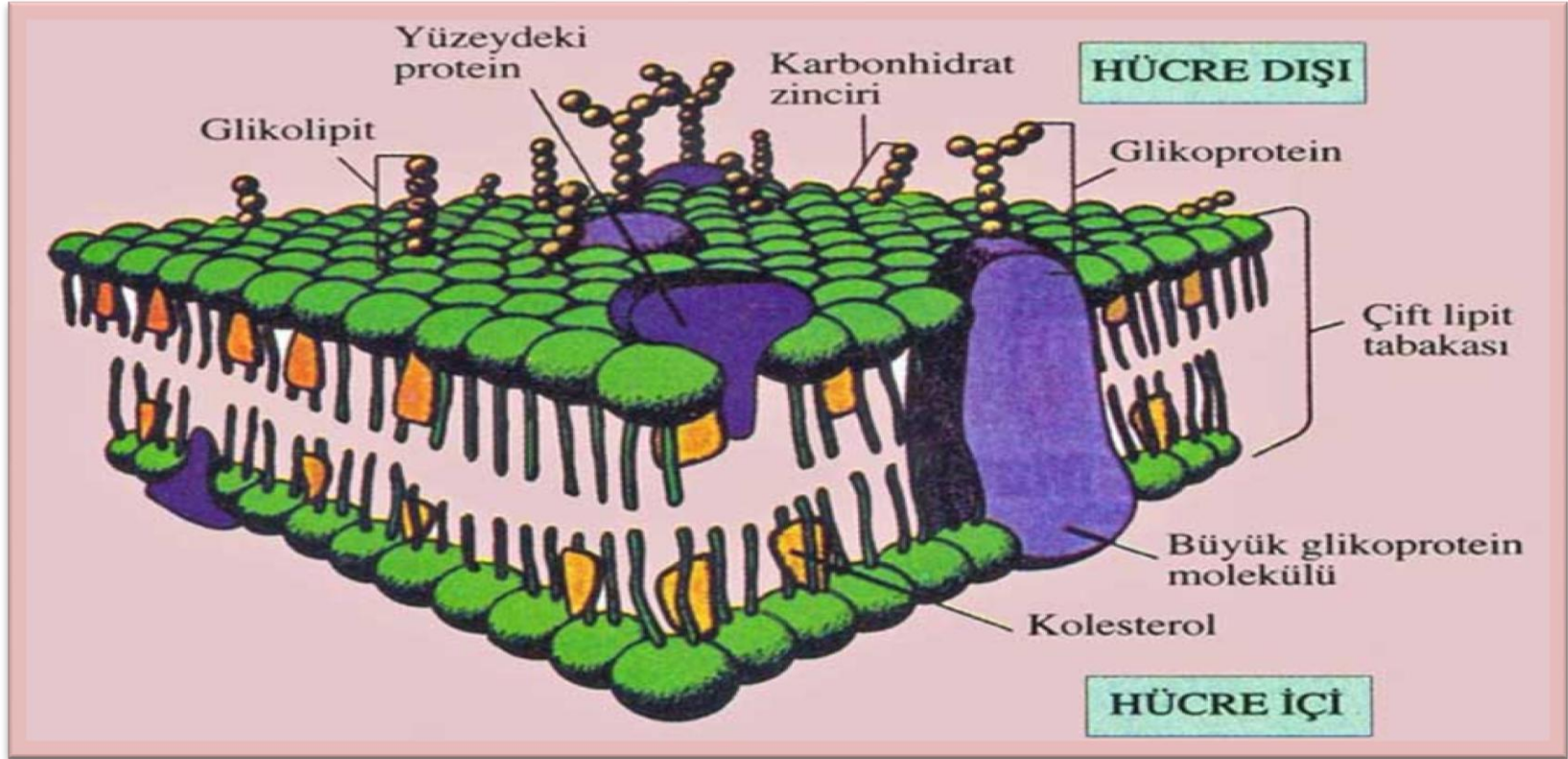


Membran Organizasyonu



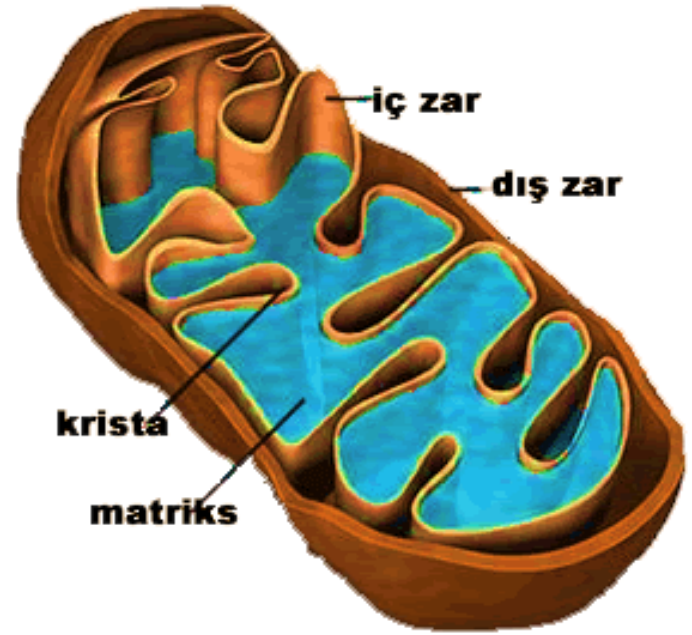
Yrd. Doç. Dr. Aslı AYKAÇ

Tıp Fakültesi

Biyofizik AD

Biyolojik Zarlar

- plazma zarları
- mitokondri, kloroplast, lizozom gibi organelleri sitoplazmadan ayıran *hücre içi zarlar*

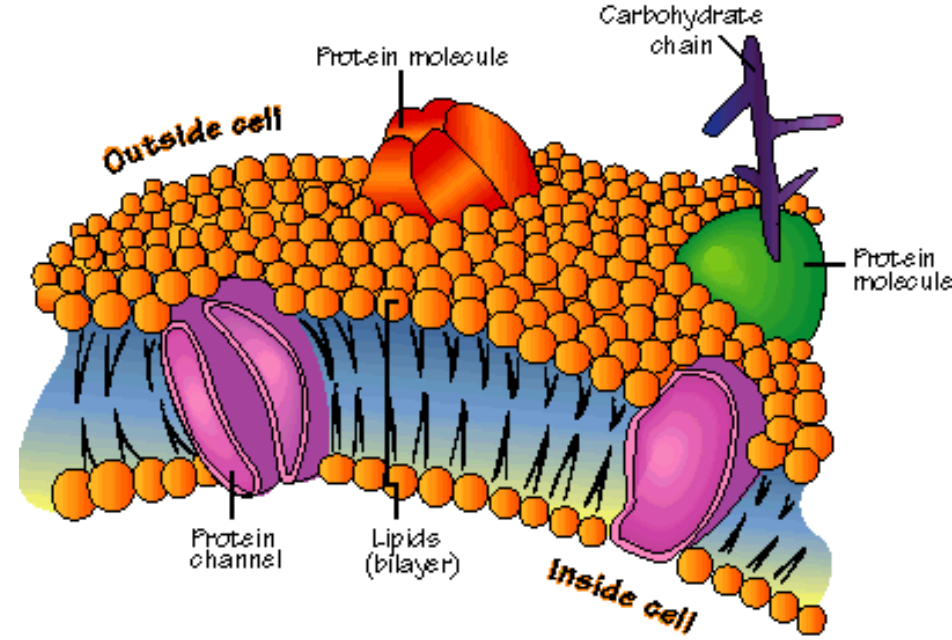


mitokondri

Hücre zarı (plazma zarı),

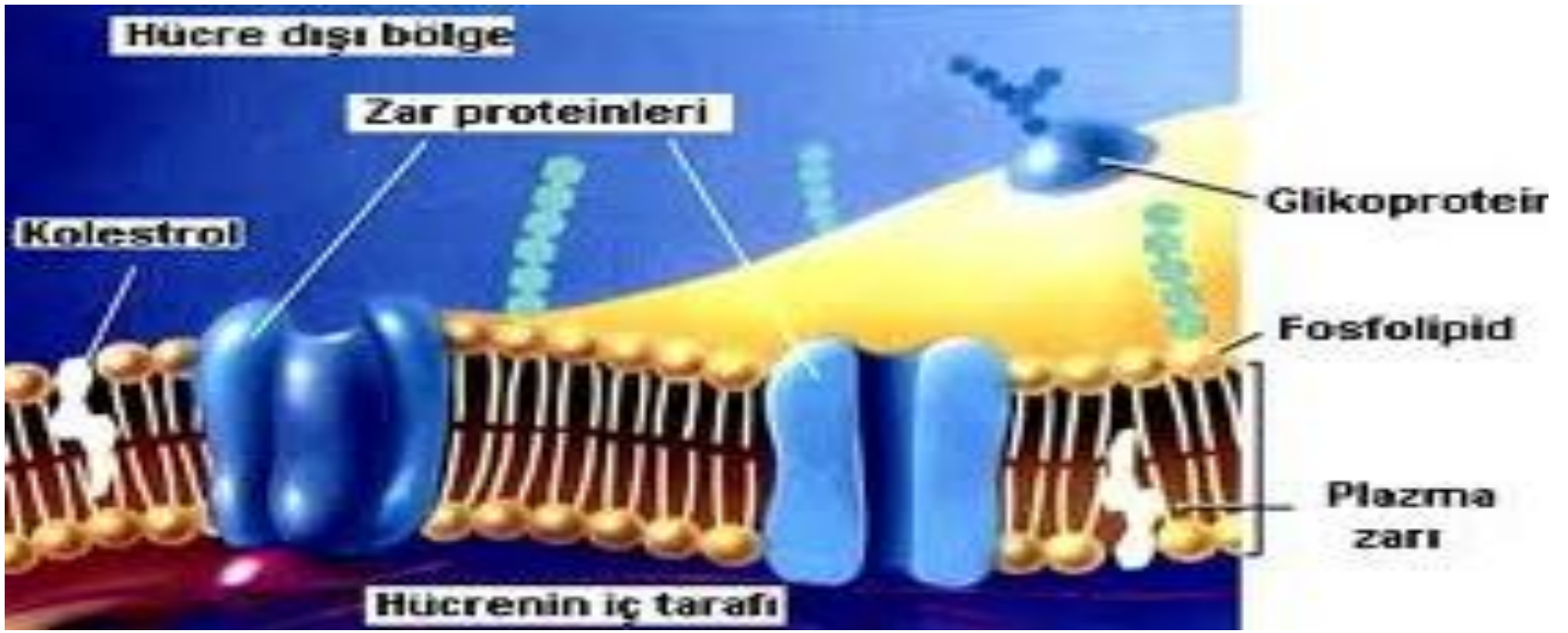
hücrenin

- organellerini ve sıvı içeriğini sarar-dağılmaktan korur
- yapısal bütünlük sağlar-dış etkilerden korur
- seçici geçirgen bir yapı-madde alış verişini sağlar



Biyolojik Zarların İşlevleri

- ✓ pompalar ve kanallar aracılı ile hücre içi ve dışı arasında madde alış-verişini gerçekleştirerek hücre içi molekül ve iyon derişimini düzenler
- ✓ hücreler arası haberleşmede
- ✓ kimyasal ve elektriksel sinyaller (bazı hücrelerin) üretir



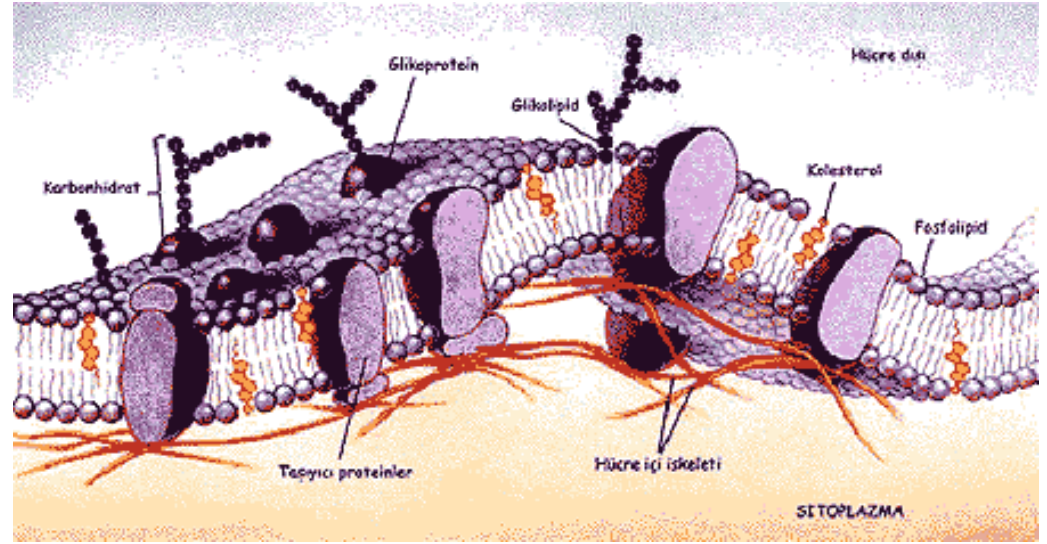
Biyolojik Zarların Yapıları-1

- Yassı
- Asimetrik
- Sıvı ve akışkan
- Seçici geçirgen
- Genişleyerek büyür (esnektir)
- Üzerinde por adı verilen delikler bulunur

Biyolojik Zarların Yapıları-2

- Lipidler ve proteinler (1/4 - 4/1)
- Lipid ve proteinler zar yüzeyinde hareket halindedirler.
- Zar lipidleri, hidrofobik ve hidrofilik uçlar taşıyan nispeten küçük moleküllerdir.
- Zar proteinleri pompa, kanal, reseptör, enzim ve yapı elemanı
- Tüm biyolojik zarlar kendilerini oluşturan makromoleküllerin non-kovalent etkileşimleri ile ortaya çıkmıştır

Zar Lipidleri



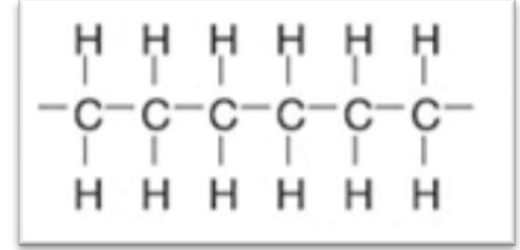
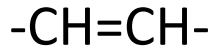
Biyolojik zarların en karakteristik yapısal özelliklerini belirler

- Zar bileşeni
 - Yakıt deposu
 - Enerji deposu
- role sahiptir

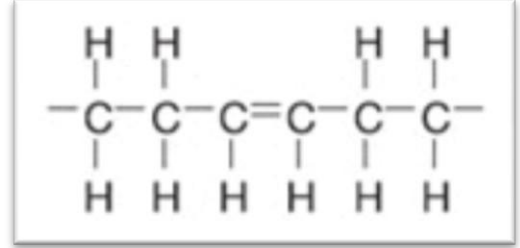
Yağ Asitleri

Yağ asitleri, hidrokarbon zincirdeki bağlara göre

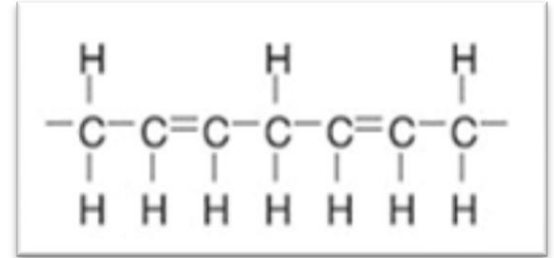
- ❖ Doymuş (sature) yağ asitlerinin ise hidrokarbon zincirleri **düzdür**
- ❖ Doymamış yağ asitlerinde **çifte bağlar** bulunduğu için zincirleri **kıvrımlıdır**



Doymuş yağ asidi

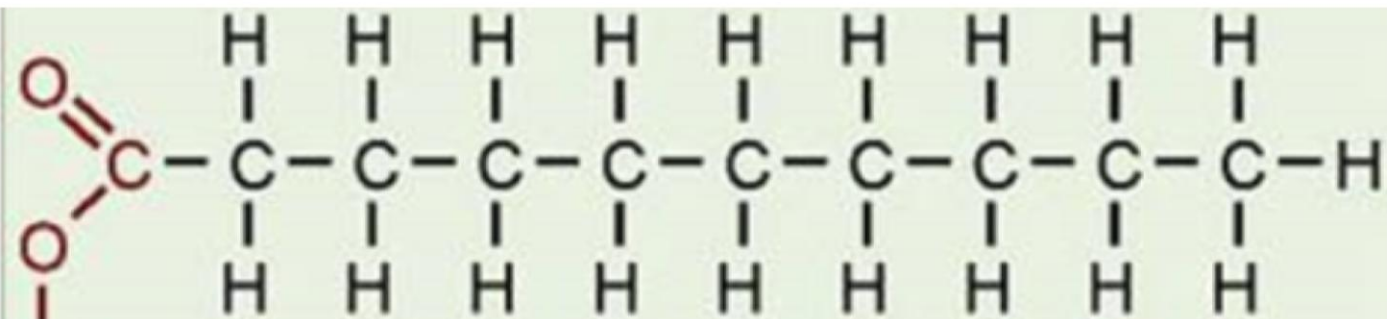


Tekli doymamış yağ asidi

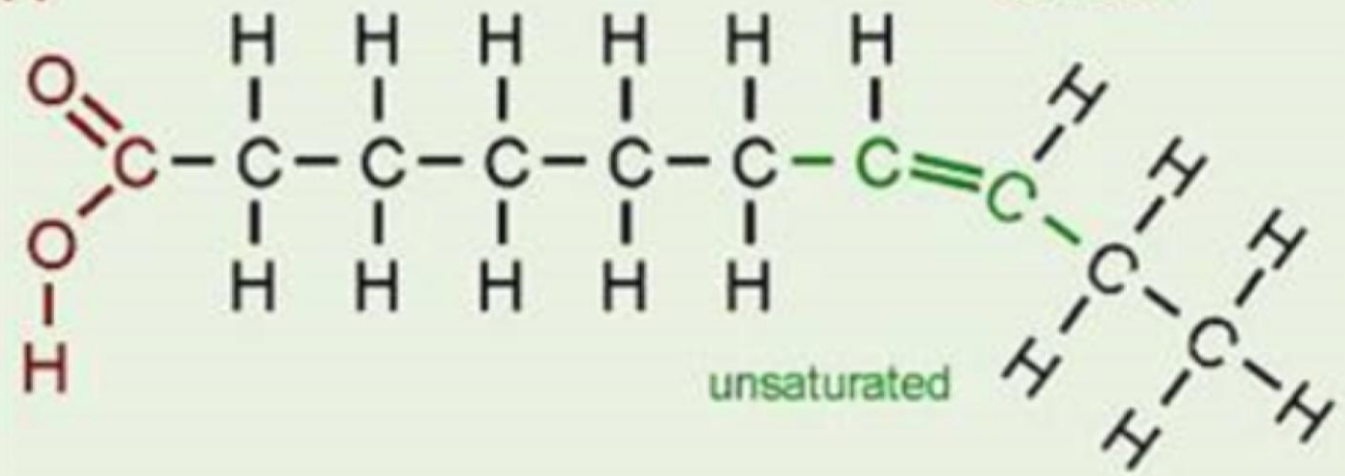


Çoklu doymamış yağ asidi

"Doymuş" terimi hidrojenle ilişkili olarak kullanılır, karboksilik asit [-COOH] grubundaki karbon dışındaki diğer karbonların olabildiğince çok hidrojenle bağ kurmuş olduğu anlamını taşır.

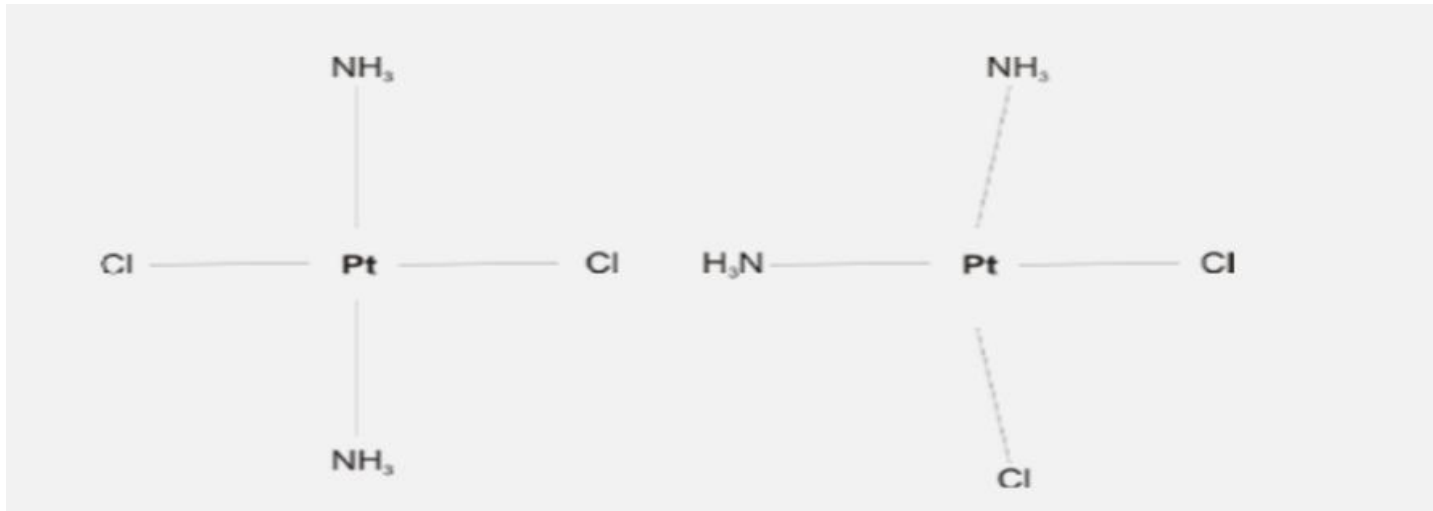


saturated



unsaturated

karenin aynı köşelerinde olan *cis* , zıt tarafta olan *trans*



Lipidlerin Sınıflandırılması

Lipidler

```
graph TD; Lipidler --> Fosfolipidler; Lipidler --> Glikolipidler; Lipidler --> Kolesterol;
```

1. Fosfolipidler

- *Fosfogliseridler*
- *Sfingomiyelin*

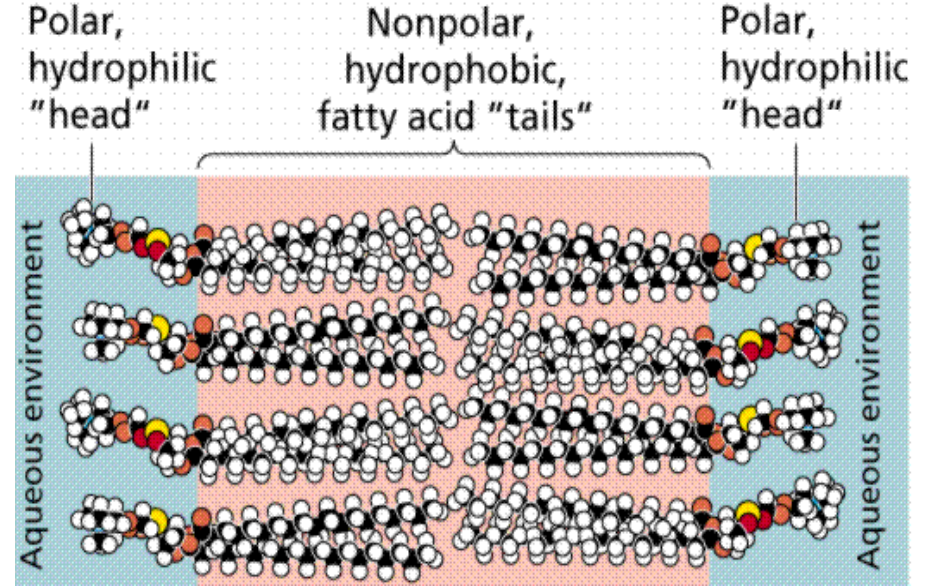
2. Glikolipidler

- *Serebrosidler*
- *Gangliosidler*

3. Kolesterol

A) Fosfolipidler-1

Hücrenin hayatta kalması, hücre zarının hem içeriden hem de dışarıdan su geçirmemesine bağlıdır. %70'i su olan hücreye, ihtiyaç duyulan suyun da sürekli olarak girip çıkması gereklidir.



- Fosfat içeren lipidler
- Bir ucu suyu seven (hidrofilik), diğer ucu ise suyu iten (hidrofobik) iki kuyruğa sahip bir molekül (Amfipatik)
- Polar ve iyonik
- Tüm hücrelerde sentezlenirler (olgun eritrosit hariç)

Fosfolipidler-2

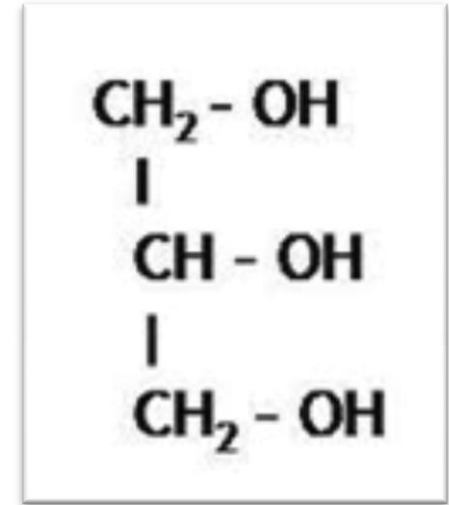
1. Fosfoglisericidler

3C' lu Gliserol' un türevi

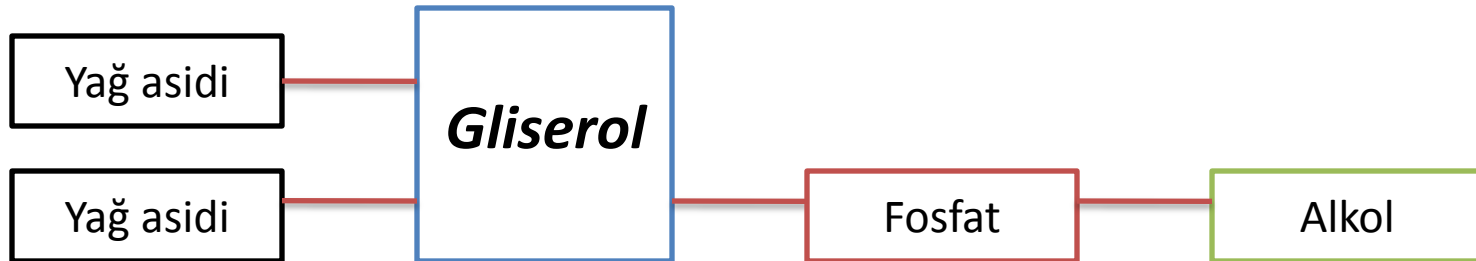
1 gliserol

2 yağ asidi zinciri

1 fosforilize olmuş alkol

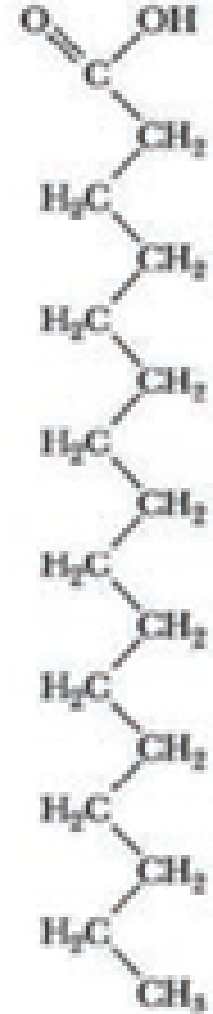
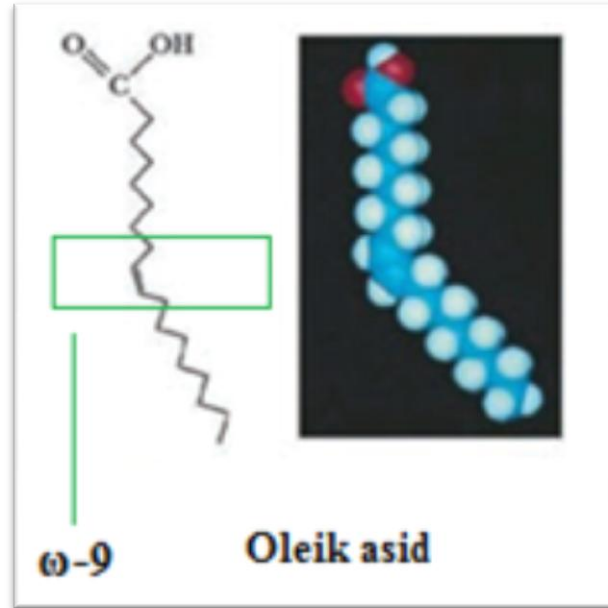
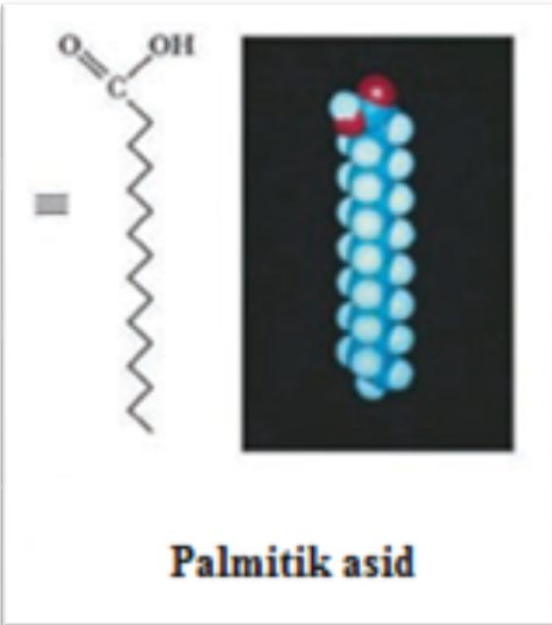


Gliserol' un yapısı



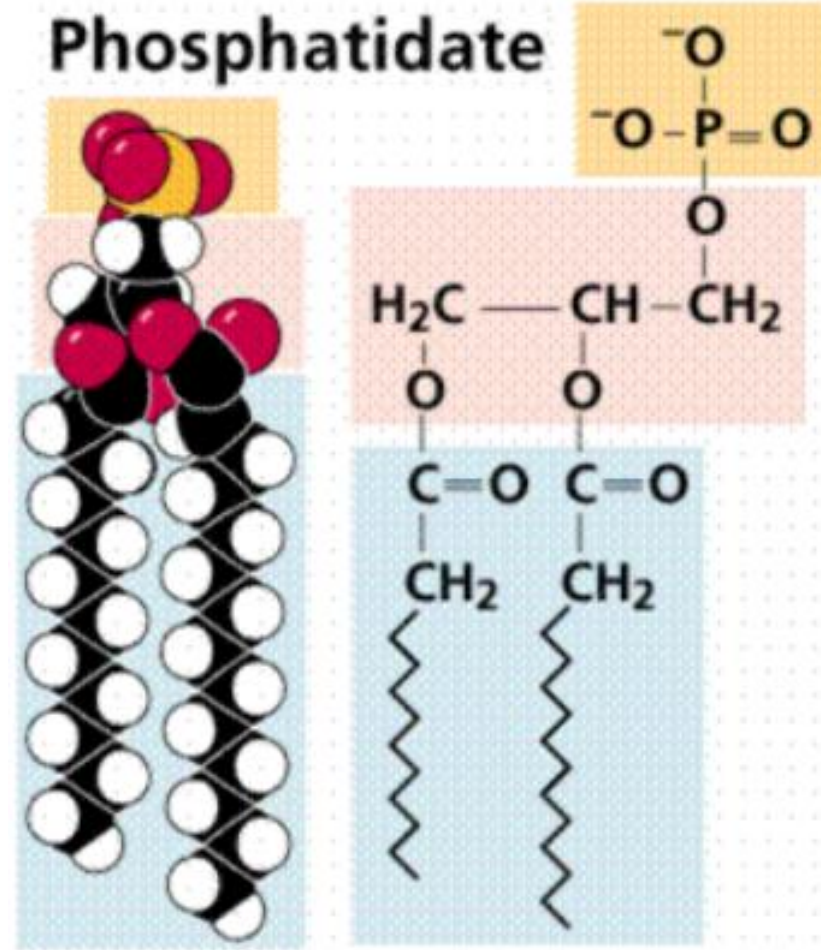
Fosfolipidlerin yağ asitleri genellikle 14-24 arası çift sayıda C içeren hidrokarbon zincirlerinden oluşur.

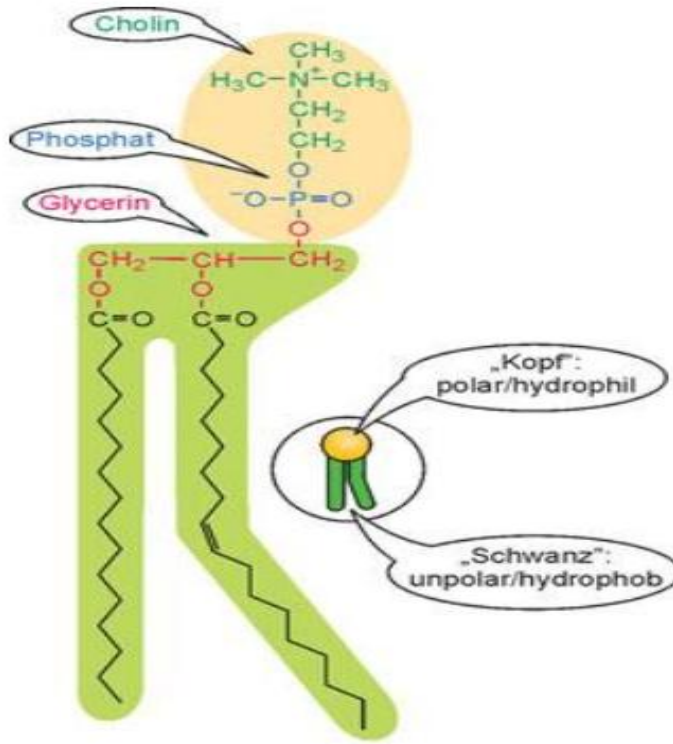
En çok rastlanan 16 ve 18 C içeren yağ asitleridir.



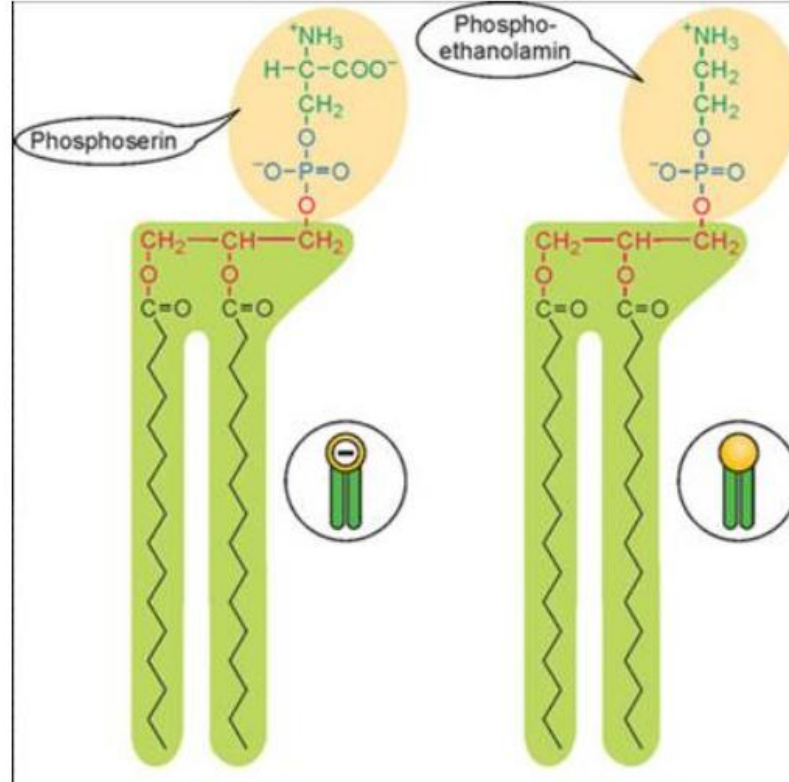
Gliserolün **C-1 ve C-2** hidroksil gruplarına ester bağı ile **2 yağ asidinin** bağı olduğu yapı *fosfatidattır* (*diçilgliserol 3-fosfat*)

C-3 ' deki hidroksil grubuna ise ester bağı ile **fosforik asit** bağıdır





Fosfatidil kolin



Fosfatidil serin

Fosfatidil inositol

Diğerleri fosfogliseridler fosfatidatın türevleridir.

Bunlarda serin, kolin, etanolamin, gliserol ve inositol gibi fosfatidat' ın fosfat grubuna ester bağı ile bağlıdır.

B) Sfingomiyelin-1

Gliserol türevi olmayan tek zar fosfolipiti

Sfingosin omurgayı oluşturur

Sfingosin içeren grubun en basit bileşiği seramid

- Seramid sfingolipidlerin öncül maddesi

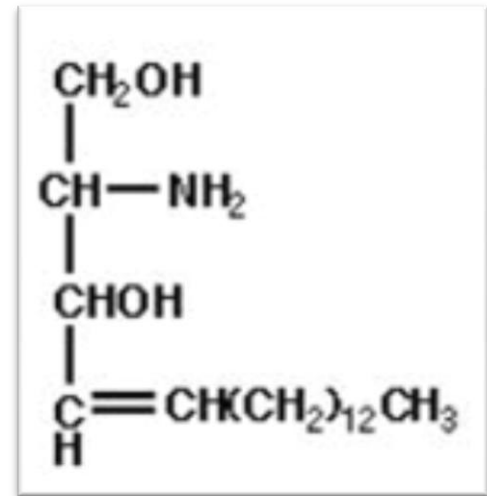
Sfingomiyelin-2

Sfingosin uzun ve doymamış bir hidrokarbon zinciri taşıyan bir amino alkolüdür.

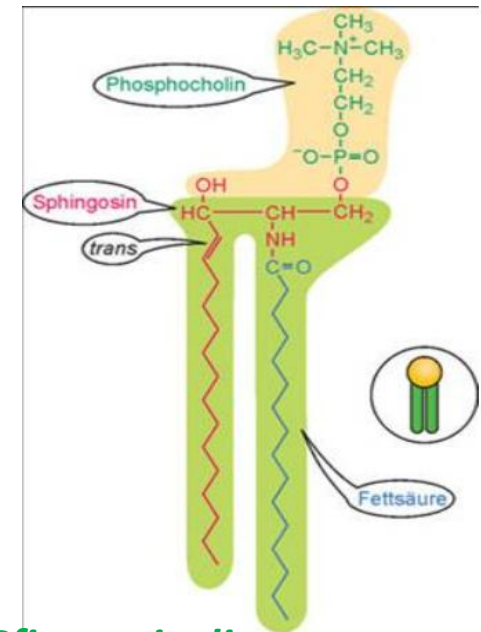
Sfingosin' in Amino grubuna amid bağı ile **1 yağ asidi**

Primer hidroksil grubuna ester bağı ile **1 fosfokolin** bağı

Sfingomiyelinde her iki hidrofobik zincir **düzdür**

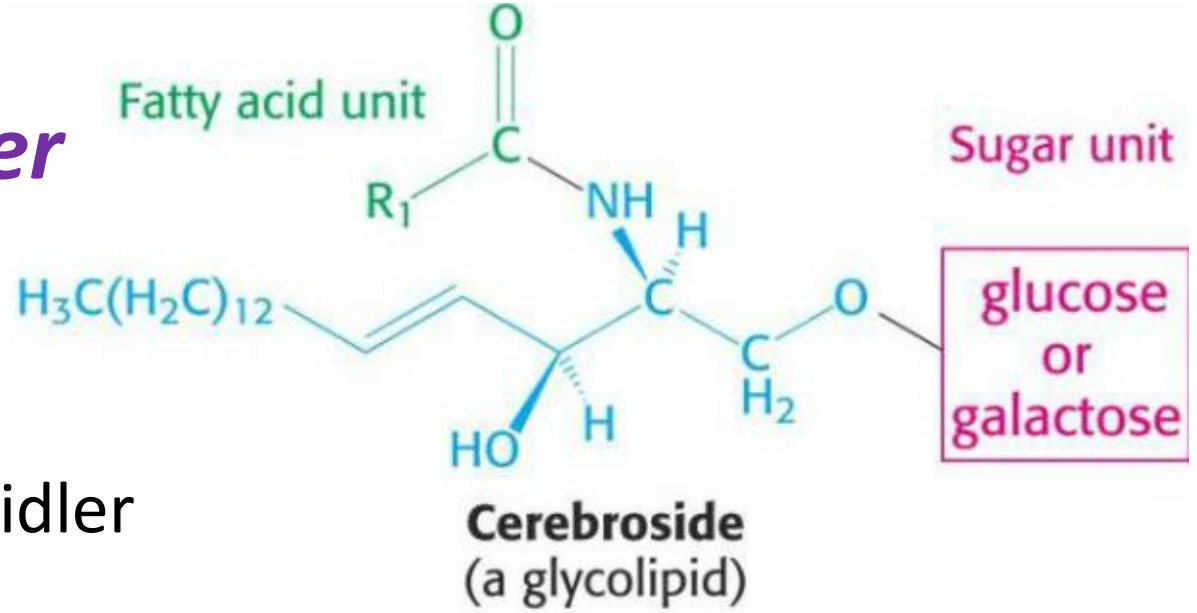


sfingosin



Sfingomiyelin

2. Glikolipidler



Şeker içeren lipidler

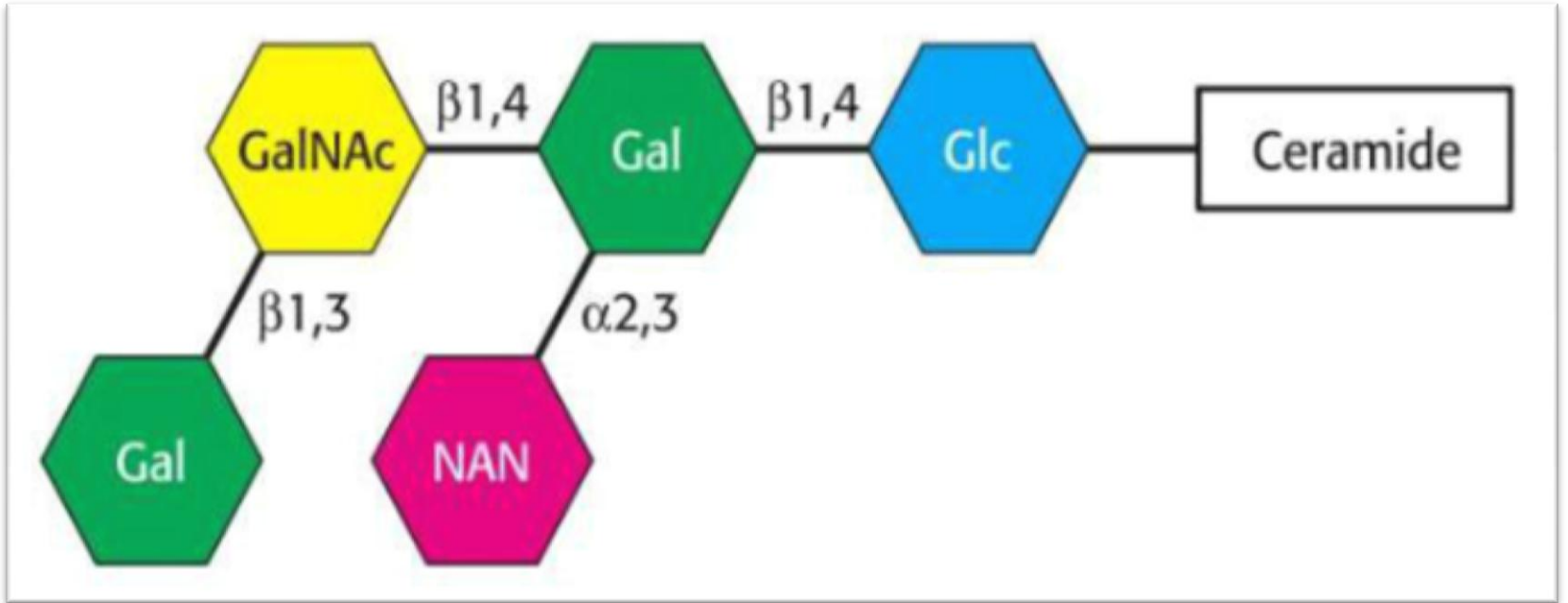
Sfingosin türevli

Spingosinin **C-1** hidroksil grubuna 1 veya daha çok sayıda şeker bağlanmış hali

En basit glikolipid **serebrosidtir**

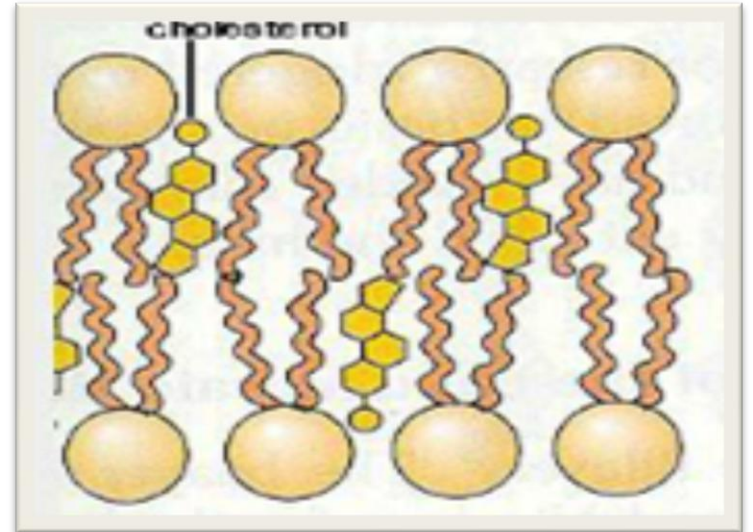
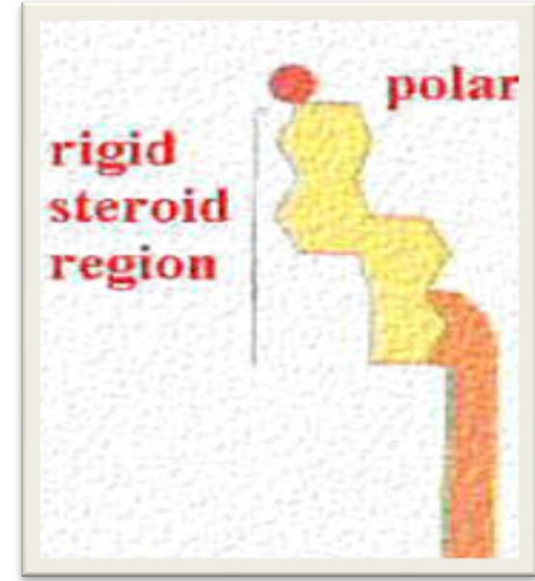
Tek şeker (glikoz/galaktoz)

Sayıları 7' yi bulan şeker rezidülerinin oluşturduğu kollara ayrılmış şeker zincirleri içeren glikolipidler **gangliosidlerdir.**

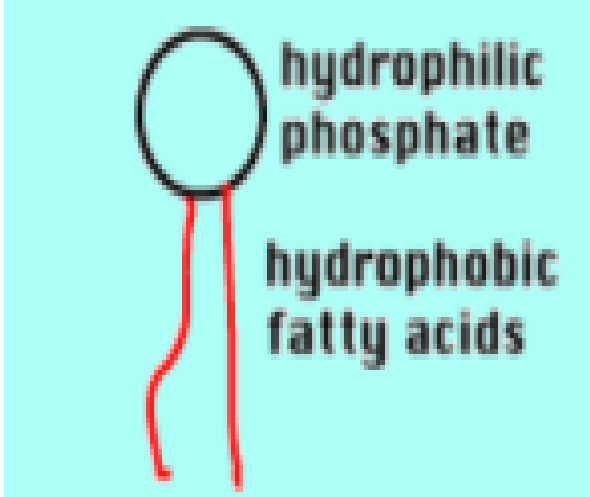


3. Kolesterol

- Kolesterol ve türevleri **steroid** adı verilen yapıyı oluşturur.
- Halkasal yapısından dolayı diğer membranlardan daha **katıdır**
- Girdiği bölgeyi **stabilize** eder
- Polar baş grubu çok **küçük**
- **Zarın esnekliğini, geçirgenliği azaltır.**
- **Akışkanlığı azaltır**



Zar lipidlerinin sulu ortamlarda davranışı



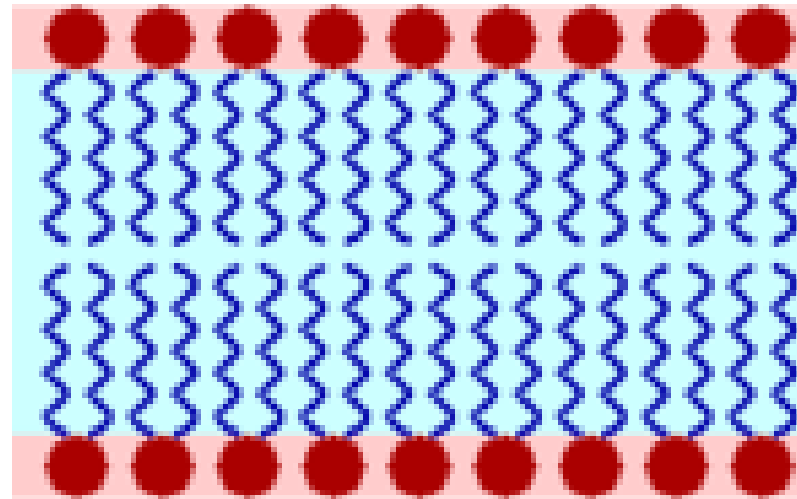
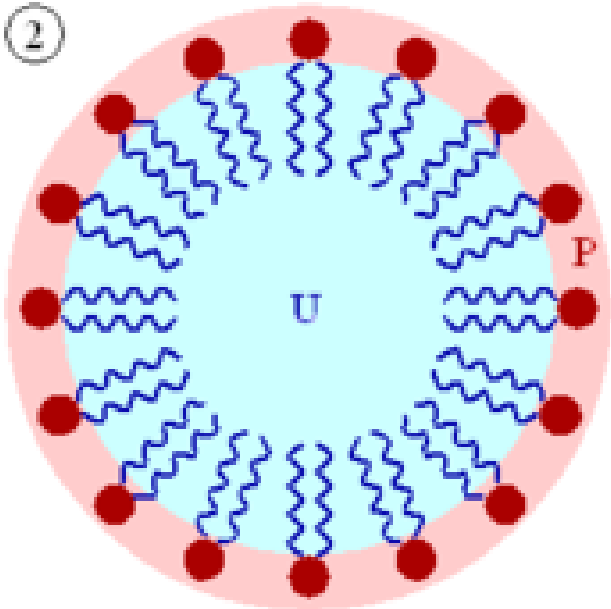
Fosfat ucu hidrofilik,

Yağ ucu hidrofobik

Bu yapı oluşurken hidrofilik fosfat grupları kendilerini suya doğru çevirir,

hidrofobik hidrokarbon zincir ise, su itici özelliğe sahip olduğundan kendisini sudan uzaklaştırır.

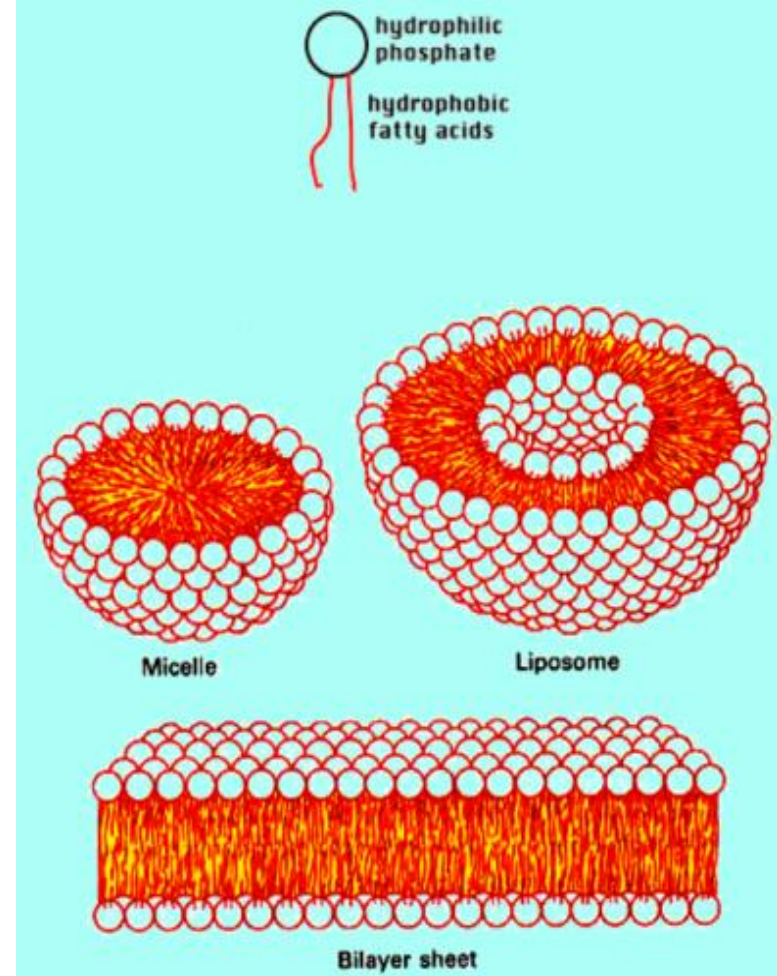
2



Fosfolipitler kuyruk kuyruğa bağlanırlar ve çift katlı hücre zarını oluştururlar.

Hidrofilik başlar, hücre içindeki su esaslı sitoplazmaya ve dışarıdaki su esaslı hücreler arası sıvıya dönüktür.

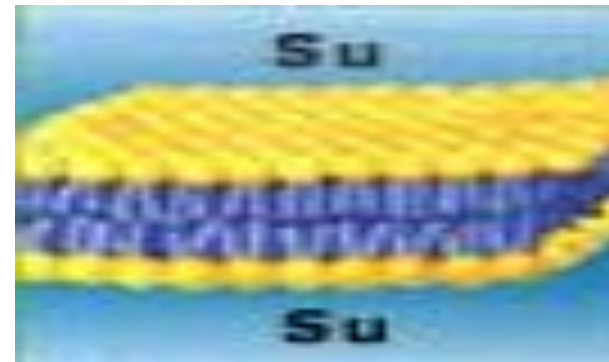
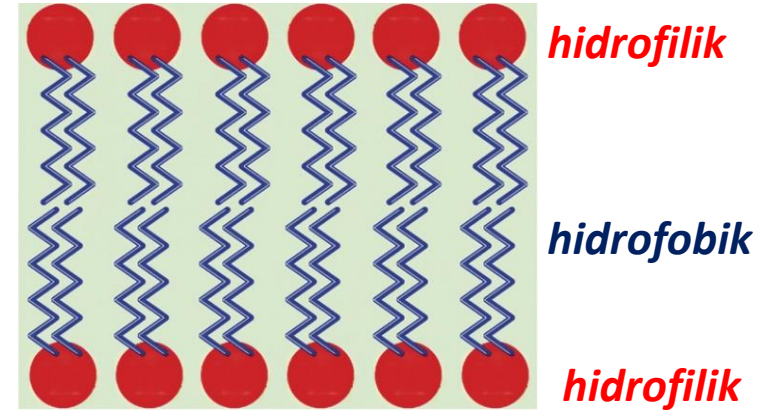
Hidrofobik kuyruklar, hücre zarının hidrofilik iç ve dış yüzeyleri arasında sıkışırlar.



Zar lipidleri, hidrofobik ve hidrofilik uçlar taşıyan nispeten küçük moleküllerdir.

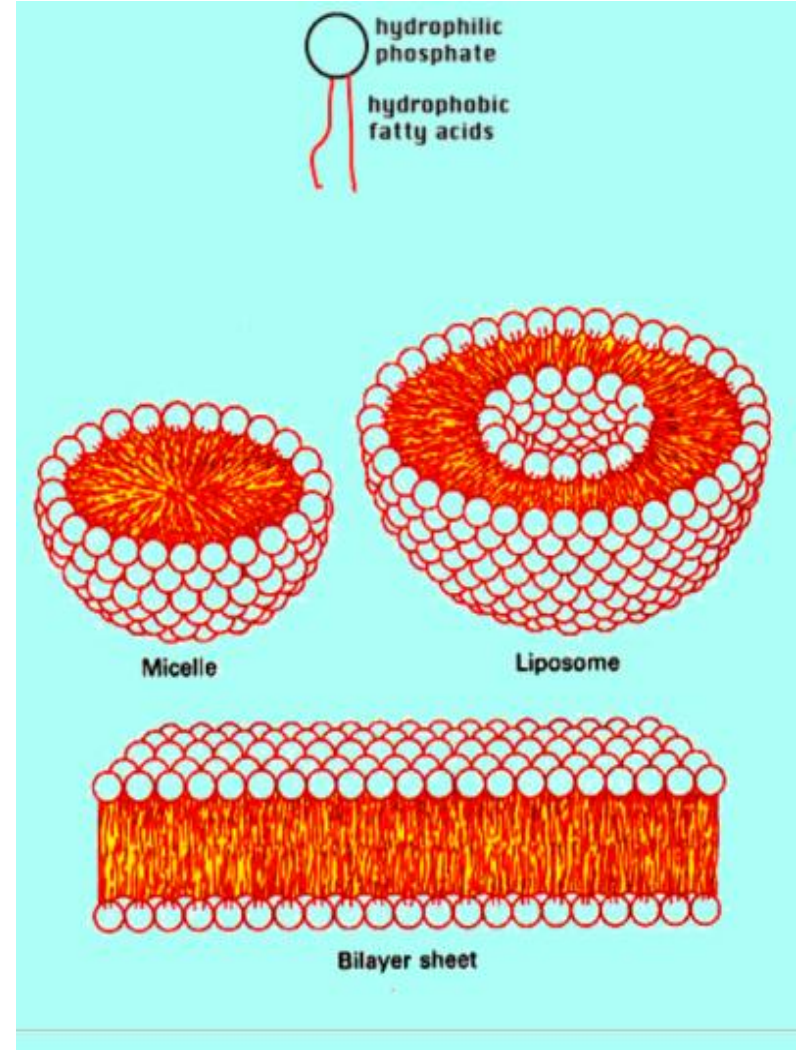
Zar lipidleri sulu ortamlarda spontan olarak çift tabakalı yapılar oluşturma özelliğine sahiptirler

Böyle bir lipid çift tabakası polar molekülleri geçirmez



Su çok güçlü kutupsal bir molekül olduğu için, hücre zarındaki lipitlerin

- kutupsal fosfat grubu kaçınılmaz olarak zarın dış ve sitoplazma tarafındaki yüzeyine çekilir.
- Kutupsal olmayan yağ asidi kısımları hücre zarının iç tarafında sıkışırlar.
- Fosfolipitler su içeren ortamlarda doğal ve kendiliğinden çift katlı bir zar oluştururlar.



Akıcı mozaik zar modeli-1

Moleküllerin zar yapısındaki yerleşim şekli akıcı mozaik zar modeli ile açıklanır.

Zarın akıcı kısmını fosfolipitler oluşturur.

- tabaka esnektir
- fosfolipit molekülleri yer değiştirerek tabaka içinde hareket edebilir.
- Zarın akıcı olması büyüme, hareket etme gibi hücresel faaliyetler için önemlidir.
- Fosfolipit tabaka birçok molekülün geçişini önleyen bir bariyer oluşturur.
- Çok yüksek ve çok düşük sıcaklıklar zarın akıcılığını bozarak hücreye zarar verir.

Akıcı mozaik zar modeli-2

Hücre zarına mozaik görüntüsünü veren protein molekülleridir.

Proteinler lipit tabakası içine dağılmıştır

Zar içinde yer değiştirebilir

Proteinlerin bir kısmı

- zar içine gömülü (integral/transmembran proteinler)
- zarın yüzeyinde (periferal proteinler)(hücre zarının şeklinin korunması için destek sağlar.)

Lipid mobilitesi-1

Bir lipid molekülünün zar içindeki hareketi molekülün

- Büyüklüğüne
- Esnekliğine
- Hidrokarbon zincirinin uzunluğuna
- Ortam sıcaklığına
- Doymuşluk/doymamışlık oranına

bağlıdır.

Lipid mobilitesi-2

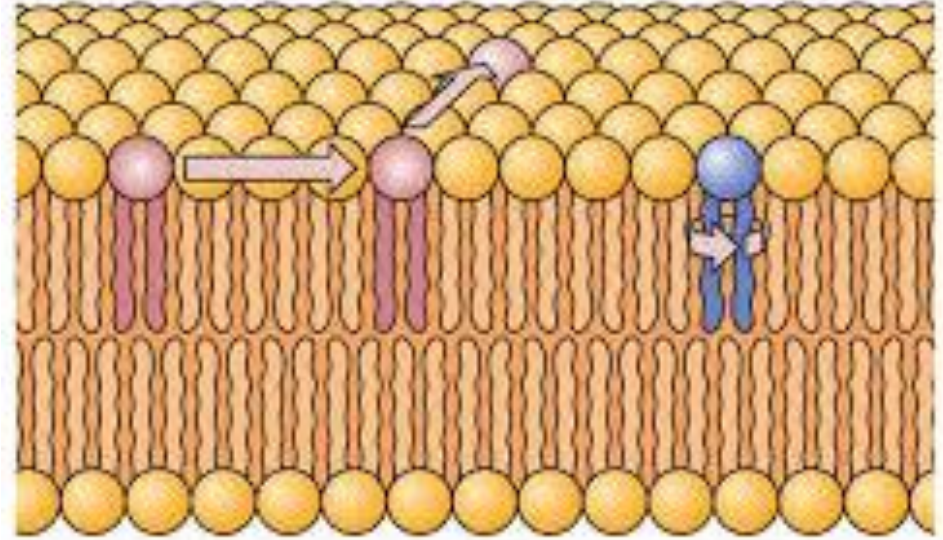
Lateral difüzyon

Zar düzleminde

Yanlara doğru

Hızlı

Sıklıkla



Transvers difüzyon (translokasyon)

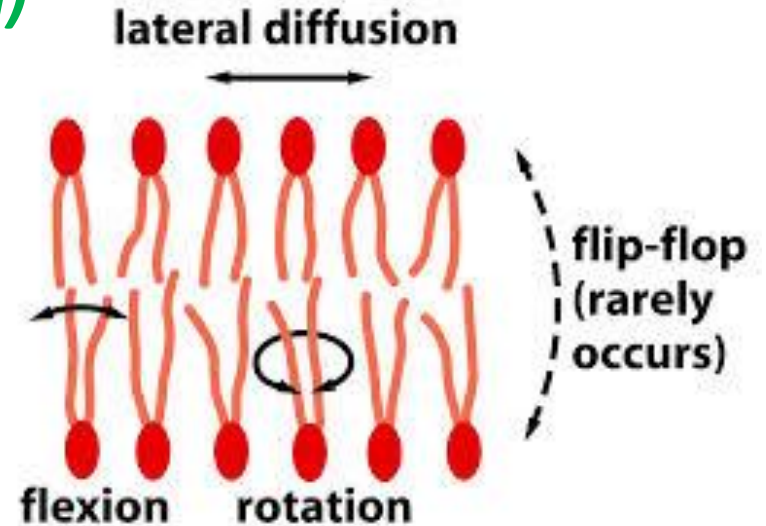
Bir tabakadan diğer tabakaya

Dönerek

Ender

Rotasyon

Tek lipid kendi uzun eksenini etrafında



Zar Proteinleri-1

Hücre zarı lipitleri, ne kadar küçük olurlarsa olsunlar, elektrik yüklü moleküllere karşı geçirgen değildir.

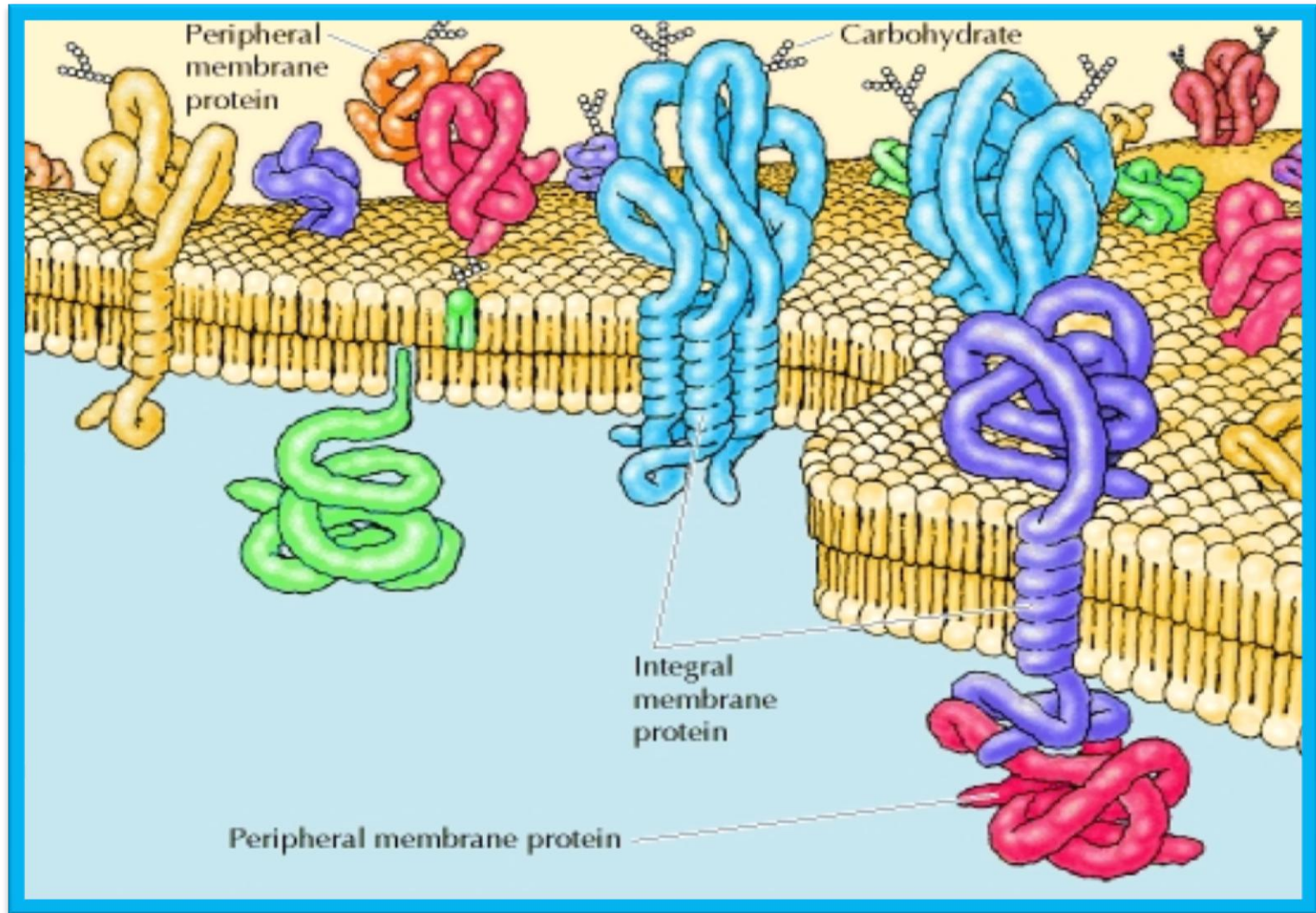
Lipit kısımlar suda olduğu gibi iyonları ve diğer kutup maddelerini de iterler.

Bu nedenle birçok madde, hücreye ancak hücre zarında bulunan özel protein molekülleri aracılığıyla girip çıkarlar.

Zar Proteinleri-2

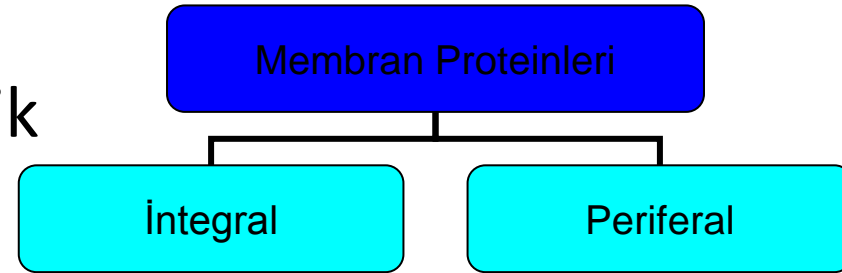
- Hücre zarındaki giriş-çıkış denetimin
- Zara dizilimleri asimetric
- Lateral, rotasyon ve titreşim hareketi

Membran proteinleri



Proteinlerin membrana yerleşimi

- I. Lipid tabaka boyunca uzanır
- II. Alfa helix ya da yağ asidine bağlanarak tümü ile sitozolik bölgede
- III. Diğer membran proteinlerine non kovalent bağlarla tutunur
- IV. Karbonhidrat aracılığı ile membranın dış yönüne
- V. Lipid grubu yardımı ile



(A) TRANSMEMBRANE

(B) LIPID-LINKED

(C) PROTEIN-ATTACHED

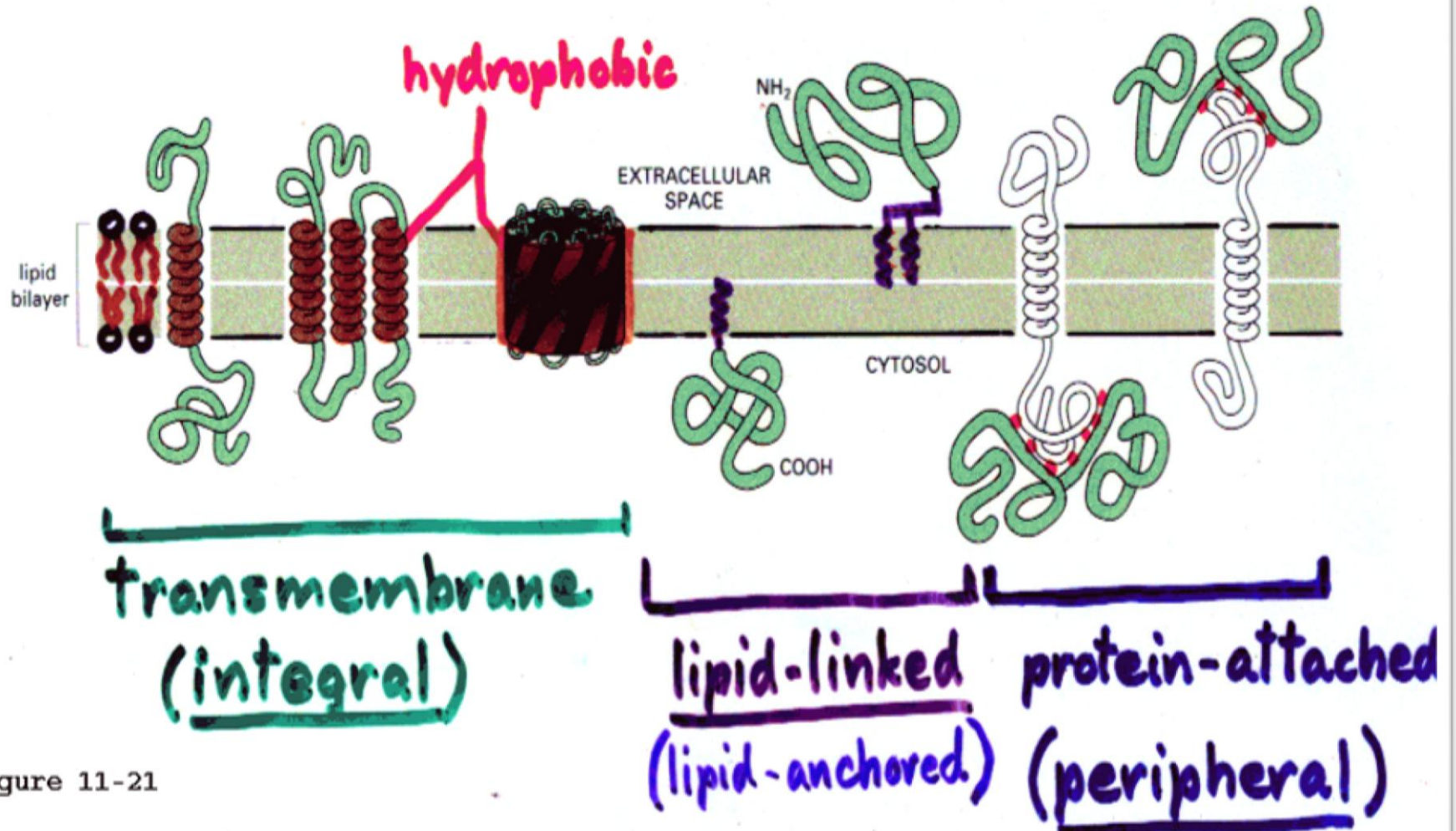
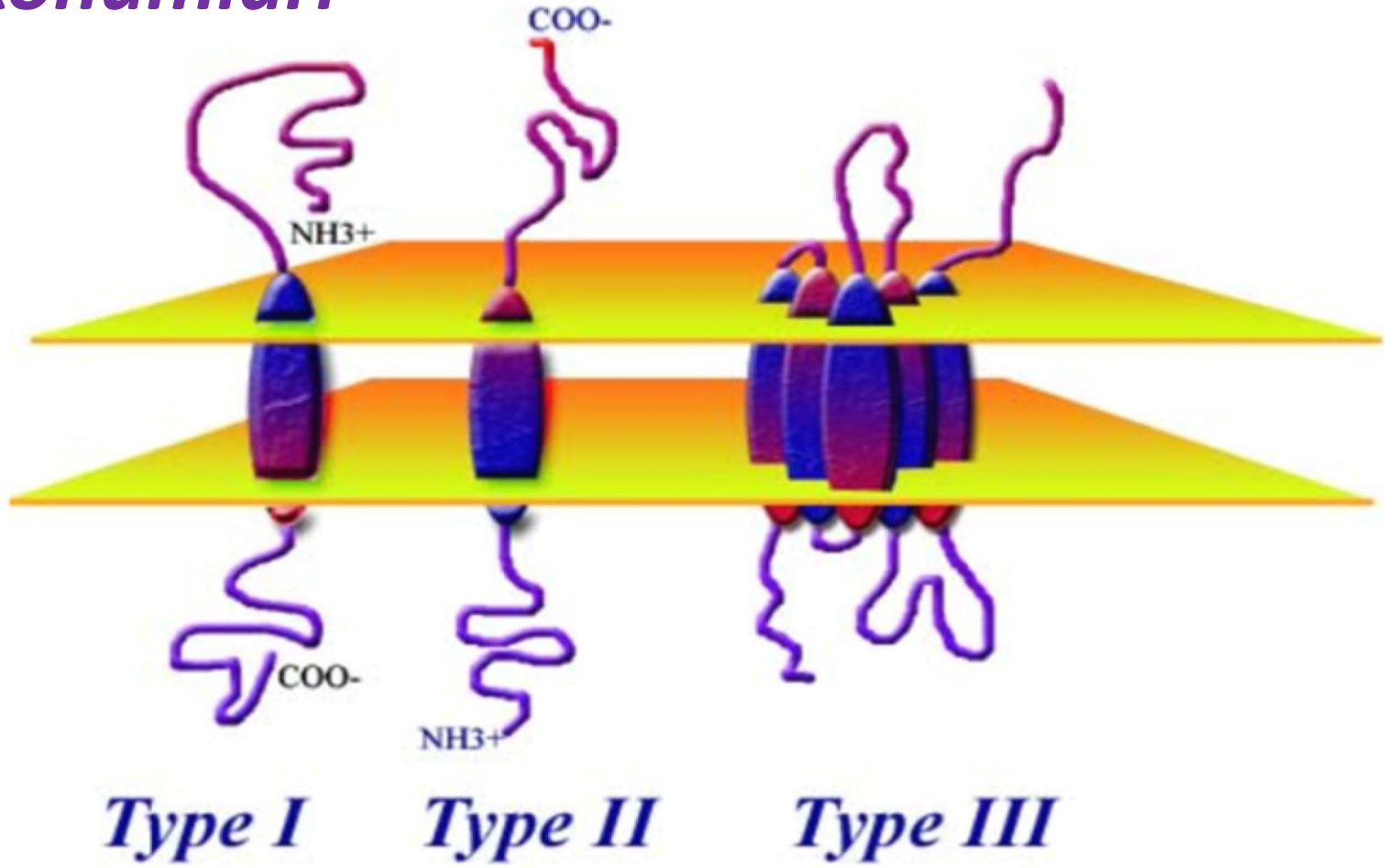
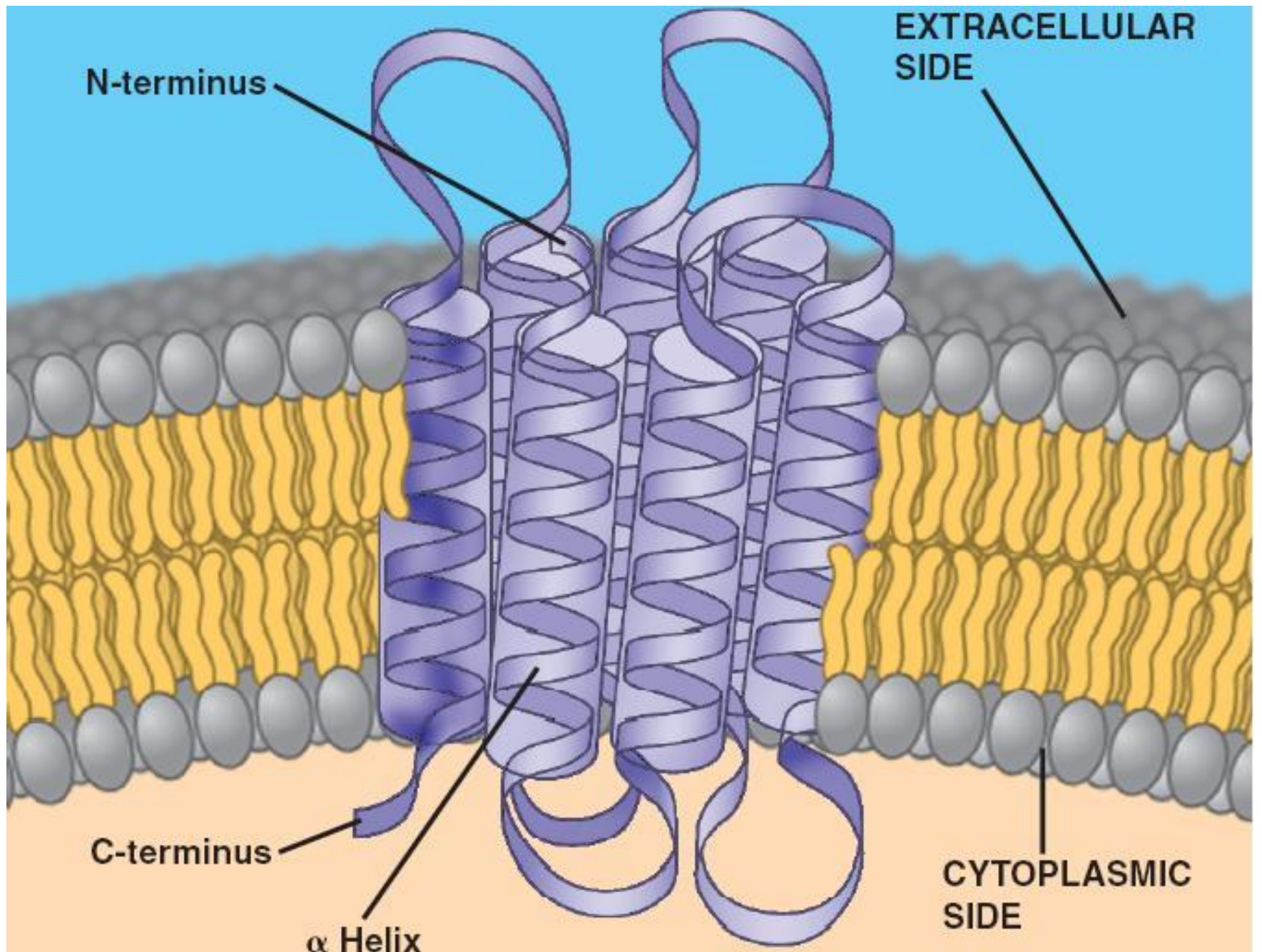
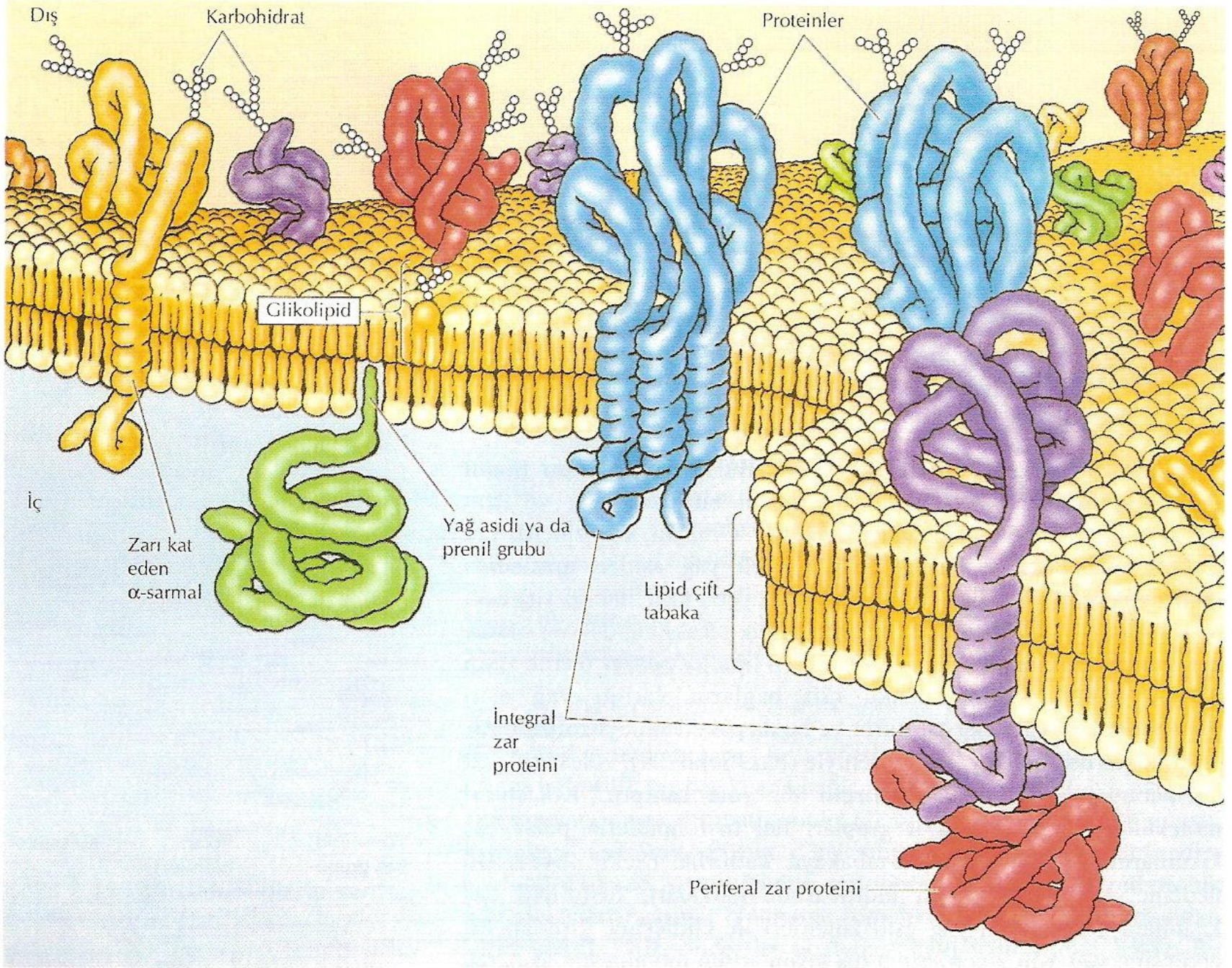


Figure 11-21

Transmembran proteinlerin hücre zarındaki konumları







Karbonhidratlar

Zar yapısında protein ve lipidlere ek olarak karbonhidratlar da yer alır.

- hücre zarının dış yüzeyinde
- negatif yüklüdür
- lipit ya da protein moleküllerine kovalent bağlı
- hücrenin özgüllüğünün sağlanmasında

Membran akışkanlığına etki eden faktörler-1

- Lipid ve protein hareketleri
- Lipid kompozisyonu
- Sıcaklık
 - ↓ hidrokarbon zincirleri birbirine yakın kristal yapı
 - ↑ membran yapısı bozulur

Membran akışkanlığına etki eden faktörler-2

- Kolesterol
 - Doymuş/doymamış
 - Çifte bağ sayısı

 - *Hidrokarbon zincirinin uzunluğu*
 - *Protein ve lipidlerin lateral difüzyonu, lipidlerin transvers difüzyonu*
 - *Kırık ve düz hidrokarbon zincirlerinin tam olarak birbirlerine yaklaşmaması*
- ❖ *Zarın akıcılığını arttıran faktörlerdir.*