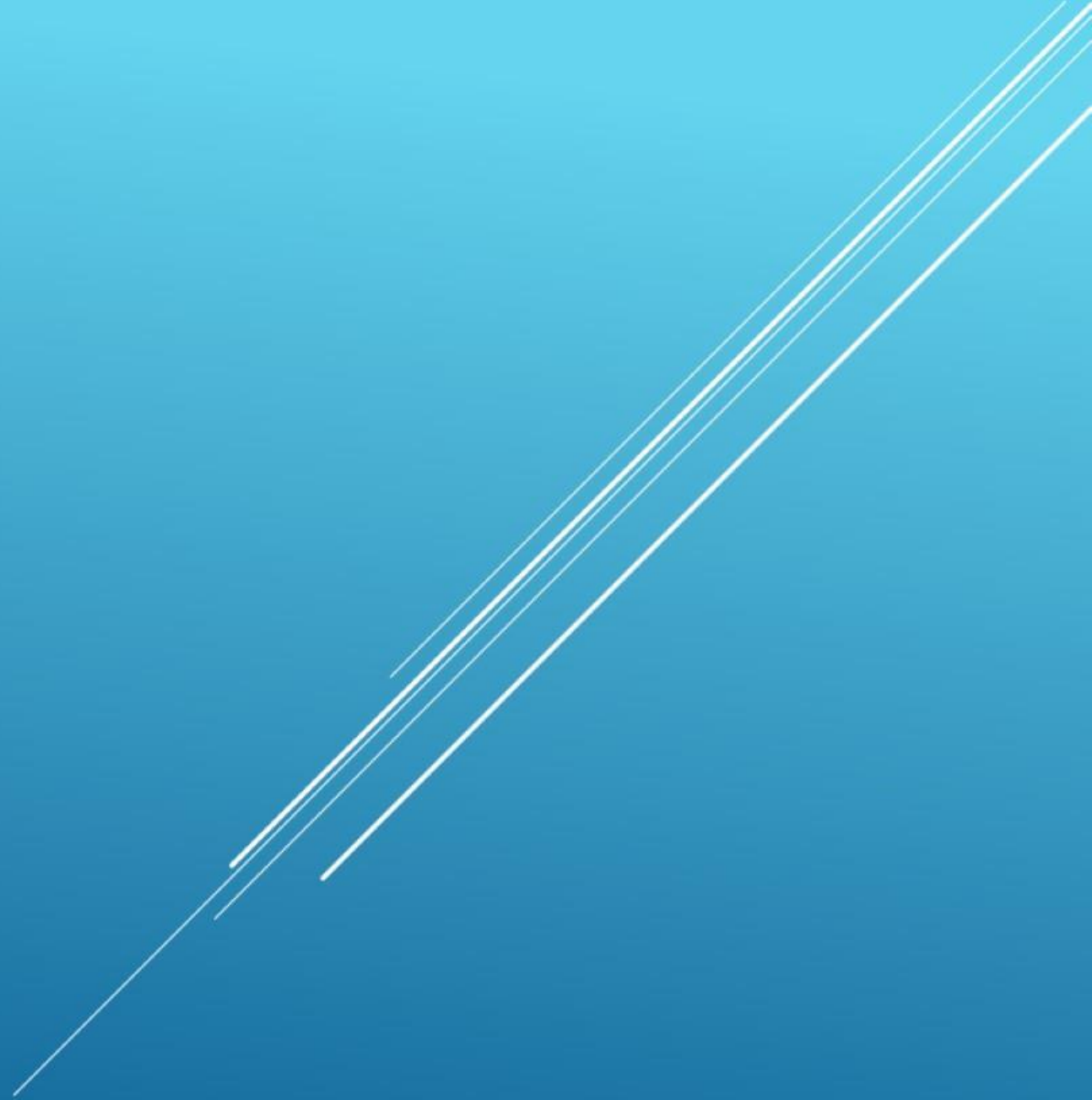


HÜCRE BÖLÜNMESİ



Hücreler canlının büyüyüp gelişmesi, rejenerasyonu ve dokularının yenilenmesi ya da üreme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla bölünür.

Hücre, büyüklük bakımından belirli bir sınıra ulaştığı zaman, kuramsal olarak ikiye bölünmesi gereklidir. Çünkü hücre genel olarak bir küre şeklinde düşünülürse, hacim yarıçapın küpüyle artarken, yüzeydeki büyüme yarıçapın karesine bağımlı kalır. Bir süre sonra hücrenin yüzeyi gerek besin alışverişini, artık maddelerin atılımını ve gaz alışverişini bütün hücreye sağlayamayacak duruma gelir. Hücre, yüzeyini artırmak amacıyla bölünmeye başlar.

Ayrıca büyüyen hücrede sitoplazma çekirdek oranı arttığından ve çekirdeğin etki alanı sınırlı olduğundan bu durum hücreyi ölüme sürükleyebilir, dolayısıyla hücreyi bölünmeye zorlar.

Canlılarda toplam hücre sayısı aşağı yukarı bir denge halinde tutulur. Örneğin, insanda yaklaşık 100 trilyon kadar hücre vardır ve her dakika yaklaşık olarak 3 milyar hücre ölür ve yerine yenisi oluşturulur. Her hücrenin hayat devri (bir hücre bölünmesinden diğer hücre çoğalmasına kadar geçen süre) değişik sürelerde dir. Bu süre kemik hücrelerinde 10 saat kadar, sinir hücrelerinde ise ömür boyu olabilir.

Hücre tipi	Yaklaşık ömür uzunluğu
Kemik iliği hücreleri	10 saat
Mide hücreleri	2 gün
Sperm	2-3 gün
Kalın barsak hücreleri	3-4 gün
Lökositler (genel olara)	13 gün
Deri hücreleri	19-34 gün
Eritrositler	120 gün
Karaciğer hücreleri	18 ay
Sinir hücreleri (koku sinirleri hariç)	Ömür boyu

«Kız çocuğu doğduğunda yumurtalıklarında 400.000 civarında yumurta bulunur. Dođumdan sonra yumurta üretimi olmaz. Dođumdan ergenlik dönemine kadar geçen sürede bu yumurtaların bir kısmı dejenere olur. Ergenlik ile birlikte her ay bir yumurta olgunlaşarak atılır.»

Eutely

Eutellic organizmalarda gelişme/büyüme cinsel olgunluğa erişinceye kadar hücre bölünmesi ile gerçekleşir. Cinsel olgunluğa eriştikten sonra hücre sayısı sabittir. Daha fazla bölünme gerçekleşmez (somatik hücrelerde). Organizma büyümeye hücre hacmini arttırarak devam eder.

Rotifera ve Nematoda eutellic organizmalar arasında en iyi bilinen iki gruptur

MITOZ



Hücre devri başlıca üç olaydan ibarettir

İnterfaz

Mitoz

Sitokinez



İTERFAZ

Bu dönemde hücre büyür ve bölünme için gerekli hazırlıklar yapılır.

G1, S ve G2 olarak üç ayrı fazda gerçekleşir.

G1 fazı, hücrenin bölünmeye başlayacağı safhadır. Golgi, mitokondri, ER, ribozom, hücre iskeleti ve sitosolün duplikasyonu ve aynı zamanda hücrenin normal fonksiyonu devam eder. Bu faz genelde 8-12 saat sürer.

S fazında çekirdekdeki histon ve diğer proteinler ile birlikte DNA'nın duplikasyonu gerçekleşir.

DNA'nın duplikasyonu, mitoz bölünmenin başlamasından 5-10 saat önce başlar ve 4-8 saatte genetik materyalin kopyası çıkarılır. Böylece iki yeni hücreye birbirinin tamamen aynısı olan genetik materyal aktarılır.

G2 fazında protein sentezi ile sentriolün duplikasyonu tamamlanır. M fazında mitoz bölünme başlar.

Bazı araştırmacılar bölünmeyle ilgili olmayıp sadece normal fonksiyonların devam ettiği dönemi G0 fazı olarak da kabul eder.

Örneğin iskelet kası ve Merkezi Sinir Sistemi hücrelerinin çoğunda bölünme olmadığı için, **G0 nerdeyse ömür uzunluğu kadardır.** Embriyonal gelişim sırasında kök hücrelerde sürekli bölünme olduğu için **G0 görülmez.** Kök hücreler daha sonra geçici G0 fazına geçerler.

MİTOZ

Mitoz evresinde; çekirdek ve genetik materyal bölünür. DNA iki katına çıktıktan sonra artık hücre bölünmeye başlar.

Mitoz (çekirdek bölünmesi) ve Sitokinez (sitoplazma bölünmesi) ikisi bir bütün olduğu için M fazı olarak ele alınır. Mitoz bölünme genellikle 1-3 saat kadar süren olaylar zinciridir. Kolayca anlaşılabilmesi için safhalar halinde ele alınır;

Profaz: Sentioller kendilerini eşler ve aralarında iğ iplikleri denilen mikrotübüler iplikler oluşur. İğ ve asterler çekirdek zarını parçalayarak içine girer.

Kromozomlar kısalıp kalınlaşarak belirginleşir. Eşleşen kromozomlar birbirine bağlı olduğu için **kromatid**ler olarak adlandırılırlar.

Profazın sonunda: sentioller birbirini eşlemiş, çekirdek zarı erimiş ve kromozomlar mikrotübüler ipliklerle sentromerlerinden tutunmuş olur. Mitozun en uzun safhasıdır.

Metafaz: Kromozomlar hücrenin ekvator düzleminde toplanır. Mitozun en kısa safhasıdır.

Anafaz: Kromatidler (eşlenmiş kromozomlar) birbirinden ayrılarak sentriollere yaklaştırılır.

Telofaz: Kromozomlar kutuplara yaklaştırıldıktan sonra mikrotübüler iplikler kaybolur. Kromozomların etrafında ER tarafından çekirdek zarı oluşturulur. Kromozomların katlanmaları açılır. Profazın tersi olayların cereyan ettiği bu safhada çekirdek ve kromozomlar interfazdaki görünüşüne kavuşur.

SİTOKİNEZ (Sitoplazma Bölünmesi)

Sitoplazmanın ikiye bölündüğü dönemdir. Anafazın sonuna doğru başlar. Mitozu tamamlamış olan hücre metafaz düzlemi noktasında ortadan ikiye boğulur. Sonuçta birbirinin aynı özellikte iki hücre meydana gelmiş olur.

Sitoplazma bölünmesi

Hayvansal hücrelerde: Çekirdek bölünmesi tamamlandıktan sonra sitoplazma ortadan boğumlanarak ikiye bölünür ve iki ayrı hücre oluşmuş olur.


Bitkisel hücrelerde: Oluşmuş olan iki çekirdekli hücrenin ortasında bir orta lamel (ara lamel) oluşur ve hücre duvarına kadar ulaşır. Dolayısıyla birbirine bitişik iki hücre oluşur.

Mitoz canlıların sürekliliği için gerekli bir hücre bölünmesidir. Bu sayede;

1 – Hasarlı dokular yenilenir / iyileşir

2 – Canlılar büyür/gelişir,

3 – Yaşlı hücreler yerini genç hücrelere bırakır.



Bölünmenin interfaz evresinde kromatin ağı şeklinde bulunan DNA, profaz evresinde kısalıp kalınlaşmaya başlar ve metafaz evresinde en kısa duruma gelir. Yaklaşık 10.000 kat kısalmış haliyle ışık mikroskobunda 100'lük objektifte incelenebilir. İşte bu **kromozom**lar, İ, V, X, J harfleri gibi biçimlerde görünür ve boyutları mikronla ölçülür.



Kromozomların sayısı canlı türlerinde değişiklik gösterir. Örneğin sirke sineğinde 8, kurbağada 26, farede 42, köpekte 78 kromozom vardır.

İnsanın kromozom sayısı ise 46'dır. 22'si çift otozom kromozomdur. İnsan hücrelerinde 1 çift de eşeyssel kromozom bulunur ve toplam sayı 46 eder. Eşey kromozomları kadınlarda XX, erkeklerde XY dir. **Diploit hücre**, aynı kromozom takımından 2 tane içeren hücrelere verilen isimdir. Diploit hücreler, çift kromozom sayılı ($2n$) hücrelerdir. Haploid hücreler ise n sayıda kromozom taşır. Diploid hücrelerde biri anneden, diğeri babadan olacak şekilde çift sayıda kromozom bulunur. Bu şekilde gen aktarımında, hücresel bazda hem anneden hem de babadan etki gözlemlenir.

Döllenme sırasında annenin yumurtasındaki 23 kromozom, babanın spermindeki 23 kromozomla birleşir. İşte bu 46 kromozom, insanın yaşamında belirleyici rol oynar. Kromozomlarda yer alan ve sayıları 25 bin ile 30 bin arasında olduğu tahmin edilen genlerin oluşturduğu zincir, kişinin göz renginden boyuna, yaşam süresinden yakalanacağı hastalıklara kadar pek çok şeyi programlar.

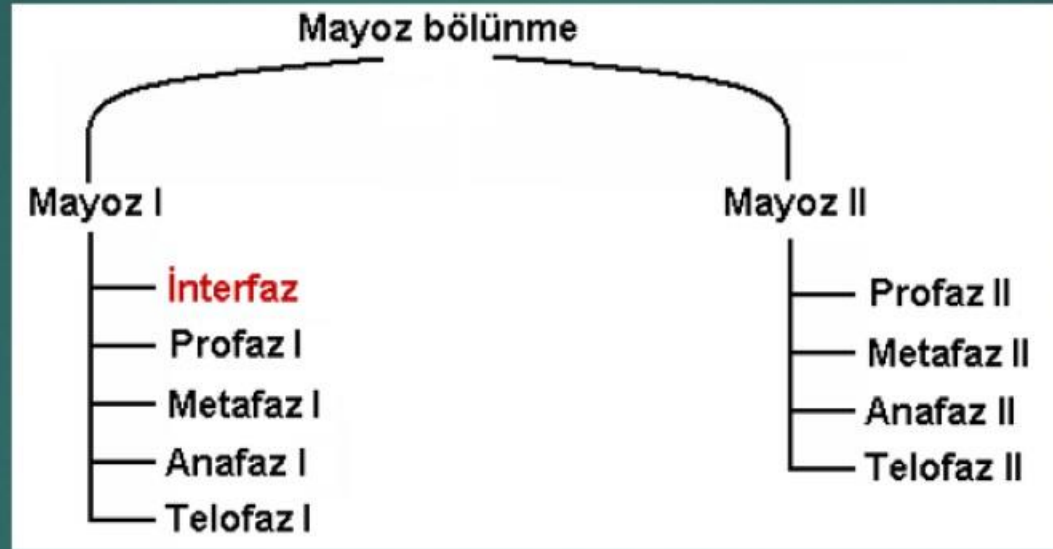
Fenotip = Genotip + Çevre

İnsanlarda **X kromozomu** üzerinde 155 milyon nükleotit bulunur ve bu, tüm genomun %5'i civarına denk gelir. X kromozomu üzerinde protein kodlayan 800-900 arası gen bulunmaktadır. X kromozomu üzerinde dişilere ait cinsel karakterleri kontrol eden genler bulunur. Her ne kadar dişilerde iki adet X kromozomu bulunsada, dişilerin ana rahmindeki erken gelişim evresinde her bir hücre içerisindeki X kromozomlarından 1 tanesi rastgele bir şekilde inaktive edilir ve ömür boyunca işlev görmez. Dolayısıyla dişinin vücudundaki özellikleri belirleyen X kromozomu sadece anneden ya da babadan gelen X kromozomudur ve bu rastgele belirlenir.

Y kromozomu üzerindeyse 59 milyon nükleotit bulunur ve bu, tüm genomun %2'sine denk gelir. Y kromozomunda 50-60 gen vardır. Y kromozomu üzerinde bulunan **SRY geni**, erkeklerin embriyonik dönemdeki cinsiyete bağlı özelliklerinin gelişimini, özellikle de testis oluşumunu tetiklemektedir. Testislerin oluşumu sonrası salgılanmaya başlayan hormonlar, erkekleri dişilerden ayıran özellikleri belirlediği için, Y kromozomu da erkeklerin oluşumunu sağlayan kromozomdur. Ayrıca bu kromozom üzerinde sperm üretimi ve erkek organlarının gelişimi için gereken birçok gen bulunmaktadır.

Hücrede kromozom sayısının yarıya indirgenmesi amacıyla yapılan bölünmeye **mayoz** veya redüksiyon bölünme denir. Mayoz bölünmenin amacı gerçekte bir çoğalma değil, aksine eşeyssel rekombinasyonları ve bunun sonucunda **genetik çeşitliliği** meydana getirmektir. Mayoz bölünme, eşeyli üreme gösteren canlılarda gamet (erkek veya dişi üreme hücresi) oluşumunda rol alan özel bir hücre bölünme şeklidir. Bu bölünme sayesinde diploit (iki kromozom takımı taşıyan hücre veya organizma) hücrelerden haploit hücreler oluşur.

Birbirini takibeden **iki** bölünme şeklinde olan mayozun birinci bölümünde kromozom sayısı yarıya iner, ikinci bölümünde ise tipik bir mitoz bölünme meydana gelir.



İTERFAZ:

Mitoz bölünmede olduğu gibidir. Genetik materyal ve organeller kendini eşler.

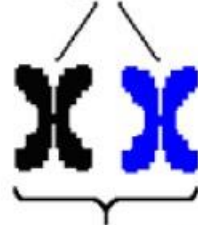
PROFAZ I:

Kromatin iplikler kısalıp, kalınlaşır ve belirgin kromozom şeklini alır. Çekirdek zarı yavaş yavaş erir ve sentrioller kutuplara doğru hareket eder. Homolog kromozomlar, yan yana dizilir.

Homolog kromozomlar: biri anneden, diğeri babadan gelen ve aynı karakterlerle ilgili genleri taşıyan kromozomlardır. Homolog kromozomların 4 kromatid şeklindeki görünüşüne, **tetrat**; bu olaya da **sinapsis** denir. Kromatidlerin birbirine temas ettikleri bölgeye **kiazma** denir. Daha sonra kromatidler arasında gen alış-verişi olur. Bu olaya, **crossing-over** adı verilir. Crossing over, çeşitliliği arttırır.

Profaz 1 sonunda çekirdek zarı tamamen kaybolur ve iğ iplikleri kromozomların sentromerlerine bağlanır.

Homolog kromozomlar



Tetrat = 2 Kromozom = 4 Kromatid

METAFAZ I

Bu evrede homolog kromozomlar tetratlar halinde ekvatorial düzlemde dizilirler.

ANAFAZ I

İğ iplikleri tarafından çekilen homolog kromozomlar birbirine bağlıdır. Kromozomlar iki kromatitli homologlar halinde çekilirler. Bu yönüyle mitozdan farklıdır. Homolog kromozomlar ayrıldığı için, **kromozom sayısı yarıya iner.**

TELOFAZ I

Kromozomların kutuplara çekilme işlemi tamamlanmış ve her kutupta **haploit** kromozom takımı bulunmaktadır. Mitoz bölünmede her bir kromozom bir kromatitten oluşur. Halbuki mayozdakiler bir çift hibrit kromatid ihtiva eder. İğ iplikleri kaybolur ve kromozomların etrafında çekirdek zarı oluşur.

Mayoz 2' nin geri kalan tüm evreleri mitoz bölünme gibi gerçekleşir. İnterfazı olmayan mitoz gibidir. Mayoz II'nin başında interfaz olmadığından DNA replikasyonu görülmez, sadece sentrozom duplikasyonu görülür.

MAYOZ II

PROFAZ II

Birinci bölünmenin telofazı ile ikinci bölünme arasında bir dinlenme devresi olmadan çekirdek zarı parçalanır. Birinci iğ iplikçiklerinin doğrultusuna **dik** yeni iğ iplikçikleri oluşur.

METAFAZ II

Her oğul hücrenin haploid (n) kromozomu ekvatorial düzlem üzerinde dizilir. Bu evrede kromozomlar ikili görülür.

ANAFAZ II

Ekvatorial düzlem üzerinde dizilmiş olan diatlar sentromerlerinin uzunlamasına bölünmesiyle birbirinden ayrılırlar. Her kromatid anafaz kromozomu halinde kutuplara çekilir.

TELOFAZ II

Kromozomların helezonları açılır, dolayısıyla görünmez olurlar. Çekirdek zarları oluşur sitoplazma bölünür. Böylece bir hücreden 4 tane haploid hücre meydana gelir.