

1. ÜNİTE: Canlılarda Hücre Bölünmeleri

10. SINIF BİYOLOJİ



1. FASİKÜL : Hücre Bölünmeleri

KAZANIMLAR

- 10.1.1.1. Canlılarda Hücre Bölünmeleri
- 10.1.1.2. Hücre Döngüsünde G_1 , S ve G_2 Evreleri
- 10.1.1.3. Mitoz Hücre Bölünmesi ve Evreleri
- 10.1.1.4. Canlılarda Eşeysiz Üreme ve Çeşitleri

ÖĞRENİLECEK KAVRAMLAR

- | | | | |
|---------------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| ➤ Hücre Bölünmeleri | ➤ İnterfaz | ➤ Mitoz | ➤ Nükleotit |
| ➤ Gen - Genom | ➤ Kromatin | ➤ Kromozom | ➤ Kinetokor |
| ➤ İğ İplikleri | ➤ Sentromer | ➤ G_1 , G_2 , M Kontrol Noktaları | |
| ➤ Karyokinez | ➤ Sitokinez | ➤ Eşeysiz Üreme | ➤ Kanser |

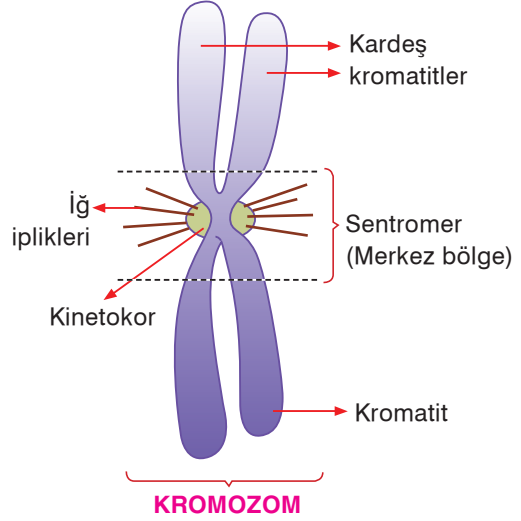
HÜCRE BÖLÜNMELEİ

- Eşeyssiz ve eşeyli üremenin temelini hücre bölünmeleri oluşturur.
- Hücre bölünmesi yaşamsal olayların devamı için değil; üreme, büyüme ve gelişmenin sağlanması için gereklidir.
- Canlılar tek ya da çok hücreden meydana gelir. Hücre bölünmeleri tek ve çok hücreli canlılarda farklı olaylara neden olur.
- Yani hücre bölünmeleri tek hücrelilerde, sitoplazma miktarının artması, hücrenin hacim ve yüzey oranının bozulması ile sağlanır. Tek hücrelilerde eşeyssiz üreme mitoz ile olur.
- Çok hücrelilerde ise büyüme, gelişme, doku, organ ve sistemlerin oluşumunda meydana gelen farklılaşma, yaraların onarılması mitoz bölünme ile olur.
- Bazı çok hücreli canlılarda eşeyssiz üreme mitoz bölünme ile gerçekleşirken, mayoz bölünme eşeyli üremede gametleri oluşturur.
- Genetik şifre içeren DNA zinciri interfazda eşlenerek miktarını 2 katına çıkarır, bölünme sonunda da yeni hücrelerde miktar başlangıçtaki gibi olur.
- Nükleotitlerden oluşan DNA'da belirli bir özelliği şifreleyen DNA parçasına **GEN** denir.
- Bir canlıdaki genlerin tamamına **GENOM** denir.
- Kalıtsal maddenin organizasyonundaki bazı kavramlar;

Nükleotit → Gen → DNA → Kromatin → Kromozom

- DNA proteinlerle bir araya gelerek **kromatinleri** oluşturur.
- Kromatinler kısalıp, kalınlaşarak **kromozomları** oluşturur.
- Bazı farklı türler aynı kromozom sayısına sahip olabilir. Kromozom sayısı ile gelişmişlik arasında bir ilişki yoktur. Gelişmişlik açısından önemli olan genlerin kazandırdığı niteliklerdir.
- Eşlenen kromozomun her bir koluna **kromatit** denir ve birbirinin kopyası olan iki kromatitlere ise **kardeş kromatit** denir.

- Kardeş kromatitleri bir arada tutan orta bölgeye **sentromer**, sentromerde iğ ipliklerinin bağlandığı proteinlere ise **kinetokor** denir.



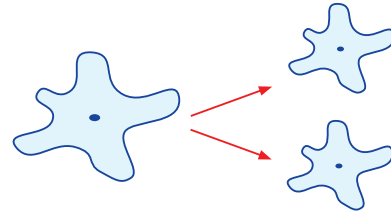
Şekil – Kardeş Kromatitli Kromozom

Amipte Kontrol Deneyi:

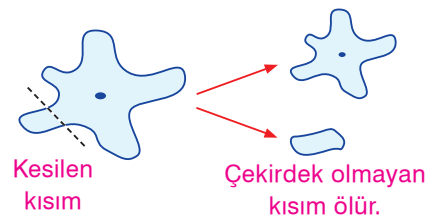
- Amipte sitoplazma ve çekirdeğin hücre bölünmesinde etkileşimleri;

a) Kontrol Grubu:

Yeterli sürede doğal olarak bölünmeleri gözlenmiştir.

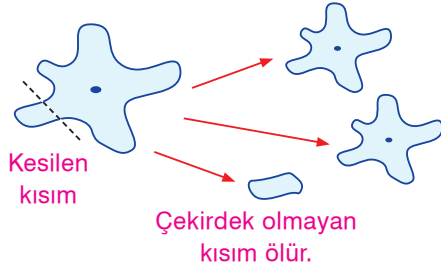
**b) 1. Deney Grubu Amip:**

Yapılan işlem; bölünme büyüklüğüne ulaşmadan her defasında sitoplazmanın bir kısmı kesildiği için, bir türlü bölünme büyüklüğüne ulaşamamış ve bölünme olmamıştır. Kesilen çekirdeksiz kısım ölür, çekirdekli kısım onarım ve büyümeye devam eder.



c) 2. Deney Grubu Amip:

Yapılan işlem; bölünme büyüklüğüne ulaşan amibin sitoplazmasının küçük bir kısmı kesilmesine rağmen, küçük kısım ölürken, çekirdekli büyük kısımda büyüme ve bölünme gerçekleşir.



d) Sonuç:

1. deney grubunda hacim-yüzey oranı yeterli derecede bozulmadığından bir türlü bölünme emri verilmemiştir, dolayısıyla hücre bölünmez.
2. deney grubunda bölünme büyüklüğüne ulaşıldıktan sonra sitoplazma kesilerek hacim azaltılrsa da, bölünme emri verildiği için bölünme gerçekleşmiştir.

Hücre Bölünmesinin Nedenleri:

1. Hücre büyüdüğünde çekirdek etkisi ve kontrolü zorlaşır.
2. Hücre büyüdüğünde hacim/yüzey oranının artması,
3. DNA'nın kendini eşlemesi
4. Hormonların uyarıcı etkisi,
5. Hücre zarının madde alışverişinde yetersiz kalması gibi sebeplerden dolayı hücreler bölünür.

HÜCRE DÖNGÜSÜ

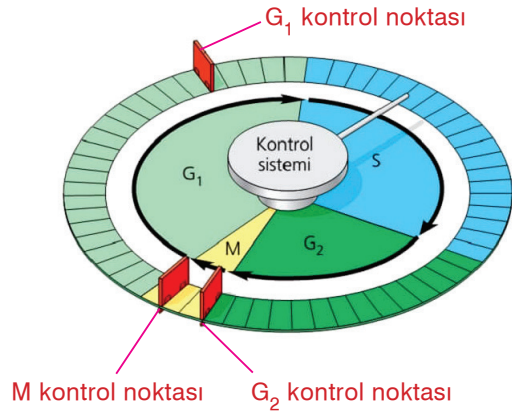
- Canlılarda mitoz ve mayoz bölünme çeşitleri meydana gelir.
- Ayrıca tam mitoz kurallarına uymayan amitoz ve endomitoz bölünmelerde gerçekleşebilir. Aslında hücre bölünmesi hücre döngüsünün bir parçasıdır.

Hücre Döngüsü:

Bir hücrenin bölünmeye başlamasından sonra onu takip eden diğer hücre bölünmesine kadar geçen zaman aralığına **hücre döngüsü** denir.

Hücre Döngüsünün Kontrolü:

- Hücre döngüsünün farklı evlerinde düzeni sağlayan kontrol noktaları bulunur.
- Bu kontrol noktaları G_1 , G_2 ve M olarak isimlendirilir.
- Bu noktalardaki genler dur ve devam et sinyalleri vererek hücre döngüsünü düzenler.
- G_1 kontrol noktasında hücre yeterli bir büyüklüğe ulaştıktan sonra ortamda yeterli besin ve büyüme faktörü varsa ve hücre bölünme büyüklüğüne ulaşmışsa devam et sinyali verilir.



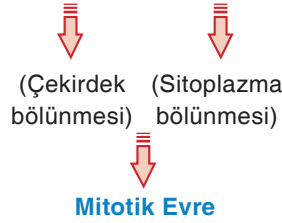
- G_0 evresi, G_1 evresini geçemeyen bazı hücrelerin geçiş yaptığı durgun evredir. (olgunlaşmış, farklılaşmış sinir ve kas hücreleri gibi.)
- G_2 kontrol noktasında hücrenin büyüklüğü ve eşlenme ile oluşan DNA'ların hata durumları kontrol edilir. DNA eşlenmesinde hata oluşmuşsa bu hatalar tamir edilinceye kadar hücre döngüsü durdurulur.
- M kontrol noktasında tüm kromozomların iğ ipliklerine bağlanıp bağlanmadığı kontrol edilir, eşit miktarda kromozom aktarımı yapılır.
- DNA molekülünde meydana gelen hasarların onarılması döngünün kontrolünü bozan faktörlerden biridir.
- Hücre bölünmesinin kontrolünün bozulması kansere yol açabilir. Hücrelerin kontrolsüz çoğalmasına **kan-serleşme** denir. Vücudun diğer kısımlarına yayılmasına **metastaz** denir.
- Çoğu kanser **tümör** adı verilen kitle oluşturur.
- Tüm tümörler kanser değildir. Kanser olmayan tümörler iyi huylu, kanser olanlar kötü huyludur.

- Kanser hücreleri daha büyük, düzensiz, bulunduğu dokuya göre çok sayıda, organel şekilleri düzensiz, boyutları farklı ve şekilleri bozuktur.
- Kanselerin; cerrahi yöntemler, radyoterapi, kemoterapi gibi tedavi tipleri vardır.

Hücre Döngüsü:

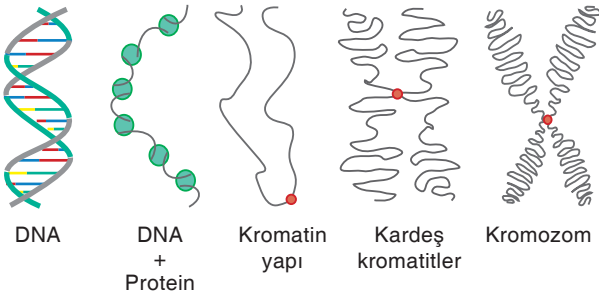
- Hücre döngüsü oldukça uzun olan interfaz ile kısa süren mitotik evreden oluşur.
- Aynı canlının farklı dokularında hücre döngüsü süresi farklı olabilir, hatta bu durum farklı canlılarda da farklılık gösterebilir.
- Embriyonik dönemlerde hücre döngüsü çok hızlıdır.

Hücre Döngüsü = interfaz + karyokinez + sitokinez



1. Interfaz Evresi:

- En uzun evre olup hücre döngüsünün yaklaşık %90'ı interfazdır.
- Hücrenin bölünmeye hazırlandığı evredir.
- G_1 , S ve G_2 evrelerinden oluşur.
- Hayvan hücrelerinde sentrozom interfazda eşlenir.
- Bitki hücrelerinde sentrozom olmadığı için sentrozom eşlenmesi görülmez.



G_1 Evresi:

- İnterfazın ilk evresidir.
- En uzun evresidir. Sitokinez ve S evresi arasındadır.

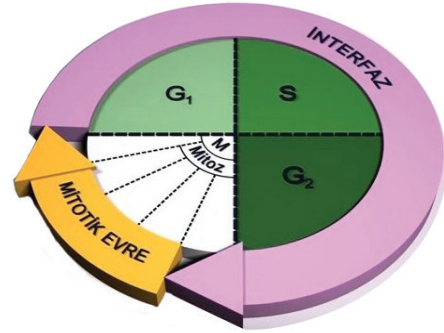
- ATP ve protein sentezi hızlanır.
- Hücre belli bir büyüklüğe ulaşarak S evresine hazır hale gelir.
- Embriyonik hücrelerde G_1 evresi görülmeden S evresine geçilir.

S Evresi:

- DNA eşlenerek miktarını iki katına çıkarır.
- Kromatinlerin sayısı replikasyona bağlı olarak iki katına çıkar.
- Bu evrenin sonunda kromozom iki kromatitli hale gelir.

G_2 Evresi:

- Bölünme ile ilgili enzimler sentezlenir. Organel sayısı artırılır.
- DNA sentezi durur ancak RNA sentezi devam eder.
- Hayvan hücrelerinde sentrozomlar zıt kutuplara hareket etmeye başlar.
- Son hazırlıklar tamamlanır.

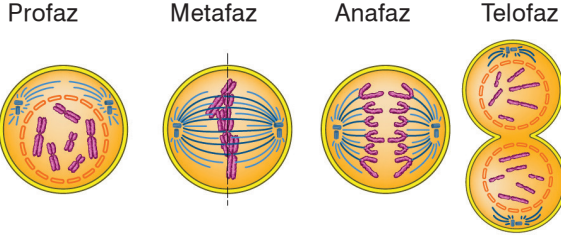


2. Mitotik Evre: (Bölünme Evresi)

- Hücrenin bölünme evresidir.
- Mitotik evre n , $2n$, $3n$ gibi farklı kromozom takımlarına sahip hücrelerde gerçekleşebilir.
- Tek hücrelilerde üremeyi, çok hücrelilerde büyüme gelişme, yenilenmeyi sağlar.
- Mitotik evre sonucu aynı kalıtsal özelliğe sahip iki yavru oluşur.
- Oluşan hücrelerin büyüklüğü, sitoplazma miktarı ve organel sayısı farklı olabilir.
- **Karyokinez** (çekirdek bölünmesi) ve **sitokinez** (sitoplazma bölünmesi) olmak üzere iki evrede gerçekleşir.

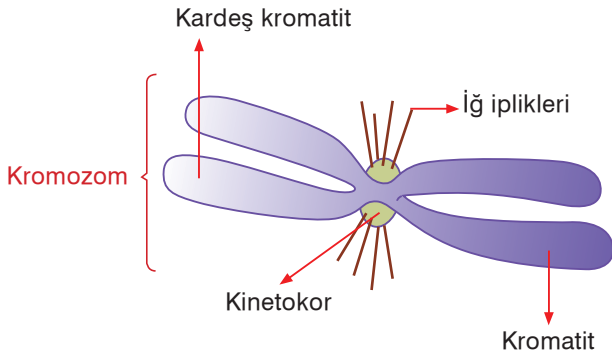
a. Çekirdek bölünmesi: (Karyokinez)

- Mitoz çok hücrelilerde zigot oluşumuyla başlar ölene kadar devam eder.
- Dört aşamada gerçekleşir.



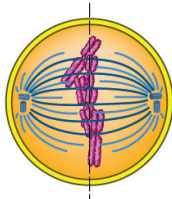
1. Profaz Evresi:

- İnterfaz evresinde eşlenmiş olan kromatin iplikler kısalıp kalınlaşarak kardeş kromatitli kromozomları oluşturur.
- Profazın sonuna doğru çekirdek zarı ve çekirdekçik kaybolur. Endoplazmik retikulum parçalanır.
- Her kromatit bir kinetokor bulundurur. Kinetokorlara tutunacak iğ iplikleri kromozomların hareketini sağlayacak yapılardır.



2. Metafaz Evresi:

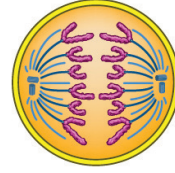
- Kromozomların en belirgin görüldüğü evredir.
- Kromozomlar ekvatorial düzlemde tek sıra halinde dizilir.
- Kromozomların çiftler halinde büyüklük ve biçimine göre görüntülenmesine **karyotip** denir.



- En iyi metafazda görüntülenen karyotip ile kromozom anormallikleri, kalıtsal hastalıklar ve erken teşhisi yapılabilir.

3. Anafaz Evresi:

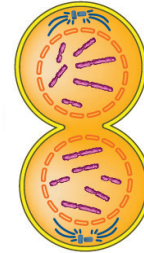
- İğ iplikleri kromozomları sentromerlerinin ortasından bölerek kardeş kromatitleri birbirinden ayırır.
- Kardeş kromatitler zıt kutuplara çekilir.



- Zıt kutuplara çekilen kardeş kromatitler artık kromozom adını alır.
- Kinetokorlara bağlı olmayan iğ iplikleri uzayarak hücreninde uzamasını sağlar, bu durum hayvan hücrelerinde bölünmeyi kolaylaştırır.

4. Telofaz Evresi:

- Kromozomlar, kromatin ipliklere dönüşür.
- Çekirdek zarı ve çekirdekçik yeniden oluşur.
- İğ iplikleri kaybolur.
- İki çekirdekli bir yapı oluşur. Çekirdek bölünmesi tamamlanır.



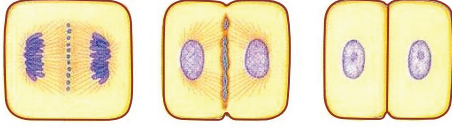
b. Sitoplazma Bölünmesi: (Sitokinez)

- Telofazdan sonra iki yavru hücrenin oluşmasını sağlayan sitoplazma bölünmesidir.
- Sitoplazma bölünmesi hayvan ve bitki hücrelerinde farklılık gösterir.



Hayvan hücresinde sitoplazma bölünmesi

- Hayvan hücrelerinde mikrofilyamentlerin kasılmasıyla sitoplazma dıştan-içe doğru boğumlanma yaparak hücreyi ikiye ayırır.

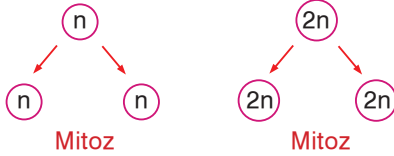


Bitki hücresinde sitoplazma bölünmesi

- Bitki hücrelerinde hücre çeperi olduğu için sitoplazma boğumlanması görülmez.
- Bunun yerine golgi tarafından oluşturulan kesecikler hücrenin ortasında orta lamel (hücre plağı) oluştururlar. Ortada oluşan bu lamel (ara boşluk) merkezden hücre zarına ulaşınca kadar devam eder. Sonuçta sitoplazma ikiye bölünür.

Mitoz Bölünmenin Özellikleri:

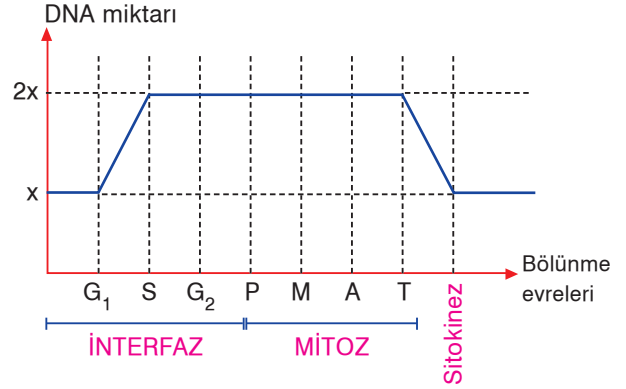
- Üreme hücreleri dahil bölünebilen bütün hücrelerde (n , $2n$, $3n$) mitoz bölünme olur.
- Bir hücreden iki yeni hücre oluşur.



- Kromozom sayısının ve yapısının korunduğu bölünme çeşididir.
- Çok hücrelilerde büyüme ve gelişmeyi sağlar. Büyüme ve gelişme, hücre sayısının artması ile olur.
- Bir hücreli canlılarda üremeyi sağlar. Oluşan iki yeni hücre aynı zamanda iki yeni canlıdır.
- Bazı türlerde (n kromozomlu) eşey hücreleri mitoz bölünme ile oluşur.
- Türde genetik çeşitlilik oluşturmaz.
- Mitoz bölünme sonucu oluşan hücre sayısı $2n$ ile hesaplanır. (n : bölünme sayısıdır.)
- Bölünme sonucu bazı çok çekirdekli hücre oluşumu sitokinezin gerçekleşmemesi ile ilgilidir.

NOT : Hücre döngüsü sürecinde hücrede bulunan DNA molekülünün miktarındaki değişim aşağıdaki grafikte verildiği gibi gözlenir.

- Mitoz hücre bölünmesinde DNA miktarındaki değişim grafiği:



(P : Profaz , M : Metafaz , A : Anafaz , T : Telofaz)

- Mitoz hücre bölünmesinde kromozom sayısı değişim grafiği:



- Kardeş kromatitler ayrılarak kromozoma dönüştüklerinden kromozom sayısı geçici olarak iki katına çıkar.

- Bitki ve hayvan hücrelerinde bölünme farklılıkları:

Hayvan Hücreleri

- Sentrozom eşlenmesi görülür.
- İğ iplikleri sentrozoma tutunur.
- Sitoplazma bölünmesi boğumlanma ile gerçekleşir.
- Sitoplazma bölünmesi çevreden merkeze doğrudur.

Bitki Hücreleri

- Sentrozom eşlenmesi görülmez.
- İğ iplikleri sitoplazmadaki proteinlere tutunur.
- Sitoplazma bölünmesi orta lamel oluşumu ile gerçekleşir.
- Sitoplazma bölünmesi merkezden çevreye doğrudur.

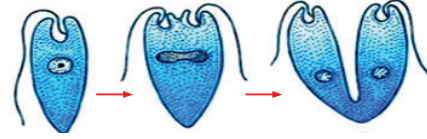
EŞEYSİZ ÜREME

- Bir tane ata canlıdan döllenme olmaksızın yeni bireylerin oluşmasına eşeysiz üreme denir.
- Ata canlının cinsiyeti önemli değildir.
- Eşeysiz üremenin temelini mitoz bölünmeler oluşturur.
- Yani, yeni oluşan bireylerde mutasyon olmadığı sürece kalıtsal çeşitlilik görülmez.
- Üreme hızı yüksektir.
- Kısa sürede çok sayıda yavru oluşur.
- Çeşitlilik sağlanmadığı için değişen ortam şartlarına uyum zorlaşır.
- Karşı cins arama, kur davranışları ve çiftleşme gibi olaylara zaman ve enerji harcanmaz.
- Bitkilerde, mantarlarda, tek hücrelilerde ve bazı hayvanlarda görülür.

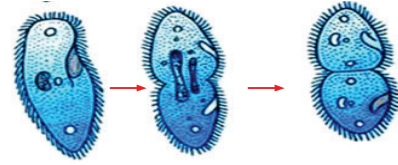
Eşeysiz Üreme Çeşitleri

1. Bölünerek (Bölünme) Üreme:

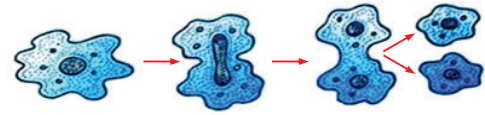
- Bakteri, arke, öglena, amip, paramesyum, maya mantarları gibi prokaryot ve ökaryot tek hücreli canlılarda görülür.
- Geometrik artışla en hızlı üreme tipidir.
- Bölünerek üreme prokaryotlarda mitoz esasına dayanmaz. Çünkü çekirdek bölünmesi yok, DNA eşlenmesi vardır. Sonrasında sitoplazma bölünmesi olur. Ancak ökaryotlarda karyokinez ve sitokinez gerçekleşir.
- Paramesyum enine, öglena boyuna, amip de her yönden ikiye bölünür.



Öglena



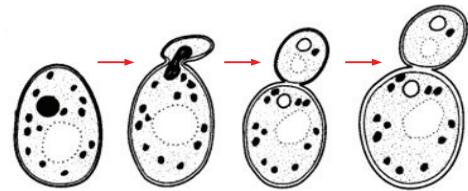
Paramesyum



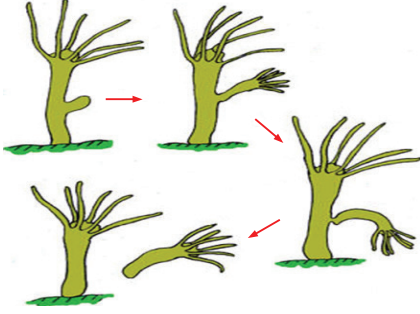
Amip

2. Tomurcuklanma ile Üreme:

- Bira mayası, hidra ve mercanlarda görülür.
- Bu üreme şeklinde ana canlı üzerinde mitoz bölünme ile bir veya daha fazla çıkıntı oluşur. Bu çıkıntıya **tomurcuk** adı verilir. Bu çıkıntılar gelişerek yeni canlı oluşturur.
- Bazen de bu çıkıntılar ana canlıdan ayrılıp bağımsız olarak yeni bir canlıyı oluşturur. Bazıları da ana bireye bağlı kalarak koloni oluşturur.
- Yavrular birbirinden ve ana bireyden farklı büyüklükte olabilirler.
- Tomurcuklanma sürecinde tek hücrelilerde hücresel farklılaşma yokken çok hücrelilerde mitoz sonrasında hücre farklılaşması görülür.



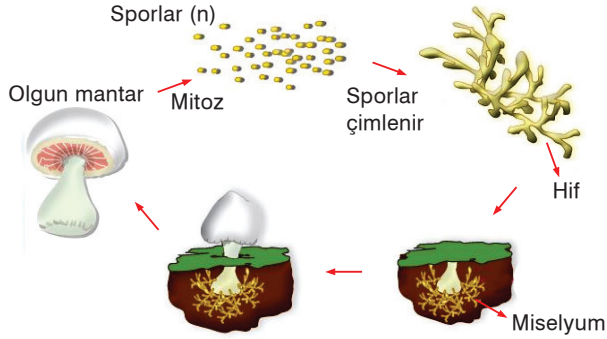
Bira mayasının tomurcuklanması



Hidrada tomurcuklanma

3. Spor ile Üreme:

- Bazı bir hücreli canlılarda (plazmodyum), mantarlarda, kara yosunlarında ve eğrelti otlarında görülür.
- Sporlar olumsuz ortam koşullarına dayanıklı, üzerileri sağlam bir örtü ile kaplı olan hücrelerdir.
- n kromozomlu sporlar uygun ortamda mitoz bölünme ile yeni bireyi oluşturur, döllenme yoktur.
- Sporlar, uygun ortamlarda çimlenerek gelişir ve yeni bireyleri oluştururlar.
- Sporların; sperm ve yumurtalardan farkı, döllenme olmadan yeni bireyleri oluşturabilmesidir.

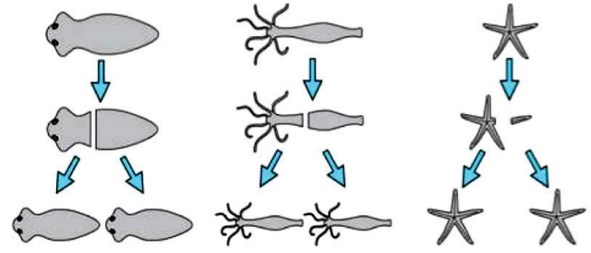


Mantarlarda spor ile üreme

4. Rejenerasyon ile Üreme:

- Canlıın zarar gören kısmını onarmasına rejenerasyon, canlıdan kopan bir parçanın kendini tamamlayarak yeni bir canlı oluşturmasına **rejenerasyon ile üreme** denir.
- Canlıların gelişmişlik düzeyi ile rejenerasyon yeteneği ters orantılıdır. Bazı canlılarda rejenerasyon doku düzeyinde bazılarında organ, bazılarında ise üreme olan vücut düzeyindedir.

- Süngerlerde kopan parçada merkezi diskten pay varsa, bu parçada rejenerasyon ile üreme, yoksa rejenerasyon ile yenilenme yapar.
- Deniz yıldızı, toprak solucanı ve planarya gibi bazı omurgasız canlılarda rejenerasyon ile üreme görülür.
- Omurgalıların da rejenerasyon olur fakat üreme sağlanmaz.
- Yaraların iyileşmesi, kertenkelenin kopan kuyruğunun yenilenmesi rejenerasyona örnek olup rejenerasyon ile üreme değildir.



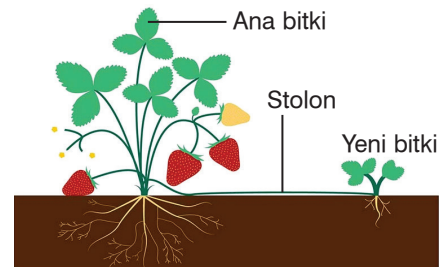
Rejenerasyon ile üreme

5. Bitkilerde Vejetatif Üreme:

- Ana bitkiden ayrılan bazı parçalardan yeni bitkilerin oluşumudur. Yüksek yapıli bitkilerde görülür.
- Ana canlıdan alınan parçaların (kök, dal, gövde, yaprak) uygun ortamda geliştirilmesi ile aynı genetik yapıya sahip canlılar oluşur. Genetik özellikler korunmuş olur.
- Mitoz bölünme ve yenilenme gerçekleşir.
- Sürünücü gövdeyle, yumruyla, soğanla rizomla daldırma yöntemiyle, çelikle, doku kültürüyle ve aşılama ile vejetatif üremeler gerçekleşebilmektedir.

a. Sürünücü gövde ile üreme:

- Çilek bitkisinde toprak üstünde yüzeye paralel büyüyen sürünücü gövde (stolon) bulunur.
- Stolonların toprağa temas eden kısımlarında yeni köklerin oluşmasıyla yavru bitkiler oluşur.



b. Rizom gövde ile üreme:

- Zencefil, ayırık otu gibi bitkilerde toprak altında büyüyen rizom gövde adı verilen yatay gövde bulunur.
- Rizom gövde üzerinde bulunan göz adı verilen belirli bölgelerden yeni bitkilerin oluşmasıdır.



c. Yumru gövde ile üreme:

- Patates, yer elması gibi bitkilerde bulunan yumru gövde üzerindeki gözlerden yeni bitkilerin oluşumu.



d. Soğan gövde ile üreme:

- Soğan, lale, sümbül, sarımsak gibi bitkilerde görülür.
- Toprak altı yassı gövdeleri ile yeni soğanlar üretilir ve soğanlar birbirinden ayrılarak köklenmelerle toprak üstü kısımlarını oluştururlar.



e. Daldırma yöntemi ile üreme:

- Kök gelişim süreci uzun süren bitkilerde uygulanan bir yöntemdir. (Portakal, mandalina, asma gibi).

- Toprağa yakın kısımlarda çıkan dalın bükülerek bir kısmı dışarıda kalacak şekilde toprağa gömülüp, köklendirilmesiyle oluşur.
- Köklenme olduğunda yavru bitki ana canlıdan ayrılır.

f. Çelikle üreme:

- Çelik, bitkiden alınan bir sürgün parçasıdır. Bu parçada mitoz bölünme gerçekleşir.
- Çelikle üremede ana bitkiden ayrılan sürgün ya da kök parçasından uygun koşullarda yeni bitkiler oluşur.
- Asma, elma, söğüt, kavak gibi bitkilerde görülür.

g. Aşılama yöntemi ile üreme:

- Bir bitkiden alınan parçanın başka bir bitkinin anaç olan gövdesine aşılınması, eklenmesidir. Aslında çelik ile üremenin farklı bir şeklidir.
- Aşılama ile aynı türler veya yakın türler arasında yapılarak istenilen özellikte bitkilerin oluşturulması sağlanır.

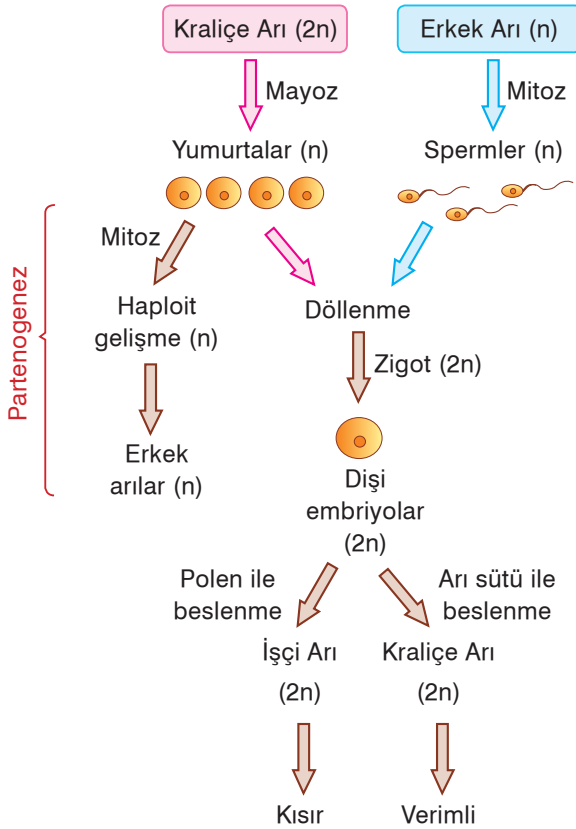
h. Doku kültürü ile üreme:

- Günümüzde laboratuvar şartlarında özel ortam ve hormonlar kullanılarak bir bitki hücresinden veya dokusundan yeni bitkiler oluşturulmasıdır.
- İstenilen özellikteki bitkilerin ıslahı bu yöntemle yapılabilir.
- Mısır, pirinç, buğday, orkide, zambak, soya fasulyesi gibi bitkilerin çoğaltılmasında kullanılabilir.

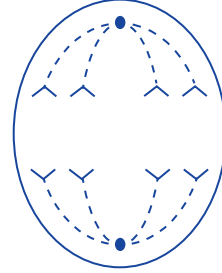


6. Partenogenez ile üreme:

- Döllenenmiş yumurtadan mitoz bölünme ile yeni birey oluşumuna partenogenez ile üreme denir.
- Arı ve karıncalarda görülür.
- Kraliçe arılar her kovanda bir tanedir. $2n$ kromozomludur.
- İşçi arılar $2n$ kromozomludur ve cinsiyeti dişidir.
- Erkek arılar ise n kromozomlu olup döllenme olmadan partenogenezle oluşur.
- Balık, kurbağa ve sürüngenlerin bazılarında $2n$ 'li diploit partenogenez görülür.



Örnek 1



Yukarıda mitotik evre bölünmesinde bir hücre şematize edilmiştir.

Buna göre hücrenin yaşam döngüsü ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi yanlıştır?

- A) Hücrenin DNA miktarı G_1 'de 4 iken S ve G_2 'de 8'dir.
- B) Hücre bölünmeye başlarken 4 kromozomludur.
- C) Verilen şekilde kromozom sayısı geçici olarak 8 olmuştur.
- D) DNA miktarının iki katına çıkması S evresinde olur.
- E) Hücre yaşam döngüsündeki interfazda $G_1 - G_0 - S - G_2$ evrelerini geçirmiştir.

Çözüm 1



1. **İğ ipliklerinin kromozomlara bağlanmasını sağlayan protein yapılara ne isim verilmektedir?**

- A) Sentrozom
- B) Kromatin
- C) Orta lamel
- D) Ara filament
- E) Kinetokor

2. **İnterfaz evresi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

- A) Hücrelerin yaşamlarının büyük bir kısmını geçirdiği evredir.
- B) Bölünme ile ilgili hazırlıklar bu evrede yapılır.
- C) Hücrede organel sayısı ve protein sentezi artışı ile büyüme sağlanır.
- D) Metabolizma hızının en düşük düzeyde olduğu evredir.
- E) Bölünme yeteneği olmayan farklılaşmış hücrelerde bazı aşamaları görülmez.

3. Belirli bir gelişme dönemini tamamlayan hücreler bölünerek çoğalırlar.

Buna göre hücreler,

- I. sitoplazma hacminin artırılması
 - II. hücre yüzeyinin artırılması
 - III. çekirdek ile sitoplazma oranının dengelenmesi
- durumlarından hangilerini sağlayabilmek için bölünürler?**

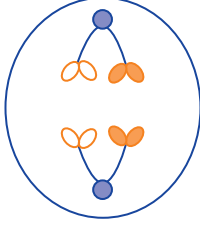
- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

4. I. Kromozomların en iyi görüntülenebildiği evredir.
 II. İğ ipliklerinin boyunun kısalması ile kardeş kromatitler birbirinden ayrılır.
 III. Çekirdek zarı oluşur ve çekirdekçik görünür hale gelir.
 IV. Sentrozomlar hücrenin zıt kutuplarına doğru hareket etmeye başlar.
 V. Kromatinin yoğunlaşması ile iki kromatitli belirgin kromozomlar oluşur.

Mitotik faz ile ilgili yukarıdaki özelliklere sahip olan evreler aşağıdakilerden hangisinde yanlıştır?

- A) I - İnterfaz
- B) II - Anafaz
- C) III - Telofaz
- D) IV - Profaz
- E) V - Profaz

5.



Mitoz bölünmeye ait bir evresi yukarıda verilen hücreyle ilgili,

- I. Bölünmenin sonucunda genetik yapısı farklı iki hücre oluşacaktır.
- II. Bir hayvan hücresi olabilir.
- III. Kardeş kromatit ayrılması görülmektedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

6. Hücre bölünmeleri sırasında meydana gelen,

- I. DNA replikasyonu,
- II. kardeş kromatitlerin sentromer bölgesinden bir arada tutulması,
- III. sitoplazmanın boğumlanma ile bölünmesi

olaylarından hangileri bitki ve hayvan hücrelerinde ortaktır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

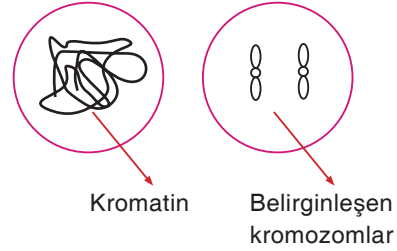
7. İnsanda mitoz bölünme,

- I. sperm ve yumurta oluşumu,
- II. derinin yenilenmesi,
- III. embriyonik gelişimde dokuların oluşumu

olaylarından hangilerinde rol oynar?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

8. Hücre bölünmesi sırasında kromatin iplikler şeklindeki gibi kısalıp kalınlaşarak belirgin kromozomlara dönüşür.



Kromatin ipliklerin bölünme olayının başlangıcında yoğunlaşmaması durumunun aşağıdaki olaylardan hangisine neden olması beklenir?

- A) DNA'nın kendini eşleyememesi
B) Genetik çeşitliliğin azalması
C) DNA sayısının yarıya düşmesi
D) Bölünme süresinin kısalması
E) DNA'nın hücrelere eşit olarak dağıtılamaması



1. $2n = 6$ kromozom taşıyan bir hücre mitoz bölünme geçirmektedir.

Bu hücrenin bölünme sürecinde interfazın G_1 , S ve G_2 evrelerinin sonundaki DNA sayıları aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	G_1 evresi	S evresi	G_2 evresi
A)	3	6	6
B)	6	12	6
C)	12	6	6
D)	6	12	12
E)	12	24	12

2. G_0 fazı adı verilen bölünmeme durumuna geçmiş bir hücre ile ilgili,

- I. Farklılaşmış olgun bir vücut hücresi olabilir.
- II. Metabolik olaylar bakımından aktiftir.
- III. S ve G_2 evrelerini geçirmemiştir.
- IV. Uygun hücre dışı sinyaller ile G_0 fazından çıkıp bölünme hazırlığı yapabilir.

İfadelerinden hangileri söylenebilir?

- A) Yalnız III
B) I ve III
C) I, II ve IV
D) II, III ve IV
E) I, II, III ve IV

3. Canlılara ait karakterlerin kalıtımından sorumlu olan genleri taşıyan kromozomlara homolog kromozomlar denir.

Homolog kromozomlarla ilgili,

- I. Tüm canlı gruplarında çiftler halinde bulunurlar.
- II. Şekil ve büyüklük bakımından benzerlik gösterirler.
- III. Diploit canlılarda bulunurlar.
- IV. Karşılıklı bölgelerinde aynı karaktere etki eden alel genleri bulundurlar.

İfadelerinden hangileri yanlıştır?

- A) Yalnız I
B) III ve IV
C) I, II ve III
D) II, III ve IV
E) I, II, III ve IV

4. 16 kromozoma sahip olduğu bilinen bir hücre ile ilgili,

- I. Mayoz bölünme geçiremez.
- II. Ökaryot bir canlıya aittir.
- III. Diploit kromozomludur.
- IV. Mitoz bölünme geçirecek olursa 32 tane kromatit oluşturur.

Yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) I ve III
B) II ve IV
C) III ve IV
D) I, II ve III
E) II, III ve IV

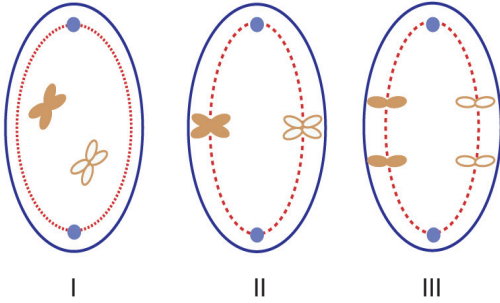
5. Bir hayvan hücresinin bölünmesi sırasında sitoplazma bölünmesini (sitokinez) durdurucu bir maddenin eklenmesi sonucu,

- I. iki çekirdeğe sahip hücrelerin oluşması,
- II. çekirdek bulundurmeyen hücrelerin oluşması,
- III. oluşan hücrenin sitoplazma miktarının normalden fazla olması

durumlarından hangileri gözlenebilir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I ve III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

6. $2n = 2$ kromozomlu bir canlıdaki mitoz bölünme safhaları aşağıda gösterilmiştir.



Şekilleri gösterilen evrelerin meydana geliş sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) I, II ve III
- B) I, III ve II
- C) II, I ve III
- D) II, III ve I
- E) III, I ve II

7. Sölenterde görülen üreme olayları ile ilgili olarak verilen bilgilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Tomurcuklanma ile yeni bireyler oluşturulabilir.
- B) Ana canlıya bağlı olarak yaşayan hareketsiz bireylere polip denir.
- C) Ana canlıdan ayrılıp serbest olarak yaşamını sürdüren bireylere medüz denir.
- D) Tomurcuklanma ile oluşan yeni canlı eşeysiz yolla bir koloni oluşturabilir.
- E) Yeni bir medüzün oluşması için yumurta ve spermilerin birleşerek gelişmesi gerekir.

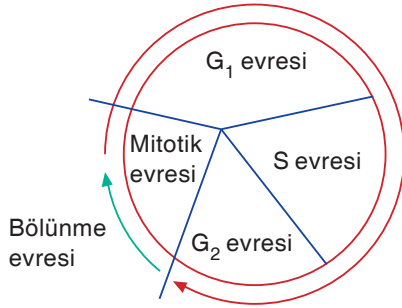
8. Doku kültürü sayesinde yeni bitkilerin üretimi sağlanabilir.

Bu yöntemle ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) Bitki türlerinin çeşitlenmesinde kullanılan bir üretim yöntemidir.
- B) Bitkilerin hücre, doku veya organ gibi kısımlarından laboratuvar ortamında yeni bitkilerin üretilmesidir.
- C) İstenilen özelliklere sahip bir bitki türünün kısa sürede yüzlerce kopyasının yapılmasına imkan sağlar.
- D) Üretilmesi zor olan türlerin çoğaltılmasında kullanılabilir.
- E) Bitkilerin vejetatif üreyebilme özelliğinin kullanıldığı bir yöntemdir.



1.



Mitoz bölünme geçirebilen bir hücrenin yaşam döngüsü olayları şekilde görülmektedir.

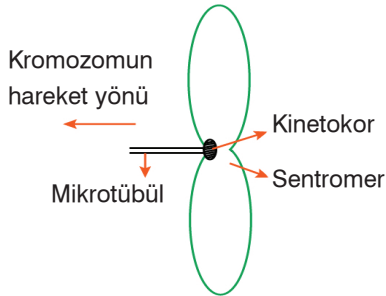
Mitoz bölünme ile ilgili,

- I. En uzun süren evre mitotik evredir.
- II. G_1 evresinde metabolizma hızı en yüksek düzeye ulaşır.
- III. G_2 evresine ulaşıldığında hücredeki DNA miktarı iki katına çıkmıştır.
- IV. S evresinden itibaren hücre büyümesi durur.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız II B) II ve III C) I, II ve III
D) I, III ve IV E) II, III ve IV

2.



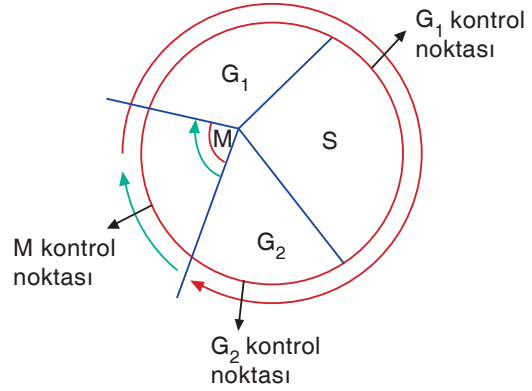
Bitki ve hayvan hücrelerindeki kromozomlar ve hareketleriyle ilgili olarak,

- I. Kromozomlar doğrudan sentrozomlara tutunarak kutuplara çekilir.
- II. Kardeş kromatitler kromozomun sentromer bölgesinde bir arada tutulurlar.
- III. Mikrotübüllerin bir ucu kromozoma diğer ucu çekirdek zarına tutunur.

ifadelerinden hangileri söylenebilir?

- A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

3.



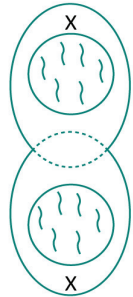
Hücre döngüsünün yukarıdaki evreleriyle ilgili hangisi yanlıştır?

- A) Çekirdek bölünmesi olayları M evresinde gerçekleşir.
- B) Protein ve ATP sentezinin en hızlı olduğu evre M'dir.
- C) G_2 kontrol noktasında hücre büyüklüğü ve DNA hasarı kontrol edilir.
- D) İntertaz süreci mitotik evreden daha uzun sürer.
- E) G_1 kontrol noktasında "devam et" sinyali almayan hücreler G_0 evresine geçerler.

4.

Mitoz bölünme geçirmekte olan bir hücreye ait bölünme evresini gösteren şekil yanda verilmiştir.

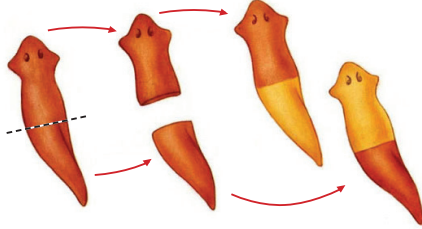
Buna göre hücrenin başlangıçtaki kromozom durumu ile şekilde görülen bölünme safhasının adı hangi seçenekte birlikte verilmiştir?



Kromozom Durumu Bölünme Safhası

- A) $n = 8$ Anafaz
B) $2n = 6$ Telofaz
C) $2n = 8$ Telofaz
D) $2n = 2$ Profaz
E) $n = 4$ İnterfaz

5. Planarya (yassı solucan) erselik canlı olup bazen istemesede aşağıdaki şekilde üremek zorunda kalabilir,



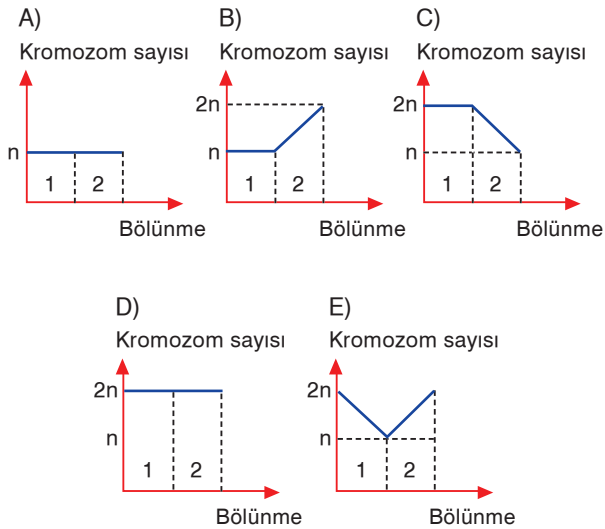
Bu üreme şekilleri için;

- Yavru canlılar ata canlının kalıtım materyali yönünden aynısıdır.
- Bu üreme şeklinde çeşitlilik eşeyli üremeden daha fazladır.
- Kertenkelenin kopan kuyruğunu yenilemesi de bu üreme şekline örnektir.

Bilgilerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

6. Haploit bir hücrenin art arda 2 kez mitoz bölünmesi sırasında kromozom sayısının değişimi aşağıdaki grafiklerin hangisinde doğru verilmiştir?



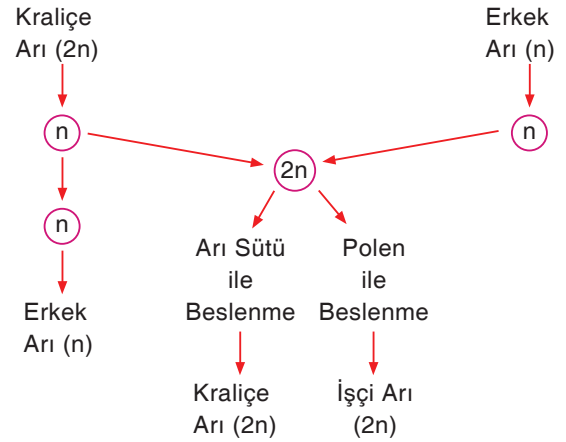
7. Mitoz bölünmede gerçekleşen bazı olaylar şunlardır:

- Kromozomların ekvatorial düzlemde dizilmesi
- Kromatitlerin ayrılarak karşılıklı kutuplara gitmesi
- Çekirdek zarının eriyip, çekirdekçiğin kaybolması
- Sitoplazmanın boğumlanarak bölünmesi
- Sentrozomların iç iplikçiklerini oluşturması

Bu olaylar doğru sıralandığında, başlangıçtan itibaren dördüncü sırada hangisi gözlemlenir?

- A) I B) II C) III D) IV E) V

8. Aşağıda arılardaki partenogenezle üreme şematize edilmiştir.

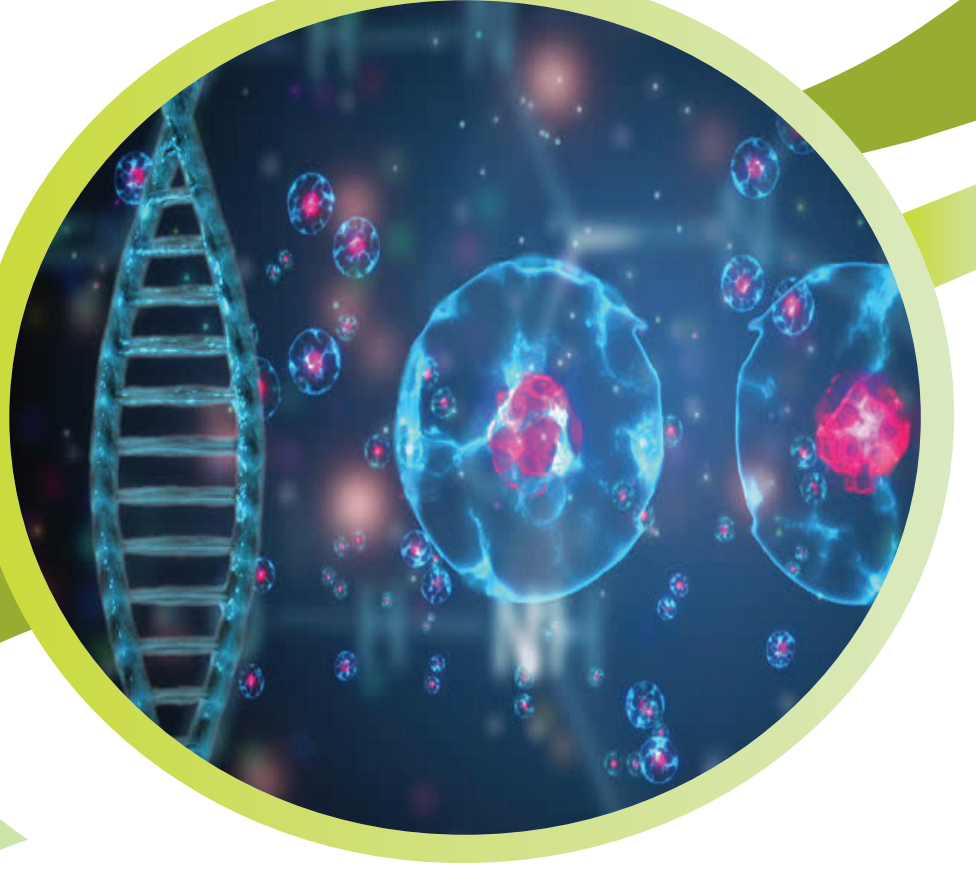


Buna göre, arıların üremesi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- Dölllenmemiş yumurtanın gelişmesiyle erkek arılar oluşur.
- Dölllenmiş yumurtadan kraliçe veya işçi arının oluşmasında çevre şartları etkili olmuştur.
- Kraliçe ve erkek arılar, gametleri mayoz bölünme ile oluşturmuşlardır.
- Döllenen yumurtadan dişi arılar oluşur.
- Erkek arıda her gen çeşidinden bir tane bulunur.

1. ÜNİTE: Canlılarda Hücre Bölünmeleri

10. SINIF BİYOLOJİ



2. FASİKÜL : Hücre Bölünmeleri

KAZANIMLAR

10.1.2.1. Mayoz Hücre Bölünmeleri ve Evreleri

10.1.2.2. Canlılarda Eşeyli Üreme ve Çeşitleri

ÖĞRENİLECEK KAVRAMLAR

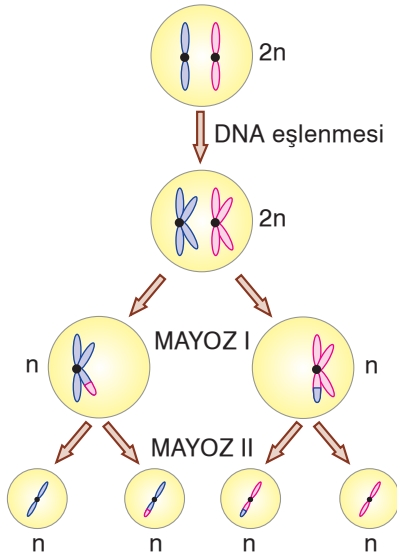
- | | | |
|-----------------|--------------------|------------|
| ➤ Mayoz | ➤ Gametogenez | ➤ Döllenme |
| ➤ Zigot | ➤ Tetrat | ➤ Sinapsis |
| ➤ Krossing-over | ➤ Homolog Kromozom | ➤ Diploit |
| ➤ Eşeyli Üreme | ➤ Tozlaşma | ➤ Haploit |

MAYOZ BÖLÜNME

- Mayoz bölünme, eşeyli üreme yapan canlılarda gamet oluşumunda etkili olan özel bir hücre bölünme şeklidir.
- Bu bölünme ile **diploit** ($2n$) hücrelerden **haploit** (n) hücreler oluşur.
- Mayoz sonucu oluşan üreme hücrelerine **gamet** adı verilir.
- Mayoz bölünme sonucu gamet oluşmasına ise **gametogenez** adı verilir.
- Mayoz sonucu oluşan gametlerin birleşmesi olayına **döllenme** adı verilir.
- Döllenme sonucu oluşan zigot $2n$ kromozomludur.

NOT : Mayoz bölünme ve döllenme olayları eşeyli üreme yapan canlılarda tür içinde kromozom sayısının sabit kalmasını sağlar.

- Mayoz bölünme; sadece $2n$ kromozomlu üreme ana hücrelerinde olur. (n , $3n$, $4n$ kromozomlu hücrelerde olmaz).



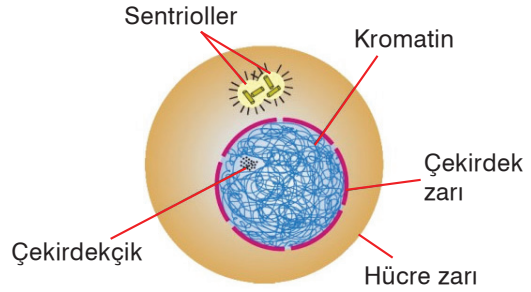
Mayoz bölünme iki ayrı bölünmeden oluşur.

Mayoz Bölünmenin Genel Özellikleri

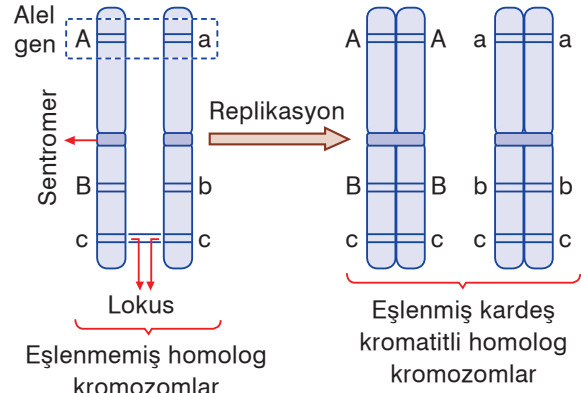
- Mayoz bölünme canlıların üreme organlarında meydana gelir.

- Mayoz sonucu oluşan gametler haploit (n) olduklarından ana canlıya ait kromozom çiftlerinden sadece birer tanesini bulundurlar.
- Mayoz bölünme canlılarda çeşitliliğe neden olan olayları içerdiğinden mayoz bölünme sonucunda oluşan hücreler birbirlerinden ve ana canlıdan farklı özelliklere sahip olabilirler.
- Üreme dönemlerinde görülür. Mitoz bölünme gibi hayat boyu devam etmez.
- Mayoz bölünme birbirini takip eden Mayoz I ve Mayoz II olmak üzere iki bölümden oluşur.
- Bölünme olayı başlamadan önce üreme ana hücresi bir hazırlık evresi geçirir. Bu hazırlık evresi **interfaz**'dır.

NOT : Mayoz bölünme sonucu oluşan bir hücre tekrar mayoz geçiremez ancak mitoz bölünme geçirebilir.



İnterfaz aşamasındaki hücre



Replikasyon öncesi ve sonrası homolog kromozomlar

Mayoz Bölünmenin Evreleri

- Mayoz I ve Mayoz II olmak üzere 2 temel evreden meydana gelir.
- Mayoz I'den önce interfazdaki olaylar gerçekleşmektedir.

İnterfaz

- İnterfaz evresi mayozun en başında Mayoz I'den önce gerçekleşir. Mayoz II'den önce ise interfaz yoktur.
- Mitoz bölünme öncesinde görülen interfaz gibidir.
- Bu evrede DNA molekülleri ve varsa sentrioller kendini eşler.
- Mayozun interfazı da mitozda olduğu gibi G_1 , S ve G_2 olmak üzere üç aşamadan meydana gelir.
- Hücre bölünmesinden önce bütün hazırlıklar yapılır.

Mayoz I :

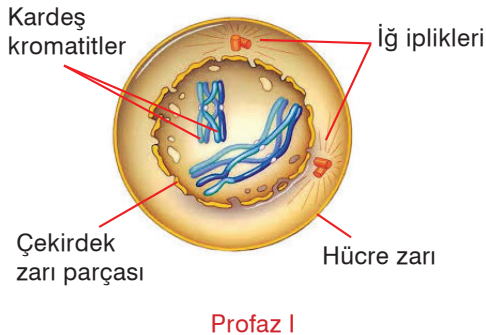
Mitozda olduğu gibi çekirdek bölünmesi ve sitoplazma bölünmesi gerçekleşir.

Çekirdek Bölünmesi I : (Karyokinez)

Profaz I, metafaz I, anafaz I ve telofaz I olmak üzere dört alt evrede gerçekleşir.

Profaz I :

- Kromatin iplikler kardeş kromatitli kromozomlar haline dönüşür. Çekirdek zarı, çekirdekçik ve endoplazmik retikulum erir.
- Hayvan hücrelerinde eşlenmiş olan sentrozomlar zıt kutuplara çekilirken iğ ipliklerini oluştururlar.
- İğ ipliklerinin kinetokorlarından tuttuğu kromozomlar hücrenin ortasına doğru hareket etmeye başlarlar.
- Mayozun en uzun ve önemli evresidir.
- Tetrat, sinapsis ve crossing-over önemli olaylardır.



Tetrat :

Homolog kromozomların yan yana gelerek dört kromatitden oluşturduğu yapıdır.

1 tetrat = 2 kromozom = 4 kromatit

Tetrat sayısı (n) kromozom sayısına eşittir.

Sinapsis :

Tetrat oluşumundan sonra homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitlerinin geçici olarak birbirine sarılmasıdır. Kardeş olmayan kromatitler arasındaki bu sarılmada, temas ettikleri çapraz bölgeye **kiyazma** denir. Kiyazma anafaz I'e kadar devam eder.

- Tetrat ve sinapsis; kesinlikle tüm mayoz bölünmelerde gerçekleşir.

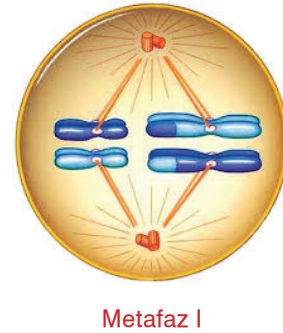
Krossing-over :

Homolog kromozomdaki kardeş olmayan kromatitler arasında meydana gelen parça değişimidir.

- Krossing-over, tüm mayoz bölünmelerde gerçekleşmek zorunda değildir. Krossing-over olmuşsa kalıtsal çeşitlilik artar.

Metafaz I :

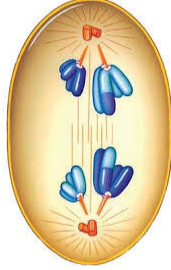
Bu evrede tetratlar, hücrenin ekvator düzleminde dizilir ve çift kromatitli kromozomlar kinetokorlarından iğ ipliklerine bağlanır, kontrol edilen bu bağlanma tamam ise bir sonraki alt evreye geçilir.



Anafaz I :

Homolog kromozomlar birbirinden ayrılarak hücrenin zıt kutuplarına doğru hareket eder. Bu olay ile kromozom sayısının yarıya inmesi durumuna hazırlık yapılmış olur.

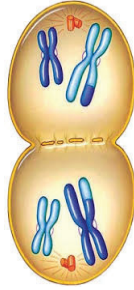
Bölünmede çeşitliliğe neden olan olay, hücre ortasında rastgele dizilmiş olan homolog kromozomların ayrılarak zıt kutuplara çekilmesidir.



Anafaz I

Telofaz I :

Canlı türüne özgü olarak çekirdek zarı ve çekirdekçik tekrar oluşabilir, iç iplikleri kaybolur. Kromozomlar kardeş kromatitli formdalar. Telofaz I ile sitoplazma bölünmesi de başlar.



Telofaz I

Sitoplazma Bölünmesi I : (Sitokinez)

- Telofaz I ile eş zamanlı olarak sitoplazma bölünmesinde gerçekleşir.
- Mayoz II'den önce interfaz olmadığından DNA eşlenmesi görülmez. Ancak sentrozomlar kendini eşler.
- Hayvan hücrelerinde sitoplazma boğumlanma ile bitki hücrelerinde orta lamel ile bölünür.
- Sitokinez sonrasında DNA eşlenmesinin gerçekleşmediği kısa bir hazırlık aşamasından sonra Mayoz I geçirmiş hücreler, Mayoz II bölünme evresine girer.
- Mayoz I sonunda kromozom sayısı yarıya iner. (Diploit → Haploit)
- Oluşan haploit iki hücrede kardeş kromatitler henüz ayrılmamıştır.

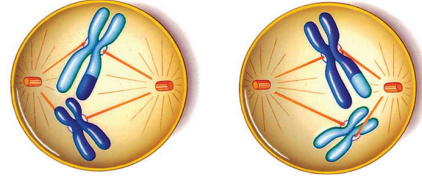
- Mayoz I tamamlandıktan sonra mayoz II öncesi interfaz görülmez, DNA eşlenmesi yoktur. Hayvan hücrelerinde sentrozom eşlenir.

Mayoz II :

Mayoz II'de çekirdek ve sitoplazma bölünmeleri görülür. Mayoz II bölünmesindeki olaylar ana hatları ile mitoz benzer.

Profaz II :

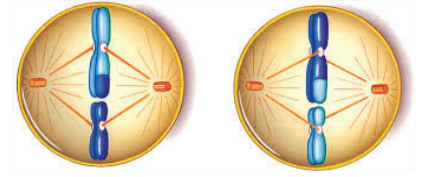
Çekirdek zarı erir. Sentrozomlar zıt kutuplara geçer ve iç iplikleri oluşturulur. Çok kısa süren bir evredir. İç ipliklerine bağlanan kromozomlar ekvatorial bölgeye hareket etmeye başlar. Eğer çekirdek zarı ve çekirdekçik tekrar oluşmuşsa bu evrede yine parçalanarak kaybolur.



Profaz II

Metafaz II :

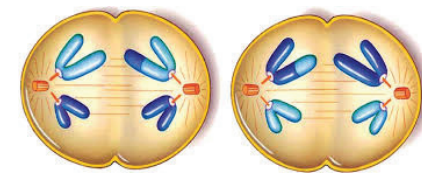
Mitozda olduğu gibi kromozomlar hücrenin ekvatorial düzleminde düzgün bir şekilde dizilirler.



Metafaz II

Anafaz II :

Mitoz bölünmede olduğu gibi kardeş kromatitler birbirinden ayrılarak hücrenin zıt kutuplarına hareket eder. Ayrılan kromatitlere kromozom denir. Dolayısıyla geçici olarak kromozom sayısı iki katına çıkar.



Anafaz II