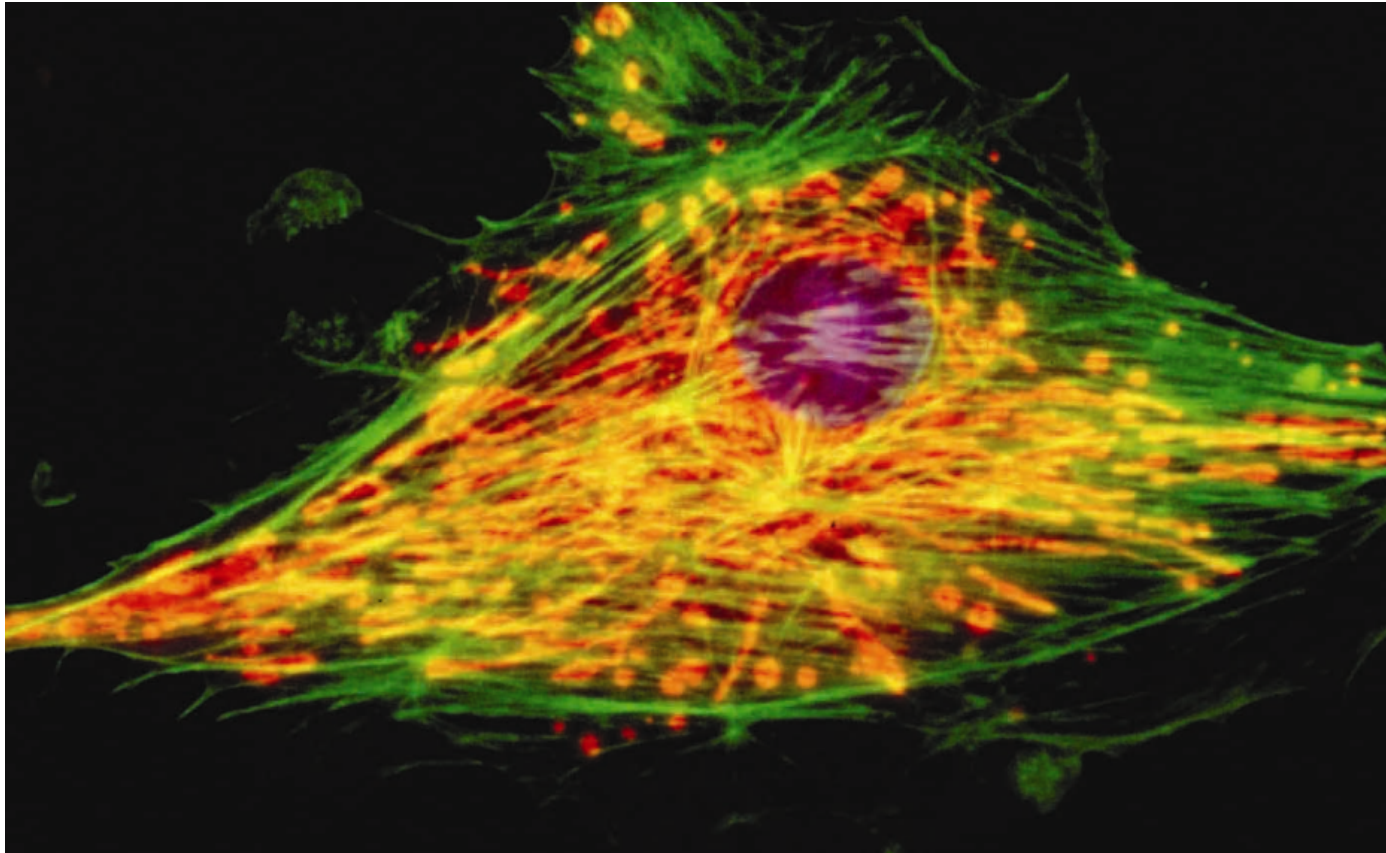


HÜCRE İÇİNDE YOCULUK



Hücreye panoramik bir bakış

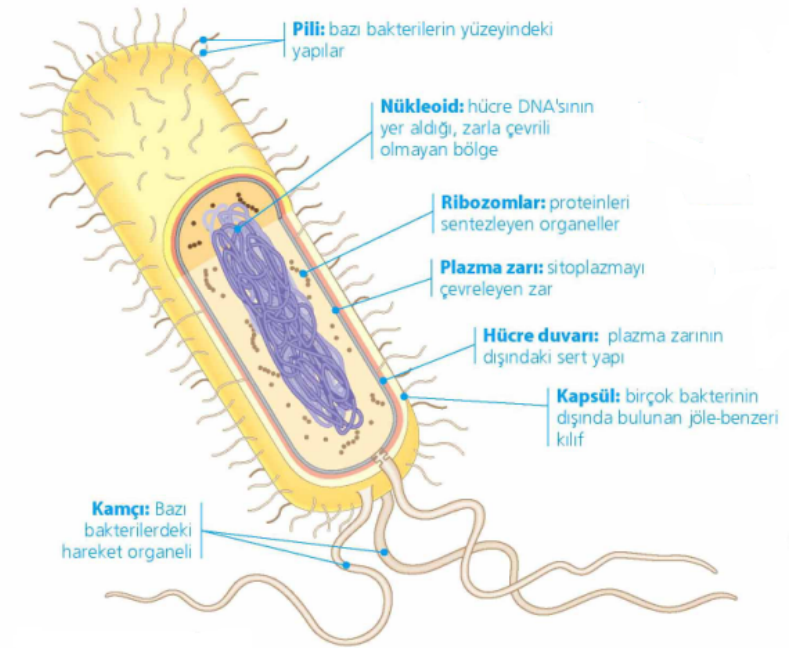
- Organizmalar, yapısal olarak birbirinden farklı iki hücre tipinin birisinden oluşur.
- Bunlar prokaryotik ve ökaryotik hücrelerdir.
- Bakteriler ve archea (arkebakteriler) prokaryotik hücrelere sahiptirler.
- Protistler, bitkiler, funguslar ve hayvanlar ökaryotik hücrelerden oluşur.

Prokaryotik ve ökaryotik hücrelerin benzerlikleri

- Bütün hücreler plazma zarı adı verilen bir zarla çevrilidir.
- Zarın iç kısmında sitoplazma yer alır.
- Bütün hücreler kalıtsal materyal taşırlar.
- Bütün hücrelerde protein sentezinden sorumlu olan ribozomlar bulunur.

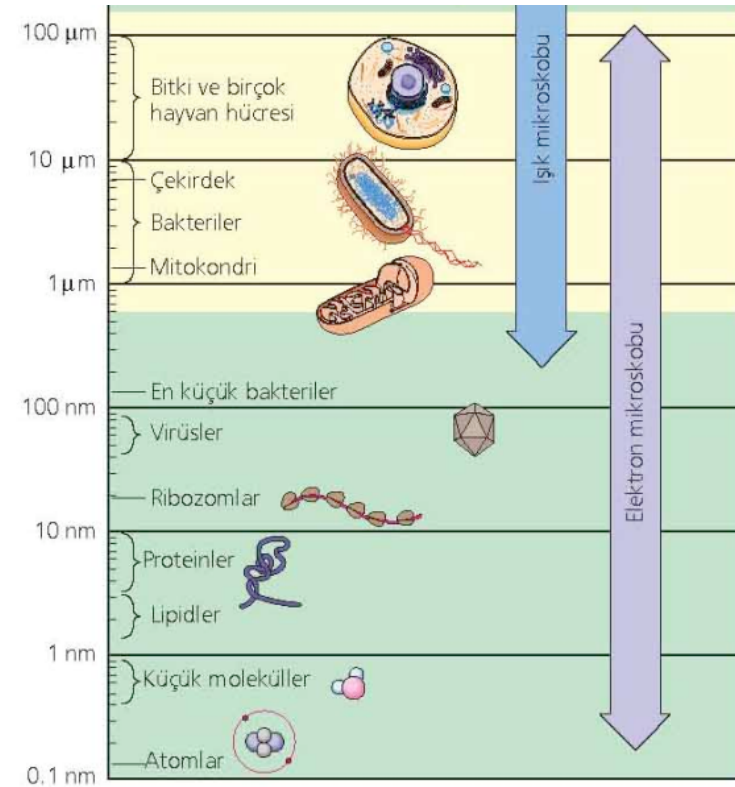
Prokaryotik hücrelerin genel özellikleri

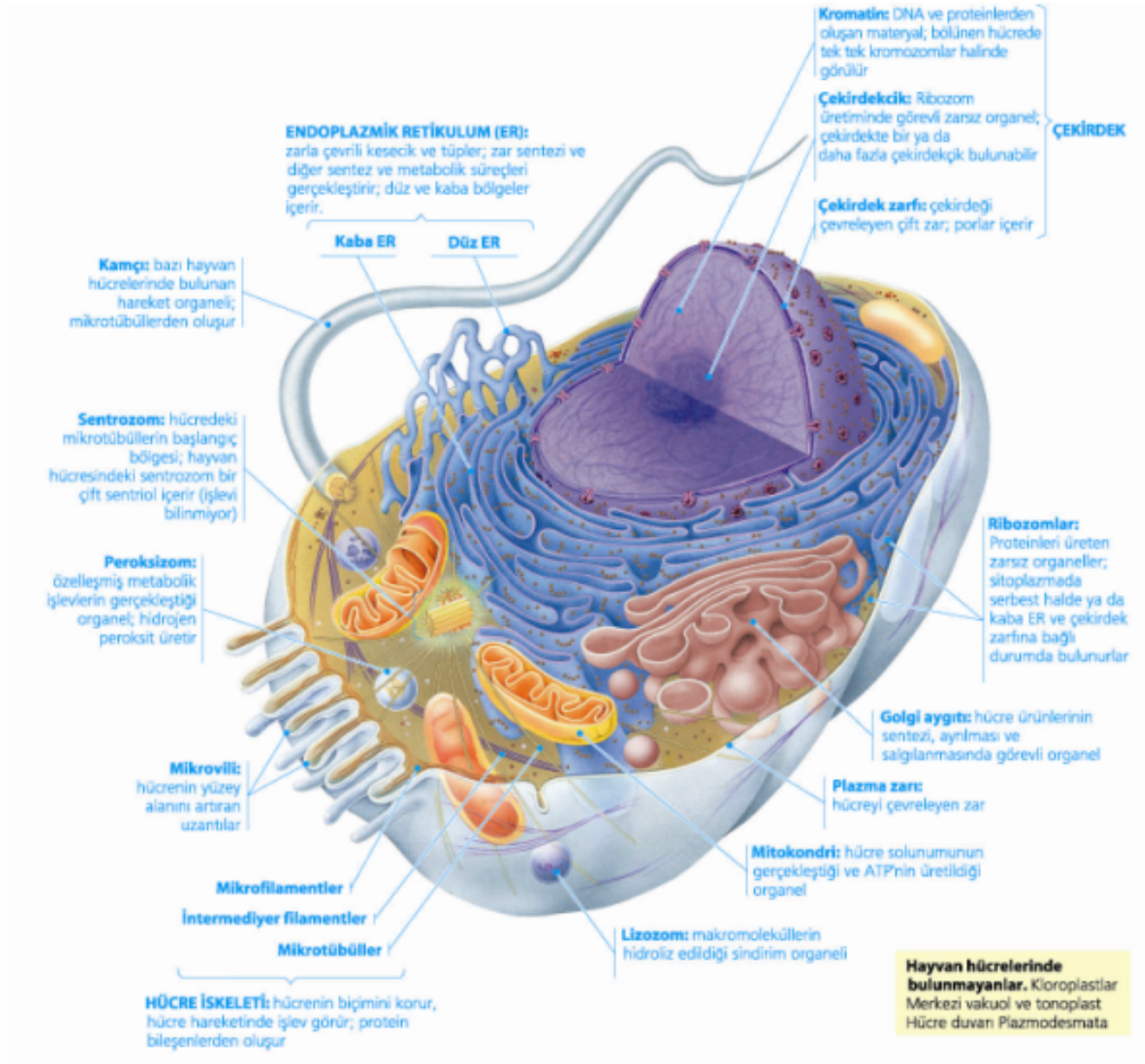
- Bu hücrelerde DNA'nın yoğunlaştığı bölgelere nükleoid adı verilir.
- Ancak bu bölgeler zarla çevrili değildir.
- Nükleoid ile plazma zarı arasında kalan bölgeye sitoplazma adı verilir.
- Organel içermezler. Yalnızca ribozom bulundurlar.

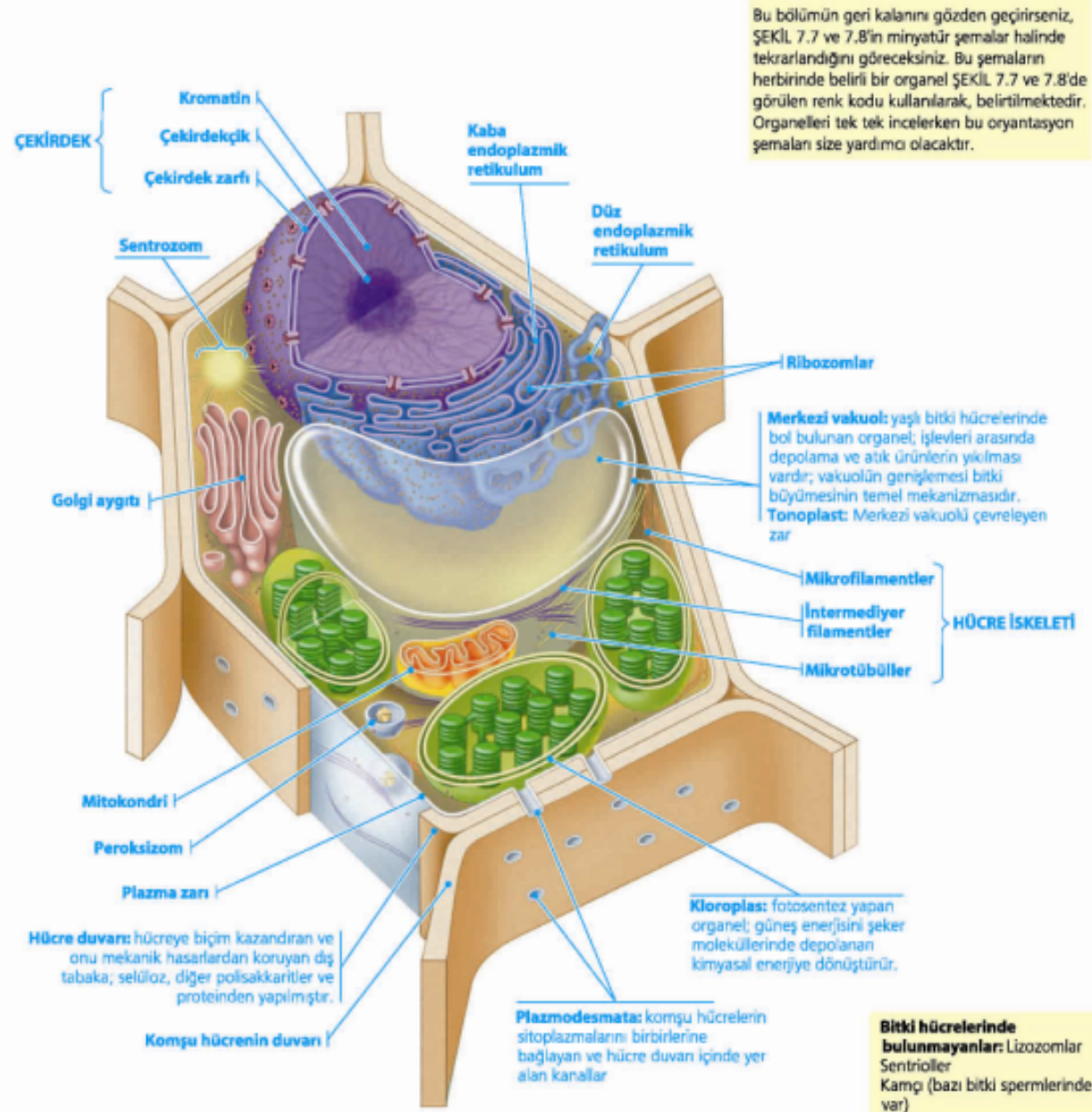


Ökaryotik hücrelerin genel özellikleri

- Kromozomlar, zarla çevrili bir organel olan çekirdek içinde bulunur.
- Sitoplazmada asılı halde zarla çevrili organeller bulunur.
- Genellikle prokaryotik hücrelerden daha büyüktürler.

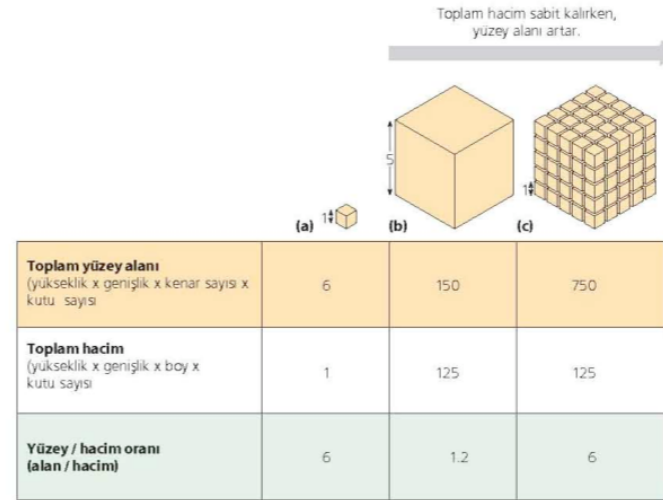






Hacim-Yüzey alanı ilişkisi

- Metabolik gereksinimler hücre boyutlarının üst sınırlarını belirler.
- Bir objenin boyutu büyüdükçe onun hacmi, yüzey alanına oranla daha fazla atar.
- Objeye ne kadar küçük ise hacmin yüzey alanına oranı o kadar azalır.



Hacim-Yüzey alanı ilişkisi

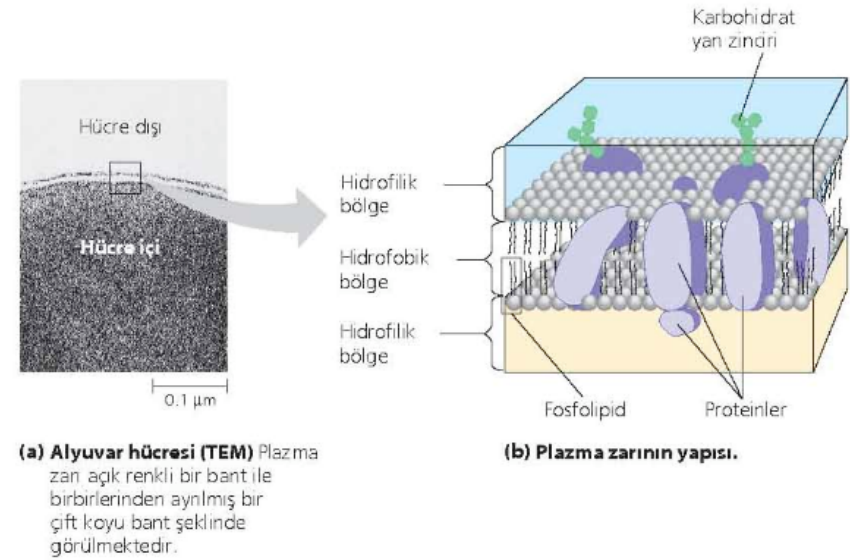
- Plazma zarı hücrenin tüm hacmine hizmet edebilecek yetenekte seçici bir bariyer işlevi görür.
- Hücrelerin mikroskopik boyutlarda olmasının temel nedeni yüzeyin hacim için yeterli olmasına yardım etmektir.
- Büyük organizmalar daha büyük hücrelere değil, daha çok hücreye sahiptir.

Hücre içi zar sistemi

- Ökaryotik hücreler plazma zarına ilave olarak karmaşık iç zarlarla bölmelere ayrılmıştır.
- Birçok enzim bu zarlar üzerinde yer alır.
- Bu bölmeler, özgöl metabolik işlevler için farklı yerel ortamlar sağlar.
- Böylelikle birbiriyle uyuşmayan süreçler eşzamanlı cereyan edebilir.

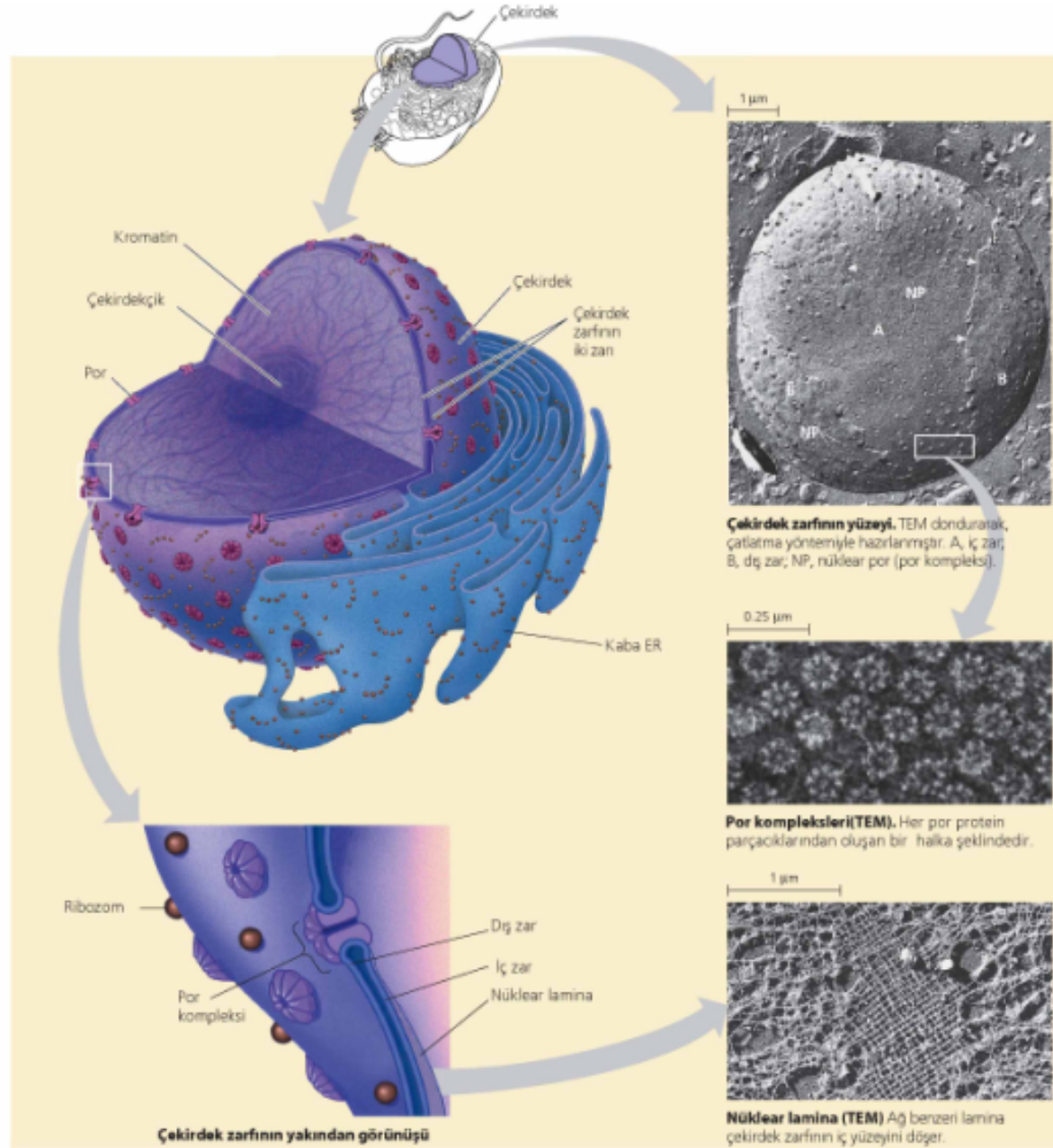
Zar yapısı

- Biyolojik zarlar genel olarak çift tabakalı fosfolipit veya diğer lipiflerden oluşmuştur.
- Bu tabakaların içine gömülü veya yüzeye tutunmuş halde çeşitli proteinler vardır.
- Her zar tipi kendine özgü lipid ve protein bileşenler içerir.
- Örneğin; mitokondri zarlarına gömülü enzimler solunumda görev yaparlar.



ÇEKİRDEK

- Ökaryotik hücrelerde genlerin çoğunu içerir.
- Diğer yandan mitokondri ve kloroplastlarda da bazı genler bulunur.
- Ortalama çapı 5 μm 'dir.
- Etrafında bir zarf (kılıf) bulunur.

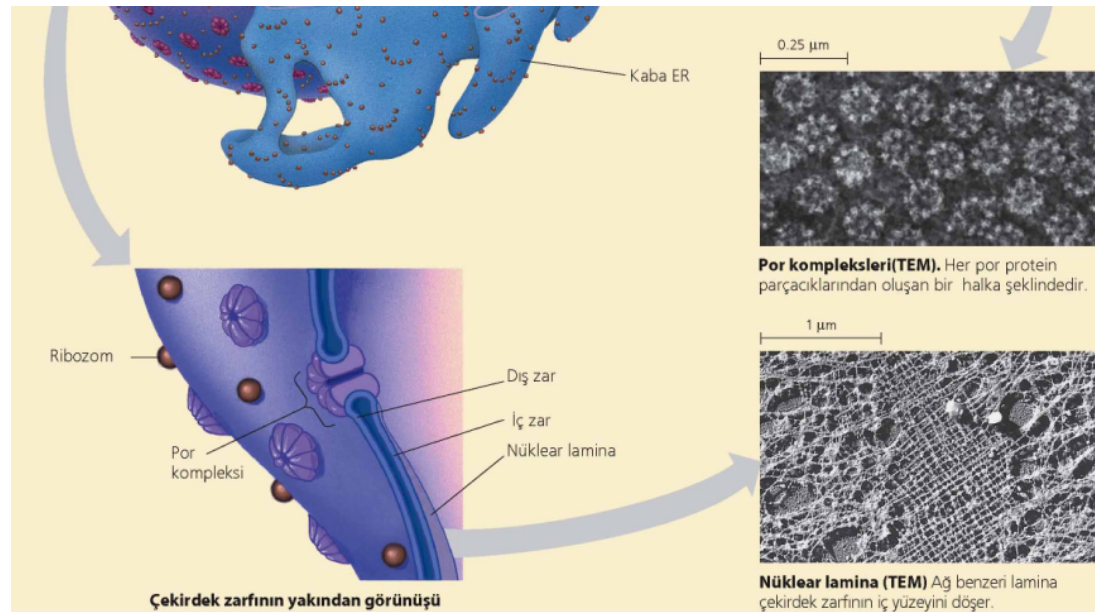


Çekirdek kılıfı

- Çift zar yapısındadır.
- Her zar, çift tabakalı lipitten ibaret olup 20-40 nm mesafe ile birbirinden ayrılır.
- Kılıf üzerinde 100 nm çapında porlar bulunur.
- Por bölgelerinde iç ve dış zar birbiri ile kaynaşmıştır.

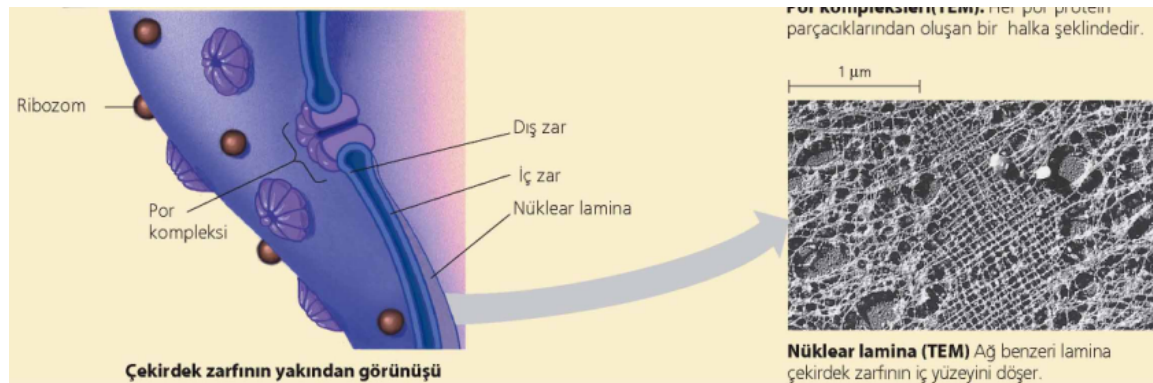
Por kompleksi

- Her porun etrafı protein yapıda bir kompleks ile çevrilidir.
- Bu kompleksler madde giriş-çıkışını düzenlerler.



Nüklear lamina

- Kılıfın çekirdek içine bakan yüzeyi nüklear lamina ile döşenmiştir.
- Ağsı yapıda protein filamentlerden (ara filamentler) oluşur.
- Çekirdeğin iç kısmına doğru uzanan lifsi yapıda bir nüklear matriks vardır.



Kromatin-Kromozom

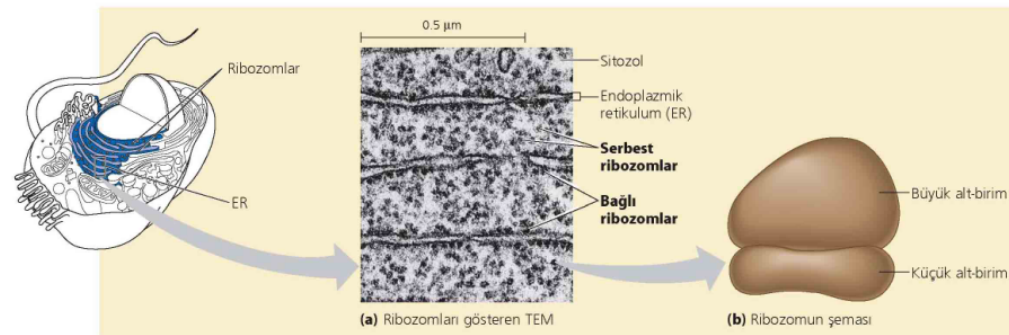
- DNA, proteinlerle organize olmuş ipliksi bir yapıdadır. Buna kromatin adı verilir.
- Hücre bölünmeye hazırlanırken kromatin iplikler yoğunlaşıp kalınlaşıp ve kromozom haline gelir.
- Tipik bir insan hücresi çekirdeğinde 46 kromozom vardır.

Çekirdekçik

- Bölünme sürecinde olmayan hücrede çekirdek içinde belirgin bir yoğunlukta görünür.
- Bu kısımdaki genler ile rRNA sentezi yapılır.
- rRNA'lar, sitoplazmadan gelen proteinlerle birleştirilir ve ribozomal alt birimler oluşturulur.
- Bu birimler porlardan çıkarak sitoplazmada ribozomları oluşturacak şekilde birleşirler.
- Hücrenin türüne ve üreme döngüsüne göre iki ya da daha fazla çekirdekçik bulunabilir.

Ribozomlar

- RNA ve proteinlerden yapılmış olup, protein sentezini gerçekleştiren organellerdir.
- İki alt birimden oluşurlar.
- Çok miktarda protein sentezleyen hücrelerde çok sayıda ribozom bulunur (örn; pankreas hücreleri).
- Aktif protein sentezi yapan hücreler, belirgin bir çekirdekçiğe de sahiptirler.



Ribozomlar iki şekilde bulunur

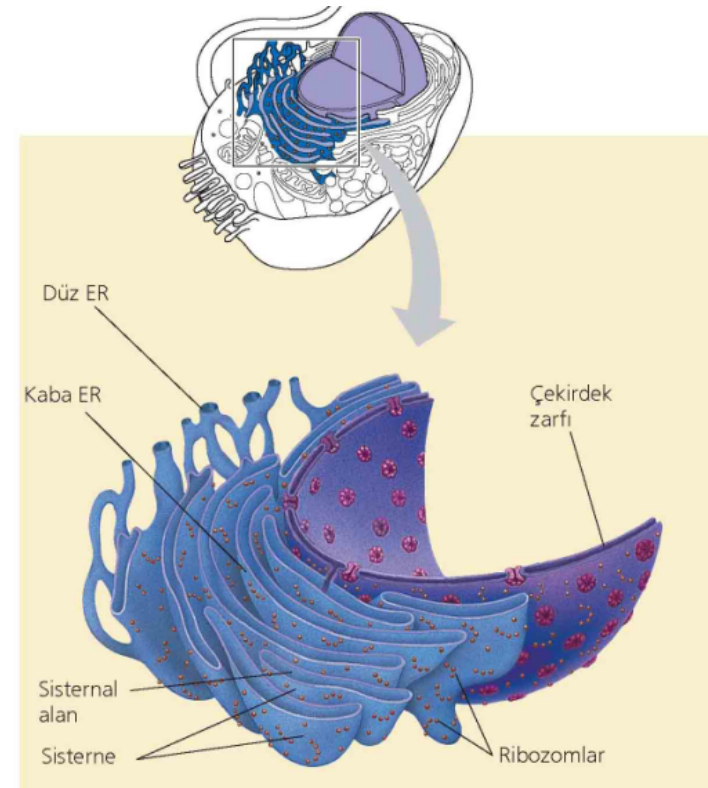
- ▣ Serbest ribozomlar sitoplazmada asılı haldedir.
- ▣ Bağlı ribozomlar endoplazmik retikulum ya da çekirdek kılıfının dış yüzeyine tutunmuş haldedir.
- ▣ Serbest ribozomlarda sentezlenen proteinler sitoplazmada görev alır (örn; glikoliz enzimleri).
- ▣ Bağlı ribozomlarda sentezlenen proteinler ise ya zar bileşeni olur ya da lizozim gibi organellere gitmek üzere paketlenir veya hücre dışına gönderilir.

İÇ ZAR SİSTEMİ

- İç zar sistemi řu elemanlardan oluşur.
 - Endoplazmik retikulum (ER)
 - Golgi aygıtı
 - Lizozomlar
 - Bazı vakuoller
 - Plazma zarı (fiziki açıdan iç zar değilse bile ER ve diğer iç zarlarla ilişkilidir)

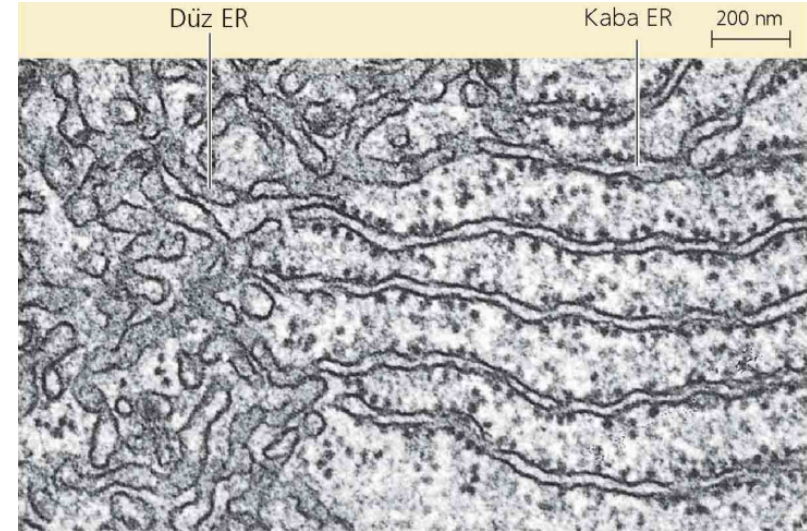
Endoplazmik retikulum (ER)

- Çok geniş zarsı bir labirenttir.
- Toplam zarların yarıdan fazlasını oluşturur.
- Zarsı ağ yapısındaki tübül ve keseciklerden oluşur.
- İç bölmesi sıvı yapıdadır ve sisterne adını alır.



Endoplazmik retikulum çeşitleri

- Yapı ve işlev açısından iki çeşit ER vardır.
- Bunlar birbirleri ile bağlantılı haldedir.
- Sitoplazmik yüzeyinde ribozom içermeyenlere düz ER adı verilir.
- Kaba (granüllü) ER ise sitoplazmik yüzeyine tutunmuş ribozomlar içerir.



Düz ER'nin işlevleri

- Sıklıkla lipit sentezi, karbohidrat metabolizması ve ilaç ya da zehirlerin detoksifikasyonunda görev alır.
- Diğer yandan kalsiyum iyonlarını düzenleyerek kasılmada rol oynar.

Düz ER'nin lipit sentezi işlevi

- Bu organelde bulunan enzimler; yağ, fosfolipit ve steroidlerin sentezini gerçekleştirir.
- Steroidler arasında, eşey hormonları ve böbrek üstü bezlerden salınan hormonlar bulunur.
- Bu hormonları sentezleyen ve salgılayan hücrelerde bol miktarda düz ER bulunur.

Düz ER'nin karbohidrat metabolizmasındaki görevi

- Karaciğer hücreleri karbohidratları glikojen şeklinde depo eder.
- Gerektiğinde glikojeni hidroliz ederek kana glukoz verir.
- Hidrolizin ilk ürünü glukoz fosfattır.
- Düz ER zarındaki bir enzim fosfatı uzaklaştırır ve glukoz hücreyi terk eder.

İlaç ve zehirlerin detoksifikasyonu

- Detoksifikasyon genellikle ilaçlara hidroksil grubu ilave edilerek gerçekleştirilir.
- Böylece ilaçlar suda çözünebilir ve idrarla atılabilir.
- Uyuşturucu etkiye sahip fenobarbital ve diğer barbitüratlar, karaciğer hücrelerindeki düz ER'de metabolize edilir.

Uyuşturuculara karşı tolerans artışı

- Barbitüratlar, alkol ve birçok ilaç düz ER enzimlerinin artışını sağlar.
- Bunun sonucunda ilgili maddeye tolerans artar.
- Böylelikle uyuşturucunun belirli bir etkiyi sağlaması için gerekten doz da yükselir.
- Barbitürat bağımlılığı antibiyotiklerin ve diğer ilaçların etkinliğini azaltır.

Düz ER'nin kasılmadaki görevi

- ER zarı kalsiyum iyonlarını sitoplazmadan sisternalara pompalar.
- Kas hücresi, bir sinir hücresi tarafından uyarıldığında sisternelerdeki kalsiyum tekrar sitoplazmaya bırakılır.
- Böylelikle kas hücresinin kasılması sağlanır.

Kaba ER'nin işlevleri

- Kaba ER üzerinde bulunan ribozomlar protein sentezinden sorumludurlar.
- Bu organelce yoğun hücreler protein yapıda salgılar üretir (örn; pankreas hücreleri tarafından salgılanan insülin gibi).
- ER'ye bağlı ribozomlarda sentezlenen polipeptit zinciri uzadıkça porlardan geçerek sisternalara girer.

Glikoprotein oluşumu

- Sisternelere geçen proteinler u boyutlu yapılarını kazanırlar.
- Salgı proteinlerinin çoğu glikoprotein yapıdadır, yani kovalent olarak karbohidratlara bağlıdır.
- Bu karbohidratlar birkaç Çeker biriminden oluşmuş oligosakkaritlerdir.

Salgı proteinlerinin taşınması

- Kaba ER üzerinde bulunan ribozomlar tarafından sentezlenen ve ER içinde paketlenen salgılar, sitoplazmada serbest bulunan ribozomlar tarafından sentezlenen proteinlerden ayrı tutulur.
- Salgı proteinleri paketlenerek transisyonel ER adı verilen özgün bölgeden veziküller halinde organeli terk eder.
- Hücrede bir yerden başka bir yere aktarılan bu veziküllere transport veziküller denir.

Kaba ER ve zar üretimi

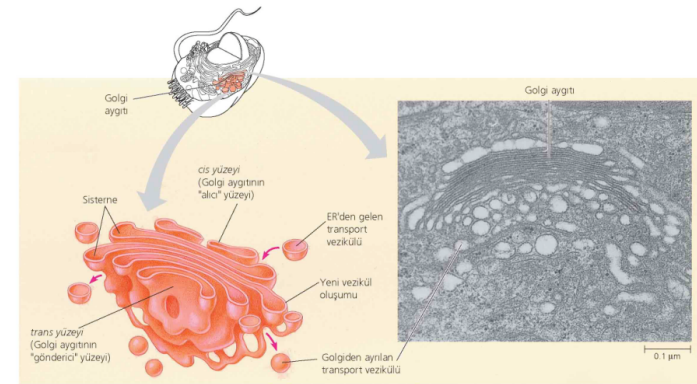
- Kaba ER aynı zamanda zar fabrikası gibi çalışır.
- Protein ve fosfolipitleri ekleyerek zarı büyütür.
- Bu organel aynı zamanda kendi zar fosfolipitlerini de yapar.
- Bunun için ER, kendi zarı üzerinde bulunan enzimler sayesinde sitoplazmadan gelen fosfolipit öncüllerini birleştirir.

Golgi aygıtı

- ER'den ayrılan transport veziküllerin çoğu Golgi aygıtına gelir.
- Bu organel; üretim, depolama, ayırma ve gönderme merkezi gibi çalışır.
- ER ürünleri burada değişikliğe uğratılır ve gidecekleri yerlere gönderilir.

Golgi aygıtının yapısı

- Yassılaştırılmış zarsı keseciklerden oluşur.
- Belirgin bir polariteye sahiptir.
- Organelin zıt kutupları cis ve trans yüzey olarak bilinir.
- Cis yüzeyi ER'ye yakın konumdadır.
- Transport veziküller ER'den ayrıldıktan sonra cis yüzey ile kaynaşır.
- Trans yüzeyden kopan veziküller ise diğer hücre kısımlarına taşınır.



Golgi aygıtının görevleri

- ER ürünlerinin değişikliğe uğratılması
- Bazı polisakkaritlerin sentezi
- Oluşturulan ürünlerin etiketlenmesi

ER ürünlerinin değişikliğe uğratılması

- ER ürünleri genellikle Golgi'de değişikliğe uğratılır.
- Zarların protein ve fosfolipitleri burada değiştirilebilir.
- Zar yapısına katılacak olan glikoprotein moleküllerinden bazı şekerler çıkarılarak yerine yenileri yakılır.

Bazı polisakkaritlerin sentezi

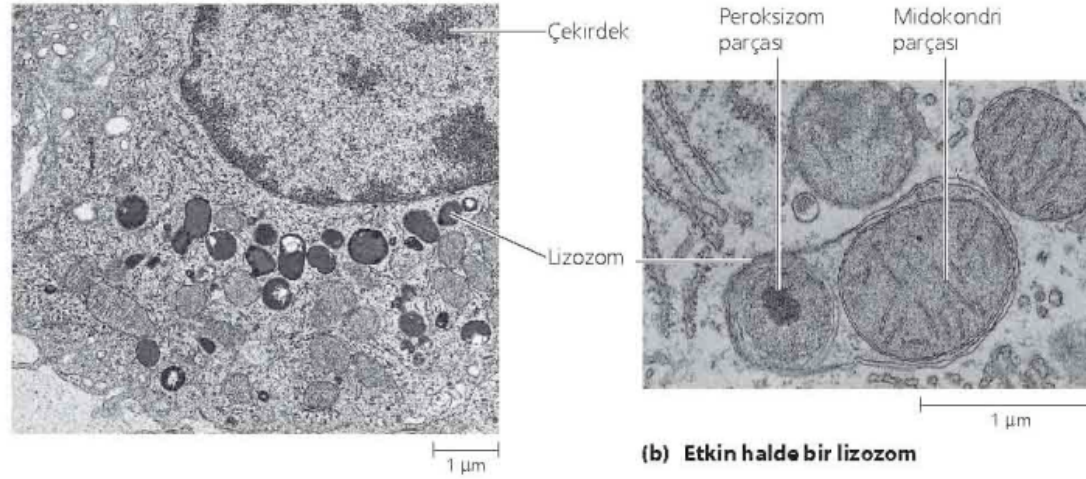
- Hücreler tarafından salgılanan pek çok polisakkarit Golgi'nin ürünüdür.
- Bitki hücrelerindeki pektinler bu yolla hücre duvarına katılır.

Oluşturulan ürünlerin etiketlenmesi

- Golgi aygıtı, ürünlerine fosfat grupları gibi bazı moleküler işaretler ekler.
- Golgi tarafından transport veziküllerin zarları üzerine yerleştirilen bu işaretçiler, söz konusu vezikülün gideceği yeri belirler (plazma zarı ya da organeller).

Lizozom

- Hidrolitik enzimler içeren zarla çevrili bir kesedir.
- Bu enzimler makromoleküllerin sindiriminde kullanılır.

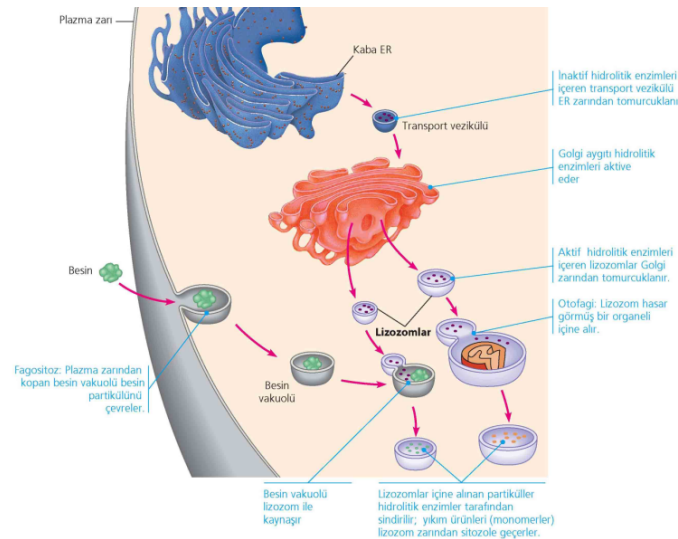


Lizozom

- Lizozom enzimleri pH 5'de optimum çalışır.
- Lizozom zarı, hidrojen iyonlarını sitoplazmadan lizozom içine pompalayarak i ortamın asidik kalmasını sağlar.
- Lizozomun parçalanması hücre sitoplazmasına zarar verir.

Lizozomların oluşumu

- Hidrolitik enzimler ve lizozom zarı kaba ER tarafından yapılır.
- Daha sonra da Golgi aygıtında değişikliğe uğratılır.



Lizozom proteinleri düşük pH'dan nasıl korunur?

- Lizozomlarda bulunan proteinler ve sindirim enzimleri, organel içindeki düşük pH'dan zarar görmezler.
- Çünkü bu proteinlerin üç boyutlu yapıları oluşturulurken, asidik ortama hassas bağlar molekülün iç kısımlarında konumlanır.

Hücre içi sindirim

- Lizozomlar hücre içi sindirim yaparlar.
- Fagositoz ile alınan besin vakuolleri lizozom ile kaynaşır ve buralarda besinler parçalanır.
- Sindirim ürünleri sitoplazmaya geçerek hücre besini haline gelir.

Otofagi

- Lizozomlar, hücrenin kendi organik materyalinin geri dönüşümünü de sağlar. Bu sürece, otofagi adı verilir.
- Ömrünü tamamlamış bir organel lizozom tarafından alınır ve yarı sindirilerek açığa çıkan monomerler yeniden kullanılmak üzere sitoplazmaya verilir.
- İnsan karaciğer hücreleri makromoleküllerinin yarısı her hafta yeniden dönüştürölür.

Programlanmış hücre ölümü

- Bu olay, çok hücreli organizmaların gelişiminde önemli rol oynar.
- Kurbağa yavruları ergine dönüşürken kuyrukta bulunan lizozomlar kuyruğun kopmasını sağlar.
- İnsan embriyolarında ise parmak aralarındaki doku lizozomlar tarafından sindirilir ve parmaklar ortaya çıkar.

Lizozomal depo hastalıkları

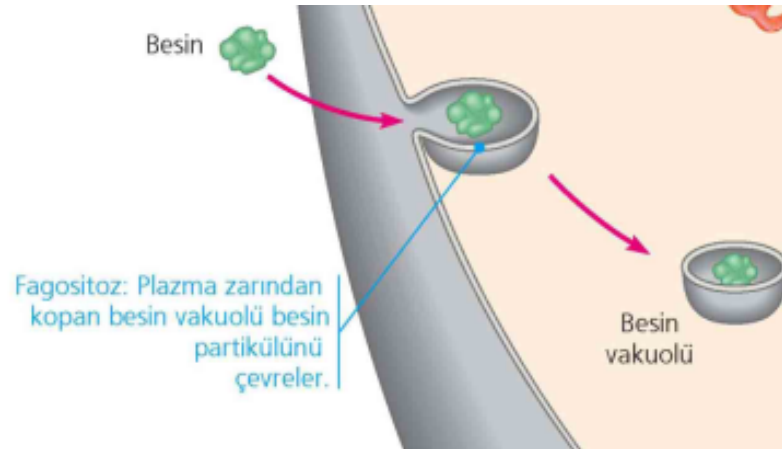
- Lizozomlardaki hidrolitik enzimlerin bir ya da birkaçının eksikliği durumunda ortaya çıkabilen bozukluklardır.
- Pompe hastalığı: Glikojeni yıkan enzimin yokluğundan dolayı bu polisakkarit karaciğerde aşırı derecede birikir.
- Tay-Sachs hastalığı: Lipitleri (gangliosit) sindiren bir enzimin eksik ya da bozuk olması durumudur. Beyin hücrelerinde aşırı lipit birikimi, beyin fonksiyonlarını bozar.
- Lizozomal depolama hastalıklarının popülasyonlarda görülme sıklığı düşüktür.

Vakuoller

- Vakuol ve vezikülün her ikisi de zarla çevrili kesecikler anlamına gelir.
- Ancak vakuoller veziküllerden daha büyüktür.
- Bilinen üç çeşit vakuol bulunmaktadır:
 - Besin vakuolü
 - Kontraktıl vakuoller
 - Merkezi vakuol

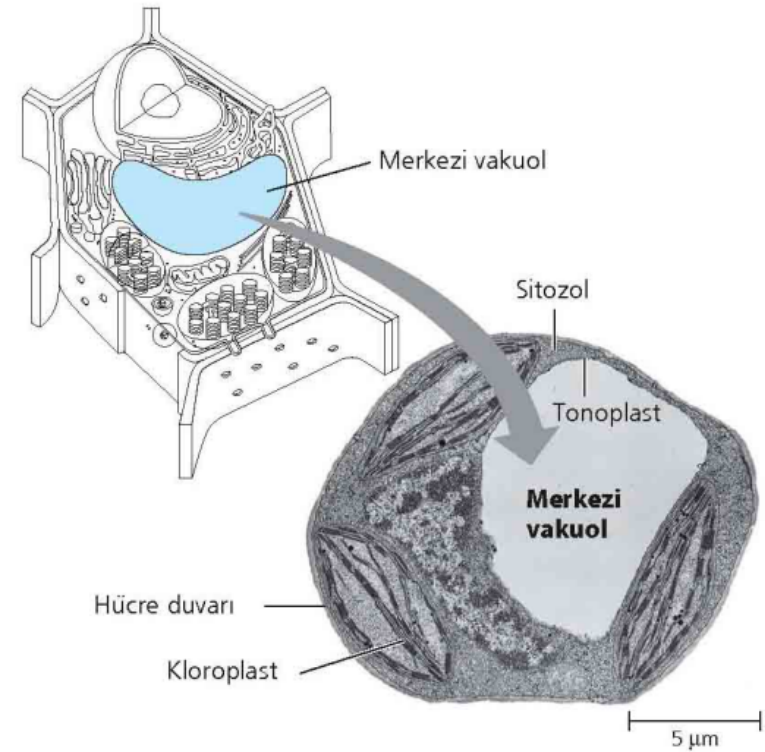
Besin ve kontraktil vakuoller

- Besin vakuolü fagositoz ile oluşur.
- Tatlı sularda yaşayan protistlerin çoğu fazla suyu hücre dışına pompalayan kontraktil vakuollere sahiptir.



Merkezi vakuol

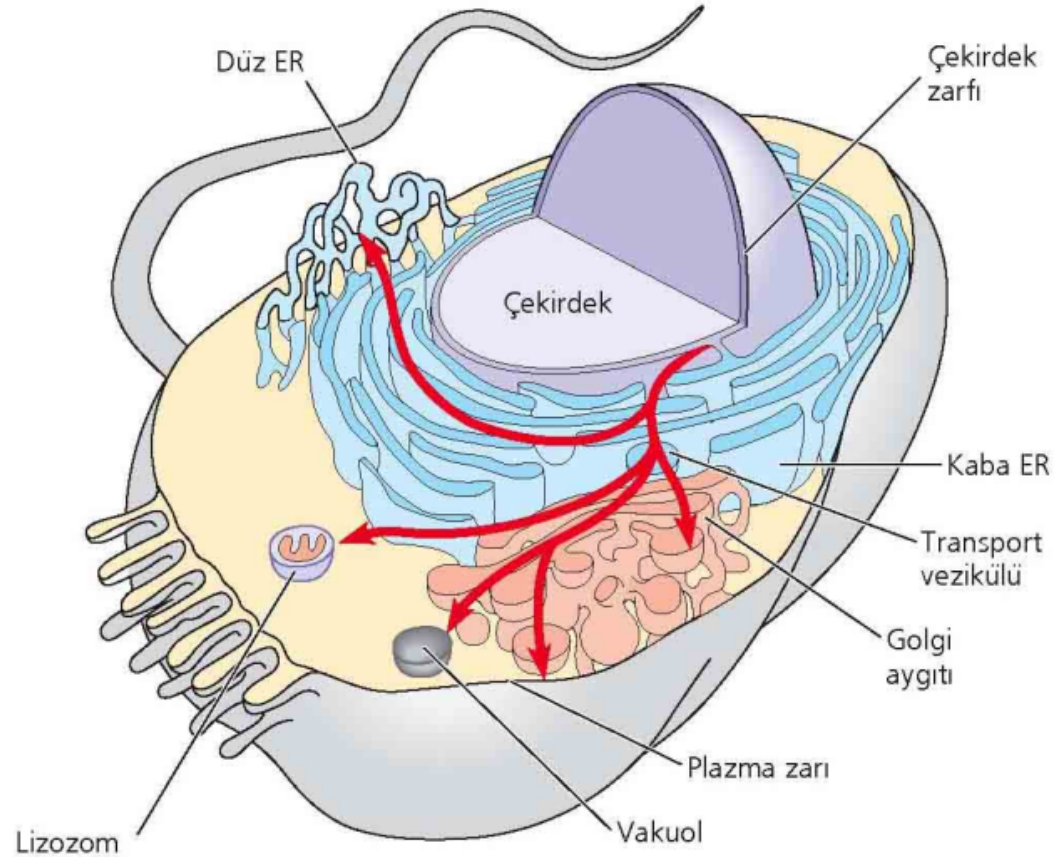
- Olgun bitki hücreleri çoğunlukta büyük bir merkezi vakuol içerir.
- Bu vakuol, tonoplast adı verilen bir zarla çevrilidir.
- Daha küçük vakuollerin kaynaşması ile oluşur.
- Vakuoller ER ve Golgi'den köken alır.
- Tonoplast seçici-geçirgendir ve vakuol içindeki çözeltiye hücre özsuyu denir.



Merkezi vakuolün görevleri

- Önemli organik bileşikleri depolar (örn; protein).
- Potasyum ve klor gibi inorganik iyonları depolar.
- Zararlı metabolik yan ürünleri depolayarak hücre dışına atar.
- Renk veren pigmentleri depolar.
- Zehirli ya da kötü lezzetli bileşikleri depolayarak predatörlere karşı savunma yapar.

Organeller ve iç zar sistemi arasındaki ilişki



Zarla çevrili diğer organeller

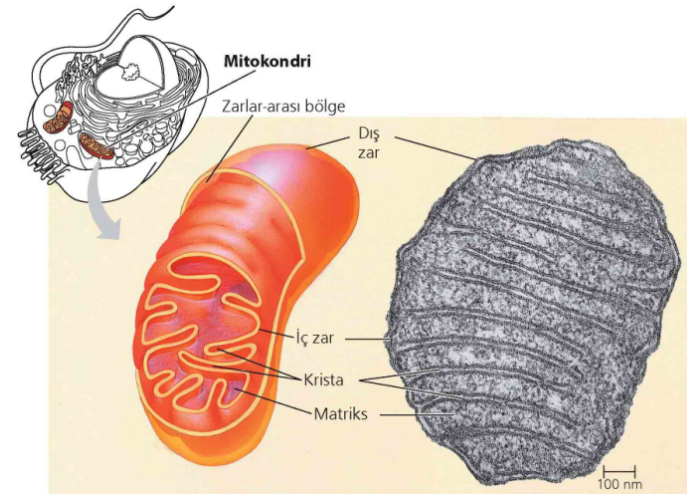
- Mitokondriler, kloroplastlar ve peroksizomlar zarla çevrili olmalarına karşılık i zar sisteminin bir parçası değildir.
- Bunların zarları sitoplazmadaki serbest ribozomlar ya da bu organellerdeki ribozomlar tarafından oluşturulur.
- Mitokondriler ve kloroplastlar kendi kendilerine büyüyüp çoğalan yarı-otonom organellerdir.

Mitokondriler

- Hemen hemen tüm ökaryotik hücrelerde bulunurlar.
- Bazı hücrelerde bir tane bulunabildiği gibi bazılarında yüzlerce ya da binlerce bulunabilir.
- Bu sayı, hücrenin metabolik aktivitesine bağlıdır.
- Boyları yaklaşık 1-10 μm kadardır.
- Hücre içinde hareket eder, biçim değiştirir ve ikiye bölünürler.

Mitokondrinin yapısı

- İki zarla çevrilidir.
- Zarların her biri çift katlı lipit ve protein yapısındadır.
- Dış zar düzdür, iç zar ise krista adı verilen kıvrımlardan oluşur.



Mitokondrinin yapısı

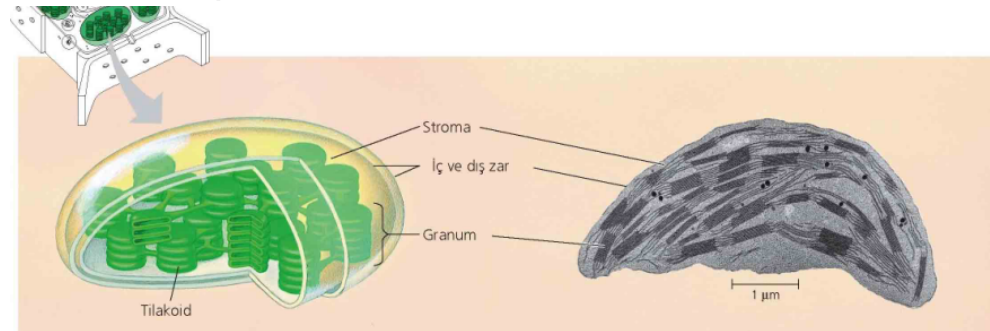
- Mitokondri matriksi çeşitli enzimleri, DNA ve ribozomları içerir.
- İç zar üzerinde solunumda görev alan proteinler ve ATP sentezleyen enzimler yerleşmiştir.
- Kristalar, iç zar yüzeyini artırarak hücre solunumunun verimini yükseltir.

Plastitler

- Bilinen üç çeşit plastit vardır:
 - Amiloplastlar: Kök ve yumrularda bulunan ve nişasta depolayan renksiz plastitlerdir.
 - Kromoplastlar: Meyve ve çiçeklere sarı ve turuncu renk veren pigmentlere sahiptirler.
 - Kloroplastlar: Klorofil pigmenti içermesinin yanı sıra fotosentezde görevli enzimleri de bulundurlar.

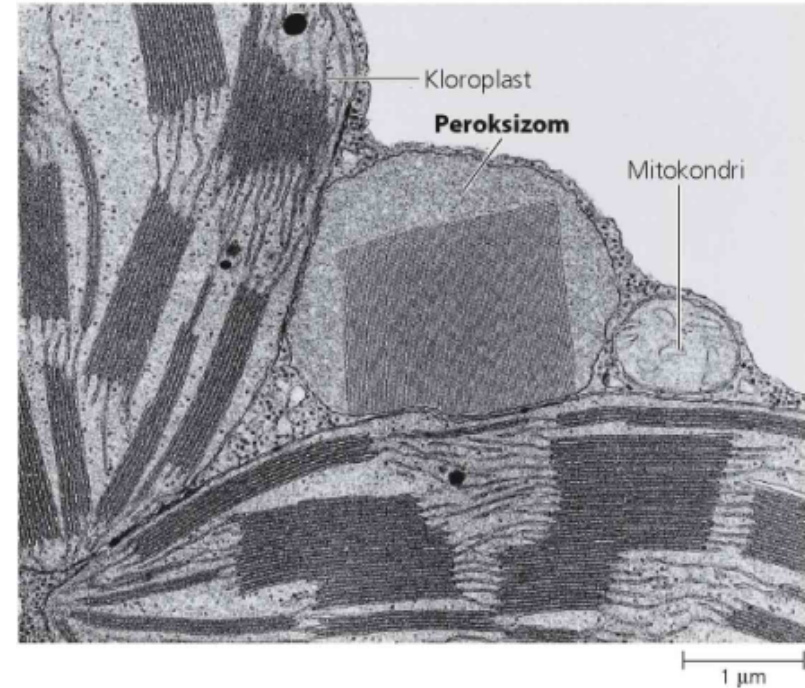
Kloroplastlar

- İki zardan oluşan bir kılıfa sahiptirler.
- Organelin iç kısmında tilakoit adı verilen yassı kesecikler mevcuttur.
- Tilakoitler bazı bölgelerde üst üste dizilerek yığınlar oluşturur. Her bir yığına granum (çoğulu grana) adı verilir.
- Tilakoit dışında kalan sıvı kısım ise stroma'dır ve DNA, ribozom ve enzimleri içerir.
- Kloroplast da ikiye bölünerek çoğalır.



Peroksizomlar

- Tek zarla çevrili özelleşmiş yapılarıdır.
- H₂O₂ oluşturan enzimler içerirler.
- Yağ asitlerini daha küçük moleküllere yıkarlar ve mitokondrilere gönderirler.
- Karaciğerdeki peroksizomlar alkol ve diğeri zararlı bileşikleri detoksifiye etmek için bu maddelerden oksijene hidrojen aktarırlar.



H₂O₂ toksiktir !!!

- Peroksizomlarda oluşan H₂O₂'nin kendisi toksiktir.
- Bu bileşik, yine peroksizomlarda enzimatik olarak suya parçalanır.

Glioksizom

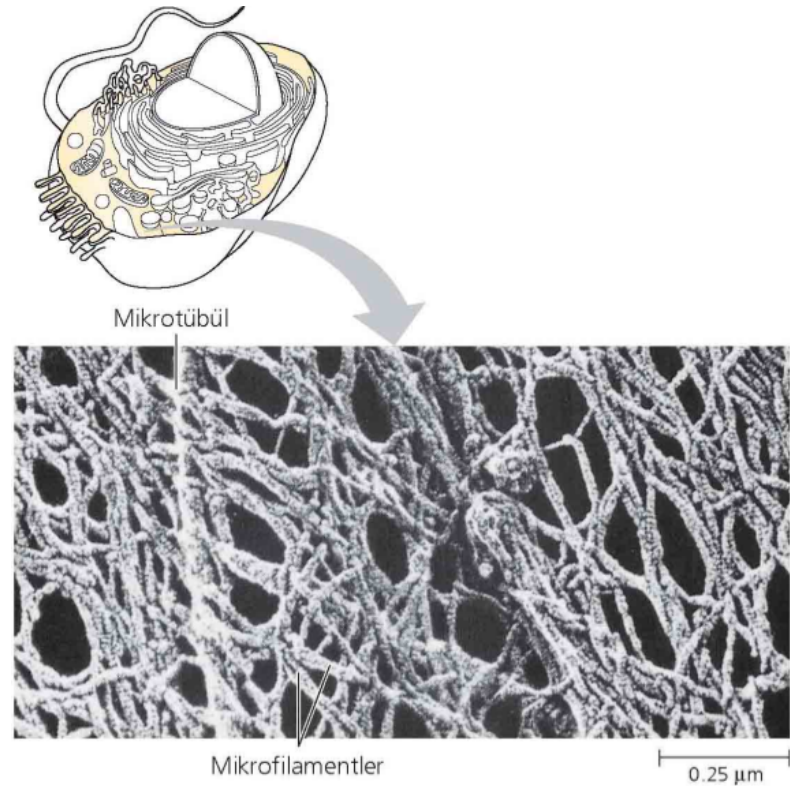
- Bitki tohumlarının yağ depolayan dokularında yer alır.
- Yağ asitlerini şekere dönüştüren enzimler içerir.
- Filizlenen tohum, fotosentez yapmaya başlayana kadar bu kaynaktan beslenir.

Peroksizomların oluşumu

- Lizozomların aksine, iç zar sisteminin tomurcuklanması ile oluşmazlar.
- Protein ve lipitlerin sitoplazmada bir araya gelmesi ile oluşurlar.
- Belirli bir büyüklüğe ulaştıklarında ikiye ayrılarak sayıca artarlar.

Hücre iskeleti

- Hücreler, sitoplazma içinde uzanan lifsi, ağ yapısındaki bir hücre iskeletine sahiptir.
- Hücre iskeleti, hücre içerisindeki yapı ve etkinliklerin organizasyonunda rol oynar.



Hücre iskeletinin işlevleri

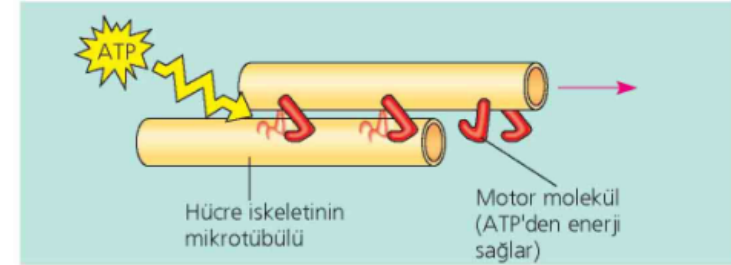
- Hücre iskeletinin işlevleri řu başlıklar altında incelenebilir:
 - Yapısal destek
 - Hücre hareketi
 - Metabolik etkinliklerin düzenlenmesi

Yapısal destek işlevi

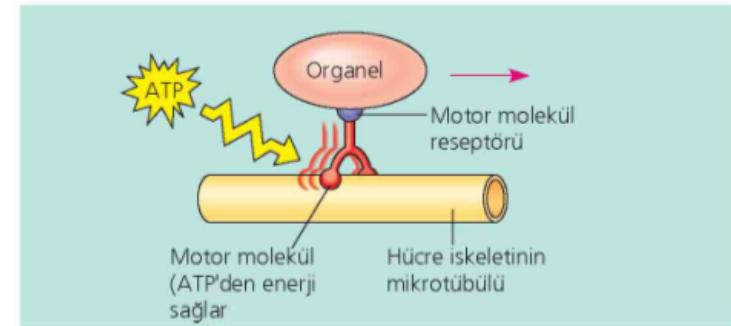
- Bu işlev özellikle hücre duvarı bulunmayan hayvan hücreleri için önemlidir.
- Birçok organel ve hatta sitoplazmik enzimleri yerli yerinde tutar.
- Hücrenin belirli bir kısmından hızla diğeri bir kısma geçerek hücre biçiminin değışmesine yardımcı olur.

Hareket işlevi

- Hücre iskeleti, hücre içi maddeleri doğrudan hareket ettirmez.
- Bunun için motor moleküller adı verilen proteinlerle etkileşim gerekir.
- Motor moleküller, taşınacak madde ile hücre iskeleti arasında bağlantıyı sağlayan yapılardır.
- Bu yapılar ATP enerjisi ile taşınacak maddeleri hücre iskeleti elemanları üzerinden kaydırarak hareket ettirir.



(a) Bir mikrotübüle (ya da mikrofilamente) tutunmuş motor molekülleri onu bir diğer mikrotübüle kaydırır. Kayan komşu mikrotübüller sil ya da kamçıyı hareket ettirirler. Kas hücrelerinin kasılması sırasında, motor moleküller mikrotübülleri değil, mikrofilamentleri kaydırırlar.



(b) Organellere tutunmuş haldeki motor moleküller organelleri mikrotübüller ya da bazı durumlarda mikrofilamentler boyunca "yürütebilirler.". Örneğin, nörotransmitterleri içeren veziküller sinir hücrelerinin akson uçlarına bu yolla gelirler.

Motor moleküllerin işlevlerine örnekler

- Sil ve kamçı hareketlerinin sağlanması
- Kas hücrelerinin kasılması
- Hücre içi veziküllerin taşınması
- Nörotransmitter maddelerin aksonlara taşınması
- Fagositoz sırasında plazma zarının besin vakuolü oluşturması
- Sitoplazmanın hareketleri

Düzenleme işlevi

- Hücrenin dış yüzeyi tarafından alınan mekanik sinyaller, hücre iskeleti elemanları yoluyla yüzeyden iç kısımlara kadar iletilir.
- Hatta bu sinyaller çekirdek içine kadar aktarılabilir.

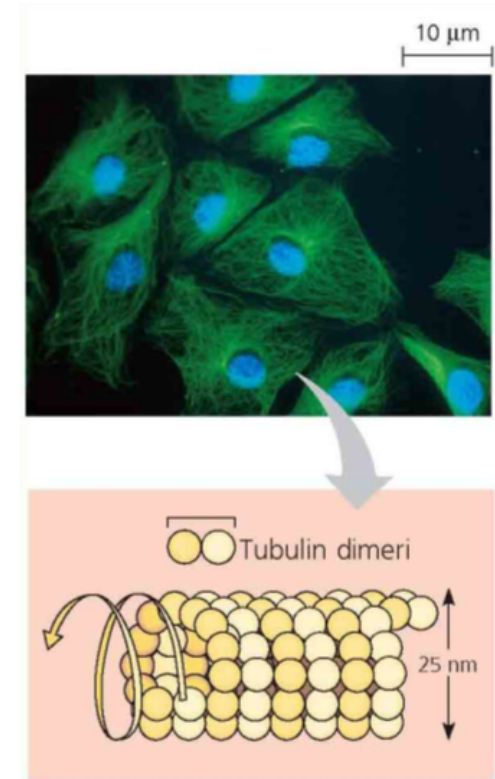
Hücre iskeleti elemanları

- Hücre iskeletini kuran üç temel lif tipi vardır:
 - Mikrotübüller (en kalın lifler)
 - Mikrofilamentler (en ince lifler)
 - Ara filamentler (intermediyer)

Tablo 7.2 Hücre İskeletinin Yapı ve İşlevi			
Özellik	Mikrotübüller	Mikrofilamentler (Aktin Filamentleri)	İntermediyer Filamentler
Yapı	İçeride boş tüpler; duvarı tubulin moleküllerinin oluşturduğu 13 kolon içerir	Üst üste sarılı iki adet aktin zinciri	Üst üste sarılmış fibröz proteinler
Çap	15 nm'si lümenine ait 25 nm	7 nm	8-12 nm
Protein alt birimleri	α tubulin ve β tubulin	Aktin	Hücre tipine bağlı olarak, keratin ailesine ait farklı proteinlerden birisi
Temel işlevleri	Hücre biçiminin korunması (sıkıştırılmaya-direnen "kuşaklar")	Hücre biçiminin korunması (gerilmeye-dayanan elementler)	Hücre biçiminin korunması (gerilmeye-dayanan elementler)
	Hücre hareketi (sil ve kamçıda olduğu gibi) Hücre bölünmesi sırasındaki kromozom hareketleri Organellerin hareketleri	Hücre biçimi değişiklikleri Kas kasılması Sitoplazma akımı Hücre hareketi (psödopod)	Çekirdek ve diğer bazı organelleri yerlerine sabitlemek Nükleer laminayı oluşturmak

Mikrotübüller

- Tüm ökaryotik hücrelerin sitoplazmasında bulunur.
- İçi boş çubuklar şeklindedir.
- Tübül duvarı, tubulin adı verilen globüler proteinlerden oluşmuştur.
- Her tubulin molekülü, α - ve β -tubulin adı verilen iki polipeptit alt biriminden oluşur.
- Mikrotübülün boyu, yeni tubulin birimlerinin eklenmesi ile uzar.
- Yıkılan tubulin birimleri, başka mikrotübüllerin yapımı için kullanılabilir.

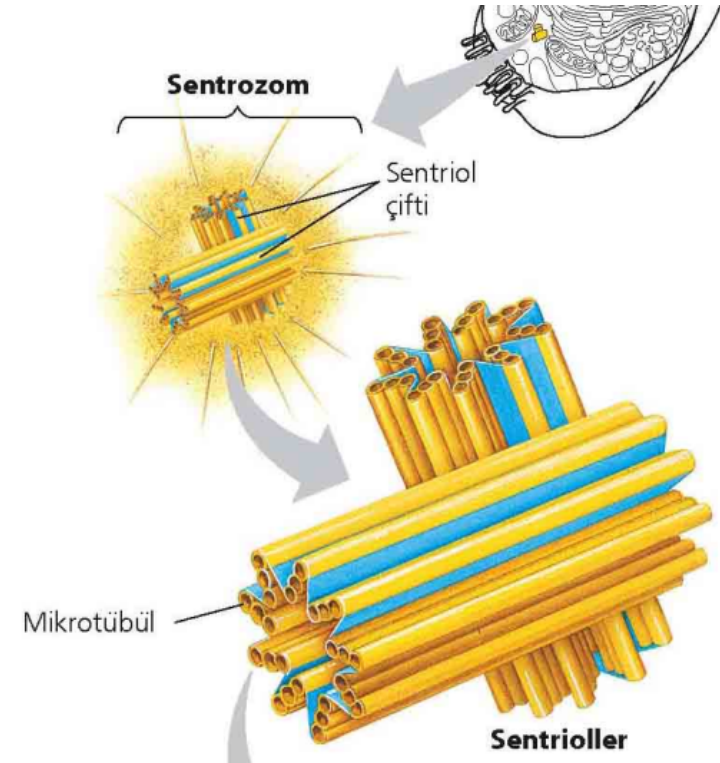


Mikrotübüllerin işlevleri

- Hücreye biçim verip onu desteklerler.
- Motor moleküllerle bağlantı kuran hücresel yapıların taşınmasına yardımcı olurlar.
- Hücre bölünmesi sırasında iğ ipliklerini oluşturarak kromozomların ayrılmasını sağlarlar.

Sentrozomlar ve sentriyoller

- Mikrotübüller çekirdek yanında yer alan ve sentrozom adı verilen bölgede oluşurlar.
- Hayvan hücresinde sentrozom içinde bir çift sentriol bulunur.
- Her sentriol üçlü mikrotübüllerin dokuz set halinde düzenlenerek oluşturduğu halkasal bir yapıdır.



Sentriyollerin görevleri

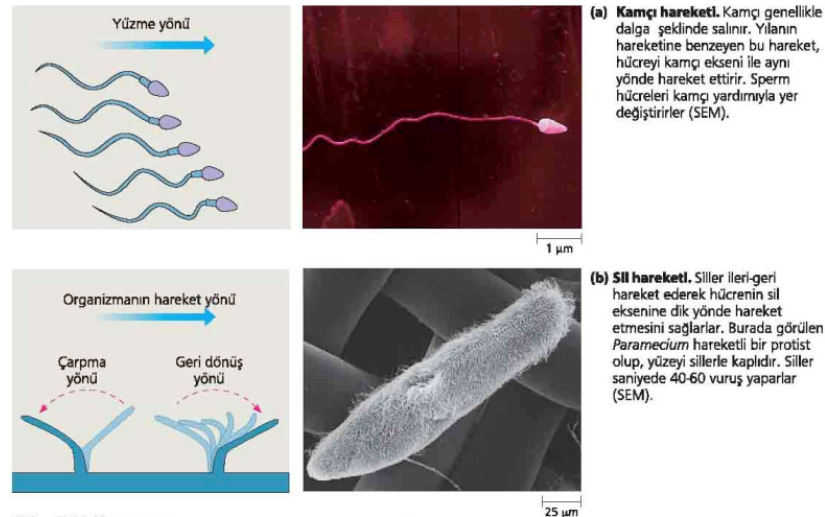
- Hücre bölünmeden önce her sentriol kendini eşler.
- Sentrioller mikrotübül birliğinin organizasyonuna yardımcı olur.
- Bütün ökaryotlar için bu işlem zorunlu değildir.
- Bitkilerin çoğunda sentriyol bulunmaz.

Siller ve Kamçılar

- Ökaryotlarda hareketten sorumlu uzantılardır.
- Su içinde yüzme işlevine yardımcı olurlar.
- Sperm hücrelerinin hareketleri bu yapılar sayesinde sağlanır.
- Nefes borusunu döşeyen siller, tutunmuş atıkları içeren mukusun akciğerlerden dışarı doğru süpürülmesini sağlarlar.

Hareket biçimleri

- Kamçılar dalgalanarak hareket eder.
- Buna karşılık siller, kayığın küreklerine benzer şekilde hareket eder ve sil eksenine dik yönde güç oluştururlar.



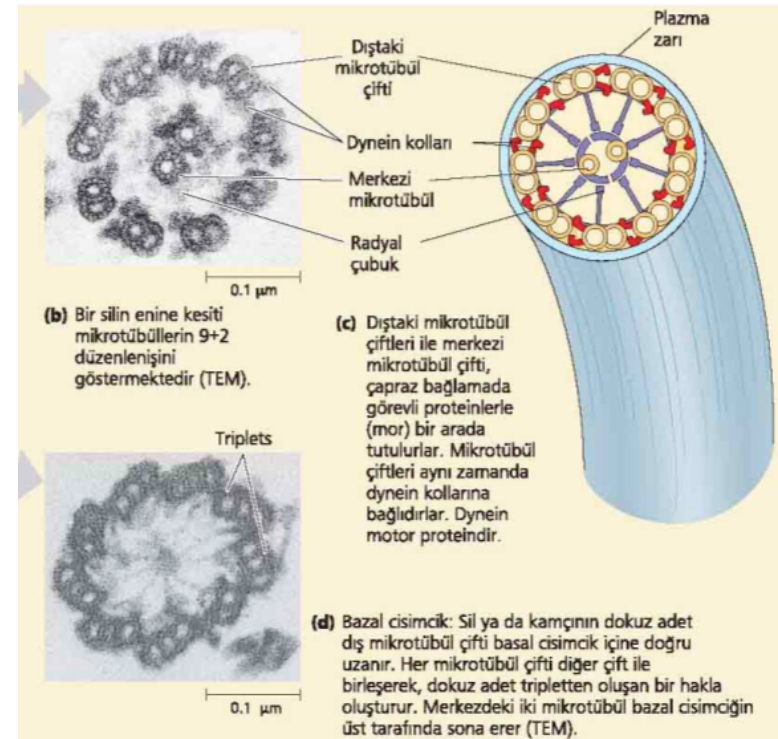
Sil ve kamçının yapıları

- Sil ya da kamçının mikrotübül yapısındaki merkezi kısmı, plazma zarının uzantısı tarafından sarılmıştır.



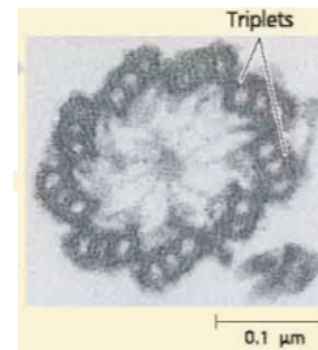
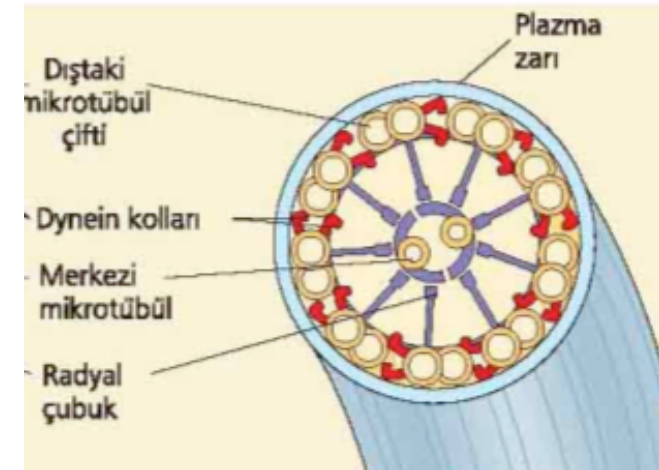
Sil ve kamçının yapıları

- Dokuz adet mikrotübül, bir çift halka oluşturacak şekilde dizilmiştir.
- Bu halkanın ortasında iki tane bağımsız mikrotübül vardır.



Sil ve kamçının yapıları

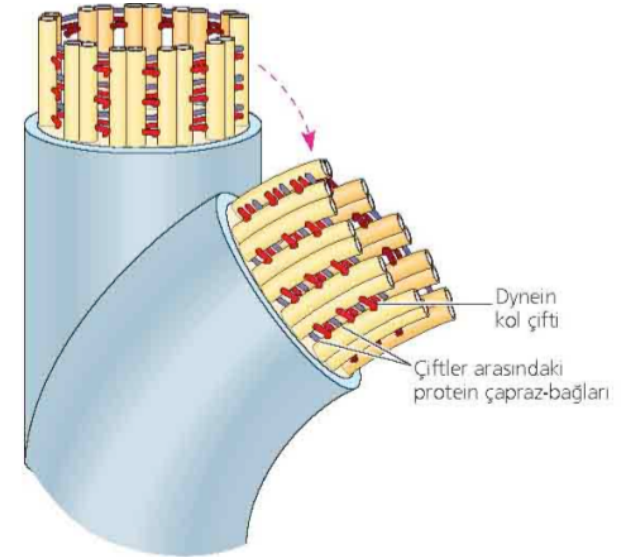
- Sil ya da kamçı boyunca düzenli aralıklarla yer alan protein yapıda moleküller, mikrotübülleri birbirine ve merkezdeki iki mikrotübüle bağlar.
- Sil ve kamçılar bazal cisim ile hücreye tutunur.



(d) Bazal cisimcik: Sil ya da kamçının dokuz adet dış mikrotübül çifti bazal cisimcik içine doğru uzanır. Her mikrotübül çifti diğer çift ile birleşerek, dokuz adet tripletten oluşan bir halka oluşturur. Merkezdeki iki mikrotübül bazal cisimciğin üst tarafında sona erer (TEM).

Dynein-Motor moleküller

- Her mikrotübül çiftinden yandaki çifte uzanan motor moleküller, dynein adlı büyük bir proteinden yapılmıştır.
- Dynein kollar, sil ve kamçının bükülmesinden sorumludur.
- Bu hareketler, proteinin konformasyon değişiklikleri sonucu ortaya çıkar.
- Konformasyon değişikliği için gerekli enerji ATP'den sağlanır.



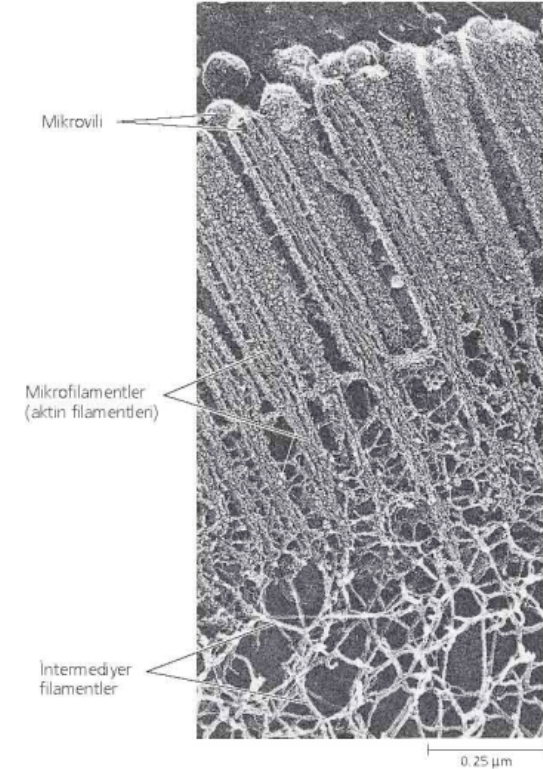
ŞEKİL 7.25 Dyneinin "yürümesi" sil ve kamçıyı hareket ettirir. Mikrotübül çiftinin dynein kolları komşu çifti sıkıca tutar, çeker, bırakır ve tekrar tutar. Bu işlemler ATP enerjisinden güç sağlar. Mikrotübül çiftleri fiziksel olarak sil ya da kamçı içinde kısıtlanmış oldukları için uzağa kayamaz; bu nedenle bükülür. İki merkezi tübül ve radyal çubuklar burada gösterilmemiştir.

Mikrofilamentler

- Yaklaşık 7 μm çapında sert çubuklardır.
- Bir mikrofilament, aktin alt birimlerinden yapılmış ve birbiri üzerine sarılmış iki zincirden ibarettir.
- Ökaryotik hücrelerin tümünde bulunur.

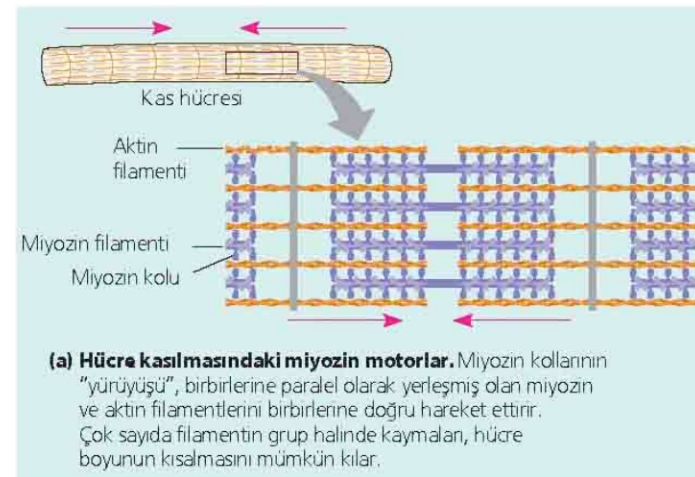
Mikrofilamentler

- Mikrofilamentlerin yapısal rolü gerilmeye dayanmaktır.
- Mikrofilament demetleri mikrovillusların merkezini oluşturur.
- Mikrovilluslar hücre yüzey alanını genişleten ince uzantılardır.



Mikrofilamentler ve kas hareketleri

- Bu organeller kasılma mekanizmasının bir parçasıdır.
- Binlerce aktin filamenti kas hücrelerinde boylamasına uzanan paralel demetler oluştururlar.
- Bu demetler arasında, daha kalın olan miyozin filamentleri yerleşmiştir.



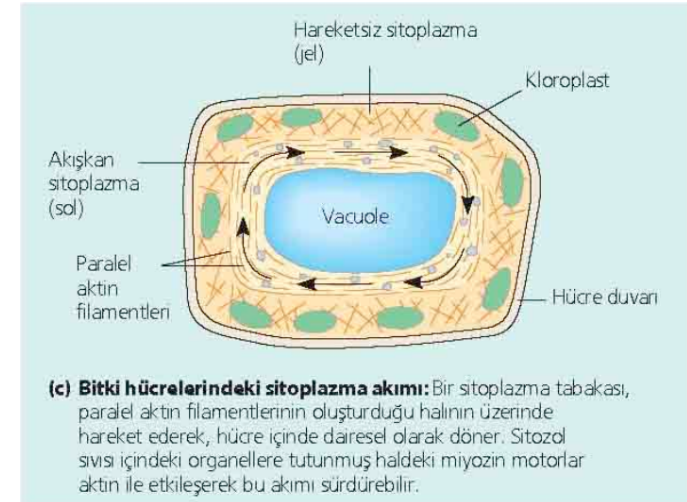
Mikrofilamentler ve kas hareketleri

- Miyozin, aktin filamentleri boyunca yürüyen kollara sahiptir ve motor molekülü görevi yapar.
- Kas hücresinin kasılması, aktin ve miyozin filamentlerinin birbiri üzerinden kayması sonucu gerçekleşir.
- Bu yapılar tarafından oluşturulan yerel kasılmalar ameboid harekette rol oynar.



Mikrofilamentler ve kas hareketleri

- Sitoplazmanın hücre içinde dairesel olarak akması olayı da bu filamentler tarafından gerçekleştirilir.
- Bu hareket, bitkilerdeki büyük hücrelerde yaygın olup hücre içindeki madde dağıtımını hızlandırır.



İntermediyer (ara) filamentler

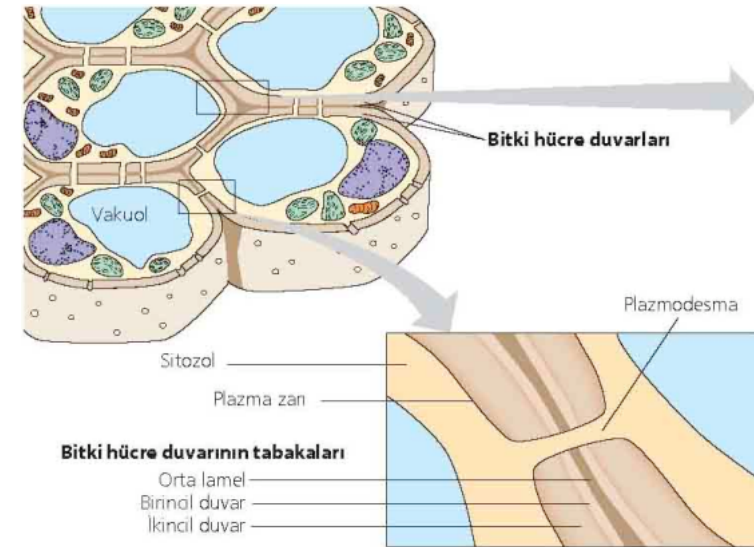
- Mikrofilamentlerden daha kalın, mikrotübüllerden ise daha incedir.
- Hücre biçimini güçlendirme ve belirli organellerin hücre içindeki yerlerini sabitlemede önemlidirler.
- Sinir hücrelerinin aksonları belirli bir ara filament sınıfı tarafından güçlendirilir.
- Mikrofilament ve mikrotübüllerin yapısını bozan kimyasallar ara filamentleri etkilemez.

HÜCRE YÜZEYİ VE BAĞLANTI BÖLGELERİ

- Hücre yüzeyinde önemli işlevler gören bazı ek yapılar vardır.
 - Hücre duvarı (bitkiler ve bakterilerde)
 - Hücre dışı matriks (hayvanlarda)
 - Hücreler arası bağlantılar

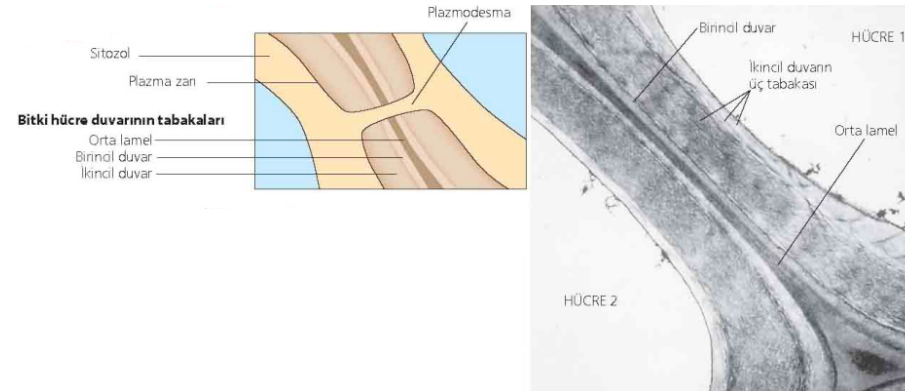
Hücre duvarı

- Bitki hücrelerini korur, ona biçim verir ve aşırı su alınmasını engeller.
- Plazma zarından çok daha kalındır.
- Yapısı türden türe ve aynı bitkideki değişik hücrelere göre değişmekle birlikte temel olarak selülozdan oluşmuştur.



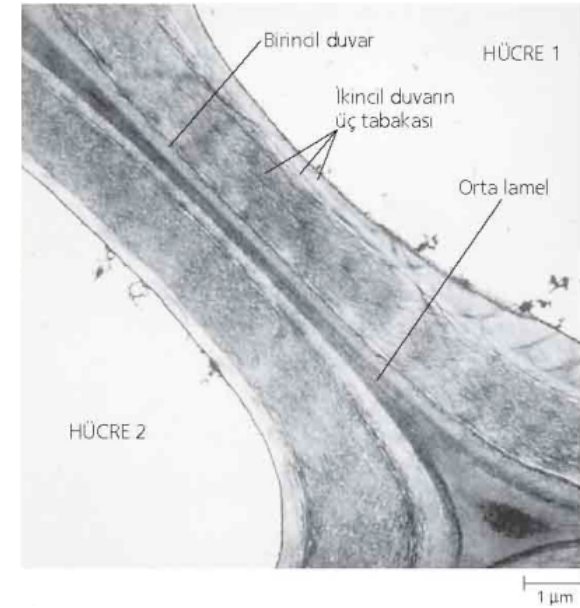
Hücre duvarının yapısı

- Genç bitki hücresi tarafından ilk salgılanan ince ve esnek duvara birincil duvar adı verilir.
- Orta lamel ise, komşu hücrelerin birincil duvarları arasında yer alır.
- Pektinler olarak bilinen yapışkan kısım, polisakkaritler açısından zengindir ve orta lamelin yapısında yer alır.
- Bu tabaka hücreleri birbirine yapıştırır.



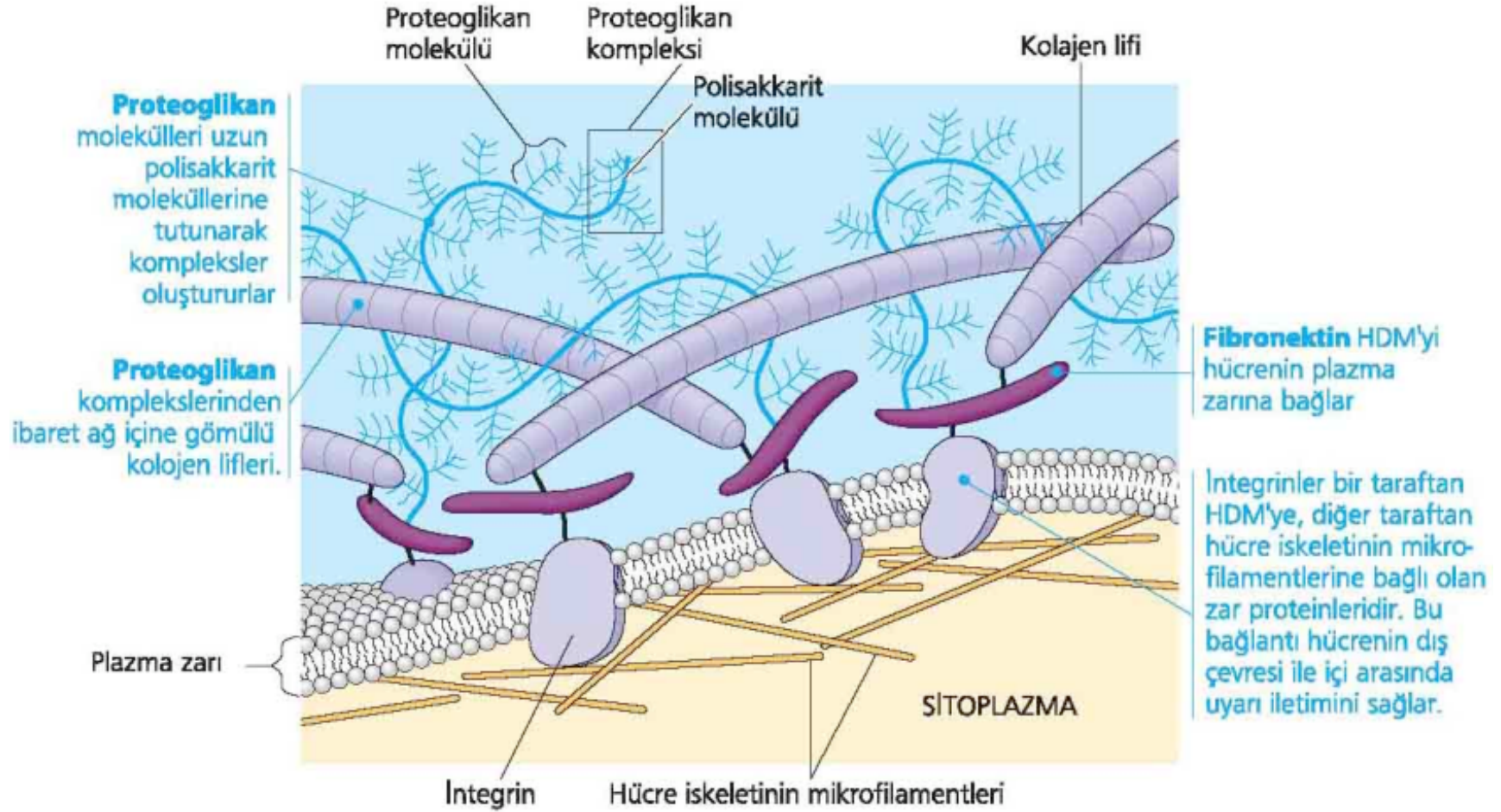
Hücre duvarının yapısı

- Hücreler olgunlaşıp büyümesi durunca duvarı güçlendirmeye başlarlar.
- Bazı hücreler bunu, birincil duvarın içine sertleştirici maddeler salgılayarak yaparlar.
- Bazıları ise plazma zarı ile birincil duvar arasına ikincil hücre duvarını eklerler.
- Odunun temel yapısını bu duvar oluşturur.



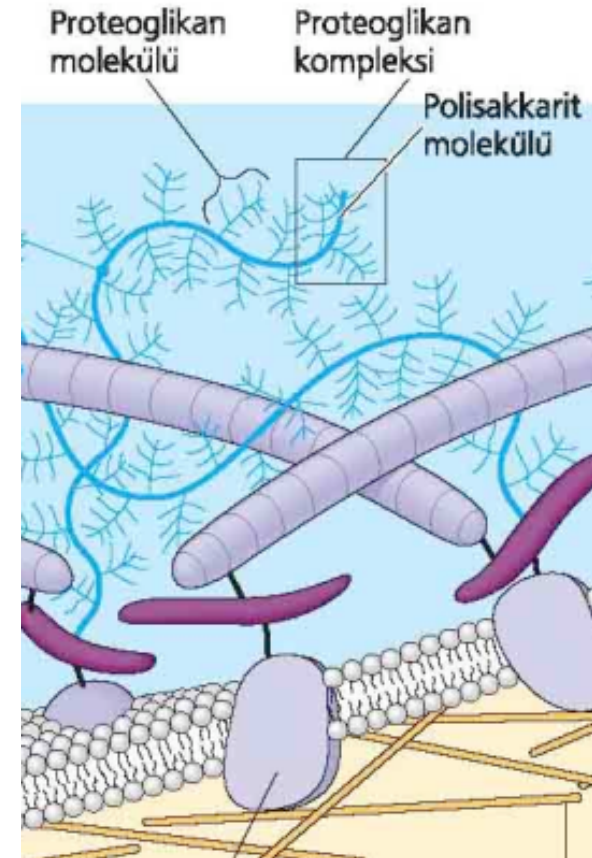
Hücre dışı matriks

- Hayvan hücreleri duvar yerine hücre dışı matrikse sahiptirler.
- Bu yapının temel bileşenleri hücre tarafından salınan glikoproteinlerdir.
- Glikoproteinler, kısa zincirli şekerlerin, proteinlere kovalent bağlanması ile oluşan yapılardır.



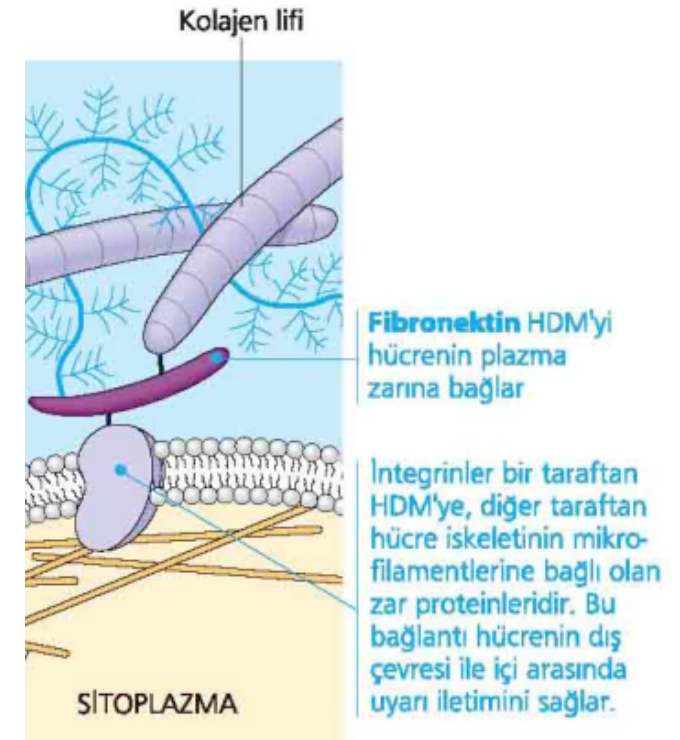
Hücre dışı matriksin yapısı

- Bu yapının en bol bulunan bileşeni kollajen'dir.
- Hayvan vücudundaki toplam proteinin hemen hemen yarısı bu proteinden oluşmaktadır.
- Bu yapı içerisinde proteoglikan molekülleri de bulunur.
- Karbohidrat açısından zengin olup (% 95) büyük kompleksler oluştururlar.



Fibronektinler

- Fibronektinler ise proteoglikan kompleksi ile hücre zarı arasında bağlantı sağlar.
- Genellikle hücre zarına gömülü bulunan integral proteinler ile bağlantılıdırlar.
- Dolayısı ile integral proteinler, hücre dışı matriksteki değişiklikleri hücre içine iletirler.



Hücreler arası bağlantılar

- Komşu hücreler, doğrudan fiziksel temas noktaları aracılığı ile birbirine tutunur, etkileşir ve iletişim kurarlar.
- Hücreler arası bağlantı noktaları şunlardır:
 - Plazmodesmata (yalnızca bitkilerde)
 - Sıkı bağlantılar
 - Desmozomlar
 - Ara bağlantılar

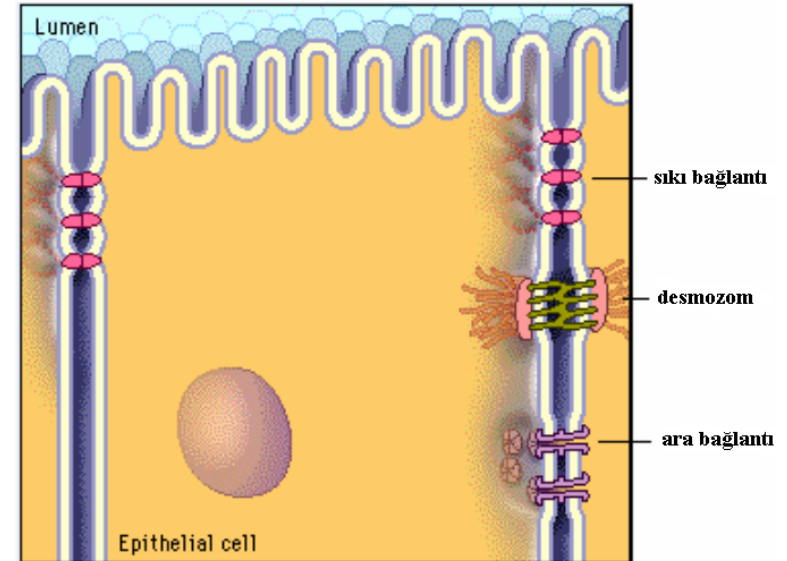
Plazmodesmata

- Bitki hücre duvarlarında hücreler arası bağlantı kuran kanallar mevcuttur.
- Bu kanallara plazmodesmata adı verilir.
- Su ve küçük molekül çözünenler bu yapılar sayesinde serbestçe hücreden hücreye geçer.
- En son yapılan deneyler, belirli koşullar altında bazı protein ve RNA moleküllerinin de bu yapılardan geçebildiğini göstermiştir.



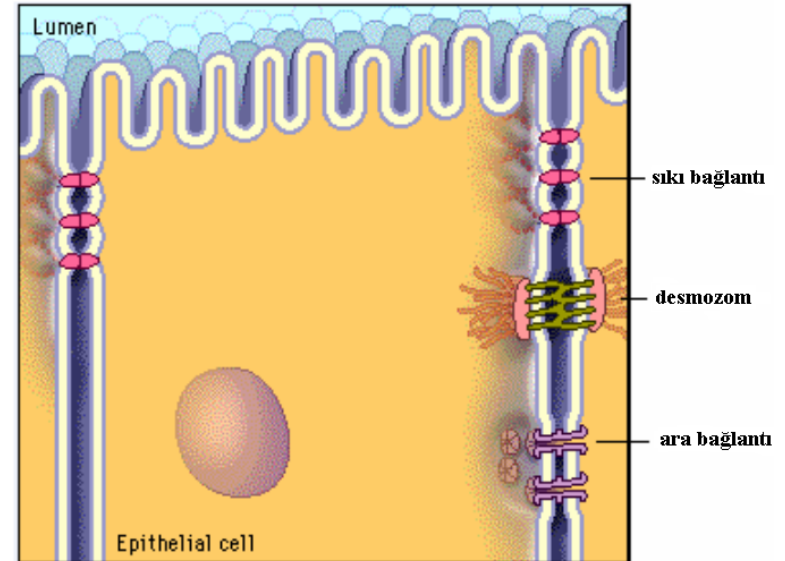
Sıkı bağlantılar

- Bu bağlantılarda komşu hücrelerin zarları kaynaşmıştır.
- Bu bağlantılar hücrelerin çevresinde devamlılık taşıyan kuşaklar oluşturarak hücre dışı sıvısının epitel tabakası dışına sızmasını engeller.



Desmozomlar

- Hücreleri güçlü tabakalar halinde birbirine bağlayan perçinler gibi iş görürler.
- Keratinden yapılmış ara filamentler bu yapıları destekler.



Ara bağlantılar

- Hücreler arasında sitoplazmik bağlantılar kurulmasını sağlarlar.
- Bu porlar; tuz iyonlarının, sekerlerin, aminoasitlerin ve diğer küçük moleküllerin geçişine izin verir.
- Kalbin kas dokusundaki ara bağlantılardan geçen iyonlar, hücrelerin kasılmasını eşgüdümlü hale getirir.
- Kimyasal haberleşme bu yapılar sayesinde gerçekleştirildiği için embriyolarda yaygın bulunur.

