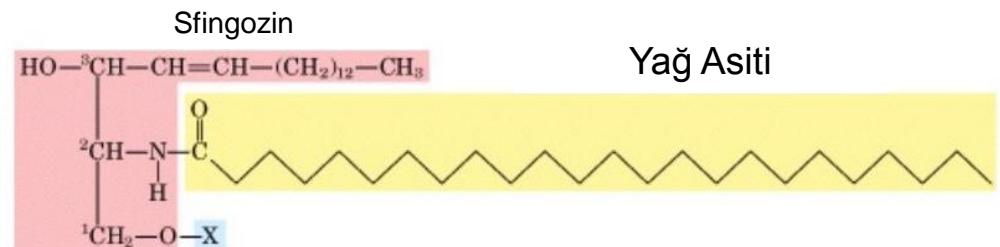
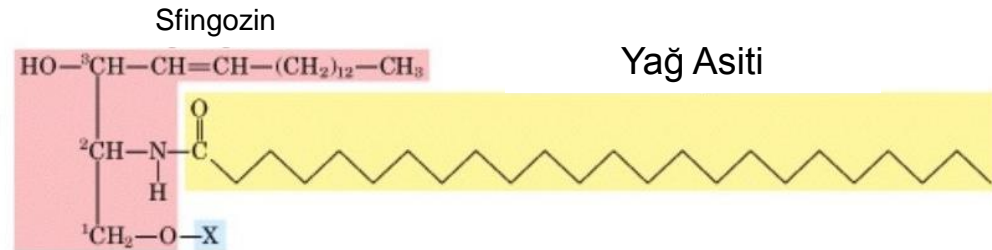
- Ceramid + Glikoz (ya da Galaktoz)

– Cerebrosid (glikolipid)

- Beyinde ve sinir miyelin kılıflarında

- Ceramid + şeker artıkları (ceramid-oligosakkaritler)

- Gangliosid (GM1)

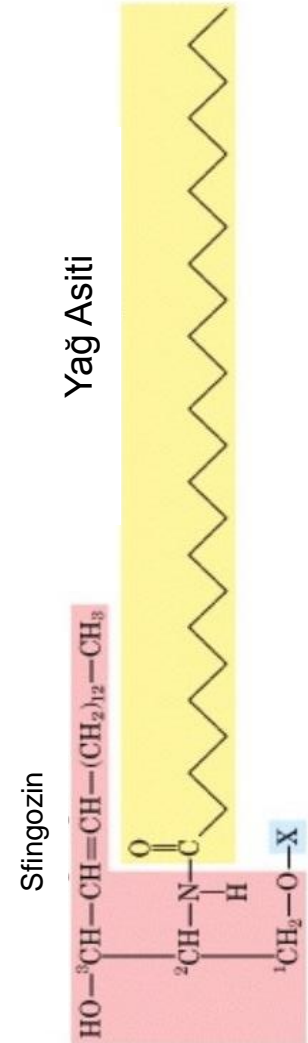


# Sfingomyelin

- Molekül omurgası olarak sfingozin içeren grubun en basit bileşiği **seramid**dir. Seramid sfingolipidlerin öncül maddesidir ve ER'da sentezlenir.
- **Seramid, fosforilkolin ile esterleşirse sfingomyelin oluşur.** Sfingomyelin sinir liflerinin önemli bileşenidir.
- Sfingomyelindeki en sık yağ asitleri:
  - Palmitik asit
  - Stearik asit
  - Lignoserik asit
  - Nervonik asitlerdir.
- 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.**

# 1. Seramidler

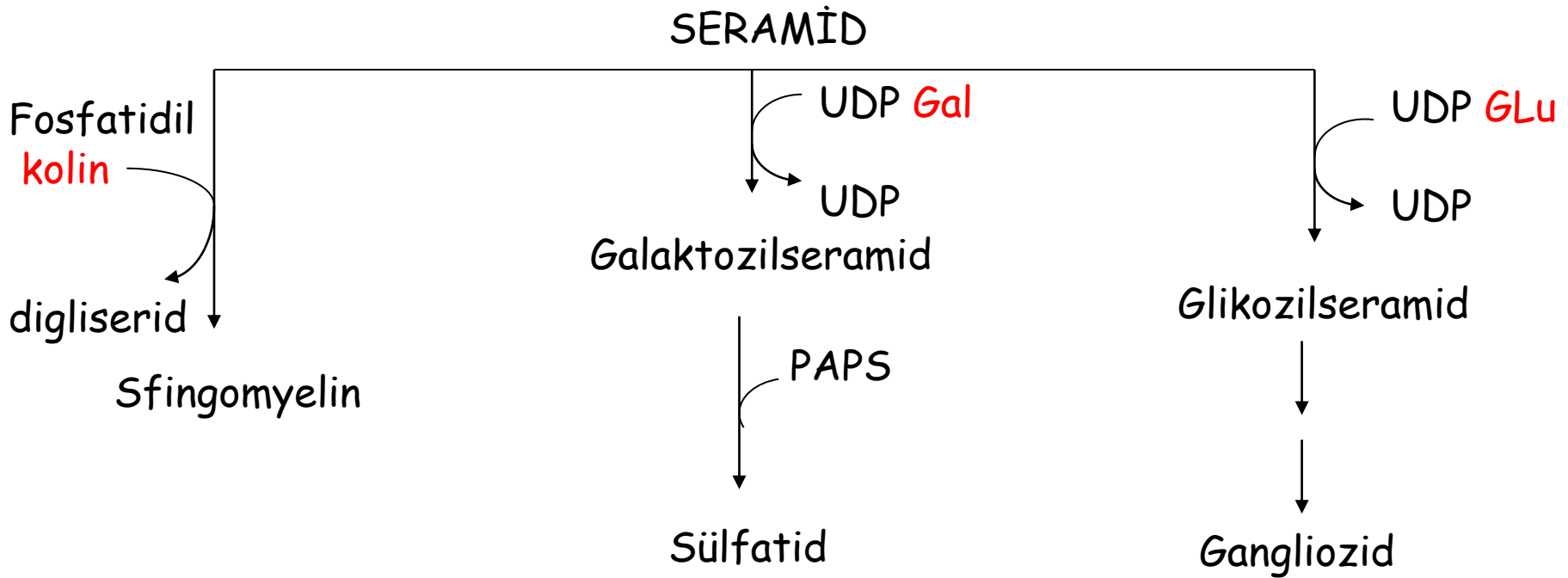
- ❑ **Seramid**; bir amid bağıyla sfingozinin amino grubunun bulunduğu 2. karbona bir yağ asidinin bağlanmasından ibarettir. Yani **sfingozinin amino grubuna bir yağ asidi girmesiyle oluşur.**
- ❑ Hayvansal ve bitkisel dokularda bol bulunur
- ❑ Bir seramid diğerinden taşıdığı yağ asitiyle ayrılır
- ❑ Seramidler bütün sfingolipidlerin metabolik kaynağıdır



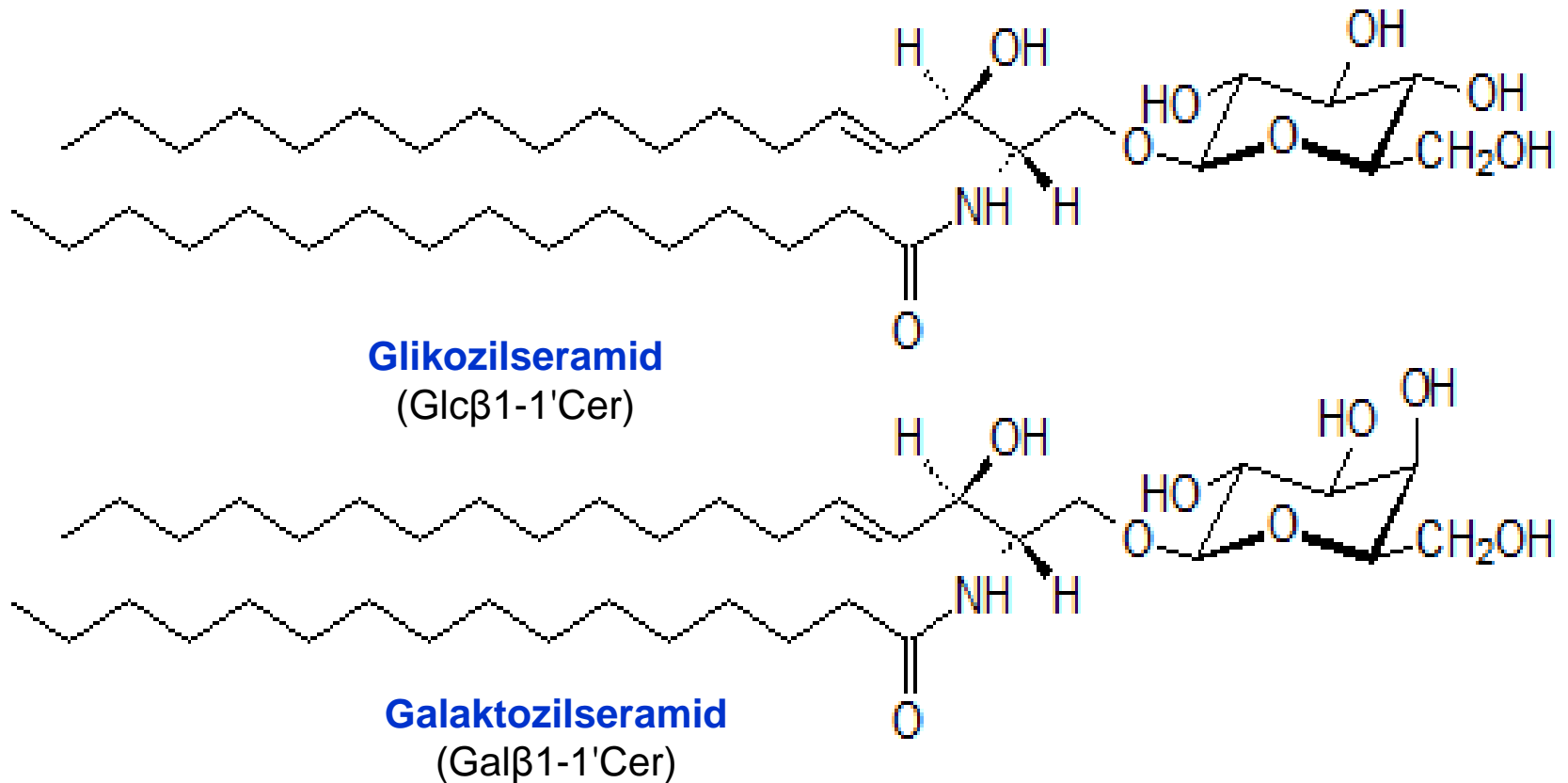
Seramide Fosfatidil kolinden kolinin eklenmesi ile **Sfingomyelin** meydana gelir.

Seramide Glikozun eklenmesi ile **Serebrozid** oluşur. Glikozu UDP taşır.

Serebrozide PAPS sülfat grubu taşır ve Sülfatid meydana gelir.



# Serebrositler





## 2. Sfingomiyelinler

- En basit yapıya sahip olup çok miktarda bulunur
- Sinirler ve beyinin yapısında, özellikle miyelin kılıfta ve çoğu memeli hücreci plazma mebranlarında bulunur.
- Sfingomiyelinler insanların saç ve epidermisinde, at ve sığırların tırnaklarında bulunur.

# 3. Glikosfingolipidler

- Seramidlerin primer alkol grubuna şekerlerin glikozid bağlarıyla eklenmesi sonucu oluşurlar.
- Serobrositler, gangliyositler ve diğer seramid oligosakkaritler bu grupta toplanırlar.

# Glikosfingolipidler

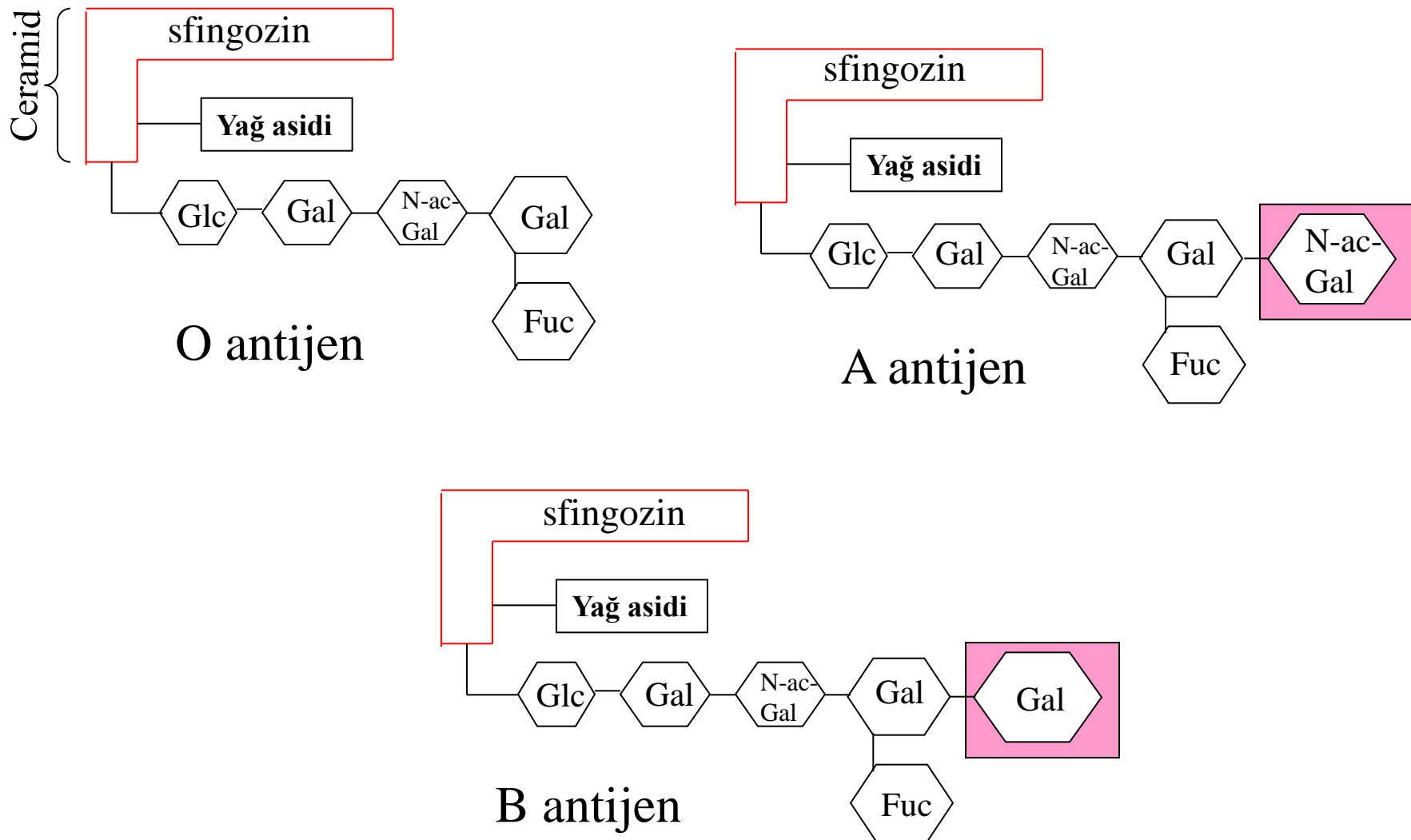
## a. Serobrositler

- Beyin hücrelerinin zarlarında bulunur.

## b. Gangliositler

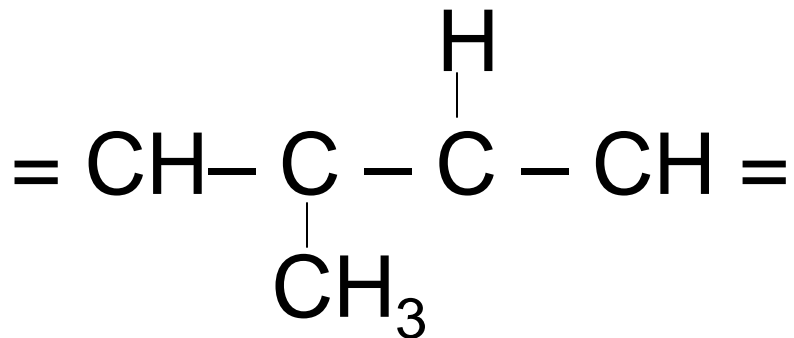
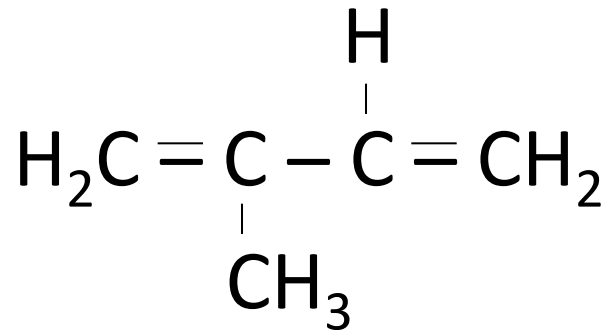
- Gangliositler, serobrositlerdeki galaktoza ilaveten birkaç molekül daha karbonhidrat bulundurlar.
- Sinir ve dalak hücrelerinde bol miktarda bulunurlar.
- Gangliositler hücrelerin birbirini tanıma ve ilişkilerini (haberleşmelerinin oluşmasını) sağlayan maddelerdir.
- **A-B-O sistemini oluşturan kan grubu antijenleri; seramide bağlanan oligosakkaridin en sonundaki 3 monosakkaridin diziliş farklılıklarına göre ortaya çıkar.**

# Kan grubu maddeleri (insan)



# 4. Terpenler

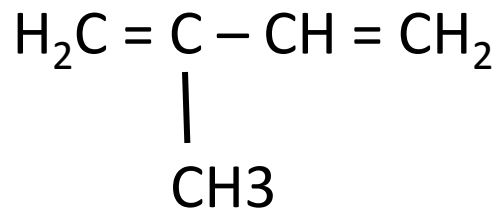
- 2-metil bütadien (**izopren**) polimerleridir.



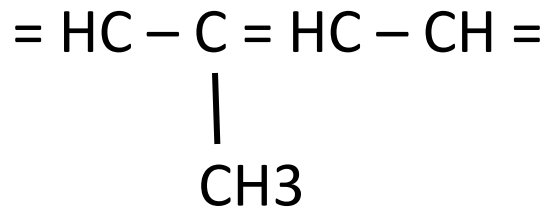
Kauçuk

# Terpenler

2-metil bütadien yapısına sahip izopren denen moleküller ile bunların polimerleri tabiatta çok yaygındır.



Böyle bir yapı inaktif haldedir. Aktif olan ise dehidre izopren molekülüdür.



# Terpenler

- ❑ Polimerizasyondan önce izopren molekülleri dehidre olur.
- ❑ Dehidre izopren molekülleri yan yana gelip polimerleşerek **terpenler** adı verilen lipidleri oluşturur.
- ❑ İki izoprenin birbirine bağlanmasıyla **monoterpen**, 4,6,8 izoprenin birbirine bağlanmasıyla **diterpenler**, **triterpenler** ve **tetraterpenler** meydana gelir.
- ❑ Terpenler, düz zincir veya halka yapıda olabilir.
- ❑ **Karotinoidler**; terpen grubunun en önemli örneklerindedir.
- ❑ Domateste **Likopin** safran bitkisinde **safran** karotinoiddir.
- ❑ Karotinoidlerin bir grubu (**karotinler**) Vit A ön maddesi olarak önemlidir.

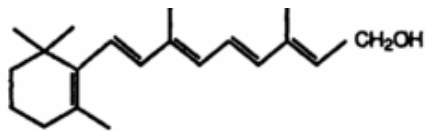
# Terpenler

- ❑ Monoterpen: Limonen, mentol, geraniol, karvon, pinen, kamfor... Bunların hepsi karakteristik koku ve tada sahiptir ve baharatlardaki tat ve kokuları oluştururlar
- ❑ Diterpen: Fitol
- ❑ Triterpenler: Squalen, lanosterol
- ❑ Tetraterpenler: Karotinoidler
- ❑ Politerpenler: Doğal kauçuk
- ❑ En önemli terpenler arasında yağda çözünen vitaminler Vit A, D, E ve K'yı saymak mümkündür.

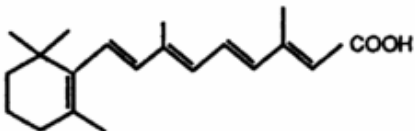


- Karotinoidler (likopin, squalen, mentan, kafur, fitol, karotin, kriptoksantin, ksantofil ve diğer renkli maddeler)
- Vit A ön maddeleri olarak karotinler biyolojik değere sahip maddelerdir.

İzopren türevi bileşikler olan **karotenoidler ve steroidler** lipidlerle ilgili maddelerdir.



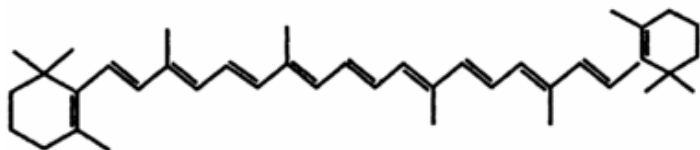
Retinol



Retinoic Acid

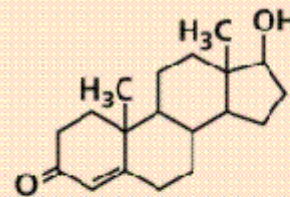


Lycopene

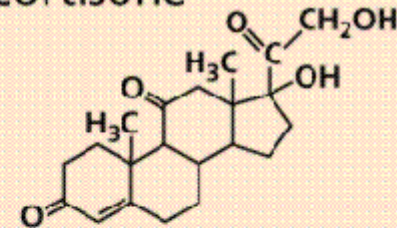


β-Carotene

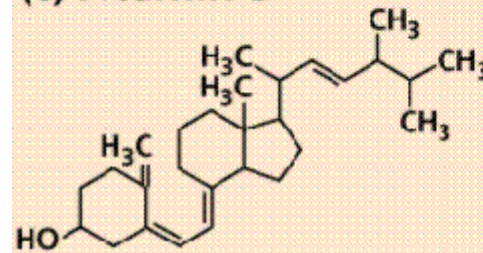
(a) Testosterone



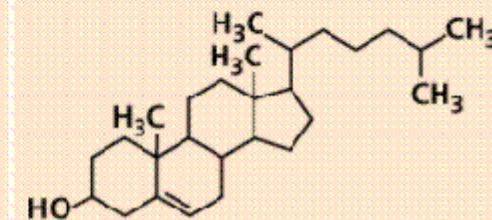
(b) Cortisone



(c) Vitamin D

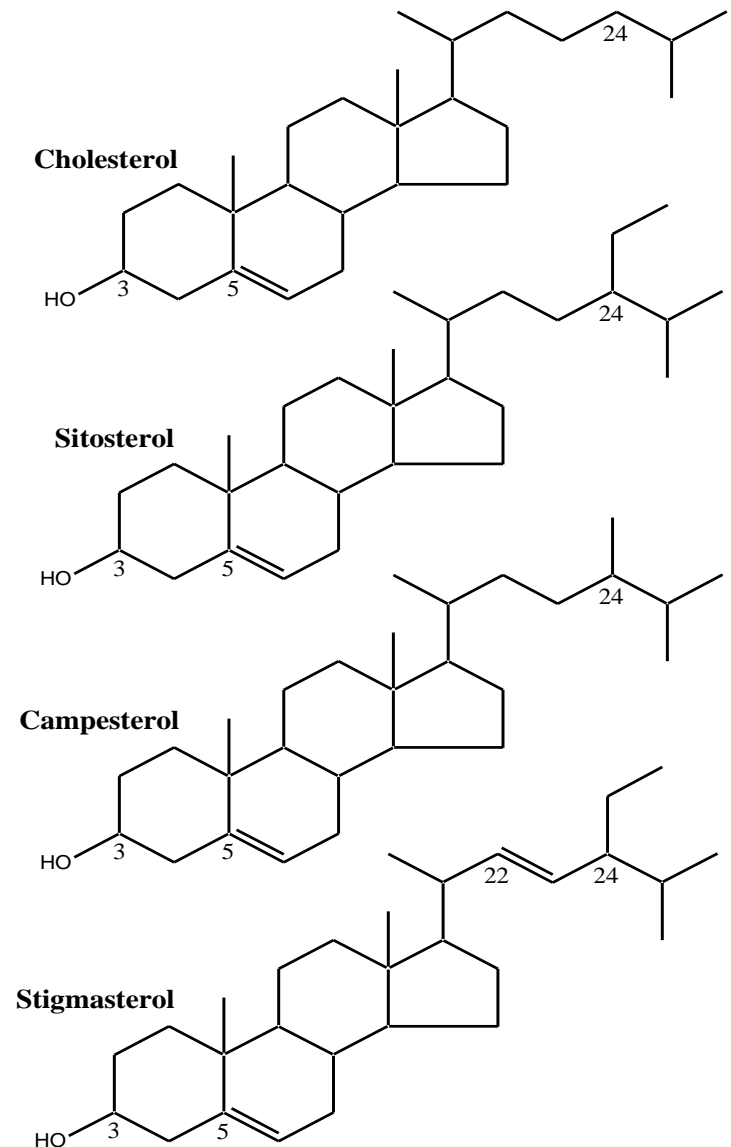


(d) Cholesterol



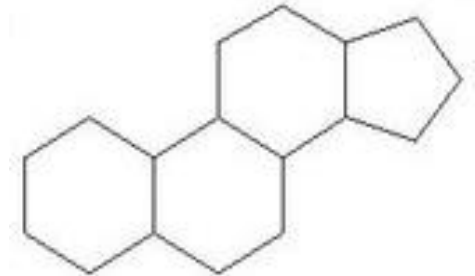
# 5. Steroller

- Zoosteroller (kolesterol= Vit D<sub>3</sub> ön maddesi)
- Fitosteroller (stigmasterol, sitosterol)
- Mükosteroller (ergosterol= Vit D<sub>2</sub> ön maddesi)



# Steroidler

- Lipidlere göre daha sert yapıda olan steroidler organizmada önemli fizyolojik görevlere sahip olan biyolojik reaksiyonlarda en fazla incelenen yapılardır.
- Hayvansal ve bitkisel dokularda yaygın olarak bulunan steroidler halkalı bir yapıya sahiptir.

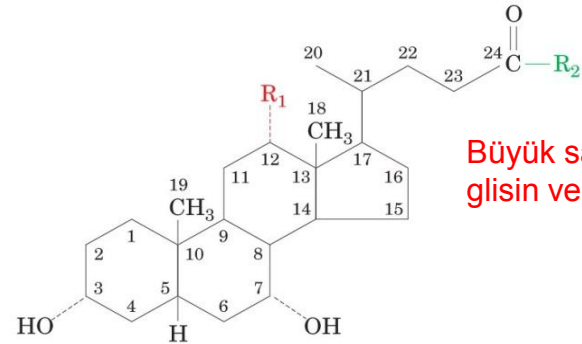


Steran halkası

Bu halkaların hepsine birden

**steran halkası** veya **siklopentanoperhidrofenantren halkası** denir.

# Biyolojik bakımdan önemli Steroidler



Büyük safra asitleri ve glisin ve taurin konjugatları

1. Sterinler

2. D vitaminleri

3. Adrenal korteks hormonları

4. Cinsiyet hormonları

5. Safra asitleri

$R_1 = OH$

$R_1 = H$

$R_2 = OH$

**Cholic acid**

**Chenodeoxycholic acid**

$R_2 = NH-CH_2-COOH$

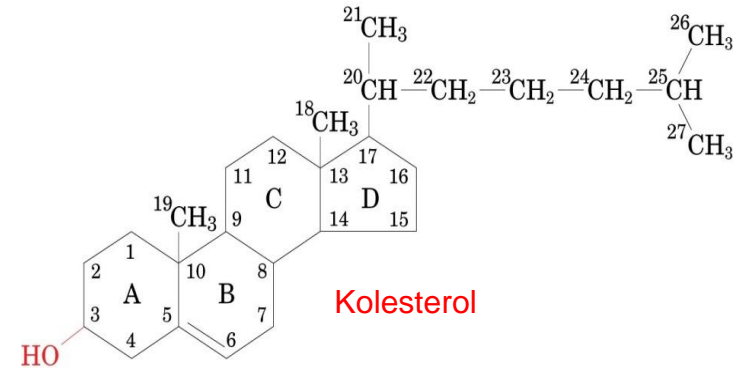
**Glycocholic acid**

**Glychenodeoxycholic acid**

$R_2 = NH-CH_2-CH_2-SO_3H$

**Taurocholic acid**

**Taurochenodeoxycholic acid**



**Kolesterol**

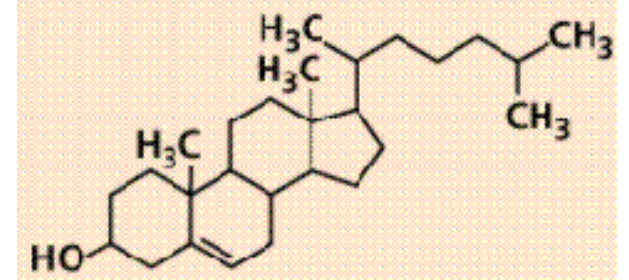
# Sterinler (Steroller)

- Bir steran halkası, bir yan zincir, bir OH grubu ve bir metil grubuna sahip maddelerdir.
- Bunlara steroller de denir ve 3 gruba ayrılır:
- **Zoosterinler**: Kolesterin (Vit D3 ön maddesi)
- **Mukosterinler**: Ergosterin (Vit D2 ön maddesi)
- **Fitosterinler**: Stigmasterol, Sitosterol gibi.

# Kolesterol

Bedende;

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



# Kolesterol

**Karaciğer; günde 1 000 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. Bu bağlamda;**

**Fasulye gibi yüksek kaliteli bitkisel proteinler, hayvan**

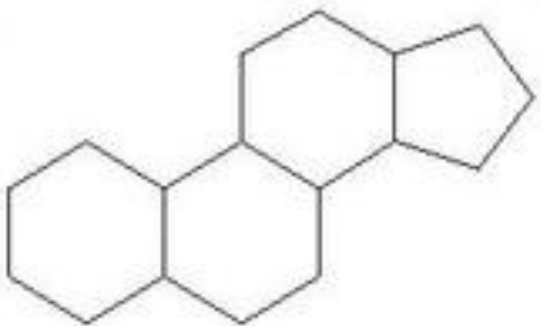
**kaynaklı proteinlere alternatif oluştururlar.**



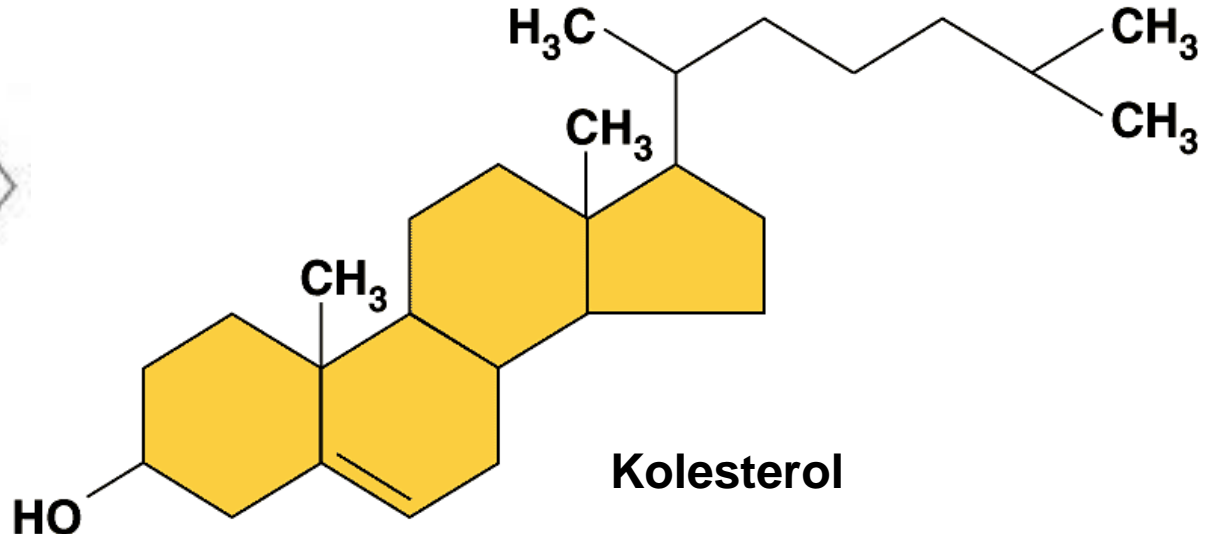


# 6. Steroidler

- **Steroidler** 4 halkadan oluşmuş bir karbon iskeletine sahip lipidlerdir, **kolesterolu, safra tuzlarını, Vit D aktif metabolitlerini ve bazı hormonları kapsar.**
  - Steroidler halkaya bağlanan fonksiyonel grupların çeşitliliğiyle farklılaşırlar.



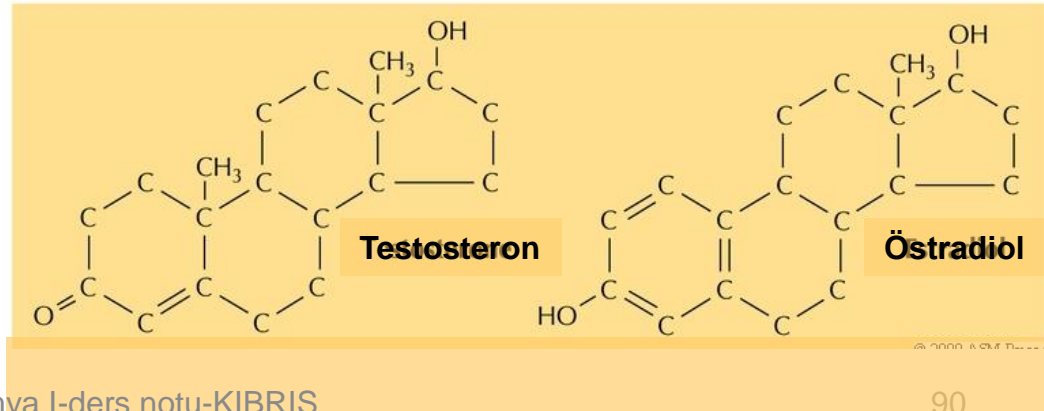
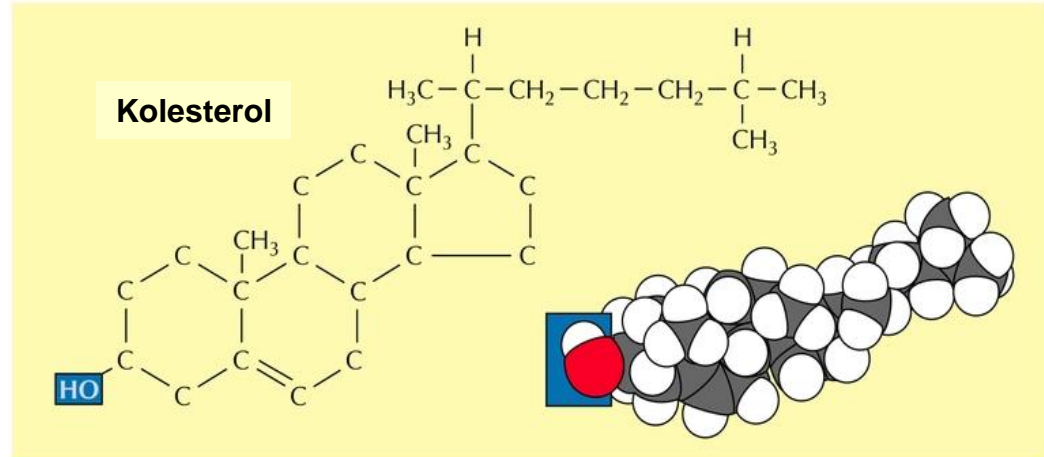
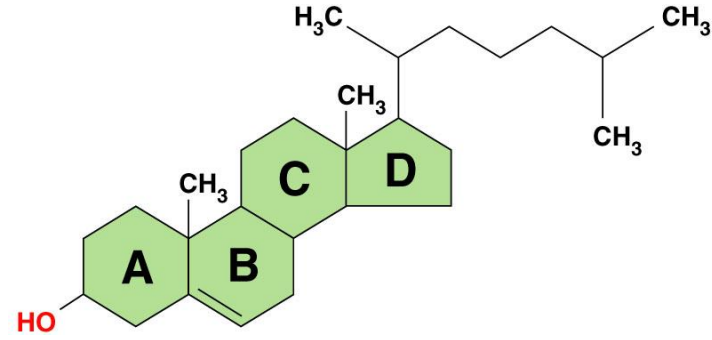
Steroid çekirdeği



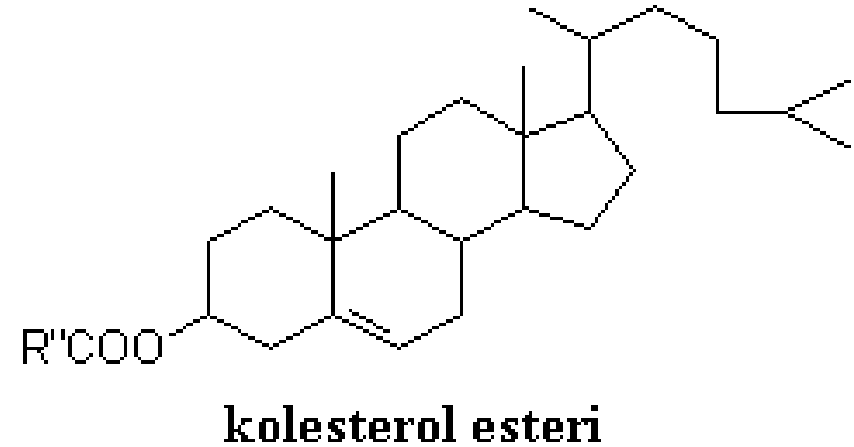
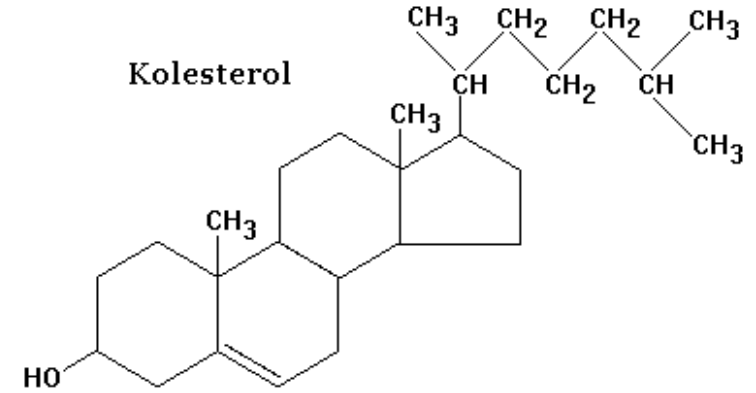
Kolesterol

# Steroidler

- Kolesterol;
  - Vücutta en çok bulunan steroid,
  - Bazı hücre zarlarında yer alır.
  - Steroid çekirdeğe metil grupları (CH<sub>3</sub>), bir alkil zincir ve bir –OH grubu bağlıdır.
  - Steroid hormonların öncül maddesidir

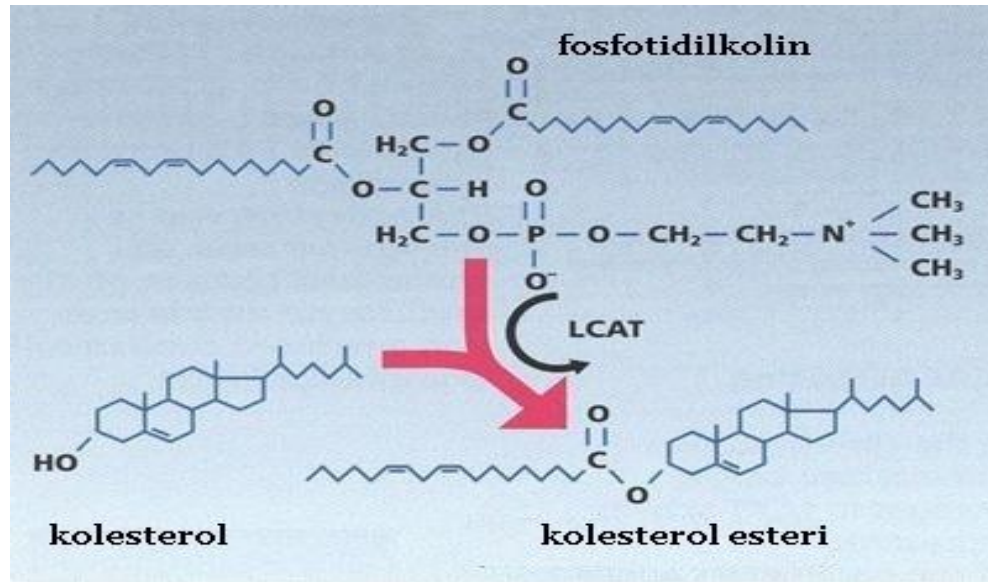


- Kolesterol önemli bir steroid olup hayvan hücre membranlarının bir bileşenidir.
- Kolesterol aynı zamanda diğer steroidlerin de ön maddesidir.
  - Bu steroidlerin bazıları hormon olup omurgalı cinsiyet hormonlarını kapsar (**testosteron**, **estradiol**)
- Kolesterolün yüksek kan düzeyleri kalp-dolaşım hastalıklarına neden olabilir.
  - **Kanda serbest ve ester halinde bulunur.**



# 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
- Ve besinlerle alınır

## Bazı besinlerin kolesterol içeriği

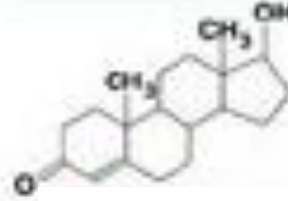
Besin	Servis ebadı	Kolesterol (mg)
Liver (beef)	3 oz	370
Egg	1	250
Lobster	3 oz	175
Fried chicken	3½ oz	130
Hamburger	3 oz	85
Chicken (no skin)	3 oz	75
Fish (salmon)	3 oz	40
Butter	1 tablespoon	30
Whole milk	1 cup	35
Skim milk	1 cup	5
Margarine	1 tablespoon	0

# Steroid Hormonlar

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

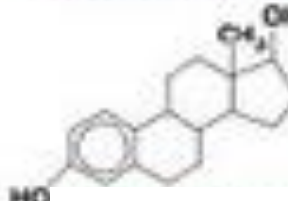
## Hormon

## Biyolojik etkileri



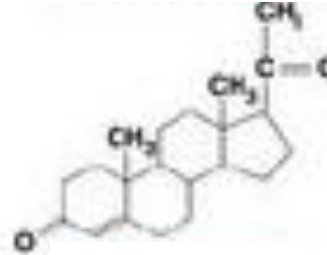
Testosteron (androjen)  
Testislerde üretilir

Erkek organların gelişmesi,  
Erkek cinsiyet özellikler,  
Sperm üretimi



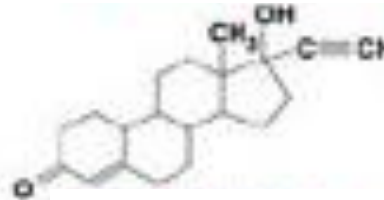
östradiol (östrojen)  
yumurtalıklarda üretilir

Diři cinsiyet özelliklerin  
Gelişmesi, olgunlaşma



Progesteron  
yumurtalıklarda üretilir

Uterusu fertilize yumurtaya  
hazılar



Norethindron  
(sentetik progestin)

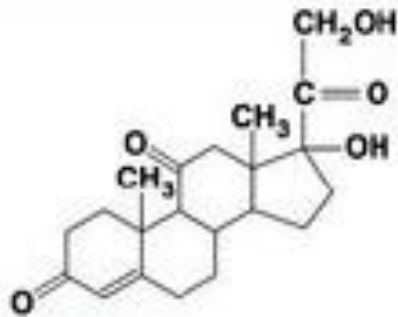
Doğum kontrol hapı

# Steroid hormonlar

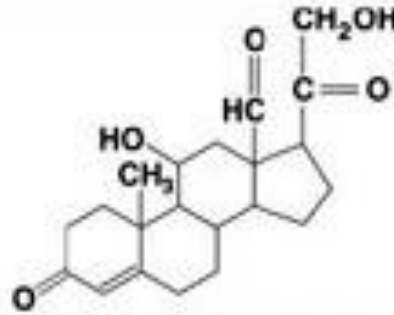
- Cinsiyet hormonları
  - Androgenler erkekte (testosteron)
  - Estrogenler dişide (estradiol)
- Adrenocorticosteroidler  
(böbrek üstü bezinden salınır)
  - mineralokortikoidler (elektrolid dengesi)
  - glikokortikoidler glikoz seviyesini düzenlerler

# Adrenal kortikosteroidler

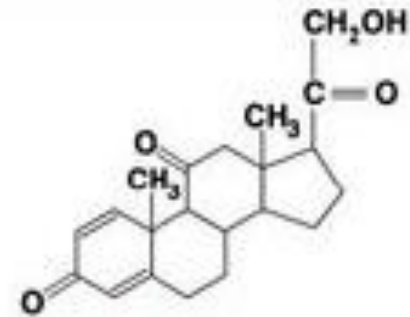
- Steroid hormonlar Adrenal kortikosteroidler olarak bilinirler:
- Her böbreğin üzerinde bulunan bezden salgılanırlar.
- Böbreklerce su-elektrolit dengesinden sorumlu, **Aldosteron**
- Bir glikokortikoid olan Kortizon, kan glikoz düzeyini arttırır, karaciğerde glikojen sentezini uyarır.



kortizon



Aldosteron  
(mineralokortikoid)



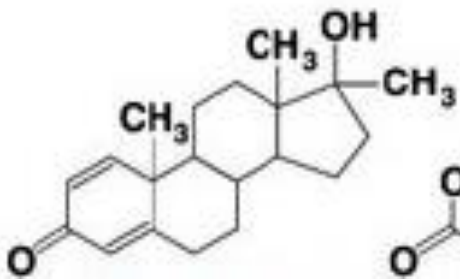
prednizon  
(Sentetik kortikoid)



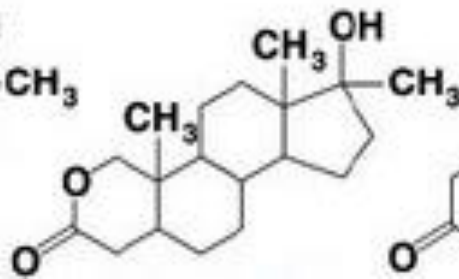
# Anabolik steroidler

Anabolik steroidler

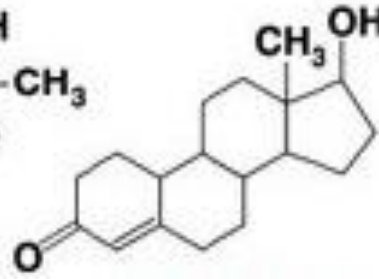
- Testosteron deriveleridirler
- Yasa dışı kas kitesini arttırıcı olarak kullanılır
- Sıvı retansiyonu, saç büyümesi, derin bozukluklar ve karaciğer bozukluğu gibi yan etkileri söz konusudur.



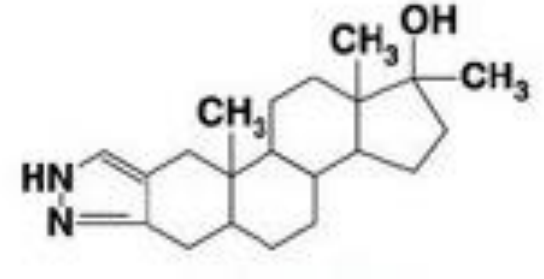
Metandienon



Oksandrolon



Nandrolon



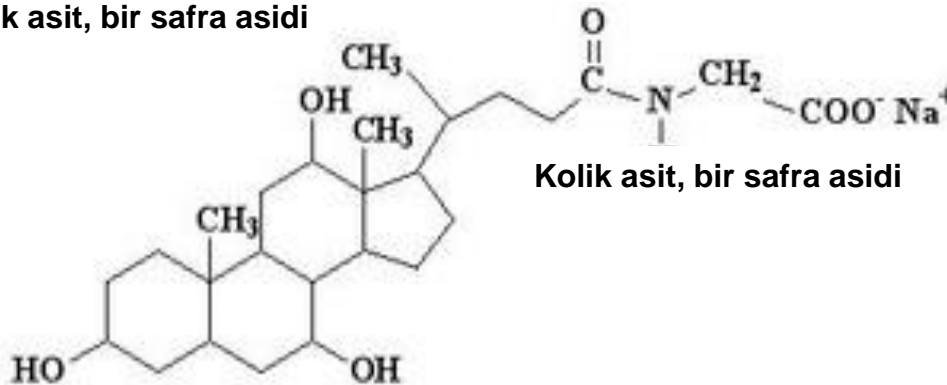
Stanozolol

# Safra tuzları

Safra tuzları:

- İnce bağırsakların deterjanıdır
- Kolesterolde sentezlenir ve safra kesesinde depolanır
- Lipid sindiren enzimler için yüzeyi genişleterek yağları emülsifiye eder,

Kolik asit, bir safra asidi



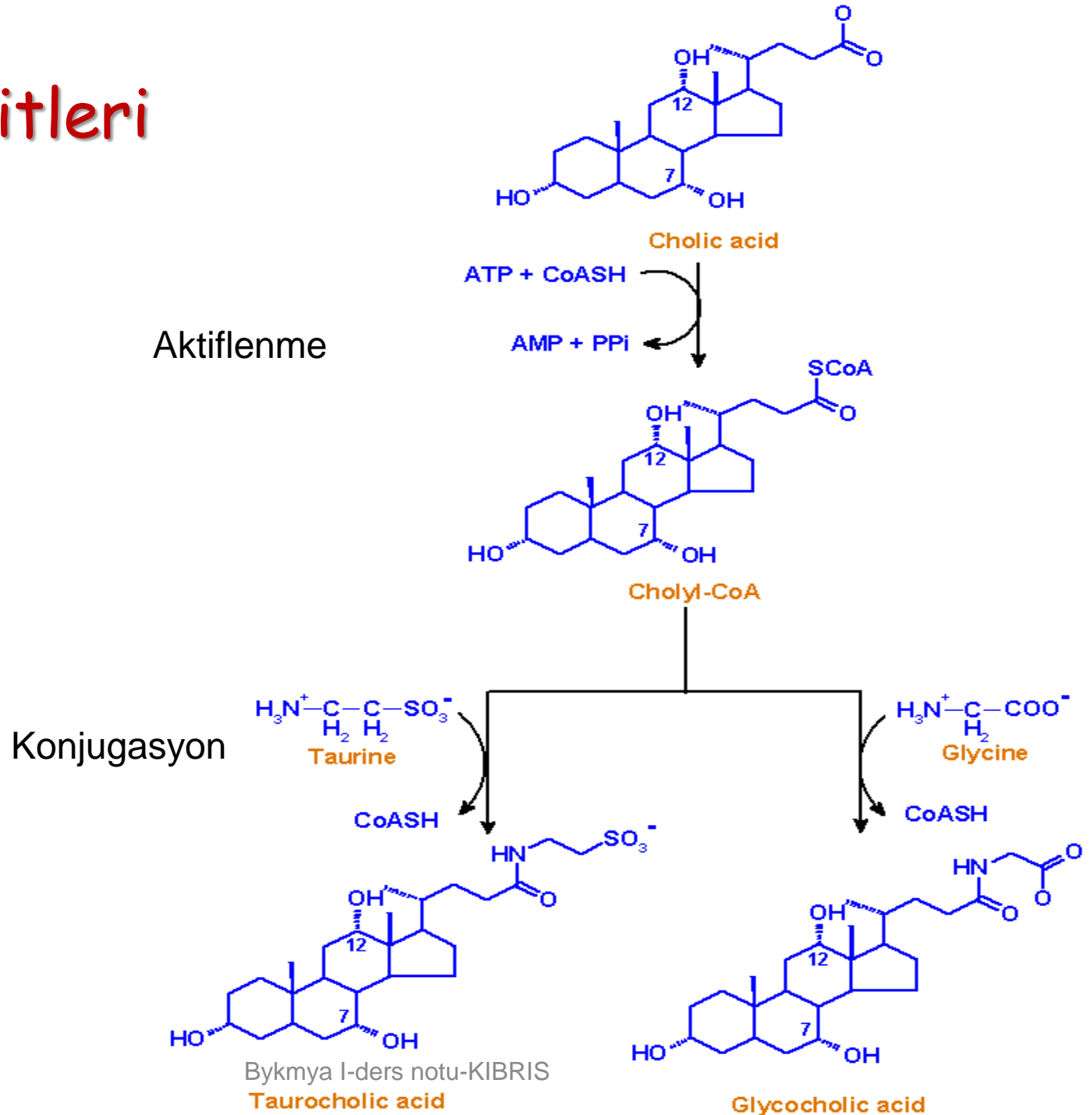
# Safra tuzları

- Karaciğerde kolesterolden sentezlenir
- Safra kesesinde depolanır
- İnce bağırsağa boşaltılır
- Yağları küçük damlacık ve partiküllere ayırarak emülsiyon haline getirir ve sindirilmeye uygun ortam yaratır.

# Safra asitlerinin yapısı

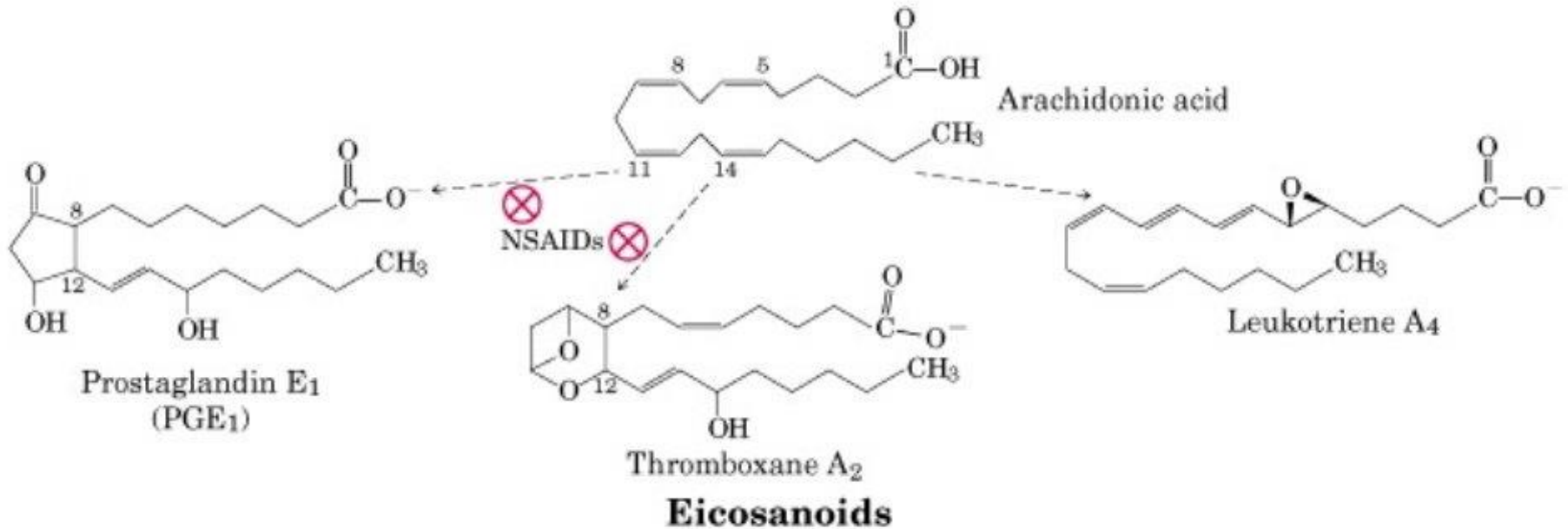
- Steran halkası vardır 17.karbonunda bir COOH grubu taşıyan 5 karbonlu yan zincire sahip maddeler olup lipidlerin sindirilmesinde önemlidir.
- Kolestrolden farkı yan zincirin kısa olmasıdır
- Kolestrinin yan zincirinin son 3 C nun oksidasyona uğramasıyla oluşur
- Kolik asit, dezoksi kolik asit, litokolik asit, hyodezoksikolik asit, kenodezoksikolik asit safra asitlerine örnek olarak verilebilir.

# Safra asitleri



# Eikozanoidler

**Eikozanoidler**, omurgalı hayvanların çeşitli dokularında son derece güçlü hormon benzeri etkilerinin çeşitliliği ile bilinen, 20 karbonlu poliansatüre yağ asidi olan 20: 4 $\Delta^{5,8,11,14}$  araşidonik asit türevi bileşiklerdir.



# Omega-3 (n-3) ve Omega-6 (n-6) Eicosanoidler

- **Eicosatrienoic**: 3 çift bağ,  $\Omega$ -9, oleic; C-20  $\Delta$ 8, 11,14; 1-seriler
- **Arachidonic**: 4 çift bağ,  $\Omega$ -6, linoleic; C-20  $\Delta$ 5,8,11,14; 2-seriler
- **Eicosapentanoic**: 5 çift bağ,  $\Omega$ -3, linoleic; C-20  $\Delta$ 5,8,11,14,17; 3-seriler

## ● Eicosanoidlerin temel özellikleri -

- ★ Prostaglandinler ve leukotrienler lokal etkili hormon benzeri lipidler olup diyetteki esansiyel doymamış yağ asitlerinden köken alırlar.

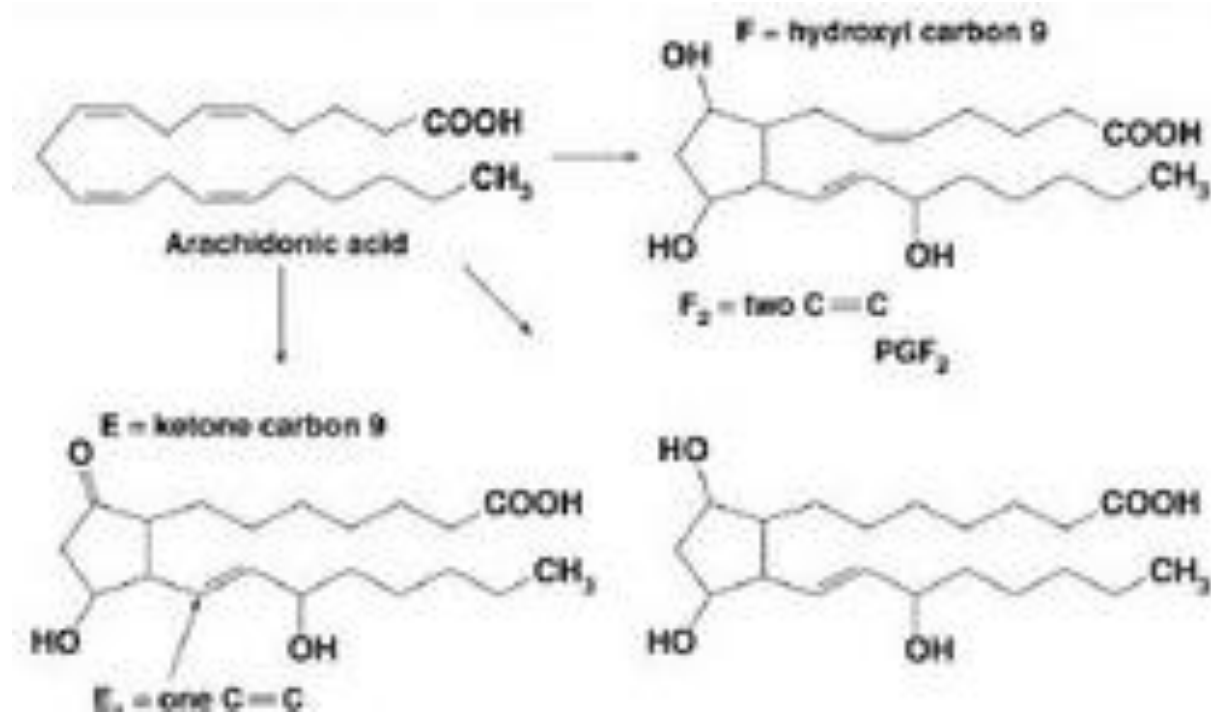
## ● Esansiyel doymamış yağ asitleri:

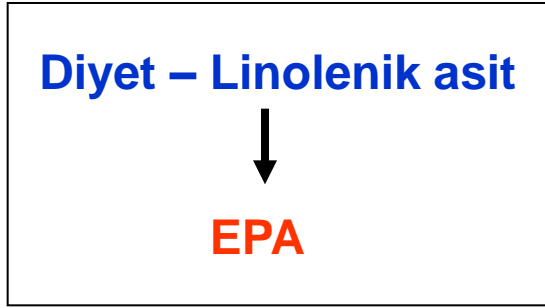
- ★ linoleik asit ve  $\alpha$ -linolenik asit membran sıvısallığını sağlar
- ★ Esansiyel doymamış yağ asitleri (linoleik ve  $\alpha$ -linolenik asitler) eicosanoidlerin ön maddesidir.



# Prostaglandinler

- Prostaglandinler:
  - Yağ asidi zincirinde 20 karbon var
  - Karbon 11 ve 15'de bir OH
  - Karbon 13'de Bir trans çift bağ





**Diyet-Linoleik asit**

metabolizma

Araşidonik asit

esterleşme

Membran fosfolipidleri

Glikokortikoidler

**Hücre aktivasyon olayları:**

- Mekanik darbe
- Sitokinler
- Büyüme faktörleri

Fosfolipaz-A<sub>2</sub>

Araşidonik asit

Zyflo

Lipooksijenaz

Aspirin, Indomethacin, Ibuprofen

Siklooksijenaz

Prostaglandinler  
ve Thromboksanlar

Leukotrienler

3. Yangı giderici- **glikokortikoidler**, **nonsteroidal anti-inflammatary drug'lar (NSAID'ler)**, ve **Zyflo/Accolat**'ın biyokimyasal etkileri farklıdır. .

- **Yangı giderici glikokortikoidler fosfolipaz A<sub>2</sub> yi inhibe ederler ve, böylelikle, prostaglandin ve leukotrien oluşumunu önlerler.**
- **Nonsteroidal anti-inflamatuvar ilaçlar (NSAID'ler) siklooksijenaz'ı (COX) inhibe ederler, ve böylece prostaglandin/thromboksan sentezini önlerler.**

## 2. Prostaglandinlerin ve leukotrienlerin sentezi esansiyel (diyet) **linoleik** ve **$\alpha$ -linolenik asitleri** kapsayan öncümaddelerin kaynağını gösterir ve **fosfolipaz A<sub>2</sub>** nin önemini gösterir

- **Araşidonik asit** diyetinde bulunan esansiyel **linoleik asitten** sentezlenir ve "seri 2" prostaglandin'lerin ve tromboksan'ların, "seri 4" leukotrienlerin öncü maddesi olarak hizmet ederler.
- Diyetinde esansiyel  **$\alpha$ -linolenik asit** eicosapentaenoik asidin (**EPA**) ön maddesidir, ki bu da "seri 3" prostaglandinler ve thromboxanlara, "seri 5" leukotrienlere dönüştürülebilir.
- **Araşidonik asit ve EPA membrandan** salınırlar, **fosfolipaz A<sub>2</sub>** etkisiyle fosfolipidlerden salınırlar.

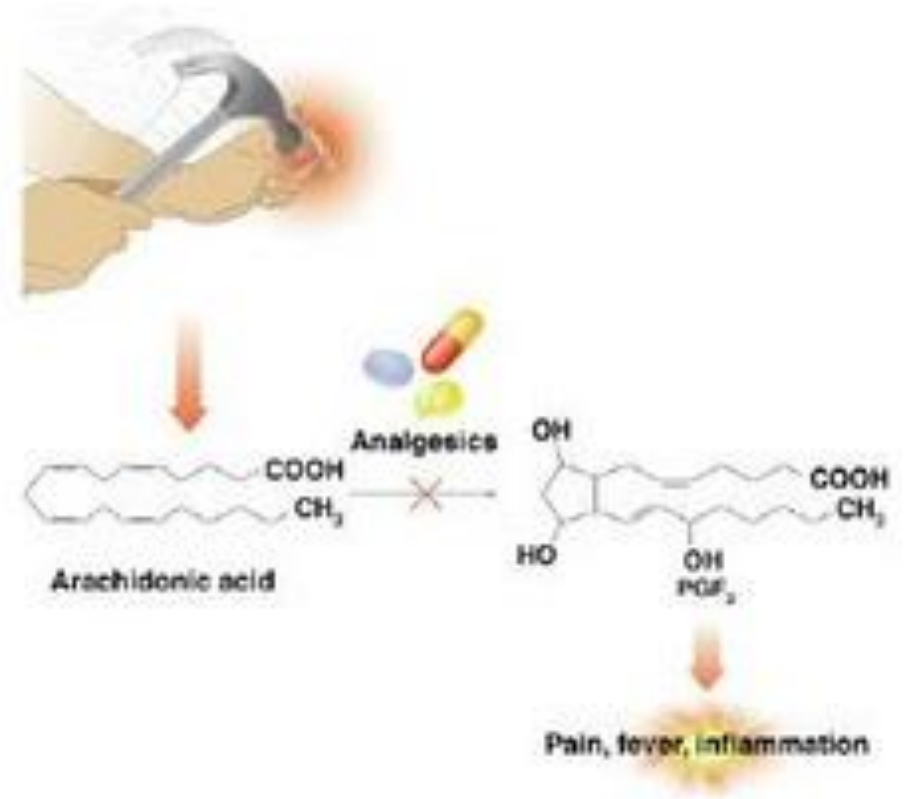
# Prostaglandinlerin (PG) ve leukotrienlerin (LT) etkileri

- **Prostaglandinlerin** etkileri: yangı, ağrı/ateş, kan pıhtılaşması, bağırsak, böbrek, uterus ve merkezi sinir sistemi etkileri
- **Leukotrienlerin** etkileri: başlıca hipersensitivite ve alerjik reaksiyonlar

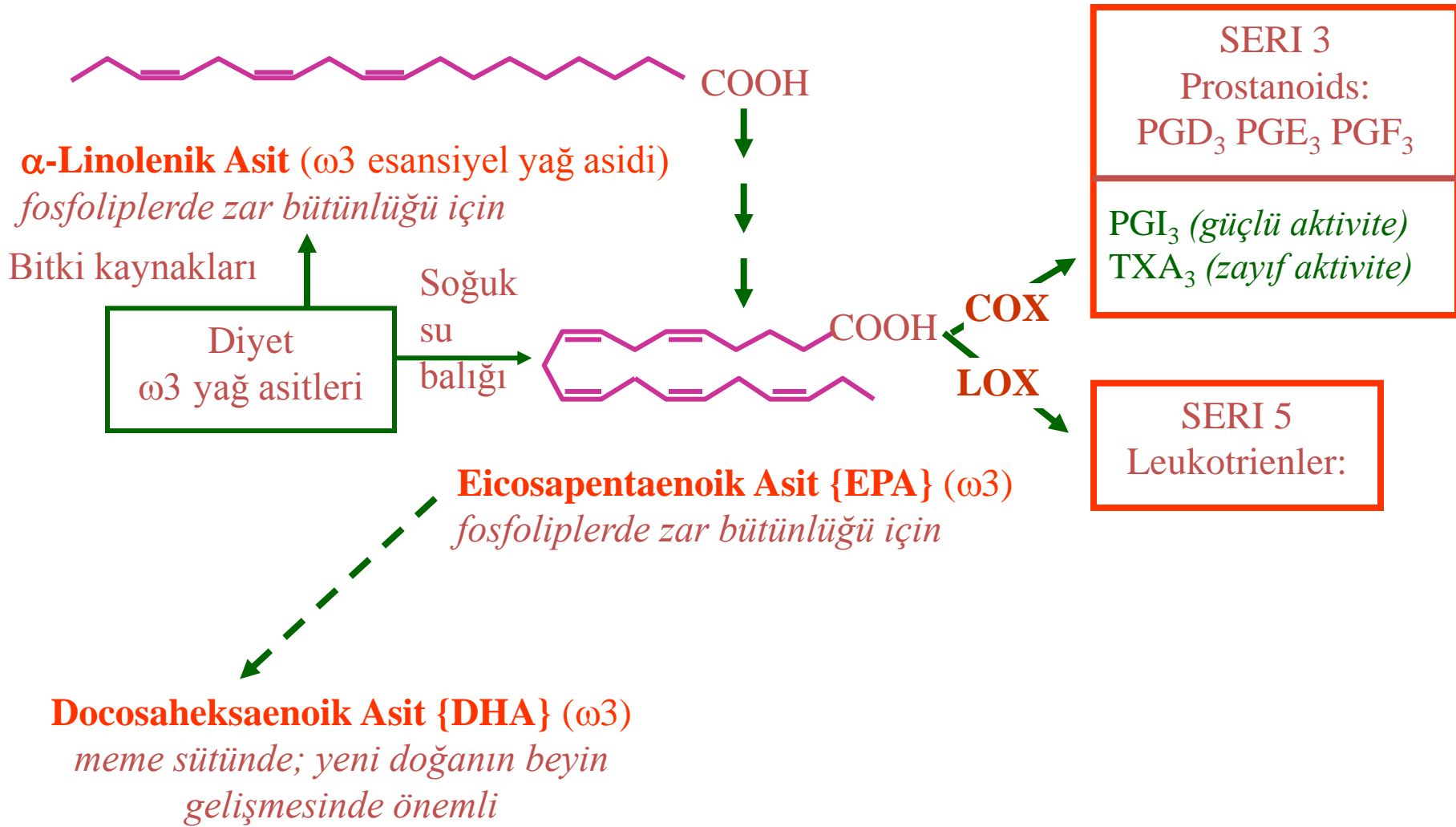
# Vücutta Prostaglandinler

## Prostaglandinler:

- Yaralı dokular tarafından yapılırlar
- Ağrı, ateş ve yangı ilişkilidirler
- **Aspirin** gibi yangı gidericiler verildiğinde yapılmaz sentezi inhibe olur



- Omega 3 yağ asitleri (soğuk su balıklarından) EPA'nın ön maddeleridir. Ki bu docosahexaenoic acid (DHA) den üretilir ve yeni doğanlarda beyin gelişmesinde önemlidir.
- EPA da  $PGI_3$  ve  $TXA_3$ ;  $PGI_3$  üretimiyle sonuçlanır.
- $\omega 3$  diyet yağ asitleri kalp-damar hastalıklarını önler
- 3 Serisi leukotrienler ve prostaglandinler immünsüpresif olabilirler ve kan pıhtılaşmasını engelleyici yetenekleri nedeniyle kanamaya neden olabilirler.



Eicosanoidler ve biyosentetik kaynakları.

$\omega$ 3 ön maddelerden sentez



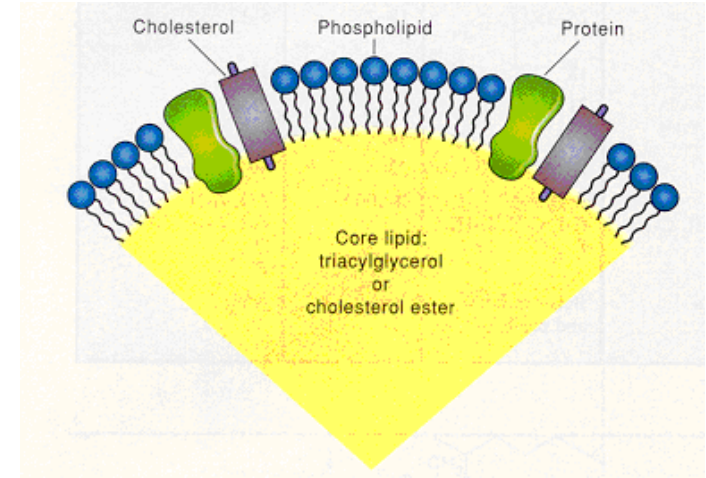
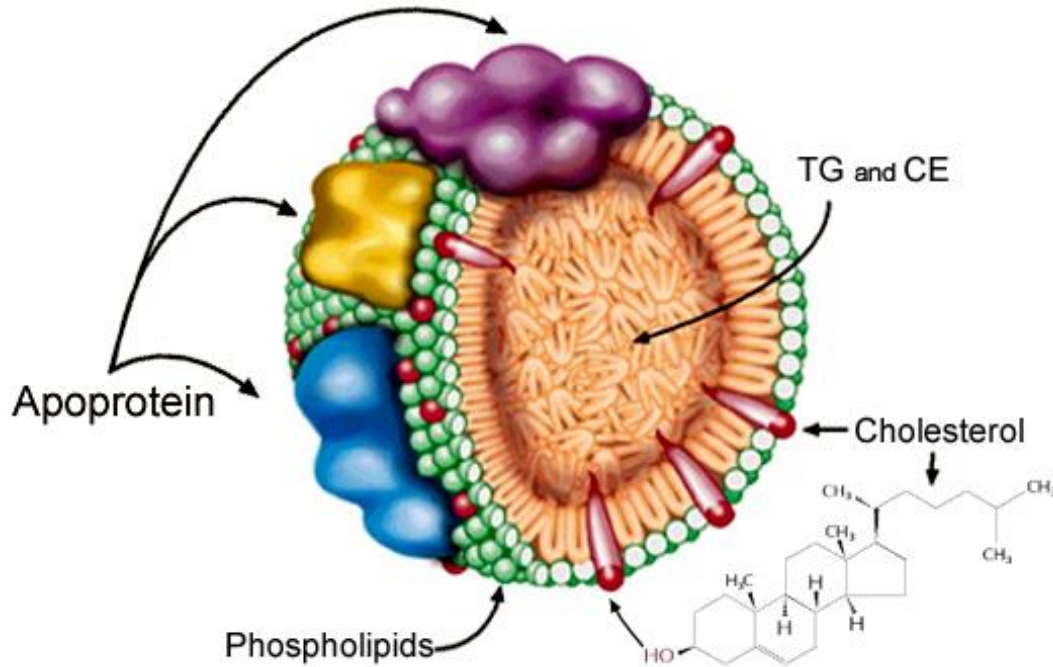
- **Esansiyel yağ asidi yetersizliği** çocuklarda dermatitis ve beyin gelişmesinde yavaşlama ile sonuçlanır.
- Leukotrienler peptidlerle kovalan olarak bağlıdırlar ve peptidoleukotrien ler meydana gelir. Bunlar **anafilaksin**in yavaş reaksiyon veren bileşikleridir.
- **NSAID'ler COX-1 den COX-2 ye doğru güçlü şekilde inhibe ederler.**

# Türev Lipidler

- Lipoproteinler
- Glikolipidler
- Türev lipidlerin en önemlisi plazma lipoproteinleridir
- Plazma lipoproteinleri, fosfolipid ve triakilgliserollerin taşınmasında önemli rol oynar
- Glikolipidler de özellikle biyolojik membranlarda oldukça önemli fonksiyonlara sahiplerdir.



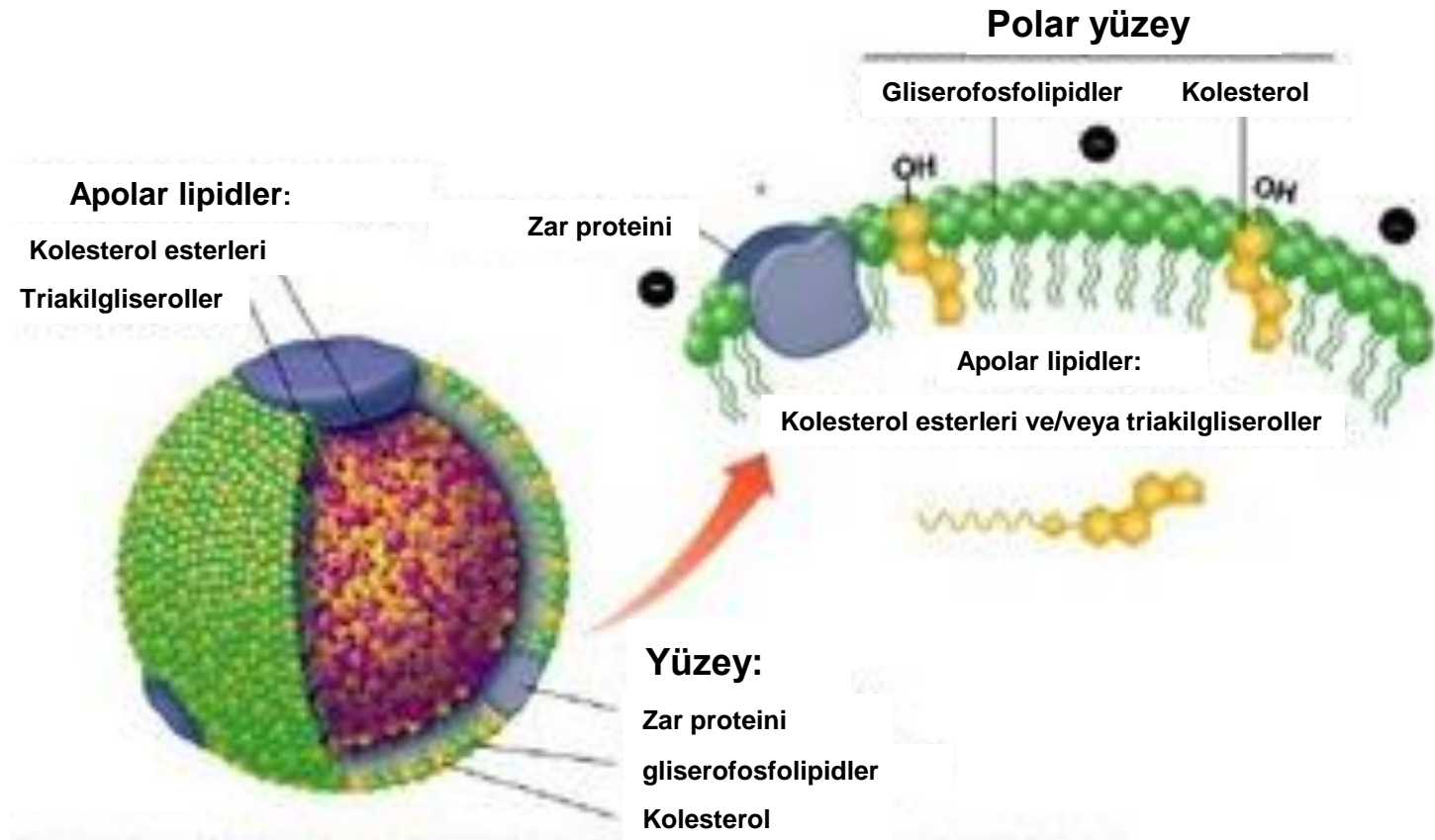
Trigliserid, kolesterol ve fosfolipidlerin deęişik oranlarda protein ile kombinasyonu sonucu oluşan moleküler agregatlar **lipoproteinlerdir**



Lipoproteinler suda çözünebilirler ve lipidler böylece kanda taşınabilirler

# Lipoproteinler

- Lipoproteinler kanda lipidleri taşımada kullanılır;
- Proteinler ve fosfolipidlerden oluşan kombine lipidlerdir.
- Suda çözünürler çünkü, yüzeyde polar lipidler yer alır.



# Lipoprotein tipleri

- Lipoproteinler;
- Dansite, içerik ve fonksiyon ile farklılaşırlar

## Plazma lipoproteinlerinin yapısı ve özellikleri

	Şilomikron	VLDL	LDL	HDL
Dansite (g/mL)	0.94	0.950–1.006	1.006–1.063	1.063–1.210
İçerik (kütlenin % si):				
Triakilgliserol	86	55	6	4
Fosfolipidler	7	18	22	24
Kolesterol	2	7	8	2
Kolesterol-esterleri	3	12	42	15
Protein	2	8	22	55

# Lipoproteinlerin vücutta taşınımı



**VLDL ve LDL'ler**  
Karaciğerden kas ve hücrelerdeki yağ depolarına Triaklglicerollerini taşır

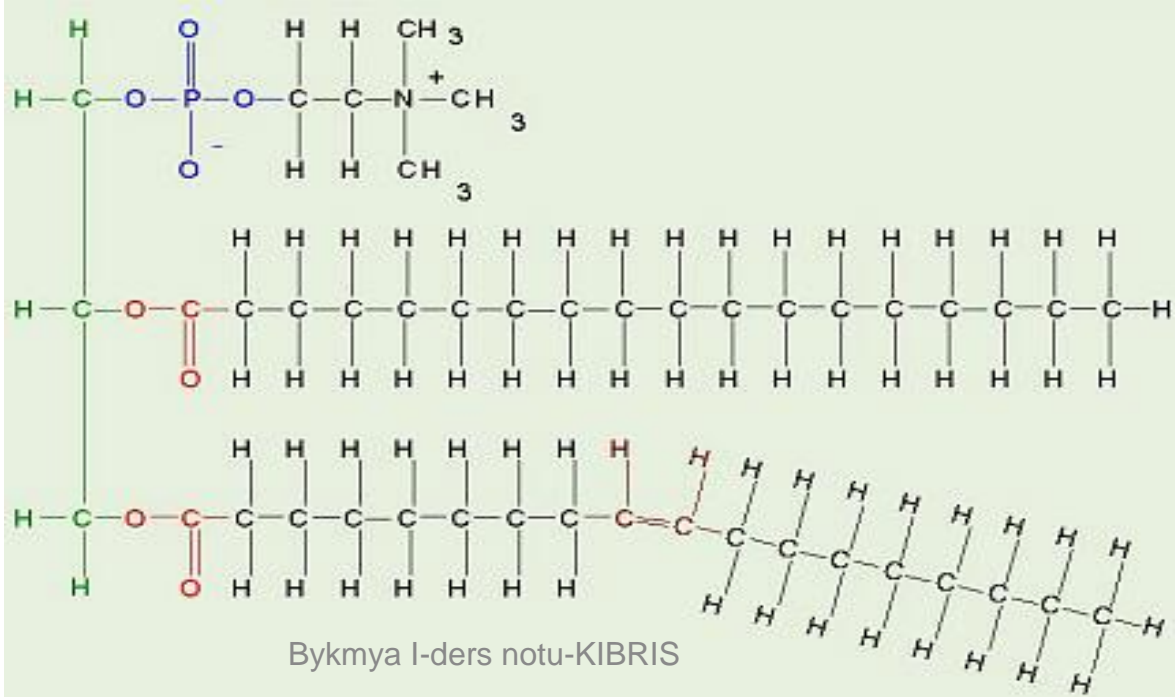
**HDL'ler** karaciğere kolesterol taşır

**LDL'ler** kolesterolü hücelere taşır ve Kolesterolün fazlasını damarlarda biriktirir



# Ders sonu Kısa Sorular

1. Fosfolipid ve sfingolipidlere birer örnek veriniz?
2. Seramid hangi sınıf bir lipiddir ve alt bileşenleri nedir sadece isimlerini yazınız?
3. Formül hangi lipidi gösteriyor ? Bileşenlerin adlarını yazınız?





# Ders sonu Kısa Sorular

1. Fosfatidik asiti genel formülle gösteriniz ?
2. Seramid nedir tanımlayınız ve genel formülle gösteriniz ?
3. İnsan kan grupları ne tür bir lipiddir ? A grubunun antijenik özelliğini hangi grup madde belirlenir ?