

HÜCRE DÖNGÜSÜ B. MİTOTİK EVRE

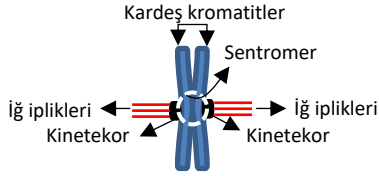
Hücre bölünmeleri ile ilgili kavramlar

- Kromatin iplik:** Ökaryot hücrelerde ince uzun ip yumağı şeklindeki DNA ve proteinden oluşan yapıdır.
- Kromozom:** Hücre bölünmesi sırasında kromatin ipliklerinin kısalıp kalınlaşması ile oluşan yapıdır.
- Sentromer:** Kromozomların yaklaşık orta kısmında bulunan ince bölüm. Kardeş kromatitlerin birbirleri ile bağlandığı bölgedir.

NOT:

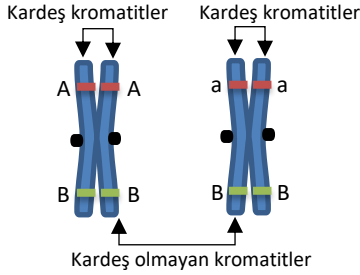
Hücredeki kromozom sayısı "bağımsız sentromer sayısı" kadardır.

- Kinetokor:** Sentromerlerde bulunan iç ipliklerinin bağlandığı özel proteinlerdir.



Şekil: Eşlenmiş Kromozom

- Homolog kromozom:** Biri anneden diğeri babadan gelen aynı özelliğin genlerini taşıyan büyüklük ve şekilleri aynı olan kromozomlardır.

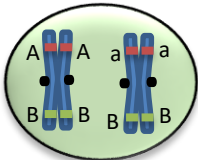


Şekil: Eşlenmiş homolog kromozom

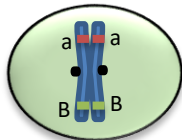
- Diploit hücre (2n):** Homolog kromozom çiftlerini taşıyan hücrelerdir.
- Örnek:** Tüm vücut hücreleri (somatik hücreler), Zigot, embriyo, eşey ANA üreme hücreleri diploit hücrelerdir.
- Haploit hücre (n):** Homolog kromozom çiftlerinden sadece birini taşıyan hücredir.
- Örnek:** Üreme hücreleri (yumurta ve sperm hücreleri), Erkek arı hücreleri, bakteriler haploit hücrelerdir.

NOT:

Diploit hücrelerde (2n) homolog kromozomlar bir arada bulunurken, haploit hücrelerde(n) homolog kromozomlar bir arada bulunmaz. Çünkü diploit hücrelerden mayoz bölünme ile haploit hücreler oluşurken homolog kromozomlar ayrılarak farklı hücrelere geçerler.



Şekil: Diploit hücre (2n=2)



Şekil: Haploit hücre (n=1)

Mitoz Bölünmenin Özellikleri

- Vücut hücrelerinde görülür.
- Sonuçta iki hücre oluşur.
- Oluşan hücrelerin gen yapısı ana hücre ile aynıdır.
- Tek hücrelilerde üremeyi, çok hücrelilerde yaraların onarılması ve büyümeyi sağlar.
- Tek safhada gerçekleşir.
- Bölünme esnasında meydana gelen mutasyon yavru bireye geçmez.
- Haploid ve diploid hücrelerde görülür.
- Crossing-over oluşmaz. Çeşitlilik görülmez.

NOT:

Mitoz sonucu oluşan hücrelerde kalıtsal çeşitlilik oluşmuş ise bu durum mutasyon ile açıklanır.

SORU 1. (2018-TYT/Fen Bilimleri)

Soğan kökü hücrelerinde hücre bölünmesi incelenirken aşağıdaki olaylardan hangisiyle karşılaşmaz?

- Çekirdek zarının parçalanması
- Kromatin ipliklerin kısalıp kalınlaşması
- İğ ipliklerinin oluşumu
- Kromatitlerin hücrenin kutuplarına çekilmesi
- Sitokinezin boğumlanmayla gerçekleşmesi

SORU 2. (2017-LYS2/BİY)

Mitoz bölünme süresince gerçekleşen;

- kromozomların ekvator düzleminde dizilmesi,
 - iğ ipliklerinin oluşmaya başlaması,
 - çekirdek zarının oluşumu,
 - kardeş kromatitlerin ayrılması
- olaylarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- II – I – IV – III
- III – II – IV – I
- IV – II – I – III
- II – IV – I – III
- III – II – I – IV

SORU 3. (2016-LYS2/BİY)

Aşağıdakilerden hangisi hayvan hücrelerinde hücre döngüsünün mitoz evresinde gerçekleşmez?

- Kromozomların kutuplara çekilmesi
- İğ ipliklerinin oluşumu
- Sentrozomların birbirinden uzaklaşması
- DNA'nın kendini eşlemesi
- İğ ipliklerinin kinetokorlara bağlanması

SORU 4. (2014-LYS2/BİY)

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

- Kromozomların ekvatorial düzlemde sıralanması
- Sitokinezin gerçekleşmesinde mikrofamentlerin görev alması
- Homolog kromozomların kutuplara çekilmesi
- İnterfazın S evresinde DNA'nın kendini eşlemesi
- Kromatin ipliklerin kromozom şeklinde yoğunlaşması

SORU 5. (1997-ÖYS)

Aşağıdakilerden hangisi, yalnızca bitkilerin hücre bölünmesinde görülür?

- Ara lamel oluşması
- İğ ipliğinin oluşması
- Bölünme sırasında çekirdek zarının kaybolması
- Sitoplazmanın boğumlanarak bölünmesi
- Sentriyolün işlevi

SORU 6. Aşağıda mitoz bölünme sırasında gerçekleşen bazı olaylar verilmiştir.

- Golgi cisimciği etkinliği ile sitokinezin gerçekleşmesi
 - Sentrozom eşlenmesi
 - Kardeş kromatitlerin ayrılması
 - Sentromer ayrılması
 - Sitokinezin boğumlanma ile gerçekleşmesi
- Bunlardan hangileri bitki, hangileri hayvan, hangileri hem bitki hem de hayvan

- Oluşan hücrenin çekirdeği ana hücrenin çekirdeği kadardır.
- Enerji harcanır.
- Hem eşeyli hem eşeysiz üremede görülür.

Mitoz bölünme ile canlılarda gerçekleşen olaylar:

a. Bir hücrelerde üremeyi (eşeysiz çoğalmayı) sağlar.

NOT:

Bakteri, arke ve amip gibi tek hücreli organizmalarda mitoz veya mayoz bölünme görülmez. Çekirdeği olmayan prokaryotlarda hücreler, binary fisyon denilen bölünme yöntemiyle bölünürler.

b. Çok hücreli canlılarda;

- Büyüme (canlının boy ve ağırlık olarak artması)
- Gelişme (organların hücre sayısını arttırarak olgunlaşması)
- Rejenerasyonu (yenilenmeyi) sağlar.
- Bazı çok hücrelilerde eşeysiz üremeyi (bitkilerde vejetatif üremeyi) sağlar.

MİTOZ BÖLÜNME EVRELERİ

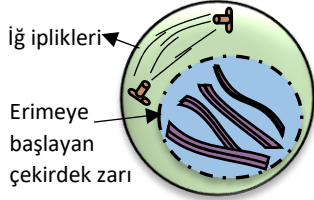
Mitoz, çekirdek bölünmesi demektir. Bu olayın hemen arkasından sitoplazma bölünmesi (sitokinez) gerçekleşir.

1. Çekirdek bölünmesi (Karyokinez): Sırasıyla profaz, metafaz, anafaz ve telofaz olmak üzere bir birini izleyen dört evrede tamamlanır.

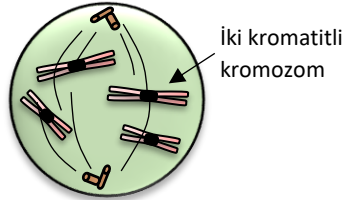
- $2n=4$ kromozumlu bir hayvan hücresinde bu evreleri görelim.

a. Profaz evresi

- Kromatin iplikleri kısalıp kalınlaşarak kromozom halini alır.
- Çekirdek zarı ve çekirdekçik eriyerek kaybolur.
- Hayvan hücrelerinde bulunan ve interfaz evresinde eşlenmiş olan sentrozomlar (sentriyoller) ayrı kutuplara doğru giderken, aralarında iğ iplikleri oluşur. İğ iplikleri iki sentrozomdan uzanan mikrotübüllerdir.
- Bitki hücrelerinde sentrozom bulunmaz iğ ipliklerini sitoplazmada bulunan özel proteinler (mikrotübüller) oluşturur. Oluşan iğ ipliklerinin bir kısmı kinekorlara bağlanır.



Şekil: Profaz başı



Şekil: Profaz sonu (Geç profaz)

b. Metafaz evresi	c. Anafaz evresi	d. Telofaz evresi
<p>Kinetokorlarından iğ ipliklerine tutunmuş kromozomlar hücrenin ekvator düzlemine dizilir.</p> <p>-Kromozomların mikroskopta en belirgin görüldüğü evredir.</p> <p>-Kromozomların fotoğrafı çekilerek karyotip oluşturulabilir.</p> <p>(Karyotip; kromozomların uzunluk, sentromer konumu gibi özelliklerine göre sınıflandırılıp dizilmesidir. Bu yolla anormal kromozom sayıları tespit edilebilir.)</p>	<p>-Kromozomların sentromerleri bölünür.</p> <p>- Kardeş kromatitler birbirlerinden ayrılarak zıt kutuplara çekilirler. Bu hareket kinetokorlara bağlı mikrotübüllerin boylarının kısalmasıyla gerçekleşir.</p> <p>-Artık kromatitler kromozom olarak adlandırılır. Bunun için anafaz evresinde kromozom sayısı iki katına çıkmış olur. ($4n$)</p> <p>-Kinetokora bağlı olmayan mikrotübüllerin etkileşmesi ile de hücrenin boyu uzar.</p> <p>-Hayvan hücresinde sitokinez başlar.</p>	<p>-Bir nevi profaz evresinin tersi olayların gerçekleştiği evredir.</p> <p>-İğ iplikleri kaybolur.</p> <p>-Kromozomlar kromatin iplik haline gelir.</p> <p>-Çekirdek zarı ve çekirdekçik yeniden oluşur.</p> <p>-Bitki hücresinde sitokinez başlar.</p>

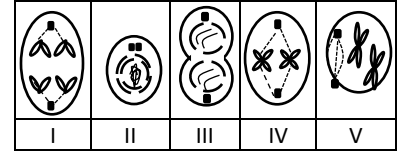
hücrelerinde gerçekleşir? Aşağıdaki tabloyu kullanarak cevaplayınız.

Hayvan hücresinde	Bitki hücresinde	Hem hayvan hem de bitki hücresinde
.....

SORU 7. Aşağıdaki tabloda verilen kelime ve tanımları eşleştirerek doğru harfi parantez içine yazınız.

a	Kardeş kromatitlerin birbirleri ile bağlandığı bölge	Endomitoz ()
b	Kromozomların, hücrenin ekvator düzleminde tek sıra halinde yerleştiği mitoz evresi	Mikrofilamentler ()
c	Kromozom sayısının iki katına çıktığı mitoz evresi	Senromer ()
d	Bazı hücrelerde karyokinez sonunda sitokinez gerçekleşmeyip, birden fazla çekirdek içeren hücre oluşturan bölünme şekli	Anafaz ()
e	Hayvan hücresindeki sitokinez sırasında halka oluşturup sitoplazmanın boğulanmasını sağlayan protein iplikçikleri	Metafaz ()

SORU 8. Aşağıdaki her bir şekil $2n=2$ kromozumlu bir hücrenin döngüsünün bir evresini göstermektedir.



Bu şekilleri gerçekleşme sırasına göre altlarındaki rakamları kullanarak aşağıya yazınız.

.....

SORU 9. $2n = 8$ kromozumlu bir hücrenin sitoplazmasında aşağıdakilerden hangisinde **16 kromozom sayılabilir?**

- A) Telofaz sonu B) Profaz C) Anafaz
D) İnterfaz E) Metafaz

SORU 10. Kromozomların mikroskopta en belirgin görüldüğü evre olduğu için fotoğrafı çekilerek karyotip oluşturulabilen mitoz evresi aşağıdakilerden hangisidir?

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

SORU 11. Normal bir hayvan hücresinin mitoz bölünmesinde oluşan iki normal hücrenin;

- I. Sitoplazma miktarı
II. Kromozom sayıları
III. Hücre büyüklükleri
IV. DNA miktarları
V. Sentrozom sayıları
niceliklerinden hangilerinin farklı olması beklenir?

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

SORU 12. Çok hücreli canlılarda gerçekleşen mitoz bölünme;

- I. Üreme II. Rejenerasyon III. Büyüme
olaylarından hangilerini sağlayabilir?

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

NOT:

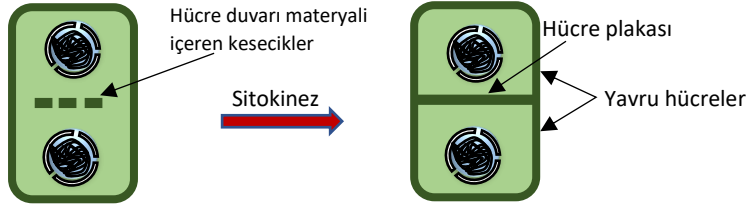
Mitoz sonucu oluşan hücrelerin kromozom sayısının ve yapısının aynı kalmasının sebebi bu evredeki kardeş kromatit ayrılmasıdır.

2. Sitoplazma bölünmesi (Sitokinez): Genellikle telofaz ile birlikte olur.

a. Bitki hücresinde sitokinez: Hücre zarında bulunan selüloz sentez kompleks proteinleri tarafından sentezlenen selüloz liflerinin golgi tarafından düzenlenmesi ile hücre plağı tamamlanır. Sonuçta ana hücre ile kromozom sayısı, DNA miktarı ve genetik yapısı aynı olan iki yeni hücre oluşur.

NOT:

Bitki hücrelerindeki hücre duvarı, sitokinezin boğumlanma ile gerçekleşmesini engeller.

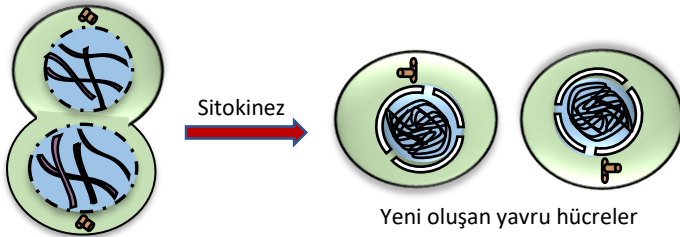


b. Hayvan hücresinde sitokinez: Mikrofilamentlerden oluşan protein iplikçikler, halka oluşturup sitoplazmanın daralarak boğumlanmasını sağlar.

-Sonuçta ana hücre ile kromozom sayısı, DNA miktarı ve genetik yapısı aynı olan iki yeni hücre oluşur.

NOT:

- Mitoz sonucu oluşan hücrelerin organel sayısı, sitoplazma miktarı ve büyüklükleri farklı olabilir.



Karşılaştırılan Özellik	Bitki Hücresinde	Hayvan Hücresinde
Sentrozom eşleşmesi	Yok	Var
İğ ipliklerinin oluşumu	Sitoplazmadaki mikrotübül organize edici merkezden oluşturulur.	Sentrozomlar arasında mikrotübüllerden oluşur.
Sitokinez şekli	Golgi etkinliği ile ara lamel oluşumu şeklinde.	Mikrofilamentlerin kısalması ile boğumlanma ile şeklinde.
Sitokinez yönü	Merkezden çevreye	Çevreden merkeze
Sitokinezin başladığı evre	Genellikle telofaz	Genellikle Anafaz

-2n=4 Kromozomlu bir hücrenin döngüsü ile ilgili bazı veriler:

Evre	DNA miktarı	Kromozom sayısı	Kromatit sayısı
İnterfaz öncesi	2x	4	4
İnterfaz	4x	4	8
Profaz	4x	4	8
Metafaz	4x	4	8
Anafaz	4x	8	8
Telofaz	4x	8	8

NOT:

İnterfazdaki DNA eşlenmesinden sonra profazda ve metafazda kromozomlar çift kromatitlidir. Anafazda kromatitler ayrılır. Dolayısıyla anafaz ve telofazda kromozomlar tek kromatitlidir.

SORU 13. Hücre döngüsünde bir hücrenin yaşam sürecindeki olaylar genlerin kontrolü altındadır. Hücre döngüsünün farklı evreleri arasındaki düzeni sağlayan G₁, G₂ ve M kontrol noktaları vardır. Bu noktalardaki "dur" ve "devam et" sinyalleri döngüyü düzenler. Hücre döngüsünün kontrolünün bozulması ile ciddi sağlık sorunları ortaya çıkabilir.

Buna göre, aşağıdakilerden hangisi hücre döngüsünün kontrolünün bozulması ile oluşabilen sağlık sorunlarından biridir?

- A) Kanser B) Diyabet C) AİDS
D) Verem E) Hpatit B

SORU 14. Kanser hücreleri ile ilgili;

- İnterfaz evresi oldukça uzun sürer.
- Kanser hücreleri hücre döngüsünün kontrolünü sağlayan sinyallere cevap vermeyen ve devamlı çoğalan hücrelerdir.
- Sitokinez geçirmeden sık sık bölünürler.
- Genellikle kanserin başlangıçtaki durumu iyi huyludur. Onun için erken teşhis tedavi için çok önemlidir.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

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

CEVAPLAR ve ÇÖZÜMLERİ

1. Soğan bitki hücresidir. Sitokinez ara lamel oluşumu ile gerçekleşir. Boğumlanma hayvan hücreleri için söz konusudur.

Cevap: E

2. I. Metafaz, II. Profaz, III. Telofaz, IV. Anafaz Sıralaması; II – I – IV – III

Cevap: A

3.

- A) Kromozomların kutuplara çekilmesi; **Anafaz**
B) İğ ipliklerinin oluşumu ; **Profaz**
C) Sentrozomların birbirinden uzaklaşması; **Profaz**
D) DNA'nın kendini eşlemesi; **İnterfaz**
E) İğ ipliklerinin kinetokorlara bağlanması;

Metafaz

Profaz, metafaz, anafaz, telofaz evreleri mitotik (bölünme) evreleridir. Ancak interfaz bölünmenin değil hücre döngüsünün bir evresidir.

Cevap: D

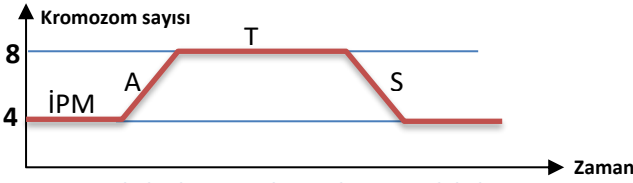
4. Epitel hücre (somatik hücre) olduğuna göre hayvan hücresinin mitoz bölünmesidir.

- A) Kromozomların ekvatorial düzlemde sıralanması; **Metafazda gerçekleşir.**
B) Sitokinezin gerçekleşmesinde mikrofilamentlerin görev alması; **Hayvan hücresinin mitozunda sitokinez, boğumlanma ile gerçekleşir.**

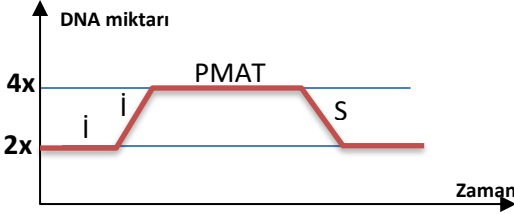
C) Homolog kromozomların kutuplara çekilmesi; **Mayoz bölünme için geçerlidir. Mitozda gerçekleşmez.**

D) İnterfazın S evresinde DNA'nın kendini eşlemesi; **Gerçekleşir.**

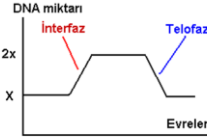
E) Kromatin ipliklerin kromozom şeklinde yoğunlaşması; **Profazda gerçekleşir.**



$2n=4$ Kromozumlu bir hücrenin hücre döngüsündeki kromozom sayısı değişimi grafiği



Hücre döngüsündeki DNA miktarı değişimi grafiği



Bazen telofaz ile birlikte sitokinezin gerçekleştiği kabul edilerek DNA değişimi grafikteki gibi gösterilir.

Farklı mitoz bölünmeler

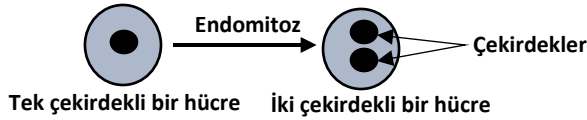
1. ENDOMİTOZ

İnterfaz ve çekirdek bölünmesi (karyokinez) olurken, sitoplazma bölünmesinin gerçekleşmediği bölünmedir. Böylece çok çekirdekli hücreler oluşur.

Örnek: Bazı civik mantarlarda ve polen oluşumunda görülür.

NOT:

Çizgili kaslarımızdaki çok çekirdeklilik endomitoz ile değil, hücre kaynaşması ile oluşur.



NOT:

Endomitoz, amitoz gibi hücre iç ritmini aksatmadan hücrelerin daha fazla metabolik aktiviteye sahip olmasını sağlar.

2. AMİTOZ

Çekirdek zarı erimeden boğulanarak ikiye bölünmesinden sonra sitoplazmanın da boğulanarak ikiye ayrılması şeklinde gerçekleşen bölünme şeklidir.

Örnek: Amip, öglena, gibi, ökaryot bir hücrelilerin bölünmesi, bira mayasının tomurcuklanması.

NOT:

Çekirdeği olmayan prokaryotlarda hücreler, binary fisyon denilen bölünme yöntemiyle ikiye bölünme diyebileceğimiz en basit bölünme şekli ile çoğalırlar.

HÜCRE DÖNGÜSÜNÜN KONTROLÜ

-Hücre döngüsünde bir hücrenin yaşam sürecindeki olaylar genlerin kontrolü altındadır.

- Hücre döngüsünün farklı evreleri arasındaki düzeni sağlayan **G₁, G₂ ve M kontrol noktaları** vardır. Bu noktalardaki "dur" ve "devam et" sinyalleri döngüyü düzenler.

-**G₁ kontrol noktası:** Hücre yeterli büyüklüğe ulaşmışsa, ortamda yeterli besin ve büyüme faktörleri varsa, DNA'da hasar yoksa "devam et" sinyali verilir.

-**G₂ kontrol noktası:** DNA eşlenirken hata veya hasar oluşmuş ise bu durumlar düzeltilinceye kadar "dur" sinyali verilir.

-**M kontrol noktası:** Kromozomların iğ ipliklerine tutunup tutunmadığı kontrol edilir.

Kinetokorlar iğ ipliğine tutunmazsa anafaz başlamaz. Bu kontrol, oluşacak yavru hücrelerdeki kromozom sayısının eşit olmasını sağlar.

-Hücre döngüsünün kontrolünün bozulması **kansere** neden olur. Kanser hücreleri hücre döngüsünün kontrolünü sağlayan sinyallere cevap vermeyen ve devamlı çoğalan hücrelerdir.

Tipik bir memeli hücresi, laboratuvar ortamında 20-50 kez bölünebilirken kanserli hücrelerin uygun besin ortamında hiç durmadan bölündükleri gözlenmiştir. Bu durum kanserli hücrelerin ölümsüz olduğunu gösterebilir. Çok hücreli bir canlı vücudu, farklı özelliklere sahip bir hücreyi bağışıklık sistemiyle yok etmeye çalışır ancak yok edemezse büyüyen bu doku **tümör** hâlini alır.

-Bir tümörün başlangıçtaki durumu iyi huyludur. Bu tümörler vücuttan alınarak sorun çözümlenebilir. Bunun için;

Kanserden korkma, geç kalmaktan kork.

5. Bitki hücrelerinde hücre zarının üzerindeki hücre duvarı boğulanmayı engellediği için sitokinez, "ara lamel" oluşması ile gerçekleşir. Cevap: A

6.

Hayvan hücresinde	Bitki hücresinde	Hem hayvan hem de bitki hücresinde
II-V	I-IV	III-IV

7.

a	Kardeş kromatitlerin birbirleri ile bağlandığı bölge	Endomitoz (d)
b	Kromozomların, hücrenin ekvator düzleminde tek sıra halinde yerleştiği mitoz evresi	Mikroflamentler (e)
c	Kromozom sayısının iki katına çıktığı mitoz evresi	Sentromer (a)
d	Bazı hücrelerde karyokinez sonunda sitokinez gerçekleşmeyip, birden fazla çekirdek içeren hücre oluşturan bölünme şekli	Anafaz (c)
e	Hayvan hücresindeki sitokinez sırasında halka oluşturup sitoplazmanın boğulanmasını sağlayan protein iplikçikleri	Metafaz (b)

8. Hücre döngüsü sırasıyla: İnterfaz (II), Profaz (V), metafaz (IV), anafaz (I), telofaz (III),

Cevap: II – V – IV – I – III

9. Mitozun anafaz evresinde kardeş kromatitler ayrılıp her biri bir kromozom olarak değerlendirildiği için kromozom sayısı iki katına çıkar. Dolayısı ile 16 kromozom sayılır.

Cevap: C

10. Kromozomların mikroskopta en belirgin görüldüğü evre olduğu için fotoğrafı çekilecek karyotip oluşturulabilen mitoz evresi metafazdır.

Cevap: B

11. I. Sitoplazma miktarı; **farklı olabilir.**

II. Kromozom sayıları; **aynıdır.**

III. Hücre büyüklükleri; **farklı olabilir.**

IV. DNA miktarları; **aynıdır.**

V. Sentrozom sayıları; **aynıdır.**

Cevap: A

12. Çok hücrelilerde mitoz ile üreme, rejenerasyon (yenilenme) ve büyüme olayları gerçekleşebilir.

Cevap: E

13. Hücre döngüsünün kontrolünün bozulması kansere neden olur.

Cevap: A

14. II ve IV kanser hücrelerinin özellikleridir.

Cevap: D

-Fakat organların işlevlerini bozan kötü huylu tümörler bireyin kanser olduğunu gösterir. Kanserli hücreler, kan ve lenf dolaşımına katılıp bütün vücudu dolaşarak, bazı dokularda yeniden yayılabilirler. Bu hücrelerin tümör oluşturdukları ilk dokudan daha uzak dokulara sıçramasına, yayılım göstermesine **metastaz** denir.

Kanser hastalığının nedenleri arasında kalıtsal yolla aktarılan iç faktörlerin dışında sigara ve alkol kullanımı, sağlıksız ve aynı tip beslenme, radyasyon, güneş ışınlarının uzun süreli etkisi ve virüsler gibi pek çok çevresel faktör vardır.