

## HÜCRE BÖLÜNMELERİ - I

- 10.1.1.1. Canlılarda hücre bölünmesinin gerekliliğini açıkla.
- 10.1.1.2. Mitozu açıkla.

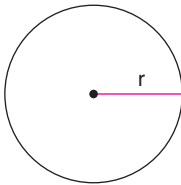
- ✓ Tüm canlılar hücresel yapıya sahiptir.
- ✓ Hücreler kendilerinden önceki hücrelerin bölünmesiyle oluşur.



- ✓ Canlılarda hücre bölünmeleri büyüme, gelişme, yıpranan doku ve organların onarımı, üreme vb. olayları sağlar.
- ✓ Canlılarda;
  - mitoz bölünme,
  - mayoz bölünme
 olmak üzere iki çeşit hücre bölünmesi görülür.

## Hücre Bölünmesinin Gerekliliği

- ✓ Hücre metabolizmasının çekirdek tarafından kontrol edilebilmesi, hücrenin ihtiyaçlarının karşılanabilmesi, metabolik artıkların uzaklaştırılabilmesi için hücre büyüklüğünün belirli sınırlar içerisinde tutulması gerekir.



- ✓ Bir hücre büyüdükçe yüzey artışı  $r^2$ , hacim artışı  $r^3$  şeklinde gerçekleşir.

- ✓ Bu durum  $\frac{\text{Yüzey}}{\text{Hacim}} \left( \frac{r^2}{r^3} \right)$  oranının azalmasına yani hücrenin sitoplazmasının hücre zarı yüzeyinden daha fazla artmasına neden olur.
- ✓ Hücre büyüdükçe hücre zarı sitoplazmanın ihtiyaçlarını karşılayamaz. Hücre zarından madde alışverişi zorlaşır.
- ✓ Çekirdek, sitoplazmadaki metabolik olayları yönetmekte güçlük çeker.

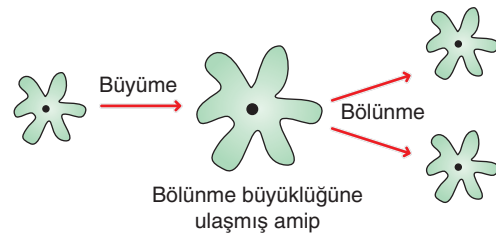
## DİFnot

Hücre bölünmesi yüzey/hacim oranını artırır.

- ✓ Hücre bölünmesinde sitoplazma miktarı ve çekirdeğin rolünü incelemek için amip ile aşağıdaki deneyler yapılmıştır.

## Deney 1

Amip, yaşaması için uygun bir besi yerine konularak amipe hiçbir işlem uygulanmamıştır.

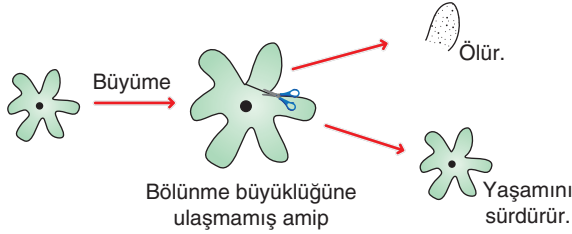


## Deney Sonucu

Amip belirli bir büyüklüğe ulaştıktan sonra bölünmüştür.

**Deney 2**

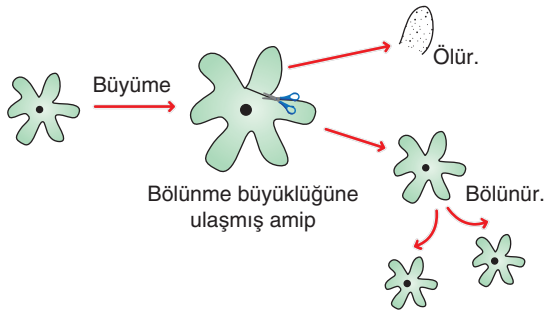
Amip, besin yerinde yaşamını sürdürürken bölünme büyüklüğüne ulaşmadan sitoplazmasının bir kısmı kesilir.

**Deney Sonucu**

Çekirdeksiz sitoplazma kısmı ölürken, çekirdekli kısım kendini onararak yaşamını sürdürür ancak bölünme büyüklüğüne ulaşmadan bölünemez.

**Deney 3**

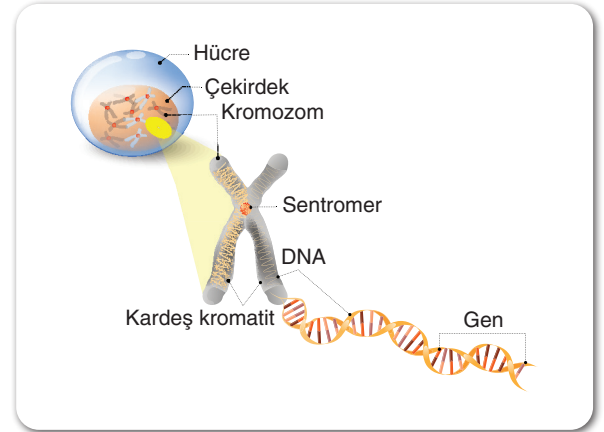
Amibin besin yerinde yüzey/hacim ilişkisi bozulana kadar büyümesi beklendikten sonra sitoplazmasının bir kısmı kesilir.

**Deney Sonucu**

Çekirdeksiz sitoplazma kısmı ölürken çekirdekli kısım kendini onarır ve bölünür.

**DiFnot**

Hücrenin bölünebilmesi için yüzey/hacim oranının bozulmasına bağlı olarak çekirdeğin bölünme emri vermesi gerekir.

**Hücre Bölünmelerinde Karşılaşılabilecek Kavramlar****DNA (Deoksiribo Nükleik Asit)**

- ✓ Nükleotitlerden oluşan kalıtsal bilgiyi taşıyan yönetici moleküle **DNA** denir.
- ✓ DNA hücre bölünmesinin interfaz evresinde eşlenerek hücre bölünmesi ile yavru hücrelere aktarılır.
- ✓ Prokaryot hücrelerde DNA halkasal, ökaryot hücrelerde DNA doğrusaldır.

**Gen**

- ✓ Özgül nükleotit dizisinden oluşan kalıtsal bilgiyi taşıyan DNA parçasına **gen** denir.

**Genom**

- ✓ Bir canlının sahip olduğu genlerin tamamına **genom** denir.

**Kromatin İplik**

- ✓ Bölünme aşamasında olmayan hücrenin kalıtım maddesi (DNA) ve protein kompleksinden oluşan ince uzun iplikler hâlindeki yapılara **kromatin iplik** denir.

**Kromozom**

- ✓ Hücre bölünmesi sırasında kromatin ipliklerin kısalıp kalınlaşarak özel katlanmalar sonucu oluşturduğu yapıya **kromozom** denir.

Kromozom = DNA + Protein

- ✓ Aynı tür canlıların sağlıklı bireylerinin kromozom sayıları aynıdır.

- ✓ Kromozom sayısı aynı olan her canlı aynı türden değildir.

Örneğin insan, kurtbağrı bitkisi ve moli balığı 46 kromozoma sahiptir.

- ✓ Kromozom sayısı ile canlının gelişmişlik düzeyi arasında bir ilişki yoktur.
- ✓ Gelişmişlikte önemli olan kromozomların taşıdığı gen çeşidi sayısıdır.



Kromozom

### Kromatit

- ✓ DNA eşlenmesi sonucu oluşan, birbirinin aynısı olan, kromozomu oluşturan, iki parçadan her birine **kromatit** denir.

### Kardeş Kromatit

- ✓ Bir kromozomu oluşturan birbirinin genetik kopyası olan iki kromatite **kardeş kromatit** denir.

### Sentromer

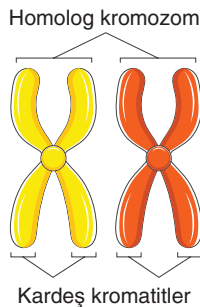
- ✓ Kardeş kromatitleri bir arada tutan bölgeye **sentromer** denir.

### Kinetokor

- ✓ Sentromer bölgelerinde bulunan iğ ipliklerinin tutunmasını sağlayan protein yapılı kısma **kinetokor** denir.

### Homolog Kromozom

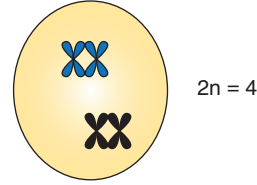
- ✓ Biri anneden diğeri babadan gelen şekil ve büyüklükleri aynı olan kromozom çiftine **homolog kromozom** denir.



Kardeş kromatitler

### Diploit (2n) Hücre

- ✓ Homolog kromozomları bir arada bulunduran hücrelere **diploit** denir.

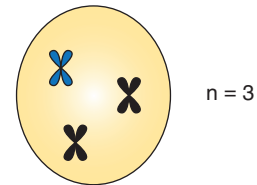


- ✓ Diploit hücrelerde kromozomlar çift takım hâlinde bulunur.

Örnek: eşey ana hücresi, karaciğer hücresi

### Haploit (n) Hücre (Monoploit Hücre)

- ✓ Homolog kromozomların bir arada bulunmadığı hücelere **haploit** denir.



- ✓ Haploit hücrede kromozomlar tek takım hâlinde bulunur.

Örnek: eşey (yumurta ve sperm) hücreleri

### Otozom Kromozom

- ✓ Vücut kromozomlarına verilen addır.

### Gonozom Kromozom

- ✓ Eşey kromozomlarına verilen addır.
- ✓ 2n kromozomlu canlılarda daima kromozomların iki tanesi gonozomal kromozomdur.

## DiFnot

İnsan 2n = 46 kromozoma sahiptir.

Dişi birey		Erkek birey	
44	+ XX	44	+ XY
Otozom kromozomları	Gonozom kromozomları	Otozom kromozomları	Gonozom kromozomları

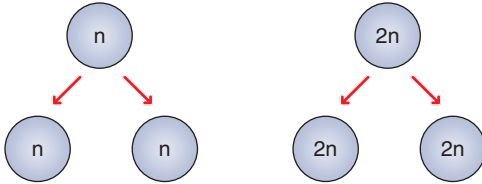
### Somatik Hücre

- ✓ Vücut hücrelerine **somatik hücre** denir.

## MITOZ BÖLÜNME

### Mitoz Bölünmenin Özellikleri

- ✓ Haploit (n), diploit (2n) ve triploit (3n) kromozomlu hücreler mitoz bölünme geçirebilir.
- ✓ Mitoz bölünme sonucu iki hücre oluşur.
- ✓ Mitoz bölünmede kromozom sayısı değişmez, sabit kalır.



- ✓ Kalıtsal çeşitlilik yoktur. Bölünme sonucu oluşan hücreler birbirleriyle ve ata hücre ile aynı kalıtsal bilgiyi taşır.

### DiFnot

Mitoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin farklı kalıtsal özellik taşıması mutasyon ile açıklanabilir.

- ✓ Mitoz bölünme art arda gerçekleşebilir.

### DiFnot

Mitoz bölünme sonucu oluşan hücre sayısı =  $2^n \rightarrow$  mitoz bölünme sayısı

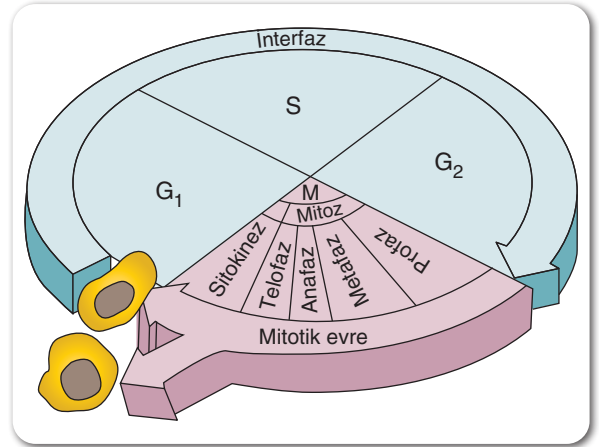
bağıntısıyla bulunabilir.

- ✓ Tek hücreli canlılarda mitoz bölünme üremeyi sağlar.
- ✓ Çok hücreli canlılarda mitoz bölünme;
  - büyüme ve gelişmeyi,
  - yıpranan dokuların onarımı ve yaraların iyileşmesini (rejenerasyon),
  - eşeysiz üremeyi sağlayabilir.
- ✓ Ayrıca erkek arıda sperm hücrelerinin oluşumu mitoz bölünme ile sağlanır.

**TEST - 1'İ ÇÖZEBİLİRSİNİZ.**

## Hücre Döngüsü

- ✓ Bölünme sonucu oluşan hücrenin büyüüp gelişerek bölünmesini tamamlamasına kadar geçen sürece **hücre döngüsü** denir.
- ✓ Hücre döngüsü iki hücre bölünmesi arasındaki dönem olarak ifade edilebilir.



Hücre Döngüsü

- ✓ Hücre döngüsü, döngünün yaklaşık %90'ını oluşturan interfaz (hazırlık) evresi ile kısa süren mitotik (bölünme) evreden oluşur.
- ✓ Interfaz;
  - G<sub>1</sub>,
  - S,
  - G<sub>2</sub>
 olmak üzere üç alt evreden oluşur.
- ✓ Mitotik evre;
  - Karyokinez (Mitoz = Çekirdek bölünmesi)
    - Profaz
    - Metafaz
    - Anafaz
    - Telofaz
  - Sitokinez (Sitoplazma bölünmesi) alt evrelerinden oluşur.
- ✓ Hücre döngüsünün süresi canlıdan canlıya değişebildiği gibi aynı canlının farklı dokularında da farklı olabilir.

Örneğin bakteri hücresi uygun koşullarda 20 dakikada bir bölünebilirken insanın bazı epitel hücreleri 24 saatte, bazıları ise 8 saatte bir bölünebilir.

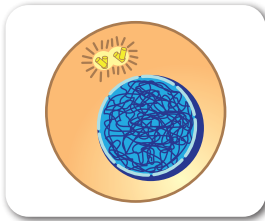
## DiFnot

Bakteri hücresi bölünme yeteneğine sahipken prokaryot hücreli olduğundan çekirdeği yoktur ve mitoz bölünme geçiremez. Bakteri hücresi bölünürken DNA eşlenmesini sitoplazma bölünmesi takip eder.

- ✓ Hücre döngüsünün süresini hormonlar, bazı genetik faktörler, yaş ve bazı çevresel faktörler etkileyebilir.
- ✓ İnsanda;
  - sinir,
  - kan (alyuvar, akyuvar, kan pulcukları),
  - yumurta,
  - sperm,
  - gözdeki retina,
  - çizgili kas
 hücreleri bölünme yeteneğini kaybetmiştir.
- ✓ Bitkilerde sadece meristem dokuyu oluşturan hücreler bölünme özelliği gösterir.
- ✓ Bazı hücrelerin hücre döngüsünde çekirdek bölünmesini sitoplazma bölünmesi takip etmeyebilir. Bu durum bir hücrenin birden fazla çekirdek içermesine neden olur.
 

Örnek: polen hücresi

## İnterfaz



- ✓ İnterfaz,
  - G<sub>1</sub>,
  - S,
  - G<sub>2</sub>
 olmak üzere üç evrede gerçekleşir.

## G<sub>1</sub> Evresi

- Protein sentezi, enzim sentezi, ATP sentezi gibi metabolizma olayları yoğun bir şekilde gerçekleşir.
- Ribozom, mitokondri, golgi gibi organellerin sayısı artar.
- Hücrenin sitoplazma miktarı artar ve hücre, yüzey/hacim ilişkisi bozulacak kadar büyür.

## S Evresi

- DNA kendini eşler (DNA iki katına çıkar.). DNA'nın kendini eşlemesine **replikasyon** denir.

## DiFnot

DNA'nın kendini eşlemesi hücrenin bölüneceğinin kesin kanıtıdır.

- Hayvan hücresinde sentrozom eşlenir.

## DiFnot

Bitki hücrelerinde sentrozom organeli olmadığı için sentrozom eşlenmesi görülmez.

## G<sub>2</sub> Evresi

- Protein sentezi, enzim sentezi ve ATP sentezi gibi sentez olayları devam eder.
- Organel sayısı artar.
- Hücre, bölünme hazırlığını tamamlar.

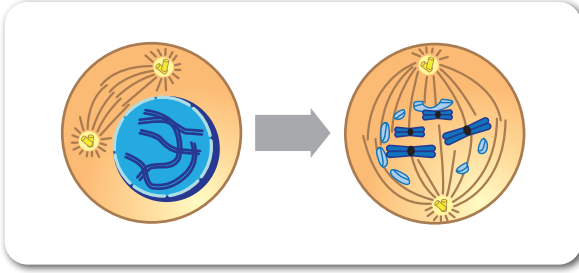
## Mitotik Evre

- ✓ İnterfaz tamamlandıktan sonra mitotik evre gerçekleşir.
- ✓ Bölünme evresidir.
- ✓ Mitotik evre;
  - çekirdek bölünmesi (karyokinez - mitoz),
  - sitoplazma bölünmesi (sitokinez)
 olmak üzere iki aşamada gerçekleşir.

## Çekirdek Bölünmesi (Karyokinez - Mitoz)

- ✓ Bu evrede hücre çekirdeği, içerdiği tüm kalıtsal bilgiyi yeni oluşan çekirdeklere aktarır.
- ✓ Çekirdek bölünmesi;
  - profaz,
  - metafaz,
  - anafaz,
  - telofaz
 olmak üzere dört evrede gerçekleşir.

## Profaz



- ✓ Mitozun en uzun süren evresidir.
- ✓ Kromatin iplikler kısalıp kalınlaşarak kromozom hâlinde belirginleşir.

Kromatin iplik → Kromozom

## DiFnot

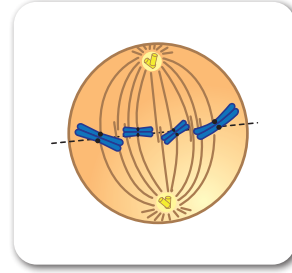
İnterfaz evresinde DNA replikasyonu gerçekleştiğinden profaz evresinde her kromozom kardeş kromatitten meydana gelir.

- ✓ Çekirdekçik kaybolur.
- ✓ Çekirdek zarı ve endoplazmik retikulum parçalanır.
- ✓ Kromozomların hareketini sağlayan iğ iplikleri oluşur.
  - İğ ipliklerinin oluşumu bitki ve hayvan hücrelerinde farklılık gösterir.
  - Hayvan hücrelerinde iğ iplikleri sentrozomların kutuplara doğru çekilmesi sırasında mikrotübüllerin uzamasıyla oluşur.
  - Bitki hücrelerinde sentrozom bulunmadığı için iğ iplikleri sitoplazmadaki mikrotübül adı verilen proteinler aracılığı ile oluşur.

## DiFnot

- ✓ Sentrozom organeli birbirine dik iki tane sentriyolden oluşur. Dolayısıyla soruda sentrozom veya sentriyolden bahsedilirse bölünmekte olan hücre bitki hücresi olamaz, hayvan hücresidir.
- ✓ Sentriyol ve sentromer birbirine karıştırılmamalıdır. Sentriyol sentrozom organeli oluştururken sentromer kromozom yapısında bulunur ve kardeş kromatitleri birbirine bağlar.

## Metafaz

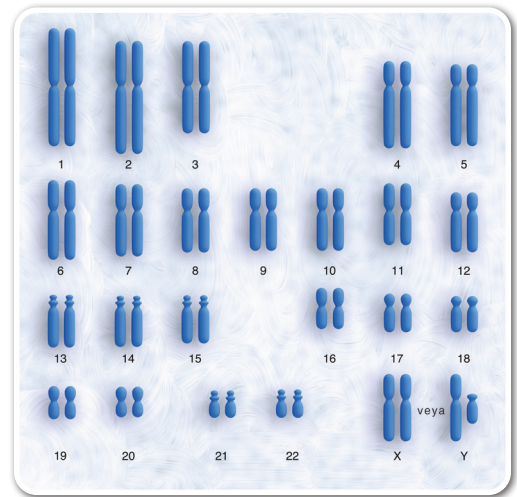


- ✓ İğ ipliklerine kinetokor bölgelerinden tutunan kromozomlar hücrenin ekvatorial düzleminde (metafaz plağı) yan yana dizilir.

## DiFnot

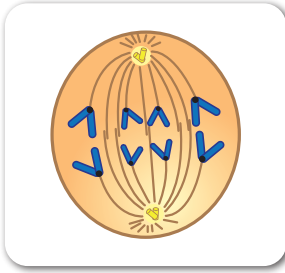
Kromozomu oluşturan her bir kromatitte bir tane protein yapılı kinetokor bölgesi bulunur. Yani metafaz evresindeki her kromozomun iki kinetokor bölgesi vardır.

- ✓ Metafaz evresi kromozomların en net görülüp sayıldığı evredir.
- ✓ Hücre döngüsünün metafaz evresinde karyotip analizi yapılır.
- ✓ Kromozomların büyüklük, sentromer konumu, biçimi vb. özelliklerine göre çiftler hâlinde görüntülenmesine **karyotip analizi** denir.



- ✓ Karyotip analizi ile şekil ve sayı bakımından kromozom anormallikleri belirlenir.

Örnek: down sendromu

**Anafaz**

- ✓ İğ iplikleri kutuplara doğru çekilir.
- ✓ Kinetokorlara bağlanan iğ ipliklerinin kutuplara doğru çekilmesi kardeş kromatitlerin birbirinden ayrılmasına neden olur.
- ✓ Kinetokorlara bağlanmayan iğ iplikleri ise hücrenin boyuna uzamasına neden olarak hayvan hücrelerinde sitoplazma bölünmesini kolaylaştırır.

**DiFnot**

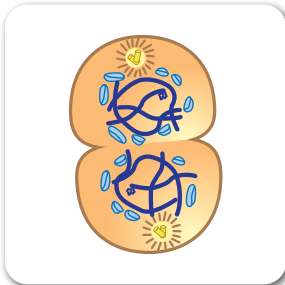
Anafaz evresinde zıt kutuplara çekilen her bir kromatit kromozom olarak adlandırılır. Dolayısıyla anafaz evresinde kromozom sayısı iki katına çıkar.

**DiFnot**

Mitoz bölünmede kalıtsal çeşitliliğin olmamasının temel nedeni anafaz evresinde zıt kutuplara çekilen kardeş kromatitlerin aynı kalıtsal bilgiyi taşımasıdır.

**DiFnot**

Mitoz bölünmenin anafaz evresinde birbirinden ayrılan her bir kromatitin kromozom olarak sayılması mitoz sonucu oluşan hücrelerin ata hücre ile aynı kromozom sayısına sahip olmasına neden olur.

**Telofaz**

- ✓ Çekirdek zarının yeniden oluşması ile iki çekirdekli bir hücre oluşur.

- ✓ Çekirdekçikler yeniden oluşur.
- ✓ İğ iplikleri kaybolur.
- ✓ Kromozomlar inceliyor uzayarak kromatin ipliğe dönüşür.

Kromozom → Kromatin iplik

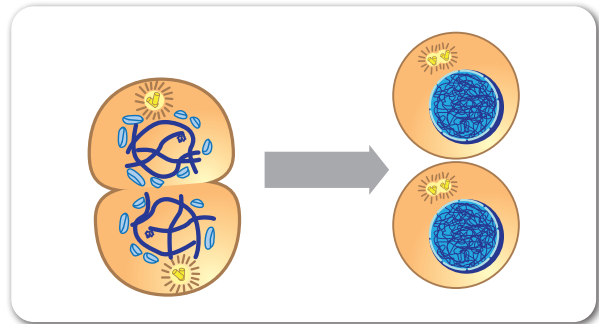
- ✓ Genellikle telofaz sonuna doğru hayvan hücresinde sitoplazma boğumlanmaya başlarken bitki hücresinde hücre çeperi boğumlanmaya izin vermediğinden ara lamel (ara plak) oluşumu başlar.

**DiFnot**

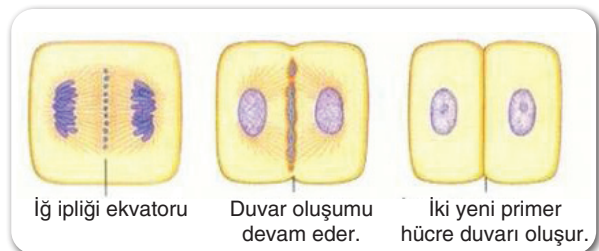
Telofaz sonunda aynı kalıtsal bilgiye sahip iki çekirdekli bir hücre oluşur.

**Sitoplazma Bölünmesi (Sitokinez)**

- ✓ Çekirdek bölünmesinin ardından gerçekleşen sitoplazma bölünmesine **sitokinez** denir.
- ✓ Sitokinez sonucu iki hücre oluşur.
- ✓ Bitki ve hayvan hücrelerinde sitokinez gerçekleşir ancak gerçekleşme şekli farklılık gösterir.

**Hayvan Hücresinde Sitokinez**

- ✓ Hayvan hücresinde sitokinez boğumlanarak gerçekleşir.
- ✓ Boğumlanmayı mikrofamentleri oluşturan proteinler sağlar.

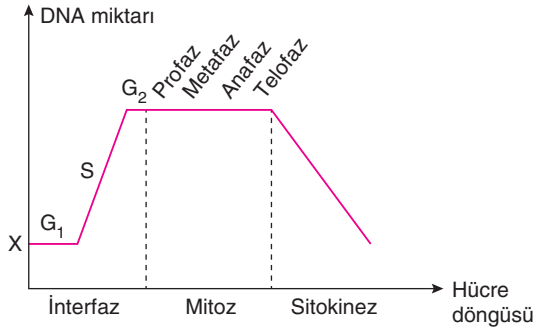
**Bitki Hücresinde Sitokinez**

- ✓ Bitki hücresinde sitoplazma bölünmesi ara lamel (orta plaka - hücre plağı) oluşumu ile gerçekleşir.
- ✓ Golgiden ayrılan keseciklerin hücrenin ortasına dizilmesiyle ara lamel oluşur.
- ✓ Lamel oluşumu ortadan başlayarak kenarlara doğru zara değinceye kadar devam eder.
- ✓ Orta lamelin üzerine selüloz içeren çeper oluşur.

## DiFnot

Sitokinez sonucu oluşan hücrelerin kromozom sayıları, DNA miktarı, DNA nükleotit dizilimleri gibi tüm kalıtsal özellikleri ve organel çeşitleri aynı olur. Ancak sitoplazma miktarları, büyüklükleri, organel sayıları farklı olabilir.

### Mitoz Bölünmede DNA Miktarı Değişimi



- ✓ İnterfazda DNA'nın kendini eşlemesiyle DNA miktarı iki katına çıkar, sitokinezde kalıtım materyali iki hücreye eşit paylaştırıldığından yarıya iner.

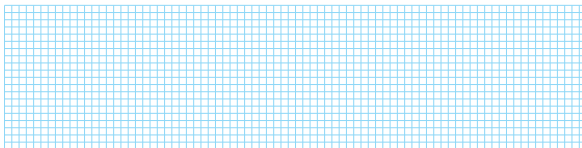
### Örnek-1



DNA miktarı  $6 \cdot 10^{-12}$  olan bir hücrenin mitoz bölünmesi sonucu oluşan her bir hücredeki DNA miktarı aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A)  $3 \cdot 10^{-12}$       B)  $6 \cdot 10^{-12}$       C)  $9 \cdot 10^{-12}$   
D)  $12 \cdot 10^{-12}$       E)  $24 \cdot 10^{-12}$

### Çözüm-1



### Hücre Döngüsünün Kontrolü

- ✓ Hücre döngüsünün hatasız gerçekleşmesini sağlamak için birçok hücrede hücre döngüsünün evreleri arasında kontrol noktaları vardır.
- ✓ Hücre döngüsünün kontrolü genler ile sağlanır.
- ✓ Kontrol noktalarında "dur" ve "devam et" sinyalleri verilir.
- ✓ Kontrol noktasında önce gerçekleşmesi gereken olaylar tamamlanmadan "devam et" sinyali verilmez.

#### G<sub>1</sub> Kontrol Noktası

- ✓ Ortamda yeterince büyüme faktörü bulunup bulunmadığı, hücrenin yeterli büyüklüğe ulaşmış olup olmadığı kontrol edilir.

#### G<sub>2</sub> Kontrol Noktası

- ✓ DNA'nın hatasız eşlenip eşlenmediği kontrol edilir.

#### M Kontrol Noktası

- ✓ Kromozomların kinetokorlarının iğ ipliklerine tutunup tutunmadığı kontrol edilir.
- ✓ Hücre döngüsünün kontrolünü sağlayan genler UV ışınları, radyasyon, bazı kimyasal maddeler gibi faktörlerin etkisiyle hasar görebilir ve hücre döngüsünün kontrolü bozulabilir.
- ✓ Hücrelerin kontrolsüz bir şekilde bölünmesi sonucu oluşan kitleye **tümör** denir.
- ✓ Tümörler oluştuğu dokuda kalıp yayılmıyorsa **iyi huylu tümör**, farklı doku ve organlara yayılıyorsa **kötü huylu tümör** adını alır.
- ✓ Tümör hücrelerinin kan veya lenf dolaşımına katılıp farklı doku ve organlara yayılmasına **metastaz** denir.
- ✓ Metastaz yapan tümör hücrelerine **kanser** denir.
- ✓ Kanser tedavisinde kemoterapi (kimyasal ilaç kullanımı) ve radyoterapi (radyoaktif ışın verilmesi) yöntemleri kullanılır.
- ✓ Ayrıca kontrol noktaları zigotun iki mitoz bölünmelerinde de gözlenmez. (segmentasyon)

**TEST - 2'Yİ ÇÖZEBİLİRSİNİZ.**

ÖRNEK CEVAP ANAHTARI

1. B



1. Aşağıdaki yapılandırılmış gridda bazı kavramlar ve kavramlarla eşleştirilmiş harfler verilmiştir.

homolog kromozom	a	kardeş kromatit	b	kinetokor	c
sentrozom	d	sentromer	e	interfaz	f
mitotik evre	g	anafaz	h	sitokinez	k

Aşağıdaki ifadeleri griddeki kavramlar ile tamamlayınız.

- Kardeş kromatitleri birbirine bağlayan bölgeye ..... denir.
- DNA replikasyonu ..... evresinde gerçekleşir.
- Hayvan hücresinde ..... boğumlanma ile gerçekleşir.
- Biri anneden diğeri babadan gelen şekil ve büyüklükleri aynı olan kromozom çiftine ..... denir.
- Hayvan hücrelerinde iç ipliklerinin oluşumunu ..... sağlar.
- Çekirdek bölünmesi ve sitoplazma bölünmesinin oluşturduğu evreye ..... denir.
- İç iplikleri kromozomların ..... adı verilen protein yapılı kısımlarına tutunur.
- Kardeş kromatitler birbirinden ..... evresinde ayrılır.
- Profaz evresinde bir kromozom iki ..... ten oluşur.

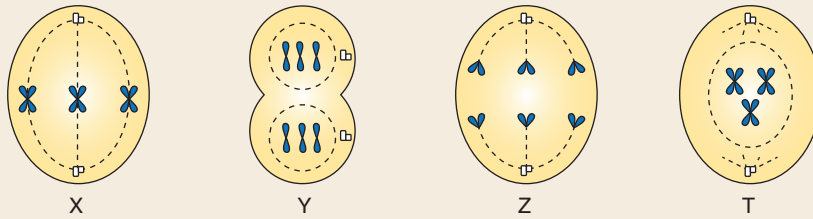
2. Aşağıdaki ifadeler doğruysa "D", yanlışsa "Y" yazınız.

- |    |   |                          |
|----|---|--------------------------|
| 1. | Mitoz bölünme tek hücreli canlılarda büyümeyi sağlayabilir.                                   | <input type="checkbox"/> |
| 2. | Mitoz bölünme sonucu oluşan hücrenin kromozom sayısı ata hücre ile aynı olur.                 | <input type="checkbox"/> |
| 3. | Bitkilerde tohumun çimlenmesi mitoz bölünme ile sağlanır.                                     | <input type="checkbox"/> |
| 4. | DNA eşlenmesi hücre döngüsünün mitotik evresinde gerçekleşir.                                 | <input type="checkbox"/> |
| 5. | Vücut hücrelerinde mitoz bölünme art arda gerçekleşerek yaraların iyileşmesini sağlar.        | <input type="checkbox"/> |
| 6. | Metafaz evresindeki bir kromozom bir kromatitten oluşur.                                      | <input type="checkbox"/> |
| 7. | Kontrolsüz bölünen hücrelerin kan ve lenf yoluyla farklı dokulara yayılmasına metastaz denir. | <input type="checkbox"/> |
| 8. | Bitki hücrelerinde sitoplazma bölünmesi boğumlanarak gerçekleşir.                             | <input type="checkbox"/> |

## 3. Hücre döngüsü sırasında gerçekleşen olayları ve bu olayların gerçekleştiği evreleri eşleştiriniz.

1.	Kromatin ipliğın kromozoma dönüşmesi
2.	Sentrozom eşlenmesi
3.	Kardeş kromatitlerin zıt kutuplara çekilmesi
4.	Kromozomların ekvatorial düzleme tek sıra hâlinde dizilmesi
5.	Sitoplazmanın boğumlanarak bölünmesi
6.	Çekirdek zarının oluşması

a.	İnterfaz
b.	Profaz
c.	Metafaz
d.	Anafaz
e.	Telofaz
f.	Sitokinez

4. Aşağıdaki şekillerde  $n = 3$  kromozumlu bir hücrenin mitozuna ait bazı evreler gösterilmiştir.

## a. Buna göre; X, Y, Z ve T evrelerinin adlarını yazınız.

X → ..... Y → ..... Z → ..... T → .....

## b. Bu evrelerin mitoz bölünmede gerçekleşme sırasını yazınız.

....., ....., ....., .....

## c. Bu evrelerin hangisinde karyotip analizi yapılabilir?

.....

## d. Bu evrelerin hangisinde kardeş kromatitlerin her biri kromozom olarak sayıldığından kromozom sayısı iki katına çıkar?

.....

## ETKİNLİK CEVAP ANAHTARI

## ETKİNLİK-1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
e	f	k	a	d	g	c	h	b

## ETKİNLİK-2

1	2	3	4	5	6	7	8
Y	D	D	Y	D	Y	D	Y

## ETKİNLİK-3

1	2	3	4	5	6
b	a	d	c	f	e

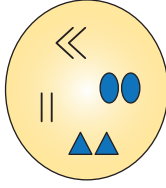
## ETKİNLİK-4

	a	b	c	d
X → Metafaz, Y → Telofaz, Z → Anafaz, T → Profaz	T, X, Z, Y	X	z	

1. **Mitoz bölünmeyle ilgili aşağıdaki açıklamalardan hangisi yanlıştır?**

- A) Tek hücreli canlılarda üremeyi sağlar.
- B) Kalıtsal çeşitlilik sağlamaz.
- C) Çok hücreli canlılarda yaraların iyileşmesini sağlar.
- D) Sadece "2n" kromozomlu hücrelerde görülür.
- E) Kromozom sayısı değişmez.

2.



**Kromozom durumu yukarıdaki gibi olan bir hücre ile ilgili,**

- I. Homolog kromozomları bulundurur.
- II.  $2n = 8$  kromozomludur.
- III. Mitoz bölünme geçirebilir.
- IV. Eşeyli üreyen bir canlının eşey hücresi olabilir.

**Yargılarından hangileri doğrudur?**

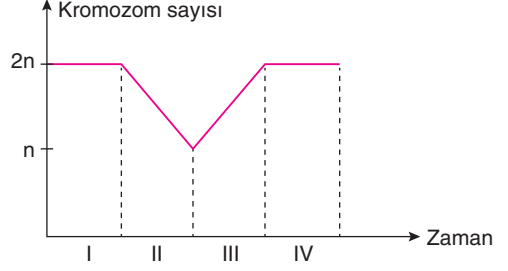
- A) Yalnız III
- B) I ve II
- C) I, II ve III
- D) II, III ve IV
- E) I, II, III ve IV

3. • İğ ipliklerinin kromozomlara tutunduğu protein yapılı özelleşmiş bölgelere I denir.
- Biri anneden diğeri babadan gelen şekil ve büyüklükleri aynı olan kromozom çiftine II denir.

**Bu cümlelerde boş bırakılan numaralanmış yerlere aşağıdakilerin hangisinde verilenler getirilmelidir?**

- |    | I         | II               |
|----|-----------|------------------|
| A) | sentromer | kardeş kromatit  |
| B) | kinetokor | homolog kromozom |
| C) | kinetokor | kardeş kromatit  |
| D) | sentromer | homolog kromozom |
| E) | kinetokor | kromatin iplik   |

4. Aşağıdaki grafikte zaman içerisinde kromozom sayısında meydana gelen değişim gösterilmiştir.



**Buna göre, numaralanmış zaman aralıklarının hangilerinde mitoz bölünme gerçekleşmiştir?**

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

5. **Çok hücreli canlılarda hücre bölünmeleri ile sağlanan;**

- I. büyüme,
- II. üreme,
- III. doku onarımı

**olaylarından hangileri tek hücreli canlılarda da hücre bölünmeleri ile sağlanabilir?**

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

6. **Mitoz bölünme ile ilgili aşağıdaki açıklamalardan hangisi yanlıştır?**

- A) Art arda gerçekleşebilir.
- B) Bir canlının tüm hücrelerinin mitoz bölünme hızı aynıdır.
- C) Farklı canlı türlerindeki mitoz bölünme hızları birbirinden farklıdır.
- D) Mitoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin DNA'ları aynı olur.
- E) Eşeysiz üreyen canlılarda ata bireyin kalıtsal özelliklerinin yavru bireylere aktarılmasını sağlar.

## 7. Hücre bölünmesine;

- I. çekirdeğin sitoplazmayı yönetmekte güçlük çekmesi,
- II. yüzey/hacim oranının azalması,
- III. hücre zarından madde alışverişinin zorlaşması

**durumlarından hangileri neden olabilir?**

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

8.  $2n = 36$  kromozumlu bir hücre art arda 4 mitoz bölünme geçirdiğinde oluşacak hücre sayısı ve bu hücrelerin kromozom sayısı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	Hücre Sayısı	Kromozom Sayısı
A)	4	36
B)	8	9
C)	16	36
D)	8	18
E)	16	9

9.  $2n = 16$  kromozoma sahip eşeyli üreyen bir canlının vücut hücresindeki otozom ve gonozom kromozom sayısı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	Otozom	Gonozom
A)	14	2
B)	16	2
C)	2	14
D)	2	16
E)	8	8

## 10. İnsanda mitoz bölünme;

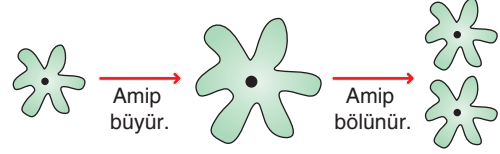
- I. yaraların iyileşmesi,
- II. tırnakların uzaması,
- III. boy artışı,
- IV. eşey hücrelerinin oluşumu

**olaylarından hangilerini sağlar?**

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

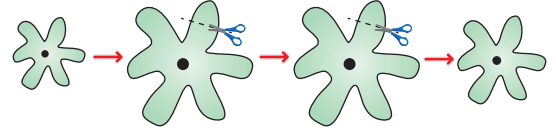
## 11. Bir öğrenci amip hücrelerini kullanarak aşağıdaki deneyleri düzenlemiştir.

**Deney I:** Amip hücresi yaşaması için uygun ortama konularak gelişmeye bırakılıyor.



**Sonuç I:** Amip hücresi yeterli büyüklüğe ulaştınca bölünerek ürer.

**Deney II:** Amip hücresi yaşaması için uygun ortama konuluyor ve belirli aralıklarla sitoplazmasının bir kısmı kesiliyor.



**Sonuç II:** Amip hücresi yaşamını sürdürür ancak bölünemez.

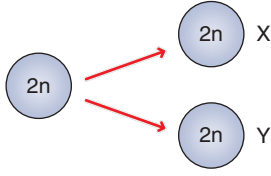
**Bu öğrenci deney sonuçlarına göre,**

- I. Hücre bölünmesi için yüzey/hacim oranının azalması gerekir.
- II. Çekirdeğe sahip tüm hücreler bölünebilir.
- III. Tek hücreli canlılarda bölünme üremeyi sağlar.

**yorumlarından hangilerini yapabilir?**

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

1.



Yukarıda hücre bölünmesi sonucu oluşan X ve Y hücrelerinin;

- I. DNA nükleotit dizilimi,
- II. organel sayıları,
- III. sitoplazma miktarları

özelliklerinden hangileri kesinlikle aynıdır?

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

2. Bir hücrede aşağıdaki olaylardan hangisinin gerçekleşmesi hücrenin bölüneceğinin kesin kanıtıdır?

- A) Sitoplazma miktarının artması  
B) ATP sentezinin hızlanması  
C) Hücre metabolizmasının hızlanması  
D) Organel sayısının artması  
E) DNA'nın kendini eşlemesi

3. Bitki hücresinin interfaz evresinde;

- I. DNA eşlenmesi,
- II. protein sentezi,
- III. ATP sentezi,
- IV. sentrozom eşlenmesi

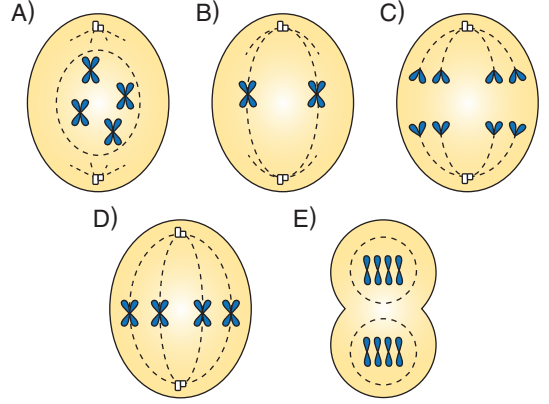
olaylarından hangileri meydana gelmez?

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

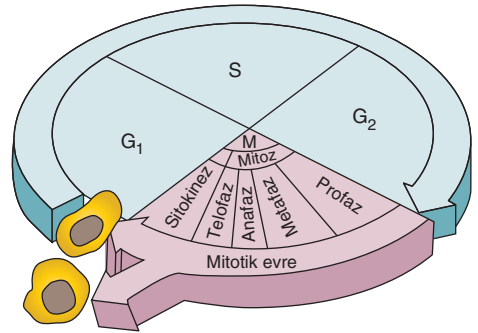
4. Mitoz bölünme sırasında aşağıdaki olaylardan hangisi en son gerçekleşir?

- A) Kromozomların kromatin ipliğe dönüşmesi  
B) Kromozomların iğ ipliklerine tutunması  
C) Çekirdek zarının parçalanması  
D) İğ ipliklerinin kutuplara doğru çekilmesi  
E) Kromozomların ekvatorial düzleme dizilmesi

5. Aşağıdaki şekillerden hangisi  $2n = 4$  kromozumlu bir hücrenin mitoz bölünmesine ait olamaz?



6. Aşağıdaki şekilde hücrenin hayat döngüsü şematize edilmiştir.



Bu hücre döngüsü;

- I. sinir,
- II. olgunlaşmış alyuvar,
- III. deri

hücrelerinden hangilerinde görülebilir?

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

7. Canlılarda aşağıdaki olaylardan hangisinin gerçekleşmesi sırasında mitoz bölünme gerçekleşmez?

- A) Tohumun çimlenmesi  
B) Kertenkelenin kopan kuyruğunu yenilemesi  
C) Bakterinin bölünerek üremesi  
D) Karaciğerin kendini tamamlaması  
E) İnsan embriyosunun büyüyüp gelişmesi

8. Mitoz bölünmede kalıtsal çeşitliliğin olmamasının temel nedeni olarak;

- I. anafazda kardeş kromatitlerin birbirinden ayrılması,
- II. telofazda çekirdek zarının oluşması,
- III. profazda kromatin ipliğinin kısalıp kalınlaşarak kromozoma dönüşmesi

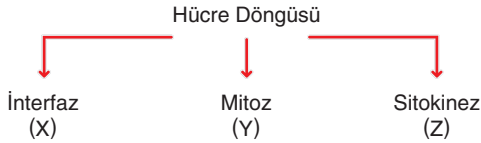
olaylarından hangileri gösterilebilir?

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

9.  $2n = 16$  kromozumlu bir memeli hayvanın karaciğer hücresinin mitoz bölünmesi sırasında anafaz evresinde bir kutupta kaç kromozom sayılır?

- A) 4      B) 8      C) 16      D) 32      E) 64

10. Hücre döngüsüne ait ana aşamalar aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



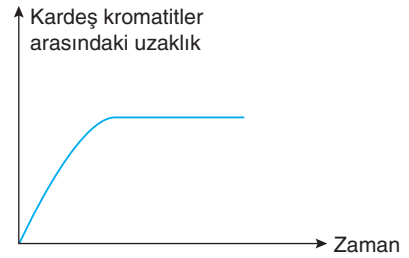
Buna göre; X, Y ve Z aşamalarında gerçekleşen olaylar ile ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi yanlıştır?

- A) X → Organel sayısının artması  
B) Y → Kromozomların ekvatorial düzleme dizilmesi  
C) Z → Boğumlanmanın gerçekleşmesi  
D) X → Kardeş kromatitlerin birbirinden ayrılması  
E) Y → İğ ipliklerinin kinetokorlara tutunması

11. Soğan kökünde mitoz bölünme sırasında aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?

- A) Golginin ara lamel oluşturması  
B) Kardeş kromatitlerin birbirine sentromer ile tutunması  
C) Sentiollerin iç ipliklerini oluşturması  
D) Enzimler ile çekirdek zarının parçalanması  
E) Kromozomların kromatin ipliğe dönüşmesi

12.



Mitoz bölünme sırasında kardeş kromatitler arasındaki uzaklığın yukarıdaki grafikteki gibi değiştiği evre seçeneklerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) Profaz      B) Metafaz  
C) Anafaz      D) Telofaz  
E) Sitokinez

1. Bitki ve hayvan hücrelerinin mitoz bölünmesi sırasında;

- I. DNA eşlenmesi,
- II. iğ ipliklerinin oluşumu,
- III. sitoplazma bölünmesi,
- IV. çekirdek zarının parçalanması

olaylarının hangilerinin gerçekleşme mekanizmaları farklıdır?

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

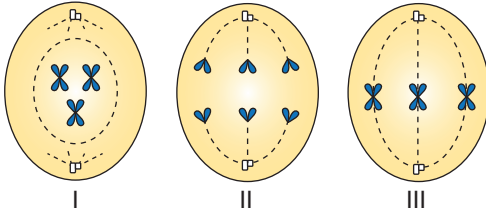
2. Aşağıdaki tabloda mitoz bölünme evreleri ve bu evrelerde gerçekleşen bazı olaylar verilmiştir.

	Mitoz Evresi	Gerçekleşen Olay
I.	Profaz	Çekirdek zarının oluşumu
II.	Metafaz	Kromozomların ekvatorial düzleme dizilmesi
III.	Anafaz	Kardeş kromatitlerin birbirinden ayrılması
IV.	Telofaz	Kromatin ipliğinin kısalıp kalınlaşması

Tablonun doğru olabilmesi için numaralanmış evrelerin hangilerinin yer değiştirmesi gerekir?

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

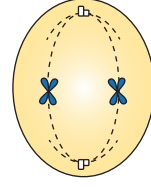
3.  $n = 3$  kromozumlu bir hücrenin mitoz bölünmesi sırasında gerçekleşen bazı olaylar aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



Buna göre, numaralanmış olayların gerçekleşme sırası aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

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

4. Mitoz bölünme geçirmekte olan bir hücrenin K evresindeki kromozom durumu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Buna göre,

- I. K evresi metafazdır.
- II. Bölünmekte olan hücre dört kromozoma sahiptir.
- III. Bölünmekte olan hücrenin sitoplazma bölünmesi boğumlanarak gerçekleşir.
- IV. K evresi kromozomların en net görülüp sayıldığı evredir.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

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

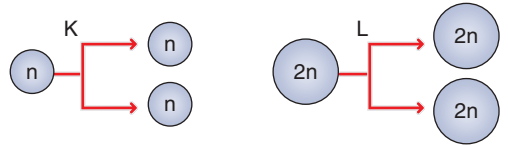
5. Mitoz bölünmenin anafaz evresinde;

- I. iğ ipliklerinin kinetokorlara tutunması,
- II. kardeş kromatitlerin birbirinden ayrılması,
- III. kromozom sayısının iki katına çıkması

olaylarından hangileri gerçekleşmez?

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

6.



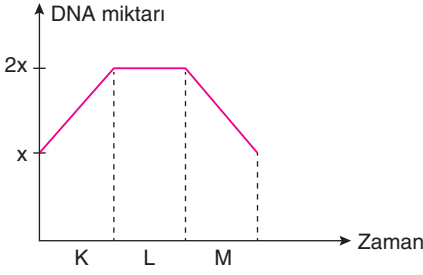
Yukarıdaki şekilde gösterilen K ve L bölünmelerinden K hayvan hücresinde, L bitki hücresinde gerçekleştiğine göre, K ve L hücre bölünmelerinde;

- I. sentromer ayrılması,
- II. iğ ipliklerinin oluşması,
- III. sitoplazmanın boğumlanması,
- IV. DNA eşlenmesi

olaylarından hangileri ortak olarak gerçekleşir?

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

7. Bitki hücresinin bölünmesi sırasında DNA miktarındaki değişim aşağıdaki grafikte verilmiştir.



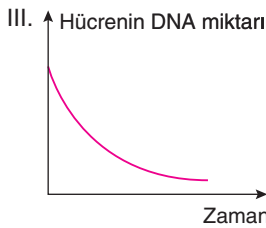
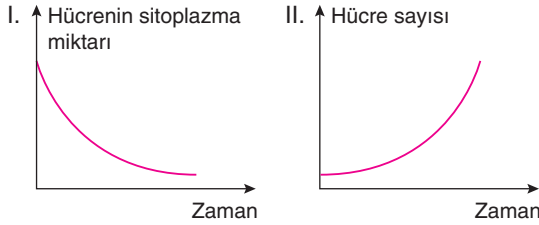
Buna göre,

- I. K zaman aralığında sentrozom organeli eşlenir.
- II. L zaman aralığında kardeş kromatitler zıt kutuplara çekilir.
- III. M zaman aralığında ara lamel oluşumu gerçekleşir.

Yargılarından hangileri doğrudur?

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

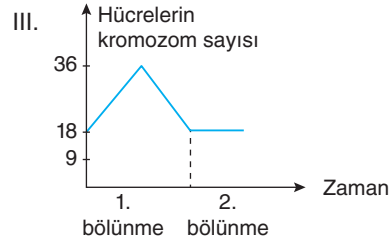
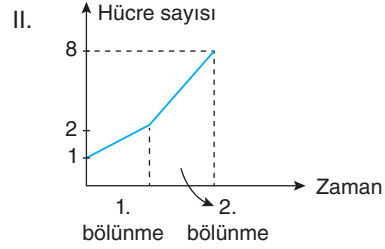
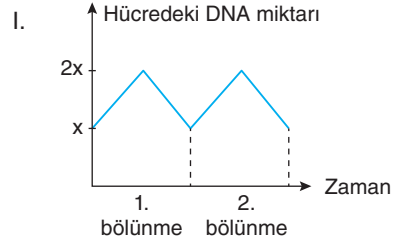
8. "İnsanın embriyonik hücreleri büyümeden art arda mitoz bölünme geçirir." bilgisine ulaşan bir öğrenci embriyonik hücrelerin bölünmesiyle ilgili olarak,



grafiklerinden hangilerini çizebilir?

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

9.  $2n = 18$  kromozumlu bir hücrenin art arda 2 mitoz geçirmesi sırasında meydana gelen değişimler ile ilgili,



grafiklerinden hangileri çizilebilir?

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