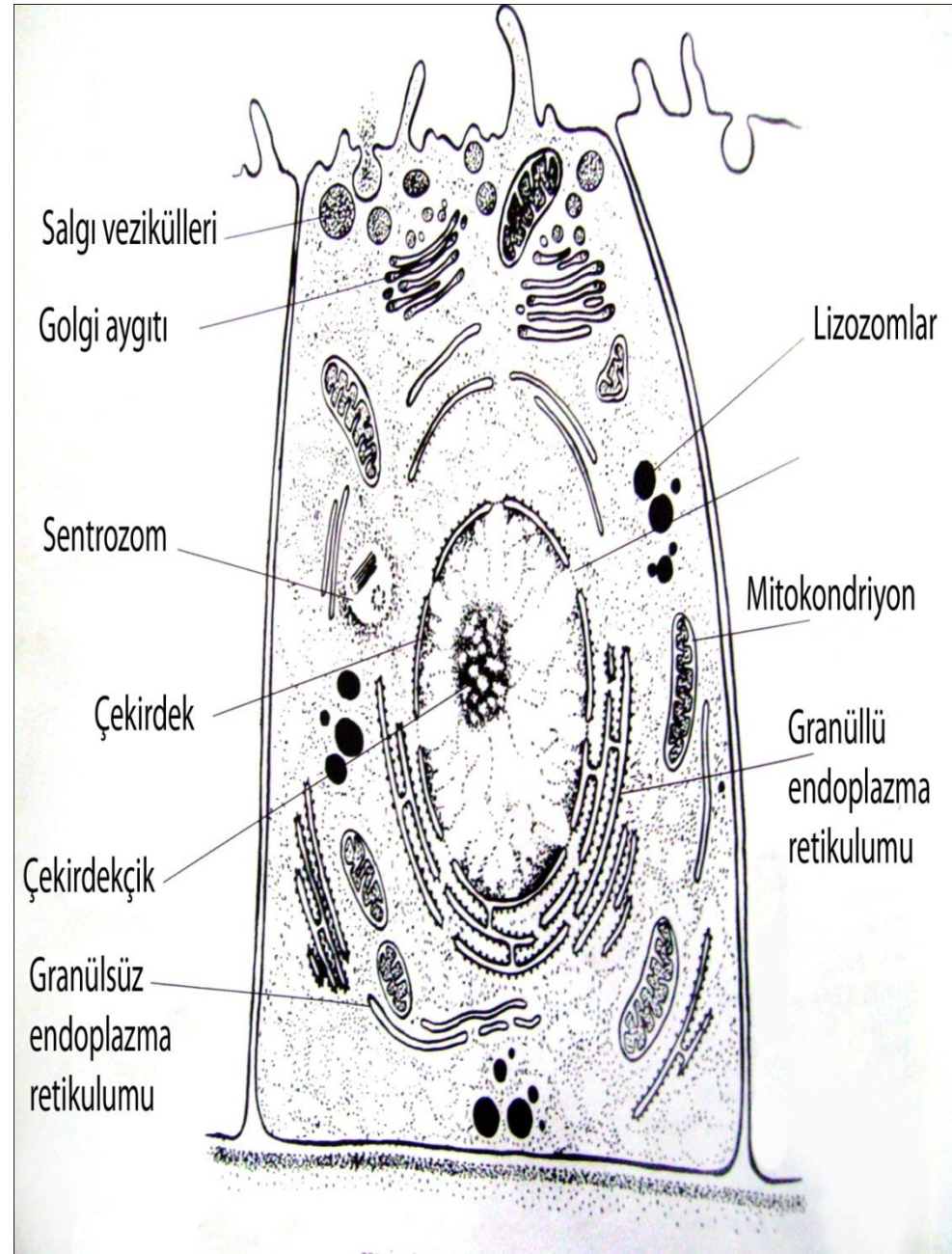


HÜCRE

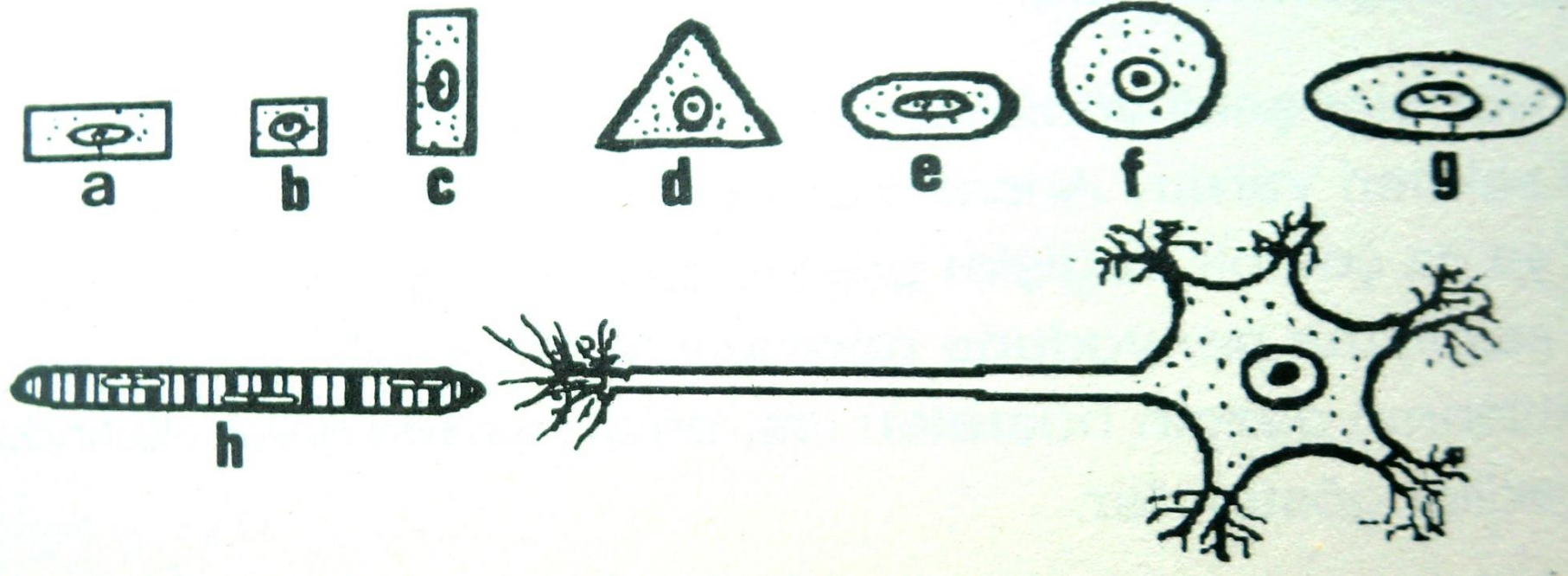
Prof. Dr. Levent ERGÜN

- Canlıların en küçük yapıtaşı ve en küçük canlıdır. Bütün canlılar hücrelerden meydana gelmiştir.
- Canlılar ya tek hücrelidir ya da çok hücrelidir. Bakteriler tek hücreliler olup bütün olaylar hücre içerisinde gerçekleşir.
- Çok hücreli canlılarda hücreler sürekli birbirleriyle işbirliği içerisinde ve sürekli madde ve hormon alışverişi yaparlar.
- Hücre yapı itibariyle basit görünse de derinlere inildikçe çok kompleks ve karışık bir yapıya sahiptir.



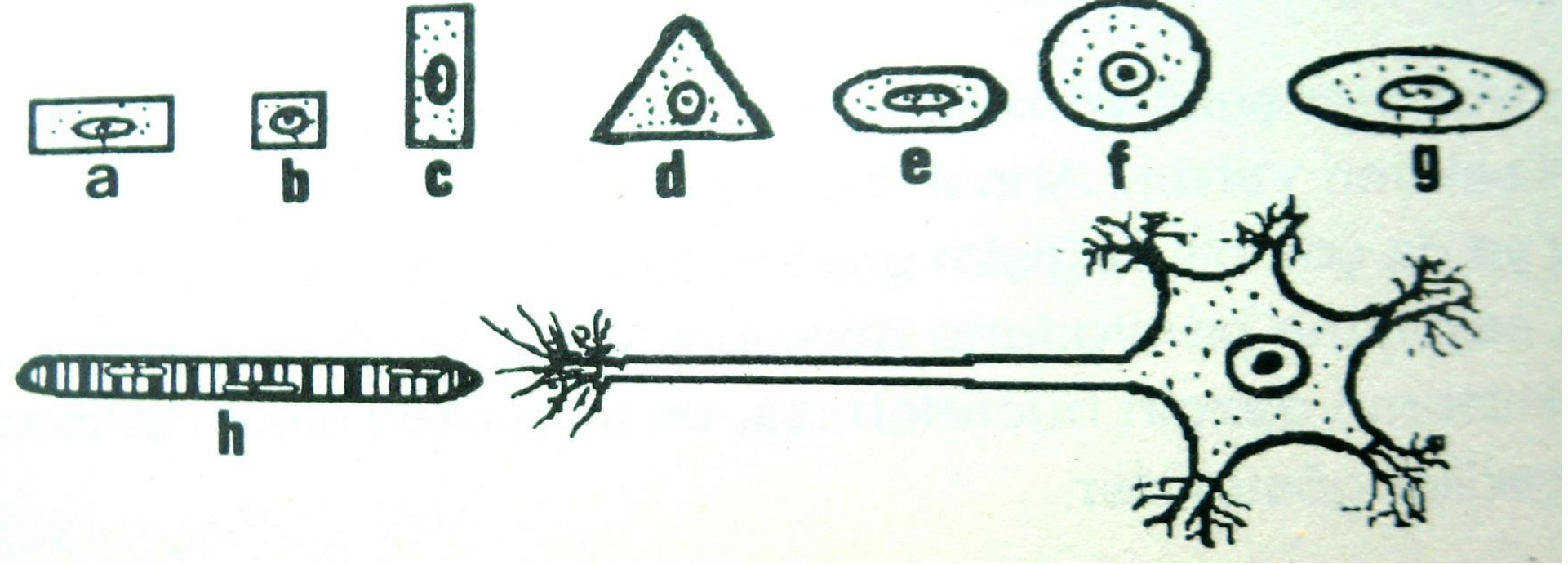
Bitki ve hayvan hücreleri arasında bazı önemli farklar vardır.

- Hayvan hücresi küre şeklinde, bitki hücresi ise köşeli şekildedir.
- Bitki hücresinde kloroplast bulunurken hayvan hücresinde bulunmaz.



- Organizmayı oluşturan hücreler çok farklı büyüklük ve şekildedirler. Ortalama 15-20 mikrondur.
- 200 mikron kadar olabilir.

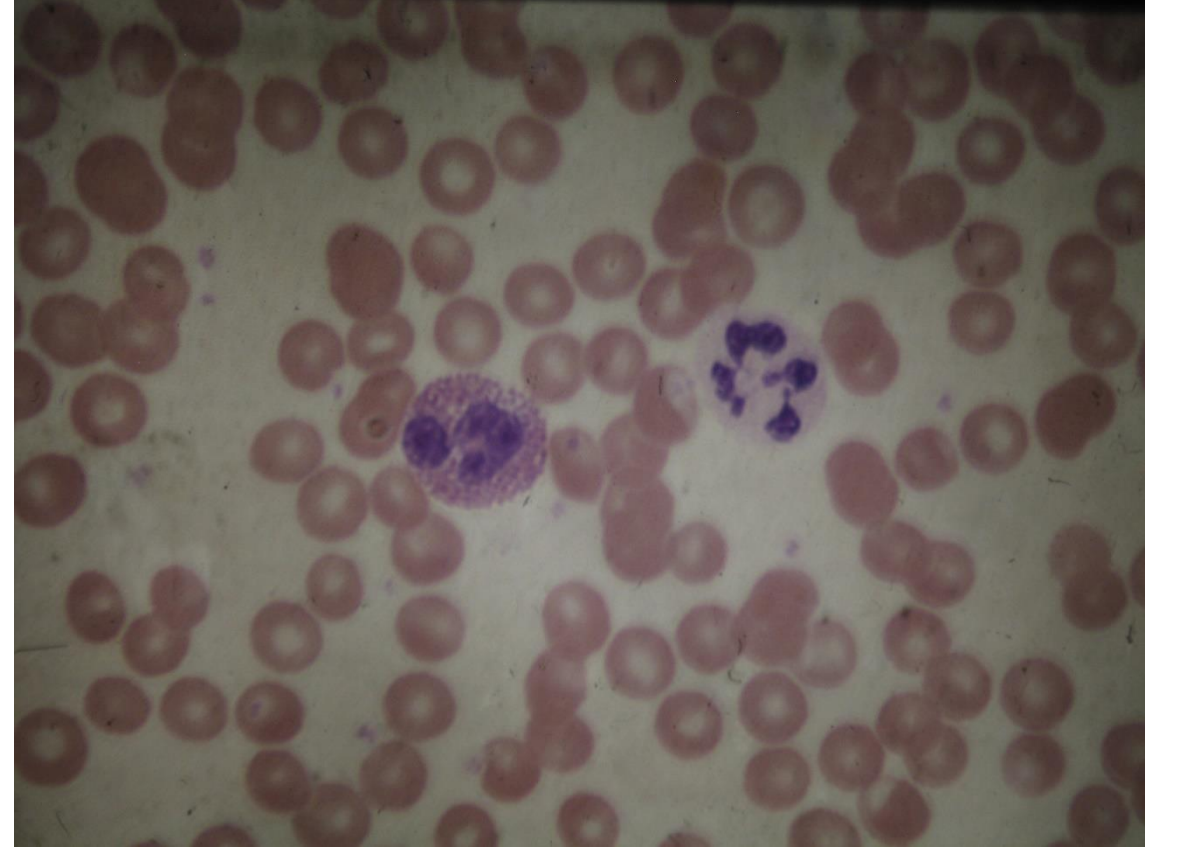
Sinir hücrelerinde
olduğu gibi
aksonlarıyla
beraber 1,5
metreye ulaşabilir.



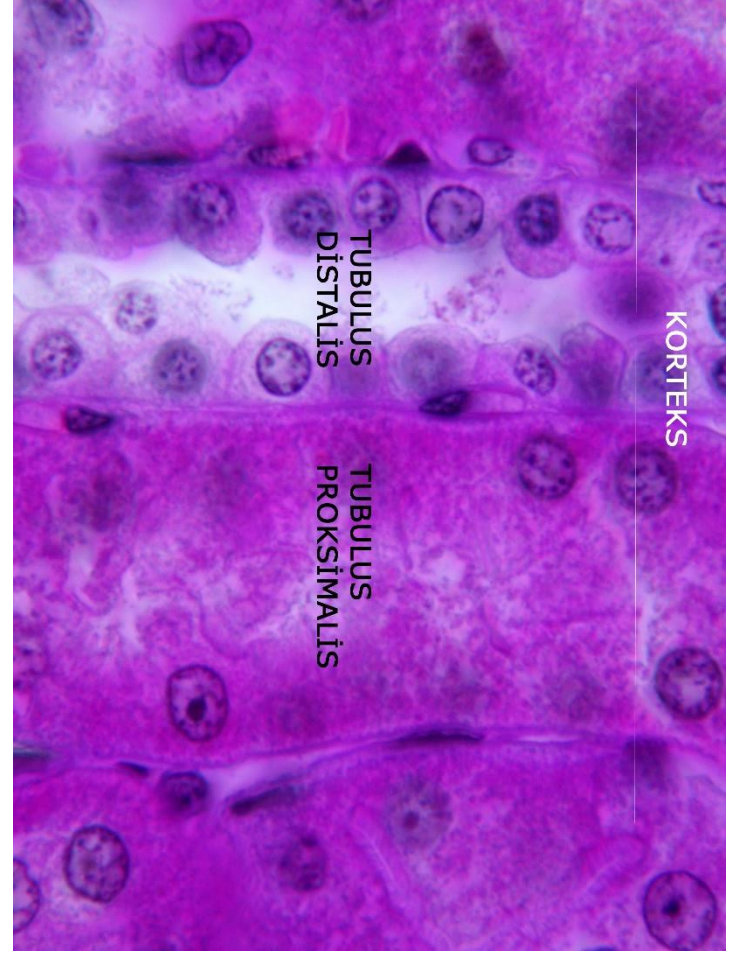
- Fonksiyonlarına göre farklılık gösterir. Yassı, kübik, prizmatik, piramidal, oval, yuvarlak, mekik, iplik ve yıldız şekilli olabilirler.



Kübik hücreler, üriner sistemde bulunur.

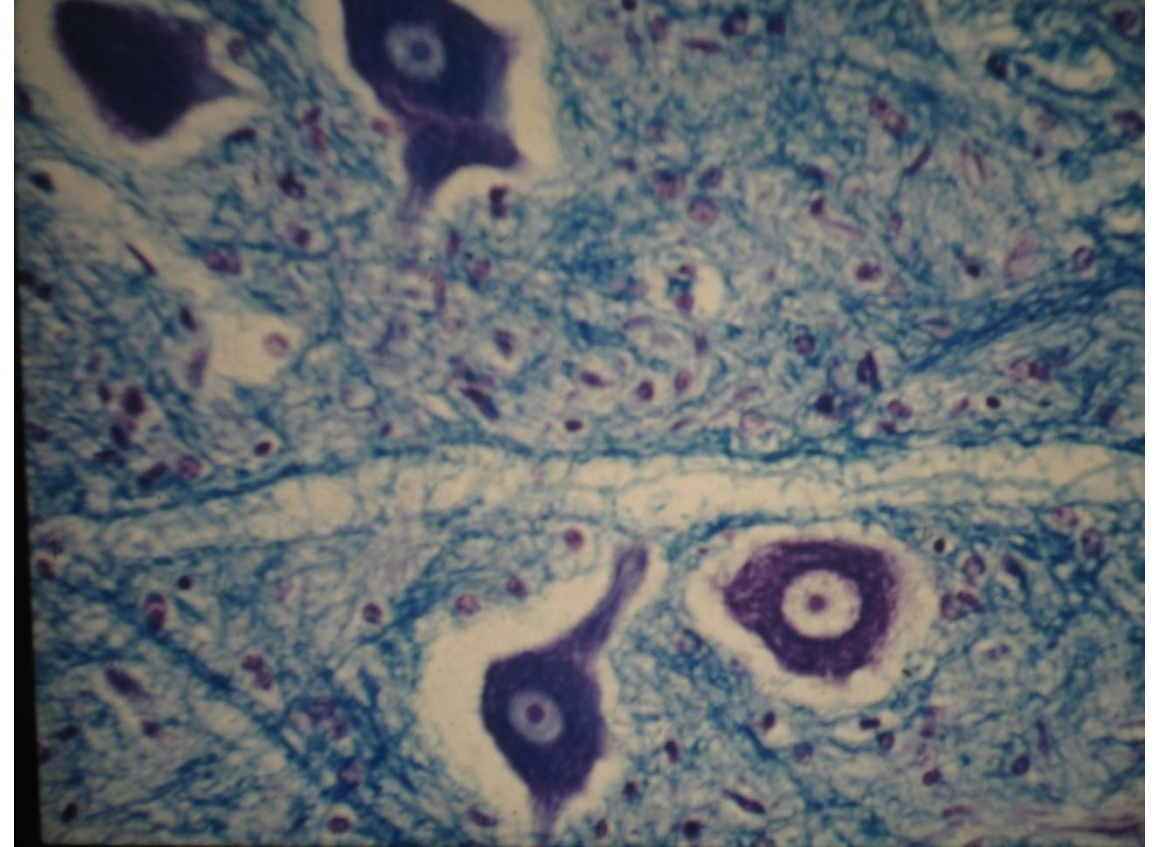


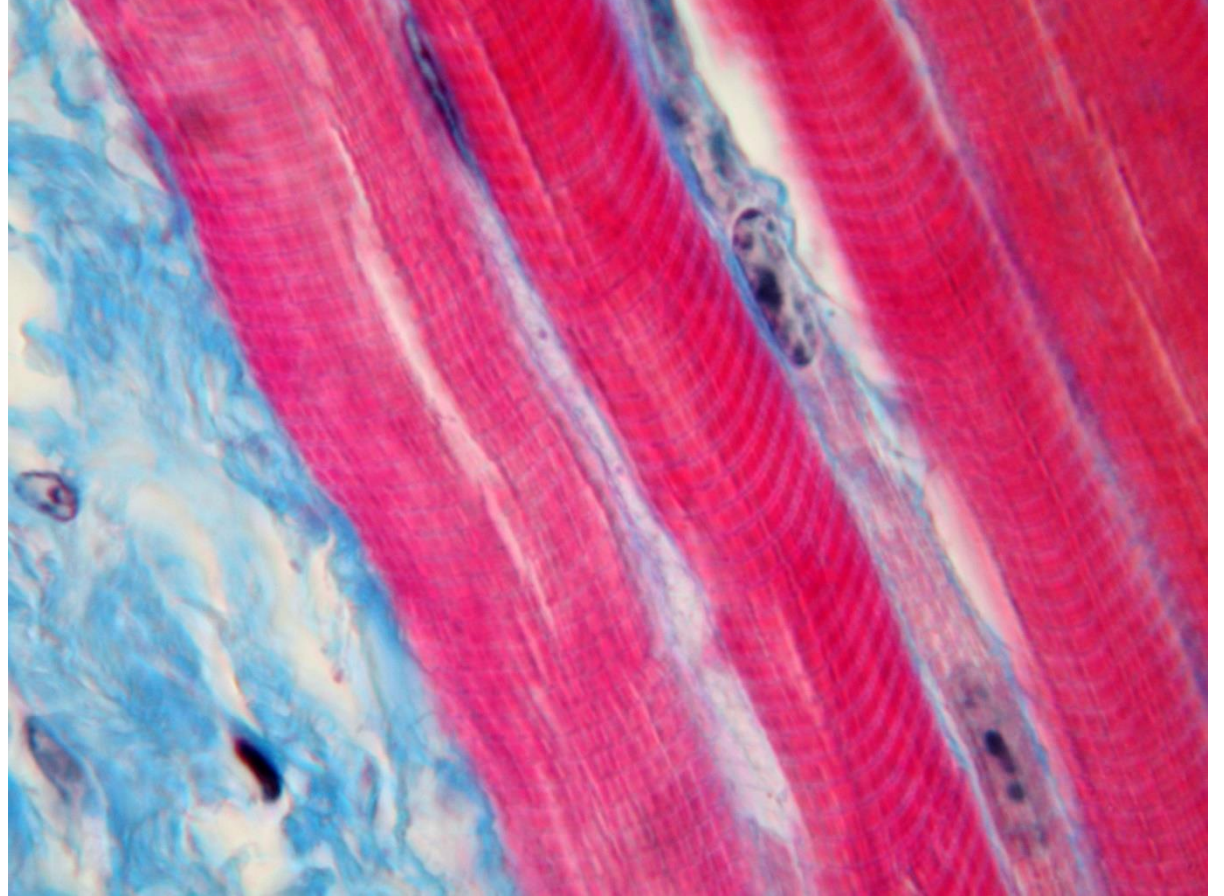
- Yuvarlak hücreler kan dokusunda bulunur.



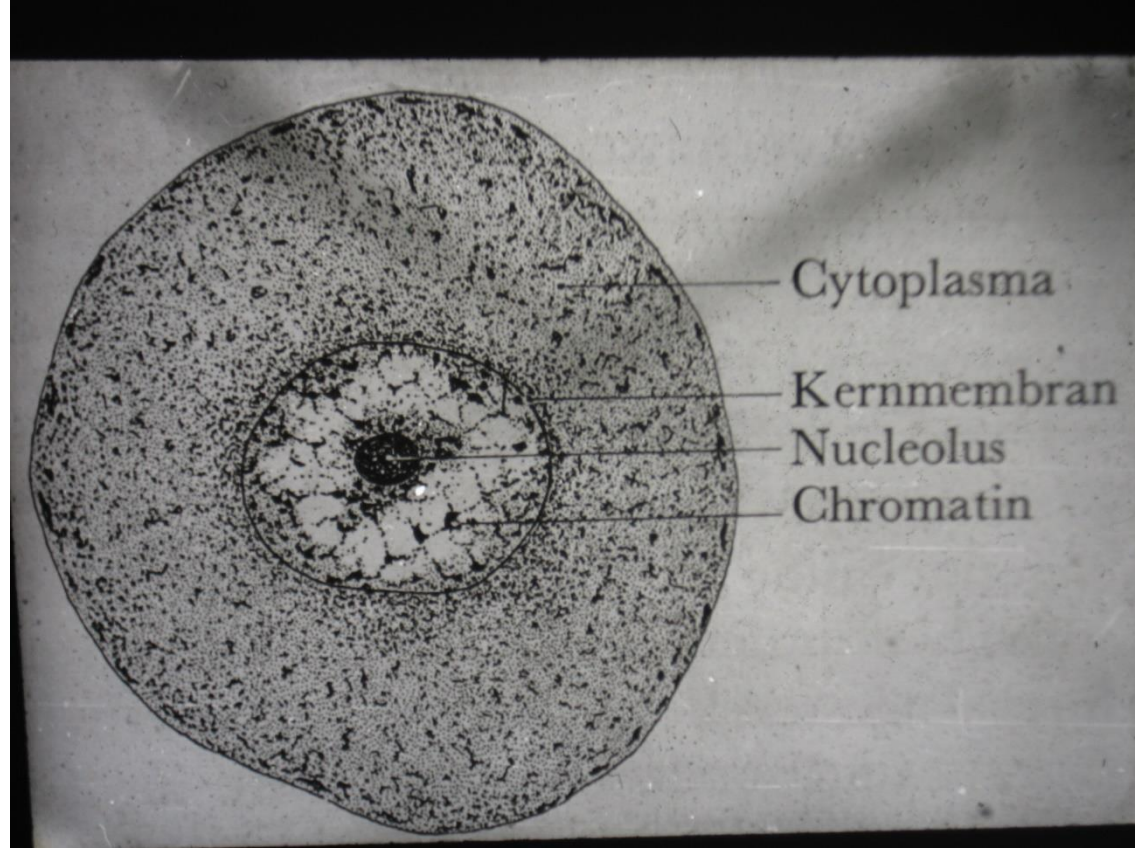
Böbreklerde piramidal hücrelere rastlanır.

- Sinir dokuda duyu alışı verişinde çok önemli olan uzantılı hücreler vardır.



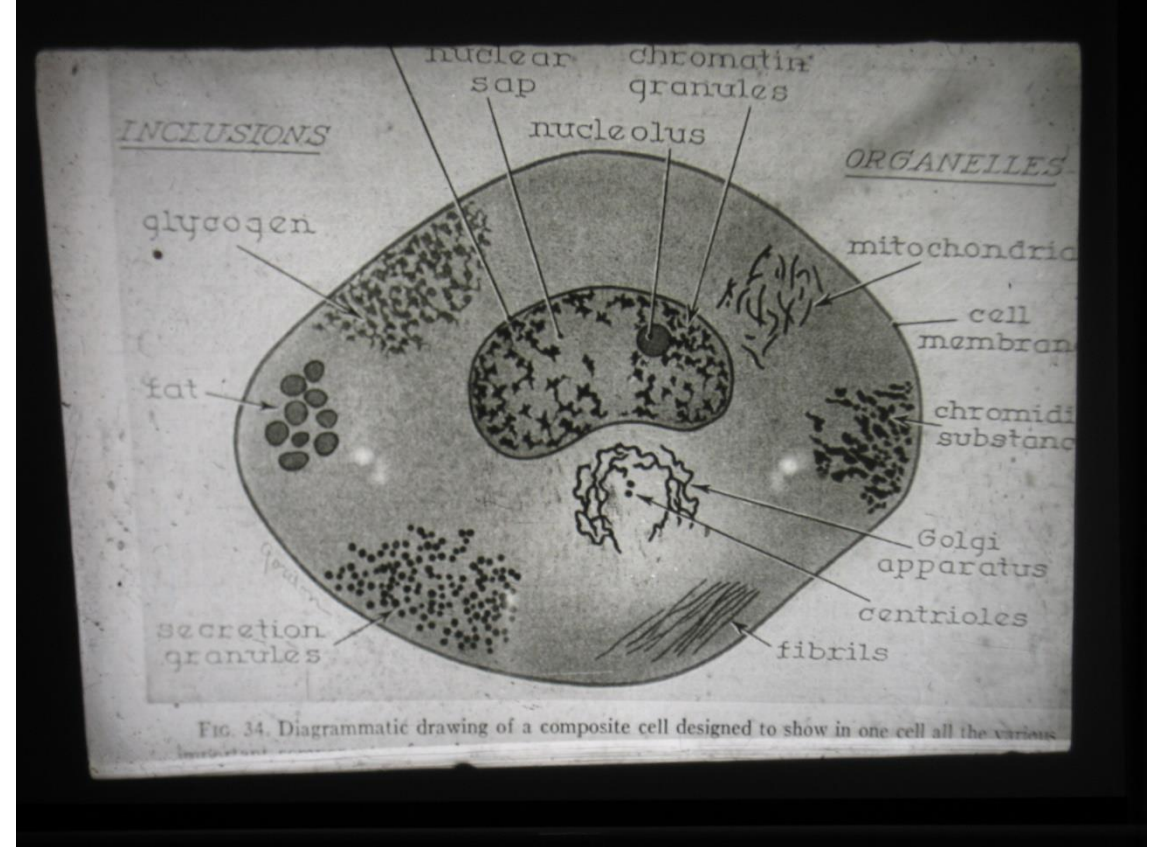


- Kas dokuda hücreler kontraksiyon yapabilmek için iplik şeklini almışlardır.



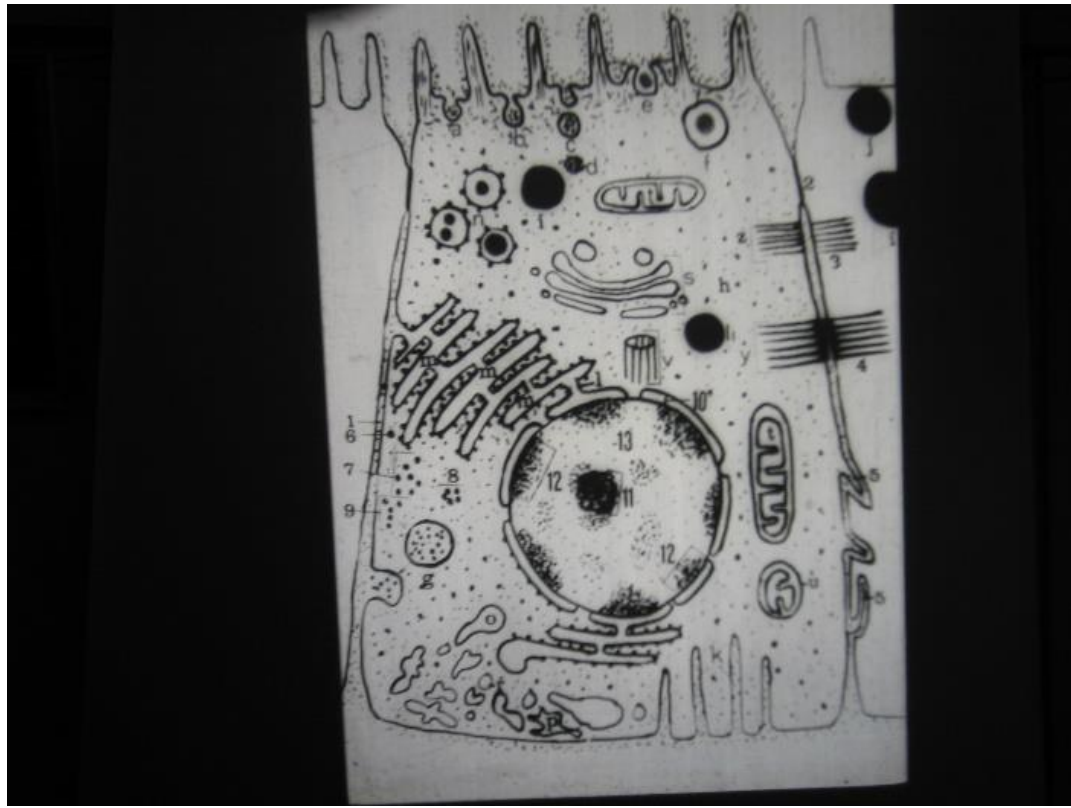
- Hücrenin esasını protoplazma adı verilen pelte kıvamında kütle oluşturur. Çekirdek ve sitoplazmadan meydana gelen metabolizma olaylarının gerçekleştiği bölümdür.

Hücrelerin yapısına giren maddeler, besinlerimizin esasını oluşturan proteinler, karbonhidratlar, yağlar ve su'dur. Ayrıca çeşitli mineral maddeler (Na, K, Ca, P vb.), enzimler, vitaminler ve hormonlar da hücre için önemli olan maddelerdendir.



- Hücreslerin canlılıklarını devam ettirebilmeleri, dışarıdan bünyelerine madde almalarıyla mümkündür. Alınan maddelerden bir kısmı hücre içinde parçalanıp ilkel unsurlarına ayrılır ve böylelikle, hücre için çok gerekli olan enerji açığa çıkar. Buna hücrenin **katabolik fonksiyonu (katabolizma)** denir.

- Alınan maddelerden, kendilerine kıyasla daha yüksek kuruluştaki olan yeni yeni maddeler de sentezlenir ve şekillenen bu maddeler hücrede yapı malzemesi olarak kullanılır. Buna da hücrenin **anabolik fonksiyonu** denir.
- Katabolik ve anabolik fonksiyonların ikisine birden ise **METABOLİZMA** denir.



- **Ökaryot hücre:** Çekirdek ve sitoplazmadan oluşan, genetik materyali çekirdeğinde taşıyan hücrelerdir.

- **Prokaryot hücre:**
Genetik materyali sitoplazmasında dağılmış halde bulunan ve çekirdek içermeyen bakteri, virus gibi canlılarda bulunan hücrelere denir.

HÜCRE

1. Sitoplazma

A. Temel Plazma (sitosol)

B. Şekli unsurlar

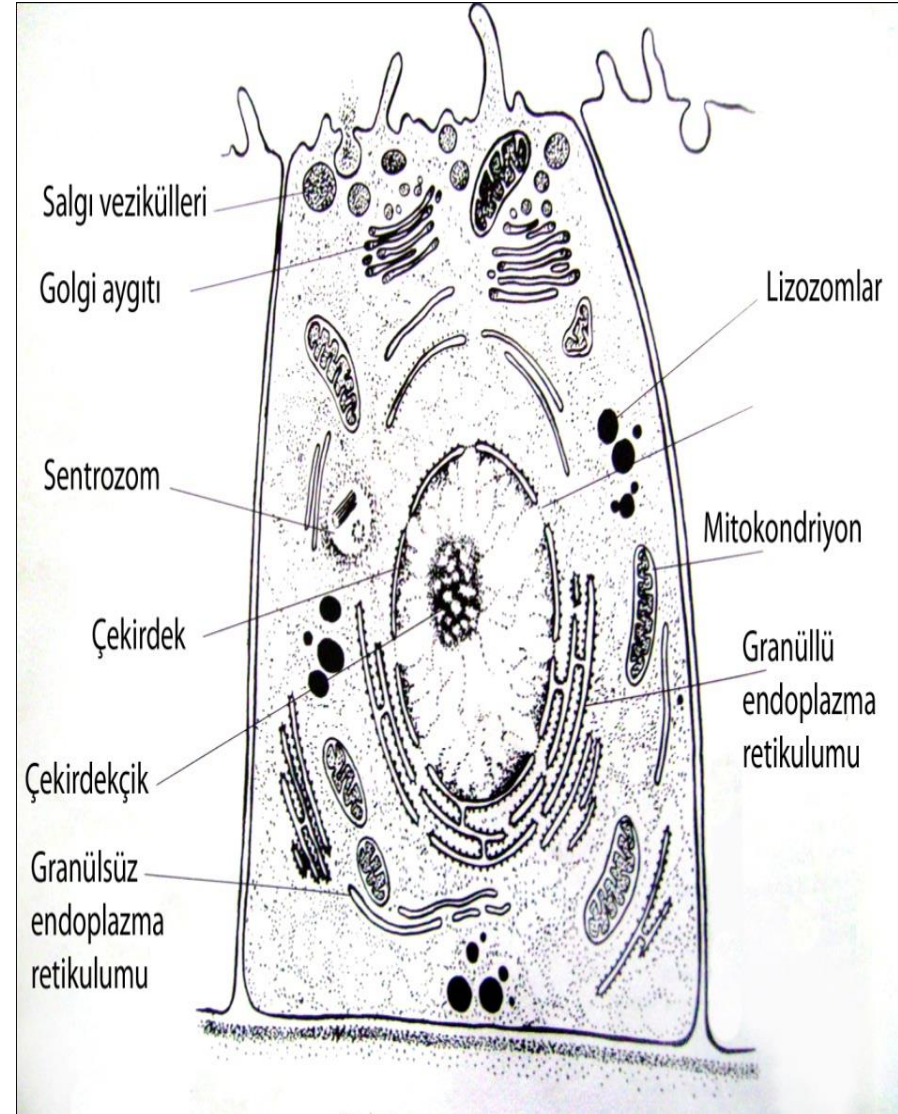
1. Organeller

A. Membransel

B. İpliksel

2. Sitoplazma inklüzyonları

2. Çekirdek

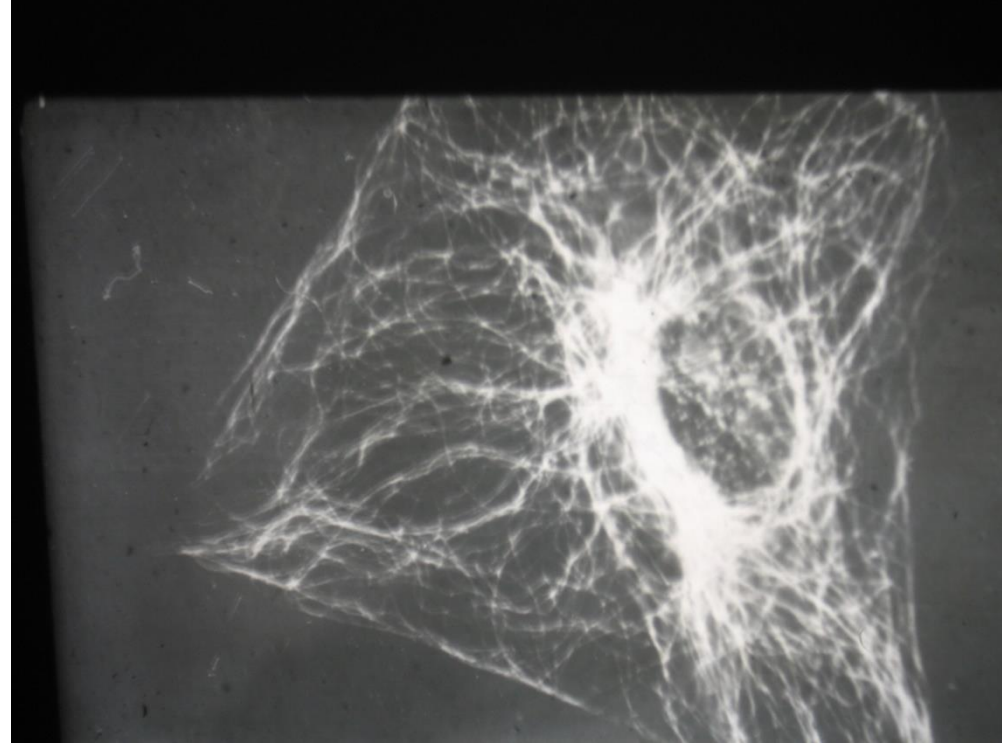


SİTOPLAZMA=

Temel plazma+şekilli
unsurlar

1- Temel Plazma: sitosol

- Şekilli unsurların arasını doldurur, metabolik duruma göre sol (hücrenin su alıp fonksiyon durumuna geçmesi) ya da jel (su kaybedip dinlenme durumuna geçmesi) hale gelir.
- %90-95'i sudur, yaş ilerledikçe su oranı azalır,



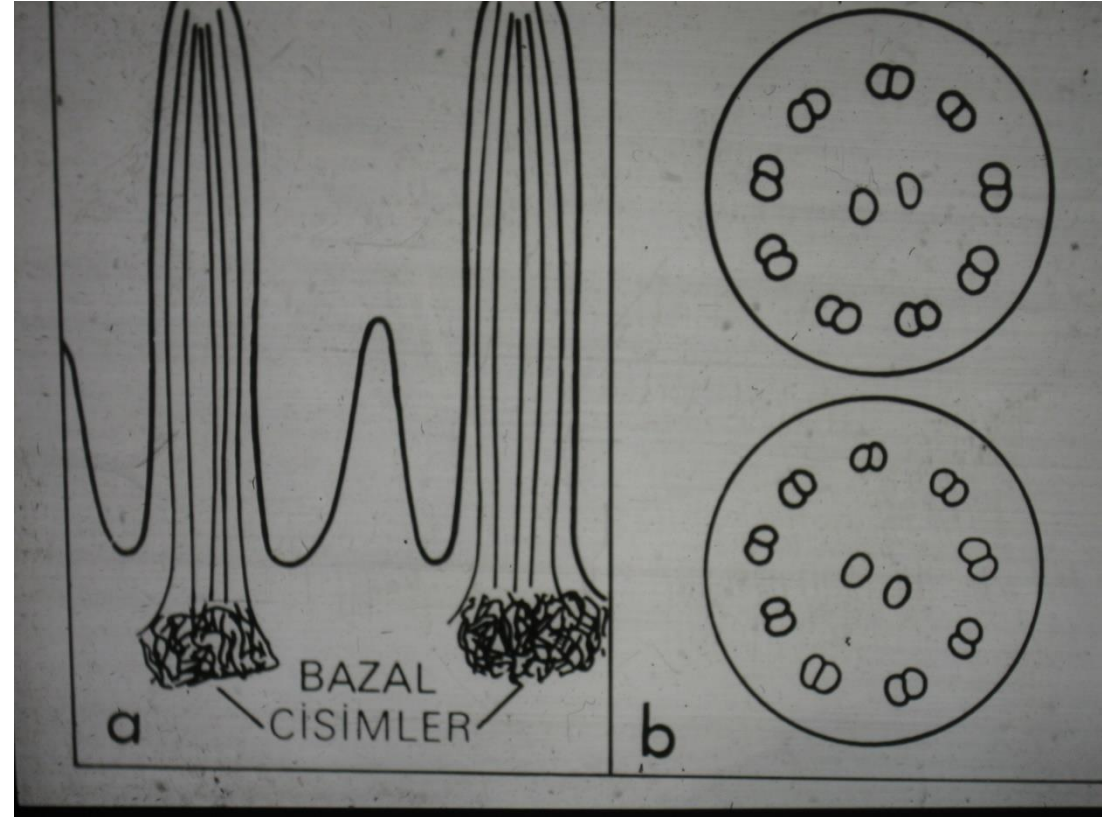
- Sitosolde bulunan maddelerin önemli bir bölümü enzim niteliğindeki proteinlerdir.
- Bunların başlıcalarını, glikojenin sitoplazmada aeorobik yolla önce glukozu, peşinden de piruvat'a yıkımını sağlayan **glikolitik enzimler**, **ATP-ase** ve **aminoasitlerin aktifleşmesini sağlayan enzimler** oluşturur.
- Sitosolde ayrıca; **proteinler**, **karbonhidratlar**, **lipidler**, asit-baz dengesini ve hücre içi ozmotik basıncı ayarlayan **katyonlar** ve **anyonlar**, **iz elementler** ve **oksijen** de bulunur.

- Bütün bu maddeler suda çözünmüş halde olduklarından, sitosol kuvvetli elektron mikroskopik büyültmelerde bile iç yapı göstermez.
- Hücre dışarıdan su aldığı sürece sitosol, **sol** halinde bulunur. Dinlenmeye çekilen hücreler ise dışarıya su vererek **jel** haline geçer ve hareketsizleşir.
- Mikroskopta incelenmek üzere, tespit solüsyonları ile tespit edilen hücrelerde su kaybı olur; sitosol devamlı bir gel haline dönüşür ve hücre ölür.

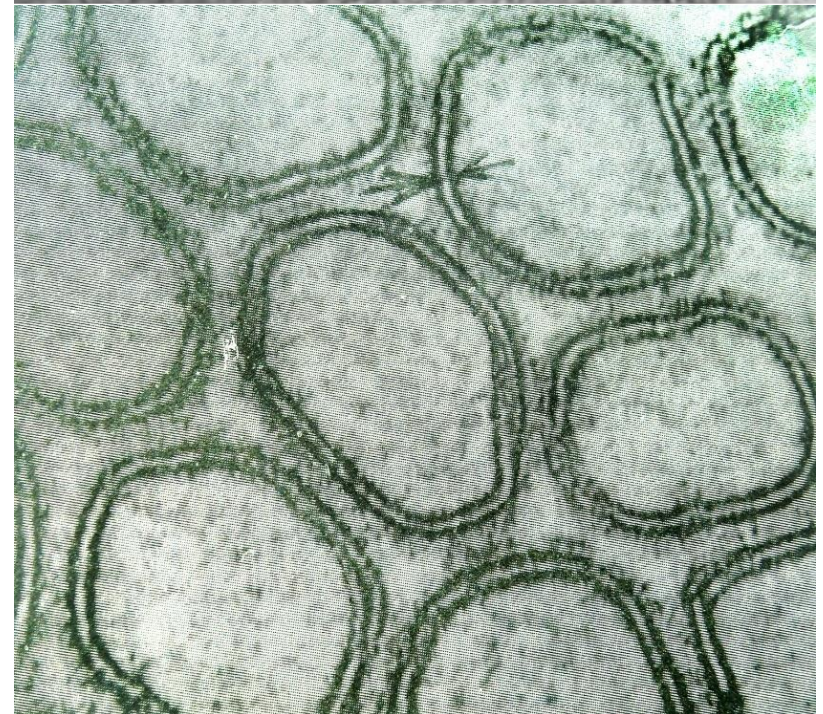
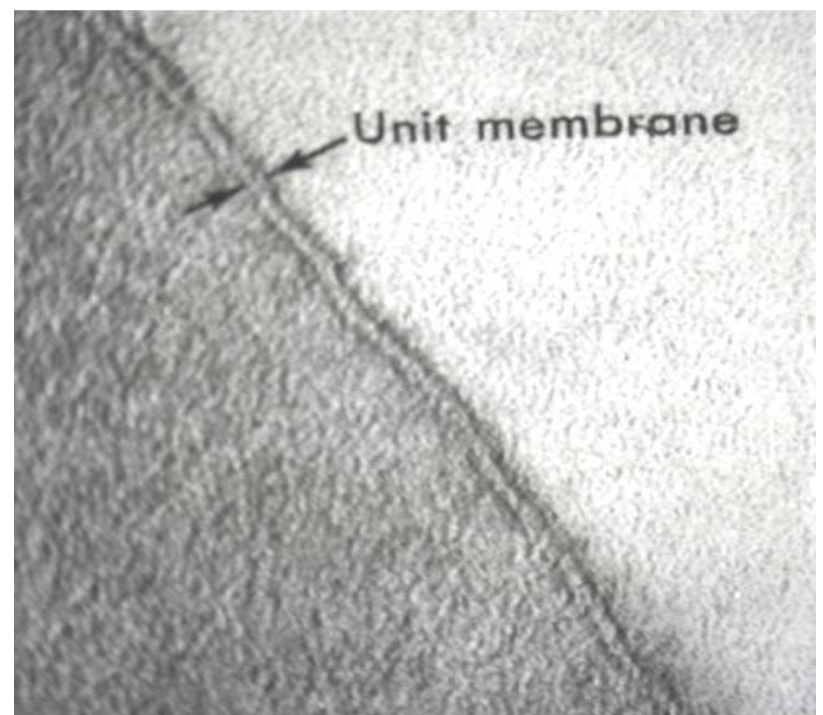
Sitosoldeki proteinler

- Globuler (yumaklanmış) ya da iplik şekillidirler.
- Bu proteinler hücrenin gereksinimine göre organize olarak elektron mikroskopunda görülebilecek düzeyde olan
- iplikçikler (**mikroflaman**) ya da
- borucuklar (**mikrotubulus**) oluştururlar.

- **Mikroflamanlar:** İpliksel ve globuler proteinlerden oluşur.
- **Mikrotubuluslar:** Sadece Globuler proteinler içerir.



- Globuler proteinler ayrıca lipidler ile işbirliği yaparak membranları meydana getirirler. Yani membranlar **lipoprotein** karakterindedir. Bu tür membranlara **elementer membranlar** denir.
- Bütün membransel organellere köken teşkil ettiklerinden **ÜNİT MEMBRAN** diye de adlandırılırlar.

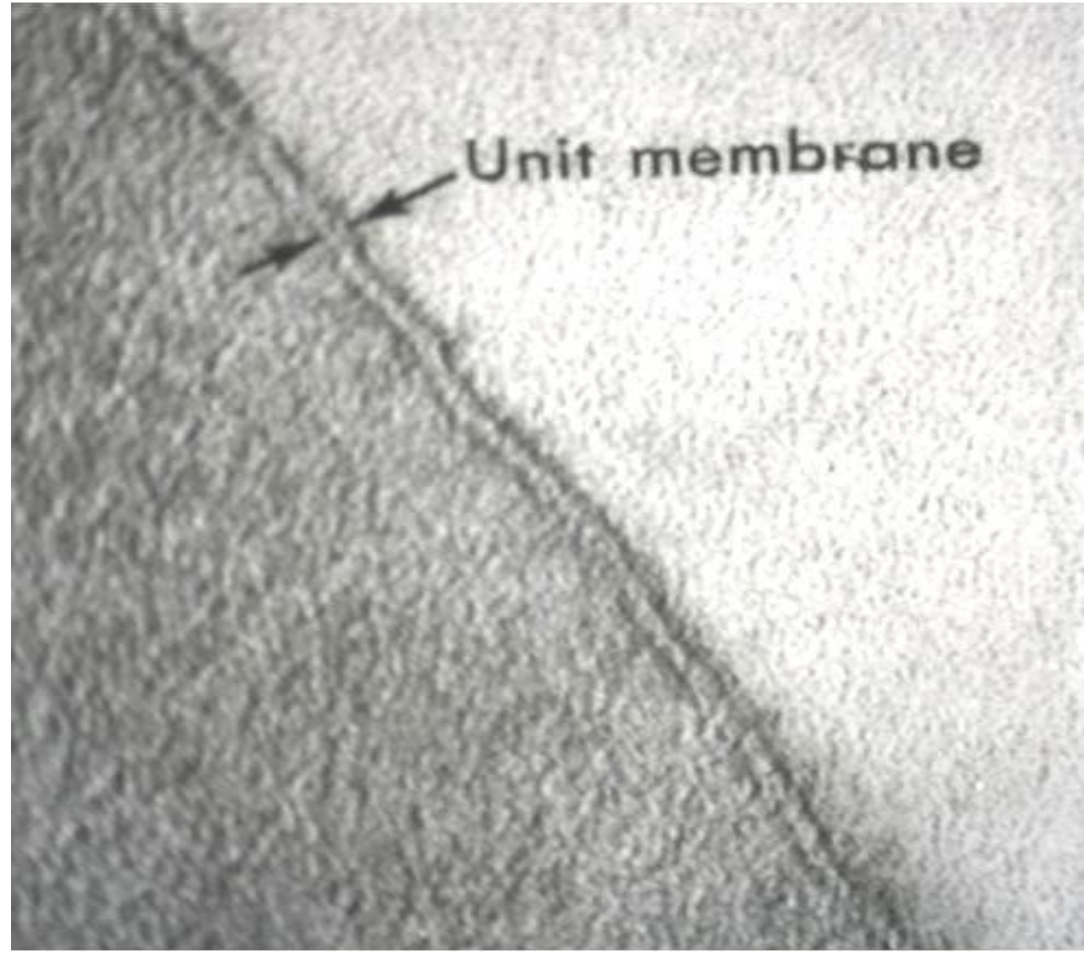


Ünit membran:

Ünit membranlar elektron mikroskopta üç katlı bir oluşum halinde görünürler.

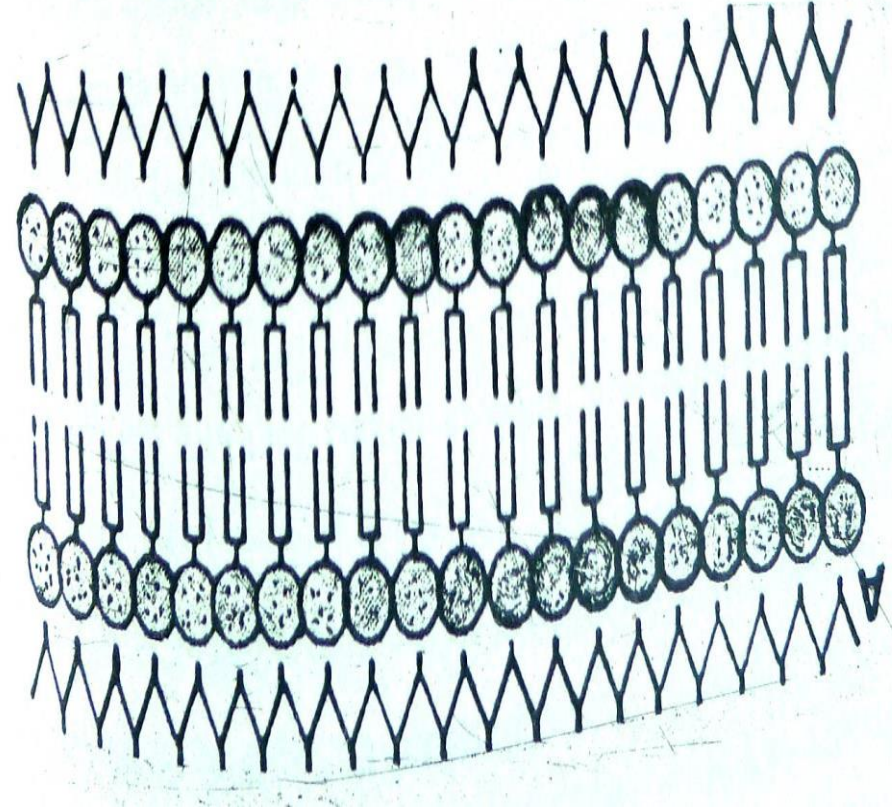
İç ve dış katlar koyu, ortadaki ise açık tonda görünür.

Membranın dış yüzeyini glikokaliks kaplar.



MEMBRAN MODELLERİ

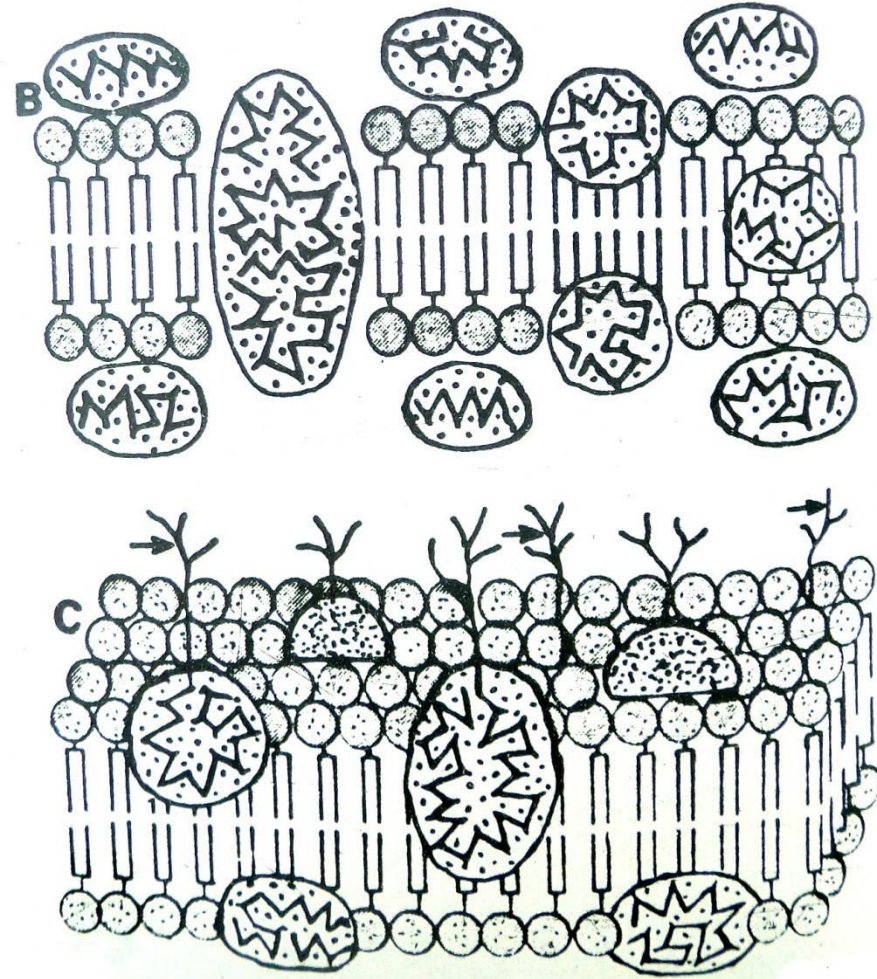
- **Sandviç modeli:** Eskiden membranlar birer sandviç benzetilir ve bunların yüzey kısımlarını ipliksel protein moleküllerinin, ortalarını ise iki tabaka halinde dizilmiş lipid moleküllerinin oluşturduğuna inanılırdı.



MEMBRAN MODELLERİ

Sıvı mozaik modeli:

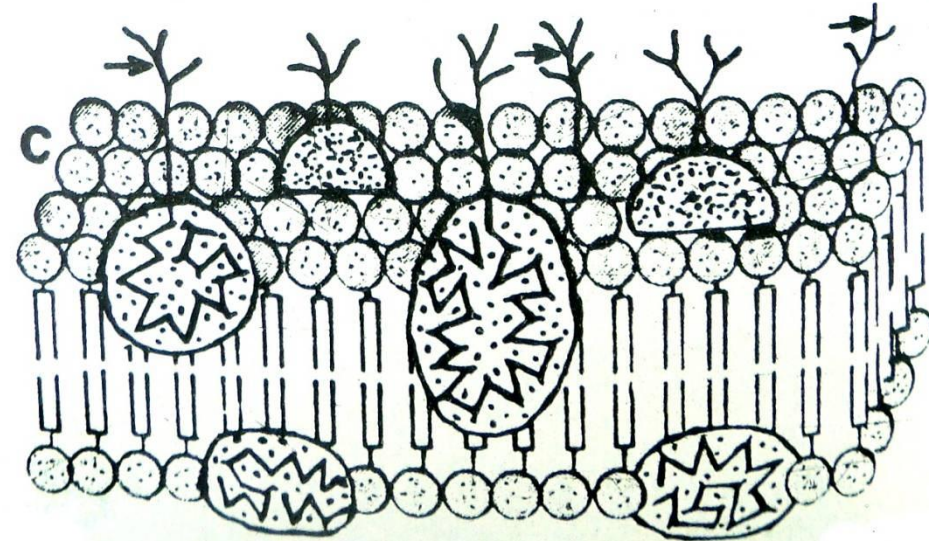
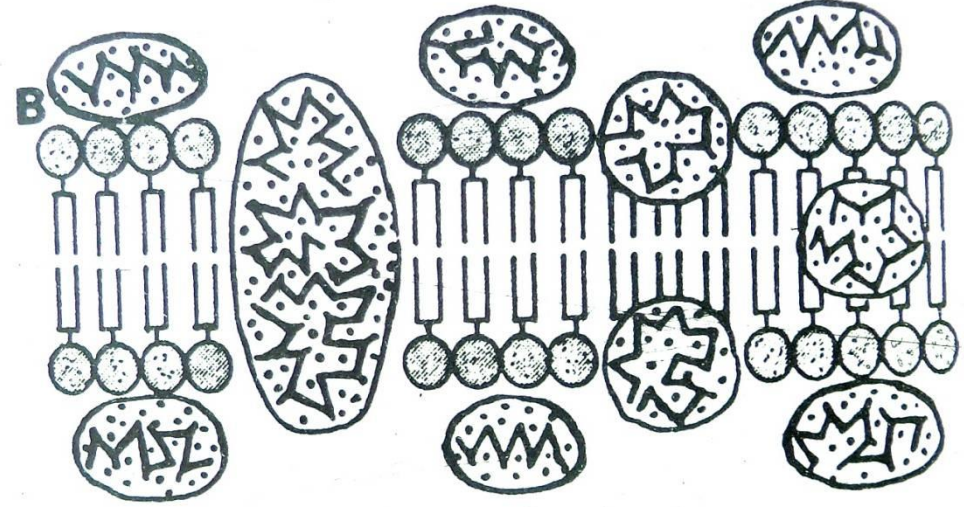
- Membranların iskeletini yine iki tabaka halinde lipid molekülleri oluşturur, ancak lipid tabakalarının yüzeyinde kopuntusuz birer protein katı bulunmaz.



MEMBRAN MODELLERİ

Sıvı mozaik modeli

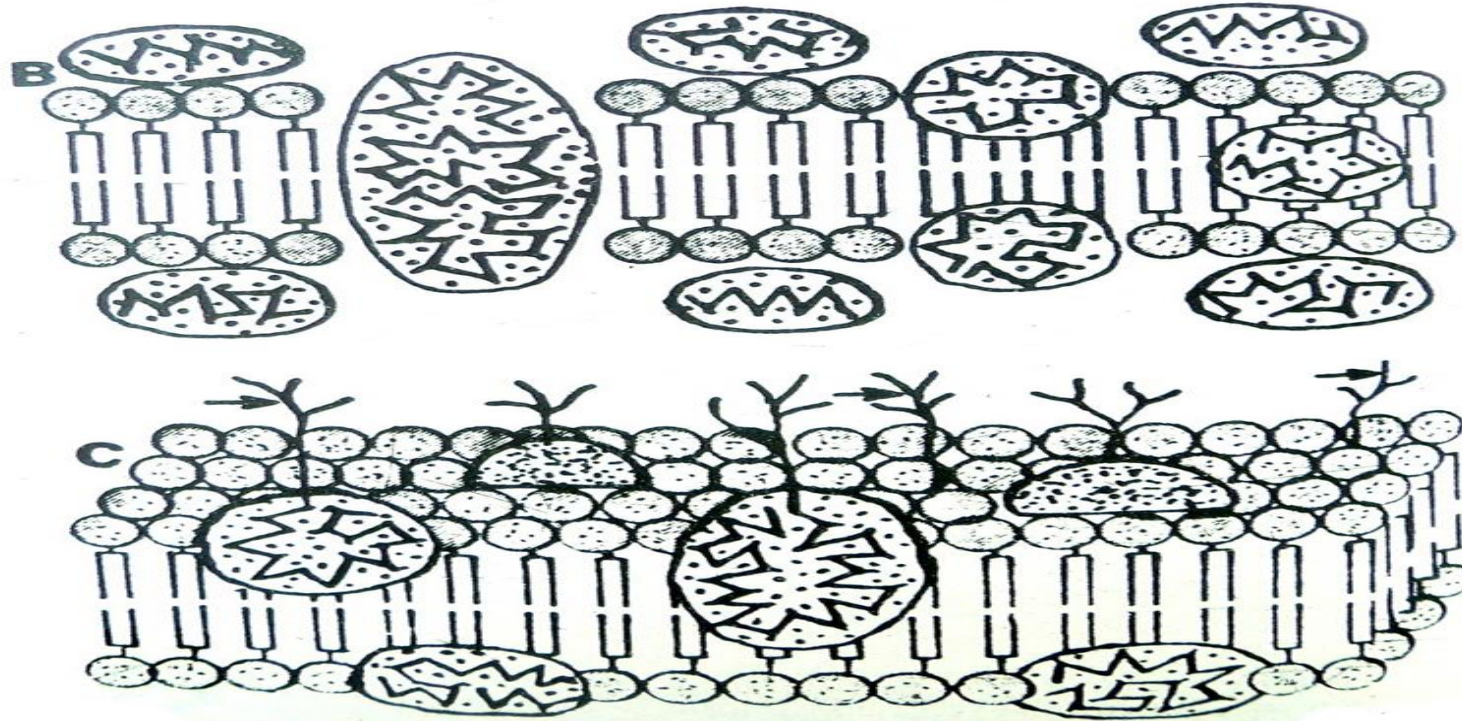
- Protein molekülleri globuler moleküller halindedirler ve membranlarda aralıklı olarak yerleşmişlerdir.



MEMBRAN MODELLERİ

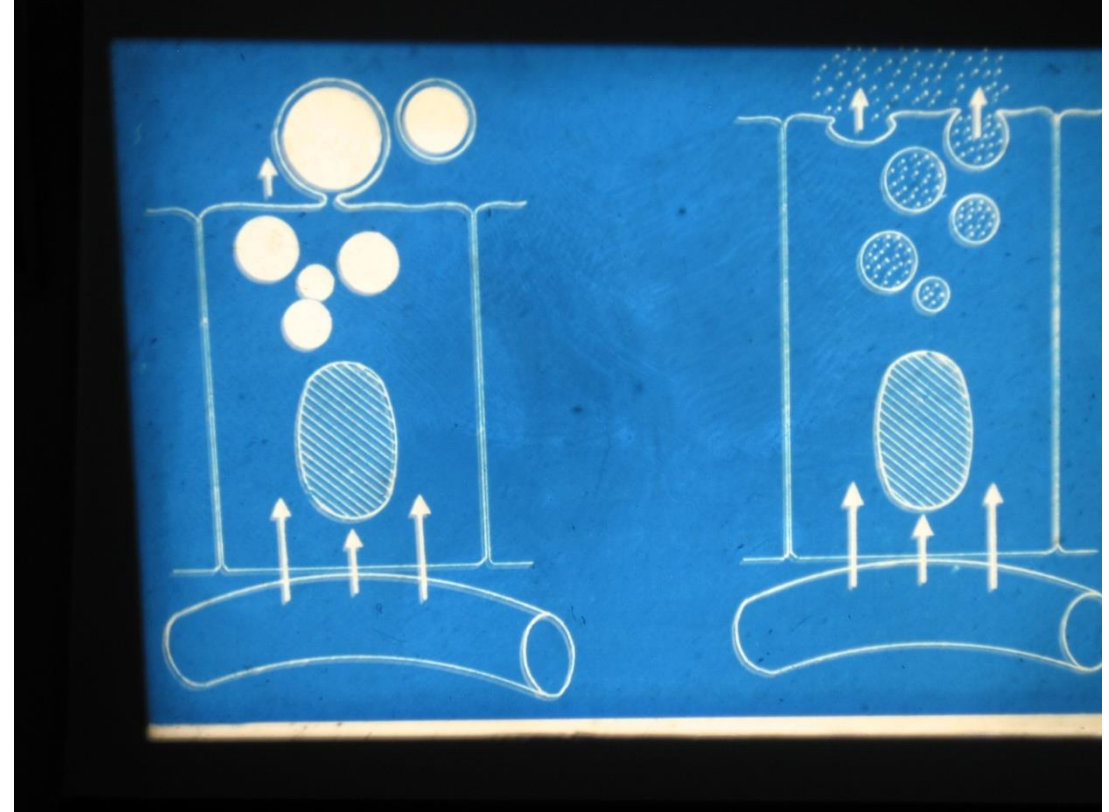
Sıvı mozaik modeli

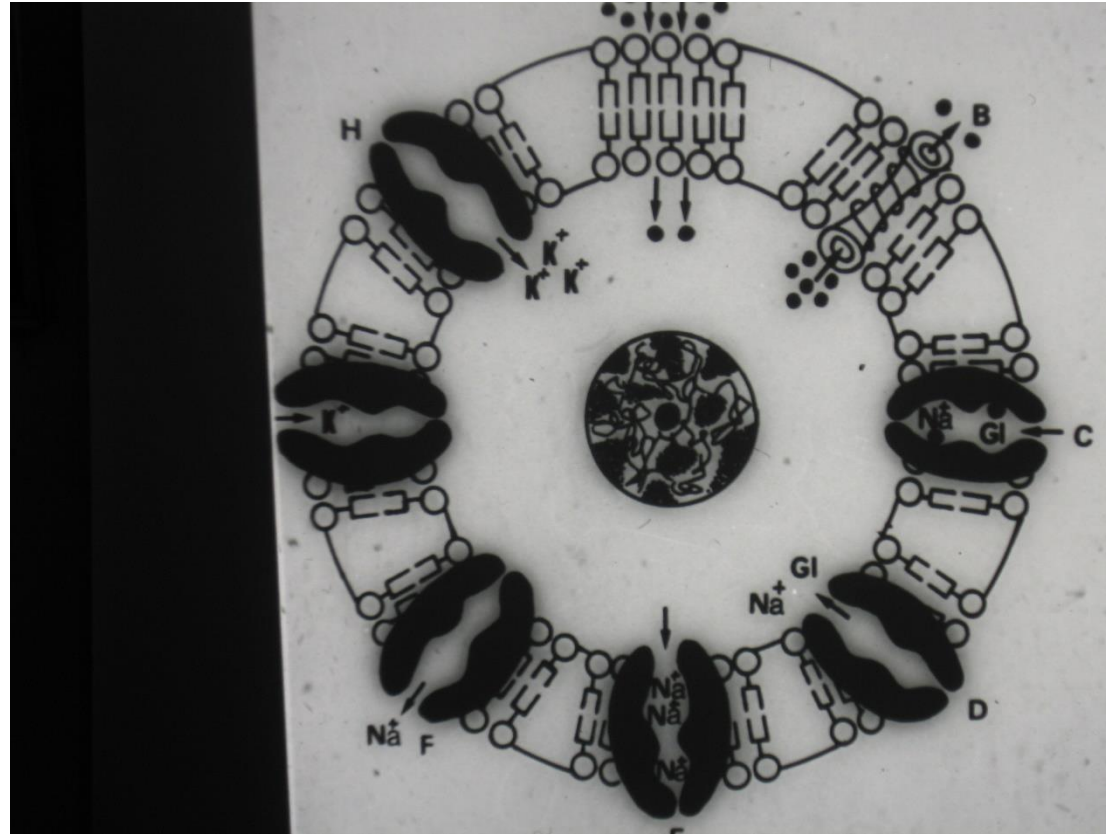
- Lipid tabakalarını oluşturan moleküllerin yuvarlak olan ve hidrofil baş kısımları membranların dış yüzeylerini,
- hidrofob kuyrukları ise orta kısımlarını oluştururlar.



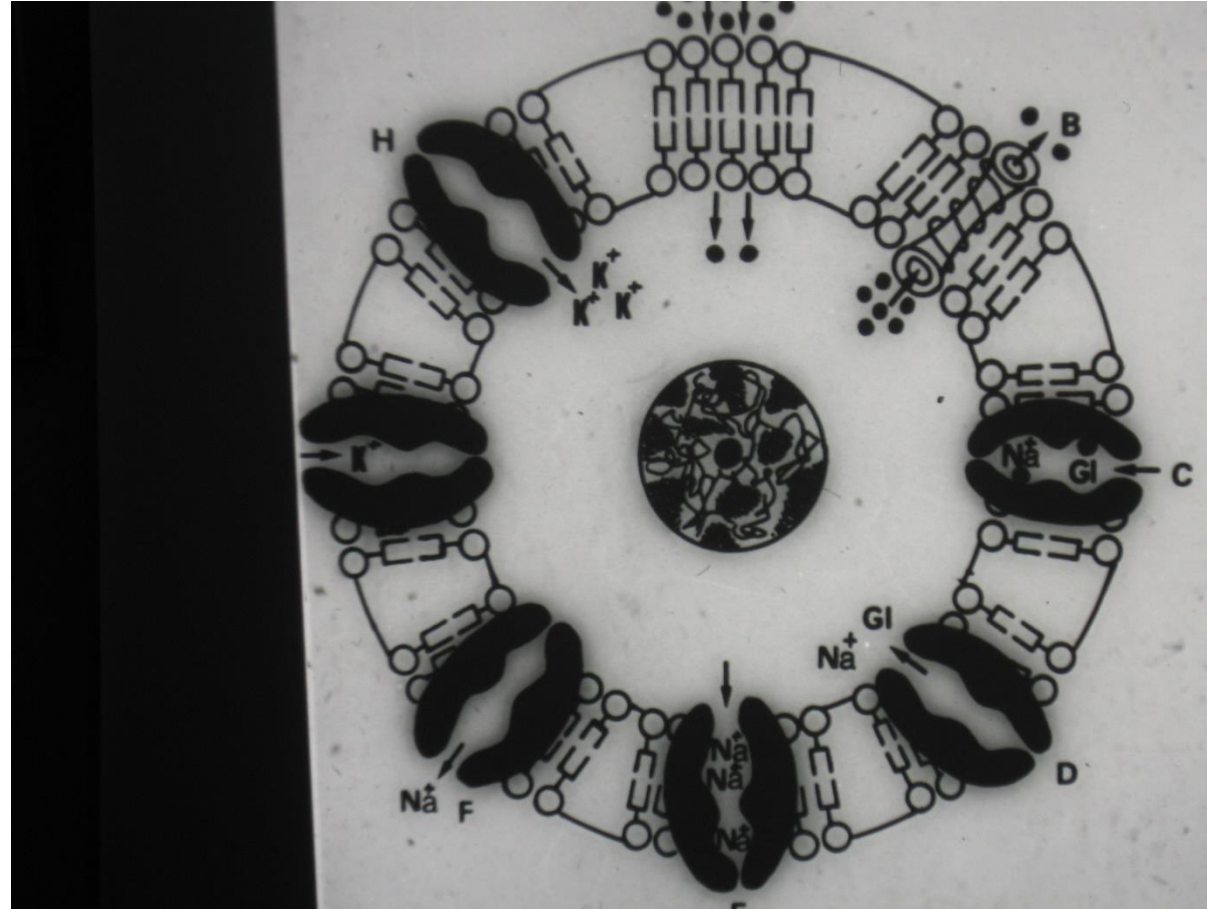
- Membran lipidlerinin büyük çoğunluğunu, değişik türdeki fosfolipidler oluşturur. Ancak yüzeye yakın kısımlarda az miktarda **kolesterol** de bulunur. Bazı membranlar ayrıca **glikolipid** de içerirler.

- Hücre membranında bulunan lipidler önemli bir geçirgenlik engeli oluştururlar. Membranın lipidlerden oluşan kısımlarından sadece su, gazlar ve yağda eriyen maddeler geçebilirler.

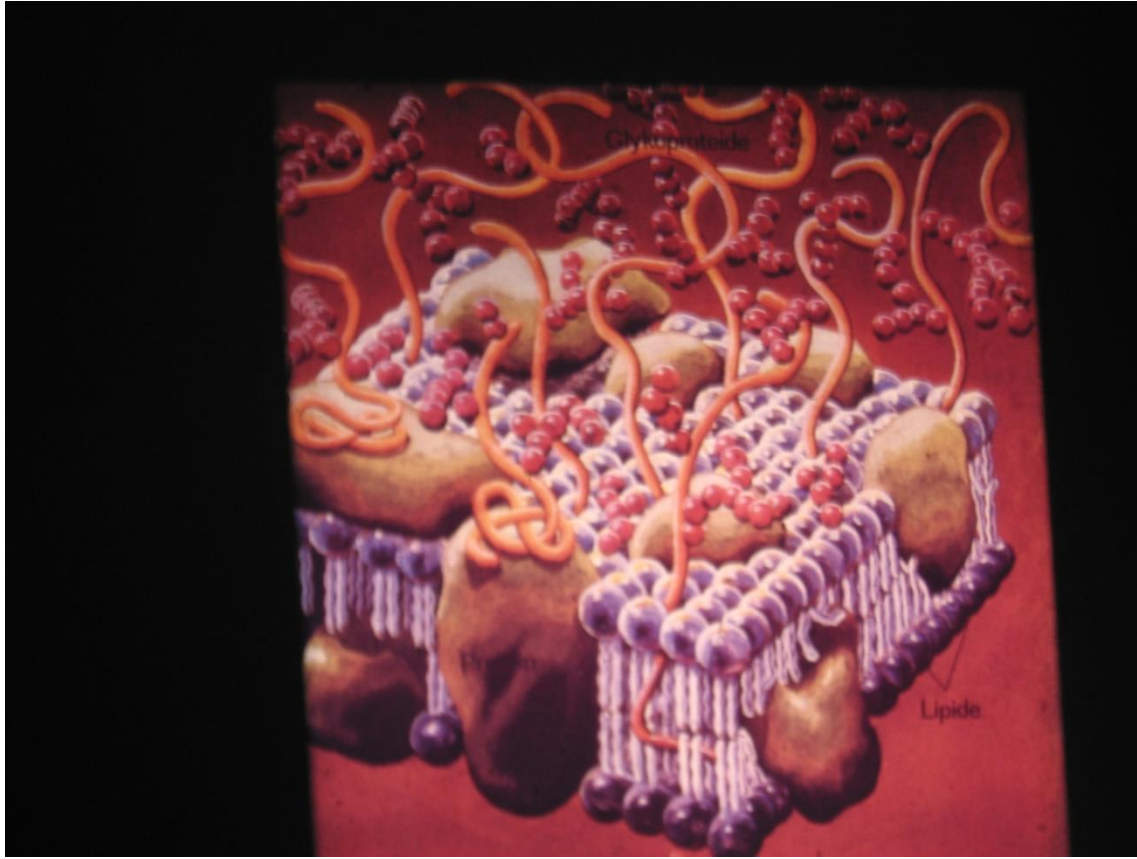




- Membranlarda bulunan protein moleküllerinin bir bölümü lipid moleküllerinin aralarına sokulmuşlardır (**integral proteinler**).



- Bunların bazıları membranın bir yüzünden diğer yüzüne kadar uzanır hatta dışı doğru da taşabilirler (**transmembran proteinleri**).



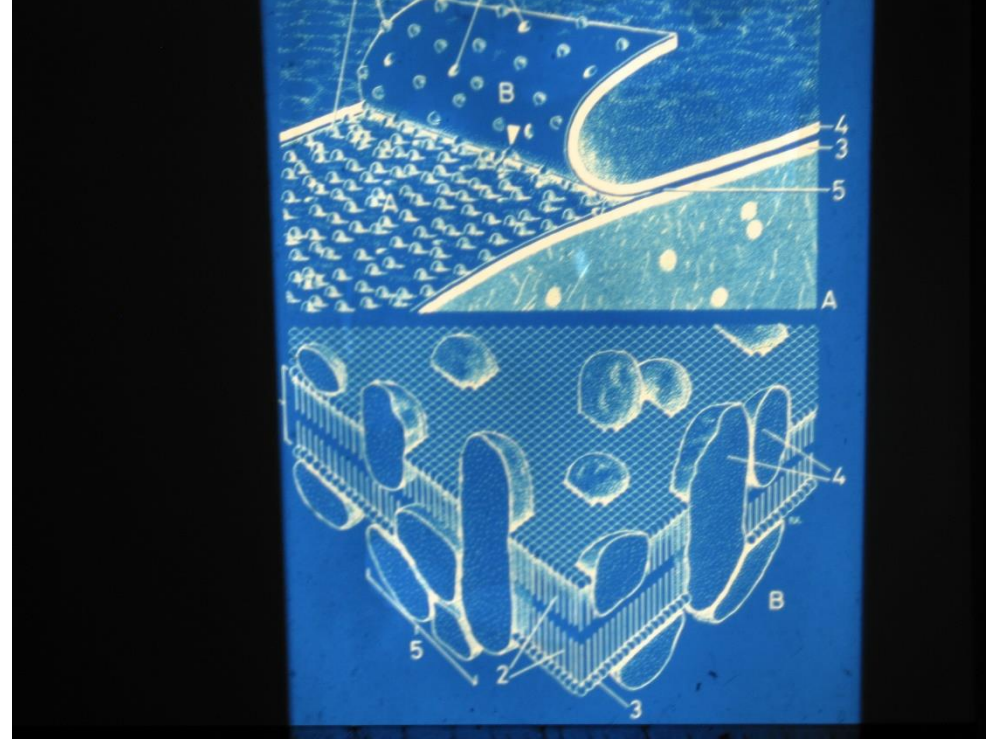
- Protein moleküllerinin geri kalanları ise lipid tabakalarının dış yüzeylerine oturmuşlardır (**periferal proteinler**).

Hücre membranındaki integral proteinlerin görevleri

1. Membranların bir yüzünden diğerine madde taşımak **(Taşıyıcı görev)**: Transport proteinleri ya da permeazlar da denir. Enzim özelliğindedirler ancak maddelerde değişiklik yapmazlar.
2. Dış ortamdan gelen maddeleri kendine bağlayarak hücrenin bu maddelere karşı davranışını sağlamak **(reseptör görevi)**.
3. Gerçek enzim özelliğinde olup **lipidlerin sentezlenmesine** aracılık ederler.

1. Membranların birer yüzlerinden diğer yüzlerine madde taşımak (transport proteinleri)

- Transport proteinleri enzim özelliğindedir. Ancak diğer enzimlerden farklı olarak ilgi duydukları maddeleri değişikliğe uğratmaz. Enzim özelliğindeki bu taşıyıcı proteinlere **PERMEAZLAR** da denir.



- Hücreler iç düzenlerini hücre membranının özel geçirgenliği sayesinde koruyabilir. Yani hücre membranı girip çıkacak maddeleri devamlı olarak kontrol altında tutar.

1. Pasif transport:

- Maddelerin çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçmeleri (difüzyon) olgusudur. Geçişler denge sağlanana kadar devam eder.

- Transport için enerji (ATP'nin parçalanması ile açığa çıkan enerji) kullanılmaz.

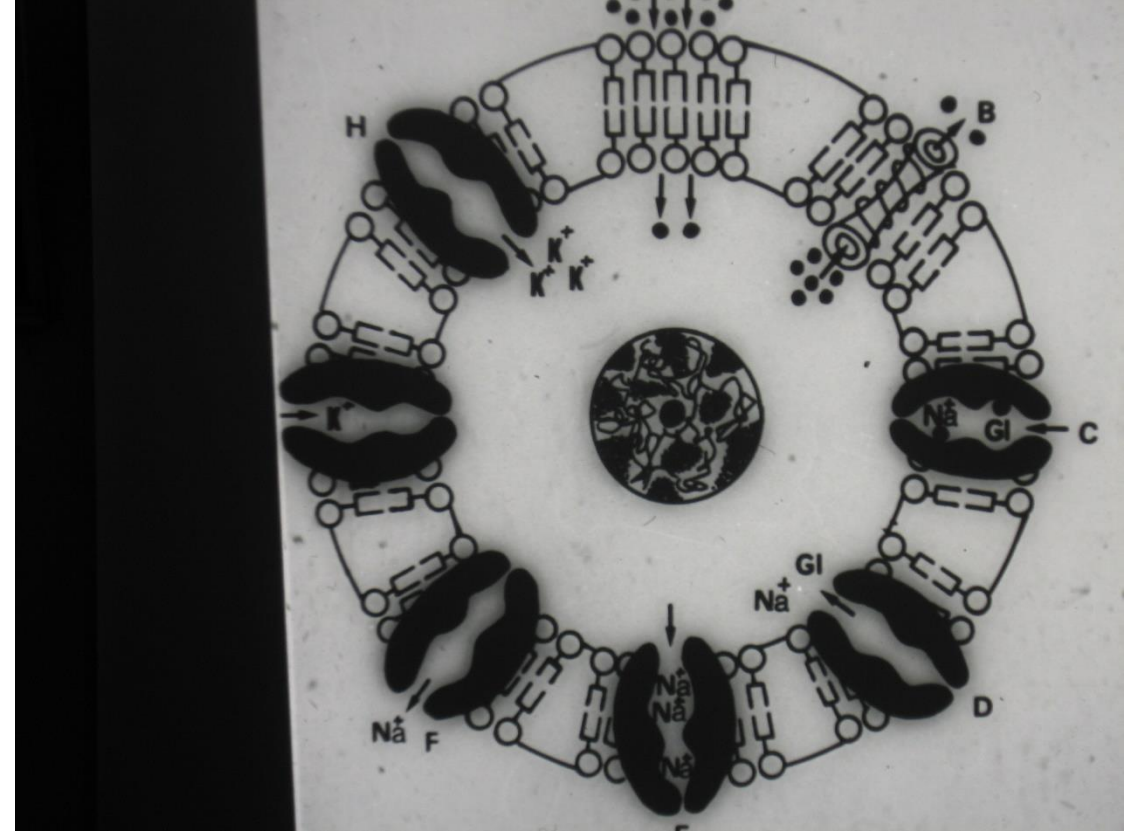
- İki türü vardır:

- a) **Basit difüzyon**

- b) **Kolaylaştırılmış difüzyon**

a) **Basit difüzyon:** Nötr yüklü olan su, oksijen, azot, karbondioksit gibi ufak moleküllü maddeler, ayrıca yağ asitleri, alkol, eter, kloroform gibi yağla bağdaşan maddeler, steroid hormonlar membranı oluşturan lipid moleküllerinin aralarından basit difüzyon yoluyla geçerler.

- Maddenin elektrik yükü taşımaması gerekir.
- Yavaş tempo ile gerçekleşen bir transport türüdür.



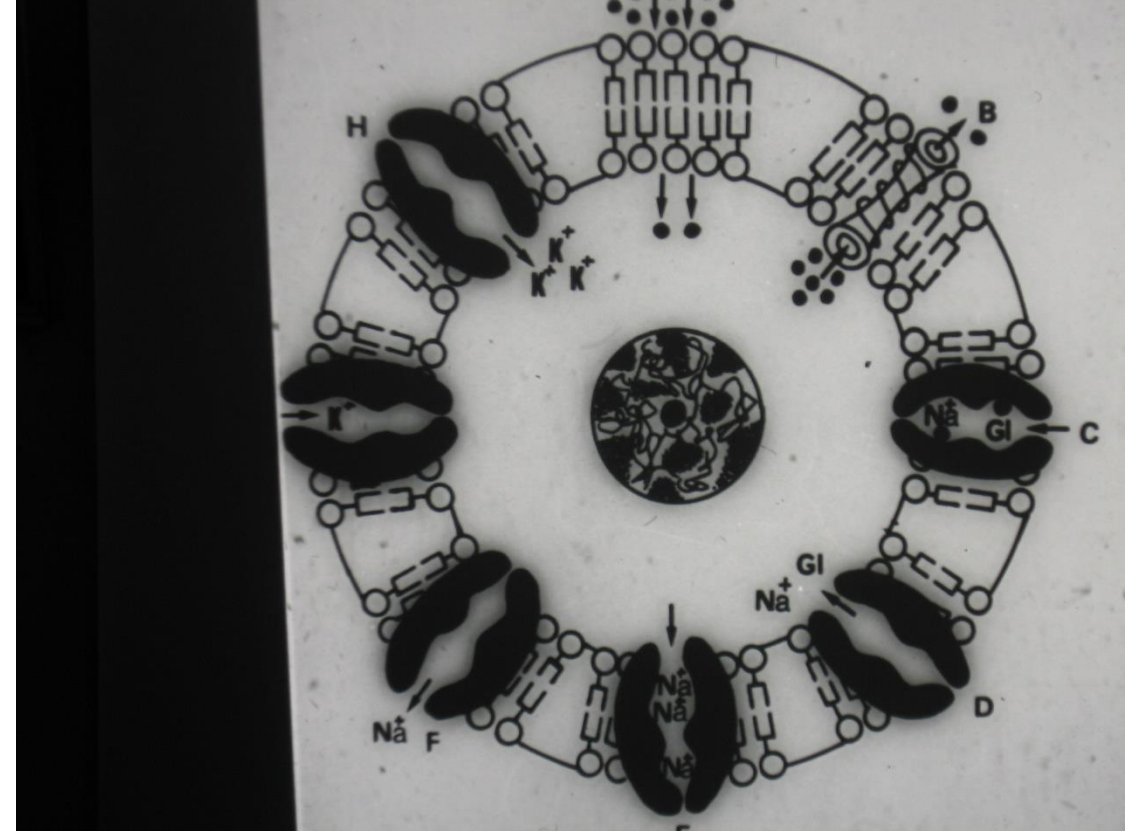
b) Kolaylaştırılmış difüzyon :

•Basit difüzyonun aksine transport işleminde özelleşmiş transmembran proteinleri kullanılır. Bu proteinler:

-Kanal proteinleri

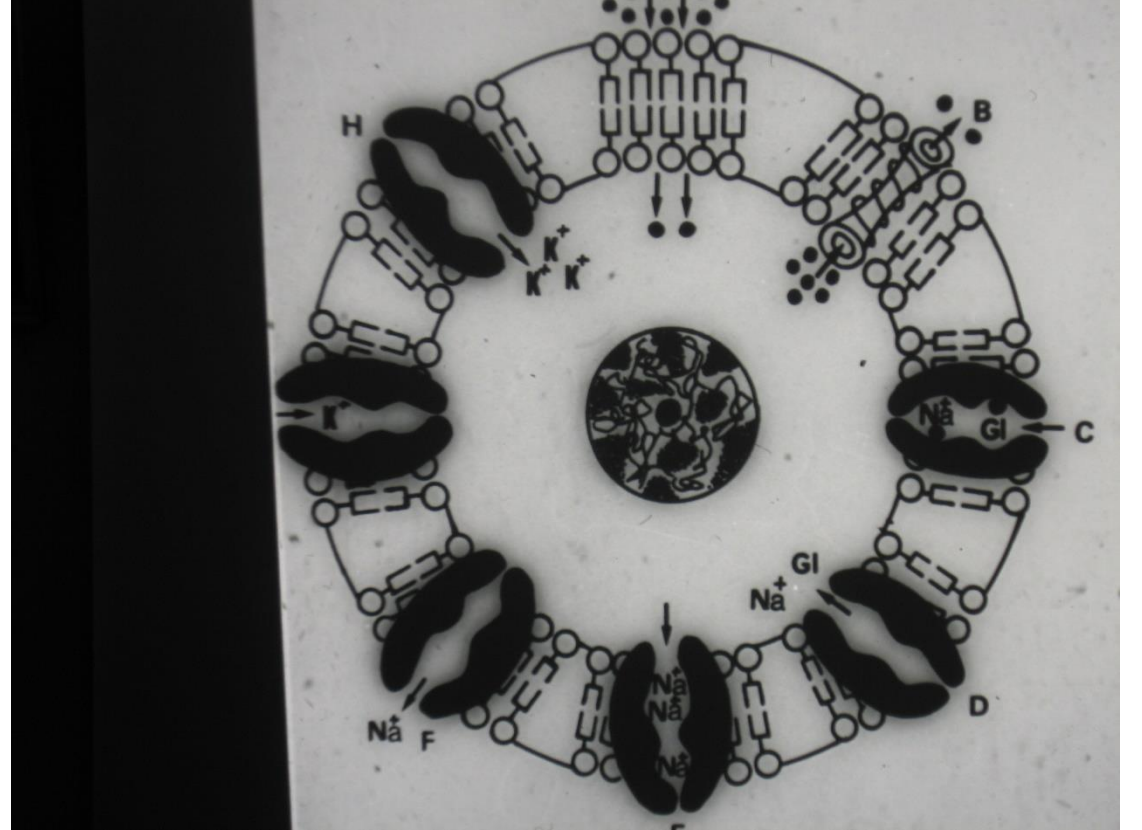
-Taşıyıcı proteinler' dir

•Elektrik yüküne sahip maddeler örneğin; amino asitler, iyonlar ve şekerler taşınırlar.



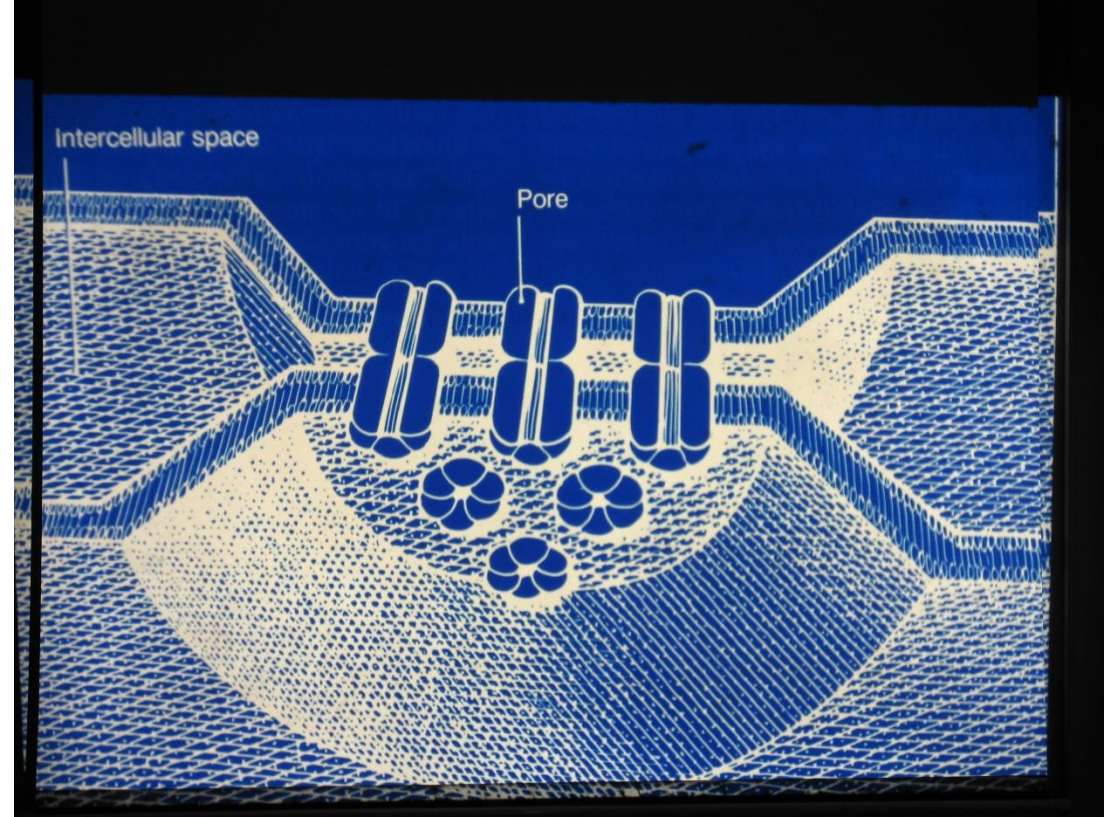
-Kanal proteinleri:

- Daha çok kation (Na, H, K, Ca) transportunda görev yaparlar.
- Bunlar membranlarda karşıdan karşıya uzanan birer kanal oluştururlar.
- Bu kanalı meydana getiren protein makromoleküllerinin hidrofob kısımları dışa, hidrofil kısımları ise içe dönük olur. Bundan ötürü de proteinin oluşturduğu kanal sulu bir ortam halindedir.



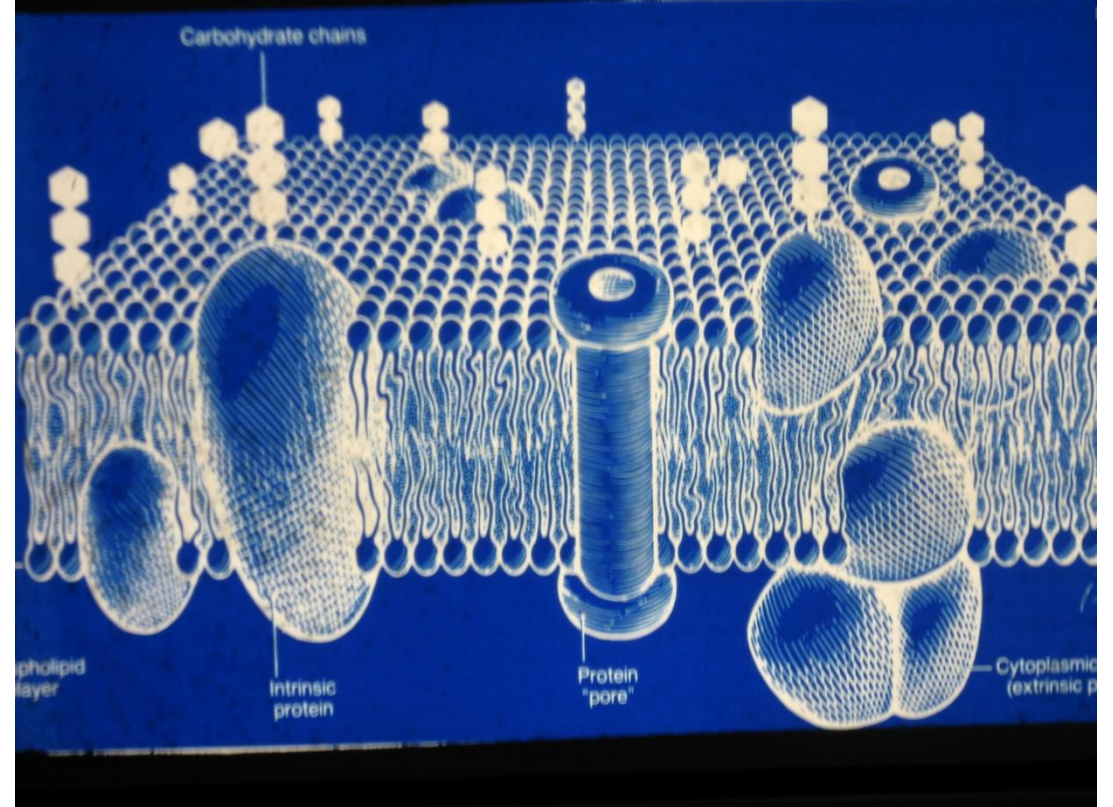
Kanal proteinleri:

- Dinlenme halinde iken bu kanallar kapalıdır. Kanal bölgesinde fazla iyon toplanınca, bu iyonların sağladığı elektrik enerjisi ya da sinirsel uyarımlarla kanallar açılır. İyon kanallarının çapları farklıdır. Bunlar daha çok kas ve sinir hücrelerinin membranlarında bulunurlar.
- Hücre membranlarında aniyon (örneğin HCO_3^-) transportu yapan kanal proteinleri de vardır.



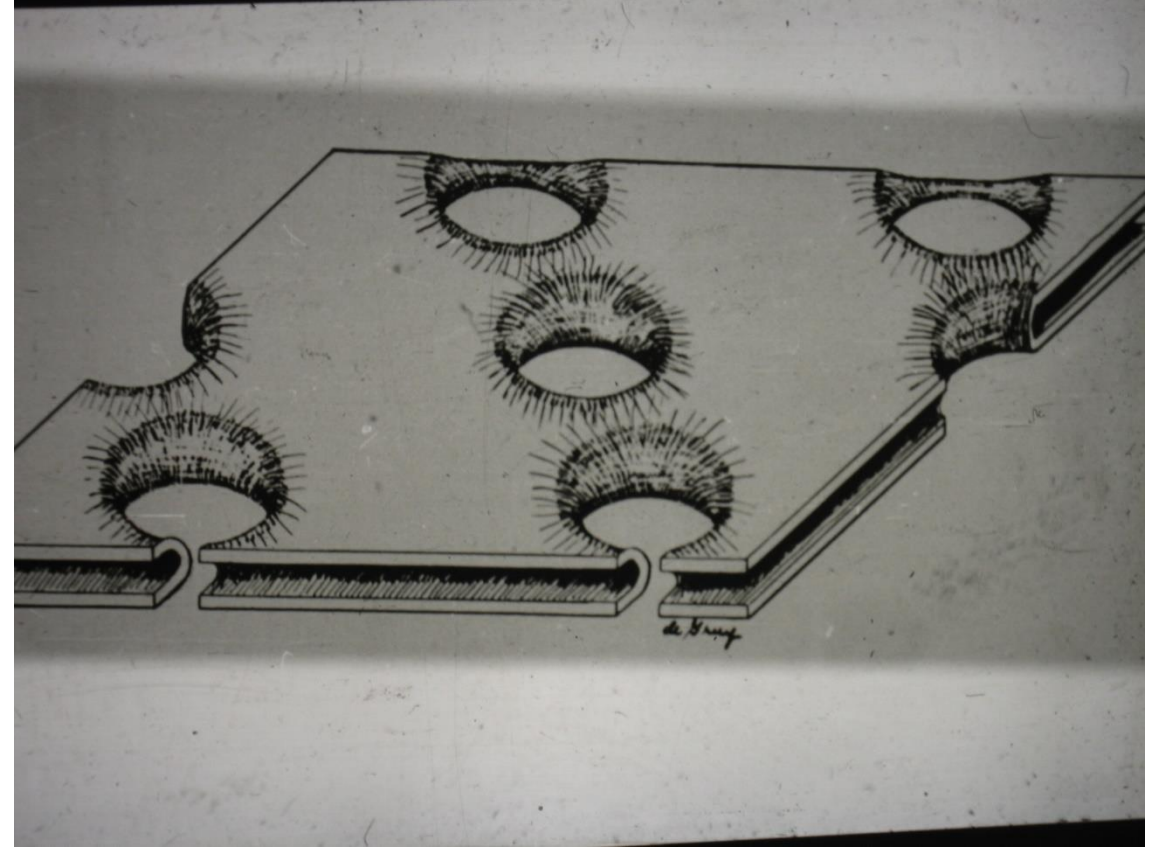
-Taşıyıcı proteinler:

- Na⁺ K⁺adenozintrifosfataz özelliğindedir.
- Kanal proteinleri sadece iyonları geçirirken, taşıyıcı proteinler, iyonlarla birlikte, yine ufak moleküllü olan glukoz gibi monosakkaritler ile aminoasitleri de taşıyabilmektedirler.



-Taşıyıcı proteinler:

- Taşıyıcı özellikte olan bu integral proteinlerin makromoleküllerinden her biri birkaç adet alt birimden meydana gelmiştir. Bunların da dış yüzleri hidrofob, iç yüzleri ise hidrofil özelliktedir ve bu hidrofil yüzeyinde taşınacak maddelere ilgi duyan özel bağlama yerleri vardır.
- Bazıları tek tip madde geçirirken bazıları iki maddeyi birden bağlayabilirler. Bu durumda iki madde aynı yönde taşınabildiği gibi, ters yönlerde de iletilebilirler.

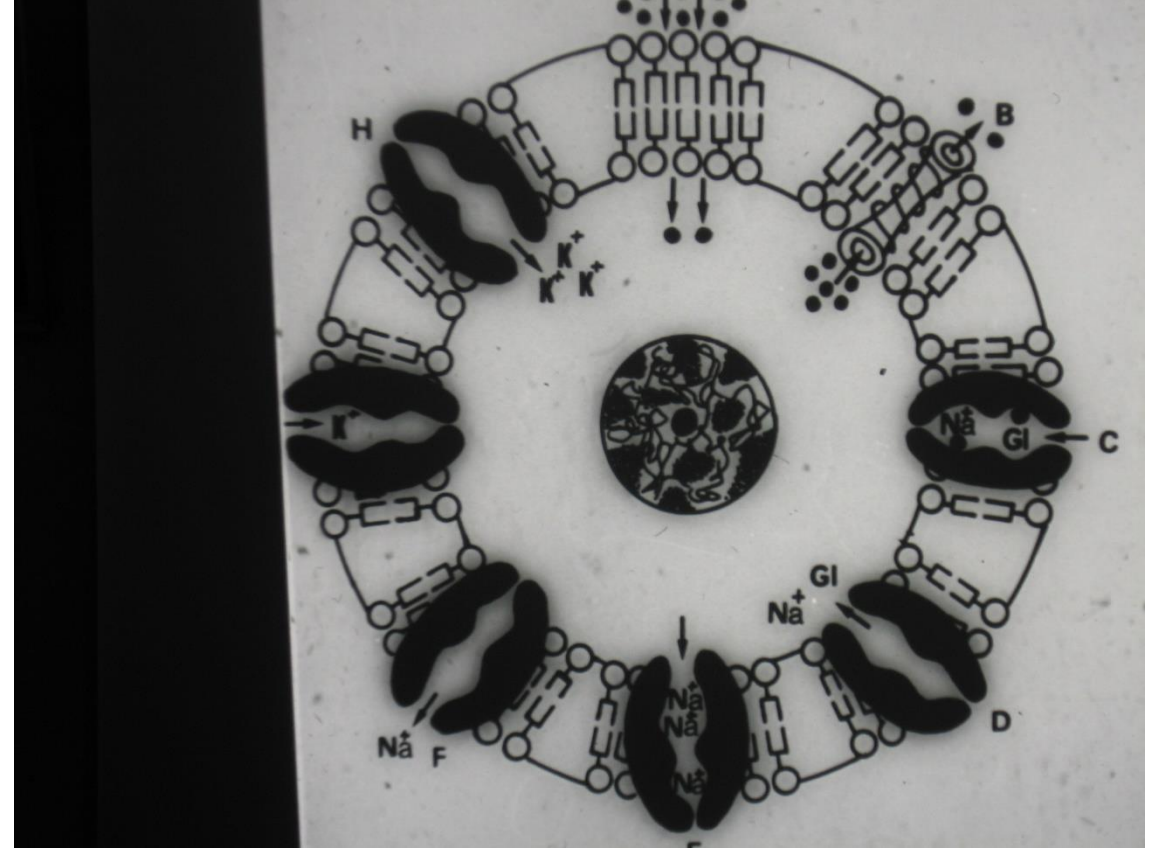


-Taşıyıcı proteinler:

- Taşıyıcı proteine Na^+ iyonu bağlanınca, o kısımda pozitif elektrik yükü artar ve molekülün üç boyutlu yapısı değişir. Molekül, bağlamış olduğu maddelere duyduğu ilgiyi kaybeder ve bağımsız hale gelen maddeler (glukoz ve Na^+) hücre içine alınırlar. Burada maddeler çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçtiklerinden, metabolik enerji kullanılması söz konusu değildir.
- Diğer monosakkaritler ile amino asitler de çok yoğun ortamdan az yoğun ortama aynı mekanizma ile alınırlar.

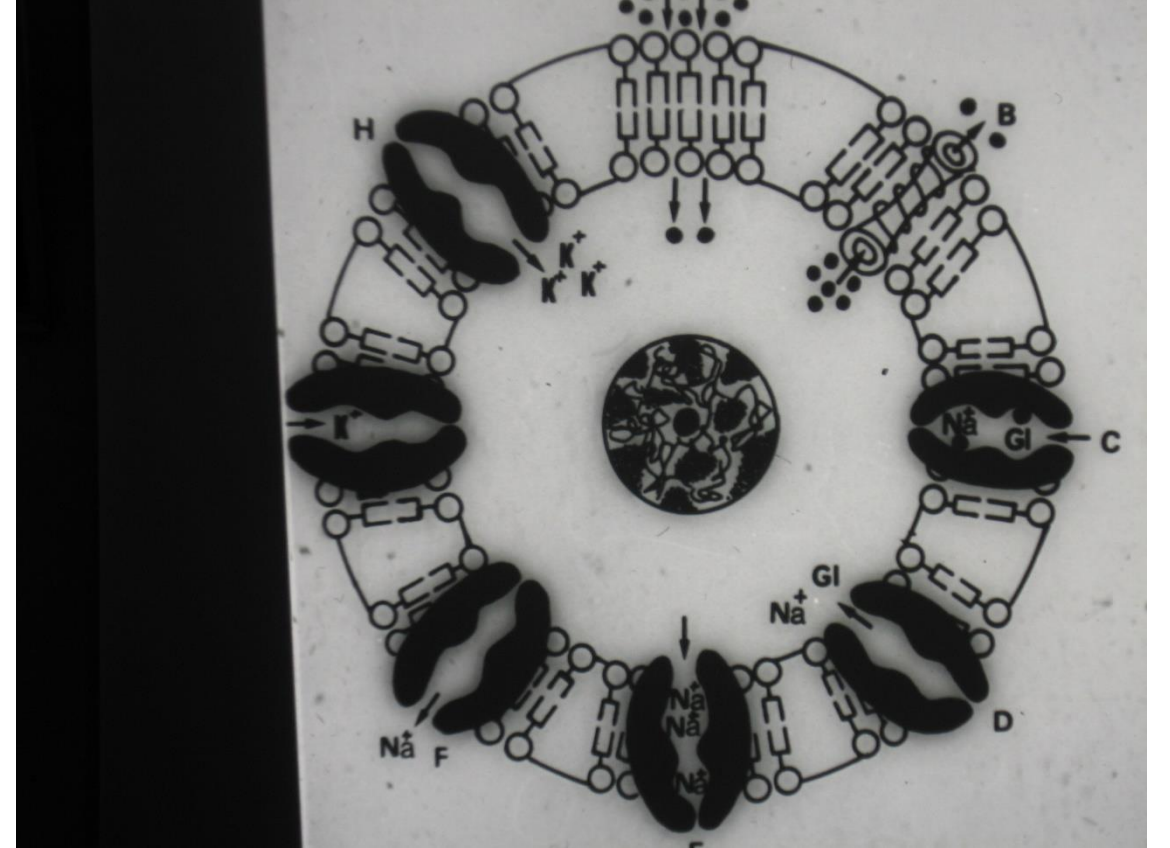
Aktif transport

- Metabolik enerji kullanılması zorunludur.
- Bilindiđi gibi, hücrelerin aktivite gösterebilmeleri için Na^+ iyonları hücre dışı ortamda hücre içi ortamdaki çok daha fazla miktarda bulunur. Ancak kolaylaştırılmış difüzyonla hücreye glukoz alınırken beraber giren Na^+ iyonları bu dengeyi bozar. Hücreye giren ve fazlalık oluşturan bu iyonların hemen dışarı atılması gerekir.



Aktif transport

- Hücreye Na^+ iyonları girmiş olmasına karşın, yine de dış ortamda Na^+ yoğunluğu daha fazladır. O yüzden bunların dışarı verilmeleri aktif transportla gerçekleşir.



Aktif transport

- Sitosolden taşıyıcı proteine (Na^+ K^+ adenozintrifosfataz) giren Na^+ iyonları molekülün özel noktalarına bağlanınca, molekül aktifleşir ve sitosolde bulunan ATP molekülünü parçalar. Açığa çıkan metabolik enerji , bu sırada tekrar biçim değişikliğine uğrayan taşıyıcı proteine bağlı olan Na^+ iyonlarının bağlandıkları yerden ayrılmalarına ve dış ortama atılmalarına neden olur.
- Bu sırada, dış ortamdaki K^+ iyonları taşıyıcı proteine bağlanır; tekrar biçimi değişen taşıyıcı protein, K^+ iyonlarının aktif transport ile sitosole verilmelerine neden olur.

Aktif transport

- Bu iki olay, yani Na^+ iyonlarının hücre dışına, K^+ iyonlarının ise hücre içine aktif transport ile verilmesi olgusu “**sodyum potasyum pompası**” diye adlandırılır.
- Pompalama sırasında, her defasında 3 molekül sodyum iyonu atılırken, içeriye 2 molekül potasyum iyonu alınır. İşte bundan ötürüdür ki, Na^+ iyonları hücrelerarası maddede, K^+ iyonları ise sitosolde daha fazla miktarda bulunur.

Aktif transport

- Bilindiđi gibi hücre membranının dış yüzü artı, iç yüzü ise eksi elektrik yüküne sahiptir. Bu farklılığı sağlayan faktörlerden biri, Na ve K iyonlarının membranın her iki tarafında farklı miktarlarda bulunmasıdır.

Aktif transport

- Na⁺ K⁺ pompası, bütün hayvansal hücrelerin membranlarında bulunur.
- Glukoz çoğu durumlarda hücrelerarası maddede, sitosole kıyasla daha fazla miktarda bulunduğundan, bunun hücrelere alımı kolaylaştırılmış difüzyon ile olur. Ancak, bağırsak kanalı ve böbrek kanalcıklarında glukozun lümeninden hücrelere alınışı aktif transport ile gerçekleşir. ; çünkü bu organların lümenlerinde glukozun yoğunluğu hücrelere göre daha azdır.

Hücre membranındaki integral proteinlerin görevleri

1. Membranların birer yüzlerinden diğer yüzlerine madde taşımak (transport proteinleri)
2. Dış ortamdan gelen değişik türdeki maddeleri kendilerine bağlayarak, hücrelerin bunlara karşı davranışlarını sağlamak.

- Hücre membranlarının dış yüzlerine taşınan integral proteinlerin bir bölümüne reseptörler denir. Bu reseptörlerin bir grubu, protein türünde hormonların hücre yüzeyine bağlanmalarını sağlar. Bağlanan hormonların etkileri ile sitosolde bir seri enzim reaksiyonları meydana gelir ve bu reaksiyonlar sonucunda, eğer reseptörlere bağlanan hormon adrenalin ise, glikojen glikoza parçalanır; insülin ise glukozun hücre içi kullanımını sağlar.

- Hücre yüzeyi reseptörlerinin diğer bir bölümü nörotransmitter (sinirsel uyarıcılar) ile etkileşir. Bu tür reseptörlere en sık olarak iskelet kaslarına ait kas tellerinde rastlanır.

- Kas tellerinin sinir sonu ile temasa gelen kısımlarında çok miktarda olan ve Ca^+ iyonlarının etkisi ile açılan kanal (reseptör) bulunur.

- Bu reseptörlerin açılması ile sinir sonlarından çıkıp, bu sonlarla kas teli arasındaki boşluğa dökülen **asetil kolin** türündeki nörotransmitterler, kas teli membranlarındaki Na^+ iyonu kanallarına (reseptörlerine) bağlanınca , bu defa bu kanallar açılır ve aralıkta bol miktarda bulunan Na^+ iyonları membrandan içeri girerek, kas teli içindeki elektriksel uyarımların meydana gelmesine neden olurlar.

- Yani burada kimyasal bir uyarının (asetil kolin) elektriksel uyarımlara neden olması söz konusudur.
- Hücre zarında daha pek çok madde türünü bağlayan reseptörler vardır.

Hücre membranındaki integral proteinlerin görevleri :

1. Membranların birer yüzlerinden diğer yüzlerine madde taşımak (transport proteinleri)
2. Dış ortamdan gelen değişik türdeki maddeleri kendilerine bağlayarak, hücrelerin bunlara karşı davranışlarını sağlamak.
3. membranların asıl yapı taşları olan lipidlerin sentezlenmelerine aracılık etmek

- Membranlarda bulunan integral proteinlerin üçüncü bir bölümü ise gerçek enzim özelliğindedirler. Bu proteinler membranlara gelen alt ünitelerin (yağ asitleri vb.) birleşerek lipidleri oluşturmasını sağlarlar.

2-Şekilli Unsurlar

A- Organeller

B- Sitoplazma inkluzyonlar

A- ORGANELLER

a- Membransel organeller

b-İpliksel organeller

A- MEMBRANSEL ORGANELLER

1-Hücre zarı

2-Ergastoplazma: a)Serbest ribozomlar

b)Endoplazmik retikulum

3-Golgi aygıtı

4- Lizozomlar

5-Mikrocisimler

6-Mitokondriyonlar

B.Şekilli unsurlar

A. Organeller iki ana gruba ayrılırlar.

a. Membransel organeller: Metabolik olaylarda rol alırlar.

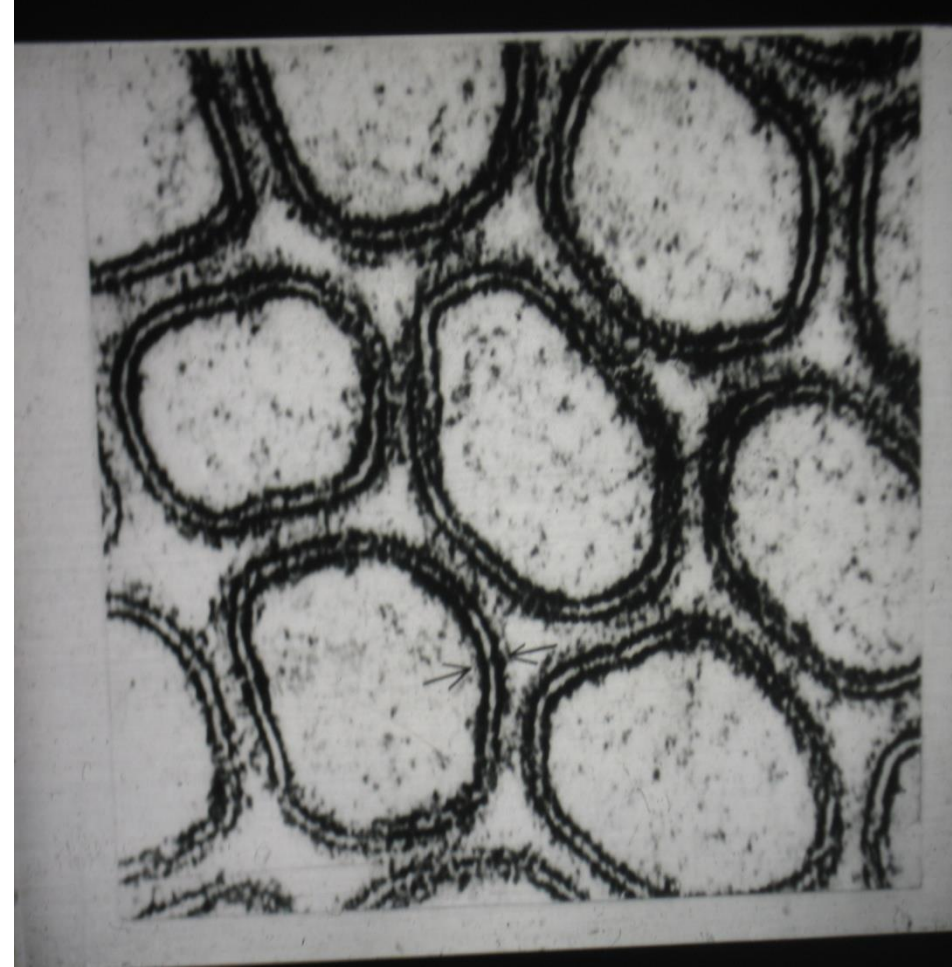
b. İpliksi organeller: Hareket olayları ile ilgilidir.

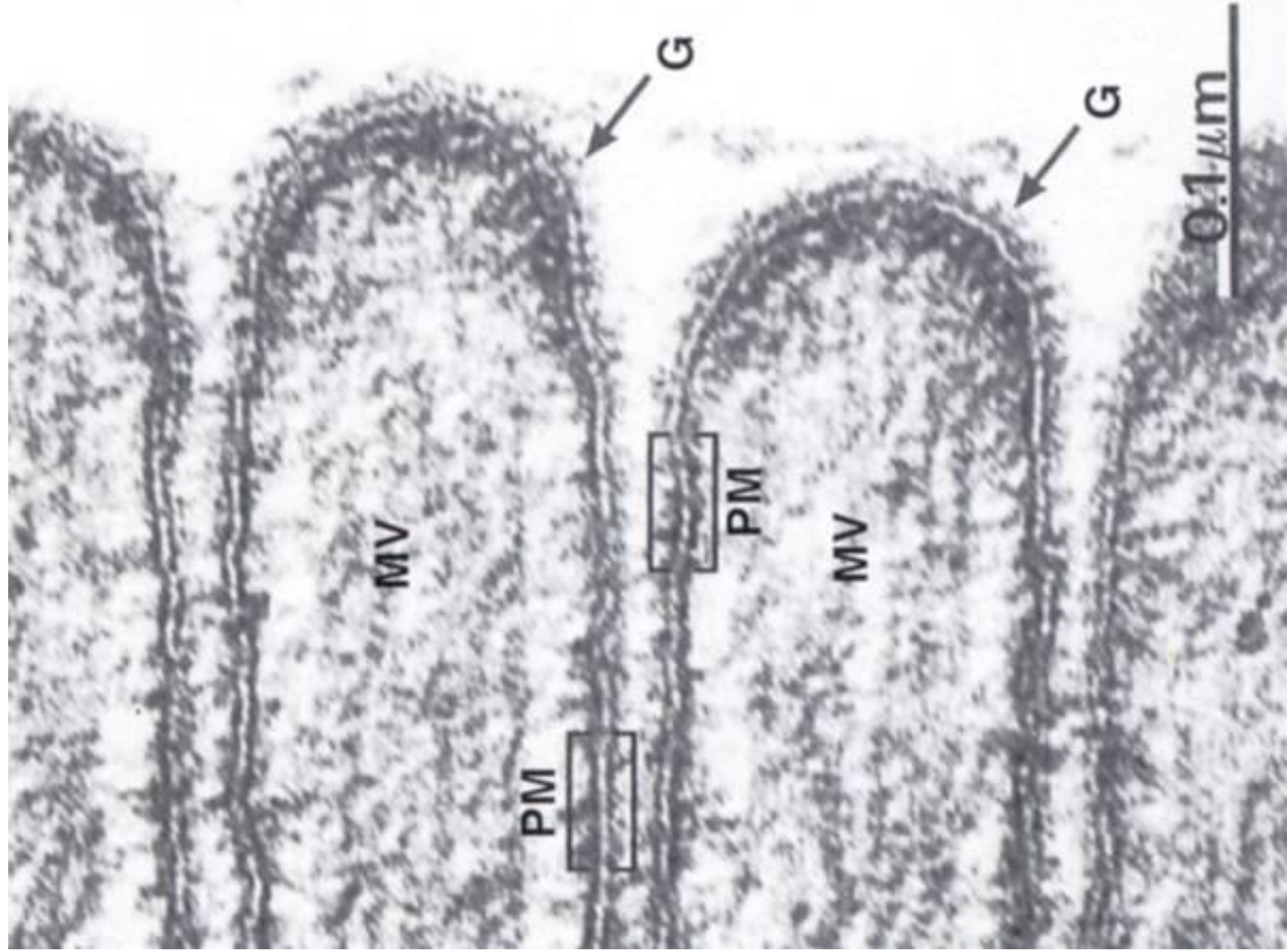
Membransel Organeller

- Hücre zarı
- Ergastoplazma (Endoplazma retikulumu ve bağımsız ribozomlar)
- Golgi aygıtı
- Lizozomlar
- Mikrocisimler
- Mitokondriyonlar

Hücre zarı (plasmalemma)

- Ünit membran yapısındadır. Ancak, bundaki kolesterol miktarı diğer membranlardan daha fazladır. Hücre zarı da elektron mikroskobunda 3 katlı olarak görülür.
- Bitkisel hücrelerde, bunun dışında selülozdan yapılmış ölü bir hücre çeperi de bulunur.





Hücre membranının diğer biyolojik membranlarda bulunmayan bazı önemli yapı özellikleri vardır.

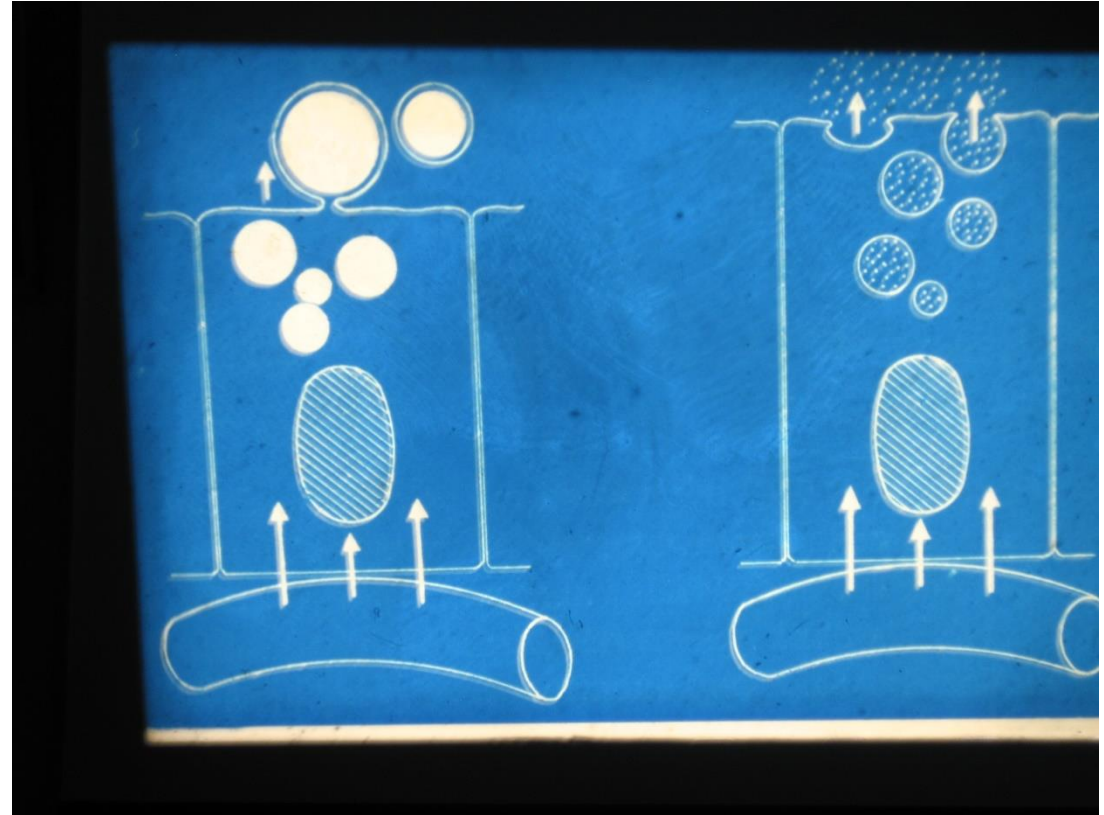
- -Hücre membranının dış yüzünde **GLİKOKALİKS** adı verilen hücre örtüsü bulunur. Glikokaliksi büyük ölçüde karbonhidratlar oluştururlar. Karbonhidratların bir bölümü hücre membranındaki protein moleküllerine, diğer bölümü ise lipid moleküllerine bağlı durumdadır.
- Proteinlere bağlı olan karbonhidratlar ya oligosakkarit ya da polisakkarit türündedirler.

- Oligosakkaritler proteinlere bağlanınca **glikoprotein**, polisakkaritler bağlanınca ise **proteoglikan** molekülleri şekillenir. İntegral proteinlere hem oligo hem de polisakkarit bağlanırken, periferal proteinlere sadece oligosakkaritler bağlanır.

Oligosakkaritlerin az bir bölümü de dış sıradaki lipid moleküllerine bağlanır ki, böylelikle **glikolipid** molekülleri oluşur.

İntegral proteinlerin dış lipid katmanına taşan kısımları ile periferal proteinler ve her iki türdeki karbonhidratlar **GLİKOKALİKS**'i meydana getirirler.

- **Glikoprotein** şekillenmesi granüler endoplazma retikulumunda başlayıp Golgi'de tamamlanır. **Proteoglikanlar** ile **glikolipidler** ise sadece Golgi'de yapılır.



Glikokaliks yapısına katılan karbonhidratlar proteinlere ve lipidlere bağlanırlar.

Oligosakkarit + protein = Glikoprotein

Polisakkarit + protein = Proteoglikan

Oligosakkarit + lipid = Glikolipid adını alırlar

- Glikokaliks, bitkisel hücreler ile bakteri ve mantarlarda hücre membranının dış yüzünde bulunan hücre çeperinin analogudur.
- Glikokaliks'teki karbonhidratların bir parçası olan **siyalik asit** negatif elektrik yüküne sahiptir. Onun için de, çeşitli amaçlarla hücre yüzeyine gelen pozitif yüklü maddeler, hücre yüzeyinde rahatlıkla tutunabilirler.
- Hücre örtüsü, antijenlerle antikorların hücre yüzeyinde birleşmeleri için de uygun bir ortam oluşturur.
- Bir hücrenin başka bir canlının organizmasında antijen özelliği göstermesini sağlayan da yine glikokalikstir. Yani bu örtü hücrenin kimliğini belirler. Kan grupları, alyuvar membranının yüzeyinde bulunan polisakkaritlerin antijenik özelliklerine bakılarak saptanır.

Glikokaliks

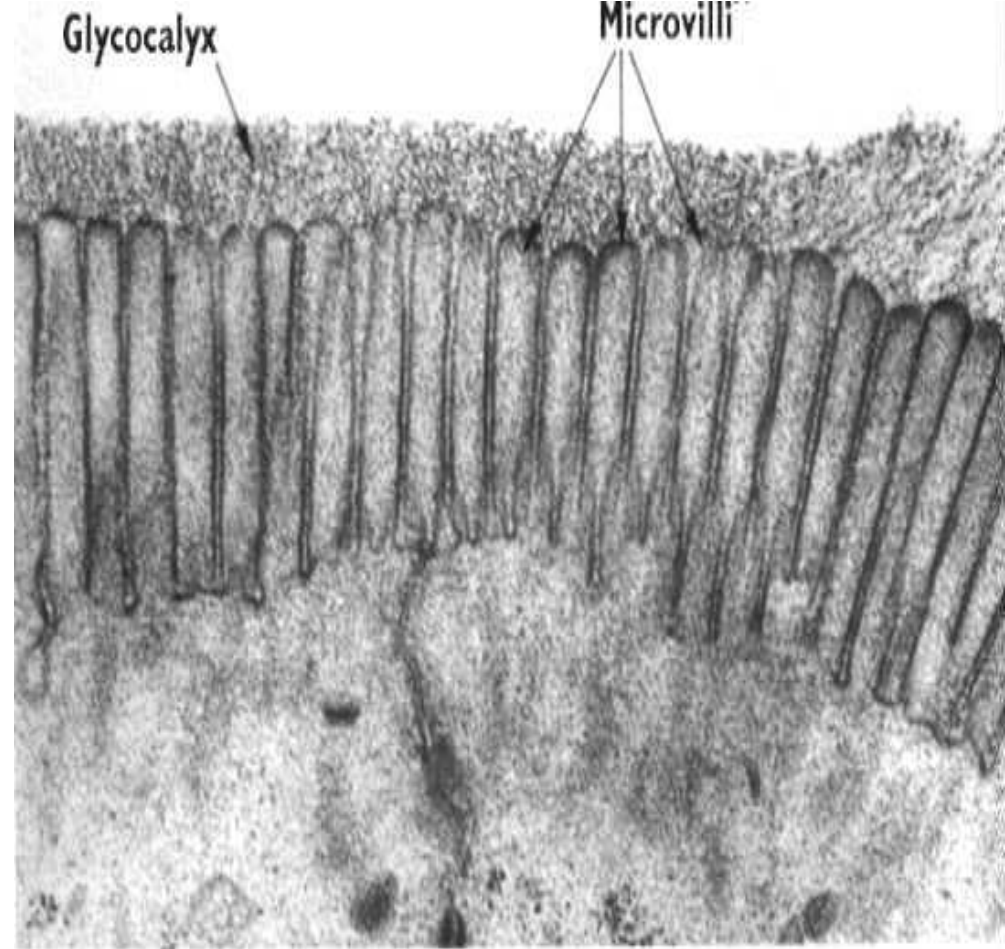
- Hücre örtüsüdür.
- Negatif elektrik yüküne sahiptir.
- Antijen antikor birleşmesi için uygundur.
- Bir hücrenin başka bir canlıda antijen özelliğini göstermesine yol açar.
- Kan grupları glikokaliksin antijenik özelliklerine göre belirlenir.

Hücre yüzeyinin uğradığı morfolojik değişimler

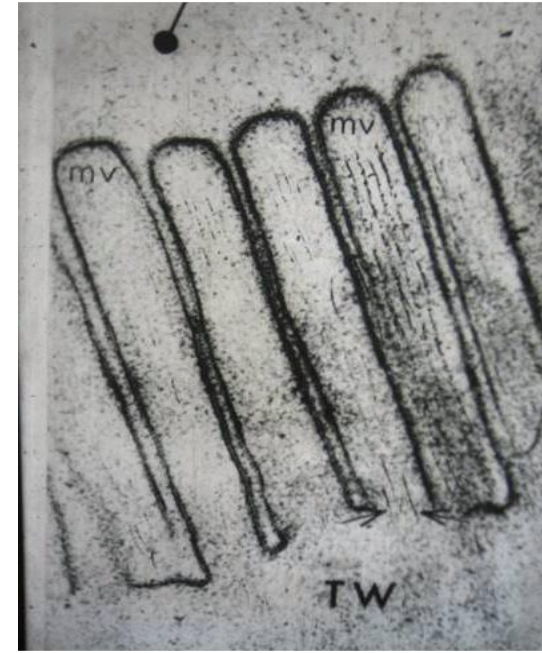
1. Madde alışverişini gerçekleştirmek
2. Hücreye hareket kazandırmak
3. Hücrelerin birbirlerine bağlanmalarını sağlamak

1. Madde alışverişini sağlayan değişimler

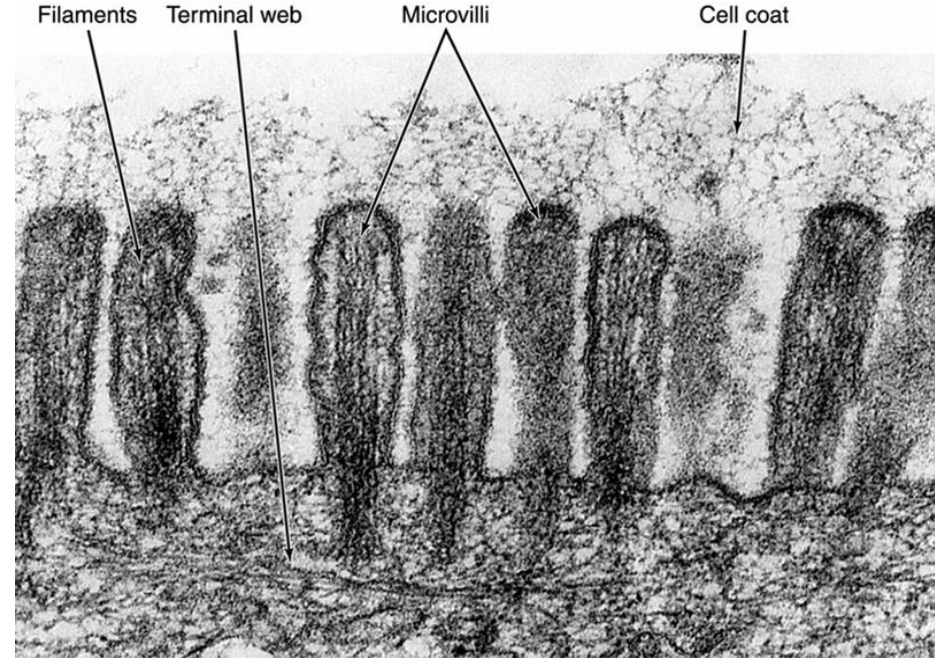
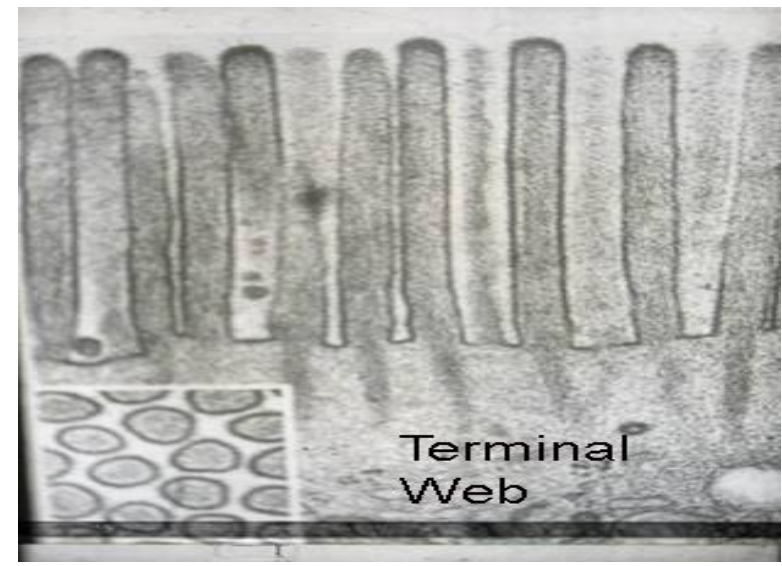
a. Mikrovilluslar: Bir miktar sitoplazma ile birlikte hücre zarının evaginasyonu sonucu şekillenirler. Boyları 1 mikronun altındadır. Işık mikroskopunda, hücrelerin mikrovillus taşıyan yüzeyleri, fırçamsı ince bir tabaka halinde görünür. Buna **FIRÇA KABUK** denir.



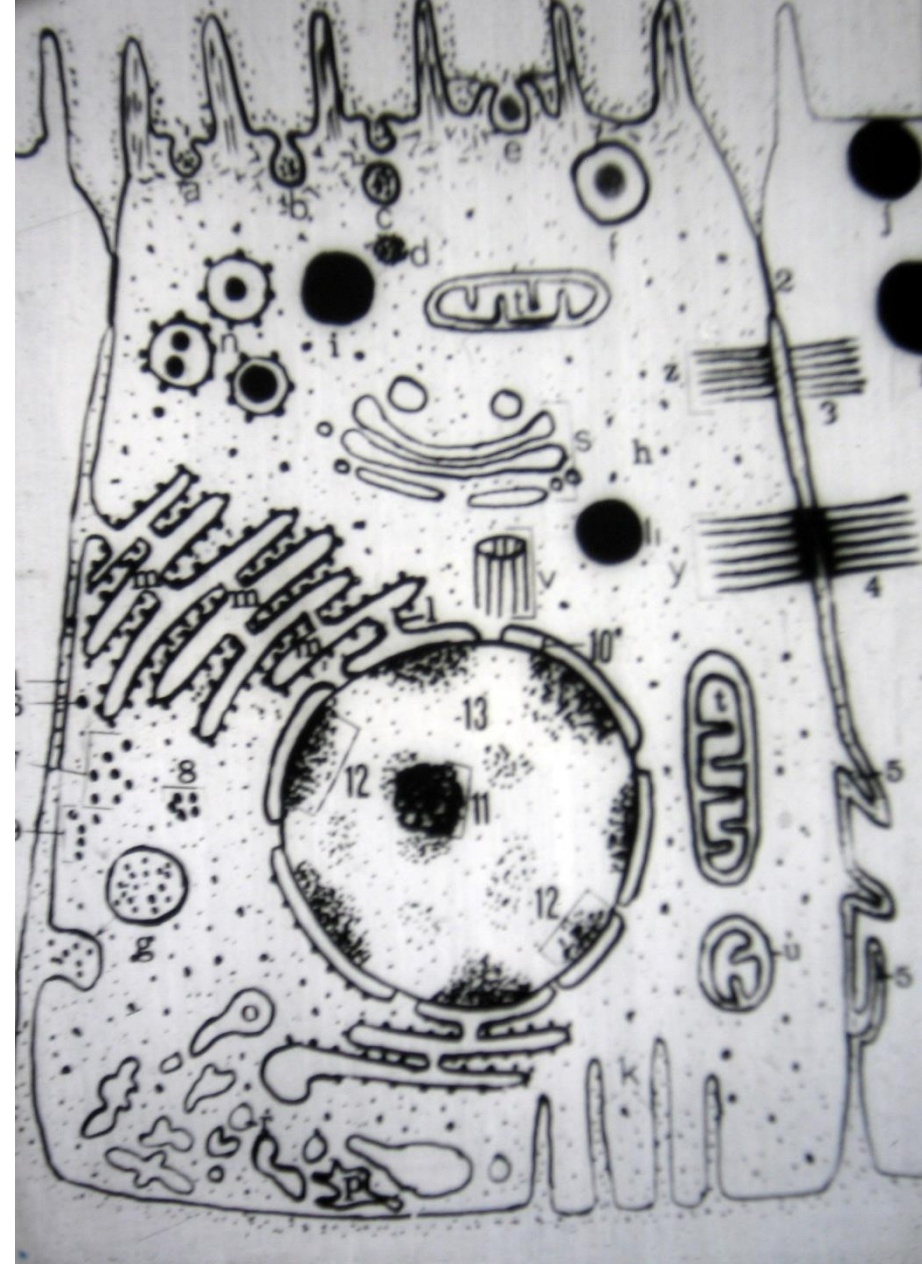
- Mikrovilluslar hücre yüzeyini 15-30 kat genişletirler. Böylece kısa sürede fazla miktarda maddenin pasif ya da aktif transport yoluyla alınıp verilmesi sağlanmış olur.
- Bir kısım hücrelerde (**barsak örtü epiteli, böbrek tubulus proksimalis** hücreler), hücre yüzeyinde çok bol miktarda bulunurlar.



- Mikrovillusların içlerinde 20-30 adet paralel seyirli aktin filamanı vardır. Bir demet oluşturan aktin filamanları, sitoplazmanın hücre yüzeyine yakın kısımlarında yerleşik olan **TERMINAL WEB** denilen bölgesine tutunurlar. Filamanlar ayrıca, aralıklarla yerleşik miyozin molekülleri ile de, mikrovillusları örten hücre membranına bağlanmışlardır.
- Aktin filamanlarının bu miyozin molekülleri ile etkileşmeleri sonucu, mikrovilluslar şişip daralma hareketleri yaparlar.



- Hücreler, madde alışverişini arttırmak için sadece serbest yüzeylerini değiştirmekle (mikrovillus) kalmayıp, bazal yüzlerini de bu amaçla kullanabilirler (bazal invaginasyon).
- Hücreler başka biçimlerde de madde alışverişi yaparlar.
 - Endositoz
 - Ekzositoz
- her ikisi de metabolik enerji kullanımını gerektirir.



Endositoz:

- Pinositoz
- Fagositoz

Her iki olayda da gelen madde hücre zarındaki reseptörlere bağlanarak hücre içine alınır.

- **Pinositoz:** Moleküler ya da kolloidal eriyiklerin hücre içine alınışıdır.
- Pinositoz vezikülleri birleşerek ENDOZOM'ları oluşturur.
- Endozomlar lizozomlar ile birleşirler ve burada alt birimlerine ayrılarak lizozomlardan sitosole verilirler.
- Madde alışverişinin çok yoğun olduğu kapillar endotel hücrelerinde, pinositoz yoluyla alınan maddeler sitoplazmadan transit olarak geçerler (transitozis-sitopempsis).

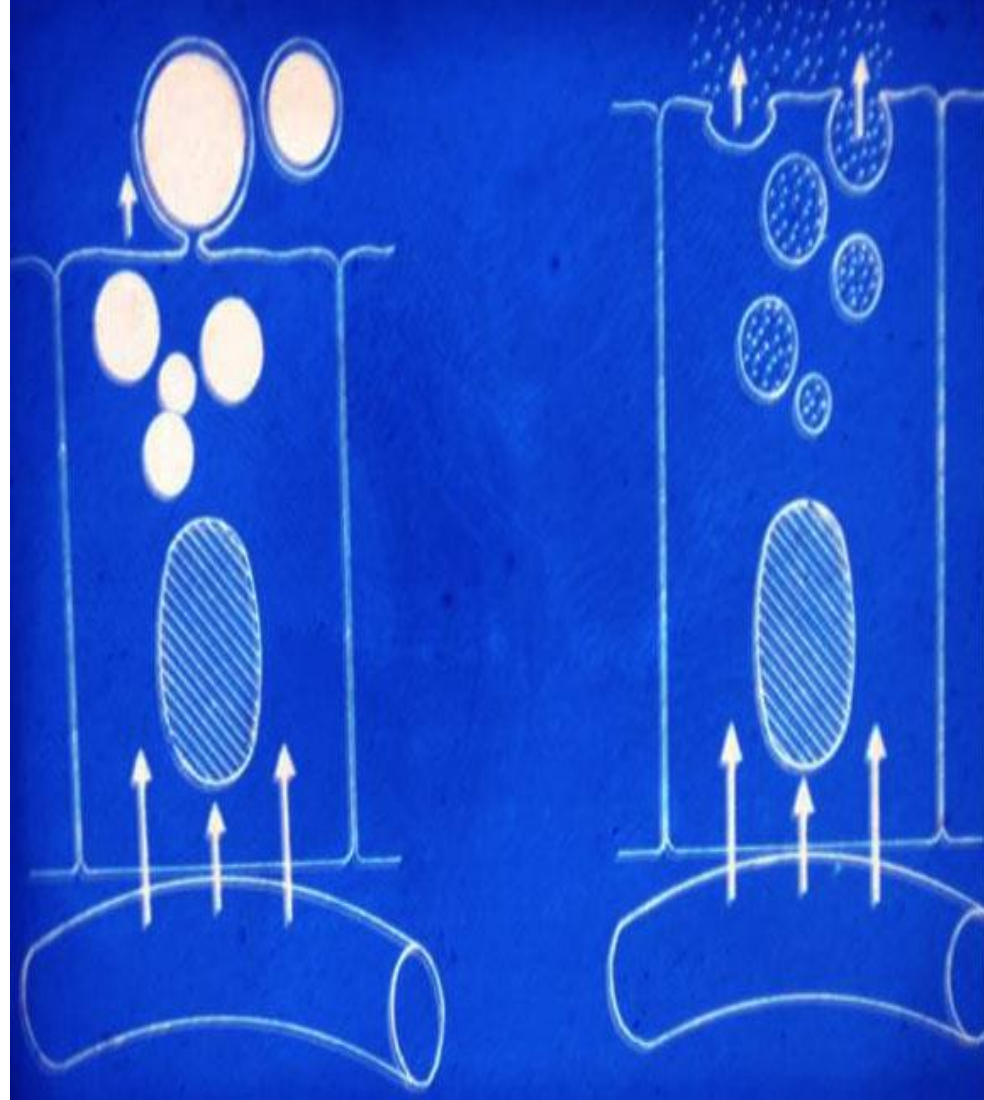
- **Fagositoz:** Katı haldeki maddelerin hücreye alınışıdır. Burada da hücre yüzeyi reseptörleri aracılık eder. Fagosit edilecek maddeleri yakalamak üzere hücre membranı dışa doğru yalancı ayaklar gönderir. Bunlar madde kütlelerini yakalar ve hücre membranı bu bölgede madde kütleleri ile birlikte sitoplazmaya çökmeye başlar. Bu kısım hücre membranından kopup ayrılınca, sitoplazma içinde bir vakuol meydana gelir (fagozom).

- Hücresler, pinositoz yoluyla kendilerine yararlı maddeleri alırlar.
- Fagositoz özelleşmiş belli hücrelere (mikrofaj ve makrofaj) özgü bir olaydır.

- Fagositoz yoluyla alınan zararlı maddeler, sitoplazmada lizozomların işbirliği ile parçalanarak zararsız hale getirilir.
- Parçalanan maddelerden bir kısmı-lipofuscin pigmenti gibi-hücrelerde depolanır. Diğer kısmı ise, ekzositoz yoluyla hücreden dışarı atılır.

Ekzositoz

- Maddelerin makromoleküller, veziküler oluşumlar veya iri granüller halinde hücrelerden atılmaları olgusudur.
- Makromoleküler düzeyde olanlar, fagosite edilmiş maddelere ait artıklardır. Veziküller ve granüller ise, hücrede salgılanıp, hücre dışında görev yapmak üzere dışarı verilen oluşumlardır.



- Bunların dışa verilışı řu şekilde olmaktadır. Gerek parçalanmış madde kütlesi, gerek veziküler oluşumlar ve gerekse salgı granülleri sitoplazmada birer membran ile çevrili olarak bulunurlar.
- Bunlar hücre yüzeyine ulaşınca, membranlar bir noktada hücre membranı ile temasa gelirler.
- Membranlar temas yerinde yırtılır ve böylelikle içerikler hücre dışına atılmış olur.
- Bu arada vezikül yada granül membranı hücre membranına eklenir.