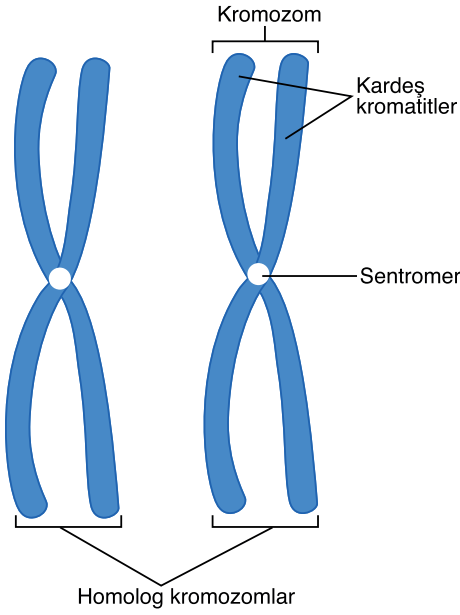


MAYOZ BÖLÜNME VE EŞEYSİZ ÜREME ÇEŞİTLERİ

DİPLOİT - HAPLOİT

- Ökaryot hücrelerde kromozomlar çiftler halinde bulunur. Bu kromozom takımını taşıyan hücrelere denir ve ile gösterilir. Şekil ve büyüklükleri aynı olan bu kromozomlara denir.
- Üreme hücrelerinde vücut hücrelerinin yarısı kadar kromozom vardır. Bu hücrelere denir ve ile ifade edilir.



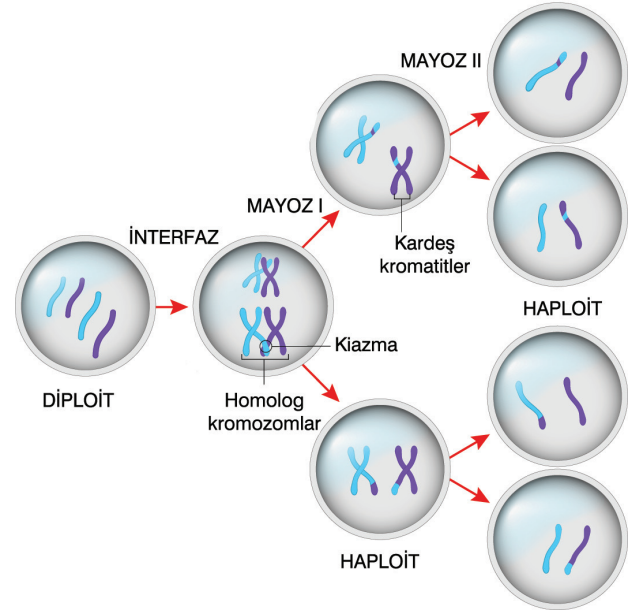
MAYOZ BÖLÜNME

- Mayoz bölünmenin amacı; eşey organlarında (**gonad**; erkekte er bezi veya testis, dişi yumurtalık veya ovaryum) bulunan diploit ($2n$) kromozomlu üreme ana hücrelerinden (eşey ana hücresi), haploit (n) kromozomlu üreme hücreleri (sperm ve yumurta) meydana getirmektir.
- Mayoz ile oluşan hücreler farklılaşarak sperm ve yumurta gibi gamet hücrelerini meydana getirir. Gametler **döllenme** yolu ile birleşerek diploit yapıdaki **zigotu** oluşturur. Zigot çok sayıda mitoz bölünmeyle gelişerek ergin bireyi meydana getirir.
- İnterfaz aşamasının ardından iki bölünmenin meydana gelmesiyle mayoz tamamlanır.
- denilen birinci bölünmede kromozom sayısı yarıya iner ve 2 hücre meydana gelir.
- bölünmesinde ise her bir hücre mitoz benzer bir bölünme geçirir ve sonuçta 4 hücre oluşur.
- Mayoz mitozdan farklı olarak hayatın bazı dönemlerinde görülür.

Mayozda kromozom sayısının yarıya indirilmesi ile türün kromozom sayısının değişmeden kalması sağlanır. Bölünme sonucu oluşan hücrelerin **döllenmesi** (sperm ve yumurta çekirdeklerinin birleşmesi) ile hücre tekrar türün kromozom sayısına ulaşmış olur.

İTERFAZ

Mayoz öncesinde mitoz bölünmede olduğu gibi interfaz evresi gerçekleşir. Protein sentezi, ATP üretimi ve RNA sentezi hızlanır. Çekirdekte içinde bulunan DNA molekülleri (kromozomlar) kendini eşler ve hücredeki kalıtım materyali iki katına çıkar.



MAYOZ - I

Çekirdek bölünmesi (karyokinez) ve sitoplazma bölünmesinin (sitokinez) birer kez gerçekleşmesi ile meydana gelir. Tamamlandığında kromozom sayısı yarıya inmiş (haploit) iki hücre oluşur.

PROFAZ I

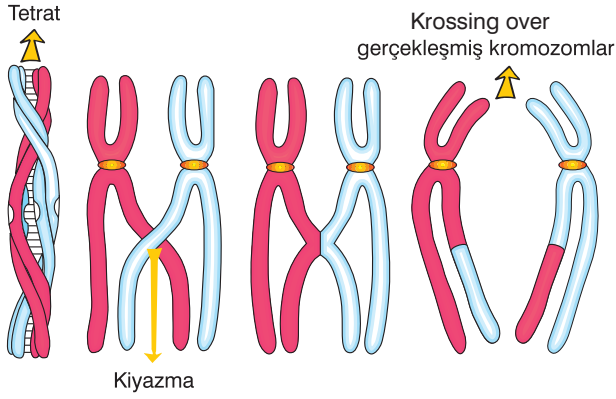
- Kromatin iplik kısalıp kalınlaşır ve kromozom halini alır. Çekirdek zarı erimeye başlar ve varsa sentrozom zıt kutuplara gider. İki sentrozom arasında iç iplikleri oluşur. Kromozomlar kinetokorlarından iç ipliklerine tutunur.
- İnterfazda eşlenmiş olan iki kromatitli homolog kromozomlar yan yana gelerek dört kromatitli denilen yapıları oluşturur. Bu olaya denir.



Kromozom sayısı bilinmeyen bir hücrenin profaz evresindeki tetrat sayısına bakılarak kromozom sayısı bulunabilir. Örneğin profazda 23 tetrat oluşan insan hücresinin kromozom sayısı 46 olarak belirlenir. Çünkü tetrat sayısı haploit kromozom sayısına eşittir. Vücut hücrelerinde ise diploit kromozom bulunur.

KROSSİNG OVER

- Tetratların kardeş olmayan kromatitleri denilen noktalardan birbirine dokunur. Kiyazma bölgelerinde (gen değişimi) gerçekleşir.



- Krossing over, mayoz sonunda oluşacak yavru hücrelerde genetik çeşitlilik oluşmasını sağlar. Her tetratta meydana gelmez. Ne zaman ve ne oranda meydana geleceği bilinemez.
- Kromozom üzerinde bulunan genler birbirlerine ne kadar uzak ise birlikte krossing over yapma ihtimali o kadar çok olur.

METAFAZ I

- Kromozomlar hücrenin ekvator düzleminde dizilir.
- Homolog kromozomların karşılıklı olarak dizildiği bu evre görünüm olarak mitoz bölünmenin metafaz evresinden farklıdır.

ANAFAZ I

- Homolog kromozomlar birbirinden ayrılarak iğ iplikleri sayesinde zıt kutuplara çekilir.
- Homolog kromozomların kalıtsal çeşitliliğin oluşmasında etkilidir. Krossing over olmasa bile, bu olay sayesinde mayoz bölünmede her zaman çeşitlilik sağlanır.

TELOFAZ I

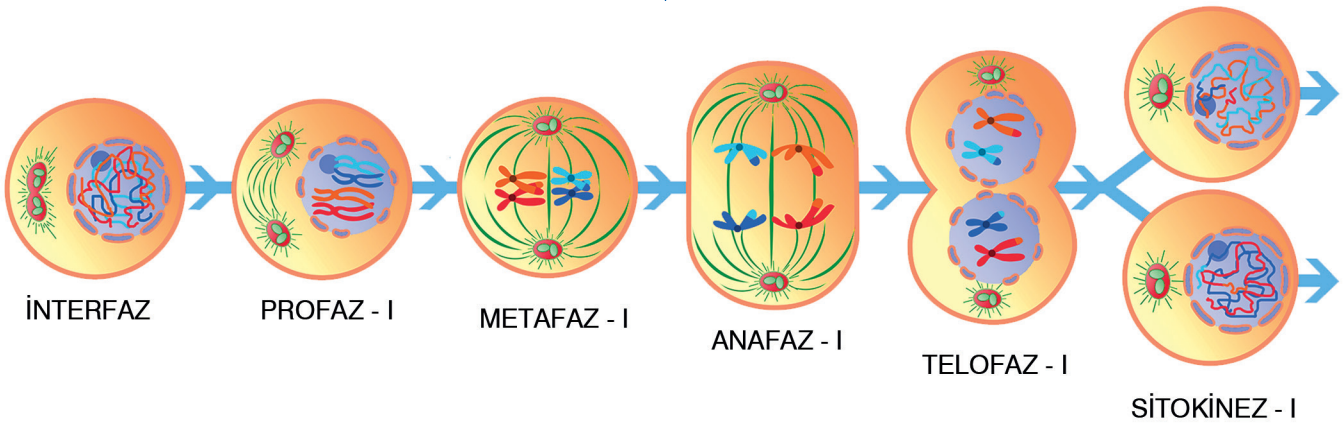
- Kutuplara çekilen iki kromatitli kromozomların etrafında çekirdek zarı oluşur. Her bir çekirdeğin içerisinde tam bir haploit kromozom takımı yer alır.
- İğ iplikleri kaybolur ve sitokinez başlar.

ÖRNEK

Aşağıdakilerden hangisi, mitoz bölünme ile mayoz I bölünmesinin ortak özelliklerinden biridir?

- Homolog kromozomların ayrı kutuplara çekilmesi
- Kromatitler arasında parça değişiminin gerçekleşmesi
- Tetratların oluşması
- Başlangıçtaki kromozom sayısının iki katına çıkması
- Bölünme tamamlandığında, kromozomların taşıdığı tüm özelliklerin yavru hücrelere eşit olarak aktarılmış olması

ÖSYM Sorusu



MAYOZ - II

- Mayoz - I sonunda gerçekleşen sitokinez olayından sonra DNA eşlenmesinin olmadığı kısa bir hazırlık evresi geçirilir. Sentrozom eşlenir. Öncesinde interfaz gerçekleşmez.
- **Mayoz II bölünmesi** mitoz bölünmeye benzer şekilde gerçekleşir. Mayoz I de meydana gelen crossing over, tetrad oluşumu ve sinapsis gibi olaylar bu evrede meydana gelmez.

PROFAZ II

- Çekirdek zarı eriyerek kaybolur. Hayvan hücresinde sentrozom zıt kutuplara gider.
- İğ iplikleri yeniden ortaya çıkar ve kardeş kromatitlerin kinetokor bölgelerine bağlanmaya başlar. Crossing over gerçekleşmiş ise kardeş kromatitler genetik olarak birbirinden farklı olur.

METAFAZ II

- Kromozomlar hücrenin ekvator düzleminde yan yana dizilir.
- İğ ipliklerinin kinetokorlara bağlanması tamamlanır.

ANAFAZ II

- Kardeş kromatitler birbirlerinden ayrılarak iğ iplikleri ile hücrenin zıt kutuplarına doğru çekilir.
- Mitoz bölünmede olduğu gibi her bir kromatit **bağımsız kromozomlara** dönüşür.

TELOFAZ II

- Kutuplara çekilen kromozomlar tekrar kromatin ipliklere dönüşür.
- Çekirdek zarı oluşur.
- Telofazın hemen peşinden hücre sitokinez ile ikiye bölünür.

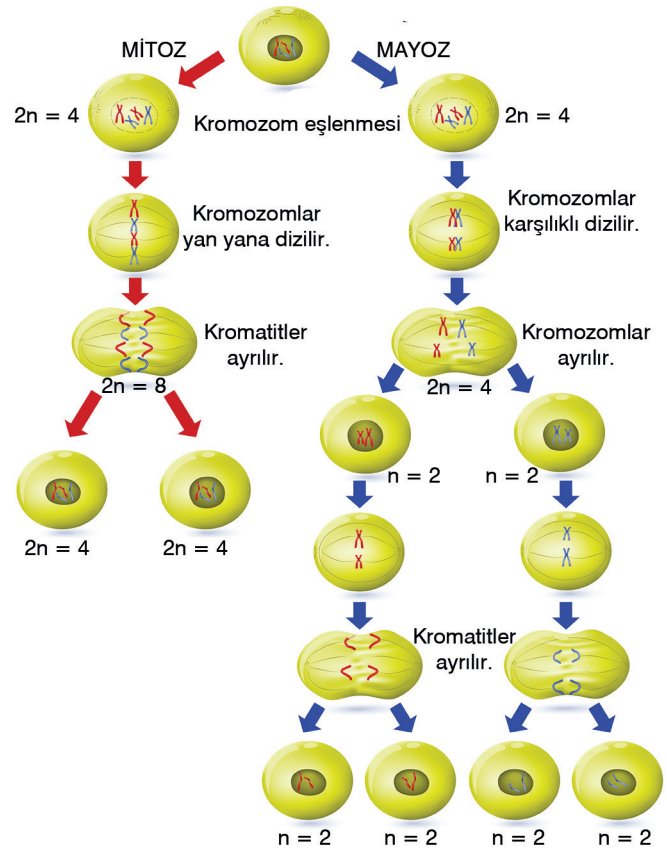
ÖRNEK

Normal bir mayoz bölünmenin profaz evresi, aşağıdakilerden hangisi gerçekleştikten sonra başlar?

- Ribozomlarda protein sentezinin başlaması
- Sentrozomun kendini eşlemesi
- Hücrede DNA miktarının iki katına ($4n$) çıkması
- Kromatitlerin birbirinden ayrılması
- İğ iplikçiklerinin oluşması

MİTOZ İLE MAYOZUN KARŞILAŞTIRILMASI

- Mitoz bölünme n , $2n$, $3n$ kromozomlu hücrelerde görülür. Mayoz ise sadece $2n$ kromozomlu hücrelerde meydana gelir.
- Mitoz sonucunda kalıtsal özellikleri aynı olan iki hücre, mayoz sonucunda ise genetik olarak farklı 4 hücre oluşur.
- Mitoz vücut hücrelerinde, mayoz ise üreme ana hücrelerinde meydana gelir.
- Mayozda görülen crossing over, tetrad, sinapsis ve homolog kromozom ayrılması mitozda gerçekleşmez.



ÖRNEK

24 kromozomlu bir hücre iki kez mitoz geçiriyor, oluşan her bir hücre ise mayoz ile bölünüyor.

Bu bölünmelerle ilgili olarak,

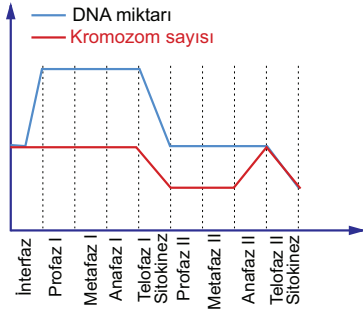
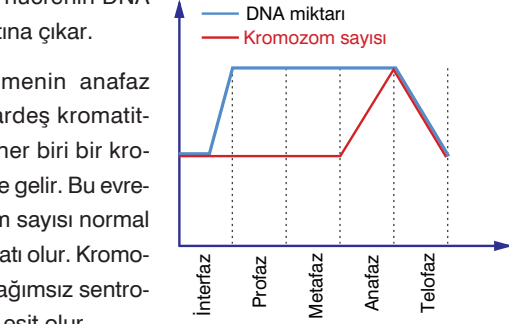
- Mitoz sonucunda 4 hücre oluşur.
- Mayoz sırasında 12 tetrad meydana gelir.
- Bölünmeler bittiğinde 16 hücre meydana gelmiş olur.

İfadelerinden hangileri söylenebilir?

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

KROMOZOM SAYISI VE DNA MİKTARI DEĞİŞİMİ

- İnterfaz evresinde DNA kendini eşlediği için kromozom sayısı değişmeyen hücrenin DNA miktarı iki katına çıkar.
- Mitoz bölünmenin anafaz evresinde kardeş kromatitler ayrılır ve her biri bir kromozom haline gelir. Bu evrede kromozom sayısı normal hücrenin iki katı olur. Kromozom sayısı bağımsız sentromer sayısına eşit olur.
- Mayozun birinci bölünmesinde homolog kromozomlar ayrıldığı için kromozom sayısı yarıya iner. Mayoz II bölünmesinde kromozom sayısı değişmez.



- Mayozun ikinci bölünmesi kromozom sayısını değiştirmez. Anafaz II evresinde kardeş kromatitler ayrıldığı için kromozom sayısı artar.
- Mayoz I ve mayoz II bölünmeleri sonucunda kromozom sayısı ve DNA miktarı ana hücrenin yarıya kadar olan gametler oluşur.

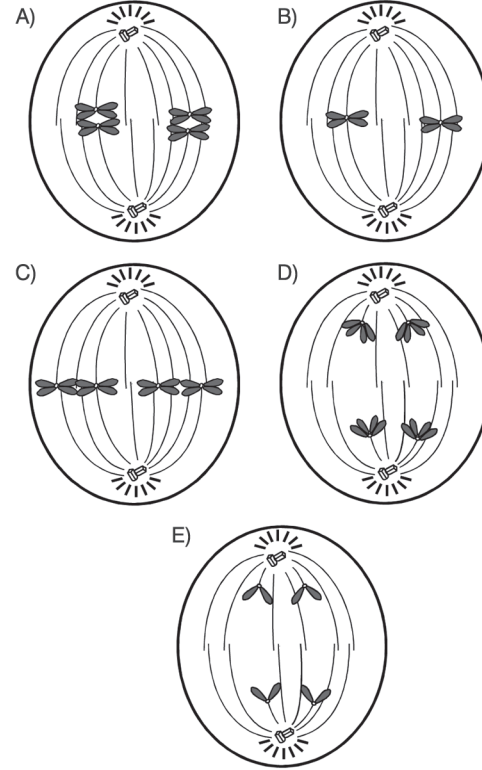


Bitki hücrelerinde mayoz sırasında hücre çeperinin varlığından dolayı sitokinez sırasında hücre plağı (ara lamel) oluşur ve bu şekilde sitoplazma bölünmesi gerçekleşir.

Bitki hücrelerinde sentrozom yoktur. İğ iplikleri sitoplazmik **mikrotübüller** tarafından oluşturulur.

ÖRNEK

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



ÖSYM Sorusu

EŞEYLİ ÜREME ve TEMEL ÖZELLİKLERİ

Farklı eşeyli olan canlıların oluşturduğu dişi ve erkek gametlerin birleşmesiyle gerçekleşen üremeye **eşeyli üreme** denir.

- Eşey ana hücrelerinin mayozla bölünmesi sonucunda kromozom sayısı yarıya inmiş gametler oluşur.
- Gametlerin birleşmesi ile zigot, zigotun mitozla gelişmesi sonucunda ise canlı meydana gelir.
- Üreme hızı eşeysiz üremeye göre daha düşüktür.
- Döllenme ve gelişme olayları ile oluşan bireyler çevresel değişimlere daha dayanıklıdır.

HERMAFRODİTLİK

- Bazı canlılar hem sperm hem de yumurta üretebilir. Buna denir. Yassı solucan, halkalı solucan gibi hayvanlarda görülür.
- Hermafrodit canlılar genellikle başka bireylerle yabancı döllenme yapar. Bu sayede genetik çeşitlilik artmış olur. Hermafrodit bir canlı kendini döllese bile yine de çeşitlilik oluşur.

ÖRNEK

Aşağıdaki durumlardan hangisinde oluşan yeni bireylerin, hücre çekirdeklerindeki kalıtsal özellikleri, atasınınkine bire bir benze-meyebilir? (Mutasyon gerçekleşmediği kabul edilecektir.)

- A) Ana bireyde oluşan bir tomurcuktan gelişen yeni bir bireyin
- B) Mitozla oluşan diploit spordan gelişen yeni bir bireyin
- C) Hermafrodit iki canlının birbirlerini döllemesiyle oluşan bireylerin
- D) Diploit bir canlının diploit yumurtasından partenogenezle gelişen yeni bir bireyin
- E) Planaryanın vücudunun ikiye bölünmesiyle oluşan bireylerin

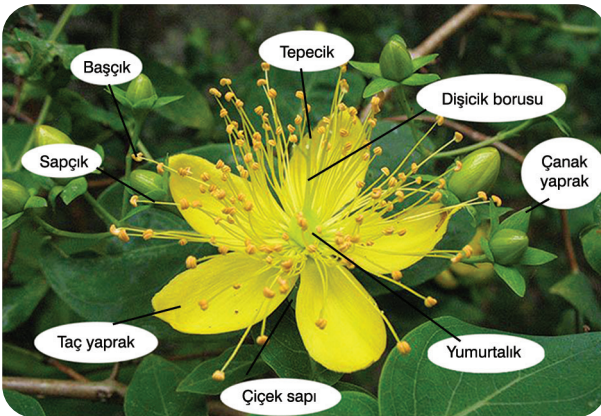
ÖSYM Sorusu

ÖRNEK

Diploit bir dişinin bir yumurtasından, dölleme olmaksızın gelişen monoploit bir bireyin spermalarındaki kromozom sayısı normal olarak ne kadardır?

- A) $n/2$
- B) n
- C) $n + 1$
- D) $2n - 1$
- E) $2n$

ÖSYM Sorusu



- Erkek organda oluşan polenler (çiçek tozları) farklı şekillerdeki **tozlaşma** olayları ile (böcekler, rüzgar ve su gibi taşıyıcılar) dişi organın tepesine taşınır.
- Tozlaşma olayından sonra ovaryumdaki (dişi organda) embriyo kesesi içinde dölleme gerçekleşir.

Polen (n) + Yumurta (n) → Zigot (2n) → Embriyo (2n)

- Dölleme olayları sonucunda embriyo ve besin dokusu meydana gelir.
- Besi doku ve embriyonun etrafında tohum kabuğu meydana gelir. Bu şekilde **tohum** oluşmuş olur.
- Tohum içinde embriyo uzun süre uyku halinde kalır ve düşük metabolizma hızıyla yaşamını devam ettirir. Çevre şartları uygun olduğu zaman çimlenme ile yeni bitkiyi meydana getirir.

ÖRNEK

Bir bitkiden, kalıtsal yapısı ana bitkiyle tamamen aynı olan yeni bir bitkiler elde edebilmek için,

- I. Yumurtasının kendi çiçek tozuyla döllemesi sonucunda oluşan zigotu, doku kültüründe geliştirme
- II. Gövdesinden alınan meristemi, doku kültüründe geliştirme
- III. Tohumlarını, ana bitkinin yaşama ortamında çimlendirip geliştirme

uygulamalarından hangileri yapılmalıdır?

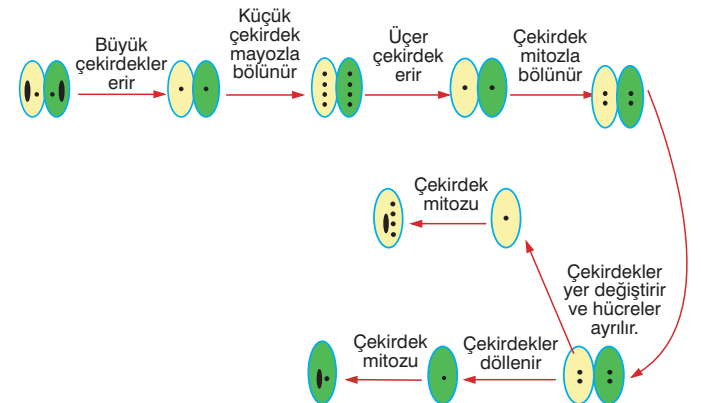
- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) I ve III
- E) II ve III

ÖSYM Sorusu

KONJUGASYON

Bakteriler ve paramesyumda görülür. Gen aktarımı ile genetik çeşitlilik sağlanır. Ancak birey sayısı artmaz.

- Paramesyumda iki birey yan yana gelir; birbirlerine geçici olarak ağız bölgesinden bağlanır. Daha sonra çekirdek alış veriş olur. İki paramesyum aldıkları çekirdeği kendi çekirdeği ile birleştirir.



- Mayoz ve dölleme olayları gerçekleşir. Ancak konjugasyon sonucunda birey sayısı artmaz.

ÖRNEK

Eşeyli üremeyle çoğalan bir hayvan türünde, bir çiftin yavrularının kalıtsal olarak birbirinden farklı olmasında;

- I. üreme hücrelerinin oluşum mekanizması,
- II. yumurtanın ortamdaki spermlerden biri tarafından döllenmesi,
- III. zigotun gelişerek embriyoyu oluşturması

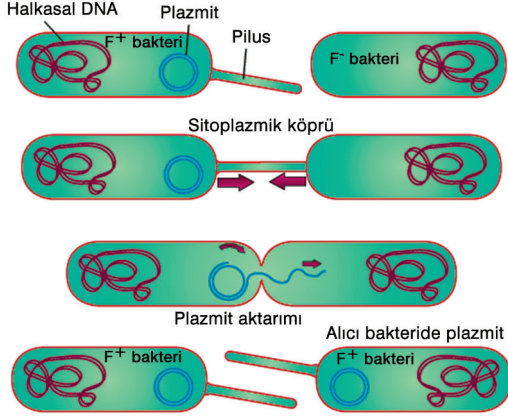
olaylarının hangileri katkı sağlamaktadır?

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

ÖSYM Sorusu

BAKTERİ KONJUGASYONU

- Bakteri konjugasyonunda bir bakteriden diğerine aktarılır. Bakteri ile gen alacak bakteriye tutunur ve iki bakteri arasında sitoplazmik köprü kurulur.
- Plazmit taşıyan bakteriye taşımayan ise denir. İki bakteri arasındaki gen aktarımı dan ye doğrudur. plazmiti olan DNA ipliğinin biri alıcı hücreye aktarılır. Her iki DNA ipliği kendini eşler ve sonuçta iki bakteri de plazmitli hale gelmiş olur.



EŞEYSİZ ve EŞEYLİ ÜREME KARŞILAŞTIRILMASI

Eşeysiz Üreme	Eşeyli Üreme
Tek ata birey vardır.	İki ata birey (anne ve baba) vardır.
Mitoz bölünmeye dayanır.	Mayoz bölünmeye dayanır.
Döllenme yoktur.	Döllenme vardır.
Tür içi kalıtsal çeşitliliğe neden olmaz.	Tür içi kalıtsal çeşitliliğe neden olur.
Üreme hücreleri (gametler) meydana gelmez.	Üreme hücreleri (gametler) meydana gelir.
Yeni oluşan bireylerin değişen çevre şartlarına uyum sağlama olasılığı düşüktür.	Yeni oluşan bireylerin değişen çevre şartlarına uyum sağlama olasılığı yüksektir.
Mutasyonlar sayesinde çeşitlilik sağlanabilir.	Mutasyon olmadan da mayoz bölünme ve döllenme sayesinde çeşitlilik sağlanır.