

HÜCRE

- Hücre vücuttaki birim yapıyı oluşturur. Görev ve yapı bakımından canlılığın bütün özelliklerini gösteren en küçük birime **HÜCRE** denir.
- İlk defa 1665 yılında Robert Hook
- Solunum , boşaltım , dolaşım , beslenme , sindirim gibi faaliyetler; **YAŞAMSAL FAALİYETLER**
- Canlılığını **bağımsız** sürdürebilme yeteneğindedir.

HÜCRENİN BÖLÜMLERİ

- Bütün hücrelerin ortak özelliği (ökaryotlar)
 - hücre zarı
 - sitoplazma
 - çekirdek içermeleridir.

HÜCRE ZARININ (PLAZMALEMMA) YAPISI VE ÖZELLİKLERİ:

- Hücreyi çevreden ayırır (diffüzyon, aktif transport, uyarılabilirlik).
- Işık mikroskopunda görülemez. EM'de **Ünit Membran** olarak adlandırılan **trilaminar** yapıdadır.
- **8-10 nm** kalınlığında olan hücre zarı fosfolipid ve kollesterol içeren iki tabakalı bir lipid yapısı ve bunların arasında gömülmüş integral (intrensek) ve periferal (ekstrensek) proteinlerden oluşmuştur. Bu zar modeline **sıvı-mozaik modeli** denir.
- İntegral proteinlere ve lipidlere hücre zarının dış yüzünde eklenmiş olan polisakkarit zincirleri glikokaliksi (glikoprotein ve glikolipid) oluşturur.

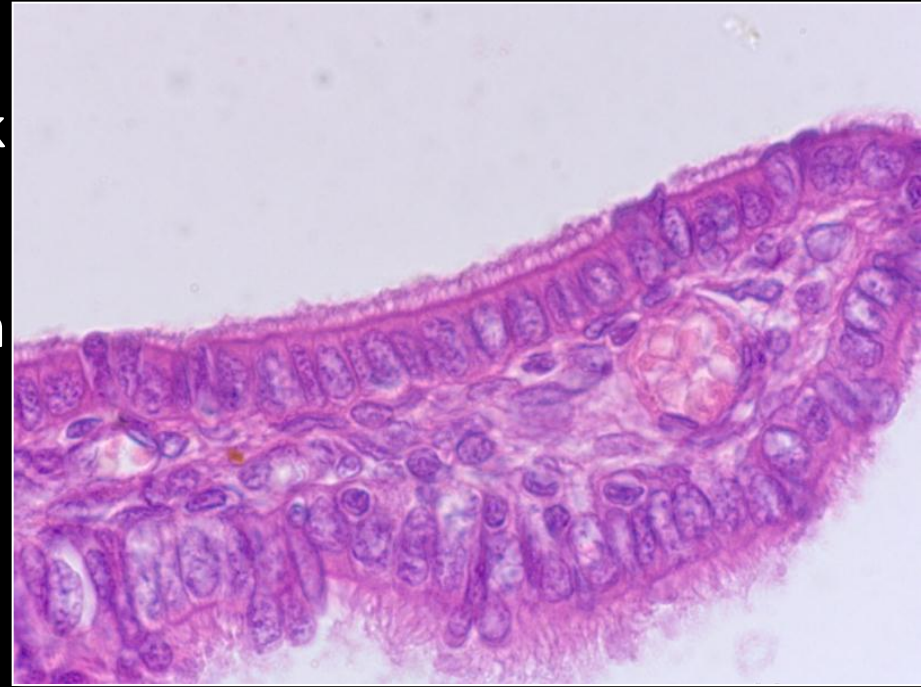
- İyonlar dışında büyük yapıların hücre zarı tarafından alınmasına genel anlamda **Endositoz** denir. Buna karşılık dışarı çıkarılmasına **Ekzositoz** denir. Endositozun pinositoz ve fagositoz gibi çeşitleri vardır.

- **Pinositoz:** Hücrenin **içmesi** anlamındadır. Zarın içeri doğru yaptığı küçük girintilerle hücre dışındaki sıvıyı veya sıvı içinde çözülmüş maddeleri hücre içine alması olayıdır. Özellikle damar endotel hücrelerinde oldukça yoğun gözlenir.
- **Fagositoz:** Hücrenin **yemesi** anlamındadır. Organizmadaki bazı hücreler (örn. Makrofajlar, polimorfonükleer lökositler), hücre dışından büyük miktar maddenin (örn bakteriler, mantarlar, hasar görmüş hücreler, gereksiz hücre dışı maddeler) hücre içine alımı ve yok edilmesinden sorumludur. Daha sonra pinositozda da olduğu gibi fagositik vakuol **lizozomla** birleşir.
- **Ekzositoz:** Zarla çevrili yapıların hücre zarıyla birleştikten sonra içeriğin hücre dışına atılmasıdır.

Hücre Zarı Yüzey Farklanmaları:

- **Mikrovilluslar:** Ünit zarın hücrenin dışına doğru yaptığı eldiven parmağı şeklindeki çıkıntılardır. Temel işlevleri hücrenin **emilim yüzeyini arttırmaktır.** **Hareketsizdirler.**
- (Örn. Bağırsağın iç yüzünü döşeyen emici epitel hücreleri, böbreğin idrar süzücü borucuklarının belli bölümlerini döşeyen epitel hücrelerinin yüzeyinde bulunurlar.)

- **Kinosilyumlar:** Uzun, **hareketli** yüzey çıkıntılarıdır. Enine kesitlerde ortada bir çift, kenarlarda ikili dokuz çift olmak üzere gruplar halinde **mikrotübülüsler** yerleşmiştir.
- (Örn. Solunum yollarının, kadın ve erkek genital boşaltma yollarının iç yüzeyini döşeyen epitel hücrelerinin yüzeyinde bulunurlar.)



- **Stereosilyumlar:** Kinosilyumlar gibi uzun hücre çıkıntılarıdır. Farkları **hareketsiz oluşları ve bazen dallanmalarıdır**. Erkek genital sistemindeki bazı hücrelerin apikal sitoplazmalarında yerleşirler.
- **İç Zar Katlantıları (İnvajinasyonlar):** Hücrelerin yan ve alt yüzlerinde gözlenirler. Amacı hücre yüzeyini genişletmektir. Böylelikle en küçük hacim içine en geniş işlev yüzeyi sığdırılır.

Sitoplazma

- Sitoplazmada inorganik ve organik kimyasal maddelerin bulunduğu yarı sıvı ortam **sitoplazma** olarak adlandırılır.
- Sitosol de metabolik olarak aktif yapılar olan ve farklı fonksiyonları bulunan organeller vardır. Buna ek olarak tübüller ve filamanlar sistemi vardır.
- Hücrede bulunan bir diğer yapı da **inklüzyonlardır. Cansız** yapılardır. Inklüzyonlar metabolik artıklar, besin maddeleri, kristal ve pigmentlerdir.

Protoplazmanın yapısı (hücrenin kimyasal yapısı):

- Çekirdek dışındaki protoplazmaya sitoplazma, çekirdek içindeki protoplazmaya karyoplazma denir.

Su; %70

- Eriyebilen maddeler, anyon ve katyonlar için eritme ortamı.
- Kolloidal maddeler için yayılma ortamı oluşturur.
- Oksijen ve metabolizma ürünlerinin taşınmasını sağlar.

Proteinler (%15):

- Tek başlarına veya lipidler ve karbonhidratlarla birleşerek hücrenin ve hücreler arası maddenin temel yapısını oluşturur.
- Zar, sitoplazma ve çekirdek yapısına katılırlar.
- Enzimlerin yapısı proteindir.
- Organizmada proteinler uzaysal şekillerine göre iki tiptir.
 - Fibröz proteinler
 - Globüler proteinler
- Lipoprotein
- Glikoprotein
- Nükleoproteinler

Karbonhidratlar (%1):

- **Monosakkarit, oligosakkarit ve polisakkarit**
- Enerji kaynağı olmalarıdır (**glikojen**)
- **Hyarülonik asit ve kondroidin sülfat (mukopolisakkaritler)**
- **glikoproteinleri** oluşturur. Bağışıklık sisteminden salgılanan savunma maddelerinin çoğu glikoproteindir.

İnorganik elementler:

- En önemlileri **potasyum, sodyum, kalsiyum, klordur.** Bunun yanında **magnezyum demir, iyot, bakır, kobalt, çinko** gibi eser elementler bulunur. **Hücre içi sinyal iletimi sinir aksiyon potansiyellerinin yaratılması, osmotik basıncın kontrolü, kas kontraksiyonu, enzimlerin aktivasyonu, oksijen taşınımı, kemik dokusunun sertliği** gibi özelliklerin hepsi inorganik maddelerin varlığına bağlıdır.

Özel Fonksiyonlu organik maddeler: Enzim, hormon, vitamin, pigmentlerdir.

Hücrelerin Büyüklük ve Sayısı:

- İnsan hücrelerinde büyüklük $3-5\mu\text{m}$ ile $200\mu\text{m}$ arasında değişir.
- En küçük hücreler santral sinir sisteminde bulunur.
- En büyük hücre dişi döl hücrelidir. Büyüklüğü $200\mu\text{m}$ dir.
- İnsanda ortalama 10^{14} adet hücre hesap edilmektedir.

Hücrenin Şekli:

- İnsan hücrelerinin şekli hücrelerine göre çok çeşitlidir. Yuvarlak, köşeli (prizmatik, izoprizmatik, poligonal), fuziform (mekik biçiminde), uzantılı (yıldız şeklinde) olabilir.
- Hücrenin şekli fonksiyonuna, yerel mekanik faktörlere ve hücrenin içinde bulunduğu hücreler arası ortamın şartlarına bağlı olarak değişebilir (örn. histiyositler)

Hücrelerde Canlılık Olayları

Solunum: Bir **oksidasyon** olayıdır. **Mitokondriyonlar**da geçer.

Emilim ve Sindirim: Emilim **endositoz** ile, sindirim ise **lizozomlarla** gerçekleşir.

Hareket: Hücre hareketleri **embriyonal dönemde** başlar.

Sentez ve salgılama: **Golgi kompleksi** yapmaktadır.

Çoğalma ve Rejenerasyon: **Çekirdekteki** genetik materyal tarafından kontrol edilir.

ORGANELLER

Ribozomlar:

- Protein sentezinden sorumlu olan 20-30 nm çaplı, başlıca ribozomal RNA ve proteinlerden oluşmuş küçük **zarsız** organellerdir.
- Ribozom gruplarına polizom denir. IM da içerdikleri RNA nedeniyle **bazofil** boyanırlar.
- **Serbest ribozomlar:** Sitoplazmada serbest olarak dolaşırlar. Hücre içinde bulunan yapısal proteinlerin sentez yeridir.

Granüllü Endoplazma Retikulumu (GER)

- Dış yüzeyine ribozomların bağlandığı paralel ünit zarlarla çevrelenmiş tübül ve sisternalardan oluşmuş bir organeldir.
- Buradaki görevleri m-RNA zincirinin taşıdığı kodu çözerek t-RNA ile kendisine gelen aminoasitleri kullanıp peptid zincirleri oluşturmaktır.
- GER da bulunan ribozomlar aktif protein sentezi yapan hücrelerdeki sitoplazmik bazofilinin (ergositoplazma, Nissl cisimciği) nedenidir.
- **Çekirdek zarının sitoplazma yaprağı, GER ile devam eder.**

Granülsüz (Düz Yüzlü) Endoplazma Retikulumu

- Dış yüzeyinde ribozomlar bulunmaz

Başlıca görevleri;

- **steroid sentezi,**
- ilaç detoksifikasyonu,
- glikojen, lipid metabolizması
- Çizgili kas hücrelerinde **Ca⁺²** regülasyonunda rol oynar.

Golgi Kompleksi:

- Salgı yapan hücrelerde GER de sentezlenen proteinler transfer vezikülleriyle Golgi kompleksine aktarılır ve burada karbonhidrat, sülfat gibi maddelerin eklenmesi ile olgunlaşarak salgı granülü olarak sitoplazmaya verilir.
- Hücrede **zar değişimini** de kontrol eder.

Lizozomlar

- Başlıca asit hidrolazlar içeren bu organel fagositozla hücreye alınan yabancı maddelerle, hücre içinde oluşan artık maddelerin parçalanmasından sorumludur.
- İşlevleri; Hücre içi ve hücre dışı kökenli maddelerin **sindirimi**

Mitokondriyonlar

- Hücre için gerekli enerjinin (**ATP**) elde edildiği organellerdir.
- **Kendi DNA**, RNA ribozom ve proteinleri olan mitokondiyon; **hücrede kendini bölünerek yenileyebilen tek organel**dir.
- İç ve dış olmak üzere çift ünit zarlı bir yapısı vardır.

Peroksizomlar

- Tek ünit zarla çevrelenmiş, içlerinde peroksidaz enzimi bulunduran organellerdir. Peroksidazlar oksijeni hidrojen peroksit ve suya indirger. Peroksizomlar **katalaz** enzimi aracılığı ile hidrojen peroksiti su ve oksijene dönüştürerek zararsızlaştırır.
- İçerdiği **ürat oksidaz** enzimi aracılığı ile ürik asiti parçalar. Bu enzim yoksa ürik asit birikir. GUT hastalığı oluşur.

HÜCRE İSKELETİ

Mikrotubuluslar

Mikrofilamanlar

Ara Filamanlar

- Mikrotübülüsler

Hücreye desteklik sağlayan, hücrenin şekil ve biçimini koruyan, hücre iskeletine katılan yapılardır. Sentriyolde 3'erli 9, kinosilyumda 9+2 yapısındadır.

- **Sentriyoller:** Enine kesitte 9 mikrotübülüs üçlüsünden oluşur. Sentriyoller iki kısa çubuk şeklinde sentrozomda yer alır. Dinlenme halindeki hücrede bir çift olarak bulunur. **Hücre bölünmesinde** görev alırlar.
- **Silyalar:** Gövde ve bazal cisimcikten meydana gelen hareketli hücre uzantılarıdır. Hücre zarıyla çevrili bu uzantıların içindeki mikrotubulus çatısı **aksonem** olarak adlandırılır. Aksonem merkezde iki tek, periferde 9 çift olmak üzere mikrotubuluslerden oluşmuştur.

Filamanlar

İplikçik biçiminde protein yapısındadır. Kalınlıklarına göre

- **Mikrofilamanlar**; Aktin filamanları en ince olanlarıdır.
- **Arafilamanlar**; Sitokeratin, Desmin, Vimentin gibi farklı yapıda pr.lerdir. Farklı hücrelerde özel isimler alırlar
 - Epitelde Tonofilaman
 - Kasta.....miyofilaman (aktin, miyozin)
 - Sinir hücrelerinde nörofilaman
- **Kalınfilamanlar**; Miyozin filamanlarıdır. Kas hücresinde fazladır.

Çekirdek

- Hücrede olup biten tüm olayları denetleyen çekirdek ;
 - çekirdek zarı,
 - kromatin,
 - çekirdekçik
 - nükleoplazma (çekirdek sıvısı) olarak 4 bölümde incelenir.

Çekirdek Zarı:

- İki paralel ünit zar ve bunların arasında yer alan perinükleer sisternalardan oluşmuştur. Belli bölgelerde bu iki zar birleşerek diyaframla kaplı **nükleer porları** oluştururlar. Bu bölgeler çekirdek ve sitoplazma arasında **madde alışverişini** sağlar. Ünit zardan içte olanına kromatin yapışabilir (periferal kromatin), dışta olan ise Granüllü endoplazma retikulumu ile devamlıdır.

Kromatin

- Ökaryotik hücrelerde interfazda genetik materyal (DNA) kromatin olarak bulunur.
- Hücre bölünmesi sırasında kromatin belli bir düzende yoğunlaşarak kromozomları oluşturur.

Çekirdekçik

- Ökromatik çekirdeklerde bir yada birkaç tane izlenebilen çekirdekçik başlıca **ribozomal RNA** ve proteinden zengindir.
- Bu bölgeye uzanan heterokromatin (çekirdekçiğe bağlı kromatin) koyu bazofilik olarak boyanır.

Nukleoplazma:

- Çekirdekte kromatin ve çekirdekçik arasındaki boşluğu dolduran amorf matrikstir. Başlıca proteinler, metabolitler, iyonlar, su ve yapısal fibrillerden oluşur.
- Protein sentezinde işlev gören m-RNA, t-RNA ve r-RNA öncülleri çekirdekte sentezlenir. **Ribozomlar ise çekirdekçikte r-RNA lara proteinlerin eklenmesi ile oluşur.**

- Somatik hücreler 22 çift otozomal kromozom ile erkekte XY kromozomlarını, diğide XX kromozomlarını içerir.

Hücre Siklusu

MİTOZ

- Çekirdek ve sitoplazmanın bölünerek iki yavru hücrenin oluştuğu dönemdir.
- Kısa sürelidir
- 5 safhadır

İNERFAZ

- Hücrenin boyutlarının büyüdüğü ve genetik materyalinin iki kata çıktığı dönemdir.
- Uzun sürelidir
- 3 safhadır

İnterfaz

- 3 safhası vardır
- **G1 fazı:** Sentez öncesidir. Mitozla hücre hacmi azaldığından G1 aşamasında RNA ve protein sentezi yapılır. Böylece hücre normal ölçülere ulaşır.
- **S fazı:** DNA sentezi yapılır. DNA ve sentriyollerin sentez ve replikasyonu olur.
- **G2 fazı:** DNA duplikasyonu sonrasıdır.
- **Sinir hücreleri, kalp kası hücreleri ve eritrositler** dışında bütün hücrelerde bölünme görülür.

MİTOZ:

4 evreden oluşur

- Profaz
- Metafaz
- Anafaz
- Telofaz

Interfaz

DNA replikasyonu olur

PROFAZ:

- Kromozomlar oluşur
- Sentriyol çiftlenir
- Eksen (mitoz) mekiği oluşur
- Çekirdekçik kaybolur
- Çekirdek zarı erir

METAFAZ:

- **Metafaz kromozomları kalın ve kısadır. Kromozomlar eksen mekiğine dik olarak yerleşirler ve sentromerlerinden eksen mekiğine(mikrotübülüsler) bağlanırlar.**
- **Metafaz sonunda sentromer bölünür.**
- **Kromozomlar mitoz mekiğinin ekvator kısmında bir sıraya dizilir.**

ANAFAZ:

- Sentromer bölünmesi ile her bir kromozomun paralel iki kromatidi yavru kromozomları oluşturmak üzere hücrenin karşıt kutuplarına çekilir. Çekilme sentromere bağlı mikrotübülüslerce sağlanır.

Anaphase

*Mikrotubuller sayesinde kromozomlar hücrenin karşıt kutuplarına çekilir. Kromatidlerden biri bir kutba diğeri karşıt kutba hareket eder.

TELOFAZ:

- Yavru kromozomlar iki ayrı kutba ulaşır. Kromozomların yapıları gevsemeye başlar. Kromozomlar **kromatin iplikçğine** döner.
- Bu arada granüllü endoplazma retikulumundan **çekirdek zarı** oluşur.
- **Çekirdekçik** belirmeye başlar.
- **Sitoplazma yarıklanır ve iki ayrı hücre oluşur.** Bu oluşan iki hücre mitoz sonunda küçüktür. G1'de protein sentezi olur.

MAYOZ BÖLÜNME

- Gamet gelişmeleri sırasında diploid kromozom sayısının ($2n$) yarısı haploid (n) sayıda kromozom içermelerini sağlayan bölünme geçirirler. Mayoz bölünme gamet hücrelerinin olgunlaşması yani gametogenez olayının bir evresidir.
- Mayoz **birinci ve ikinci olgunluk bölünmeleri** denen birbiri arkasına iki bölünmeden oluşur.
- Birinci olgunluk bölünmesinin profaz evresi başlamadan önce kromatin DNA'sı iki katına çıkar.
- Birinci olgunluk bölünmesinin profazı alt evrelerle sürer. Profaz evresi uzun bir evredir. **Leptoten, zigoten, pakiten, diploten, diyakinez.**
- Metafaz, anafaz ve telofaz evrelerinden sonra 1. olgunluk bölünmesi tamamlanır. Kromozom sayısı yarıya iner. Ancak genetik materyal $2n$ dir.

1.PROFAZ:

- **Leptoten Evresi:** Kromozomlar uzun iplikçikler şeklindedir. Sentromerleri belirgindir. Kromatidler seçilir.
- **Zigoten Evresi:** Anne ve babadan gelen eş kromozomlar (homolog) uzunlamasına sıkıca yan yana gelir. Her bir kromozom çiftinde 4 kromatid vardır. Böylece tetrad yapıları oluşur.
- **Pakiten Evresi:** Kromozomlar kısalıp kalınlaşır ve eş kromozomlar arasında genom alışverişi olur. Buna crossing-over denir. Tetrad sayısı haploid kromozom sayısındadır.
- **Diploten Evresi:** Homolog kromozomlar birbirinden ayrılmaya başlar. Bu ayrılma tamamlanmaz. Eş kromozomlar genomlarını değiştirdikleri kiyazma noktalarından bağlı kalırlar. Her kromozomda en az bir kiyazma noktası görülür. Çekirdekçik kaybolur.
- **Diakinez Evresi:** Kiyazma noktaları da birbirinden ayrılır. Çekirdek zarının kaybolmasıyla profaz sona erer.

1.METAFAZ:

- Homolog kromozomlar eksen mekiğine dik yerleşirler. Kısa ve kalınlaşmış oldukları görülür. Sentromerlerinden mikrotübüslere bağlanırlar. Homolog kromozomlar rasgele hücre kutuplarına çekilmeye başlar. Her bir kutba çekilen kromozomlar gen alışverişi nedeniyle hem anne, hem baba özelliği taşır. Sentromerin kutuplara doğru çekilmeleri ilerledikçe eş kromozomlar birbirinden ayrılmaya başlar.

- **1.ANAFAZ:** Kromozomlar kutuplara çekilir.
- **1.TELOFAZ:** Kromozomlar yapılarını korur. Çekirdek zarı oluşur. 1. Olgunluk bölünmesi sonucu kromozom sayısı yarıya iner. Ancak DNA miktarı kromatidler birbirinden ayrılmadığı için ana hücreye eşittir. Birinci olgunluk bölünmesine redüksiyon bölünmesi denir.

- Erkeklerde 1. Olgunluk bölünmesi sonucu 2 tane spermatid,
- Kadında 1. Olgunluk bölünmesi sonucu sekonder ovosit ve 1. Kutup cisimciği oluşur.

II. Mayoz Bölünme

- **2. olgunluk bölünmesi haploid kromozom sayısı ile olan mitoz gibidir.**
- **İnterfazda DNA miktarı iki katına çıkmaz.**
- **Kısa bir profaz ve metafazı izleyen anafazda her bir kromozomun sentromeri bölünür, iki kromatid birbirinden ayrılarak anafaz kromozomlarını yapıp farklı kutuplara yönelirler. Telofazda 2. olgunluk bölünmesi bitirilir.**
- **Sonuçta oluşan hücreler gerçek haploid kromozom sayısındadır ve çekirdekleri ana hücre DNA'sının yarısını içerir.**

- Erkeklerde 2. Olgunluk bölünmesi sonucunda 4 tane spermatid oluşur.
- Kadında 2. Olgunluk bölünmesi sonucunda ovum ve 2. kutup cisimciği oluşur