

MAYOZ BÖLÜNME VE ÖZELLİKLERİ

Mayoz Bölünmenin Genel Özellikleri:

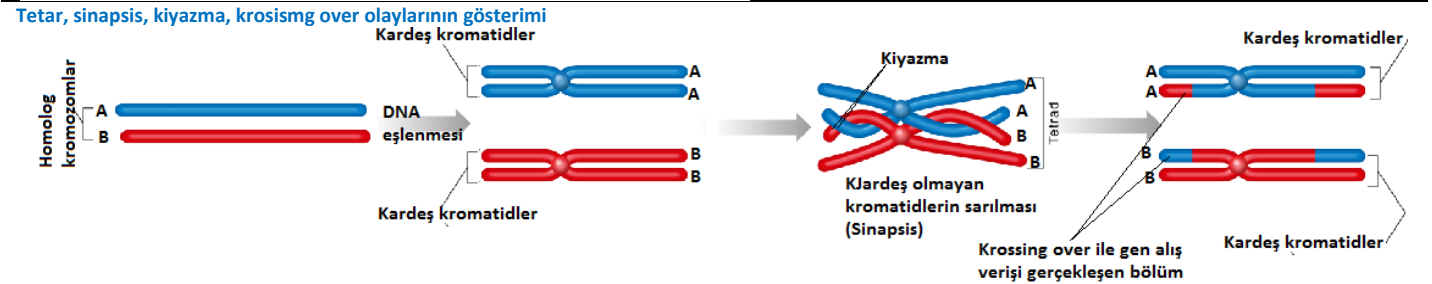
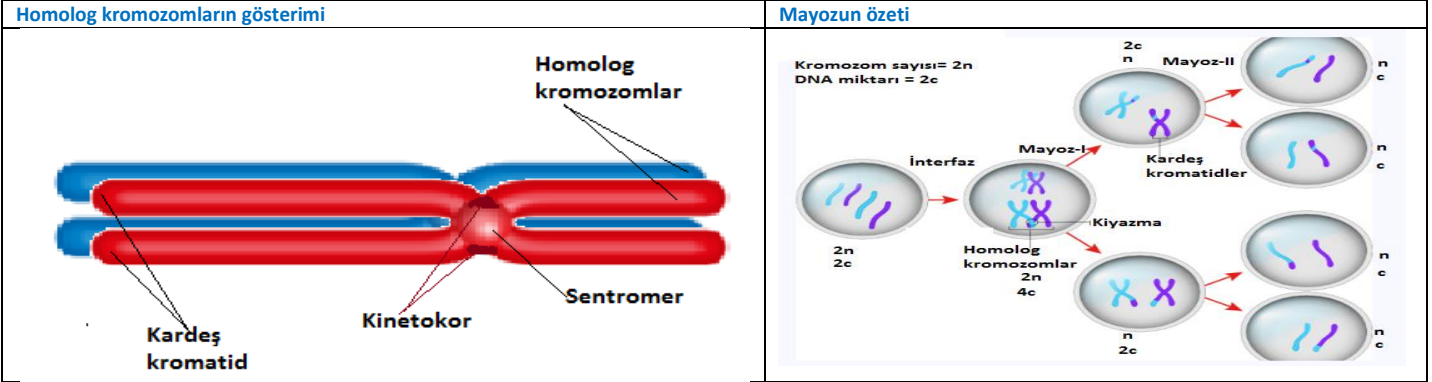
- Mayoz bölünme mitoz bölünmeden farklı olarak **özel bir bölünme** çeşididir.
- Mayoz bölünme canlıların üreme organlarının içinde yer alan üreme ana hücrelerinde görülür. Kromozom sayısı sadece 2n olan hücrelerde gözlenir.
- Diploit kromozom sayısına sahip hücrelerde kromozom sayısını yarıya indiren bir bölünme çeşididir. 2n(diploid) → n(haploit) (homologların ayrılması ile)
- Diploid kromozoma sahip hücrelerin haploit sayılı hücrelere bölünmesini sağlayarak türün kromozom sayısının korunması için n kromozomlu **spor, gamet, üreme** hücrelerinin oluşmasını sağlar. Mayoz sonucu oluşan hücreler her zaman haploit(n) kromozomlu ve alel gen çiftinden sadece bir tane içerirler.
- Eşeyli üreyen bazı canlılarda gamet(üreme) hücrelerinin oluşumunu sağlayan en önemli olaydır.
- Mayoz bölünmenin esas amacı kromozom sayısının nesiller boyunca sabit kalmasını sağlamaktır.
- Mayoz bölünme döllenmeyle birlikte türün kromozom sayısının korunmasını sağlar.
- Mayoz bölünme ve döllenme olayları eşeyli üremnin temeli olarak kabul edilir.
- Mayoz sonucu oluşan hücreler haploit kromozom takımına sahip oldukları için homolog kromozom takımından birini taşırlar(homologların ayrılması).
- Mayoz bölünme eşeyli üreyen canlılarda sadece üreme döneminde görülür. Mayoz bölünme hayat boyu süren bir olay değildir.
- Mayoz sonucu oluşan hücreler tekrardan mayoz geçiremezken bazıları mitoz bölünme geçirebilir.
- Ör:insanlarda mayoz sonucu oluşan sperm ve yumurta hücresi tekrardan herhangi bir bölünme geçirmezken bal arılarında mayozla oluşan yumurta hücresi mitoz bölünme geçirir, bitkilerde mayoz sonucu oluşan spor hücreleri de mitoz bölünme geçirir. Mayoz'dan önce interfaz denilen hazırlık evresi gerçekleşir.
- Mayoz bölünme birbirini takip eden ard arda gerçekleşen **mayoz-I ve mayoz-II** şeklinde gerçekleşir.
- Mayoz bölünme sonucu dört hücre oluşur. Oluşan her bir hücre ana hücrenin yarısı kadar kromozom taşır.
- Mayoz bölünme ile tür içi kalıtsal çeşitlilik sağlanır. Mayoz bölünme genetik varyasyonlara yol açtığından **evrimsel olaylara** yardımcı olur.
- Mayoz bölünmede kalıtsal varyasyonlara(kalıtsal çeşitlilik) yol açan iki önemli olay: **krossing-over, homolog kromozomların bağımsız ayrılışıdır**.
- Hayvanlarda mayoz sonucu oluşan hücreye **gamet(üreme)** hücresi denirken, bitkilerde mayoz sonucu oluşan hücreleri **spor hücresi** denir.

-Bitkilerde mayoz bölünme	-Hayvanlarda mayoz bölünme
-Bitkilerde mayoz sonucu oluşan hücreye spor denir.	-Hayvanların üreme organlarının içindeki üreme ana hücrelerinde gerçekleşir.
-Bitkilerin çiçeklerinde mayoz bölünme gerçekleşir.	-Mayoz sonucu oluşan hücreler n kromozomludur.
-Yumurtalıktan(2n) → n kromozomlu spor hücresi oluşur	-Mayoz sonucu oluşan hücrelere gamet denir.
-Erkek organ başlığında mayoz ile n kromozomlu mikrospor hücreleri oluşur.	-Mayoz sonucu oluşan hücreler genelde bölünmez(bal arılarında üreme hücreleri mitoz bölünme geçirebilir).
-Dişi organda mayoz bölünme n kromozomlu megaspor hücresi oluşur	-
-Bitkilerde mayoz bölünme ile gerçek gametler oluşmaz.	-
-Bitkilerde gerçek gametler mitoz bölünme ile oluşur	-

Üreme ana hücrelerinde mayoz bölünme gerçekleşir	Mayoz sonucu oluşan hücrelere verilen isimler
-Bitkilerde yumurtalık ana hücresi	-Megaspor oluşumu (bitkilerde)
-Bitkilerde polen ana hücresi	-Mikrospor oluşumu (bitkilerde)
-Hayvanlarda sperm ana hücresi	-Sperm hücresi(erkek gamet)
-Hayvanlarda yumurta ana hücresi	-Yumurta hücresi(dişi gamet)
-Homolog kromozomlar çiftler halinde birarada bulunur.	-Homolog çiftlerinden sadece bir tane bulunur

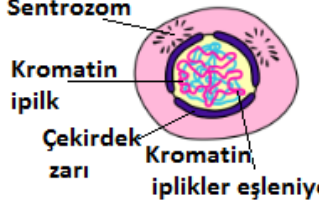
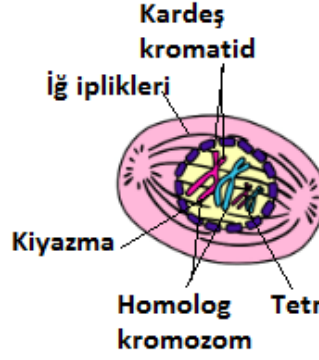
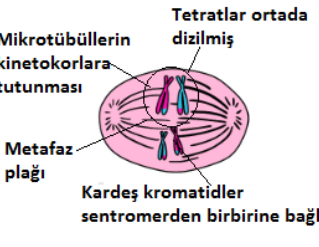
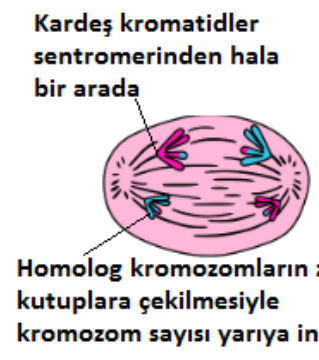

Mayoz bölünmede kalıtsal çeşitliliği sağlayan iki temel olay vardır.

a-Krossing-over	b-Homolog kromozomların rastgele dizilip-ayrılışı
-Mayoz-I'in profaz-I evresinde gerçekleşen parça değişimidir.	-Mayoz-I'in metafaz-I evresinde çiftler halinde dizilirler.
-Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatidleri arasındaki gen alışverişidir.	-Mayoz-I'in anafaz-I evresinde zıt kutuplara çekilirler.
-Krossing-over ile yeni gen kombinasyonları oluşur.	-Homolog kromozomların anafaz-I'de ayrılmasıyla diploid(2n) kromozom sayısı haploid(n) kromozom sayısına dönüşür.
-Krossing-over ile kalıtsal çeşitlilik(biyolojik çeşitlilik) gerçekleşir.	-Mayoz bölünmede kalıtsal çeşitliliği sağlayan temel olaydır.
-Krossing-over ile genlerin kromozom ve DNA üzerindeki konumları değişir.	-Her mayoz bölünmede mutlaka homolog kromozomlar birbirinden ayrılır.
-Krossing-over ile bir gendeki nükleotitlerin yeri değişmez.	-Homolog kromozomların metafaz-I'de dizilimi rastgeledir.
-Kromozom üzerindeki genler arası uzaklık arttıkça krossing-over olma ihtimali artar.	-Homolog kromozomların anafaz-I'de zıt kutuplara dağılışı (çekilişi) rastgeledir.
-Krossing-over ile kromozomların gen haritaları çıkarılabilir.	-Ana ve babadan bir araya gelen kromozomlar anafaz-I'de birbirinden ayrılır.
-Krossing-over ile heterozigot gen dizilimlerinde kalıtsal çeşitliliği sağlar.	-Homolog kromozomların ayrılışıyla kalıtsal varyasyonlar meydana gelir.
-Krossing-over ile kromozomdaki gen sayısı değişmez sadece yeri değişir.	
-Her mayoz bölünmede krossing-over olayı olmak zorunda değildir.	

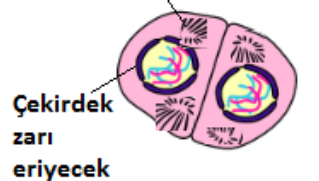
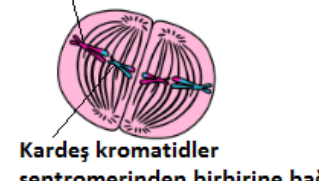




MAYOZ BÖLÜNME VE ÖZELLİKLERİ

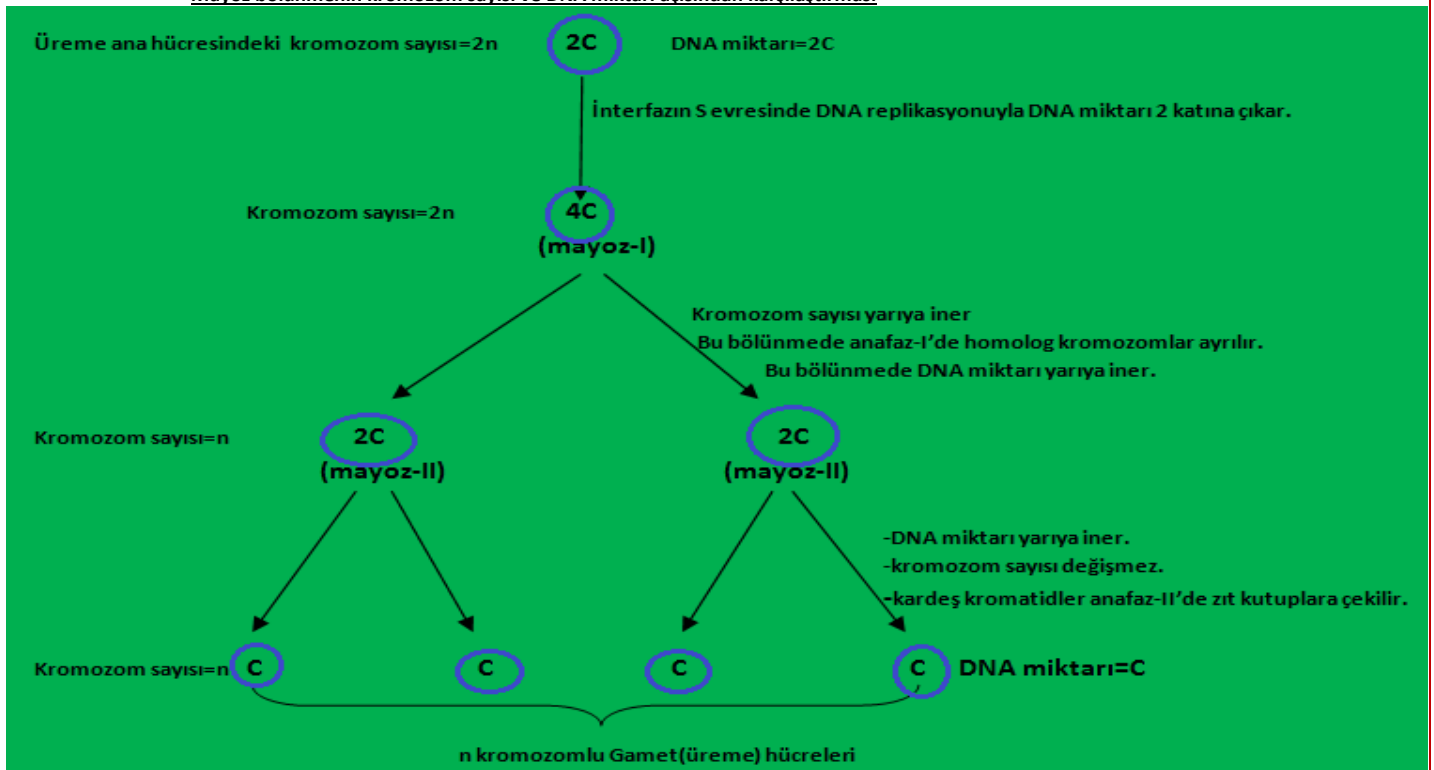
-Mayoz bölünmede kromozom sayısı ve DNA miktarının değişimi aşağıdaki şemada gösterilmiştir.

interfaz evresi	interfaz		<ul style="list-style-type: none"> -Mayoz-I'in başında bölünmeye hazırlık aşaması görülür. -Bölünme için gerekli olan tüm hazırlıklar görülür. -ATP sentezi, protein ve gerekli olan enzimler sentezlenir. -S aşamasında DNA replikasyonu ile 2C olan çekirdek DNA'sı 4C miktarına çıkar. -Hayvan hücresi ise yani varsa sentrozomlar yani sentroiller eşlenir. -1 sentrozomdan iki tane sentrozom oluşur. -Kromatin ipiklerin eşlenmesiyle kardeş kromatidler oluşur. -Bu aşamada kromatin ipikler birbirlerinden ayrıtı edilemezler.
Mayoz-I	Profaz-I		<ul style="list-style-type: none"> -Kromatin ipikler kısalıp, kalınlaşıp, yoğunlaşarak kromozomları oluşturur. -Anne ve babadan gelen homolog kromozomlar yan yana gelerek birbirlerinin üzerine kıvrılır. -Homolog kromozom çifti yan yana gelerek dörtlü kromatidleri oluştururlar. -Oluşan her bir dörtlü kromatide tetrat denir. -Bu aşamada oluşan tetrat sayısı= n kromozom sayısına eşittir. 1tetrat= 2kromozom=1homolog kromozom. (İnsanlarda 46 kromozom olduğuna göre 23 tane tetrat oluşumu gözlenir. -Homolog kromozomların yan yana gelerek birbirleri üzerine sarmal yapı oluşturmalarına sinapsis denir. -Sinapsis esnasında homolog kromozomların kardeş olmayan kromatidlerinin birbirlerine dokunan ve temas eden kısımlarına kiazma denir. -Kiazma kısmında karşılık bazı genlerin değişimine krossing-over denir. -Sırasıyla: tetrat→ sinapsis → kiazma → krossing-over olayları gerçekleşir. -Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatidleri arasında görülen gen(parça) değişimine krossing over denir. Krossing-over ile biyolojik çeşitlilik sağlanır. -Krossing over ile kromozom üzerindeki genlerin yeri değişir ve kromozom ve DNA'nın nükleotid dizilimi değişirken her bir gendeki nükleotid dizilimi değişmez. -İnterfaz eşlenmeyle oluşan sentrozomlar hücrenin zıt kutuplara çekilir ve iğ ipliklerini oluşturur. -İğ iplikleri oluşur. -Bu aşamanın sonuna doğru çekirdek zarı ve çekirdekçik erir. -Hücrede 4C kadar DNA bulunur. -Hücrede 2n kadar kromozom bulunur.
	Metafaz-I		<ul style="list-style-type: none"> -Tetratlar hücrenin ekvatorial düzlemine düzenli olarak dizilir. -Homolog kromozomlar hücrenin ekvatorial düzlemine çift sıra halinde dizilir. -Çift kromatitli kromozomlar kinetokorlarından iğ ipliklerine tutunur. -Her bir homolog kromozomun ekvatorial düzlemde dizilmesi rastgeledir. -Herbir homolog kromozom karşılıklı (her biri bir kutubabakacak şekilde) olacak şekilde ekvator düzlemine dizilir. -Mayoz sonucu oluşan hücrede hangi kromozomların bir arada olacağı buradaki dizilim belirler. -Homolog kromozomların 2ⁿ farklı ihtimalle rastgele dizilir. -Mitozda ise bu aşama kromozomlar belirli bir şekilde dizilirken mayoz rastgele konumlanırlar. -Hücrede 4C kadar DNA bulunur. -Hücrede 2n kadar kromozom bulunur.
	Anafaz-I		<ul style="list-style-type: none"> -İğ ipliklerinin kısılmasıyla homolog kromozomlar hücrenin zıt kutuplarına çekilir. -Homolog kromozomların ayrılmasıyla diploid(2n) kromozom sayısı haploit(n) kromozom sayısına dönüşür. -Metafaz-I'deki rast gele dizilimden dolayı kromozomlar hücrenin kutuplarına rastgele çekilir. Bu durum kalıtsal çeşitliliğe önemli katkı sağlar. -Homolog kromozomların rast gele kutuplara çekilmesiyle yeni gen kombinasyonları oluşur. -İkişer kromatitli oluşan homolog kromozomlar kutuplara çekilir. -Herbir homolog kromozom sentromeri önde olacak şekilde homologlar birbirine veda ederler. -Ana ve babadan gelen homologların bağımsız dağılımı burada birbirinden ayrılması ile kalıtsal çeşitlilik olur. -Homologların kutuplara çekilmesiyle DNA miktarı ve kromozom sayısı her bir hücre için iki kısma yani yarıya iner. -Kardeş kromatidler hala sentromerlerinden bir arada bulunurlar. Yani bu aşamada sentromer ayrılması gerçekleşmez. -Bu aşamada homolog kromozomların ayrılmamasıyla n+1, n-1 kromozom sayısına sahip hücreler oluşur. -Hücrede 4C kadar DNA bulunur. -Hücrede n kadar kromozom bulunur.
	Telofaz-I ve sitokinez		<ul style="list-style-type: none"> -Profaz evresinde oluşan bazı olayların tersi şeklinde gerçekleşir. -İğ iplikleri tarafından hücrenin kutuplarına çekilen kromozomların herbiri 2 kromatitlidir. -Telofazın sonuna doğru homolog kromozom çiftlerinden birini taşıyan haploit(n) kromozomlu iki hücre oluşur. -Herbir kutupta kardeş kromatidler sentromerlerinden birbirine bağlı olacak bir arada bulunur. -İğ iplikleri kaybolmaya başlar. -Hücrenin kutuplarına çekilen kromozomların etrafında çekirdek zarı oluşur. -Hücre bitki hücresi ise sitokinezin temeli burada atılır. -Hücre hayvan hücresi ise boğulanma ile sitoplazma bölünmesi gerçekleşir. -Hücre bitki hücresi ara lamel(orta plak) oluşumu ile sitoplazma bölünmesi gerçekleşir. -Sitoplazma bölünmesi sonucu DNA miktarı ve kromozom sayısı yarıya inmiş iki hücre oluşur. -Bu aşama tamamlanmışta haploit sayıda kromozom taşıyan iki hücre oluşur. -Her bir hücrede 2C kadar DNA bulunur. -Hücrede n kadar kromozom bulunur.

MAYOZ BÖLÜNME VE ÖZELLİKLERİ

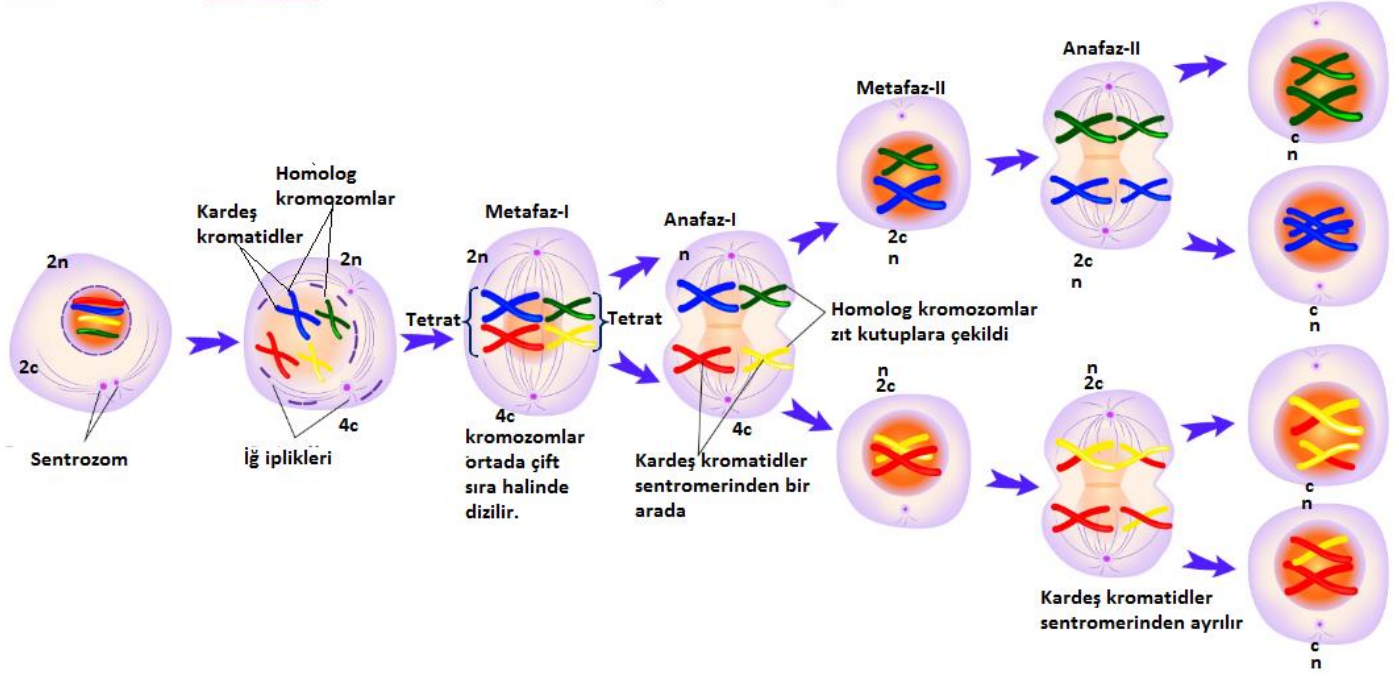
Mayoz-II	Profaz-II	<p>Sentrozom bölünür iğ iplikleri oluşur</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Önceki aşamada çekirdek zarı oluşmuşsa çekirdek zarı erir veya parçalanır. -Bazı hücrelerde profaz-II gerçekleşmeden direk metafaz-II gerçekleşebilir. -Telofaz-I'den sonra görülen çok kısa süren mayoz-II'nin bir aşamadır. -İğ iplikleri kromatitlerin kinetokorlarına bağlanır. -Varsa sentrozomlar kutuplara çekilip iğ ipliklerini oluşturur. -Kromatin iplikler bu aşamda kromozom şeklinde görülür. -Hücrede 2C kadar DNA bulunur. -Hücrede n kadar kromozom bulunur.
	Metafaz-II	<p>Kardeş kromatidler ortada tek sıra halinde dizili</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Bu aşamda kardeş kromatitler ileride birbirinden ayrılacak şekilde hücrenin ekvatorial düzleminde tek sıra halinde dizilirler. -Kromatitler hücrenin ekvatorial düzlemine konumlanırken sentromerlerinden iğ ipliklerine tutunur. -Kinetokorlarından iğ ipliklerine tutunan kromozomlar hücrenin ortasında tek sıra halinde dizilir. -Metafaz-I'de kromozomlar hücrenin ekvatorial düzleminde dördü kromatitler şeklinde dizilirken burada tek sıra halinde dizilir. -Hücrede 2C kadar DNA bulunur. -Hücrede n kadar kromozom bulunur.
	Anafaz-II	<p>Sentromer bölünmesi gerçekleşti</p> <p>Kardeş kromatidler zıt kutuplara çekildi</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Mayoz bölünmede interfazda oluşan sentromerler ilk defa burada ayrılır yani sentromeri oluşturan proteinler burada parçalanır. -Sentromerlerin ayrılmasıyla kardeş kromatitler birbirlerinden uzaklaşarak hücrenin zıt kutuplarına çekilir. -Kromozomlar bundan böyle artık iki kromatidli değildir. -Kardeş kromatitlerin birbirinden ayrılması her bir kromatide artık burada kromozom denir. -Kardeş kromatitlerin ayrılması oluşacak her bir hücrede haploit sayıda kromozom yer alır. -Hücrede 2C kadar DNA bulunur. -Hücrede n kadar kromozom bulunur.
	Telofaz-II ve sitokinez	<p>Çekirdek ve çekirdekçik oluşur</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Mayoz-II'nin son evresidir. -Kutuplara çekilen kromozomların etrafında çekirdek zarı oluşur. -Sitoplazma boğumlanması başlar. -Sitoplazma yani sitokinez bölünmesiyle her bir hücreden iki yeni hücre oluşur. -Toplam n(haploit) kromozomlu 4 hücre oluşur. -Genetik yapıları birbirinden farklı dört hücre oluşur. -Karyokinez ve sitokinez sonucunda genetik yapıları birbirinden farklı dört hücre oluşur. -Hayvan hücrelerinde mayoz-II sonucunda oluşan bu hücrelere gamet hücreleri (üreme) denilir. -Bitki hücrelerinde mayoz-II sonucu oluşan bu hücrelere spor hücreleri denir. -Hücrede C kadar DNA bulunur. -Hücrede n kadar kromozom bulunur.

Mayoz bölünmenin kromozom sayısı ve DNA miktarı açısından karşılaştırması

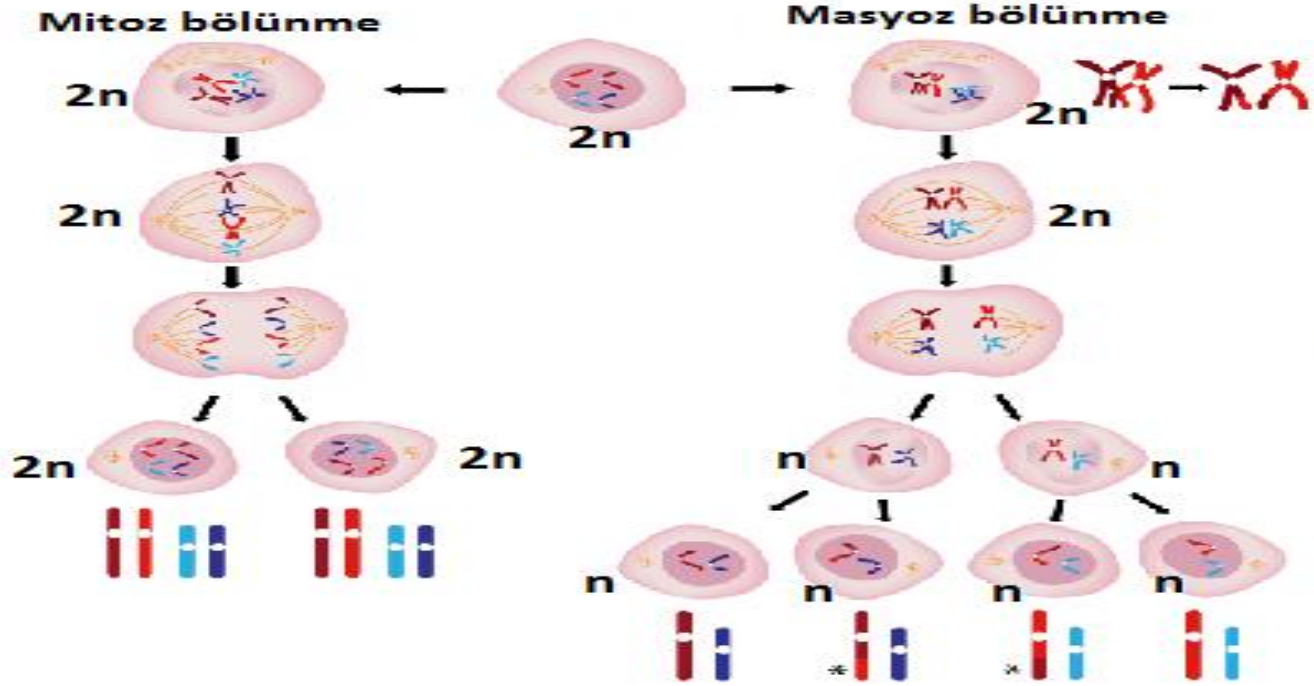


MAYOZ BÖLÜNME VE ÖZELLİKLERİ

Mayoz bölünmenin DNA miktarı ve kromozom sayısı açısından genel görünümü



Mitoz ile Mayozun şekilsel olarak karşılaştırması



Mayoz-I ve Mayoz-II'nin karşılaştırması

Mayoz-I ve Mayoz-II'nin karşılaştırması

Mayoz-I'in bazı özellikleri

- Öncesinde DNA eşlenir.
- Oluşan hücrelerin DNA miktarı başlangıçtakiyle aynıdır.
- Profazda tetrad, sinapsis, kiazma, crossing over olayı gerçekleşir.
- Krossing over ile parça değişimi gerçekleşir.
- Homolog kromozomlar dördürlü şekilde tetrad adlı yapıları oluşturur.
- Mayozun en karışık kısmı gerçekleşir.
- Kalıtsal varyasyonlara yol açan olaylar gerçekleşir.
- Homolog kromozomlar metafazda rastgele dizilir.
- Homolog kromozomlar anafaz-I'de rast gele kutuplara çekilir.
- Biyolojik çeşitliliği sağlayan asıl olay olan homolog kromozomlar zıt kutuplara çekilmesidir.
- Kromozom sayısı yarıya iner.
- Kromozom sayısı 2n'den n'e iner.
- Anne ve babadan gelen bir araya homologlar zıt kutuplara çekilir.
- Metafaz-I'de homologlar çift sıra halinde dizilir.
- Diploit kromozom sayısı haploit kromozom sayısına iner.
- Türün kromozom sayısının korunması için kromozom sayısı yarıya iner.
- Sentromer ayrılması gerçekleşmez.
- Sölünme sonucunda n kromozomlu 2 hücre oluşur.

Mayoz-II'nin bazı özellikleri

- M -II'den önce DNA eşlenmez
- Tetrad, sinapsis, kiazma, crossing over olayları gerçekleşmez.
- Mayoz-I'e göre daha sadedir.
- Metafaz-II'de kromozomların kardeş kromatitler ayrılacak şekilde tek sıra halinde dizilim gerçekleşir.
- Kromozom sayısı değişmez.
- Sentromerlerin yıkılmasıyla kardeş kromatidler zıt kutuplara çekilmeye başlar.
- Biyolojik varyasyonlar bu aşamada gerçekleşmez.
- DNA miktarı yarıya inerken kromozom sayısı değişmez
- Bölünme sonucunda n kromozomlu dört hücre oluşur.
- Bölünme bitki hücresinde gerçekleşiyorsa oluşan hücrelere spor denir.
- Bölünme hayvan hücresinde gerçekleşiyorsa oluşan hücrelere gamet (üreme) hücresi adı verilir.