

# dersdeo

öğrenmenin en kolay yolu ol!

## BIYOLOJİ

# HÜCRE BÖLÜNMESİ

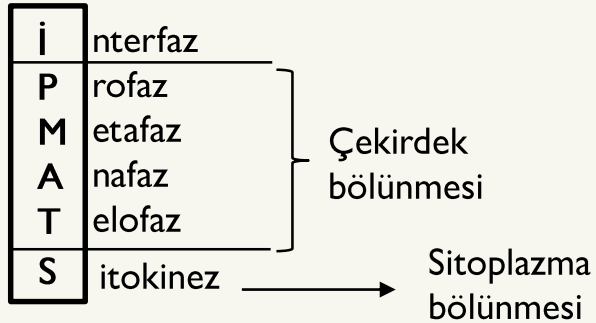
## Hücre Bölünmesinin Nedenleri:

- 1) Hacim – yüzey oranının bozulması,
  - 2) Sitoplazma – çekirdek oranının bozulması,
  - 3) Çekirdek denetiminin zorlaşması,
  - 4) Çekirdekten bölün emrinin verilmesi.
- ❖ Sinir hücreleri, çizgili kas hücreleri, bitkilerde değişmez dokular (parankima, destek, epidermis) bölünemez.

## a) İnterfaz (hazırlık evresi)

- DNA replikasyonu

## b) Bölünme



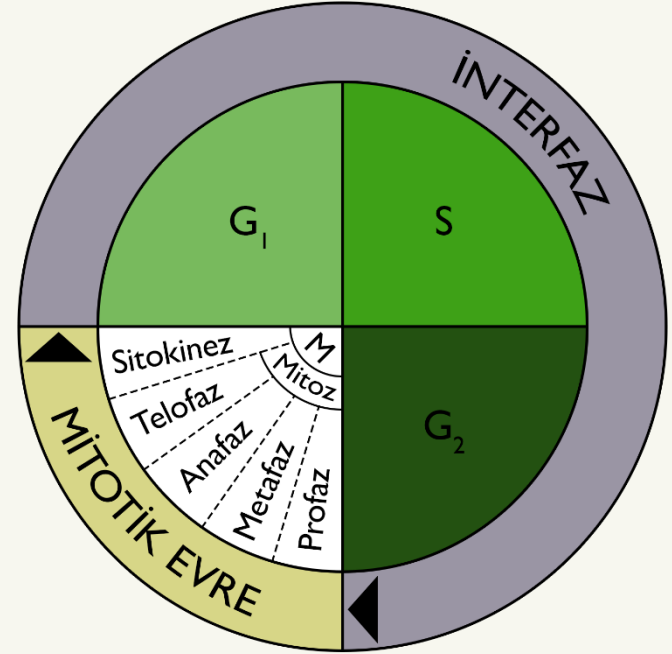
## Hücre Döngüsü

$G_1$  : ATP sentezi hızlanır.

- Organellerin sayısı artar.
- Protein sentezi hızlanır.
- Metabolizma hızı maksimum.

S : DNA eşlenir.

$G_2$  : Hücre bölünme hazırlığı tamamlanır.



- Embriyonal hücrelerde interfazda S var,  $G_1$  ya da  $G_2$  yok.

Böylece embriyo hücreleri büyümeden kısa sürede bölünür.

- ✓ Sinir ve kas hücrelerinde,  $G_1$  evresinden sonra hücre  $G_0$  denilen durgun evreye girer ve bölünmez.
- ✓ Hücre döngüsünün farklı evreleri arasındaki düzeni sağlayan kontrol noktaları vardır.  $G_1$ ,  $G_2$  ve **M** kontrol noktalarıdır. Bu noktalarda “dur” ve “devam et” sinyalleri döngüyü düzenler.

G<sub>1</sub> kontrol noktasında hücre yeterli büyüklüğe ulaşmışsa;

- Yeterli besin ve büyüme faktörü varsa,
- DNA'da hasar yoksa "devam et" sinyali vardır.
- G<sub>1</sub> evresinin **kilit** noktasında hücreye bölünme komutu verilir.

G<sub>2</sub> kontrol noktasında hücrenin büyüklüğü ve DNA hasarı kontrol edilir.

- Hasar varsa hücre döngüsü bu durum düzelinceye kadar durdurulur.

M kontrol noktasında;

Kromozomların iğ ipliklerine bağlanması kontrol edilir. Kinetokorlar iğ ipliğine tutunmazsa **anafaz** başlamaz. Kinetokorlar iğ ipliğine tutunursa “dur” sinyali ortadan kalkar, anafaz başlar.

- Hücre döngüsünün doğru işleyebilmesi için bazı proteinler bulunur. Bunlar **siklinler** ve **siklin bağımlı kinaz**’lardır.
- ✓ Büyümekte olan hücrede siklin bağımlı kinazlar sabit bir derişimdedir (inaktif). İnaktif olan siklin bağımlı kinazın aktif hale geçebilmesi için sikline bağlanması gerekir. Böylece döngünün oluşan sinyallerle başlaması ve sürekliliği sağlanır.
- Kanserli hücrelerde hücrelerin sinyallere cevap veremediği, sürekli bölündüğü tespit edilmiştir.

## Mitoz Bölünme

- Bir hücreden iki hücre oluşur.
- Oluşan hücreler genetik olarak aynıdır.

### Mitoz bölünme:

- Çok hücrelilerde doku, organ ve sistemlerin büyüüp gelişmesi
- Yıpranan dokuların onarımı
- Ölen hücrelerin yerine yenilerinin gelmesi
- Rejenerasyon (yenilenme)

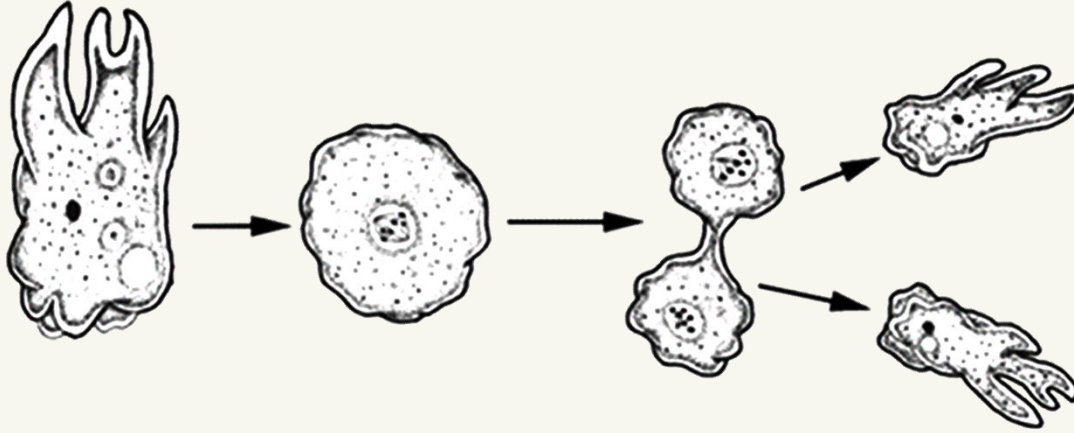
## Mitozun Önemi:

- Hücre sayısını çoğaltmak,
- Kromozom sayısını ( $n$ ) de ya da  $2n$  de sabit tutmak,
- Genetik bilginin yavru hücrelere değişmeden aktarılmasını sağlamak.

- Kertenkelenin kopan kuyruğunun onarımı (doku düzeyinde), karaciğerin kendini tamamlaması (organ düzeyinde)
- Planaria (yassı solucan) da vücut düzeyindedir.
- Canlı geliştikçe rejenerasyon yeteneği azalır.
- Mitoz bölünme, tek hücrelilerde çoğalmaya yarar.

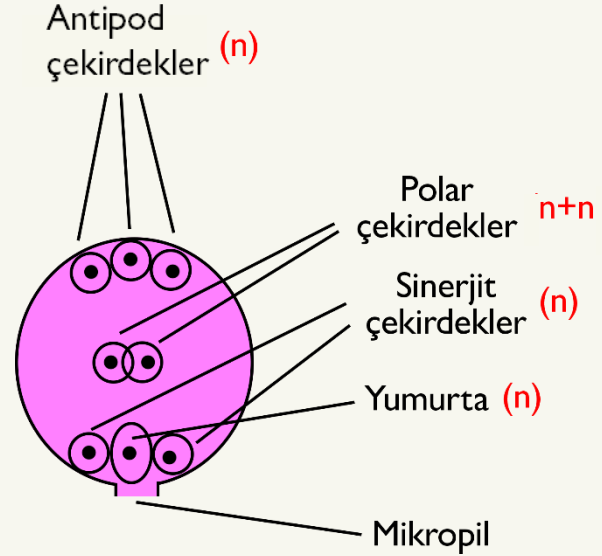
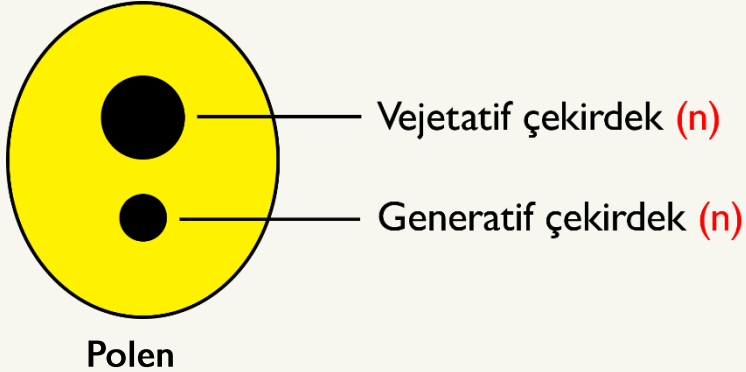
## Amitoz (Gizli mitoz):

Çekirdek zarı erimeden DNA eşlenir ve bölünme safhaları görülmeden iki yeni hücre oluşur.



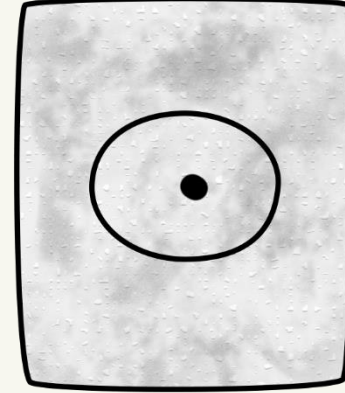
## Endomitoz:

Sitoplazma bölünmesi yok. Çekirdek bölünmesi var. Çiçekli bitkilerde polen oluşumu, embriyo kesesi oluşumu.



## İnterfaz:

- DNA replikasyonu
- Sentrioller eşlenir.
- Kromatin iplikler eşlendi.

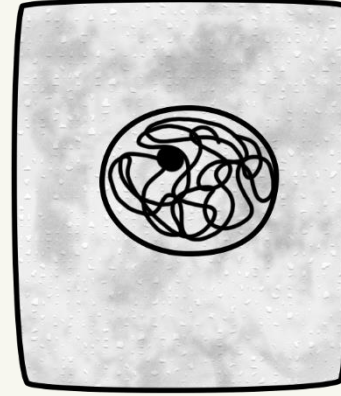


İnterfaz

## Mitoz Bölünmenin Evreleri

### Profaz:

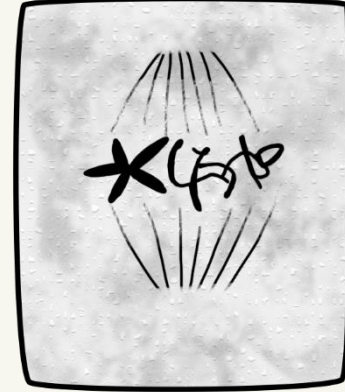
- Çekirdek zarı ve çekirdekçik erir.
- Sentrioller arasında iğ iplikleri oluşur.



Profaz

## Metafaz:

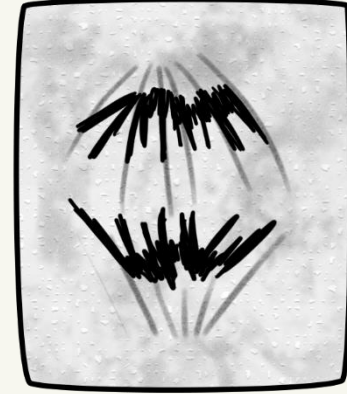
- Kromozomlar, kinetokor bölgelerinden iğ ipliklerine tutunarak merkeze dizilir.



Metafaz

### Anafaz:

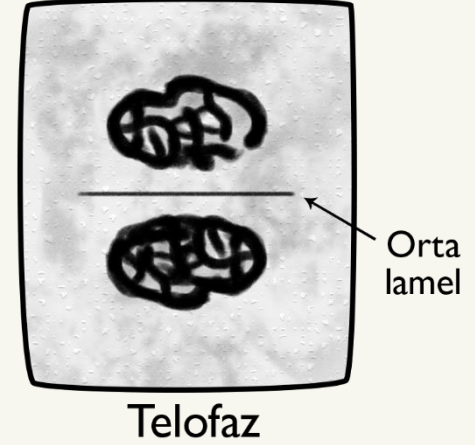
- Kardeş kromatitler, zıt kutuplara çekilir.
- Sentromerler ayrılır.



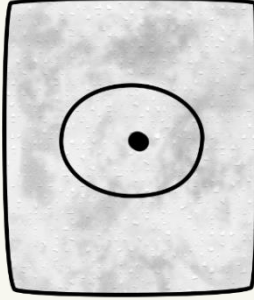
Anafaz

## Telofaz:

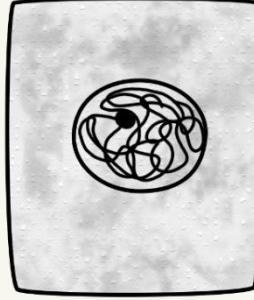
- Tekrar çekirdek zarı oluşur.
- ❖ Hayvan hücresinde mitoz, sentriol e lenmesi ve ara bölmenin oluşmaması ile bitki mitozundan ayrılır.



## Mitoz Bölünmenin Evreleri



İnterfaz



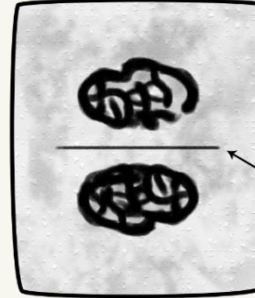
Profaz



Metafaz



Anafaz

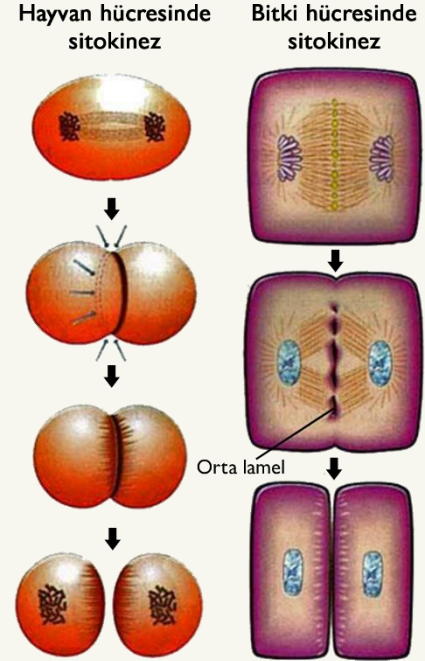


Telofaz

Orta  
lamel

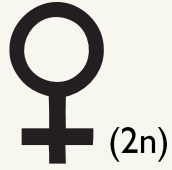
## Sitokinez:

- a) Hayvan hücrelerinde dıştan içe doğru boğumlanarak,
- b) Bitki hücrelerinde içten dışa doğru selülozik ara plak (ara lamel) ile gerçekleşir.



## Mayoz Bölünme (Yarılanma)

- Eşeyli üreme yapan canlılarda gamet oluşumunu sağlar.
- ✓ Sadece üreme organlarındaki  $2n$  kromozomlu eşey ana hücrelerinde görülür.
- Hayvanlarda testis ve ovaryumda,
- Çiçekli bitkilerde dişi ve erkek organda görülür.



(2n)

Eşey ana hücresi

$$2n = 44 + XX$$



$$n = 22 + X$$



(2n)

Eşey ana hücresi

$$2n = 44 + XY$$



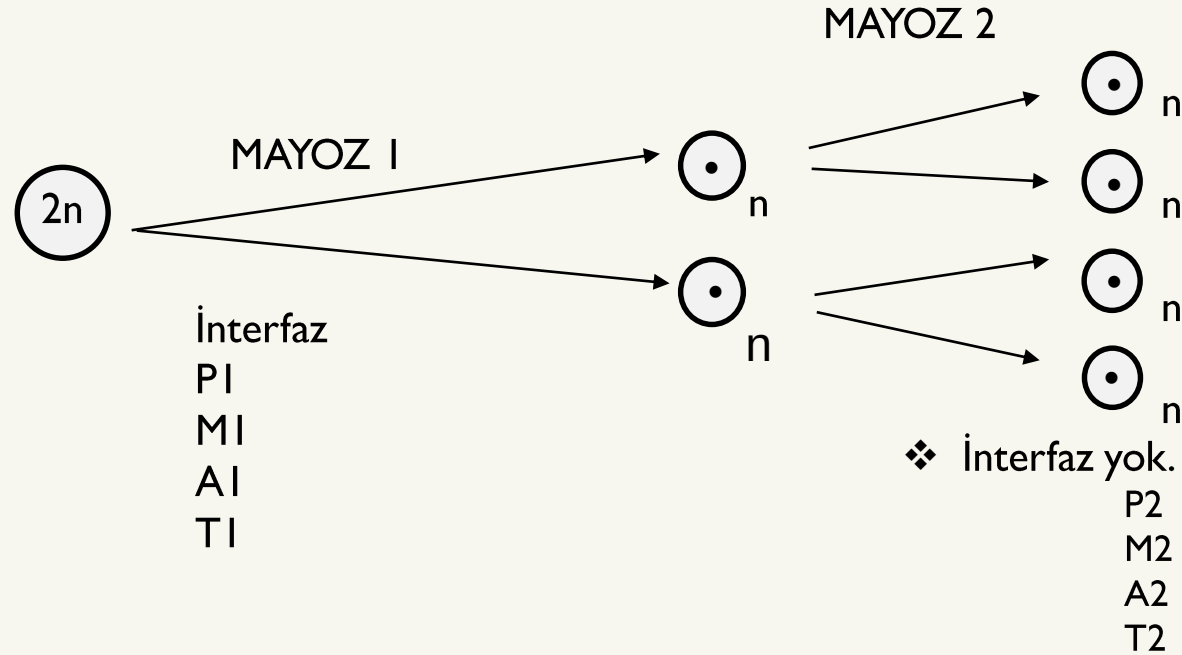
$$n = 22 + X, 22 + Y$$

Döllenme

$$2n = 44 + XX$$

$$2n = 44 + XY$$

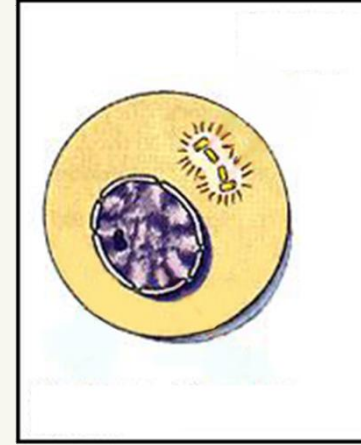
- Mayoz bölünme birbirini takip eden iki bölünmeden oluşur.



# Mayoz Bölünmenin Evreleri

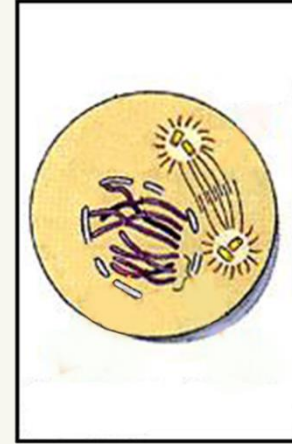
## I. Mayoz

### İnterfaz

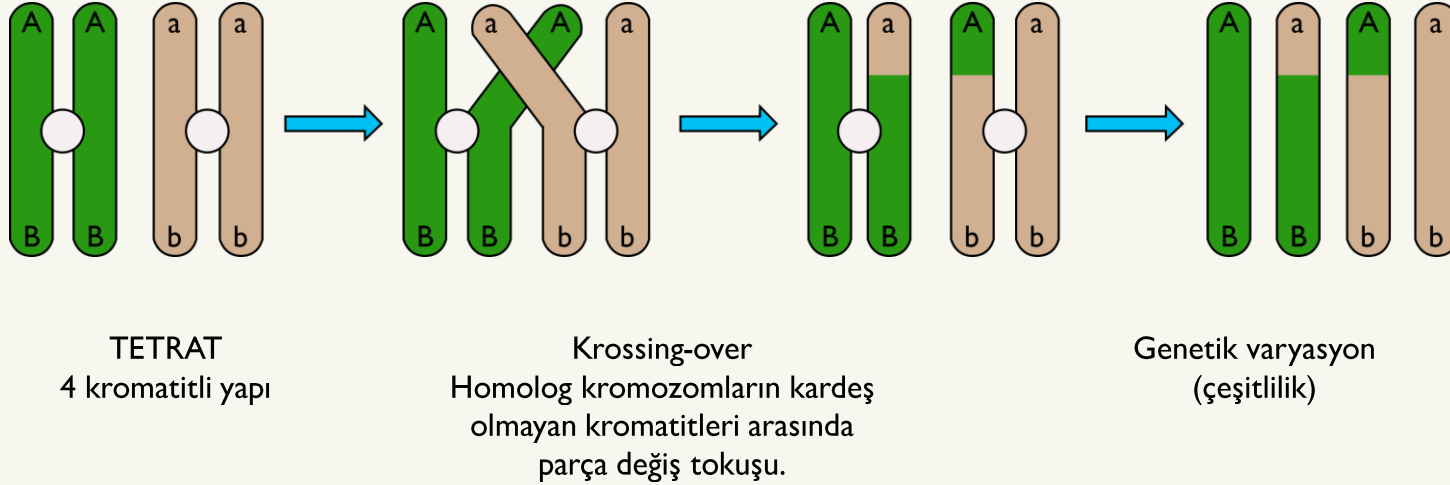


## Profaz I Evresi

### Profaz I



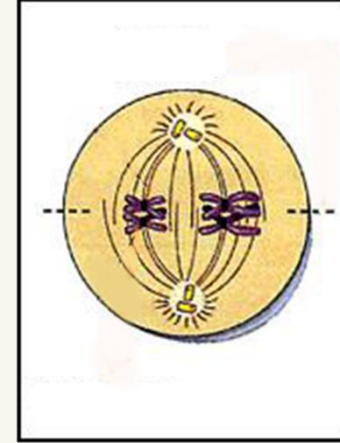
## Profaz I Evresi



2 kromozom= 4 kromatit= 1 tetrat= n = haploid kromozom sayısı

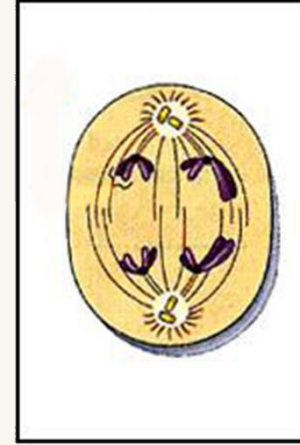
## Metafaz I Evresi

### Metafaz I



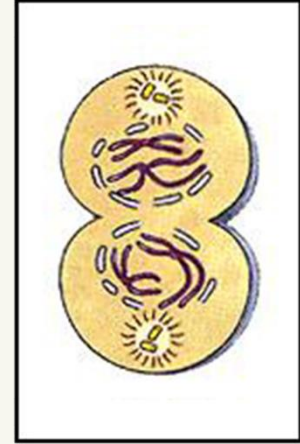
## Anafaz I Evresi

## Anafaz I



## Telofaz I Evresi

### Telofaz I



## II. Mayoz

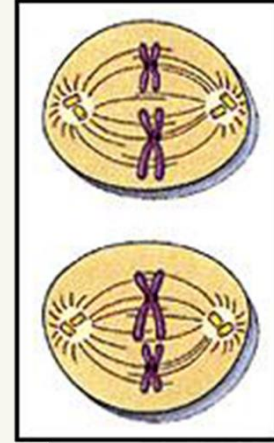
### Profaz II Evresi

### Profaz II



## Metafaz II Evresi

### Metafaz II



## Anafaz II Evresi

## Anafaz II

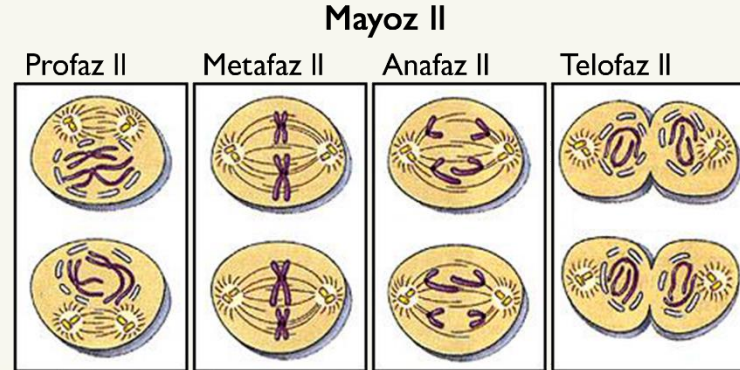
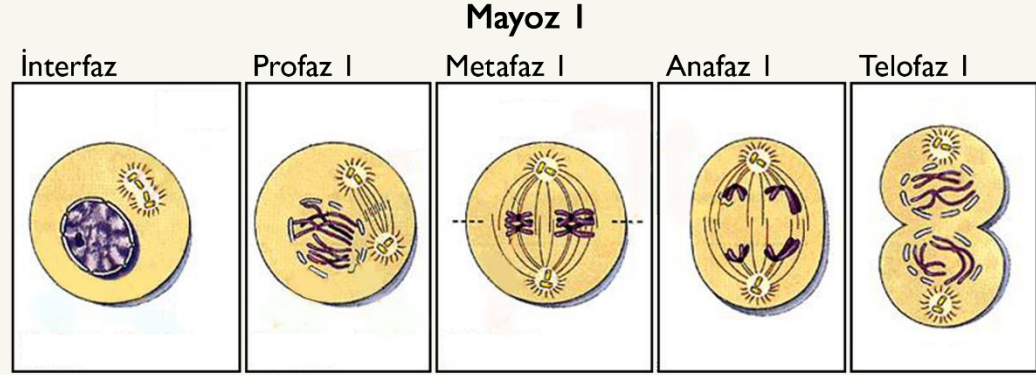


## Telofaz II Evresi

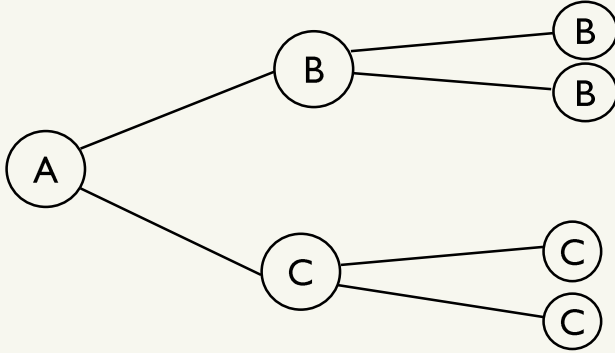
### Telofaz II



# Mayoz Bölünmenin Evreleri



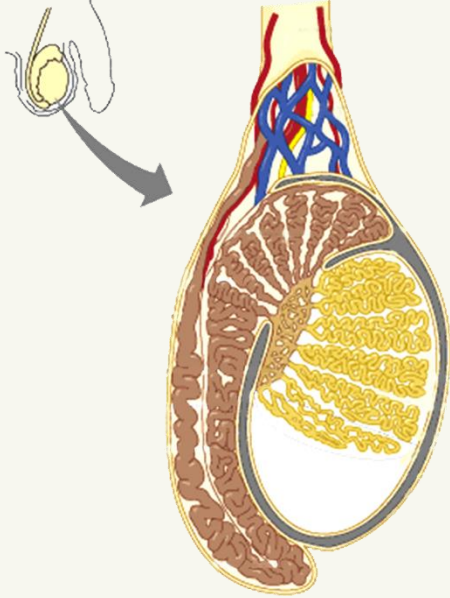
**NOT:** Eğer crossing over yoksa homolog kromozomların rastgele ayrılması da genetik çeşitlilik nedenidir.



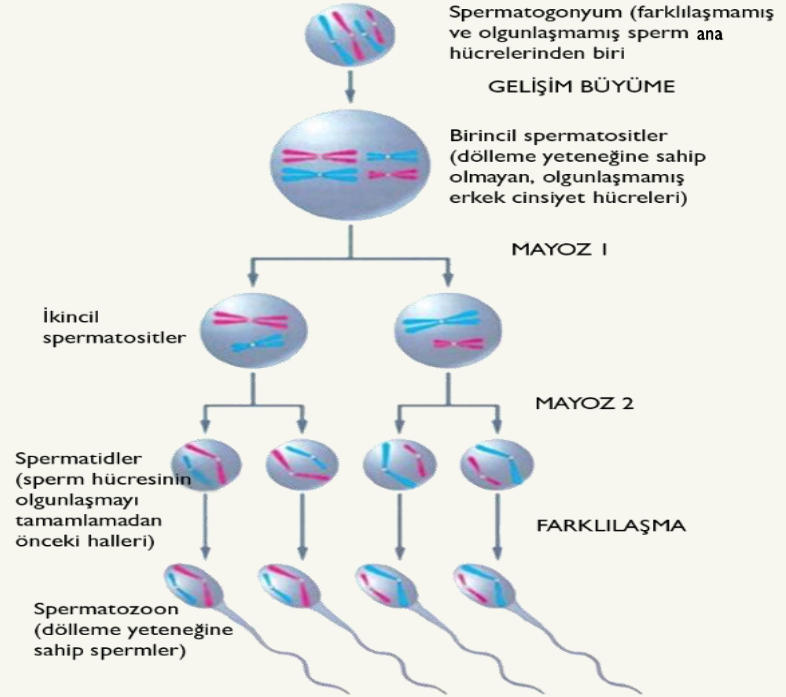
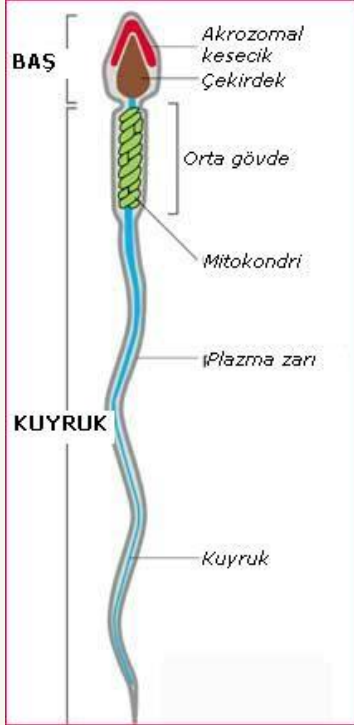
**İnterkinez:** İki çekirdek bölünmesi arasındaki telofazdan sonra görülen evre.

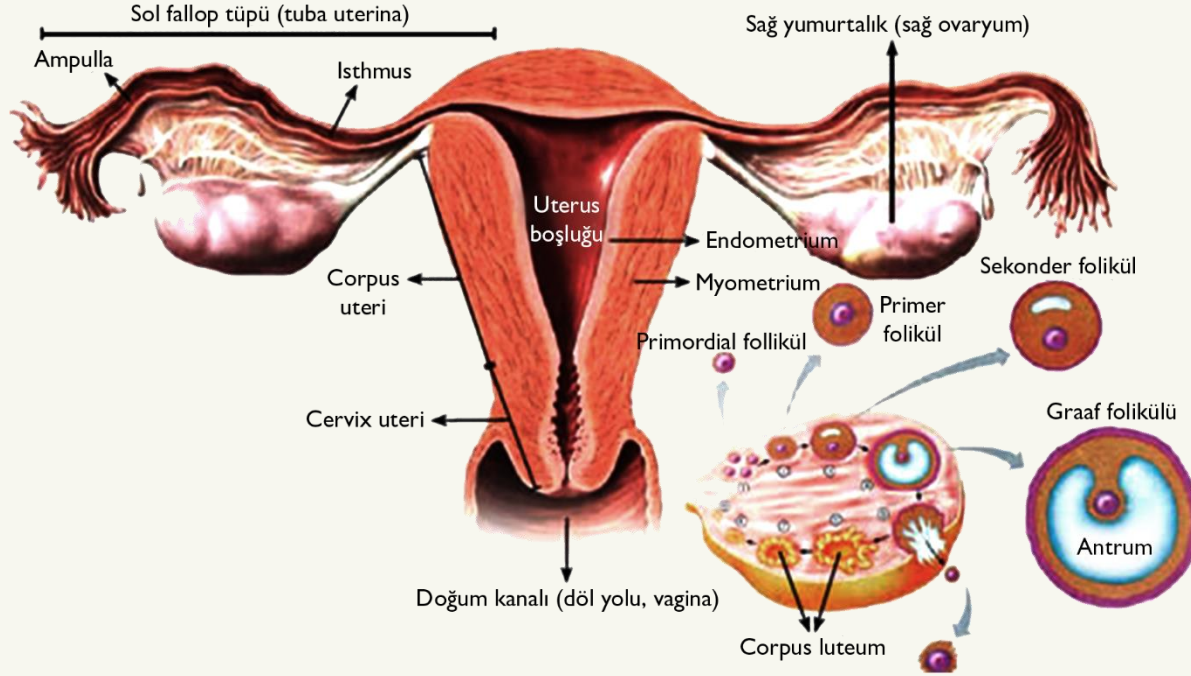


**Spermatogenez:** Mayoz bölünme erkek üreme organı olan testislerde gerçekleşiyorsa, bu olaya spermatogenez denir.

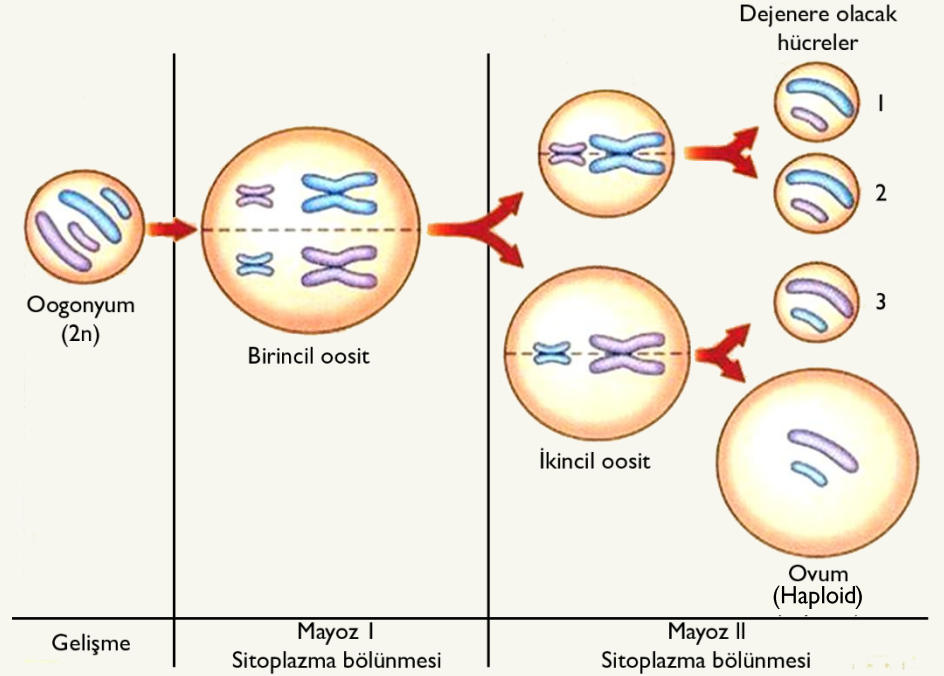
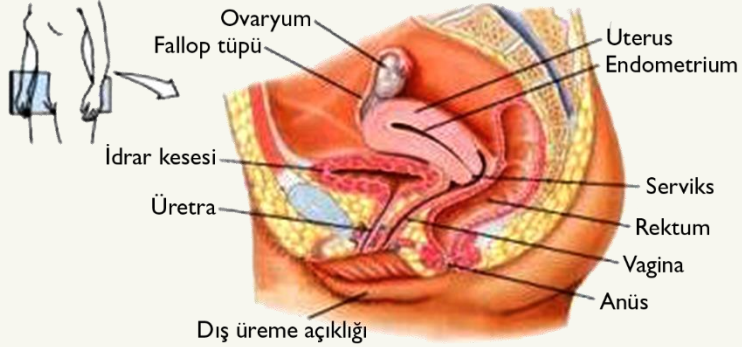


**Spermatogenez:** Mayoz bölünme; erkek üreme organı olan testislerde gerçekleşiyorsa, bu olaya spermatogenez denir.





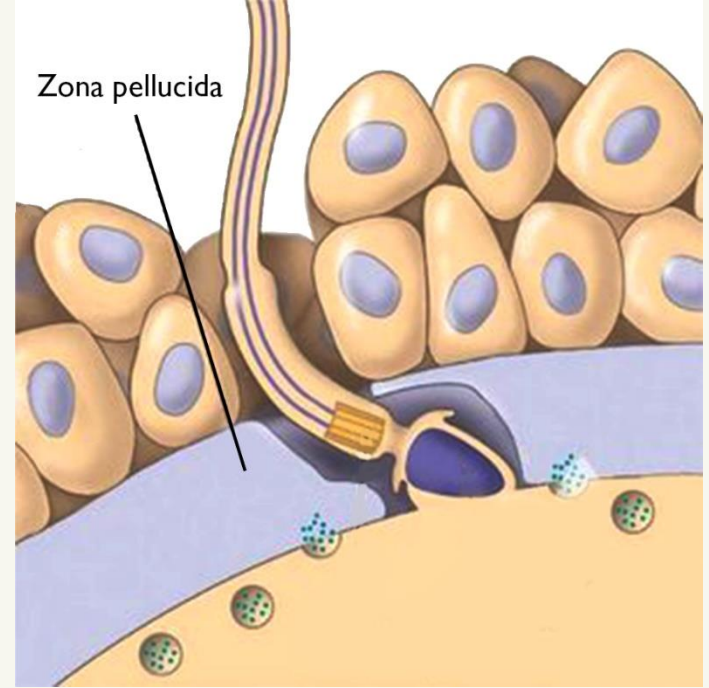
**Oogenez:** Mayoz bölünme dişi üreme organı olan yumurtalıklarda gerçekleşiyorsa, bu olaya oogenez denir.



Yumurta ve spermin döllenmesi sırasında yumurtaya sadece spermin baş bölgesi girer. Boyun bölgesindeki diğer yapılar atılır.

Yani insandaki mitokondrilerin kaynaęı dişi, sentrioller de sadece spermde bulunduęu için erkeęe aittir.

**Akrozom:** Yumurta zarını eritebilen özel bir sindirim enzimidir.



## ÖRNEK

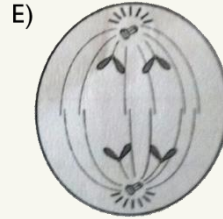
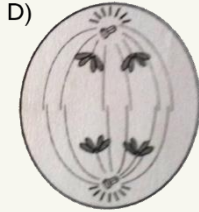
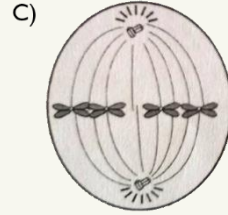
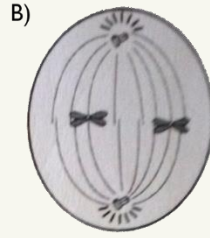
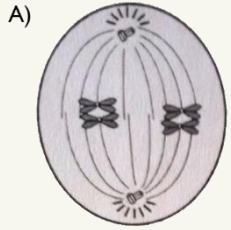
Bir insan epitel hücresinin hücre döngüsünde, aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?

- A) Kromozomların ekvatorial düzlemde sıralanması
- B) Sitokinezin gerçekleşmesinde mikrofilamentlerin görev alması
- C) Homolog kromozomların kutuplara çekilmesi
- D) İnterfazın S evresinde DNA'nın kendini eşlemesi
- E) Kromatin ipliklerin kromozom şeklinde yoğunlaşması

LYS 2014

## ÖRNEK

Aşağıdaki bölünme evrelerinden hangisi, mayoz bölünme geçiren  $2n = 4$  kromozomlu bir hücreye ait olamaz?



YGS 2013

## ÖRNEK

İnsanda gerçekleşen normal mitoz ve mayoz bölünme olayları ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

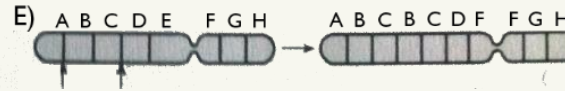
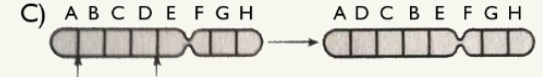
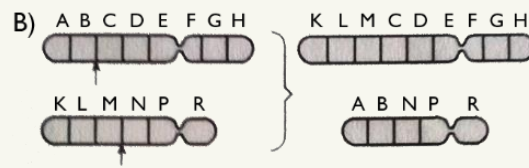
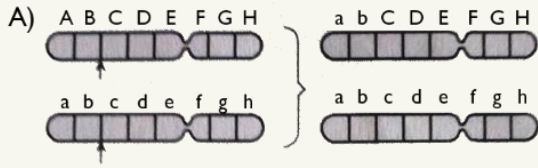
- A) Mitoz bölünme ile mayoz-I bölünmeleri tamamlandığında aynı sayıda hücre oluşur.
- B) Mitozun metafaz evresindeki bir hücrenin kromozom sayısı, mayozun anafaz-II evresindeki kromozom sayısının iki katıdır.
- C) Mitozun metafaz ve mayozun metafaz-II evresindeki kromozomlar ikişer kromatitlidir.
- D) Mayoz bölünme sonunda oluşan hücrelerin kalıtsal yapıları genellikle atasal hücrelerden farklıdır.
- E) Mayoz geçiren bir hücrenin anafaz-I evresindeki kromozom sayısı, mitoz geçiren bir hücrenin metafaz evresindeki kromozom sayısına eşittir.

LYS 2012

## ÖRNEK

Kromozom üzerinde meydana gelen aşağıdaki değişikliklerden hangisi crossing over ile ortaya çıkmıştır?

(Harfler kromozom üzerindeki genleri temsil etmektedir.)



LYS 2012

## ÖRNEK

Aşağıdaki olaylardan hangisi mitoz ve mayoz II bölünmenin her ikisinde de kural olarak gerçekleşir?

- A) Haploid kromozomlu yavru hücre oluşması
- B) Sinapsis olması
- C) Homolog kromozomların birbirinden ayrılması
- D) Kardeş kromatitlerin birbirinden ayrılması
- E) Crossing over olması

YGS 2011

## ÖRNEK

Kromozom sayısı  $2n$  olan bir canlıda, spermatogenez sırasında, mayoz I bölünme evresinde bir kromozomda ayrılmama olayı gerçekleşiyor.

Bu durumda oluşacak dört gametin kromozom sayılarının aşağıdakilerden hangisindeki gibi olması beklenir?

- A)  $n + 1, n, n$
- B)  $n - 1, n, n, n$
- C)  $n + 1, n - 1, n, n$
- D)  $n + 1, n + 1, n - 1, n - 1$
- E)  $n + 1, n + 1, n - 1, n$

LYS 2010

## ÖRNEK

Farklı bölünme aşamalarında olan 5 ökaryot hücre, 5 ayrı mikroskopta inceleniyor.

Bu mikroskoplardan,

1. birincisinde homolog kromozomların ayrı kutuplara çekildiği,
2. ikincisinde kardeş kromatitlerin ayrılması,
3. üçüncüsünde sitoplazmanın bölündüğü,
4. dördüncüde tetrad oluştuğu,
5. beşincisinde bölünme süreci tamamlandığında dört hücre oluştuğu görülüyor.

buna göre, mikroskopların hangilerindeki gözlem, izlenen bölünmenin mitoz ya da mayoz olduğuna karar vermek için kullanılabilir?

A) 1. ve 2.

B) 2. ve 3.

C) 1., 3. ve 5.

D) 1., 4. ve 5.

E) 3., 4. ve 5.

ÖSS 2009

## ÖRNEK

Canlılarda gerçekleşen,

- I. kromozomların kutuplara düzenli olarak çekilmesi,
- II. mayozda homolog kromozomlar arasında parça değişiminin olması,
- III. interfazda DNA'nın kendini eşlemesi,
- IV. mayozda homolog kromozomların ekvator düzleminde rastgele dizilmesi

olaylarından kural olarak genetik çeşitliliği arttıranlar, aşağıdakilerin hangisinde birlikte verilmiştir?

A) I ve II

B) I ve III

C) II ve III

D) II ve IV

E) III ve IV

ÖSS 2008