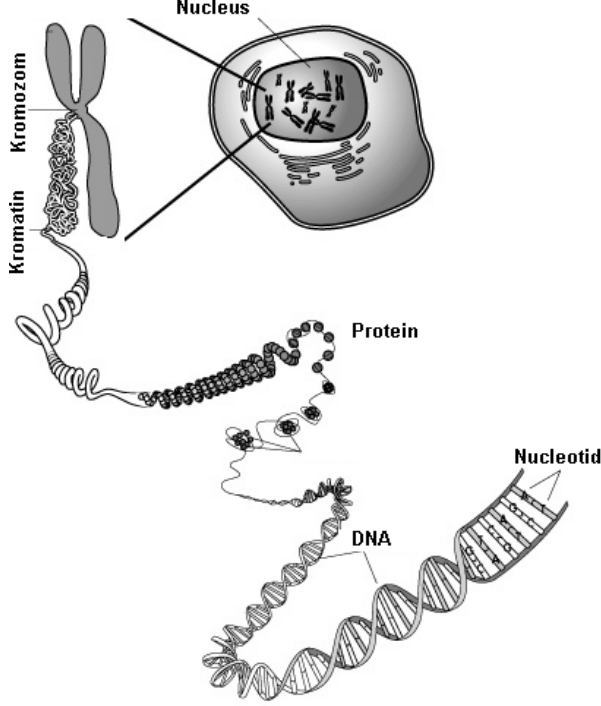


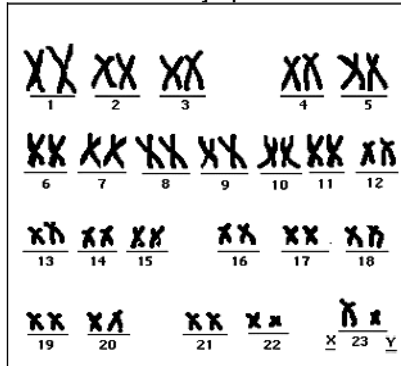
Hücrelerde kalıtsal yapı ve hücre bölünmesi



Kalıtsal yapı:

- 1-Moneralar hariç diğer canlılarda kalıtsal yapı kromozomlar halindedir. Moneralarda ve sitoplazmik kalıtımda rol alan organel kalıtsal yapıları DNA halindedir.
- 2-Moneralar hariç bütün canlılarda nucleusta bulunur. Moneralarda ve sitoplazmik kalıtımda rol alan organel kalıtsal yapıları plazmada yer alır.
- 3-Hücrelerde canlı türüne özgü kromozom sayısı bulunur. Örnek: İnsanda=46, Güvercin=16, Sirke sineği=8 vb.
- 4-Hücrelerdeki kromozomlar çiftler halindedir. Bu çiftlerden biri anneden biri babadan gelir. Bu kromozom çiftlerine homolog kromozom denir.
- 5-Canlılardaki kromozom çeşit sayısına takım sayısı denir ve n ile gösterilir. Örnek: İnsanda n=23, Güvercinde n=8, Sirke sineğinde n=4 vb.
- 6- n sayısı hücrelerdeki kromozomların yarısıdır ve canlı türüne göre değişir. Örnek: İnsanda n=23, Güvercinde n=8, Sirke sineğinde n=4 vb.
- 7-Normalde eşeyli üreyen canlıların hücrelerinde iki takım (2n) kromozom bulunur ve bu hücrelere diploid hücreler denir. Örnek: İnsanda: Epitel hücresi 2n=46, Kas hücresi 2n=46, Karaciğer hücreleri 2n=46 vb.

İnsan karyotipi



8-Üremde rol alan hücreler bir takım kromozom taşırlar ve bu hücrelere haploid hücre denir.

Örnek: Sperm , Ovum , Makrospor , Mikrospor , spor gibi hücreler bir takım kromozom taşırlar ve haploid hücre olarak adlandırılırlar

9-Bazı canlıların hücreleri bir takım kromozom taşır. Bu tür canlılara haploid canlılar denir.

Örnek: Erkek arılar. Tohumuz bitkilerin gametofitler (Eğretli, karayosunu vb.) , Bakteriler vb canlılar.

10-Haploid canlılar gametlerini mitoz bölünme ile oluştururlar.

Kromozom durumuna göre hücreler.

A) Monoploid hücreler:

- 1-n sayıda kromozom taşırlar.
- 2-Mayoz bölünme ile meydana gelirler.
- 3-Erkek arı sperm ve çiçeksiz bitkilerde gametler mitoz bölünme ile oluşurlar.
- 4-Erkek arılarda , çiçeksiz bitkilerde ve bakterilerde olduğu gibi vücudu oluşturabilirler.
- 5-Sadece mitoz bölünme geçirebilirler.

B) Diploid hücreler:

- 1-2n kromozom taşırlar.
- 2-Mitozla oluşurlar.
- 3-Mitoz veya mayoz bölünme geçirebilirler
- 4-Vücudu oluşturan hücrelerdir.

Not: Bazı hücrelerde ve bazı canlıların vücudunu oluşturan hücrelerin kromozom durumları 3n ,4n gibi fazla sayıda takım içerebilir bu duruma poliploidi denir. Çoğu kültür bitkisinde durum böyledir.

HÜCRE BÖLÜNMESİ

Bir hücre inter faz veya bölünme evresinde görülür.

1-İnter faz evresi bazı hücrelerde çok kısa sürer. Örnek bakteri hücrelerinde 20 dakikadır. Bazı hücrelerde ise çok uzun sürer. Örnek sinir hücrelerinde ömür boyudur. Bu evrede hücreler kendilerine özgü yaşamsal olaylarını yürütür.

Bunlar:

- 1-Madde alış- verişi
- 2-Anabolik ve katabolik reaksiyonlar
- 3-Organel oluşumu
- 4-Çok hücrelilerde dokusal işlevler
- 5-Büyüme ve farklılaşma
- 6-DNA ve RNA sentezi

Ancak ileri düzeyde özelleşen kas sinir vb. hücrelerde büyüme ve farklılaşma yoktur. Bölünme yeteneği olan hücrelerin interfazında görülen en önemli olay DNA sentezidir .

Bölünebilen hücrelerde gerek interfazda ve gerek mitozda değişik olayların gerçekleştiği alt evreler vardır. **Bunlar:**

- 1-İnterfazda: G1 – S – G2 evreleridir.
- 2-Bölünme (Mitoz): Profaz – Metafaz – Anafaz – Telofaz evreleridir. Hücrelerde büyüme iki şekilde görülür :
1-Sitoplazmik büyüme (Hacimsel büyüme olup r3 şeklinde gerçekleşir.)
2-Hücre zarı büyümesi (Alansal büyüme olup r2 şeklinde gerçekleşir.)

Sitoplazma ve hücre zarındaki bu dengesiz büyümeden dolayı hücrelerde şu sorunlar oluşur.

- 1-Nucleus yetersizliği görülür.
- 2-Madde alış verişinde yetersizlik görülür.
- 3-Hücre zarının parçalanma tehlikesi oluşur. Hücreler bu sorunları bölünerek çözerler .Bölünme öncesinde hücrelerde bir takım değişiklikler görülür.

Bölünmeye hazırlanan hücrelerde görülen değişiklikler şunlardır:

- 1-Diğer hücrelerle bağlantılarını çözer.
- 2-Dış yüzey çıkıntılarını kaybeder.
- 3-Fazla miktarda su alarak şişer.

Hücreleri bölünmeye yönelten temel etkenler şunlardır:

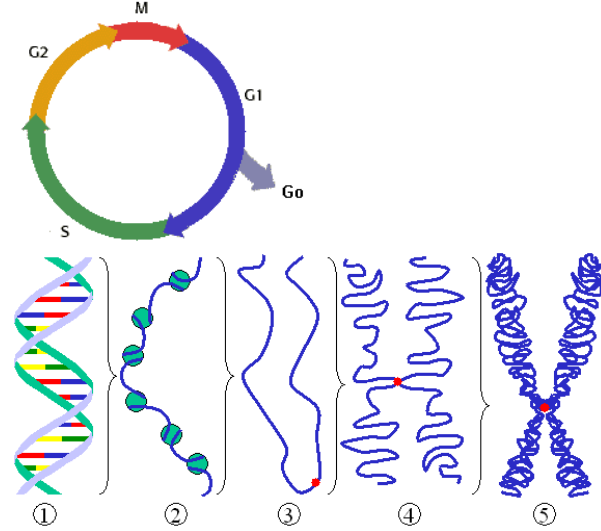
- 1-Yüzey hacim oransızlığı.
 - 2-Nucleus sitoplazma oransızlığı.
 - 3-İç bölünme faktörleri (Sitoplazmik faktörler.)
 - 4-Nucleus emri. (Oldukça zayıf ihtimal)
 - 5-Hormonlar ve kanserojen maddeler. (Örnek: Bitkilerde sitokinin hormonu, İnsanlarda östrojen hormonu.)
- Hücre bölünmesi tek hücrelilerde çoğalmaya neden olurken, çok hücrelilerde büyüme ,yenilenme ve onarılmayı sağlar. İnterfaz evresinde görülen bazı önemli olaylar vardır. Bölünme yeteneği olmayan hücrelerde bu evrede bölünme ile ilgili olaylar hariç diğer bütün olaylar görülür.

Bölünebilen hücrelerde interfazda görülen olaylar şunlardır:

- 1-Bazı organellerin sayısı artırılır. Örnek: Mitokondri, sentozom vb.
- 2-Yapısal ve işlevsel proteinlerin oranı artırılır.
- 3-Bölünmede görev alacak enzimler sentezlenir.
- 4-ATP sentezi artarak yedeklenir.
- 5-DNA sentezi gerçekleşir.
- 6-Bu evrede DNA molekülü aktif olup hücredeki yaşamsal olayları kontrol eder.

Hücre döngüsü (Hücre silkesi):

A-İnterfaz:



Açıklamalar:

- 1-DNA molekülü
- 2-DNA + Protein
- 3-Kromatin yapı
- 4-Kromatinin kendini eşlemesi ile oluşan kardeş kromatidler
- 5-Kromozomal yapı

a)- G1 evresi:

- 1-Metabolik olaylar yoğun bir şekilde sürer.
- 2- Madde alış veriş , sentez ve yıkım reaksiyonları , organel yapımı, RNA sentezi ve dokusal işlevlerin en üst düzeyde devam ettiği evredir.
- 3- En uzun evredir.Bu evrede bölünebilen hücrelerde büyüme gerçekleşir.
- 4- Bölünme yeteneklerini kaybeden hücreler yaşam ve faaliyetlerini bu evrede gerçekleştirirler.Örnek:Kas ve sinir hücreleri bu evrede varlıklarını sürdürürler.
- 5-Bu evrede hücrede kromozom yapısı $2n2c$ dir. (takım sayısı 2. Kromatin sayısı ise 2 dir.)

b)- S evresi:

- 1-DNA' nın eşlendiği ve kromatin sayısının iki katına çıktığı evredir.
- 2-Protein sentezinin en yoğun şekilde gerçekleştiği evredir.
- 3-Sentrozomların eşleşmesi emri bu evrede verilir.
- 4-Bu evrenin sonunda hücrenin kromozom yapısı $2n4c$ dir.(Takım sayısı 2, kromatid sayısı ise 4 tür.)

c)-G2 evresi:

- 1-Bölünme ile ilgili enzimler sentezlenir.
- 2-Organel sayısı artırılır.
- 3-DNA sentezi durmuştur ancak RNA sentezi devam eder.
- 4-Sentrozomların sentezi bitmiş ve oluşan sentrozom çifti zıt kutuplara hareketlenir.
- 5-Bu evredeki hücrenin kromozom yapısı $2n4c$ dir.

İnterfaz

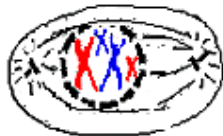


B-Mitoz bölünme evreleri:

a) Profaz:

- 1-Nucleus zarı ve endoplazmik retikulum zarı erir.
- 2-Kromozomlar kısalır ve kalınlaşır.
- 3-Sentrozomlar zıt kutuplara hareket eder.
- 4-Nucleolus kaybolur.
- 5-Kutuplardan merkeze iç iplikleri oluşur.

Profaz

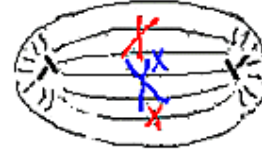


b)Metafaz:

- 1-Kromozomlar iyice kısalıp kalınlaşırlar.
- 2-Kardeş kromatidler sentromerler vasıtası ile bir arada tutulurlar.

- 3-Kromozomlar ekvatorial düzlemde yanyana dizilirler.
- 4-Kromozomlar sentromerleri ile iç ipliklerine tutunurlar.

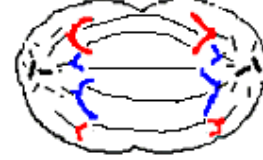
Metafaz



c)Anafaz:

- 1-İç ipliklerinin kasılma ve gevşeme hareketleri ile kardeş kromatidleri bir arada tutan sentromeri parçalar.
- 2-Kardeş kromatidler birbirinden ayrılır ve zıt kutuplara taşınır.

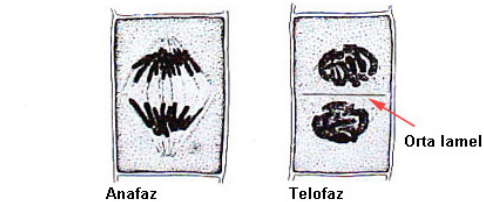
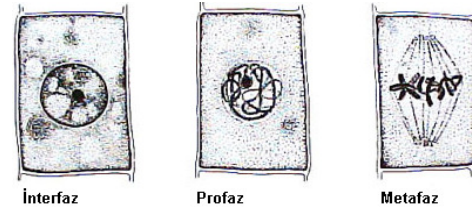
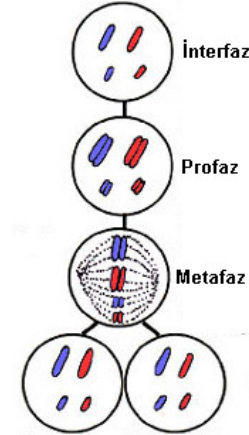
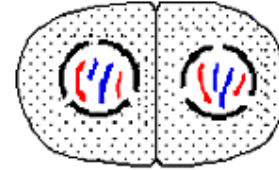
Anafaz



c)Telofaz:

- 1-Kromozomların hareketi bitmiştir.
- 2-Kromozomlar helixlerini çözerek kromatin iplikler haline döner.
- 3-Nucleolus (Çekirdekçik) şekillenir.
- 4-RNA ve protein sentezi başlar.
- 5-İç iplikleri kaybolur.
- 6-Nucleus zarı oluşmaya başlar ve endoplazmik retikulumlar şekillenir.
- 7-Hücrede yaşamsal olaylar yeniden başlar.
- 8-Sitokinez gerçekleşir ve bölünme sonlanır.

Telofaz



Hücre bölünmesi iki ayrı hücre kısmının bölünmesi ile gerçekleşir:

- 1-**Karyokinez:** Çekirdek bölünmesi.
 - 2-**Sitokinez:** Sitoplazma bölünmesi. Sitokinez olayı bitki ve hayvanlarda farklı şekillerde gerçekleşir.
- a)**Hayvanlarda:** Ortadan boğulanarak gerçekleşir.
b)**Bitkilerde:** Orta lamel oluşumu ile gerçekleşir.

Mitoz bölünme çeşitleri ve özellikleri:

A) Mitoz (Normal) bölünme: Nucleus zarı kaybolarak gerçekleşir. Bir karyokinez ve birde sitokinez görülür.

Genel özellikleri:

- 1-Bir hücreden iki hücre oluşur.
- 2-n, 2n, 3n, vb. gibi farklı kromozom sayısına sahip hücrelerde görülebilir.
- 3-Hem somatik hücrelerde hemde gametlerde görülebilir.
- 4-Kalıtılabilir çeşitlilik oluşturmaz ve oluşan bütün hücreler yapı ve özellik olarak aynıdır.(fenotip ve genotip olarak aynıdır.)

5-Bir karyokinez birde sitokinez görülür.

6-Sadece kardeş kromatidler zıt kutuplara çekilir.

7-Bir hücre ard arda defalarca mitoz geçirebilir.

8-Eşeysiz üreme, yenilenme-onarıma ve büyümenin temel mekanizmasıdır.

9-Eşeyli üreyebilen monoploid canlılarda (Erkek arılar,Eğrettiler,Karayosunları vb.)Gametleri oluşturur.

B)Amitoz bölünme: Nucleus zarı kaybolmadan gerçekleşir.Bir karyokinez ve birde sitokinez görülür.

Genel özellikleri:

- 1-Nucleus zarı kaybolmaz.
- 2-Kalıtılabilir materyal ve sitoplazma eşit şekilde dağılır.
- 3-Hızlı gerçekleşir.
- 4-Kanser, akyuvarlar ve protistalarda gerçekleşir.

C)Çoğa bölünme:

- 1-Nucleus zarı kaybolmadan gerçekleşir.
- 2-Oldukça hızlı gerçekleşen bir bölünme şeklidir.
- 3-Bir hücreden kısa sürede onlarca yeni hücre oluşur.
- 4-Çok miktarda nucleus bölünmesi (Karyokinez) olmasına karşı sitokinez görülmez.
- 5-Ana hücrenin parçalanması ile oluşan yeni nukleuslar etraflarına bir miktar sitoplazma alarak çok miktarda yeni hücreler oluştururlar. Örnek: Plazmodiumlarda sporlanma, Çiçekli bitkilerde Makrospordan embriyo kesesinin (8 nucleuslu) meydana gelmesi verilebilir.

D) Fıssyon bölünme:Bakterilerde görülen gerçek anlamda mitoz özellikleri taşımayan bölünmedir. Çekirdek bölünmesi olmayıp sadece DNA eşlenmesi ve ardından sitokinezele gerçekleşen bölünme şeklidir.

Mitoz bölünmenin evrimsel önemi:

- 1-Kalıtılabilir devamlılığı sağlar.
- 2-Yararlı kalıtılabilir özelliklerin günümüze kadar gelmesini sağlar.

Mayoz bölünme:

Mayoz bölünme homolog kromozomların ve kardeş kromatidlerin ayrılmasını sağlayan ardışık iki bölünme bütünüdür. Homolog kromozomların ayrılmasına neden olan birinci evreye Mayoz-1 evreleri denir.Kardeş kromatidlerin ayrılmasını sağlayan ikinci bölünme evrelerine Mayoz-2 evreleri denir. Mayoz interfazında görülen olaylar mitoz interfazı ile aynıdır.

Mayoz bölünme evreleri:

A)Mayoz-1 evreleri:

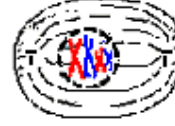
İnterfaz



a)Profaz-1:

- 1-Sentrioller kutuplara hareket eder.
- 2-Nucleus zarı ve e.r. zarları erimeye başlar.
- 3-İğ iplikleri oluşmaya başlar.
- 4-Kromozomlar kısalıp kalınlaşmaya başlar. Ancak profaz-1' de Mitoz profazında ve profaz -2 'de görülmeyen bazı özgün olaylar ve kromozomların özel davranışları vardır. Bu nedenle profaz-1 kendi içinde beş alt evrede incelenir.

Profaz-I



I)Leptoten:

- 1-İnce ve uzun iplikler halinde olan kromatinler kısalıp kalınlaşırlar.
- 2-Nucleolus (Çekirdekcik) varlığını sürdürür.

II)Zigoten:

- 1-Homolog kromozomlar yanyana gelerek çiftler (Bivalent yapı) oluştururlar.
- 2-Eşleşme bütün kromozom çiftlerinde görülür.

III)Pakiten:

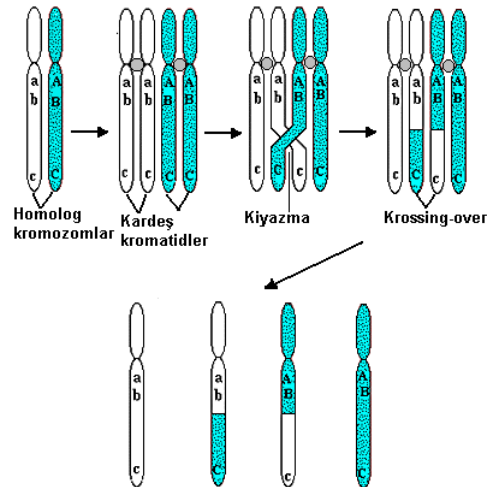
- 1-Kromozomlar iyice kısalıp kalınlaşırlar.
- 2-Eşleşen homolog kromozomlar bu evrede birbirleri ilke iyice kaynaşırlar ve bu evrede hücrenin kromozom sayısı n gözükür.
- 3-Evrenin sonunda her kromozom çiftinde dört kromatid görülür ve bu yapıya tetrad denir.Hücrede görülen tetrad sayısı n kadardır.
- 4-Bu evrede homolog kromozomların kardeş olmayan kromatidleri arasında gen alış verişi görülür bu olaya krossing-over denir.
- 5-Kardeş olmayan kromatidler arasındaki çakışma noktalarına kiyazma denir.
- 6-Uzun kromozomlarda görülen kiyazma sayıları daha çoktur.

IV)Diploten:

- 1-Tetrad oluşturan kromozomlar birbirlerini iterek ayrılmaya başlarlar.
- 2-Ancak krossing-over bölgelerinde kiyazmalarla bağlantılarını sürdürürler.

V)Diakinez:

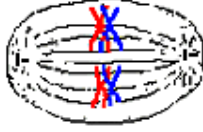
- 1-Kromozomlar daha fazla kısalırlar.
- 2-Homolog kromozomlarda bağlantı sadece uca yakın yerlerde kalır.
- 3-Çekirdek zarı kaybolur.
- 4-Nucleolus (Çekirdekcik) kaybolur.
- 5-İğ iplikleri oluşmuştur.
- 6-Dışilerde eşey ana hücreleri gerçekleşen mayoz bölünmenin bu evresinde hücreler uzun süre kalırlar. Bölünmenin bundan sonraki evreleri ovulasyondan sonra devam eder.



b)Metafaz-1

- 1-Homolog kromozomlar (Tetradlar halinde) ekvatorial plak üzerinde karşılıklı dizilirler.
- 2-Her kromozom sentromeri ile iğ ipliklerine tutunurlar.

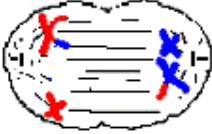
Metafaz-1



c)Anafaz-1

- 1-Homolog kromozomlar iğ iplikleri ile zıt kutuplara doğru çekilirler.
- 2-Kardeş kromatidleri bir arada tutan sentromerler parçalanmamıştır.
- 3-Kiyazmalar kromozomların ucuna doğru kayarak ortadan kalkar.
- 4-Anne ve babadan gelen kromozomların kutuplara taşınması rasgele olur buda çeşitlilik nedenidir.

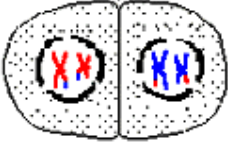
Anafaz-1



d)Telofaz-1

- 1-Kromozomlardaki helixler çözülür.
 - 2-Nucleus zarı belirginleşir.
 - 3-Sitokinezele iki hücre oluşur.
 - 4-Oluşan hücrelerin kromozom yapısı n2c dir.
 - 5-Erkeklerde sekonder spermatositler oluşur.
 - 6-Dişilerde ikincil oosit ve birinci kutup hücresi meydana gelir.
 - 7-Mayoz geçiren bazı hücrelerde nucleus zarı oluşmaz ve kromozomlar helixler çözülmez.
- Ara interfaz:Nucleolus görülmez,DNA ve RNA sentezi görülmez.
Hücredeki hazırlıklar tıpkı önceki interfazın devamı gibidir.

Telofaz-1



B)Mayoz-II evreleri:

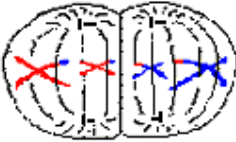
a)Profaz-II

- 1-Birinci bölünmede oluşan iğ ipliklerine dik olarak iğ iplikleri oluşur.
- 2-Oluşmuşsa nucleus zarı kaybolur.
- 3-Helixlerini çözen kromozomlar tekrar helixlerini oluşturur.

b)Metafaz-II

- 1-Kromozomlar ekvatorial düzlemde yanyana dizilirler
- 2-Kromatidler sentromerleri ile bir aradadır
- 3-Kromozomlar sentromerleri ile iğ ipliklerine tutunurlar

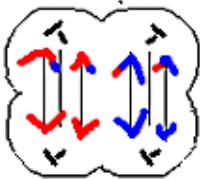
Metafaz-II



c)Anafaz-II

- 1-iğ ipliklerinin itme ve çekme hareketi ile sentromerler parçalanır.
- 2-Birbirinden ayrılan kardeş kromatidler zıt kutuplara gider

Anafaz-II

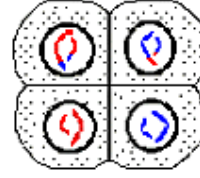


d)Telofaz-II

- 1-Kutuplara çekilen kromatidler helixlerini çözerek kromatin iplik haline geçerler
- 2-Nucleus zarı oluşur.
- 3-iğ iplikleri kaybolur
- 4-Sitokinezele iki toplam dört hücre oluşur.
- 5-Oluşan hücrelerde ana hücrenin yarısı kadar kromozom dolayısıyla DNA vardır

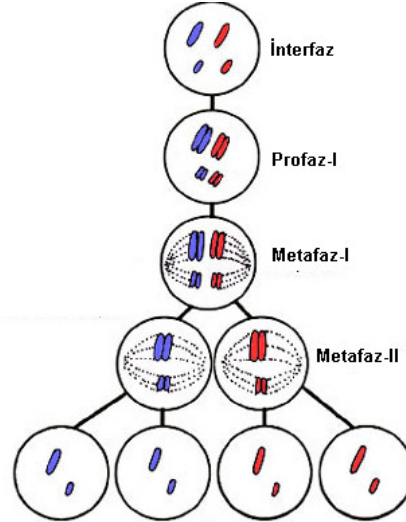
- 6-Oluşan hücrelerdeki kalıtsal materyal hem profaz-1 de gerçekleşen crossing-over hemde metafaz-1 deki homolog kromozomların diziliminin rasgele olmasından dolayı farklıdır
- 7-Oluşan hücreler erkekte spermatid, dişilerde ise oosit denir

Telofaz-II



Mayoz Bölünmenin temel özellikleri:

- 1-Sadece 2n kromozomlu hücrelerde görülür.
- 2-2n kromozomlu hücrelerden n kromozomlu 4 hücre oluşur.
- 3-iki karyokinez ve iki sitokinez görülür.
- 4-Eşey ana hücresi ve spor ana hücrelerinde görülür.
- 5-Bölünme sonunda gamet ve sporlar oluşur.
- 6-Kalıtsal çeşitlilik nedenidir.Oluşan hücreler kalıtsal olarak birbirinden farklıdır.
- 7-Eşeyli üremenin temel mekanizmasıdır.
- 8-Mitoza göre daha ileri bir özelliktir
- 9-Hem homolog kromozomlarda hemde kardeş kromatidlerde ayrılma görülür.
- 10-Sinaps, tetrad ve crossing-over görülür.
- 11-Mayoz geçirmiş hücre tekrar mayoz geçiremez ancak mitoz geçirebilir.



Mayozun evrimsel önemi:

- 1-Krossing-overle kalıtsal çeşitlilik sağlar
- 2-Kromozom sayısını yarıya indirerek, döllenme sonunda türe özgü kromozom sayısının sabit kalmasını sağlar.

Mayoz bölünme ile oluşan yapılar:

- 1-Sperm 2-Oyum 3-Makrospor 4-Mikrospor 5-Spor

Mayoz bölünmenin görüldüğü hücreler:

- 1-Sperm ana hücresi (Hayvanlarda)
- 2-Oyum ana hücresi (Hayvanlarda)
- 3-Spor ana hücresi (Çiçeksiz bitkilerde)
- 4-Makrospor ana hücresi (Çiçekli bitkilerde)
- 5-Mikrospor ana hücresi (Çiçekli bitkilerde)
- 6-Zigot (Su yosunlarında)

Mayoz bölünmenin görüldüğü yapı ve organlar.

- 1-Testis 2-Ovaryum 3-sporangium
- 4-Anterler 5-Tohum taslağı (Ovaryum)