HÜCRE

YRD. DOÇ. DR. HASAN KOÇ

Hücre

- Yaşama ve çoğalma yeteneğindeki en küçük birim olarak kabul edilen hücre ilk kez 1665 yılında Robert HOOK tarafından keşfedilmiştir.
- Bu araştırıcı mantar dokusunu incelemiş ve gördüğü kısımları boşluk anlamına gelen "hücre" sözcüğü ile tanımlamıştır. Burada görülen esasen hücrenin yalnız ölü çeperidir.
- Mikroskobun da geliştirilmesiyle hücre bilimine ilişkin araştırmalar artmış ve bitkilerde Schleiden (1838), hayvanlarda ise Schwann (1838) tarafından ilk kez "Genel Hücre Teorisi" ortaya atılmıştır. Hücre Teorisine göre;
  - Tüm canlılar hücrelerden meydana gelmiştir.
  - Tüm canlılarda temel yapısal ve fonksiyonel birim hücrelerdir.
  - Tüm canlılar mevcut hücrelerin bölünmesi ile çoğalırlar.
  - Bir canlı hücrelerin birlikte çalışması il ortaya çıkar.

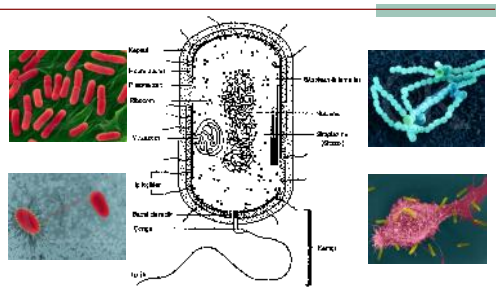
Hücre

- Yeryüzünde bulunan bütün canlılar hücre içerisinde özelleşmiş bir çekirdek kapsayıp kapsamadıklarına göre iki gruba ayrılır.
- **Prokaryot hücreler** tipik olmayan hücreler olup en küçük ve en ilkel yapılı canlılardır. Bunların ortak özellikleri zarla çevrili bir çekirdeğe sahip olmamalarıdır. Bunlarda çekirdek materyali protoplazma ile karışmış olup doğrudan protoplazma ile temas halindedir.
  - Yeryüzünde bulunan prokaryot canlılar viroidler, virüsler, mikoplazmalar, bakteriler ve siyonobakteriler (mavi-yeşil algler)'dir.
- **Ökaryot hücreler** bir çekirdek kılıfı ile çevrilmiş bir çekirdek ile stoplazmadan oluşurlar ve dış taraftan bir hücre zarı ile çevrilmişlerdir.

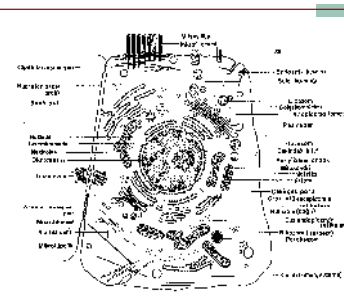
Prokaryot ve Ökaryot Hücrenin Karşılaştırılması

Özellik	Prokaryot Hücre	Ökaryot Hücre
Hücre büyüklüğü	1-10 mm	10-100 mm
Hücre sayısı	Nadiren çok hücreli	Çok hücreli
Zarlı Organeller	Yok	Var
Çekirdek Kılıfı	Yok	Var
Kromozom	Halkasal	Düz
Kromozom sayısı	1	> 1
DNA	Sitoplazmada serbest	Çekirdekte, bazı organellerde
Mikroflament, mikrotüpçük	Yok	Var
Solunum zinciri enzimleri	Plazma zarında	Mitokondri zarında
Çoğalma	İkiye bölünme	Mitoz, mayoz bölünme
Yaşam şekli	Çoğu anaerob	Çoğu aerob
Hücre duv.da peptidoglikan	Var	Yok

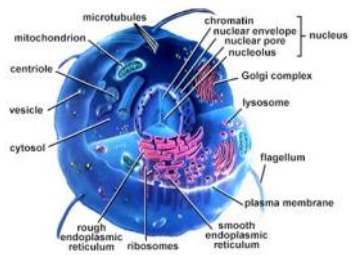
Prokaryot hücreler



Ökaryot hücre



Ökaryot hücre

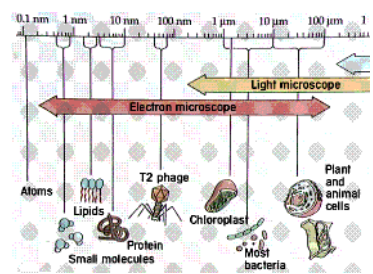


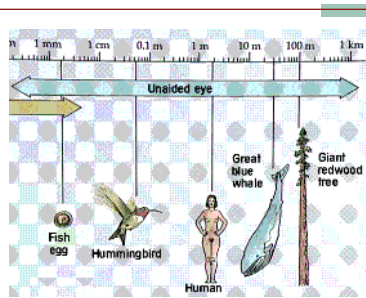
Hücrenin şekli, büyüklüğü ve sayısı

- Bir çok hücrenin şekli sabittir. Örneğin sperm hücresi, sinir hücreleri, eritrositler görevleriyle uygun olarak her hayvan grubu için belirli şekillere sahiptir. Ancak bazı hücrelerin şekilleri değişebilir. Mesela amip, lökosit, pigment hücreleri değişebilen şekillere sahiptirler.
- Gerek bitki gerekse hayvanlarda çıplak gözle görülebilecek kadar büyük hücreler vardır. Örneğin kuş yumurtaları. Fakat çoğunlukla hücreler mikroskopla görülebilecek kadar küçüktürler. Bakteriler ancak ışık mikroskobu ile görülebilirler. Virüsler ancak elektron mikroskobu ile görülürler. İnsanın en küçük hücresi 3-4 mikron çapındaki küçük lenfositleridir. İnsanda omurilikten çıkıp bacaklara giden *Nervus ichiadicus* adı verilen siyatik sinirinin boyu yaklaşık 1 metredir. Buna karşılık tavuk yumurtası 30 mm, deve kuşu yumurtası 80 mm çapındadır.

Hücrenin şekli, büyüklüğü ve sayısı

- Bir doku veya organı oluşturan hücrelerin büyüklükleri aşağı yukarı sabttir, çok az değişiklik gösterir. İki canlı arasında büyüklük farkı varsa bu hücre büyüklüğünden kaynaklanmaz.
  - Örneğin bir fil ile farenin karaciğerlerinin büyüklük farkı, hücre boyutundan değil hücre sayısının fazlalığından kaynaklanır.
- Tek döllenmiş bir yumurta hücresinin bölünmesiyle gelişen insan yavrusu doğduğu zaman kabaca 2 trilyon, erginleşince (erkek) 60 trilyon hücreye sahip olacaktır.





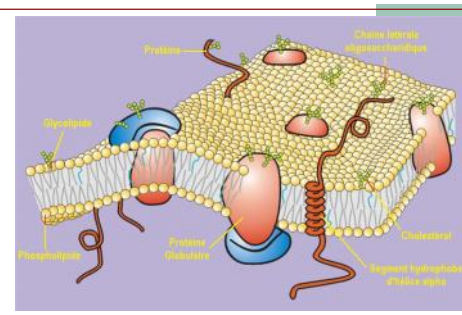
Hücre zarı

- Daha önce ışık mikroskobuyla varlığı saptanmasına rağmen, elektron mikroskobunun bulunuşundan sonra yapısı ayrıntılı olarak açıklanmaya başlanmıştır.
- Protein (%55), lipit (%42) ve az miktarda karbonhidrat (%3) moleküllerinden yapılmıştır.
- Zarda bulunan lipitler, proteinler ve karbonhidratlar için bilgi toplanırken özellikle bu maddelerin zarın görev yapabilmesi için zar içinde ne şekilde düzenlenmesi gerektiği de göz önüne alınır.
- Şimdiye kadar elde edilen veriler lipitlerin zarda bimoleküler tabaka halinde dizildiğini göstermektedir
- Proteinler ise yaptıkları görevlere göre zarda yer alırlar ve zarın bütünlüğünü sağlarlar. Böylece belli bir proteinin faaliyeti o zara belli bir karakter verir.

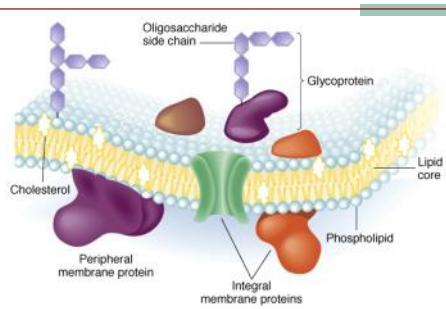
Hücre zarı

- İlk kez Singer ve Nicolson tarafından biyolojik zarların statik bir yapıda olmayıp dinamik bir yapı gösterdiği ortaya çıkarılmıştır (Sıvı Mozaik Zar Modeli). Bu modele göre;
  - Bimoleküler lipit tabakalarının arasına mozaik şeklinde proteinler serpiştirilmiş olup yerleri sabit değildir, görev sırsında yer değiştirirler.
  - Bu model tüm hücrelerin dış zarlarını ve içteki organellerin (mitokondri, golgi, endoplazmik retikulum ve çekirdek zarı gibi) zarlı kısımlarının yapısını açıklamaya yeterlidir.
  - Bu modelde lipitler fosfolipitler halinde olup zarın orta kısmında iki tabakalı dizilmişlerdir. Bu tabakalarda lipitlerin suda erimez lipofil kısmı birbirine hidrofil kısımları ise dışa dönüktür.
  - Proteinler ise zarda görevlerine uygun olacak şekilde lipitlerin her iki yüzeyinde veya lipitlerin içine gömülmüşlerdir.

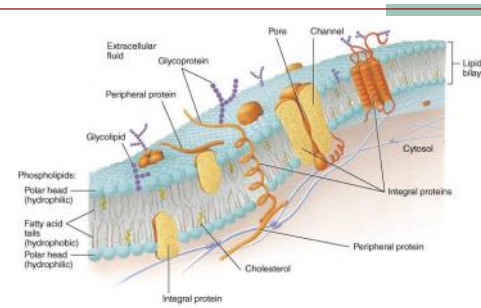
Hücre zarı



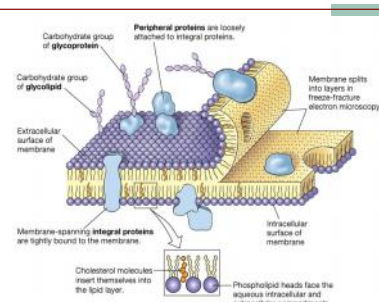
Hücre zarı



Hücre zarı



Hücre zarı



Hücre zarı proteinleri ve karbonhidratları

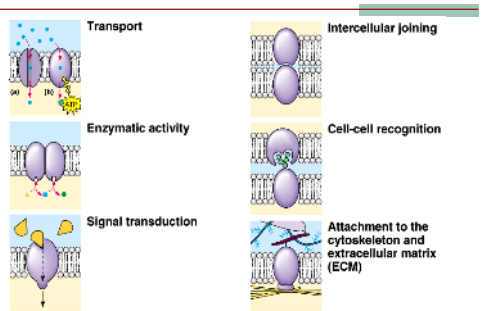
Hücre zarının proteinleri iki tiptir.

- İntegral proteinler, zar boyunca yer alırlar.
  - Hücre içerisine ve dışına madde naklini gerçekleştirirler.
  - Çoğunlukla kanal veya por yapılarını oluştururlar.
- Periferik proteinler, zar boyunca yer almayan fakat zar y üzeyine tutunmuş haldedir.
  - Bu proteinler taşıma dışındaki işlevlerden sorumludur, örneğin enzim olarak görev yapabilirler.

Karbonhidratlar hemen hemen daima di ğer moleküllerle bir arada bulunur

- Ya glikoprotein ya da glikolipit halindedirler.
- Hemen hemen daima hücre dışına doğru çıkıntı yaparlar. Bu karbohidratlı yapı hücreyi dıştan bir örtü gibi kaplar (Glikokaliks).Glikokaliks;
  - Hücrenin antijenik özellik kazanmasında
  - Hücrelerin birbirini tanımasında
  - Hücre yüzeyinin negatif yük kazanmasında
  - Reseptörlerin oluşumunda
  - Bağışıklık sisteminde önemli rol oynar

Zar proteinlerinin fonksiyonları



Hücre zarında madde taşınım yolları

- Hücre zarının en önemli görevi hücreyi dış ortamdan ayırmak ve hücreye madde giriş ve çıkışını kontrol etmektir. Böylece maddelerin, özellikle hücre içine kolayca girişine izin verilmemektedir.
- Hücre zarından madde geçişi iki yolla gerçekleşir. Bunlar moleküllerin kinetik enerjilerine bağlı taşınma sistemi (Pasif taşınma) ve hücresel enerjiye bağlı taşıma sistemi (Aktif taşıma)

Pasif taşıma

- Hücre zarından maddelerin geçişi sırasında enerjiye ihtiyaç duyulmayan taşıma tipidir.
- Üç farklı şekli vardır:
  - Difüzyon
  - Ozmoz ve
  - Kolaylaştırılmış difüzyon

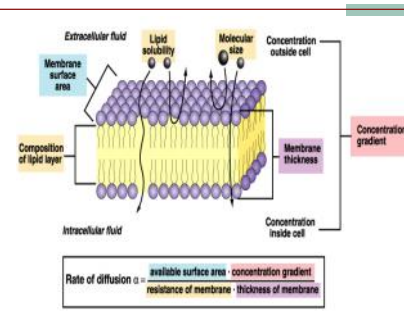
Difüzyon

- Moleküller veya atomlar konsantrasyonlarının yüksek olduğu taraftan düşük olduğu tarafa doğru sahip oldukları kinetik enerji ile difüzyona (yayılma) uğrarlar.
- Geçiş, lipit tabakalarındaki moleküller arası boşluklardan gerçekleşe-bileceği gibi proteinler sayesinde de olabilir.
- Bir maddenin zardan difüzyonunu etkileyen en önemli faktörlerden birisi o maddenin lipitteki eriyebilirliğidir.
  - Oksijen, karbondioksit, azot ve alkol ün lipitte eriyebilirliliği yüksek olduğundan zardan kolaylıkla geçebilirler.
- Ayrıca sıcaklık ve konsantrasyon farkı da difüzyon hızını önemli ölçüde etkiler. Difüzyon her iki taraftaki konsantrasyon eşitleninceye kadar devam eder.

Ozmoz

- Pasif taşımadaki kurallar doğrultusunda hücre zarından su moleküllerinin geçişine ozmoz adı verilmektedir.
- Başka bir ifade ile bir zardan suyun difüzyonu olarak da tanımlanabilir.
- Su hücrede devamlı olarak her iki yöne difüze olur. Yani hem hücreye girer, hem de çıkar.
- Ancak ozmoz olayına suda çözünmüş olan maddelerin çok önemli etkisi vardır. Suda çözünmüş olan madde konsantrasyonunun artması, su konsantrasyonunun azalmasına neden olmaktadır.
- Çözünmüş madde miktarının, su moleküllerinin difüzyon yönünü belirlemesi nedeni ile, çözeltilerin ozmotik aktivitelerini tanımlaya-bilmek için özel terimler kullanılmaktadır. Bunlar **izotonik, hipertonik** ve **hipotonik** terimleridir.

Difüzyon ve ozmoz



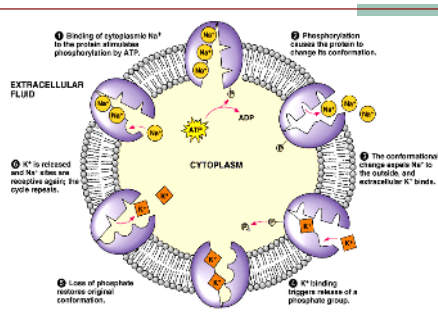
Kolaylaştırılmış difüzyon

- Bu tip difüzyonda da maddeler zardan konsantrasyon farkı doğrultusunda taşınırlar. Ancak basit difüzyondan farkı maddelerin zarı geçebilmelerinde bir taşıyıcı molekülün aracılık etmesidir.
- Bu taşıyıcı molekül hücre zarı içerisinde bulunan özel taşıyıcı proteinlerdir.
- Taşınacak madde konsantrasyonu ne kadar yüksek olursa olsun taşınmayı, taşıyıcı protein miktarı ayarlar.
- Glikoz ve aminoasitlerin çoğu bu yolla taşınır.

Aktif taşıma

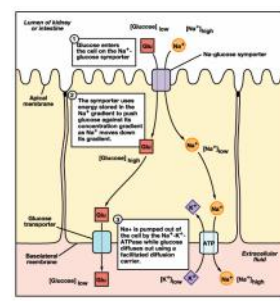
- Konsantrasyon farklı olmaksızın maddelerin enerji kullanılarak özel taşıyıcı proteinlerle hücre içine veya dışarısına taşınması tipidir.
- Canlılık için oldukça önemli bir olaydır. Zira bir çok maddenin hücre içi konsantrasyonu yüksek olmasına rağmen hücre dışından hücre içine alınması (K^+) veya hücre dışı konsantrasyonu yüksek olmasına rağmen düşük konsantrasyondaki hücre içinden dışına çıkarılması (Na^+) zorunludur.
- Hücre membranlarından sodyum, potasyum, kalsiyum, demir, hidrojen, klor ür, iyodür, ürat iyonları, çeşitli şekerler, amino asitler ve hayati öneme sahip bir çok madde bu yokla taşınır.
- Aktif taşıma kullanılan enerji kaynağına göre iki tiptir. Bunlardan birincisi primer aktif taşıma, ikincisi sekonder aktif taşıma.
- Aktif taşımanın üç tipi vardır:
  - Uniport: Sadece bir madde ve iyon taşınır (Hidrojen)
  - Koport : İki farklı madde aynı anda ve aynı yönde taşınır (Glikoz, aminoasitler)
  - Antiport İki farklı madde aynı anda fakat farklı yönde taşınır (Na, Ca)

Primer aktif taşıma (Na+-K+ Pompası)



Sekonder aktif taşıma (Glikoz)

Differentiate between a symporter and an antiporter. (See Table 5-3)

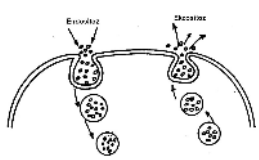


p. 144

Identify…

Endositoz ve ekzositoz

- Hücreye ihtiyaç duyulan büyük molekül ve maddelerin girişi (endositoz) ve bazı maddelerin uzaklaştırılması (ekzositoz) canlılık için oldukça önemlidir.
- Bunlardan endositoz pinositoz ve fagositoz olmak üzere iki tiptir.



Pinositoz

- Hücrelerin büyük bir çoğunda görülür ve hücrenin içmesi olarak adlandırılır.
- Genellikle 100-200 nm kadar olan ve hücre zarından oluşan veziküller (kesecikler) sayesinde hücre içerisine madde alımı gerçekleşir
- Proteinlerin çoğu hücreye bu yolla alınır.

Fagositoz

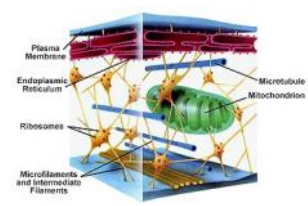
- Pinositoza oldukça benzer. Fagositozda farklı olarak hücre içine alınan maddeler büyük partiküllerdir.
- Belirli bazı hücrelerde gerçekleşir. En tipik olarak amip ve lökosit örnek verilebilir.
- Amipin beslenmesinde veya lökositin bir bakteriyi yok etmesinde olduğu gibi aprtiküller hücre zarı tarafından bir fagositik kese veya fagozom ile çevrilir ve hücre içine alınır.

Sitoplazma

- Hücrenin içini dolduran sitoplazma ne katı ne de sıvı (kolloid) yapıdadır. Sitoplazmada;
  - Çekirdek (nukleus)
  - Organeller
  - Çok sayıda iplik (fibril) veya tanecik (granül) halinde olabilen protein yapıları,
  - Elektrlitler
  - Karbohidratlar ile lipit bileşikleri
  - Veziküller (kesecikler)
- Bu yapıların dağıldığı sitoplazmanın sıvı ve partikülsüz kısmı sitozol olarak adlandırılır.

Sitoplazma

- Sitoplazmada hücreye şeklini veren, hücre şeklini destekleyen ve hücre içerisinde madde iletiminde önemli rolü olan protein filamentleri vardır.
- Bu protein filamentleri hücre içersinde ağ gibi dağılarak hücre iskeletini oluşturur. Hücre iskeleti
  - Mikrotubüller: Tubülin adı verilen proteinden meydana gelmiştir. Hücre bölünmesinde rol oynar.
  - Mikrofilamentler: Aktin proteininden yapılmıştır. Diğer ipliksi proteinlerle birlikte hücre şeklinin oluşumunda görev alırlar.
  - İntermedier (ara) filamentler: Fazla bilgi yoktur. Kıl, tırnak, boynuz ve tüylerde yer alır. Ayrıca beyin, omurilik, kas ve kan hücrelerinde de bulunur.



Endoplazmik retikulum (ER)

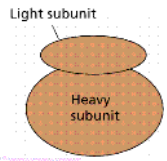
- Hücre zarı ile çekirdek arasında bulunan ve hücreyi bir ağ gibi saran zarlı yapıdaki organeldir.
- Zarlı yapının molekül düzenlenmesi hücre zarına benzer, ancak ondan biraz daha ince ve protein oranı biraz daha yüksektir.
- Zarları üzerinde ribozom ihtiva edip etmemesine göre
  - **Granüllü endoplazmik retikulum (GER):** Enzim, antikor ve hormon üreten hücrelerde yaygın olarak bulunur.
  - **Düz Endoplazmik retikulum (DER):** Lipit ve Karbonhidratları sentezleme ve depolama görevi yapar. Lipit sentezi yapılan hücrelerde (testis) ve derinin yağ bezlerinde yüksek oranda bulunur. Ayrıca kas hücrelerinde kalsiyum iyonlarının depo ve salınma yeri olarak görev yapar (Sarkoplazmik retikulum)

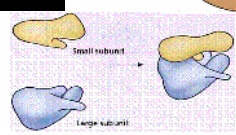
Ribozom

- Amino asitlerin belli sayı ve sırada birleştirilerek protein sentezinin gerçekleştirildiği organeldir.
- Endoplazmik retikulum zarları üzerinde bulunabildiği gibi sitoplazmada dağılmış veya serbest halde de bulunabilir (polizom)
- Yaklaşık % 60 rRNA, % 40 oranında da özel tipte ribozomal proteinlerden meydana gelmiştir.
- Küçük ve büyük alt birim olmak üzere iki fonksiyonel alt üniteden meydana gelir.
- Küçük altbiriminde 1 RNA ve 33 protein, büyük altbiriminde ise 3 RNA ile 40'dan fazla protein bulunur.
- Ökaryot canlılarda küçük altbirim 40s, büyük altbirim 60s, ribozomun tamamı ise 80s çökelme sabitesine sahiptir.

Ribozom



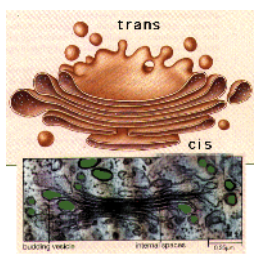


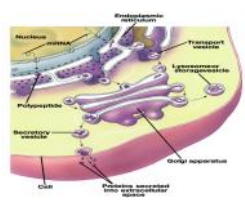


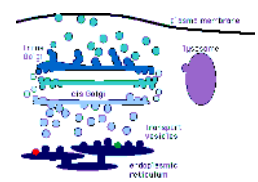
Golgi kompleksi

- 1898 yılında İtalyan **Camillo Golgi** tarafından tanımlanmış.
- Işık mikroskobu ile değişik yapılarda gözlenen bu organel elektron mikroskobunda paralel uzanan yassılaşmış keseler (3-8) ile bunların çevresinde farklı büyüklükte ve çok sayıda yuvarlakça keselerden oluştuğu görülmektedir.
- Yapı ve fonksiyonel olarak ER benzerlik gösterir, fakat çekirdek zarına daha yakın ve ER kadar devamlı değildir. Bunun yanında ER ile fonksiyonel bağlantıya sahiptir.
  - ER kopan veziküller (kesecikler) golgi kompleksi ile birleşir ve böylece burada proteinlerin paketlenmesi işlemi yerine getirilmiş olur.
- Enzim, hormon ve glikoproteinlerin paketlenmesi ve salınmasının gerçekleştirir. Proteinler, diğer moleküllerin ilave edilmesi ile burada son şeklini alır.

Golgi kompleksi







Lizozom

- Golgi kompleksi tarafından oluşturulan kesecik şeklindeki organellerdir.
- Bu keseciklerin içinde asit fosfataz denilen kuvvetli sindirici enzimler bulunur.
- Bu enzimler her türlü molekülü (karbohidrat, lipit, protein ve nukleik asitler) sindirebilme yeteneğindedir.
- Hemen hemen tüm hücrelerde bulunmasına rağmen fagositoz yapan lökositler ve osteoklast hücrelerinde bol olarak bulunur.
- Lizozomlar hücre içi sindirimin yanısıra yaraların ve iltihaplı bölgelerin iyileşmesinde olduğu gibi zarar görmüş hücre enkazlarını da yok ederek hücre dışı sindirimi de gerçekleştirebilir.

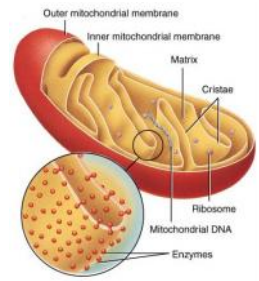
Peroksizom

- Yapısal olarak lizozomlara benzer fakat daha küçük vecikül şeklindeki organeldir.
- Hücrede metabolizma sonucu oluşan ve kandan absorbe edilen bir çok toksik maddenin etkisinin giderilmesinde rol oynayan enzimler bulunur.
- Bu enzimlerin en önemlileri katalaz, hidrojen peroksidaz ve sitokrom oksidazdır.
- Son zamanlarda zararlı etkileri üzerine yoğun çalışmaların yapıldığı serbest radikallerin canlı üzerindeki zararlarının yok edilmesinde proksizom enzimlerinin önemli rolleri vardır.

Vakuoller (kofullar)

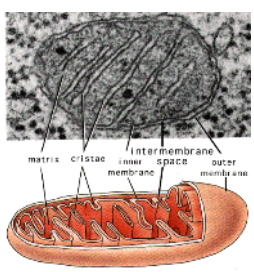
- Bitki hücrelerinin karakteristik organeli olup bazı hayvan hücrelerinde de bulunabilir.
- Fagozomlar, bir besin veya bakterinin etrafının bir vakuol ile çevrilmesi neticesinde oluşur.
- Bazı tek hücrelilerde vakuoller, sindirim ve boşaltım fonksiyonları için özelleşmiş olabilir.

Mitokondri



- Enerji veren moleküllerin oksijen yardımıyla yıkımı bu organelde gerçekleşir.
- Eritrositler dışında hemen hemen bütün hücrelerde bulunur.
- Elde edilen enerji ATP şeklinde depo edilir.
- Genellikle uzun ve ovaldirler.
- Çift katlı bir zarla kaplı olup iç zar içeriye doğru krista denilen çıkıntılar yapar.
- Bu çıkıntılar üzerinde solunum enzimleri bulunur.

Mitokondri



- Mitokondriler çekirdekten ayrı olarak DNA'ya sahiptir.
- Bu nedenle kendi kendine bölünerek çoğalabilir.
- Bir canlının hücrelerinin çekirdeklerinde bulunan genler hem anadan hem de babadan gelir,
- Ancak mitokondriyal genler sadece anneden gelir.

Sentriol

- Bütün hayvan hücrelerinde bulunur.
- Birbirine dikey olarak yerleşmiş içi boş silindir şeklindeki iki yapıdan (sentriyol) ibarettir.
- Her bir sentriyol üçerli gruplar oluşturan dokuz mikrotubülden meydana gelmiştir.
- Bu üçerli gruplar araba tekerleğini andırır şekilde ışınsal dizilmişler.

Sentriol

- Görevleri;
  - Hücre bölünmesi sırasında kromozomların kutuplara doğru hareketlerine yardımcı olur.
  - Sil ve kamçı oluşumunda rol oynar.

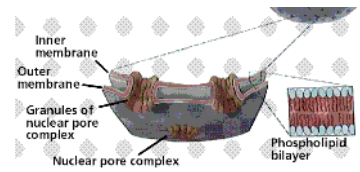
Sitoplazmik inklüzyonlar

- Bazı hücrelerin sitoplazmalarında organellerin yanı sıra değişik görevlere sahip sitoplazmik inklüzyon olarak adlandırılan ve suda erimeyen materyal kümeleri vardır.
- Bu materyaller genellikle besin maddeleri veya depo maddeleridir.
- Karaciğer ve kas hücrelerindeki glikojen ve yağ dokusundaki yağ damlacıkları gibi inklüzyonlar hücre tarafından bir yandan tüketilirken diğer taraftan yeniden üretilir ve depolanır.
- Diğer bazı sitoplazmik inklüzyonlara örnekler;
  - Deri hücreleri ve gözün iris tabakasında melanin
  - Eritrositlerdeki hemoglobin

Çekirdek

- Hücrenin hemen hemen tüm fonksiyonlarının ve hücre üremesinin kontrol merkezidir.
- Genel olarak her hücrede bir çekirdek bulunur.
  - Fakat bazı hücrelerde örneğin karaciğer hücreleri bazı ciliatlar, kemik dokusunun osteoklast hücreleri birden fazla çekirdeğe sahiptirler.
  - Memeli eritrositleri başlangıçta çekirdekli olup sonradan hemoglo-bine daha fazla yer açmak için sonradan çekirdeklerini kaybederler.
- Genel olarak hücrenin ortasında yer alan çekirdeğin yeri de değişebilir. Embriyo hücrelerinde karakteristik olarak ortada, bez hücrelerinde hücrenin kaidesine doğru yerleşmiştir.
- Sitoplazmadan karyolemma adı verilen çekirdek zarı ile ayrılır. Yapısal olarak hücre zarına benzemekle beraber çift katlı ve porlu oluşu ile odan ayrılır.
- Çoğu çekirdekte en azından bir tane olabilen (1-4) çekirdekçik bulunur.
- Çekirdek sitoplazması nükleoplazma olarak adlandırılır.
- DNA kromozomların yapısında yer alır.

Çekirdek zarı

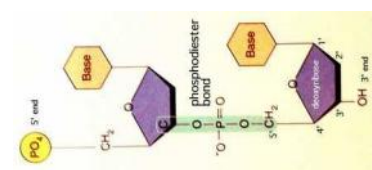


Nükleik asitler

- Nükleik asitler de uzun zincirler halinde olan biyopolimerlerdir ve dehidrasyon sentezi ile birleşen monomerlerden oluşur.
- Nükleik asit monomerlerine *nükleotit* adı verilir. Bir nükleotit *şeker*, *azotlu baz* ve *fosforik asit* birimlerinden oluşur. Sadece şeker ve azotlu bazdan oluşan yapıya *nükleosit* adı verilir.



Nükleik asitler



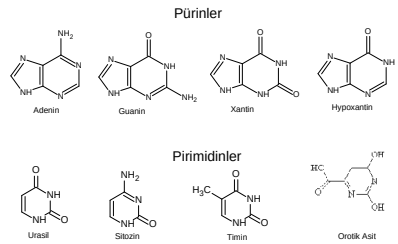
Nükleik asitler

- Nükleik asitler ribonükleik asit (RNA) ve deoksiribonükleik asit (DNA) olmak üzere iki çeşittir. RNA ve DNA nükleotit yapılarına katılan şeker ile tanınırlar.
- Nükleotitlerin yapısına katılan şeker beş karbonlu bir pentozdur.
- Ancak DNA'da deoksiriboz, RNA'da riboz şekeri bulunur. Aralarındaki fark pentozun 2 numaralı karbonuna ribozda hidroksil, deoksiribozda sadece bir hidrojen bağlanmasıdır.

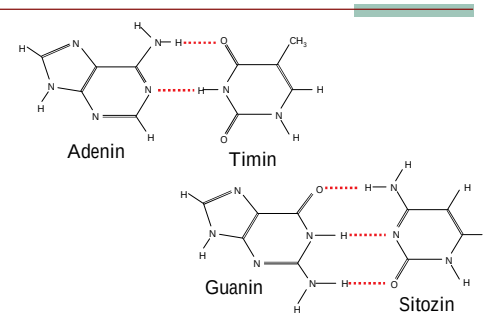
Nükleik asitler

- Nüklotitlerin yapısına giren azotlu bazlar da pürin ve primidin olmak üzere iki tiptir.
- Pirimidinler timin (T), sitozin (S), urasil (U) ve Orotik asit.
  - Bunlardan orotik asit nükleotit yapısına katılmaz, fakat pirimidinlerin sentezinde oluşan ilk üründür.
- Pürinler ise adenin (A), guanin (G), Ksantin ve Hipoksantin'dir.
  - Son ikisi nükleotitlerin yapısına katılmazlar, ancak nükleotitlerin sentez ve yıkımında oluşan önemli ara ürünlerdir.

Nükleik asitler



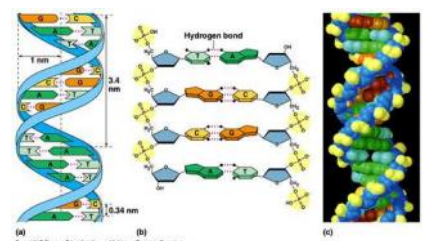
DNA (Deoksiribonükleik asit)



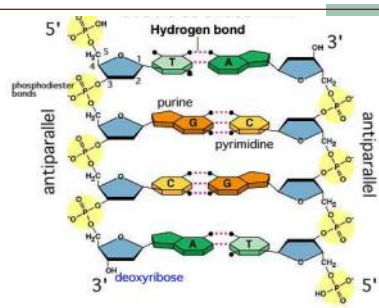
Watson-Crick Modeli

- Bu modele göre iki polinükleotit zinciri bir eksen etrafında sağa dönük olarak bükülmüş bir çift heliks meydana getirir.
- Her iki polinükleotit zincirinin şeker ve fosfattan oluşan esas yapısını teşkil eden iki iplik antiparalel durumda uzanır. Yani 3 ve 5 fosfor diester bağları, ipliklerde zıt yöndedir.
- Bazlar heliksin eksenine dik olarak iki iplik arasında yer alırlar.
- İki iplik birbirine karşılıklı çiftler teşkil eden bazların arasında H bağları ile bağlanmışlardır. Adeninle timin arasında 2, guaninle sitozin arasında 3 hidrojen bağı oluşur.
- İplikler arası mesafe sabit olup 10.8 A olarak ölçülmüştür.
- Baz çiftlerinin basamakları arasındaki mesafe 3.4 A'dur.
- Çift heliksin her dönüşü 34 A
  - Çoğunluğu B tipinde olan DNA'nın bir dönüşünde 10 baz çifti,
  - A tipi DNA'da 11 baz çifti,
  - Z tipi DNA'da ise 12 baz çifti yer almaktadır.

DNA (Deoksiribonükleik asit)



DNA (Deoksiribonükleik asit)



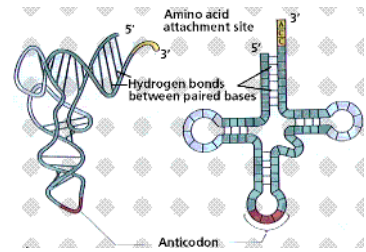
RNA (Ribonükleik asit)

- RNA'nın da yapısı DNA'nınkine benzer. Ancak iki molekül arasında bazı farklar vardır.
  - Birinci fark RNA'da pentoz şekeri ribozdur.
  - İkinci olarak RNA'da adenin, urasil, guanin ve sitozin bazları bulunur: timin bulunmaz.
  - Ayrıca RNA polinükleotit dizisi bir tek iplikten ibarettir.
  - Hücrede nükleolusta ve ribozomlarda, ayrıca stoplazmada dağılmış olarak bulunur.

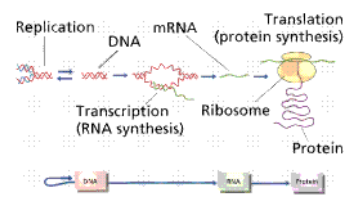
RNA (Ribonükleik asit)

- *rRNA (ribozomal RNA):* Bu tip RNA ribozomlarda yer alır ve türlere göre total RNA'nın % 75-85'ini oluşturur. rRNA da 4 çeşit olur. Bunlardan üçü ribozomun büyük alt biriminde, biri küçük alr biriminde bulunur.
- *tRNA (taşıyıcı RNA):* Bunlar stoplazma içinde dağılmış halde bulunurlar ve protein sentezi sırasında amino asitleri ribozomlara taşımakla görevlidirler. 70-80 nükleotitten oluşan tRNA zincirinin bir ucu sitozin-sitozin-adenin (CCA) ve diğer ucu guanin (G) ile sonlanır.
- Biçimi 3 yapraklı bir yonca yaprağı ve molekülün iki ucunun bulunduğu bir saptan ibarettir. Bunların dört önemli bölgesi vardır. Birincisi amino asitin bağlandığı amino asit kolu, ikincisi ribozomu tanıyan özel bir bölge, üçüncüsü kendisine bağlanmak üzere belirli bir amino asitini aktive eden enzimi tanıyan bölge ve sonuncusu da mRNA üzerindeki kodonu tanıyan antikodon yeridir.
- Çok çeşitli tRNA molekülü vardır. En azından her bir amino asit için en az bir tRNA bulunur.

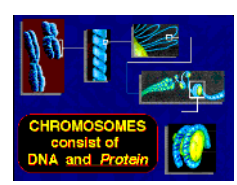
Taşıyıcı RNA

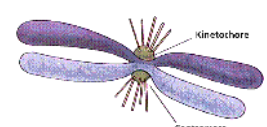


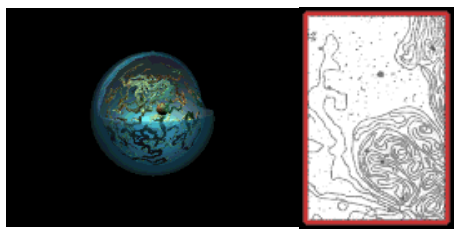
- *mRNA (elçi RNA):* Bunlar hücreye gerekli bütün yapısal ve fonksiyonel proteinler için DNA molekülü tarafından kodlanmış bilgiyi taşıyan moleküllerdir.
- Mevcut bir genin bilgilerini içeren mRNA, hücre çekirdeğinden ayrılarak sitoplazmaya geçer ve ribozomlara bağlanarak bilgilerini işlemeye başlar.
- mRNA'lar birkaç kez kullanıldıktan sonra stoplazmadaki enzimler tarafından parçalanır.



- Kromozomlar en iyi şekilde hücre bölünmesinin metafaz safhasında incelenir. Bu safhada silindir şeklinde görülen kromozomlar en kısa ve en kalın hallerinde olurlar ve tipik şekillerini gösterirler. Her bir kromozomun bu görüntüsü sabit olup her hücre bölünmesinde muhafaza edilir.
- Kromozomların genel görünüşleri sentromer denilen bölgelerin bulunduğu yere bağlıdır. Kromozomlar hücre bölünmesinde kutuplara hareket ederken iğ ipliklerine sentromerleri ile bağlanırlar.
- Sentromer kromozomun ortasında, ucunda, daha içerde veya arada bir yerde olabilir. Buna göre kromozomlar V, I, İ, J ve L harflerine benzer şekillerde görülürler. Sentromerin iki tarafında kalan kromozom kollarına telomer denir.
  - Sentromer kromozomun bir ucunda olursa kromozom sopa şeklinde olur. Buna telosentrik kromozom denir.
  - Sentromer biraz daha içte olursa İ harfine benzer (akrosentrik kromozom),
  - Sentromer ortada olursa V harfine benzer ve telomerler eşit kalır (metasentrik kromozom),
  - Sentromer aralarda bir yerde olursa kromozom kolları eşit boyda olmazlar J veya L harfine benzerler (submetasentrik kromozom).







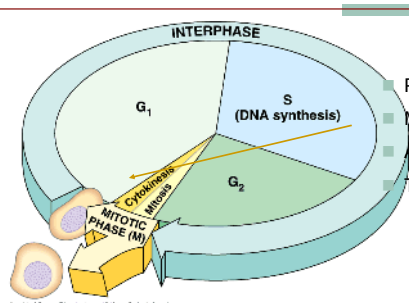
Hücre döngüsü veya devri

Her hücrenin hayatında iki devre vardır. Birincisi interfaz diğeri ise bölünme devreleridir. Hücrenin bir bölünme sonunda ikinci bölünme sonuna kadar geçen hayatına **hücre siklusu** ya da **hücre devri** denir.

- İnterfazı izleyen ve önce çekirdeğin (**mitoz, mayoz**), sonra sitoplazmanın (**sitokinez**) bölünmelerinden oluşan bölünme sırasında çekirdekte komplex değişmeler meydana gelir.
- Bölünme sırasında kromatin maddesi kromozom denilen ve koyu boyanan yapılara değişir. Nükleolus ve çekirdek kılıfı kaybolur. İnterfazda da kromozomlar vardır. Fakat sulu ve dağınık durumdadır. Boyanmadıkları içinde görülmezler.
- DNA materyalinin duplikasyonu interfazda yapılır (S evresi). S evresi dışında hücre bölünmesinden önce ve sonra iki alt evre daha bulunur: G_1 ve G_2.
- Böylece Hücre **mitoz, sitokinez, G_1, S ve G_2** olmak üzere birbirini izleyen ve farklı sentez olaylarının yer aldığı 5 alt devreye ayrılır.

Hücre döngüsü

p. 128

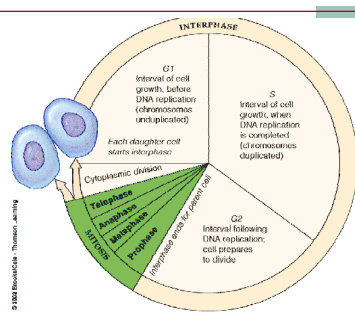


- Profaz
- Metafaz
- Anafaz
- Telofaz

Hücre döngüsü - İnterfaz

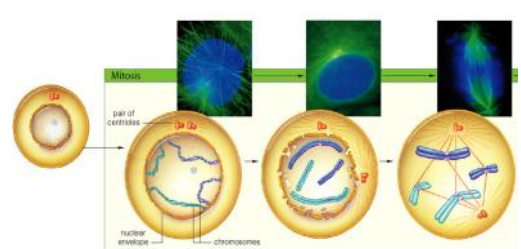
- **G_1 evresi:** Bu evrenin uzunluğu Hücre çeşidine göre, birkaç dakika, birkaç saat, hatta gün ya da hafta olabilir. Ribozom ve diğer organeller çoğaltılır. Bu evrede Hücre bölünmesi için gerekli proteinler, diğer maddeler ve ATP sentezlenir. Çoğu hücre bölünmeye geçtikten sonra metabolik işlemlerin çoğu durdurulur. Özellikle iğ iplikleri için gerekli proteinler bu evrede yapılır.
- **S evresi:** Bu evrede çekirdekteki DNA miktarı sadece 2 katına çıkmaz, aynı zamanda her kromozomun eksiksiz bir çeşidi yapılır.
- **G_2 evresi:** S evresinde replikasyonla 2 katına çıkan DNA iplikçikleri mitozdaki taksimin doğru olabilmesi için türe has bir şekilde kısalarak, boyanabilir kromozomlar halinde belirmeye başlar. Yine bu evrede protein sentezi artar. Mitozda kullanılacak enerji üretimi ve mikrotubulus sentezi yapılır.

Hücre döngüsü



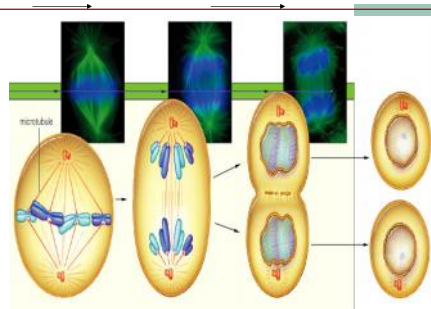
Hücre döngüsü - mitoz

p. 130

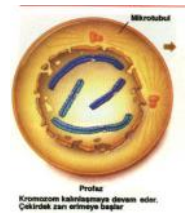


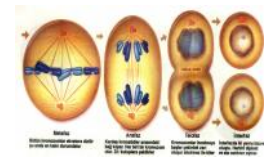
Hücre döngüsü - mitoz

p. 131

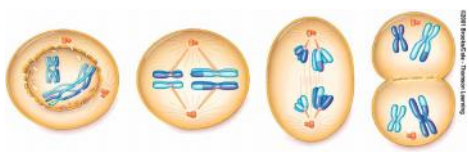


Hücre döngüsü - mitoz



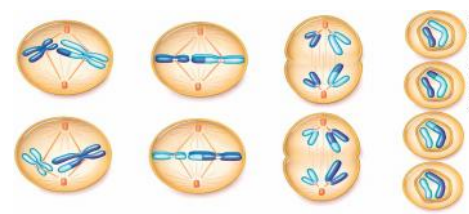


Hücre döngüsü - mayoz I

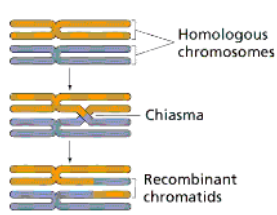


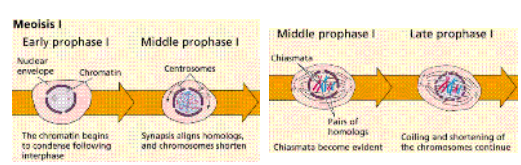
Prophase I Metaphase I Anaphase I Telophase I

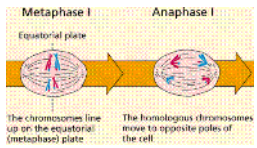
Hücre döngüsü - mayoz II

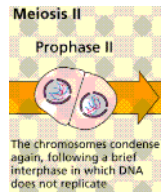


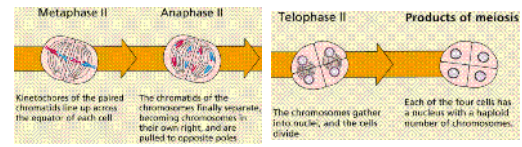
Prophase II Metaphase II Anaphase II Telophase II

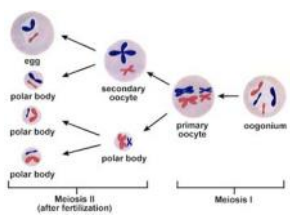


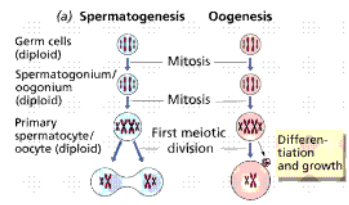


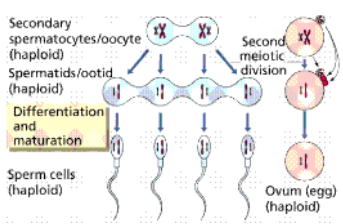

Metaphase I
Anaphase I
Equatorial plate
The chromosomes line up on the equatorial (metaphase) plate
The homologous chromosomes move to opposite poles of the cell

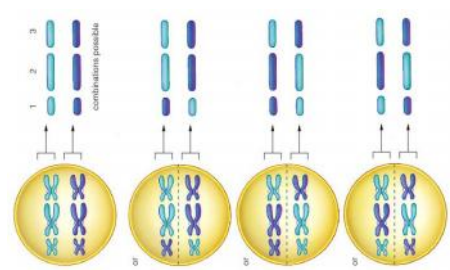

Meiosis II
Prophase II
The chromosomes condense again, following a brief interphase in which DNA does not replicate


Metaphase II
Anaphase II
Telophase II
Products of meiosis
Kinetochores of the paired chromatids line up across the equator of each cell
The chromatids of the chromosomes finally separate, becoming chromosomes in their own right, and are pulled to opposite poles
The chromosomes gather into nuclei, and the cells divide
Each of the four cells has a nucleus with a haploid number of chromosomes


egg
polar body
polar body
polar body
secondary oocyte
polar body
primary oocyte
oogonium
Meiosis II (after fertilization)
Meiosis I


(a) Spermatogenesis
Oogenesis
Germ cells (diploid)
Mitosis
Spermatogonium/ oogonium (diploid)
Mitosis
Primary spermatocyte/ oocyte (diploid)
First meiotic division
Differen-tiation and growth


Secondary spermatocytes/oocyte (haploid)
Spermatids/ootid (haploid)
Differentiation and maturation
Sperm cells (haploid)
Second meiotic division
Ovum (egg) (haploid)


combinations possible
or
or