



TÜBİTAK
BİLİM İNSANI DESTEK
PROGRAMLARI BAŞKANLIĞI

27. ULUSAL BİYOLOJİ OLİMPİYATI - 2020
İKİNCİ AŞAMA SINAVI

Soru Kitapçığı Türü
A

ADAYIN ADI SOYADI :
T.C. KİMLİK NO :
OKULU / SINIFI :
SINAVA GİRDİĞİ İL :

SINAVLA İLGİLİ UYARILAR:

- Bu sınav çoktan seçmeli 80 sorudan oluşmaktadır, süre 160 dakikadır.
- Cevap kâğıdınıza size verilen soru kitapçığının türünü gösteren harfi işaretlemeyi unutmayınız.
- Her sorunun sadece bir cevabı vardır. Doğru cevabınızı, cevap kâğıdınızdaki ilgili kutucuğu **tamamen karalayarak işaretleyiniz.**
- **Her soru eşit değerde olup, dört yanlış cevap bir doğru cevabı götürecektir.**
- Sınavda herhangi bir yardımcı materyal ya da karalama kâğıdı kullanılması yasaktır. Hesap makinası kullanabilirsiniz. Soru kitapçığındaki boşlukları karalama için kullanabilirsiniz.
- Sınav süresince görevlilerle konuşulması ve soru sorulması, öğrencilerin birbirlerinden kalem, silgi vb. şeyler istemeleri yasaktır.
- Sorularda bir yanlşın olması düşük bir ihtimaldir. Böyle bir şeyin olması durumunda sınav akademik kurulu gerekeni yapacaktır. Bu durumda size düşen, en doğru olduğuna karar verdiğiniz seçeneği işaretlemenizdir. Sadece sınava giren adayın sorulara itiraz hakkı vardır, üçüncü kişilerin sınav sorularına itirazı işleme alınmayacaktır.
- Sınav sırasında kopya çeken, çekmeye teşebbüs eden ve kopya verenlerin kimlikleri sınav tutanağına yazılacak ve bu kişilerin sınavları geçersiz sayılacaktır.
- Sınav başladıktan sonraki ilk yarım saat içinde sınav salonundan ayrılmak yasaktır.
- Sınav süresince sınava giriş belgenizi ve resimli bir kimlik belgesini masanızın üzerinde bulundurunuz.
- Sınav salonundan ayrılmadan önce cevap kâğıdınızı ve soru kitapçığını görevlilere teslim etmeyi unutmayınız.

B a ş a r ı l a r D i l e r i z

Moleküler Hücre Biyolojisi

1. Aşağıda büyüklükleri birbirine yakın üç farklı peptidin (peptit X, peptit Y, peptit Z) amino asit içerikleri verilmiştir:

Peptit X: %10 Ile, %10 Glu, %5 Gly, %5 Leu, %10 Asp, %5 Arg, %5 Met, %5 Cys, %5 Tyr, %5 Phe, %5 His, %5 Val, %5 Pro, %5 Thr, %5 Ser, %5 Asn, %5 Gln.

Peptit Y: Ala %10, %5 Glu, %5 Ser, %15 Leu, %10 Arg, %5 His, %5 Ile, %5 Phe, %5 Tyr, %10 Lys, %10 Gly, %5 Pro, %10 Trp.

Peptit Z: %5 Leu, %5 Val, %10 Gly, %5 Asp, %10 Ala, %5 Arg, %5 Phe, %5 Tyr, %5 Lys, %5 Trp, %5 Ser, %5 Thr, %5 Glu, %5 Asn, %10 Pro, %5 Met, %5 Cys.

Bu peptitler pH 7.0 'de anyon değişim kolonuna verilirse, peptitlerin kolondan çıkış sıraları nasıl olur?

A) Peptit Y, Peptit Z, Peptit X

B) Peptit X, Peptit Y, Peptit Z

C) Peptit Z, Peptit Y, Peptit X

D) Peptit X, Peptit Z, Peptit Y

E) Peptit Y, Peptit X, Peptit Z

ÇÖZÜM:

pH 7.0 'da Arg, Lys, Glu ve Asp amino asitlerinin yan grupları iyonize oldukları için yüklü olacaklardır.

Peptit X: %10 Glu, %10 Asp, %5 Arg içermektedir. Net yükü negatiftir.

Peptit Y: %10 Glu, %10 Arg, %5 Lys içermektedir. Net yükü pozitifdir.

Peptit Z: %5 Asp, %5 Arg, %5 Lys, %5 Glu içermektedir. Net yükü sıfırdır.

Anyon değişim kolonuna negatif yüklü moleküller sıkıca bağlanır. Pozitif yüklü moleküller ise kolonda tutulmaz ve hızlıca verilir. Bu durumda peptitlerin çıkış sırası Y, Z, X şeklinde olur.

CEVAP: A

2. Bir enzimle ilgili bazı bilgiler aşağıda verilmektedir:

Glikoliz reaksiyonlarında bulunan bir enzimdir. Bir liyazdır. Katalizlemiş olduğı reaksiyon çift yönlüdür. Katalizlediğı reaksiyon sonucu oluşan ürünlerden bir tanesi izomerizasyon reaksiyonu ile diğetine dönüştürölmektedir.

Yukarıda özellikleri verilen enzim aşağıdakilerden hangisidir?

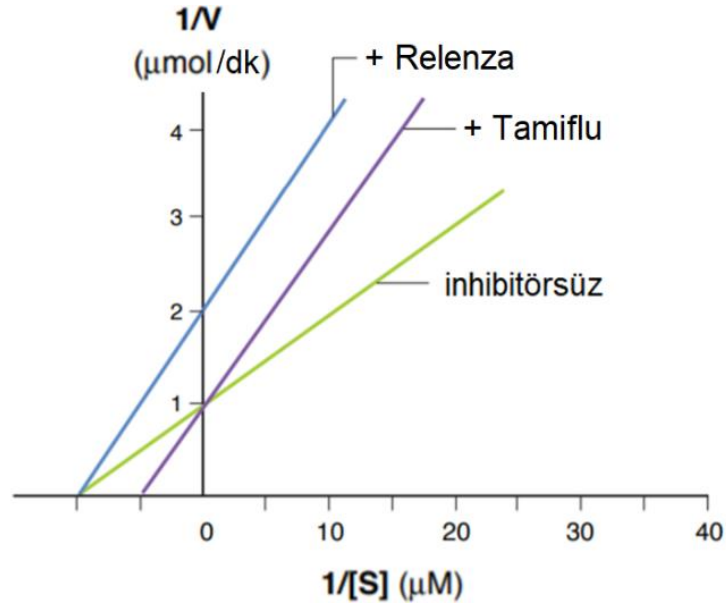
- A) Aldolaz
- B) Trioz fosfat izomeraz
- C) Glukoz-6-Fosfat Dehidrogenaz
- D) Enolaz
- E) Glukoz-6-Fosfat İzomeraz

ÇÖZÜM:

Aldolazın katalizlediğı reaksiyonda fruktoz 1,6 bisfosfattan gliseraldehit 3-fosfat ve dihidroksiaseton fosfat oluşur. Daha sonra dihidroksiaseton fosfat izomerizasyon reaksiyonu ile gliseraldehid 3-fosfata dönüşür.

CEVAP: A

3. Kuş gribi virüsü 2008 - 2009 yıllarında pandemiye neden olmuştur. Viral nöraminidaz enzimi hücre yüzeyinden olgun virüs partiküllerinin salınmasında görevlidir. Tamiflu (oseltamivir), viral nöraminidaz inhibitörüdür. Son yıllarda Tamiflu'ya karşı viral direnç geliştiğinin belirtilmesi ile alternatif inhibitörler geliştirilmiştir. Relenza (zanamavir), bu yeni ilaçlardan biridir. Viral nöraminidaz aktivitesi inhibitör yokluğunda ve Relenza/Tamiflu varlığında ölçülmüştür. Ölçümlere dayanılarak çizilen Lineweaver–Burk eğrileri aşağıda verilmiştir.



Kinetik verilere göre aşağıdakilerden hangisi/hangileri doğrudur?

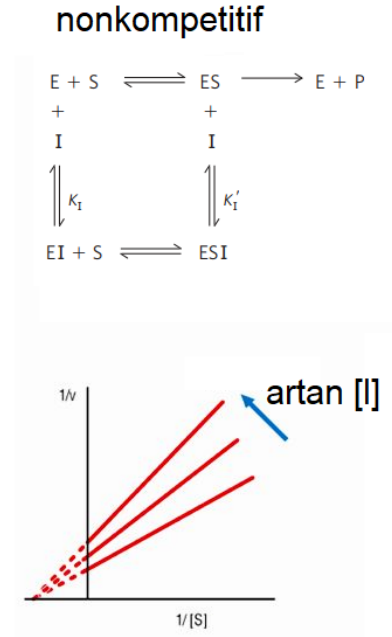
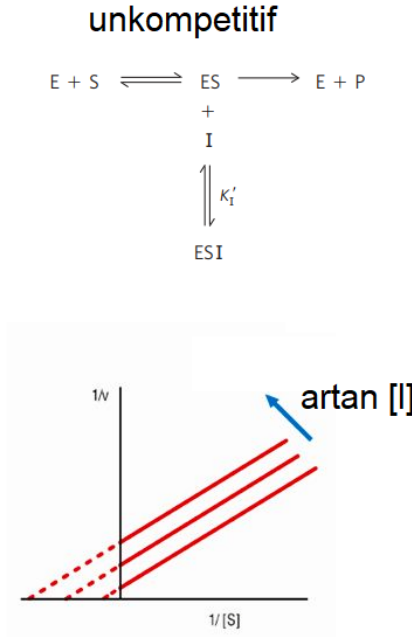
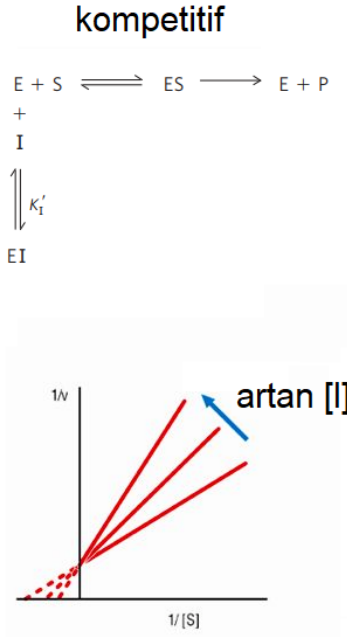
- I. Tamiflu, viral nöroaminidaz için kompetitif inhibitördür.
- II. Relenza, viral nöroaminidaz için non-kompetitif inhibitördür.
- III. Tamiflu, yalnızca serbest enzime bağlanır.
- IV. Relenza, yalnızca enzim-substrat kompleksine bağlanır.
- V. Grafiğe göre, inhibitör yokluğunda reaksiyon hızı $0.1 \mu\text{mol/dk}$ 'dır.

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

ÇÖZÜM:

Farklı inhibitör tiplerinin mekanizmaları ve reaksiyon kinetiğine etkileri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Kompetitif, unkompetitif ve non-kompetitif inhibisyon



Buna göre:

Tamiflu, viral nöroaminidaz için kompetitif inhibitördür.

Relenza, viral nöroaminidaz için non-kompetitif inhibitördür.

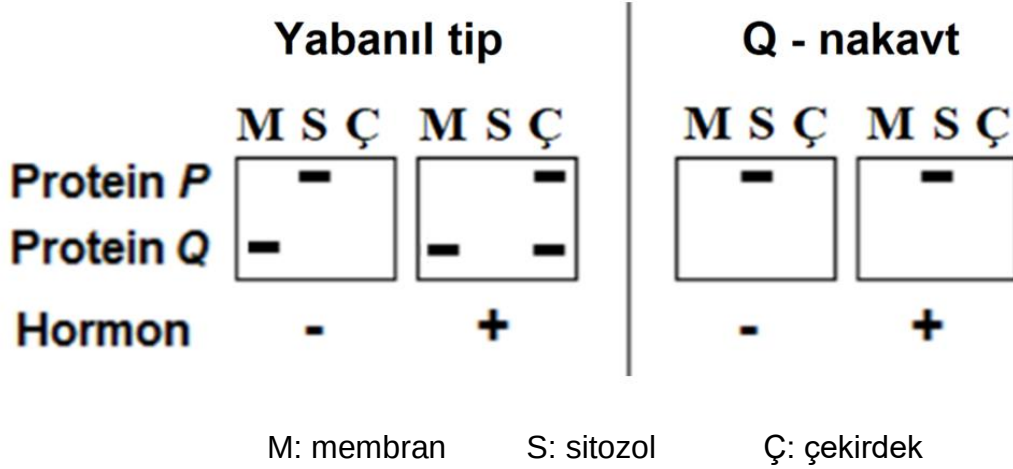
Tamiflu, yalnızca serbest enzime bağlanır.

Relenza, hem serbest enzime hem de enzim-substrat kompleksine bağlanır.

Grafiğe göre, inhibitör yokluğunda reaksiyon hızı 1 $\mu\text{mol/dk}$ 'dır.

CEVAP: C

4. Protein P, hücre büyümesinin bir düzenleyicisidir, normalde sitozolde oluşur ve Nükleer Lokalizasyon Sinyali (NLS) yoktur. Bununla birlikte, hücreler büyüme hormonu ile muamele edildiğinde; protein P, hücre çekirdeğinden içeri girer ve hücre proliferasyonunda rol oynayan transkripsiyon faktörlerini aktive eder. Başka bir protein olan Q, P ile etkileşir. Q'nun tam işlevini belirlemek için Q geninden yoksun (nakavt). bir mutant oluşturuldu. Yabanıl tip ve nakavt hücrelerin hücre bileşenleri izole edildi. P ve Q protein varlığı SDS-PAGE ve ardından Western blot ile incelendi. Western blot sonuçları aşağıdadır.



Deney sonuçlarına göre aşağıdaki ifadelerden hangisi çıkarılabilir?

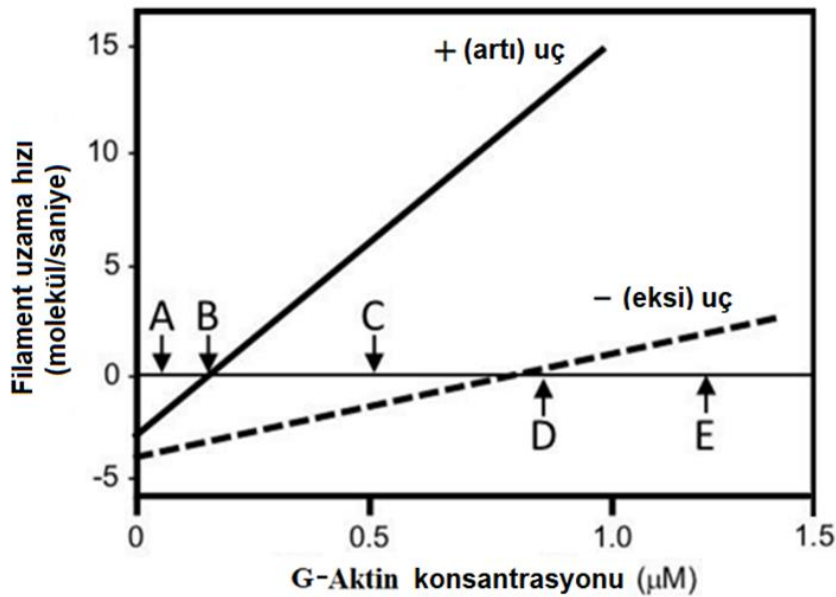
- A) Büyüme hormonu protein P'ye bağlanır ve P-Q protein kompleksi hücre çekirdeğine girer.
- B) Protein Q, büyüme hormonu yokken membrana bağlıdır ve büyüme hormonu etkisi altında protein P ile birlikte hücre çekirdeğine taşınır.
- C) Büyüme hormonu varlığında Protein Q, protein P'yi degradasyona karşı korur. Böylece P hücre çekirdeğine taşınabilir.
- D) Protein Q'nun protein P'ye bağlanması, büyüme hormonu yokluğunda protein P'nin hücre çekirdeğine taşınmasını engeller.
- E) Protein P ve protein Q serbest ribozomlarda sentezlenir.

ÇÖZÜM:

Protein Q, büyüme hormonu yokken membrana bağlıdır çünkü Western blotta membrandan izole edilen kısımda gözükmemektedir. Büyüme hormonu etkisi altında protein Q, protein P ile birlikte hücre çekirdeğine taşınır, hormon varlığında P ve Q proteinleri Western blotta nükleusta görülmüştür. Q- nakavtı olan hücrelerde protein P sitozolde kalmıştır.

CEVAP: D

5. Aşağıdaki grafik G-aktin konsantrasyonuna göre aktin filamentlerin artı ve eksi uçlarının büyüme oranını göstermektedir.



Buna grafiğe göre aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. Aktin filamentleri sadece artı uçtan büyür.
- II. "Treadmilling" B ve D noktaları arasında gerçekleşir.
- III. Polimerizasyon için kritik konsantrasyon eksi uçta daha büyüktür.
- IV. G aktin konsantrasyonu 0.5 μM iken aktin filamentinin boyu değişmez.
- V. Aktin filamentleri üzerinde dinein ve kinezin motor proteinleri işlev görür.

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

ÇÖZÜM:

Aktin filamentleri hem eksi hem artı uçtan büyür.

“Treadmilling” filamentin bir uçtan uzarken diğer uçtan kısalması demektir. Buna göre “Treadmilling”, B ve D noktaları arasında gerçekleşir.

Polimerizasyon için kritik konsantrasyon eksi uçta daha büyüktür.

G aktin konsantrasyonu $0.5 \mu\text{M}$ iken aktin filamentinin boyu uzar.

Aktin filamentleri üzerinde miyozin motor proteinleri işlev görür.

CEVAP: D

6. **pUC9 plazmidine** bir insert DNA sokularak rekombinant plazmit oluşturulmuştur. Yapılan deneyin ne kadar başarılı olduğunu anlamak için DNA izole edilmiştir. Nanodrop ile yapılan işlemler sonucu; rekombinant plazmit konsantrasyonu 100 µg DNA/mL, boş (insert içermeyen) pUC plazmit konsantrasyonu 500 ng DNA /µL bulunmuştur. Rekombinant plazmit ve pUC plazmidi üzerinde farklı restriksiyon kesim reaksiyonları tasarlanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Farklı kesim reaksiyonları

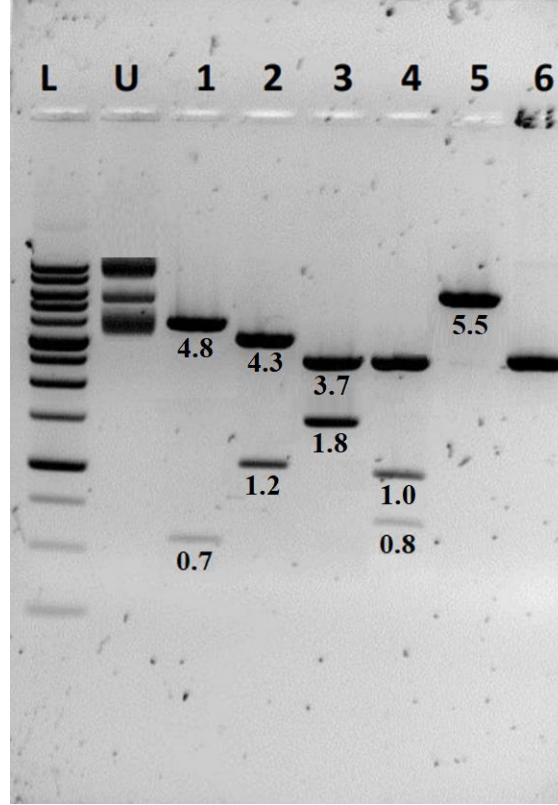
Numara	Uygulama
1	Rekombinant plazmit, BamHI enzimi ile kesilecektir.
2	Rekombinant plazmit, EcoRI enzimi ile kesilecektir.
3	Rekombinant plazmit, HindIII enzimi ile kesilecektir.
4	Rekombinant plazmit, EcoRI ve HindIII enzimleri ile kesilecektir.
5	Rekombinant plazmit, PstI enzimi ile kesilecektir.
6	pUC9, BamHI enzimi ile kesilecektir.

Her kesim reaksiyonunda 1 µg DNA kesilecektir. Kullanılacak her enzimden 2 Unite kullanılması gerekmektedir. Reaksiyon çözeltisinde tampon konsantrasyonu 1X olmalıdır. Reaksiyon çözeltisinin son hacmi 20 µL olmalıdır. Buna göre reaksiyon çözeltilerini oluşturmak için hangi stok çözeltiden ne kadar hacimde alınması gerektiği hesaplanmış ve Tablo 2 aşağıdaki gibi doldurulmuştur.

Tablo 2: Restriksiyon kesim reaksiyonları hazırlanırken kullanılan hacimler

Kullanılan stok çözeltiler (konsantrasyonları ile birlikte)	Reaksiyonlar					
	1	2	3	4	5	6
Rekombinant plazmit (100 µg DNA/mL)	10 µL					
pUC plazmidi (500 ng DNA/µL)						2 µL
BamHI (10 U/µL)	0.2 µL					0.2 µL
EcoRI (10 U/µL)		0.2 µL		0.2 µL		
HindIII (10 U/µL)			0.2 µL	0.2 µL		
PstI (10 U/µL)					0.2 µL	
Tampon çözelti (10X)	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL
Su (H ₂ O)	7.8 µL	7.8 µL	7.8 µL	7.6 µL	7.8 µL	15.8 µL
Reaksiyon çözeltisinin toplam hacmi	20 µL	20 µL	20 µL	20 µL	20 µL	20 µL

Restriksiyon kesim reaksiyonları sonucu oluşan ürünler agaroz jel elektroforezi ile yürütülmüştür. Oluşan jelin fotoğrafı aşağıda verilmiştir. L ile gösterilen kuyucuğa marker, U ile gösterilen kuyucuğa ise kesilmemiş (uncut) rekombinant plazmit yüklenmiştir. 1'den 6'ya kadar olan kuyucuklara ise numaralandırılmış reaksiyonlar sonucu oluşan ürünler sırasıyla yüklenmiştir. Jeldeki bantların büyüklükleri, bantların altına kb cinsinden yazılmıştır.



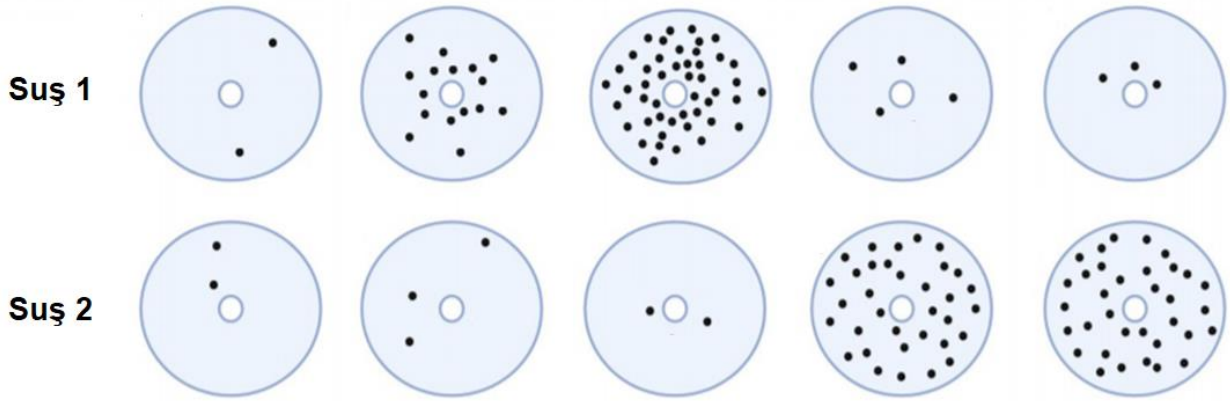
Bu sonuçlara göre aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. pUC plazmitinin büyüklüğü yaklaşık olarak 3.7 kb 'dir.
- II. İnsert DNA 'nın büyüklüğü yaklaşık olarak 1.8 kb 'dir.
- III. İnsert DNA, plazmide HindIII kesim yerinden sokulmuştur.
- IV. Tablo 2'deki hacimlerin hepsi doğru hesaplanmıştır.
- V. Jelde U ile gösterilen hatta üç farklı bant vardır. Bunun nedeni rekombinant plazmitin enzimler ile kesilmese bile kendiliğinden non-enzimatik olarak hidrolize olmasıdır.

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

7. İki mutajenik bileşiğin (NaN_3 ve EthBr) ve iki farklı *Salmonella typhimurim* suşu üzerindeki mutajenik etkilerini bulmak için AMES testi yapılmıştır. Bu testte, iki farklı *his*⁻ *Salmonella typhimurim* suşu, ortasında mutajen bileşikler emdirilmiş disk olan ve histidin içermeyen besiyerlerine karaciğer ekstraktı varlığında veya yokluğunda ekilmiş ve inkübe edilmiştir. Aşağıdaki tablodaki sütunlarda her bir uygulamada hangi mutajenin kullanıldığı ve karaciğer ekstraktı eklenip eklenmediği gösterilmiştir. Altında ise bu uygulamalarla oluşturulan besiyerlerinin inkübasyondan sonraki hali verilmiştir. (siyah noktalar kolonileri göstermektedir, besiyerinin ortasındaki beyaz daire ise mutajen emdirilmiş diskidir.)

NaN_3	-	+	+	-	-
EthBr	-	-	-	+	+
Karaciğer ekstraktı	-	-	+	-	+



Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- NaN_3 , suş 1 'de mutasyona neden olarak bakterileri *his*⁺ genotipe geri dönüştürmüştür.
- EthBr, suş 2 'de insersiyon mutasyonlarına neden olmuş olabilir.
- NaN_3 , karaciğer enzimleri ile daha mutajen bir bileşiğe dönüştürülmektedir.
- EthBr, karaciğer enzimleri ile daha mutajen bir bileşiğe dönüştürülmemektedir.

- I, II
- I, III
- II, IV
- II, III, IV
- I, II, III, IV

ÇÖZÜM:

NaN₃, suş 1 'de mutasyona neden olarak bakterileri his + genotipe geri dönüştürmüştür.

EthBr, suş 2 'de insersiyon mutasyonlarına neden olmuş olabilir.

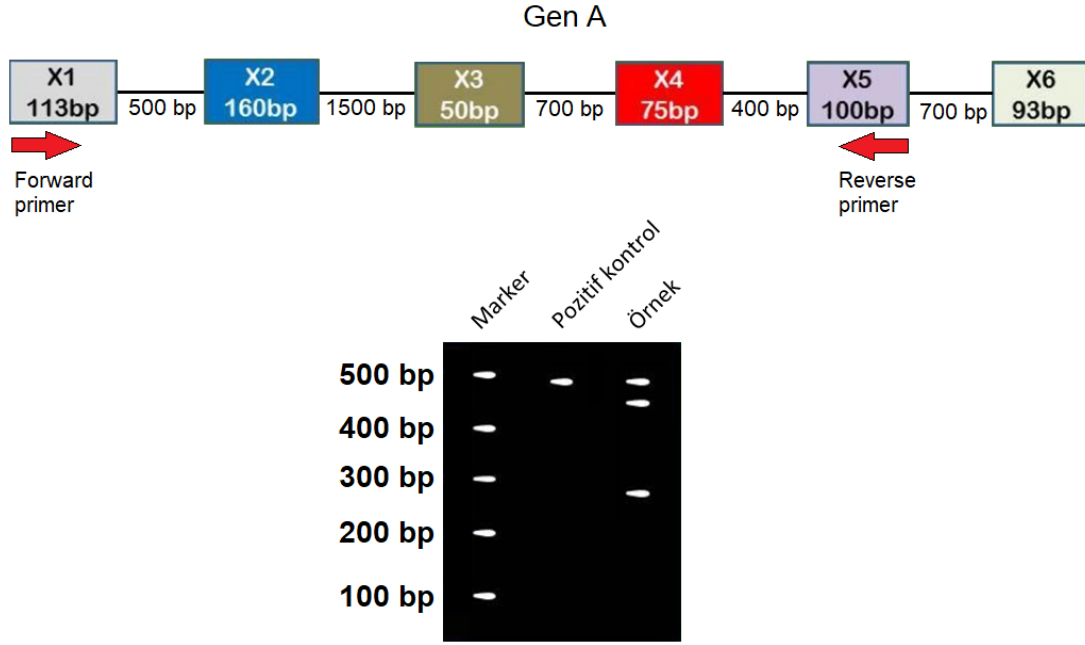
NaN₃, karaciğer enzimleri ile daha mutajen bir bileşiğe dönüştürülmektedir.

EthBr, karaciğer enzimleri ile daha mutajen bir bileşiğe dönüştürülmemektedir.

CEVAP: E

8. Aşağıdaki şekilde Gen A'nın yapısı gösterilmiştir. Kutular ekzonları, içindeki sayılar da ekzon büyüklüklerini gösterir. Intronlar çizgi şeklinde gösterilmiş olup büyüklükleri de altında verilmiştir.

Gen A 'yı içeren hücreler izole edilmiş ve cDNA sentezi yapılmıştır. Elde edilen cDNA örnekleri ile daha sonra PCR yapılmıştır. PCR'da kullanılan primerlerin bağlandığı bölgeler şekilde gösterilmiştir. PCR ürünleri jel elektroforezinde yürütülmüştür. Daha sonra bu jel ve X1 ekzonuna bağlanan radyoaktif prob kullanılarak southern blot yapılmıştır. Southern blot sonucu aşağıda verilmiştir.



Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. cDNA sentezinde kullanılan primer, şekilde reverse primerin bağlandığı yere bağlanır.
- II. Bu gende alternatif sprints görülmektedir.
- III. Örnekte görülen en büyük bant; X1, X2, X3, X4 ve X5 ekzonlarından oluşur.
- IV. cDNA sentezlemek yerine hücrelerden DNA izole edilip PCR yapılsaydı, yaklaşık 3.6 kB büyüklüğünde bir bant görülürdü.

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

ÇÖZÜM:

cDNA sentezinde kullanılan primer, şekilde reverse primerin bağlandığı yere bağlanmaz. cDNA sentezi için poli A kuyruğuna bağlanan poli T primer kullanılır.

Bu gende alternatif splays görülmektedir.

Örnekte görülen en büyük bant; X1, X2, X3, X4 ve X5 ekzonlarından oluşur.

cDNA sentezlenmeden PCR yapılsaydı, yaklaşık 3.6 kB büyüklüğünde bir bant görüldü. Ekzon ve intronlar toplandığı zaman

CEVAP: D

9. İnsan somatik kök hücrelerindeki hücre döngüsü evrelerinin süreleri ayrıntılı çalışmalar sonucunda aşağıdaki tablodaki gibi bulunmuştur.

G ₁	6 saat
S	4 saat
G ₂	1 saat
M	1 saat

Bu hücrelerden oluşan ve senkronize olmayan bir hücre popülasyonu 30 dakika boyunca radyoaktif timidin ($[^3\text{H}]\text{dT}$) içeren besi yerinde bekletiliyor. DNA sentezi yapan hücreler, radyoaktif timidini yeni sentezledikleri DNA'larına kattıkları için radyoaktif olarak işaretlenmektedirler. Hücre popülasyonu, 30 dakikalık sürenin sonunda tekrar radyoaktif timidin içermeyen besi yerine geri aktarılıyor. Hücreler radyoaktif timidin içermeyen besi yerine geri aktarıldıktan 60 dakika sonra radyoaktif timidin işaretli hücrelerin yüzde kaç M evresinde olur? En yakın değeri seçiniz.

A) %25

B) %18

C) %35

D) %11

E) %20

ÇÖZÜM:

Hücreler senkronize olmadıkları için hücre döngüsünün evrelerinde oransal olarak rastgele bulunmaktadır. Süresi daha uzun olan evrede daha fazla hücre bulunmaktadır. S evresi 4 saat sürdüğü için bu evrede 4x miktarda hücre vardır diyebiliriz. 30 dakika radyoaktif timidinli ortamda bulunduğu halihazırda S evresinde olan hücreler ve 30 dakika içerisinde G₁ den S evresine geçen hücreler radyoaktif olarak işaretleneceklerdir. Yani $4x + 0.5x = 4.5x$ hücre işaretli olacaktır. Radyoaktif timidin içermeyen ortama geri aktarıldıktan 60 dakika sonra ise, radyoaktif timidinli ortama transfer anında S evresinin sonunda olan hücreler M evresinin ortasında olacaklardır (toplam geçen süre 90 dk olduğu için). Yani M evresindeki hücrelerin (x miktarda hücre) yarısı (0.5x miktarda hücre) radyoaktif işaretli olacaktır. $0.5x / 4.5x = \%11.11$ eder.

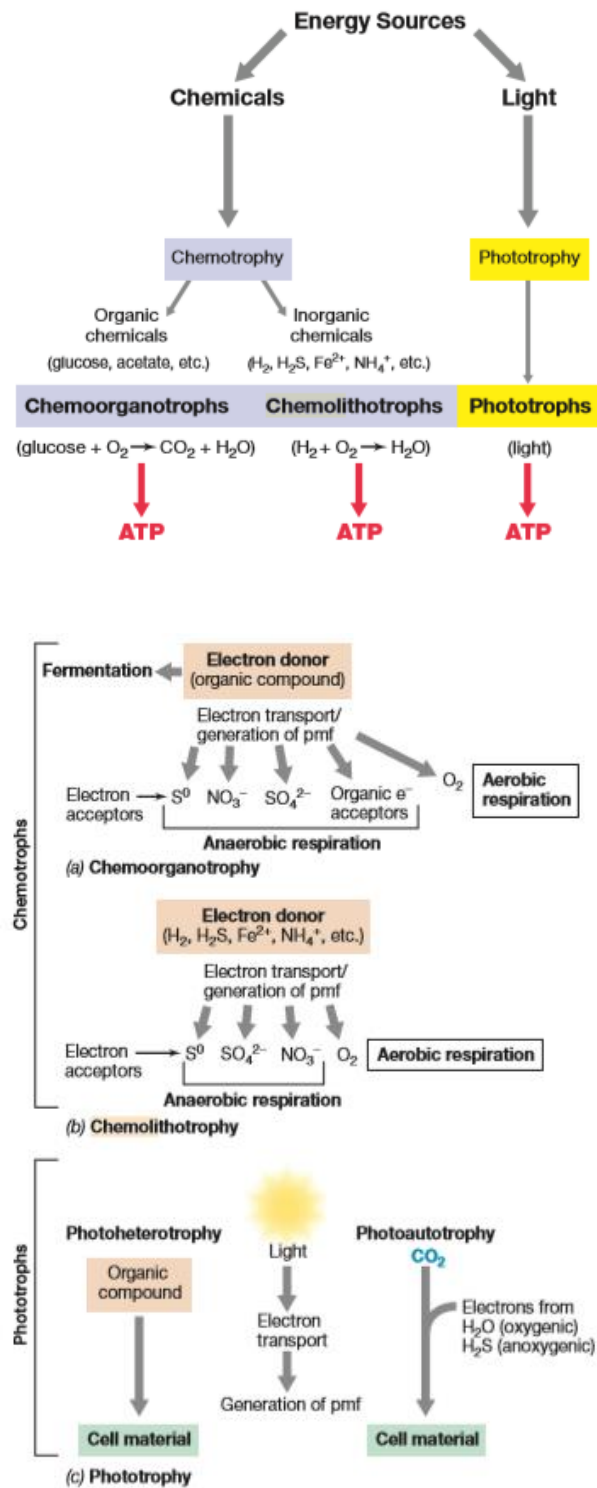
CEVAP: D

10. Aşağıdaki tabloda 6 farklı prokaryotik organizmanın enerji metabolizmaları ile ilgili olarak bilgiler (karbon kaynağı, elektron taşınımı için enerji kaynağı, elektron taşıma sistemindeki elektron kaynağı, elektron taşıma sistemindeki son elektron alıcısı) verilmiştir.

Numara	Karbon kaynağı	Elektron taşınımı için enerji kaynağı	ETS 'deki e ⁻ kaynağı	ETS 'deki son e ⁻ alıcısı
1	organik moleküller	redoks reaksiyonları	organik moleküller	O ₂
2	CO ₂	redoks reaksiyonları	Fe ²⁺	O ₂
3	CO ₂	Işık	H ₂ S	
4	CO ₂	Işık	H ₂ O	
5	organik moleküller	redoks reaksiyonları	organik moleküller	SO ₄ ²⁻
6	organik moleküller	Işık		

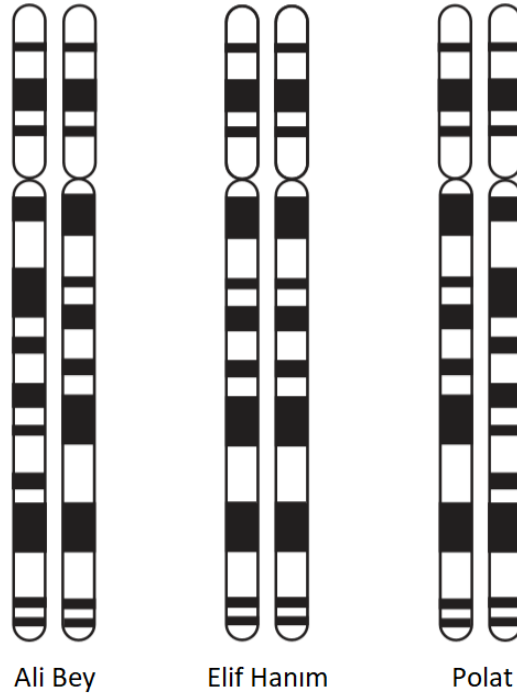
Bu tabloya göre, numaralandırılmış mikroorganizmaların (1-6) metabolizmaları aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak isimlendirilmiştir?

Mikroorganizmalar						
	1	2	3	4	5	6
A)	aerob kemolitotrof	aerob kemo-organotrof	anoksijenik fotoototrof	oksijenik fotoototrof	anaerob kemolitotrof	foto-heterotrof
B)	aerob kemo-organotrof	kemolitotrof	anoksijenik fotoototrof	oksijenik fotoototrof	anaerob kemo-organotrof	foto-heterotrof
C)	aerob kemo-organotrof	kemolitotrof	anaerob fotoototrof	aerob fotoototrof	kemolitotrof	anaerob fotoototrof
D)	aerob kemo-organotrof	aerob kemo-organotrof	foto-heterotrof	oksijenik fotoototrof	anaerob kemo-organotrof	anoksijenik fotoototrof
E)	aerob kemo-organotrof	kemolitotrof	foto-heterotrof	aerob fotoototrof	anaerob kemo-organotrof	foto-heterotrof



Genetik ve Evrim

11. Ali Bey ve Elif Hanım'ın bir Polat adında bir oğulları vardır. Bu çift birkaç yıldır ikinci bir çocuk sahibi olmaya çalışmakta fakat başarısız olmaktadır. Bu nedenle genetik danışmanlık almaya karar vermişlerdir. Ali Bey'e ve Elif Hanım'a ve Polat'a karyotip analizi ve kromozom bantlama yapılmıştır. Üç bireyin 11. kromozom çiftleri aşağıdaki gibidir.



Bu üç bireyin 11. kromozomları ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi / hangileri doğrudur?

- I. Ali Bey'in 11. kromozomunda sentromeri içinde bulunduran bir bölge inversiyon geçirmiştir.
- II. Polat, babasından rekombinasyona uğramış bir kromozom almıştır.
- III. Ali Bey'de, mayoz 1'de inversiyon geçirmiş bölge içerisinde bir kross-over gerçekleşirse duplikasyonlu ve delesyonlu kromozomlar oluşur.
- IV. Ali Bey'de, mayoz 1'de inversiyon geçirmiş bölge içerisinde bir kross-over gerçekleşirse sentromeri olmayan veya iki sentromeri olan kromozomlar oluşur.

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

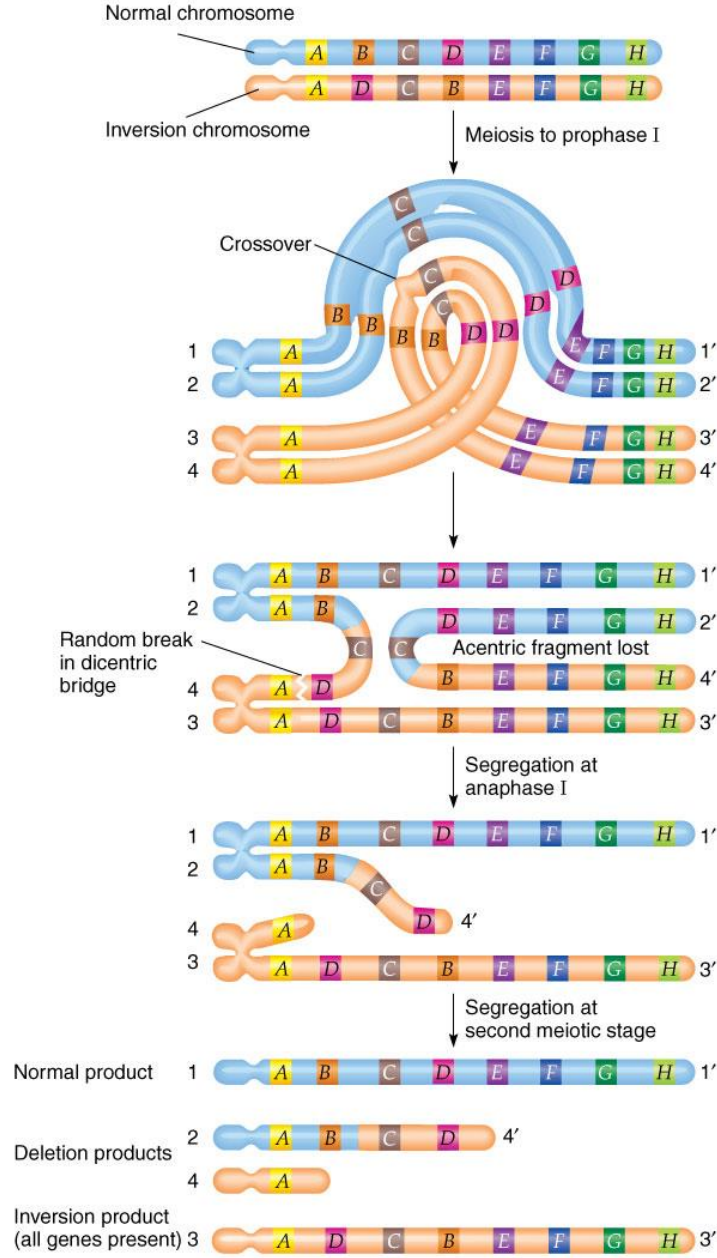
ÇÖZÜM:

Sentromeri içine almayan bir bölge inversiyon geçirmiştir.

Polat babasından inversiyonlu kromozomu olduğu gibi almıştır. Rekombinasyon yoktur.

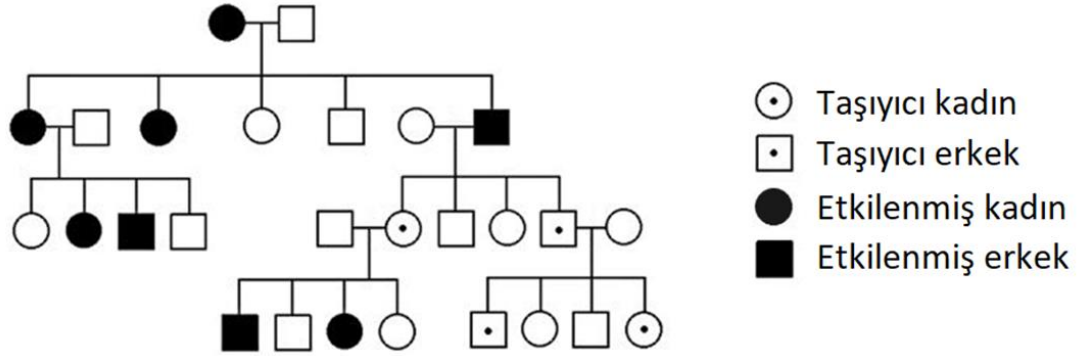
Ali Bey'de, mayoz 1'de inversiyon geçirmiş bölge içerisinde bir kross-over gerçekleşirse duplikasyonlu ve delesyonlu kromozomlar oluşur.

Ali Bey'de, mayoz 1'de inversiyon geçirmiş bölge içerisinde bir kross-over gerçekleşirse sentromeri olmayan veya iki sentromeri olan kromozomlar oluşur.



CEVAP: E

12. Aşağıdaki soyağacında gösterilen karakterin kalıtım şekli aşağıdakilerden hangisidir?



- A) X-bağımlı dominant kalıtım
- B) X-bağımlı resesif kalıtım
- C) Otozomal dominant kalıtım
- D) Paternal damgalanmış kalıtım**
- E) Maternal damgalanmış kalıtım

ÇÖZÜM:

Paternal damgalanmada, babadan kalıtılan alel, sessiz durumdadır ve ifade edilmez. Etkilenmiş dişi bireylerin döllerinin yarısı cinsiyetlerine bakılmaksızın etkilenecektir.

CEVAP: D

13. Hemofili A, pıhtılaşma faktörlerinden faktör VIII 'in eksikliğine bağlı olarak gelişen ve X'e bağlı resesif kalıtılan bir hastalıktır. Eşit sayıda erkek ve kadından oluşan Hardy-Weinberg dengesindeki bir popülasyonun %12 'si bu hastalıktan etkilenmiştir. Bu popülasyonda sağlıklı bir kadın ve sağlıklı bir adam evleniyor. Bu çiftin çocuğunun hemofili A hastası bir erkek olma olasılığı nedir? Bulduğunuz sonuca en yakın seçeneği seçiniz.

A) %8.3

B) %4.2

C) %4.9

D) %6.5

E) %1.3

ÇÖZÜM:

Sağlam alelin frekansı p , hastalığa sebep olan alelin frekansı q olsun.

Hastalık X e bağlı resesif kalıtıldığından, erkekler içinde hasta frekansı q , kadınlar içinde hasta frekansı q^2 dir. Populasyondaki erkek : kadın oranı 1 olduğundan popülasyondaki hasta bireylerin frekansı da bu ikisinin aritmetik ortalamasıdır. Yani

$$(q^2 + q) / 2 = 0.12 \text{ olur.}$$

$$q^2 + q = 0.24 \text{ denklemini çözüldüğünde } q = 0.2 \text{ bulunur.}$$

Sağlıklı bir kadın ve sağlıklı bir adamın hasta erkek çocuğu olması için, kadın taşıyıcı olmalıdır.

$$\text{Kadının taşıyıcı olma olasılığı} = \frac{\text{kadınların içinde heterozigotların frekansı}}{\text{kadınlar içinde sağlıklıların frekansı}}$$

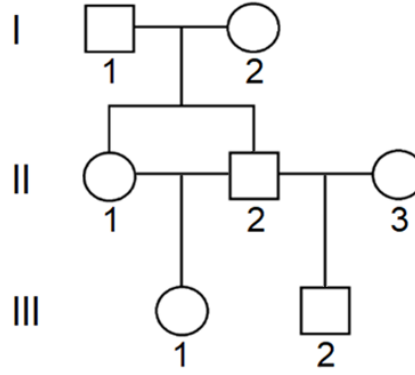
$$\text{Kadının taşıyıcı olma olasılığı} = 2pq / (1 - q^2) = (2 * 0.8 * 0.2) / (1 - 0.04) \approx 0.33$$

Son olarak erkekten Y kromozomu, kadından da hastalığa sebep olan alelin gelme olasılığı hesaplanıp 0.33 ile çarpılır.

$$= 0.5 * 0.5 * 0.33 \approx 0.083$$

CEVAP: A

14. Verilen soy ağacındaki kişilerin akrabalık ilişkileri ile ilgili olarak aşağıdaki öncüllerden hangisi / hangileri doğrudur?



- I. I-1 ve III-1 bireyleri arasındaki akrabalık katsayısı 0.5 'dir.
II. I-1 ve III-2 bireyleri arasındaki akrabalık katsayısı 0.125 'dir.
III. III-1 ve III-2 bireyleri arasındaki akrabalık katsayısı 0.375 'dir.
IV. I-2 ve II-3 bireyleri arasındaki akrabalık katsayısı 0.25 'dir.

A) Yalnız I

B) I, II

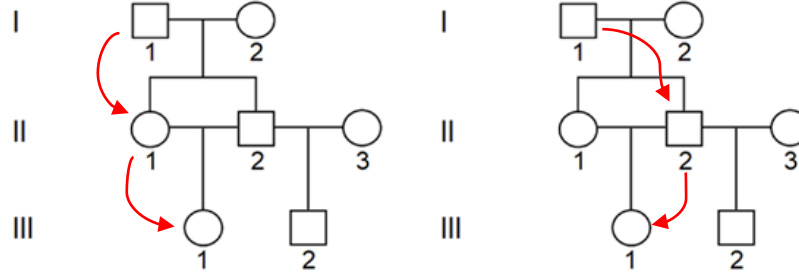
C) I, III

D) II, III

E) III, IV

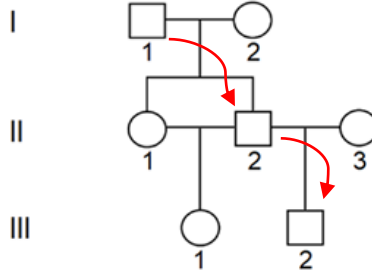
ÇÖZÜM:

I-1 ve III-1 bireyleri arasında II-1 veya II-2 bireyleri üzerinden gen aktarımı olabilir.



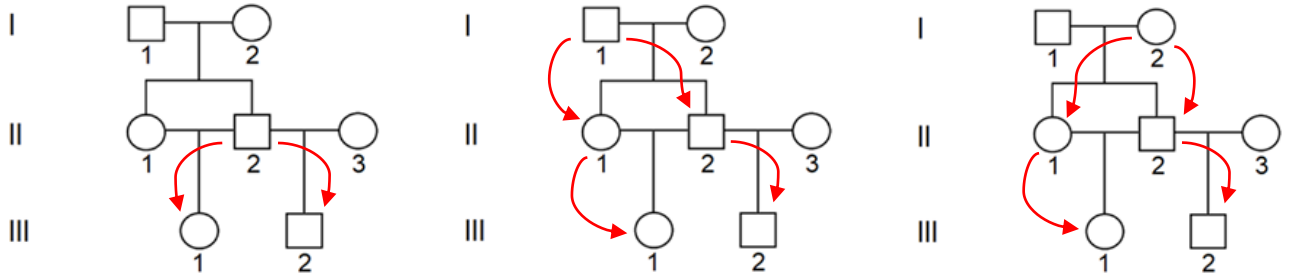
Bu durumda I-1 ve III-1 arasındaki akrabalık katsayısı, $\frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^2} = \frac{1}{2} = 0.5$ olur.

I-1 ve III-2 bireyleri arasında II-2 bireyi üzerinden aşağıdaki gibi gen aktarımı olabilir.



Bu durumda I-1 ve III-2 arasındaki akrabalık katsayısı, $\frac{1}{2^2} = \frac{1}{4} = 0.25$ olur.

III-1 ve III-2 bireylerinin üç farklı ortak atası vardır. Bu atalar I-1, I-2 ve II-2 bireyleridir. Bu ortak atalardaki herhangi bir gen aşağıdaki yollarla III-1 ve III-2 bireylerine aktarılabilir.



Bu durumda I-1 ve III-2 arasında akrabalık katsayısı, $\frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^4} + \frac{1}{2^4} = \frac{3}{8} = 0.375$ olur.

I-2 ve II-3 bireyleri arasında akrabalık ilişkisi yoktur.

CEVAP: C

15. Zürafalarda boy uzunluğunu kontrol eden lokus için populasyonda iki farklı alel (A ve a) bulunmaktadır. AA genotipi uzun boyluluğa, aa genotipi ise kısa boyluluğa neden olur. Aa genotipli bireyler ise bu iki fenotipin arasında bir boy uzunluğuna sahiptirler ve orta boylu olarak tanımlanırlar. Başlangıç durumunda Hardy-Weinberg dengesinde olan bir zürafa popülasyonunda uzun boylu bireylerin frekansı %32 'dir. Bu nesildeki orta boylu bireylerin %10 'u, kısa boylu bireylerin ise %40 'ı üreyemeden ölmüştür.

Hayatta kalan bireyler arasında çiftleşmenin rastgele olduğunu varsayalım. Bu durumda bir sonraki nesilde kısa boylu bireylerin frekansı yaklaşık olarak kaç olur? Bulduğunuz sonuca en yakın olan değeri seçiniz.

A) 0.150

B) 0.113

C) 0.033

D) 0.171

E) 0.095

ÇÖZÜM:

Başlangıçta A alelinin frekansı p_1 , a alelinin frekansı q_1 olsun.

$p_1^2 = 0.32$ ise $p_1 = 0.56$, $q_1 = 0.44$ olur.

Bir sonraki nesildeki A alelinin frekansı p_2 , a alelinin frekansı q_2 olsun.

Bu durumda q_2 yi veren ifade şöyle olacaktır:

$$q_2 = \frac{\text{Bir sonraki nesle aktarılabilen a allelleri}}{\text{Bir sonraki nesle aktarılabilen tüm alleller}}$$

$$q_2 = \frac{0.6 q_1^2 + 0.9 p_1 q_1}{p_1^2 + 0.6 q_1^2 + 0.9 \times 2 p_1 q_1}$$

$$q_2 \approx 0.387$$

$$q_2^2 \approx 0.150$$

CEVAP: A

16. O157:H7, *E.coli* bakterilerinin en zararlı serotipi olarak kabul edilir ve hemorajik kolit başta olmak üzere çeşitli hastalıklara yol açar. Bu bakteriyle savaşmak için bakteriyofajların kullanılması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda araştırmacılar, 2 farklı faj izole etmiştir. Bu fajların *E.coli* üzerinde transdüksiyon deneyleri aşağıda verildiği gibidir.

Her iki faj önce *pur*⁺ *pro*⁺ *his*⁺ (pürin, prolin ve histidin sentezleyebilen) donör bakterilerle inkübe edilmiştir. Daha sonra fajlar izole edilip *pur*⁻ *pro*⁻ *his*⁻ (pürin, prolin ve histidin sentezleyemeyen) alıcı bakterilere inkübe edilmiştir. Transdüksiyon sonrası alıcı bakteriler üç farklı selektif besiyerinde (X, Y, Z) büyütülmüş. Her bir besiyerinde gelişen kolonilerin genotiplendirilmesi yapılmış ve bu genotiplerin oranları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

X besiyeri prolin ve histidin içermekte, pürin içermemektedir.
Y besiyeri pürin ve histidin içermekte, prolin içermemektedir.
Z besiyeri prolin ve pürin içermekte, histidin içermemektedir.

Faj 1 ile yapılan transdüksiyon deneylerinin sonucu

<i>X besiyeri</i>	<i>Y besiyeri</i>	<i>Z besiyeri</i>
<i>pro</i> ⁻ <i>his</i> ⁻ 86%	<i>pur</i> ⁻ <i>his</i> ⁻ 44%	<i>pur</i> ⁻ <i>pro</i> ⁻ 20%
<i>pro</i> ⁺ <i>his</i> ⁻ 0%	<i>pur</i> ⁺ <i>his</i> ⁻ 0%	<i>pur</i> ⁺ <i>pro</i> ⁻ 14%
<i>pro</i> ⁻ <i>his</i> ⁺ 10%	<i>pur</i> ⁻ <i>his</i> ⁺ 54%	<i>pur</i> ⁻ <i>pro</i> ⁺ 61%
<i>pro</i> ⁺ <i>his</i> ⁺ 4%	<i>pur</i> ⁺ <i>his</i> ⁺ 2%	<i>pur</i> ⁺ <i>pro</i> ⁺ 5%

Faj 2 ile yapılan transdüksiyon deneylerinin sonucu

<i>X besiyeri</i>	<i>Y besiyeri</i>	<i>Z besiyeri</i>
<i>pro</i> ⁻ <i>his</i> ⁻ 0%	<i>pur</i> ⁻ <i>his</i> ⁻ 0%	<i>pur</i> ⁻ <i>pro</i> ⁻ 0%
<i>pro</i> ⁺ <i>his</i> ⁻ 0%	<i>pur</i> ⁺ <i>his</i> ⁻ 0%	<i>pur</i> ⁺ <i>pro</i> ⁻ 0%
<i>pro</i> ⁻ <i>his</i> ⁺ 0%	<i>pur</i> ⁻ <i>his</i> ⁺ 100%	<i>pur</i> ⁻ <i>pro</i> ⁺ 100%
<i>pro</i> ⁺ <i>his</i> ⁺ 0%	<i>pur</i> ⁺ <i>his</i> ⁺ 0%	<i>pur</i> ⁺ <i>pro</i> ⁺ 0%

Yukarıda verilenlere göre aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- Bakteriyel genlerin haritası çizildiğinde *pur* ve *his* genleri birbirine en yakın olarak bulunur.
- Faj 2'nin profajı *pro* ve *his* genleri arasına girmiştir.
- Faj 1, genelleşmiş transdüksiyon yapmaktadır.
- Eğer tedavide sadece virü lent bakteriyofajlar kullanılmak istenirse faj 2 kullanılamaz.

A) II ve III

B) I ve IV

C) II, III ve IV

D) II ve IV

E) I ve III

ÇÖZÜM:

Transdüksiyon iki çeşittir:

1) Generalize transdüksiyon: Bakteri hücresi içinde faj olgunlaşırken, parçalanan konakçı DNA'sından bir segment, aynı yerde sentezlenen faj kapsidi içine tesadüfen girebilir. Böylece bu kapsid (fajın baş kısmı içinde), faj DNA'sından ayrı olarak ve değişik uzunlukta (50-100 gen içerebilir) bakteri DNA'sını da içermiş olur. Böyle bir faj etrafa yayıldıktan sonra, başka bir bakteriyi enfekte ettiğinde, kendi DNA'sı ile birlikte konakçı DNA'sını da alıcı hücreye aktarır. Eğer faj, taşıdığı bu bakteri DNA'sı ile birlikte konakçı hücrenin kromozomu ile birleşirse, taşıdığı karakterler yönünden alıcı hücreyi pozitif hale getirir.

Generalize transdüksiyonda, bu görevi yapan fajlar, konakçı DNA'sının herhangi bir geninin veya belli bir segmentinin yanına yapışmazlar. Bu nedenle her bakteri DNA segmentinin veya bunun üzerinde bulunan özel karakterlerin (genlerin) taşınma veya alınma olasılığı bütün genler için eşit olmaktadır.

Generalize transdüksiyon, litik faz sırasında gerçekleşir. Genellikle virü lent fajlarda görülür ancak ılıman fajlarda da görülebilir.

2) Özel transdüksiyon: Özel transdüksiyon oluşturan fajlar konakçı DNA'sında belli bazı genlerin yanına yerleşirler ve hücre DNA'sı ile birleşerek profaj haline dönüşürler. Konakçı hücrenin kromozomu ile birleşmiş bulunan faj, konakçı hücre UV-ışınlarına maruz bırakılırsa, aktive olur ve DNA'dan veya yerleştiği yerden ayrılarak konakçısını lize ederler. DNA'dan ayrılırken, yanında bulunduğu veya yanına yapıştığı bakteriyeye ait geni de birlikte alarak ayrılırlar. Böyle bir faj başka bir bakteri kültürüne inokule edilirse buradaki hücreleri enfekte ettiğinde bu taşıdığı geni o bakteriyeye aktarır ve bakteriyi, gende bulunan özel karakterler yönünden, pozitif hale getirir.

Özel transdüksiyon, lizojenik faz sırasında gerçekleşir ve sadece ılıman fajlar tarafından gerçekleştirilebilir.

Faj 1 generalize, 2 ise özel transdüksiyon yapmaktadır. Faj 2 kesinlikle ılıman bir faj iken 1 hakkında bir şey söylenemez.

Soruya bakılırsa:

I. Bakteriyel genlerin haritası çizildiğinde *pur* ve *his* genleri birbirine en yakın olarak bulunur.

Yanlıştır. Faj 1'in verilerine bakıldığında kotransdüksiyon yüzdesinin en yüksek olduğu genler *pro* ve *his* genleridir. Hatta gen sırası şöyledir:

pur-----his---pro

II. Faj 2'nin profajı *pro* ve *his* genleri arasındadır.

Doğrudur. Faj 2'nin verilerine bakıldığında sadece *his* ve *pro* genlerinin aktarımı yapılmıştır. Bu, özel transdüksiyona ve profajın *his-pro* genleri arasına yerleştiğine işaret eder.

III. Faj 1, genelleşmiş transdüksiyon yapmaktadır.

Doğrudur Virü lent fajlar sadece generalize transdüksiyon yapabilir.

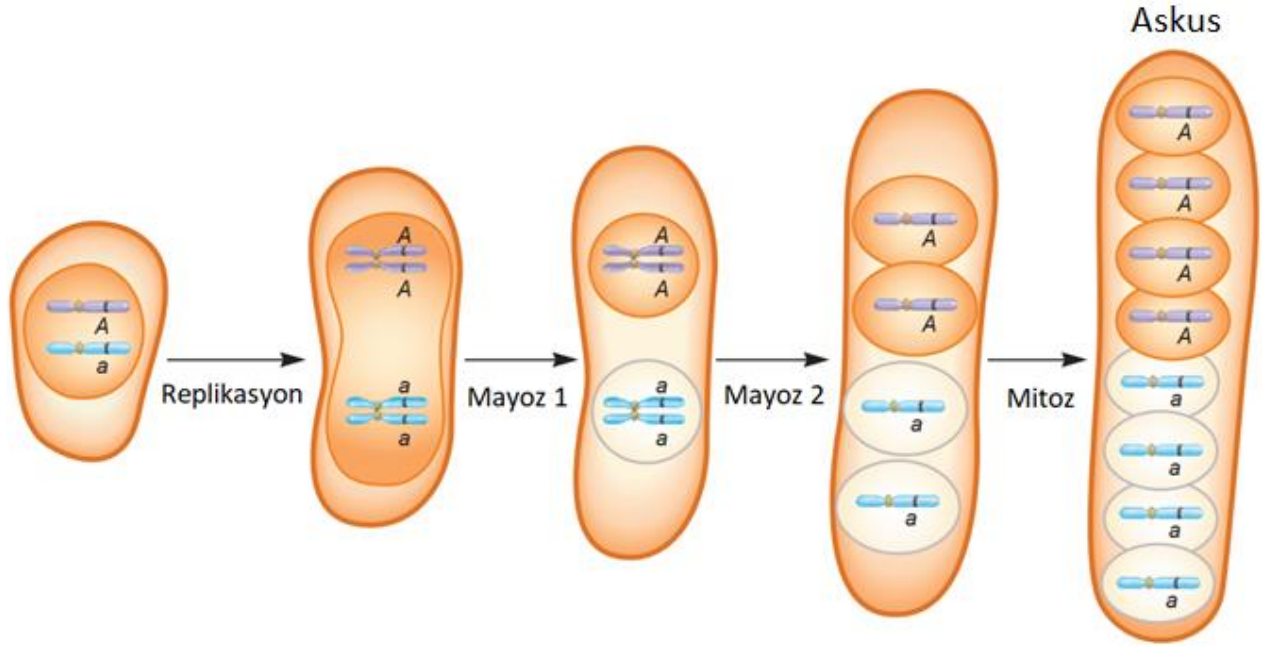
IV. Eğer tedavide sadece virü lent bakteriyofajlar kullanılmak istenirse faj 2 kullanılamaz.

Doğrudur. Faj 2 ılıman bir bakteriyofajdır.

Bu yüzden doğru cevap **II , III ve IV** öncülleridir.

CEVAP: C

17. Neurospora’da eşeyli sporlar askus adı verilen keselerde üretilir. Spor ana hücresi bu kese içerisinde mayoz ve ardından mitoz geçirir. Böylece bir spor ana hücrenden 8 spor oluşur. Askus içindeki mayoz ve mitoz bölünmelerin hepsi aynı düzlemde gerçekleşir ve sporlar askusta lineer olarak sıralanırlar. Bu özellikten yararlanılarak askustaki farklı genotipteki sporların sıralanışı incelenebilir ve genetik haritalama yapılabilir.

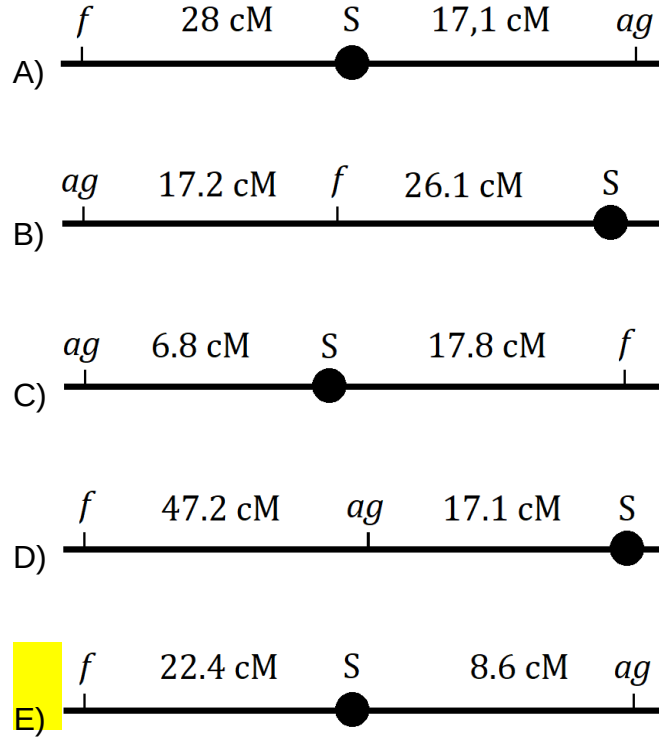


Neurospora ile yapılan bir çalışmada *f/ag* (fenol duyarlı, arjinin üretemeyen) ve *+ / +* genotiplerine sahip iki küf çaprazlanmıştır. 6 tip askus, aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi sayılarıyla kaydedilmiştir.

Askus tipi	Askustaki sporların genotipleri (askustaki sırası ile)								Askus sayıları
1	<i>? / ag</i>	<i>f / ag</i>	<i>f / +</i>	<i>? / +</i>	<i>? / ?</i>	<i>+ / +</i>	<i>+ / ?</i>	<i>+ / ?</i>	11
2	<i>f / +</i>	<i>f / +</i>	<i>+ / +</i>	<i>+ / ?</i>	<i>+ / ag</i>	<i>+ / ag</i>	<i>f / ag</i>	<i>? / ?</i>	52
3	<i>f / ag</i>	<i>f / ag</i>	<i>? / ag</i>	<i>? / ?</i>	<i>? / +</i>	<i>+ / +</i>	<i>? / +</i>	<i>+ / +</i>	41
4	<i>+ / ag</i>	<i>? / ag</i>	<i>? / ?</i>	<i>? / ag</i>	<i>f / +</i>	<i>f / +</i>	<i>f / +</i>	<i>? / ?</i>	3
5	<i>f / +</i>	<i>f / +</i>	<i>f / ?</i>	<i>? / ag</i>	<i>+ / +</i>	<i>? / +</i>	<i>? / ?</i>	<i>+ / ag</i>	9
6	<i>f / +</i>	<i>f / +</i>	<i>? / ?</i>	<i>? / ?</i>	<i>? / ?</i>	<i>? / ?</i>	<i>+ / ag</i>	<i>+ / ag</i>	30

Tabloda “?” ile gösterilen genotiplerin ne olduğu size verilmemiştir. Soruyu çözmek için ? işaretli yerlere hangi genlerin gelmesi gerektiğini bularak tabloyu siz tamamlamalısınız. Ancak bu 6 tip askustan bir tanesinde sporların genotiplerini bulmak için tabloda yeterince ipucu verilmemiştir. Sporların genotiplerini bulmanın imkansız olduğu askusun hangisi olduğunu belirleyin ve haritalama yaparken o tipteki askuları hesaba katmayın.

Kromozomda *f*, *ag* ve sentromerin yerleşimini gösteren harita hangisidir? (S, sentromerdir.)



ÇÖZÜM:

Öncelikle verilen askuslarda ? ile bırakılan yerler doldurulmalıdır. Verilen sporların genotip dizilişinden verilmeyenler kolaylıkla anlaşılabilir.

1	<i>f/ag</i>	<i>f/ag</i>	<i>f/+</i>	<i>f/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/ag</i>	<i>+/ag</i>	11
2	<i>f/+</i>	<i>f/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/ag</i>	<i>+/ag</i>	<i>f/ag</i>	<i>f/ag</i>	52
3	<i>f/ag</i>	<i>f/ag</i>	<i>f/ag</i>	<i>f/ag</i>	<i>?/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	41
4	<i>+/ag</i>	<i>+/ag</i>	<i>+/ag</i>	<i>+/ag</i>	<i>f/+</i>	<i>f/+</i>	<i>f/+</i>	<i>f/+</i>	3
5	<i>f/+</i>	<i>f/+</i>	<i>f/ag</i>	<i>f/ag</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/ag</i>	<i>+/ag</i>	9
6	<i>f/+</i>	<i>f/+</i>	<i>?/?</i>	<i>?/?</i>	<i>?/?</i>	<i>?/?</i>	<i>+/ag</i>	<i>+/ag</i>	30

Ancak 6 numaralı askus tipinde ? ile verilenlerin ne olacağı belli değildir.

f/+ *f/+* *+/ag* *+/ag* YA DA *+/ag* *+/ag* *f/+* *f/+* gelebilir.

O yüzden 6 numaralı askus hesaplamaya alınmaz.

Daha sonra her bir gen için II.bölünme dağılımı oranı ve her askus için tip belirlemesi yapılır.

1	<i>f/ag</i>	<i>f/ag</i>	<i>f/+</i>	<i>f/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/ag</i>	<i>+/ag</i>	11	<i>f</i> için 1.bölünme dağılımı, <i>ag</i> için 2.bölünme dağılımı, TD (tetratip)
2	<i>f/+</i>	<i>f/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/ag</i>	<i>+/ag</i>	<i>f/ag</i>	<i>f/ag</i>	52	<i>f</i> için 2.bölünme dağılımı, <i>ag</i> için 1.bölünme dağılımı, TD
3	<i>f/ag</i>	<i>f/ag</i>	<i>f/ag</i>	<i>f/ag</i>	<i>?/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	41	<i>f</i> için 1.bölünme dağılımı, <i>ag</i> için 1.bölünme dağılımı, PD (parental ditip)
4	<i>+/ag</i>	<i>+/ag</i>	<i>+/ag</i>	<i>+/ag</i>	<i>f/+</i>	<i>f/+</i>	<i>f/+</i>	<i>f/+</i>	3	<i>f</i> için 1.bölünme dağılımı, <i>ag</i> için 1.bölünme dağılımı, NPD (non-parental ditip)
5	<i>f/+</i>	<i>f/+</i>	<i>f/ag</i>	<i>f/ag</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/ag</i>	<i>+/ag</i>	9	<i>f</i> için 1.bölünme dağılımı, <i>ag</i> için 2.bölünme dağılımı, TD ,

Daha sonra uzaklıklar hesaplanır:

NPD<TD olduğundan genler bağlıdır.

$$\text{Gen-sentromer arası} = ([\frac{1}{2} \times \text{II.bölünme dağılımı}] / \text{Toplam askus sayısı}) \times 100$$

$$f\text{-sentromer arası} = (\frac{1}{2} \times 52 / 116) \times 100 = 22,4 \text{ SM}$$

$$ag\text{- sentromer arası} = (\frac{1}{2} \times 20 / 116) \times 100 = 8,6 \text{ SM}$$

$$\text{İki gen arası} = (([\frac{1}{2} \times \text{TD}] + \text{NPD}) / \text{Toplam askus sayısı}) \times 100$$

$$f\text{-ag arası} = ([\frac{1}{2} \times 72] + 3) / 116) \times 100 = 33,6$$

Doğru harita aşağıdaki gibidir.

f-----22,4-----S-----8,6-----ag

CEVAP: E

18. Tavukların 5.kromozomunda bulunan üç gen (k, f, c), yeni doğan bireylerin kanatlarındaki kas miktarını kantitatif olarak belirlemektedir. Gen haritası aşağıda görüldüğü gibidir (SM=santimorgan). Genler arasında %20 interferens olduğunu kabul edin.

k -----20SM----- f -----30SM----- c

k, f, c lokuslarındaki her bir dominant allel sırasıyla 20,10 ve 5 μm^3 kas hacmi artışına sebep olmaktadır. Resesif allellerin herhangi bir etkisi bulunmamaktadır (dominant aleller büyük harfle, resesif aleller küçük harfle ifade edilmektedir.). Tüm lokuslar için homozigot resesif olan bireyler 10 μm^3 'lük kas hacmiyle doğmaktadır.

KFC / KFC x kfc / kfc çaprazı sonucu oluşan F1 dölünden bir birey, tüm genler için homozigot resesif bir bireyle test çaprazına tabi tutuluyor. Oluşacak 5 yavrudan 3 tanesinin 35 μm^3 ve üzeri kas hacmine sahip olma olasılığı yaklaşık olarak kaçtır?

- A) 0,153
- B) 0,441
- C) 0,252**
- D) 0,341
- E) 0,472

ÇÖZÜM:

Öncelikle her bir oluşabilecek her bir genotipin ve fenotipin frekansları bulunmalıdır.

Öncelikle çift crossing-over oranı bulunur:

$$DCO = (I. bölge \times II. bölge) \times C \text{ (coefficient of coincidence)}$$

$$C = 1 - I \text{ (Interference)}$$

$$C = 1 - 0,2 = 0,8$$

$$DCO = 0,2 \times 0,3 \times 0,8 = \%4,8 \text{ olarak bulunur.}$$

Bundan yola çıkarak genotipler ve fenotipler şöyle hesaplanır:

Parentaller:

+++ %27,4 45 μm^3

kfc %27,4 10 μm^3

I.bölge CO:

k++ %7,6 30 μm^3

+fc %7,6 25 μm^3

II.bölge CO:

++c %12,6 40 μm^3

kf+ %12,6 15 μm^3

DCO:

+f+ %2,4 35 μm^3

k+c %2,4 20 μm^3

30 μm^3 ve üstü olma olasılığı=%42,4

30 μm^3 altı olma olasılığı=%57,6 olarak bulunur.

Son olarak soruyu bulmak için binom dağılımı kullanılır.

$$5 \text{ çocuktan } 3\text{'ünün } 30 \mu\text{m}^3 \text{ ve üstü olma olasılığı} = (5,3) \times a^3 \times b^2$$

$$a = 30 \mu\text{m}^3 \text{ ve üstü olma olasılığı} = \%42,4$$

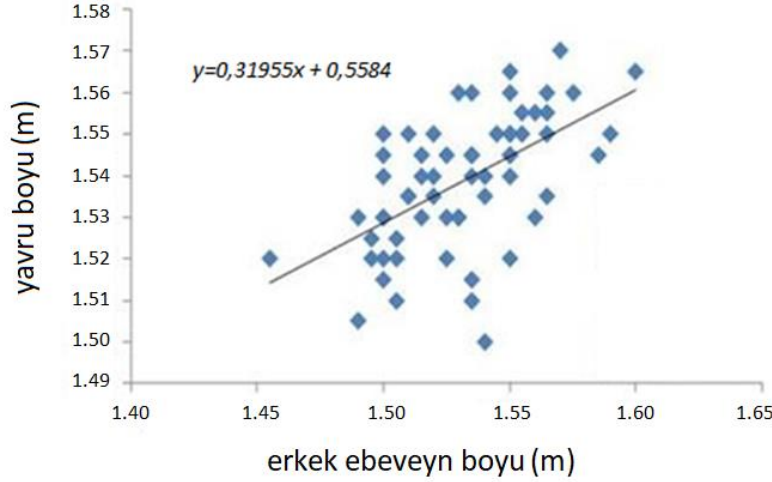
$$b = 30 \mu\text{m}^3 \text{ altı olma olasılığı} = \%57,6$$

$$(5,3) \times (0,424)^3 \times (0,576)^2 = 0,252 \text{ olarak bulunur.}$$

CEVAP: C

19. *Equus ferus* ya da bilinen adıyla Ahal Teke, insanlar tarafından ilk evcilleştirilmiş at türü olarak kabul edilmektedir. Anavatanı Orta Asya olan bu atların boyları, erişkin dönemlerinde omuz başından ölçülmek üzere 1,4 - 1,7 metre aralığındadır.

Türkmenistan yöresinde yapılan bir çalışmada, atların boy uzunluğunun çevresel etmenlere bağlılığı test edilmiştir. Bu çalışmada atların erkek ebeveynlerinin boyları, erişkin döneme gelmiş yavrularının boylarıyla karşılaştırılmış ve yavru boyunun ne kadarının baba boyu ile belirlendiğini gösteren bir lineer regresyon eğrisi çizilmiştir. Regresyon eğrisinin denklemi aşağıdaki grafik alanında verilmiştir.



Ek olarak iki kardeş at kullanılarak diğer atlarla aynı çevresel şartlarda, jenerasyonlar boyu akraba bireyler çiftleştirilerek yüksek soy içi üremeli saf bir popülasyon oluşturulmuştur. Bu popülasyonun boyları incelendiğinde fenotipik varyansın yaklaşık 0,41 olduğu görülmüştür.

$$\text{Fenotipik varyans} = \text{Genetik varyans} + \text{çevresel varyans}$$

ve,

$$\text{Kalıtılabilirlik} = \frac{\text{Genetik varyans}}{\text{Fenotipik varyans}}$$

olduğuna göre;

Boy özelliğinin otozomal genlerle kantitatif olarak kalıtıldığı göz önünde bulundurulduğunda orijinal at popülasyonundaki genetik varyans yaklaşık olarak kaçtır?

A) 0,726

B) 0,253

C) 0,112

D) 0,519

E) 0,192

ÇÖZÜM:

Kalıtılabilirlik, bir populasyondaki fenotipik varyansın ne derecede genetik varyasyona dayalı olduğunu belirlemede kullanılan bir istatistiksel yöntemdir.

Kalıtılabilirliği tahmin etmenin basit yollarından bir tanesi, herhangi bir özelliğin ebeveynlerdeki ortalama değerlerinin, yavru döldeki değerlere karşı regrese edilmesidir. Oluşan regresyon eğrisinin eğimi, bize tahmini kalıtılabilirlik değerini verir. Çünkü ebeveynlerin ortalama değerleri yani verdikleri total genetik materyalin, yavrularda ne kadar etki ettiği görülür.

Soruda verilen regresyon grafiğinde sadece paternal (baba) veriler kullanılmıştır. Her iki ebeveynde genetik olarak yarıymışar parça katkı yaptığından, tek ebeveynin kullanıldığı regresyon grafiğinde kalıtılabilirlik, mantiken yarısı kadar olacaktır.

O yüzden kalıtılabilirlik değeri yaklaşık olarak $0,31955 \times 2 = 0,6391$ olarak bulunur.

Çevresel varyans ise soruda 0,41 olarak verilmiştir. Aynı ortamda yaşayan ancak akraba evliliğiyle oluşmuş izole bir toplumda genotipik varyans 0'a çok yakındır ve tek varyans kaynağı çevredir.

Eğer sadece kantitatif kalıtım kontroldeyse:

$$\text{Dar anlamlı kalıtılabilirlik } (h^2) = \text{Genotipik varyans} / \text{Fenotipik varyans}$$

$$\text{Fenotipik varyans} = \text{Çevresel varyans} + \text{Genotipik varyans}$$

Buna göre,

$$0,6391 = \text{Genotipik varyans} / (0,41 + \text{Genotipik varyans})$$

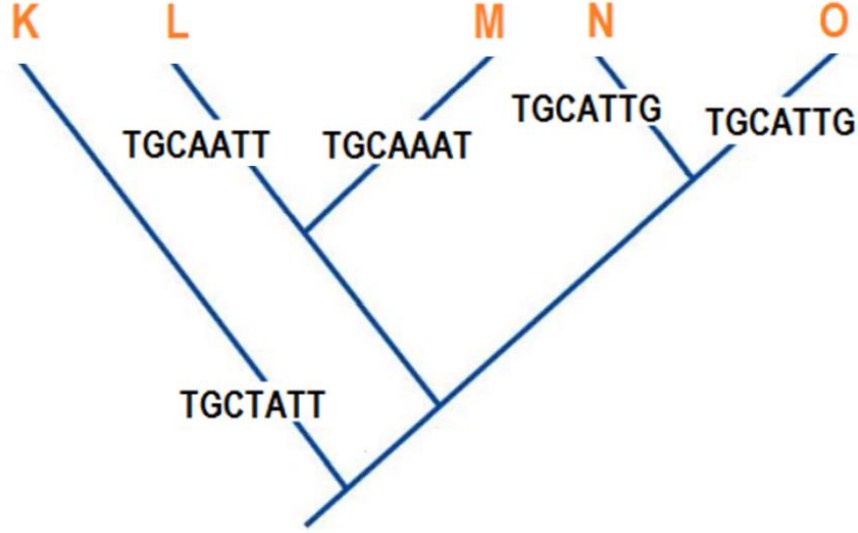
Genotipik varyans yalnız bırakıldığında,

$$\text{Genotipik varyans} = 0,726 \text{ olarak bulunur.}$$

CEVAP: A

20. **Sinapomorfi**, filogenetik ağacın bir dalında ortak paylaşılan türemiş karakter durumuna verilen isimdir.

Homolog bir bölgede yapılan DNA dizilemesi sonucu elde edilen veriler ışığında, K dış grup taksonu olmak üzere beş farklı taksona ait aşağıdaki soyağacı oluşturulmuştur. Dizilenen nükleotitler ağaçta gösterilmiştir.



Verilen bu soyağacında kaç tane sinapomorfi vardır?

- A) 0 B) 7 C) 5 D) 1 E) 3

ÇÖZÜM:

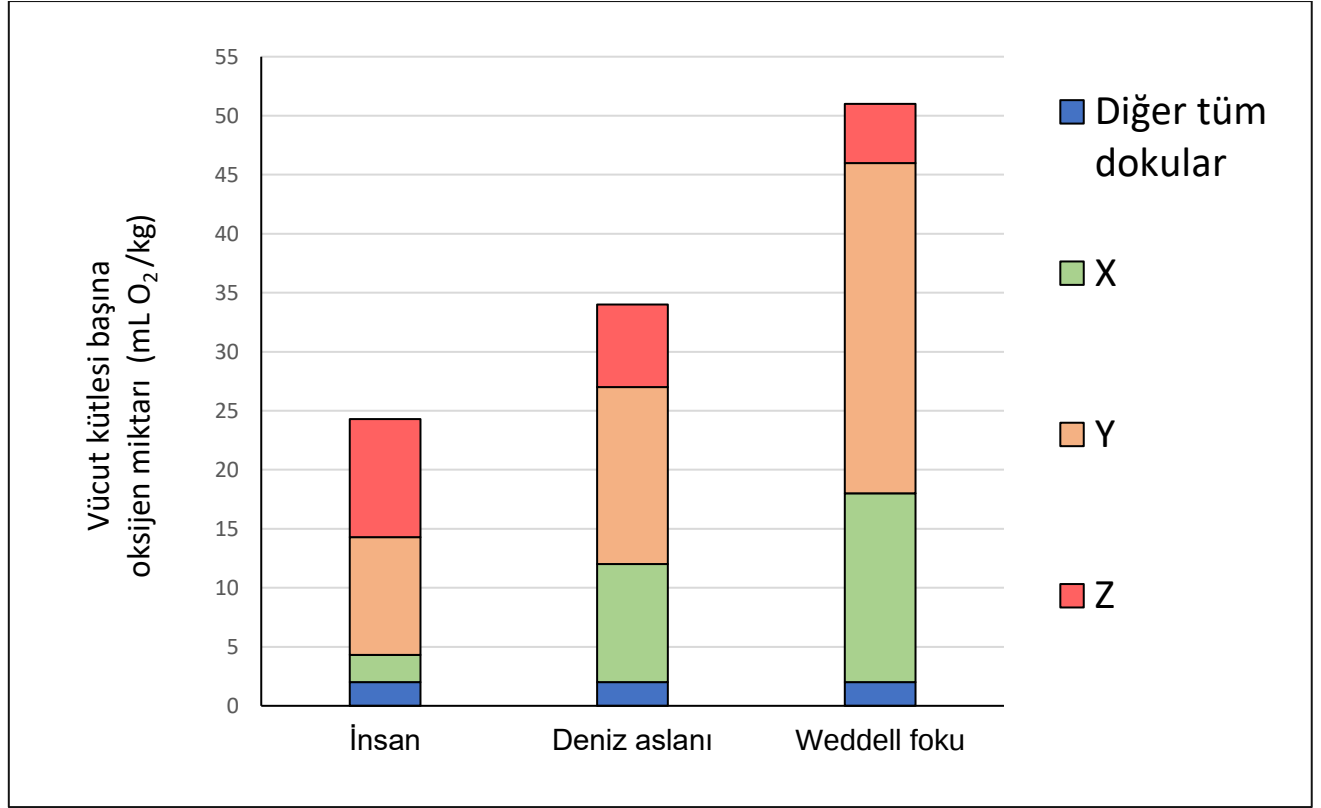
Kırmızıda, yani M taksonu için 6 numaralı karakter için bir apomorfi vardır. Ancak bir sinapomorfi değildir. Sinapomorfi paylaşılan türemiş ortak karakter durumudur (4, 5 ve 7 numaralı karakterde sinapomorfi vardır).

	1	2	3	4	5	6	7
K-DIŞGRUP	T	G	C	T	A	T	T
L	T	G	C	A	A	T	T
M	T	G	C	A	A	A	T
N	T	G	C	A	T	T	G
O	T	G	C	A	T	T	G

CEVAP: E

Hayvan Anatomisi ve Fizyolojisi

21. Aşağıdaki grafikte, üç memeli için kilogram vücut kütlesi başına oksijen miktarının (mL O₂/kg) farklı dokulara (iskelet kası, akciğerler, kan ve diğer tüm dokular) dağılımı verilmiştir.



Buna göre aşağıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. Grafikte X ile gösterilen doku kan olmalıdır
- II. Grafikte Y ile gösterilen doku iskelet kası olmalıdır.
- III. Grafikte Z ile gösterilen doku akciğerler olmalıdır.
- IV. Deniz aslanı, Weddell fokundan daha uzun süreli dalışlar yapar.
- V. Weddell fokunun vücudundaki oksijenin yarısından fazlası kanında bulunmaktadır.

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

ÇÖZÜM:

X iskelet kasıdır. Y kandır. Z akciğerlerdir.

Weddell fokunun kanında ve kaslarında daha fazla oksijen deposu vardır. Daha uzun süreli dalışlar yapar.

Grafiğe bakıldığında Weddell fokunun vücudundaki oksijenin yarısından fazlası kanında bulunduğu görülür.

CEVAP: E

22. Fizyoloji laboratuvarında bir köpeğin vücut sıvılarının hacimlerini hesaplamak için bir deney yapılmıştır. Bunun için köpeğe 50 mg radyoaktif işaretli albümin ve 2 g mannitol damar yolu ile tek seferde verilmiştir. Radyoaktif işaretli albümin kılcal damarlardan dışarı çıkamaz. Mannitol ise kılcal damarlardan geçebilir fakat hücre zarından geçemez. Bir saat sonra, köpekten kan alınmış ve plazmadaki radyoaktif işaretli albümin konsantrasyonu 31 µg/ml, mannitol konsantrasyonu 0.29 mg/ml olarak bulunmuştur. Aradaki bu bir saatlik sürede mannitolün %5 'i idrar ile atılmıştır. Radyoaktif albümin ise glomerulustan filtre olamadığından idrarla atılamamıştır. Elde edilen bu sonuçlara göre köpeğin interstisyel sıvı hacmi kaç litredir? En yakın değeri seçiniz.

A) 3.85 L

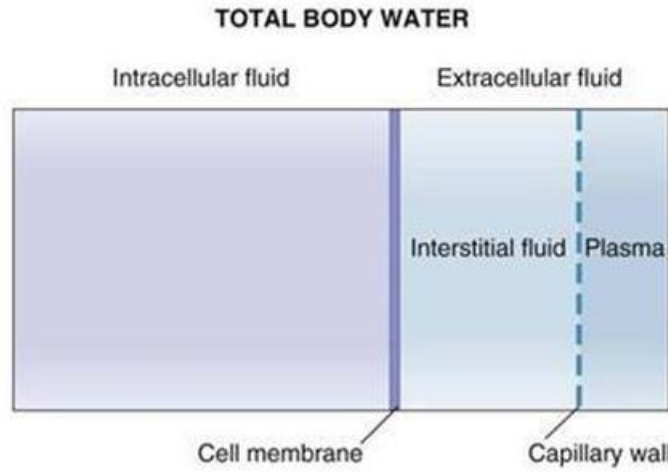
B) 4.94 L

C) 5.12 L

D) 7.36 L

E) 9.00 L

ÇÖZÜM:



İnterstisyel sıvı = Ekstraselüler sıvı – plazma

Mannitol ekstraselüler sıvıda dağılır.

Radyoaktif albümin plazmada dağılır.

2 g mannitolün %5'i idrarla atılmışsa 1.9 g mannitol plazmada çözünmüş haldedir. Mannitol konsantrasyonu 0.29 mg/ml olduğuna göre,

ekstraselüler sıvı hacmi = 1.9 g / (0.29 mg/ml) ≈ 6.55 L

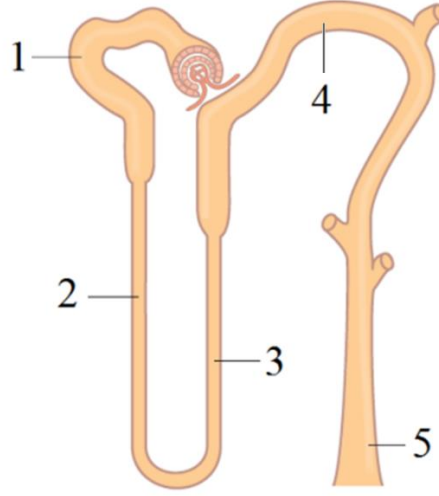
50 mg radyoaktif işaretli albümin plazmada çözününce konsantrasyonu 31 µg/ml olmuştur. Buna göre,

Plazma hacmi = 50 mg / (31 µg/ml) ≈ 1.61 L

İnterstisyel sıvı = Ekstraselüler sıvı – plazma = 6.55 L - 1.61 L = 4.94 L

CEVAP: B

23. Aşağıdaki şekildeki nefronun numaralandırılmış bölümleri ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?



- I. Paratiroid hormonu, 1 numaralı bölümde fosfat geri emilimini uyarır.
- II. ADH yokluğunda 5 numaralı bölümdeki sıvı, 2 numaralı bölümdeki sıvı ile izoozmotiktir.
- III. 3 numaralı bölümün suya geçirgenliği, 2 numaralı bölüme göre fazladır.
- IV. Aldosteron, 4 numaralı bölümde K^+ salgısını uyarır.
- V. 5 numaralı bölümün üreye geçirgenliği, 4 numaralı bölüme göre fazladır.

A) I, II

B) I, IV

C) I, II, V

D) I, III, IV

E) IV, V

ÇÖZÜM:

PTH böbrekten fosfat emilimini inhibe eder.

ADH yokluğunda 5 numaralı bölümdeki sıvı, 2 numaralı bölümdeki sıvıya göre hipoozmotiktir.

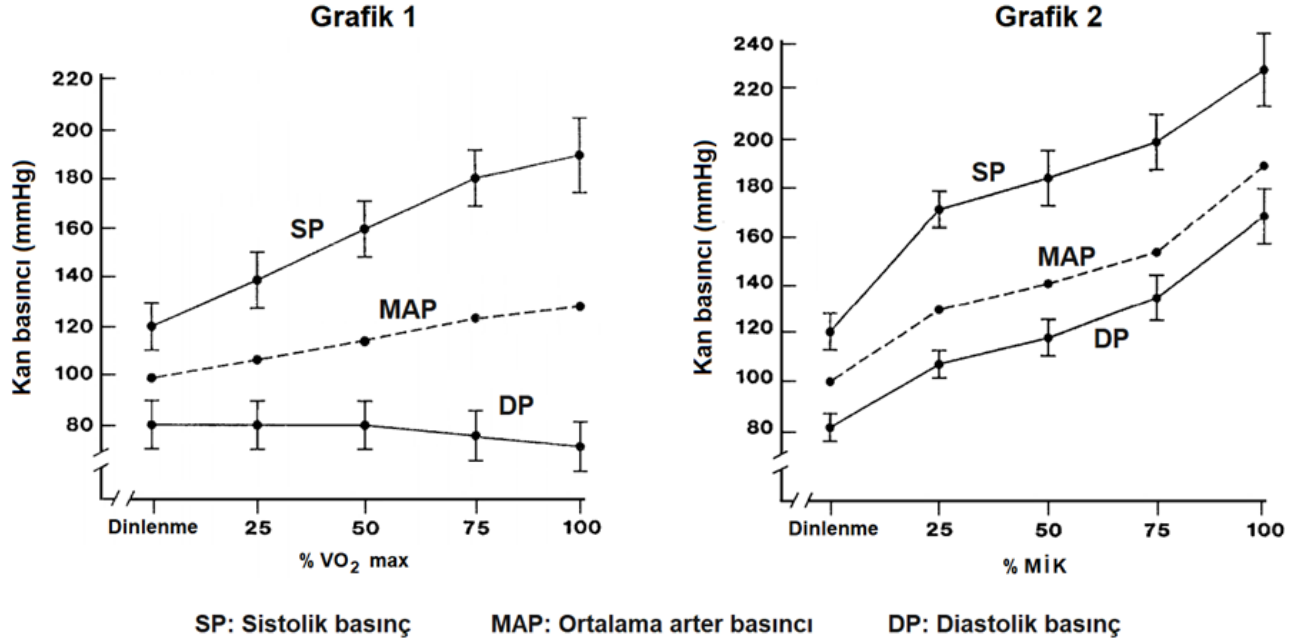
3 numaralı bölümün suya geçirgenliği, 2 numaralı bölüme göre azdır.

Aldosteron, 4 numaralı bölümde K^+ salgısını uyarır.

5 numaralı bölümün üreye geçirgenliği, 4 numaralı bölüme göre fazladır.

CEVAP: E

24. Dinamik ve izometrik egzersizin kan basıncı üzerindeki etkilerini incelemek için bir deney tasarlanmıştır. Bu deneyde bir grup gönüllü denek farklı şiddetlerde dinamik egzersiz (bisiklet sürme) yapmıştır. Dinamik egzersizin şiddeti VO_2 max 'ın yüzdesi olarak belirlenmiş ve deneklerin kan basınçları ölçülüp grup ortalamaları kaydedilmiştir (Grafik 1). Aynı denekler yeterince dinlendikten sonra farklı şiddetlerde izometrik egzersiz (izometrik yay bükme hareketi) yapmıştır. İzometrik egzersizin şiddeti maksimum istemli kasılmanın (MİK) yüzdesi olarak belirlenmiş ve deneklerin kan basınçları ölçülüp grup ortalamaları kaydedilmiştir (Grafik 2).



Dinamik ve izometrik egzersizin dolaşım sistemi üzerindeki etkileri ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- Dinamik egzersiz şiddeti arttıkça diastolik kan basıncı önemli ölçüde azalır.
- Dinamik egzersiz esnasında toplam periferik vasküler direnç artar.
- İzometrik egzersiz esnasında sistemik venöz tonus artar.
- Egzersiz esnasında koroner kan akımı artar.
- İzometrik egzersizde arter basıncı aynı şiddetteki dinamik egzersize göre daha fazla artar, çünkü izometrik egzersizde iskelet kaslarındaki damarlar vazokonstrikte olur.

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

ÇÖZÜM:

Dinamik egzersiz şiddeti arttıkça denek grubunun diastolik kan basıncı ortalaması az miktarda azalsa da standart sapmalar önemli ölçüde çakışmaktadır.

Dinamik egzersiz esnasında periferik vasküler direnç azalır. Çünkü dokuların (özellikle kaslar ve kalp) metabolik ihtiyacı çok artar.

Egzersiz esnasında venöz dönüşü artırmak için otonom sinir sistemi venöz tonusu artırır.

Egzersizde koroner kan akımı artar.

İzometrik egzersizde kaslar tonik bir şekilde kasıldığından arterleri sıkıştırır. Etraflarındaki kaslara rağmen arterlerin açık kalması için arter basıncının dinamik egzersize göre daha fazla artması gerekir.

CEVAP: D

25. Hücre zarından geçebilen bir iyonun hücre içi ve dışındaki konsantrasyon farkı sonucu oluşan denge potansiyeli (V_{Eq}), Nernst eşitliği ile bulunur. Nernst eşitliği 37°C 'de aşağıdaki gibidir. (Denklemde Z , ilgili iyonun iyon yüküdür. Konsantrasyon birimi mM, voltaj birimi mV 'dir.)

$$V_{Eq} = \frac{61}{Z} \log \left(\frac{[X]_{dış}}{[X]_{iç}} \right)$$

Nernst eşitliği sonucu bulunan değer sadece ilgili iyon için (yukarıdaki denklemde "X" iyonu) denge potansiyelini verir. Gerçekte ise hücre içi ve hücre dışı sıvıda birçok iyon vardır. Hücre zarından geçebilen iyonların hepsi zar potansiyeline (V_m) katkı yapar. Hücre zarından geçebilen birden fazla iyonun hücre içi ve dışındaki konsantrasyon farkları sonucu oluşan zar potansiyeli Goldman-Hodgkin-Katz eşitliği ile bulunur. K^+ , Na^+ ve Cl^- için Goldman-Hodgkin-Katz eşitliği aşağıdaki gibidir. (Denklemde P_K : zarın potasyum geçirgenliği, P_{Na} : zarın sodyum geçirgenliği, P_{Cl} : zarın klor geçirgenliğidir. Konsantrasyon birimi mM, voltaj birimi mV 'dir.)

$$V_m = 61 \log \left(\frac{p_K [K^+]_{dış} + p_{Na} [Na^+]_{dış} + p_{Cl} [Cl^-]_{iç}}{p_K [K^+]_{iç} + p_{Na} [Na^+]_{iç} + p_{Cl} [Cl^-]_{dış}} \right)$$

Zar potansiyelini çalışmak için bir deney tasarlanmıştır. Yalnızca K^+ , Na^+ ve Cl^- için kapısız iyon kanalları bulunduran bir zar kullanılarak yapay bir hücre oluşturulmuştur. Zarın K^+ , Na^+ ve Cl^- iyonlarına geçirgenliği sırasıyla $6P$, $2P$ ve P dir. Zarda iyon kanalları dışında başka bir taşıyıcı yoktur. Ortam sıcaklığı 37°C 'dir. Hücre içi ve hücre dışı sıvının içeriği aşağıdaki gibidir:

Hücre içi sıvı iyon konsantrasyonları: 50 mM Na^+ , 50 mM Cl^- , 10 mM K^+ , 10 mM Br^-
Hücre dışı sıvı iyon konsantrasyonları: 20 mM Na^+ , 60 mM Cl^- , 60 mM K^+ , 20 mM Br^-

Bu deney koşullarındaki hücre ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. Hücre içi ve hücre dışı sıvılar yukarıdaki gibi olursa zar potansiyeli yaklaşık +19 mV olur.
- II. Yukarıdaki koşullarda; potasyum için olan elektrokimyasal kuvvetin büyüklüğü, sodyum için olan elektrokimyasal kuvvetin büyüklüğünden fazladır.
- III. Zardan daha kolay geçebilen iyonun zar potansiyeline katkısı daha fazladır.
- IV. Bu koşullardaki hücrenin Br^- için denge potansiyeli yaklaşık olarak -18 mV 'dir.

A) I, II

B) I, III

C) II, III

D) I, II, III

E) I, III, IV

ÇÖZÜM:

İyon konsantrasyonları ve zar geçirgenlikleri Goldman denkleminde yerine konulduğu zaman zar potansiyeli +19 mV bulunur.

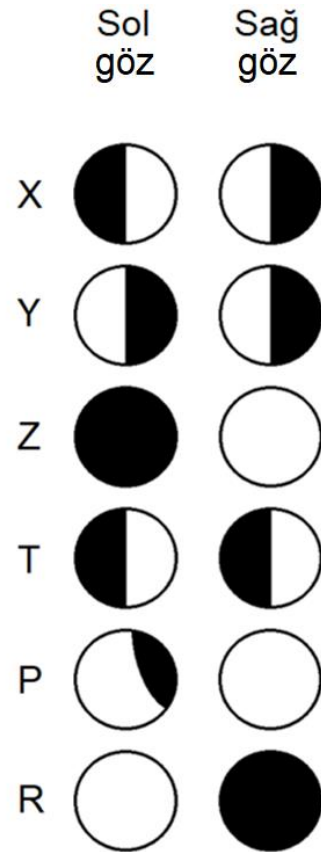
İyon konsantrasyonları verildiği gibi olursa, sodyum için nernst potansiyeli yaklaşık -24 mV, potasyum için denge potansiyeli ise +47 mV olur. Sodyum için olan elektrokimyasal kuvveti oluşturan potansiyel fark, zar potansiyeli ile sodyum denge potansiyeli arasındaki farktır. Yani $+19 \text{ mV} - (-24 \text{ mV}) = 43 \text{ mV}$ büyüklüğünde bir potansiyel fark sodyumu hücre dışına itmektedir. Potasyum için olan elektrokimyasal kuvvet ise $+19 \text{ mV} - 47 \text{ mV} = -28 \text{ mV}$ bulunur. Yani 28 mV luk bir potansiyel fark potasyumu hücre içine çekmektedir.

Goldman denkleminde görüldüğü gibi geçirgenliği yüksek olan iyonun denklemden katsayısı da yüksek olur.

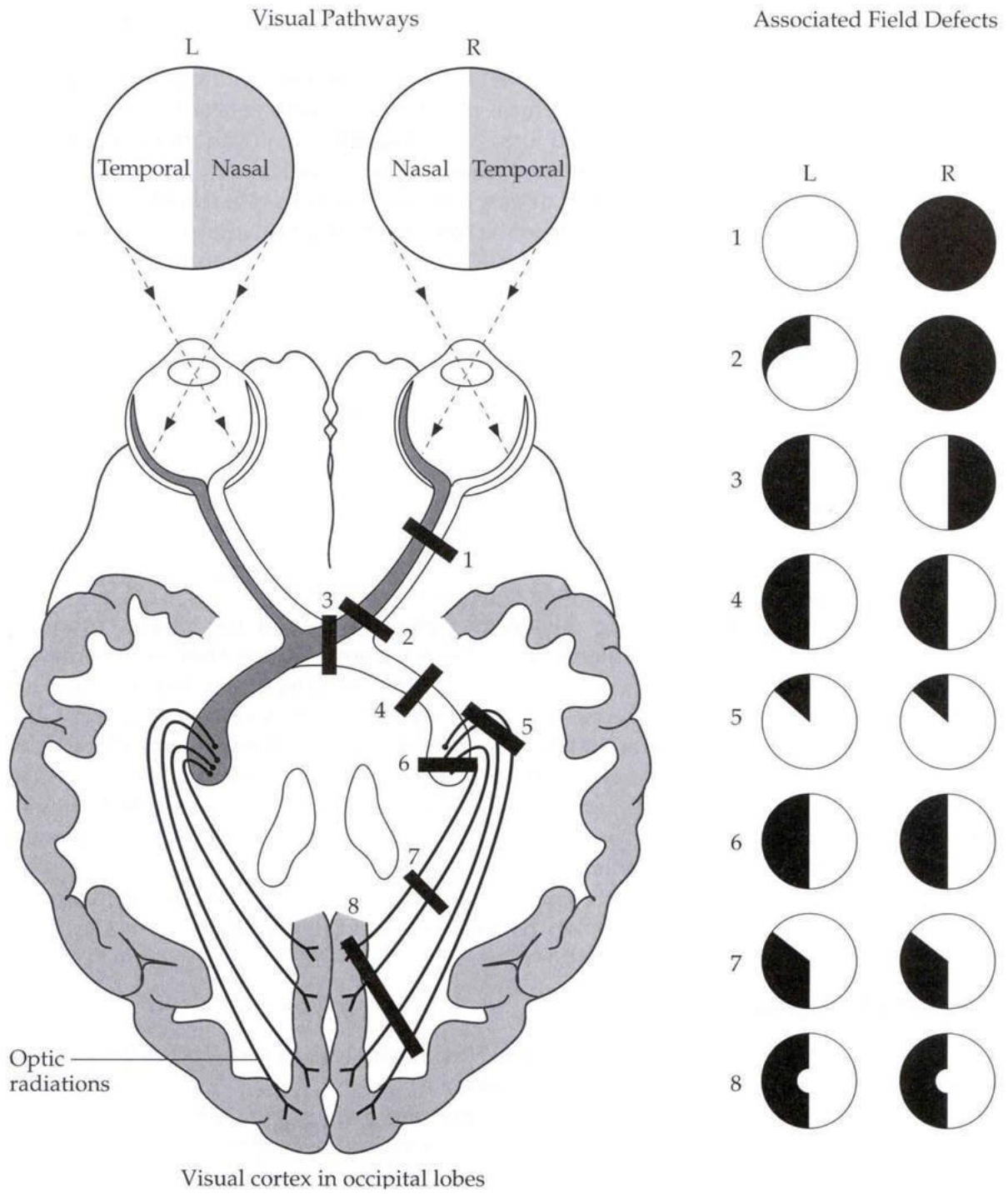
Hücre Br iyonlarına geçirgen olmadığı için Br denge potansiyelinden bahsedilemez.

CEVAP: B

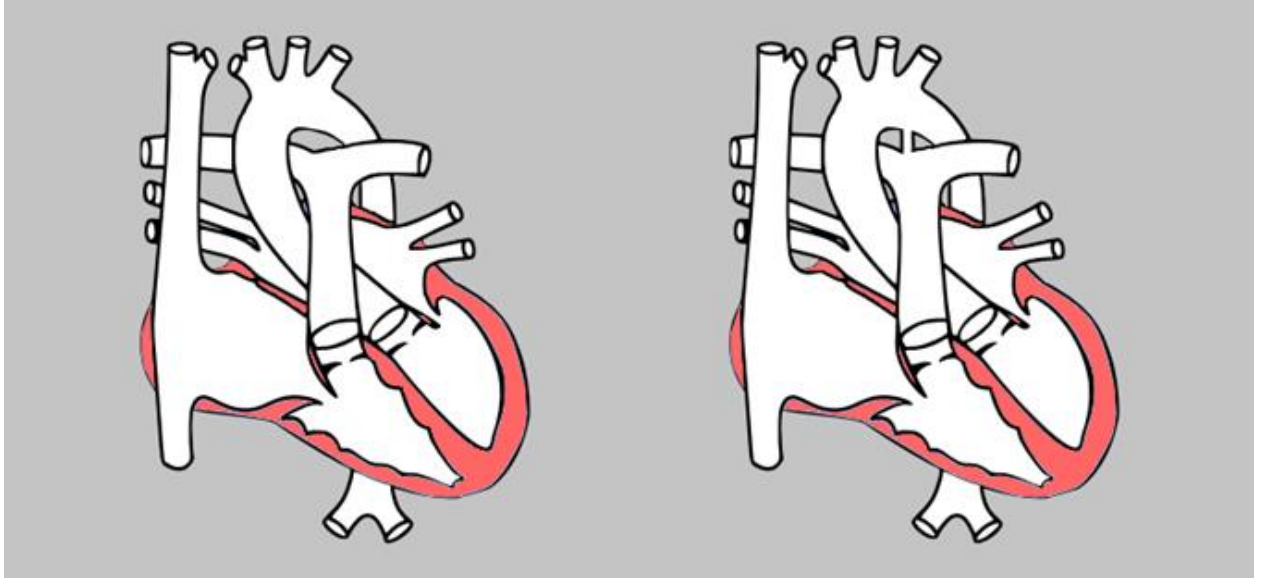
-



Sayfa 44 / 80



27. Anne karnındaki bebeklerin dolaşım sistemi, erişkin dolaşım sisteminden önemli farklılıklar gösterir. Bunlardan biri de anne karnındaki bebeklerde aort ile pulmoner arter arasında fonksiyonel bir bağlantı bulunmasıdır. Bu bağlantıya duktus arteriyosus adı verilir. Bebeklerin çoğunda doğumdan sonra birkaç gün içinde bu yapı kapanır ve körelir. Böylece aort ile pulmoner arterler arasında herhangi bir bağlantı kalmaz. Yeni doğan bebeklerin %0.05 'inde ise bu yapı kendiliğinden kapanamaz ve açık kalır. Bu duruma patent duktus arteriyosus (PDA) adı verilir. PDA, yaygın görülen kalp anomalilerinden biridir.



Normal

Patent Duktus Arteriyosus (PDA)

Verilen bilgilere ve yukarıdaki şekle göre aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. PDA 'lı bebeklerde pulmoner arter basıncı normale göre yüksektir.
- II. PDA 'lı bebeklerde sistemik arteriyel diastolik basınç normale göre yüksektir.
- III. PDA 'lı bebeklerde pulmoner arteriyel PO₂ normale göre yüksektir.
- IV. PDA 'lı bebeklerde sistemik arteriyel PO₂ normale göre düşüktür.

A) I, II

B) I, III

C) I, II, IV

D) Yalnız III

E) II, III, IV

ÇÖZÜM:

PDA da aorttan pulmoner arterlere bir akım söz konusudur. Çünkü aorttaki basınç pulmoner arterdekinden fazladır. Bu akımdan dolayı diastolik arter basıncı düşer. Çünkü diastol esnasında aorttaki kanın bir kısmı sistemik arterler yerine pulmoner artere gider. Pulmoner artere gelen kan miktarı arttığı için pulmoner arter basıncı artar. Kan akışı aorttan pulmoner artere doğru olduğu için arteriyel oksijen kısmi basıncı düşmez.

CEVAP: B

28. Farklı sebeplerle hastaneye başvurmış dört kişiden kan alınmış ve kanlarındaki TSH, serbest T₃ ve toplam T₃ düzeylerine bakılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Sonuçlar	Toplam T ₃	Serbest T ₃	TSH
Sonuç 1	↑	↑	↓
Sonuç 2	↓	↔	↔
Sonuç 3	↓	↓	↑
Sonuç 4	↓	↓	↓

(↑: artmış, ↓: azalmış, ↔: normal aralıkta)

Yapılan ileri tetkikler sonucu bu kişilerin hastalıklarının ne olduğu ortaya çıkarılmıştır:

X kişisi uzun süredir iyottan fakir beslenmektedir.

Y kişisinin tiroit bezinde aşırı miktarda hormon üreten bir tümör vardır.

Z kişisi, tiroksin bağlayıcı globülini (TBG) yeterince üretememektedir.

T kişisinin hipofiz bezi, geçmişte geçirdiği kafa travması sonucu zedelenmiştir.

Tablodaki sonuçlar ile bu sonuçların ait olduğu kişiler hangi seçenekte doğru eşleştirilmiştir?

	Sonuç 1	Sonuç 2	Sonuç 3	Sonuç 4
A)	X	Y	T	Z
B)	X	Y	Z	Y
C)	T	Z	X	Y
D)	Y	Z	X	T
E)	Y	X	Z	Y

ÇÖZÜM:

X kişisi iyot alamadığı için tiroid bezi hormon üretemez. Serbest T3 ve total T3 azalır. TSH artar.

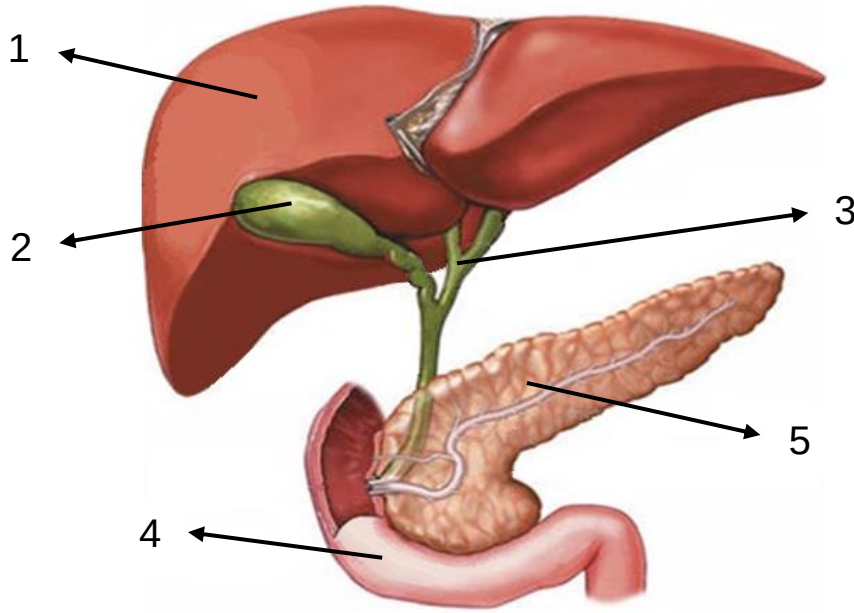
Y kişinin tiroid bezi aşırı hormon ürettiği için total T3 ve serbest T3 artar. TSH azalır.

Z kişisi TBG üretemediği için total T3 azalır. Serbest T3 ve TSH normaldir.

T kişisinde hipofiz zarar gördüğü için TSH düşüktür. Bunun sonucunda total ve serbest T3 azalır.

CEVAP: D

29. Aşağıdaki şekilde insan sindirim sistemindeki bazı organlar ve yapılar numaralandırılmıştır.



Numaralandırılmış bu organlar ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden kaç tanesi doğrudur?

- I. 1 numaralı yapı, yağları sindiren enzimleri üretir.
- II. 3 numaralı yapıdaki salgı, 2 numaralı yapıdaki salığa göre daha yoğundur.
- III. 4 numaralı yapıdan salgılanan bir hormon, 2 numaralı yapının kasılmasını uyarır.
- IV. 5 numaralı yapının sindirim kanalına yaptığı salgı hafif asidik özelliktedir.
- V. 4 numaralı yapıdan gelen venöz kan 1 numaralı yapıya drene olur.

A) 1

B) 2

C) 3

D) 4

E) 5

ÇÖZÜM:

1 numaralı yapı karaciğer olur sindirim enzimi üretmez.

3 numaralı yapı hepatik kanaldır. 2 numaralı yapı safra kesesidir. Safra kesesindeki safra, karaciğerden gelen safraya göre daha yoğundur.

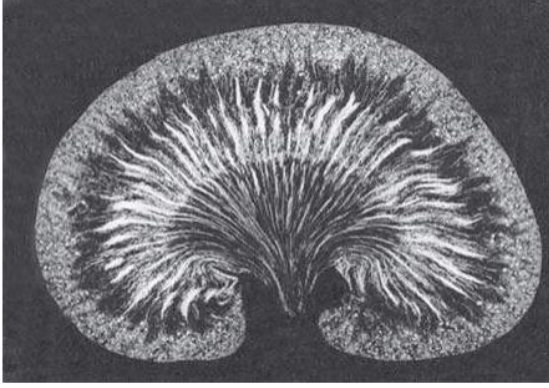
Duodenum (4) dan salgılanan CCK hormonu safra kesesinin(2) kasılmasını uyarır.

Pankreas (5) salgısının pH ı ortalama 8 olup hafif alkalidir.

Duodenumdan (4) gelen venöz kan, portal ven yoluyla karaciğere (1) drene olur.

CEVAP: C

30. *Rattus norvegicus* ve *Psammomys obesus*, vücut büyüklükleri birbirlerine benzer olan iki kemirgen türüdür. Bu iki memelinin böbrekleri izole edilmiş ve boyuna kesitleri alınmıştır.



Rattus norvegicus böbreği



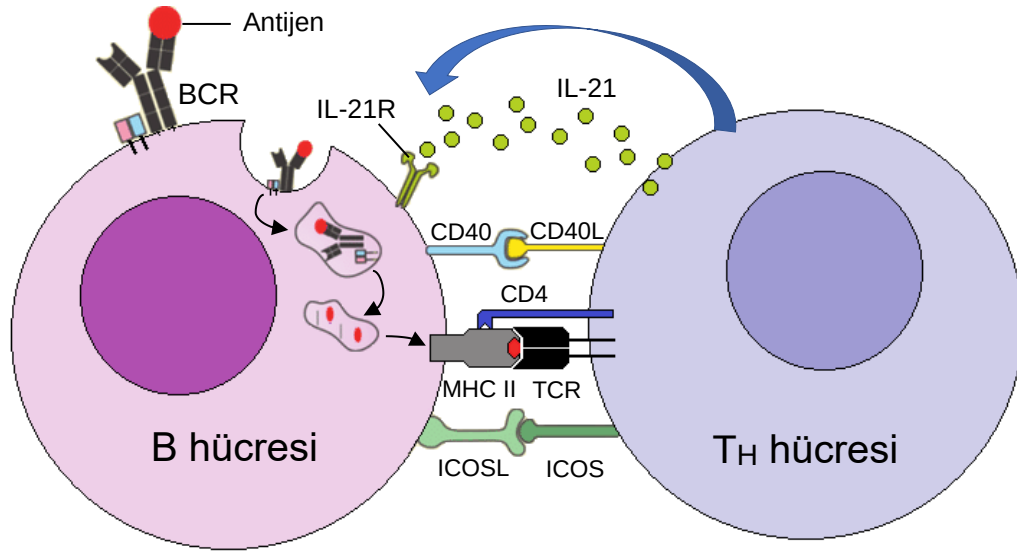
Psammomys obesus böbreği

Bu iki kemirgen ile ilgili yapılan aşağıdaki karşılaştırmalardan hangileri doğrudur?

- I. *Rattus norvegicus* böbreğindeki kortikopapiller ozmotik gradient daha büyüktür.
- II. Jukstamedullar nefronların oranı *Psammomys obesus* böbreğinde daha fazladır.
- III. *Rattus norvegicus*, birim zamanda daha az miktarda idrar oluşturur.
- IV. *Psammomys obesus* 'un yaşadığı habitat daha kuraktır.

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

31. B lenfositleri bağışıklık sisteminde antijen tanıma görevi yapan hücrelerden bir tanesidir. B lenfositlerinin T_H lenfositlerine antijen tanıtması ile ilgili olarak hangileri doğrudur?



- I. Antijen tanıtımı sırasında hücreler arası adezyon molekülleri görev alır.
- II. Bir B lenfosit birden fazla antijeni MHC II kompleksi üzerinde sergileyebilir.
- III. Sunulan antijeni tanıyan T_H hücresi, B hücresini aktive eden sitokinleri salgılar.
- IV. B hücreleri polisakkarit antijenlerin bir parçasını işleyip T_H hücrelerine sunabilir.
- V. B hücreleri MHC I kompleksine sahip değildir.

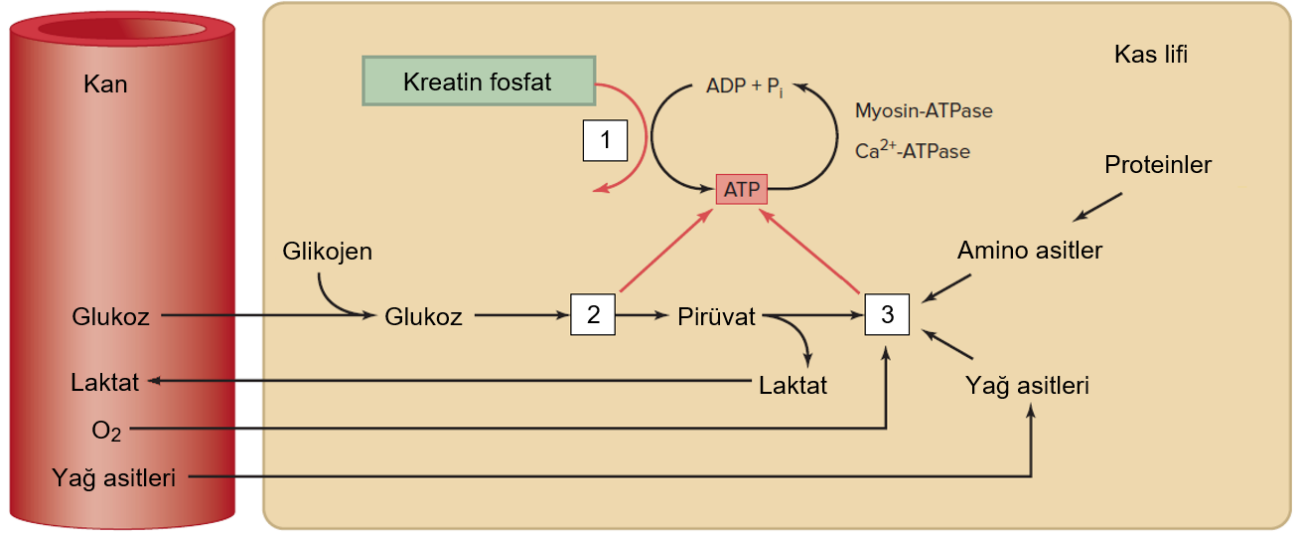
- A) I, III
- B) I, II, III
- C) I, III, IV
- D) I, II, III, IV
- E) I, III, IV, V

ÇÖZÜM:

Antijen tanıtımı sırasında hücreler arası adezyon molekülleri görev alır. Olgun bir B lenfosit tek tip B hücre reseptörü ifade eder. Bu nedenle sadece o reseptörün tanıdığı antijeni sunabilir. Sunulan antijeni tanıyan T_H hücresi, B hücresini aktive eden sitokinleri salgılar. Polisakkarit antijenler MHC kompleksinde sunulamaz. B hücreleri de diğer tüm çekirdekli hücreler gibi MHC I e sahiptir.

CEVAP: A

32. İskelet kaslarının enerji metabolizması aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.



Buna göre aşağıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. Hızlı kasılan kas lifleri enerji ihtiyaçlarının çoğunu 1 ve 2 numaralı yollar ile karşılar.
- II. Enerji ihtiyacının çoğunu 1 numaralı yolla sağlayan lifler yorulmaya daha dayanıklıdır.
- III. Enerji ihtiyacının çoğunu 3 numaralı yolla sağlayan liflerin myoglobin içeriği daha fazladır.
- IV. Kas lifleri dinlenme halindeyken 1 numaralı reaksiyon ters yönde işler.
- V. Ca²⁺-ATPaz aktivitesinin azaldığı durumda tek bir kasılmanın (twitch) süresi kısalmır.

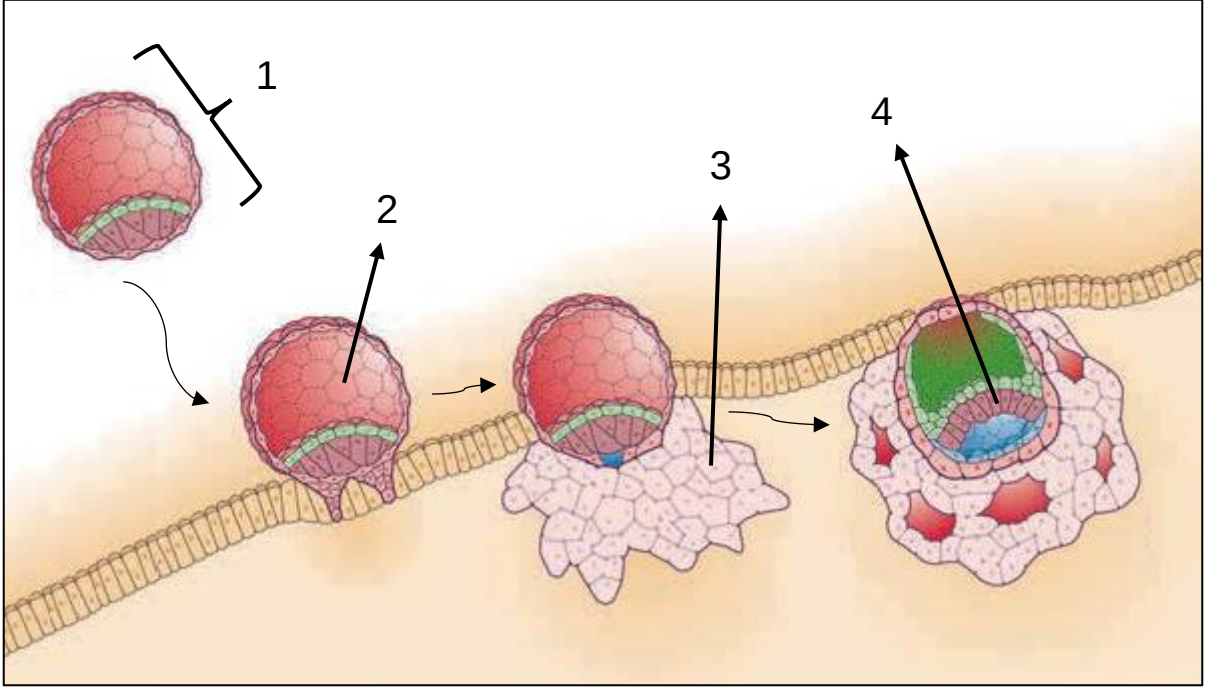
- A) I, III
- B) III, IV
- C) I, III, IV
- D) II, III, IV
- E) I, III, IV, V

ÇÖZÜM:

Hızlı kasılan lifler enerjilerinin çoğunu kreatinfosfat deposundan ve glikolizden sağlar. Glikolitik lifler yorulmaya daha duyarlıdır. Enerji ihtiyacını oksijenli solunumla karşılayan liflerde myoglobin fazladır. Kas lifleri dinlenme halindeyken kreatin fosfat sentezlenir. Kalsiyum pompasının aktivitesi azalırsa kasılma esnasında sarkoplazmaya geçen kalsiyum daha geç sitozolden uzaklaştırılır ve kasılma süresi uzar.

CEVAP: C

33. İnsandaki implantasyon sürecinin aşamaları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. İnsanın embriyolojik gelişim süreci ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?



I. 1 numaralı yapı blastosisttir.

II. 3 numaralı yapı, plasentanın yapısına katılır.

III. İnsanda holoblastik segmentasyon görülür.

IV. 2 numaralı boşluk, ilerleyen süreçte amniyotik boşluğa dönüşür.

V. Yolk kesesi, 4 numaralı yapıdan gelişir.

A) I, III

B) II, III, IV

C) I, II, III

D) I, III, IV

E) I, II, III, V

ÇÖZÜM:

1 numaralı yapı blastosisttir.

3 trofoblasttır ve plasentanın yapısına katılır.

İnsanda holoblastik segmentasyon vardır.

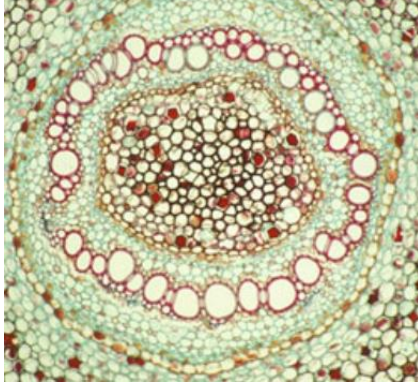
2 numaralı boşluk blastosöldür. Amniyotik boşluğa dönüşmez.

4 numaralı yapı epiblasttır. Yolk kesesi ise hipoblasttan gelişir.

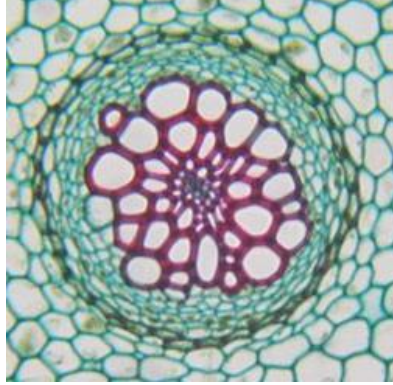
CEVAP: C

Bitki Anatomisi ve Fizyolojisi

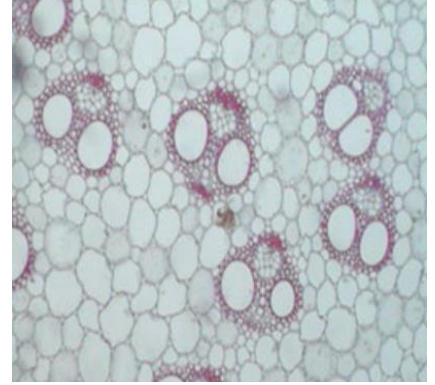
34. Aşağıda beş farklı karasal bitkiye ait gövde kesitleri verilmiştir. Stele yapıları göz önüne alındığında, bu bitkilerin evrimsel olarak ilkelden gelişmişe doğru sıralaması aşağıdaki seçeneklerden hangisinde verilmiştir?



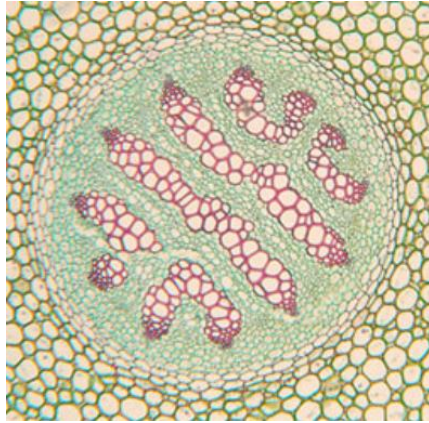
P bitkisi



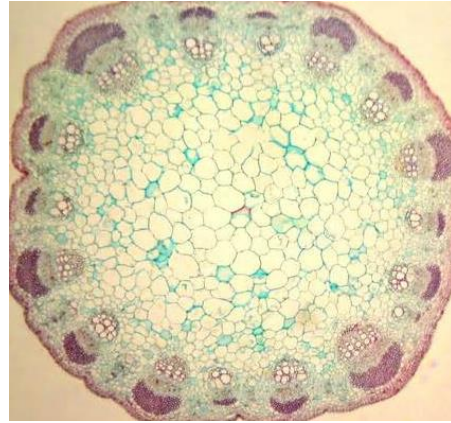
R bitkisi



S bitkisi



T bitkisi



U bitkisi

- A) R – T – P – S – U
B) T – R – P – U – S
C) R – P – T – U – S
D) T – R – S – U – P
E) R – T – P – U – S

ÇÖZÜM:

P bitkisinde amfifloik sifonostele vardır.

R bitkisinde haplostele vardır.

S bitkisinde ataktostele vardır.

T bitkisinde plektostele vardır.

U bitkisinde östele vardır.

Stele tipleri arasındaki evrimsel olarak ilköllik-gelişmişlik ilişkisi şöyledir:

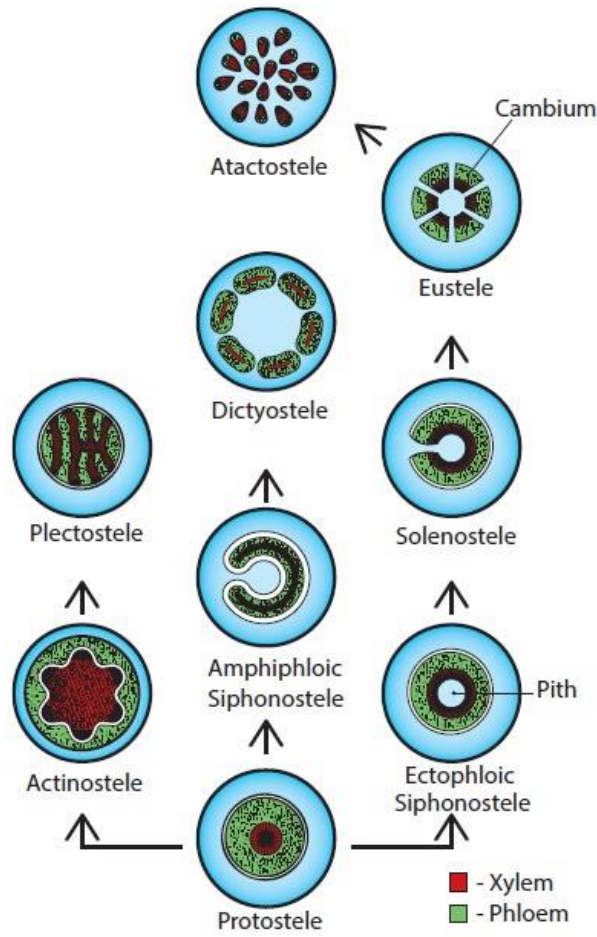


Figure 2.37: Types of Stele

CEVAP: E

35. Suyun hücrelerde taşınımı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi/hangileri doğrudur?

- I. Difüzyonla taşınımı bir basınç gradiyenti ile meydana gelir.
- II. Kitle akımıyla taşınımı konsantrasyon gradiyenti ile meydana gelir.
- III. Osmozla taşınımı hem basınç hem de konsantrasyon gradiyenti ile meydana gelir.
- IV. Ksilemlerdeki uzun mesafeli taşınımı kitle akımı ile sağlanır.

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

ÇÖZÜM:

Suyun hücrelerde difüzyonla taşınımı bir konsantrasyon gradiyenti, kitle akımıyla taşınımı basınç gradiyenti ile osmozla taşınımı ise hem konsantrasyon hem de basınç gradiyenti ile gerçekleşir. Ksilemdeki uzun mesafeli taşınım kitle akımı ile sağlanır. Dolayısıyla doğru şıklar III ve IV dür. Doğru şık ise “b” dir.

CEVAP: B

36. Aşağıda 5 besin elementi ve elementlerin bitkideki bazı işlevleri / özellikleri verilmiştir. Verilen besin elementleri ile belirtilen özellik veya işlevler arasında bir matris oluşturulmuştur. Hangi besin elementi/elementleri verilen bütün işlev veya özellikleri taşımaktadır?

Özellikler / Element	B	S	Mg	Mo	Cu	Zn
Hareketli elementtir.						
pH 7-8 aralığında asidik pH ya göre topraktan alınımı daha düşüktür.						
Enzim aktivitesi için ihtiyaç duyulur.						
Eksikliği durumunda ilk belirtiler yaşlı yapraklarda görülür.						

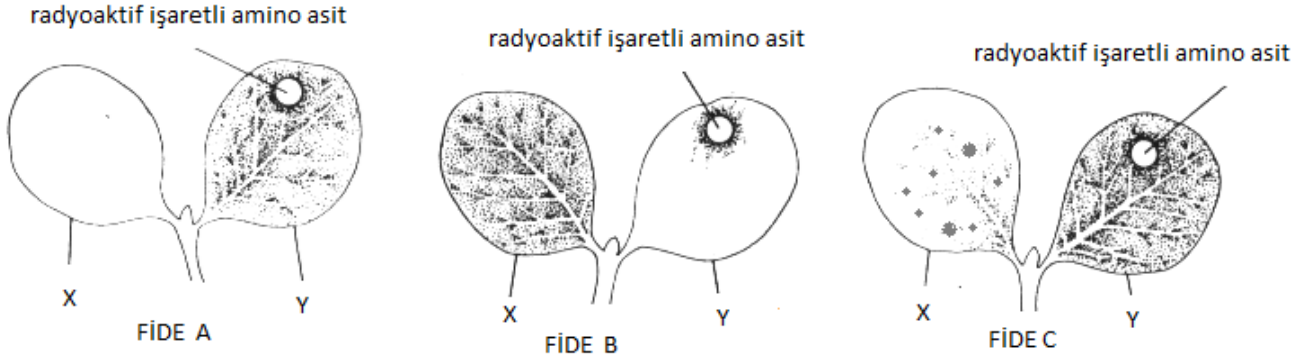
- A) Yalnız Mg B) Yalnız S **C) Mg ve Zn** D) Mg, Mo ve Zn E) Mo ve Zn

ÇÖZÜM:

Hareketli elementler Mg, Mo ve Zn dir. pH 7-8 aralığında asidik PH ya göre topraktan alınımı daha düşük olan elementler B, Mg, Cu ve Zn dir. Çeşitli enzimlerin aktivitesi için gerekli olan elementler Mg, Mo, Cu ve Zn dir. Eksikliği durumunda ilk belirtiler yaşlı yapraklarda görülen elementler hareketli elementlerdir. Dolayısıyla 1. İşlevdeki sonuçlarla aynı olması gerekir. Dolayısıyla belirtilen bütün işlevler/ özellikler Mg ve Zn da bulunmaktadır. Doğru şık “c” dir.

CEVAP: C

37. Sitokininlerin besin taşınımına etkisini araştırmak amacıyla, aynı bitkiye ait eşit büyüklüklerde iki uç yaprağa sahip 3 fide kullanılmıştır. Her fidenin sağ yaprağına aynı oranda radyoaktif amino asit damlatılmış ve daha sonra da her fidenin X ve Y olarak isimlendirilen yapraklardan bir tanesine herhangi bir uygulama yapılmazken, diğer yaprağa iki uygulamadan (1-benziladenin uygulaması 2-saf su uygulaması) birisi yapılmıştır. Belirli bir süre bekletildikten sonra radyoaktif amino asit ile reaksiyona girebilen bir boyama yapılmış ve amino asitin taşınımı ve dağılımı belirlenmiş ve aşağıdaki şekildeki bulgular elde edilmiştir. Denemede sitokininlerin besin taşınımı üzerindeki etkisini belirleme araştırmasının yöntemi de dikkate alındığında aşağıdaki verilen ifadelerden hangisi/hangileri yanlıştır?



- I. Fide A'da Y yaprağına saf su uygulanmış olabilir.
- II. Fide B'de X yaprağına benziladenin uygulanmıştır.
- III. Fide C'de Y yaprağına saf su uygulanmıştır.
- IV. Fide A ve C nin Y yapraklarına benziladenin uygulanmıştır.
- V. Y yaprağına sitokinin ve etkili bir sitokinin taşınım inhibitörü uygulanırsa nispeten Fide A'dakine benzer veriler elde edilir.

A) I, III ve V

B) Yalnız I

C) Yalnız III

D) I, III, IV ve V

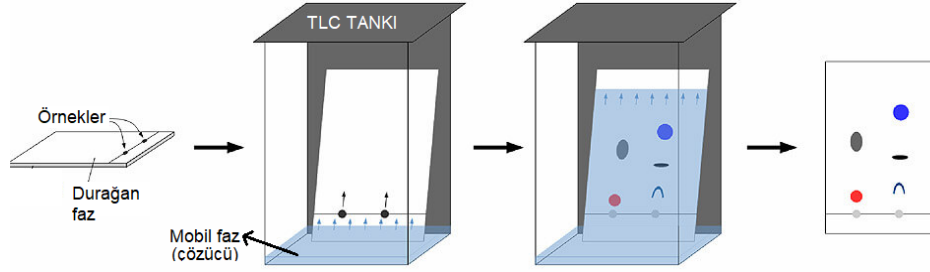
E) I, III ve IV

ÇÖZÜM:

Sitokininlerin besin taşınımına etkisini belirlemek için yapılan böyle bir denemede kesin bir sonuca ulaşabilmek için bir fide kontrol, diğer iki fide ise deney grubu olarak kullanılmalıdır. Fide C kontrol, diğerleri ise deney gruplarıdır. Fide A'da Y yaprağına, Fide B'de ise X yaprağına benziladenin uygulanmıştır. C fidesinde ise X yaprağına saf su uygulanmıştır. Çünkü C fidesinin Y yaprağından az da olsa (yapraktaki doğal sitokinin etkisi ile de olabilir) X yaprağına doğru bir besin taşınımı olmuştur. Fide A'da ise Y yaprağına benziladenin uygulandığı için X yaprağına doğru bir taşınım olamamıştır. Y yaprağına sitokinin ve etkili bir sitokinin taşınım inhibitörü uygulanırsa nispeten Fide A'dakine benzer veriler elde edilir ifadesi de doğrudur. Buna göre I, III ve IV şıkları doğrudur. Bu soruda doğru cevap "e" dir.

CEVAP: E

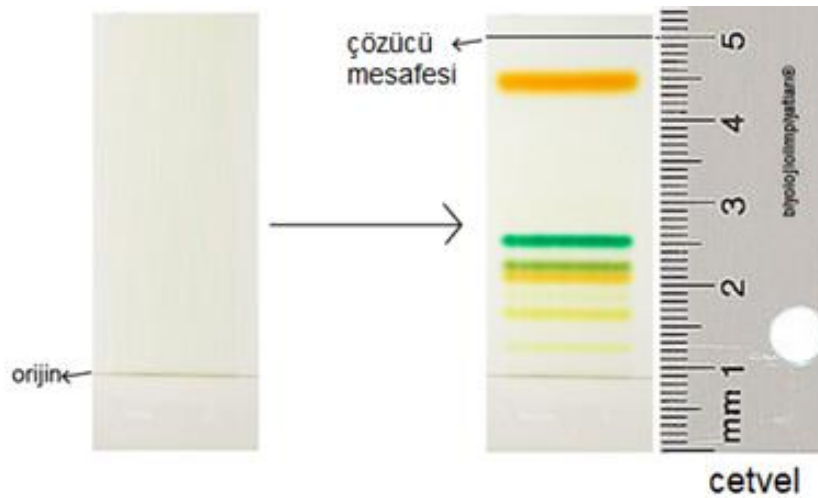
38. TLC (İnce Tabaka Kromatografisi), molekülleri polaritelerine göre ayırmaya olanak sağlayan ve kolayca gerçekleştirilebilen bir kromatografi türüdür. TLC’de bir mobil faz (çözücü) ve bir durağan faz (kağıt tabaka) bulunur. Mobil faz, içinde çözünmüş olan moleküllerle beraber durağan faz üzerinde ilerler:



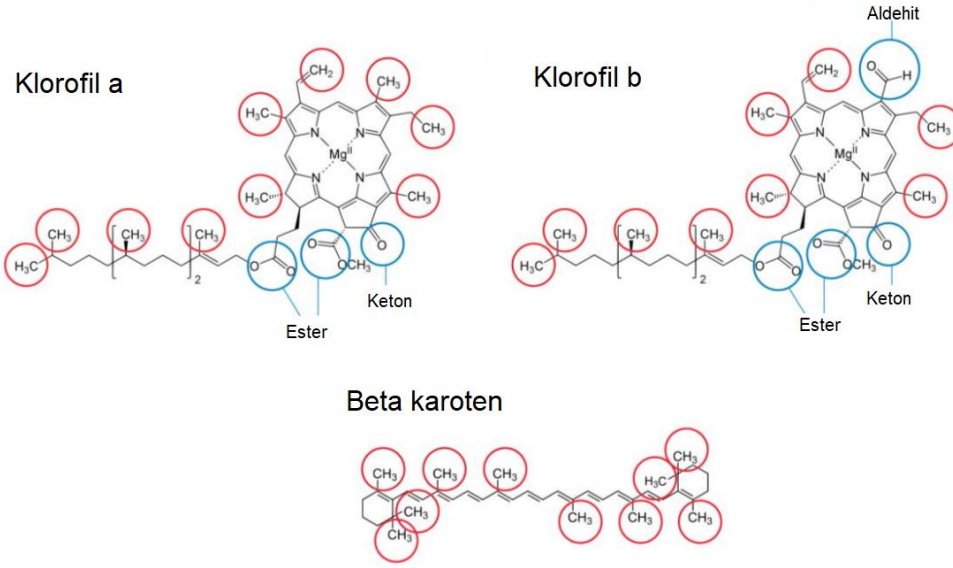
Şekil 1: TLC deneyi: durağan faz olan ince tabakanın üzerine örnekler damlatılır. Durağan faz, tabanında mobil faz (çözücü) bulunan bir tanka yerleştirilir. Çözücü kapiller etki ile durağan faz kağıdının üzerinde yukarıya doğru ilerlerken beraberinde örneklerdeki molekülleri de taşır. Moleküller farklı hızlarda ilerlediklerinden bu sırada birbirlerinden ayrılırlar. Çözücü kağıdın yukarısına ulaştığında kağıt tanktan çıkarılır ve sonuç incelenir.

Örnekteki moleküllerin farklı hızlarda ilerlemelerinin temel sebebi, durağan faz ve mobil faz ile kurdukları fiziksel bağların kuvvetlerinin farkıdır. Apolar olan mobil faz ile daha güçlü bağ kuran moleküller mobil faz ile daha çok ilerlerken, polar olan durağan faz ile daha güçlü bağ kuran moleküller ilerlemektense bu faza daha fazla bağlı kalır.

Bitki yapraklarındaki pigmentleri incelemek için yapılan bir TLC deneyinde çözücü olarak oldukça apolar olan hekzan, durağan faz olarak ise oldukça polar olan silika jel kullanılmıştır. Silika jel ile kaplı olan kağıdın alt kısmına örneklerin koyulacağı yeri işaretleyen bir çizgi çizilmiştir (orijin). Yaprakların ezilip parçalanmasıyla elde edilen sıvı bir miktar çözücü ile karıştırılıp pipet yardımıyla işaretlenen çizgi üzerine damlatılmıştır. Ardından kağıt tanka yerleştirilmiştir ve bir süre sonra çözücü kağıdın en üstüne yaklaştığında kağıt tanktan çıkarılmıştır. Çözücünün ulaştığı son mesafe de kağıdın üzerinde ‘çözücü mesafesi’ olarak işaretlenmiştir:



Şekil 2: Kromatografi öncesi (solda) ve kromatografi sonrası TLC kağıdı (sağda) bir cetvelle birlikte gösterilmiştir.



Şekil 3: Bitki yaprağındaki bazı pigmentlerin kimyasal yapısı. Polar ve apolar gruplar farklı renklerle işaretlenmiştir.

Pigmentler arasındaki ayrımı sayısal olarak ifade edebilmek için R_f değeri kullanılır. R_f değeri, pigmentin katettiği mesafenin (orijinle en son ulaştığı nokta arasındaki mesafe) çözücünün katettiği mesafeye (orijin ile çözücü mesafesi arasındaki mesafe) oranıdır.

- I. Beta karotenin R_f değeri 0 ile 0.32 arasında bir yerdedir.
- II. Klorofil a'nın R_f değeri yaklaşık 0.5'tir.
- III. Klorofil b'nin R_f değeri yaklaşık 0.32'dir.
- IV. Yaklaşık olarak R_f 0.39 bandındaki pigment bir yaprakta fotosistem 2'de fotosistem 1'e göre daha fazla oranda bulunur.

Yukarıdakilerden hangisi/hangileri doğrudur?

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

ÇÖZÜM:

Hidrofobik moleküller çözücüyle, hidrofilik moleküller TLC kağıdıyla daha güçlü bağ kuracağı için hidrofobik moleküllerin daha yukarıda kalması (daha fazla mesafe kat etmesi) beklenir. Ayrıca yeşil görünen iki pigment klorofil pigmentleri olmalıdır. Şekil 3'ten görülebildiği üzere beta karoten her iki klorofil molekülünden de daha hidrofobiktir, yani yeşil bantlardan daha yukarıda yer almalıdır. Klorofillerin yukarısındaki tek bantın beta karoten pigmentine ait olduğu söylenebilir.

Beta Karoten $R_f = \text{pigment ile orijin arasındaki mesafe} / \text{çözücünün ulaştığı son nokta ile orijin arasındaki mesafe} = (4.5 - 0.9) / (5 - 0.9) = 0.88$ (yaklaşık)

Yine şekil 3'ten anlayabileceğimiz üzere klorofil b ekstra bir hidrofilik grup bulundurduğundan klorofil a'ya göre kısmen daha hidrofildir. Demek ki alttaki yeşil bant klorofil b, üstteki yeşil bant klorofil a olmalıdır:

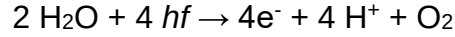
Klorofil a $R_f = (2.5 - 0.9) / (5 - 0.9) = 0.39$ (yaklaşık)

Klorofil b $R_f = (2.2 - 0.9) / (5 - 0.9) = 0.32$ (yaklaşık)

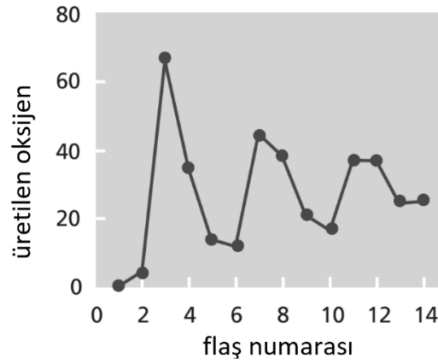
Fotosistem 1'de klorofil a oranı fotosistem 2'ye göre daha yüksektir. Fotosistem 2, fotosistem 1'e kıyasla daha fazla oranda klorofil b içerir. Yani a/b oranında sıralama Fotosistem 1 > Fotosistem 2 şeklindedir.

CEVAP: D

39. Fotosistem 2 tarafından emilen her foton, tek bir elektron transfer eder. Fakat oksijen gazı oluşturmak için sudan 4 elektron alınmalıdır. Yani bir molekül O₂ oluşturmak için 4 foton gerekir:



4 foton oksijen oluşumu için nasıl iş birliği yapar? 4 fotonun tek bir reaksiyon merkezinde aynı anda bulunması gerekli midir (1. ihtimal)? 4 farklı aktif reaksiyon merkezi tek bir oksijen molekülünün oluşumu için beraber çalışabilir mi (2. ihtimal)? Yoksa sudan 4 elektronu alıp bunları bir reaksiyon merkezine teker teker ileten bir “dişli çark” benzeri sistem mi vardır (3. ihtimal)? Aklınızdaki bu sorulara cevap bulabilmek için bir deney tasarlıyorsunuz. Karanlığa adapte olmuş ıspanak kloroplastlarını art arda 2 µ saniye uzunluğunda flaşlara (doğunluğa ulaştıracak güçte) maruz bırakıyorsunuz. Flaşların arasında 0.3 saniyelik kısa karanlık periyotlar bırakıyorsunuz. Her flaştan sonuçlanan O₂ üretimini ölçüyorsunuz:



Bu ışıklandırma rejiminde çoğu fotosistem her flaş sırasında tek bir foton yakalar. Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere O₂ üretiminde belli bir periyodiklik gözlemlenmektedir. İlk O₂ fırlaması üçüncü flaşta oluşuyor ve ardından gelen her 4. flaşta bir pik oluşuyor. Bir inhibitörle fotosistem 2'deki reaksiyon merkezlerinin %97'sini inhibe edip deneyi tekrarladığınızda aynı O₂ üretimi periyodikliğini görüyorsunuz fakat pikler inhibe olmamış deneydeki değerlerin %3'ü büyüklüğünde oluyor.

- İnhibitörsüz deneyin en güçlü desteklediği hipotez 2. ihtimaldir.
- İnhibitör varlığındaki deney sonuçları 'dişli çark' benzeri sistemin yanlış olduğunu kanıtlamıştır.
- İlk oksijen üretimi pikinin 3. flaşta gelmesine rağmen bunun ardından 4 flaşlık periyotlar oluşmasının nedeni, fotosistemlerin yapısının ışık görünce değişmesidir (adaptasyon).
- Bazı fotosistemlerin tek flaşta birden çok ya da az sayıda foton yakalaması zamanla senkronizasyonun bozulmasına, piklerin daha az belirgin hale gelmesine sebep olmuştur.

Deneylerinize göre yukarıdakilerden hangileri doğrudur?

A) I ve II

B) II ve IV

C) Yalnız IV

D) III ve IV

E) I ve III

ÇÖZÜM:

Bu sonuçlar, sudan elektron alımı ve fotosistem 2 reaksiyon merkezindeki aktivasyon arasında bir dişli çark sistemini destekler. O₂ üretiminin ışık flaşlarına periyodik tepkisi 1. ihtimali geçersiz kılar. Eğer 4 fotonun aynı anda bulunması gerekseydi her flaş eşit bir oksijen çıkışı üretirdi, bu da 2. ihtimali geçersiz kılar. Aynı zamanda periyodiklik de 4 farklı reaksiyon merkezinin iş birliği yapması fikrine ters düşmektedir. Doygunluğa ulaştıran ışık yoğunluklarında her flaş ile reaksiyon merkezlerinin çoğu uyarılmış olmalıdır. Eğer işbirliği yapabiliyor olsalardı her flashta O₂ üretimi gerçekleşirdi. Ayrıca inhibitörlü deney sonuçları da işbirliği ihtimalini tamamen elemektedir. Eğer 4 farklı reaksiyon merkezinin işbirliği yapması gerekseydi inhibe olmayan reaksiyon merkezlerinin sayısı ile 4'ün üssü şeklinde bir bağlantı beklenirdi. Fakat deneyde aktif merkezlerin 30 kat azalması O₂ üretimini de 30 kat azaltmıştır. (İşbirliği olsa 30⁴ kat azalma beklenirdi.) Periyodiklik tam olarak dişli çark sisteminden beklenen sonuçtur. Sudan birçok elektronun alınıp fotosistem 2 reaksiyon merkezlerinde elektronların taker taker foton egzitasyonuna uğraması bu durumda mantıklıdır. Ayrıca her dişli çark tek bir reaksiyon merkezine hizmet etmelidir. Eğer dişli çarklar 4 reaksiyon merkeziyle etkileşim halinde olsaydı her dişlide sudan 4 elektronu fotosistemlere iletmış olurdu ve bu da her flaşta O₂ üretimine neden olarak periyodikliği sağlamazdı.

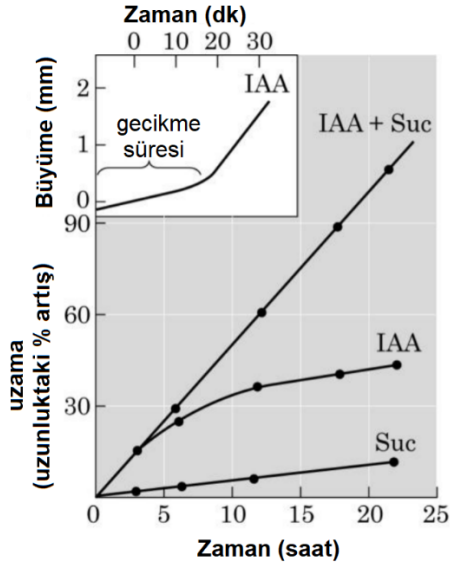
İlk O₂ pikinin oluşmasındaki zamanlama, dişli çarkların karanlığa alışmış haldeki pozisyonuyla ilgilidir. Yani bu haldeyken 3 elektron tuttukları için ilk 3 flaş bu elektronları iletir. Ardından sonraki 4 elektronu dişli çark sudan alır. Yani ilk pikin 3 flaşta oluşmasının sebebi dişli çarkın pozisyonudur. Işık görünce fotosentetik mekanizmanın değişime uğraması değildir.

Flaşlar verildikçe zamanla periyodikliğin azalmasının sebebi, her fotosistemin her flaşta tek foton tarafından uyarılmıyor olmasıdır. Soruda da belirtildiği üzere fotosistemler **çoğunlukla** tek flaşta tek fotonla uyarılırlar. Fakat zaman zaman bu sayı 0,2,3.. olabilir. Bu yüzden senkronizasyonun bozulması periyodikliği ve piklerin belirginliğini zamanla yok eder.

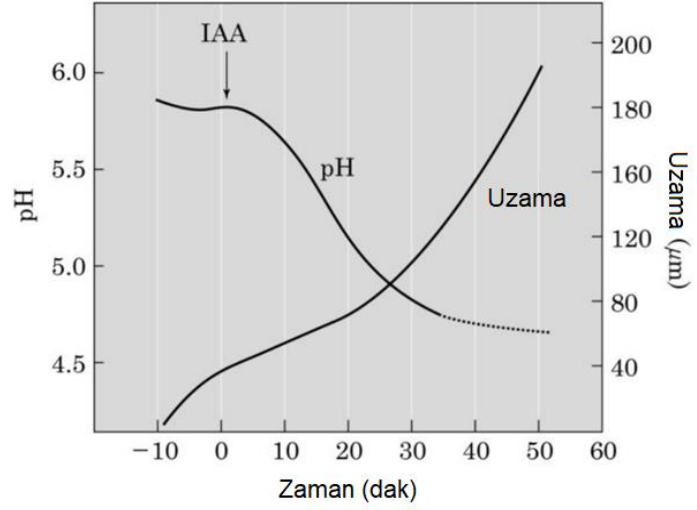
CEVAP: C

40. Aşağıdaki grafikler koleoptilde sükröz (Suc) ve/veya indol 3-asetik asit (IAA) tarafından uyarılan hücre büyümesini (Şekil 1) ve IAA ile indüklenen hücre uzaması ile hücre duvarı asidifikasyonu kinetiğini (Şekil 2) göstermektedir. Bu süreçlerin protein sentezi inhibitörleri ve soğuk hava muamelesi ile geciktiği bilgisini de göz önünde bulundurarak bu sonuçlara göre oksin ile indüklenen hücre uzamasını en iyi açıklayan model olan “asit-büyüme hipotezi” sunulmuştur.

(Şekil 2'deki pH hücre duvarı için verilmiştir.)



Şekil 1

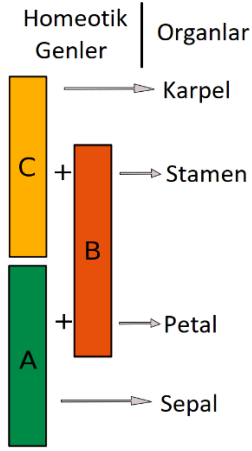


Şekil 2

Aşağıdaki ifadelerden bu sonuçlara ve asit-büyüme hipotezine en uygun olanını seçiniz.

- A) IAA ile hücre duvarına pompalanan protonlar hücre uzaması için gerekli ATP'yi oluşturur.
- B) IAA ile indüklenen hücre duvarı asidifikasyonu ATP'ye bağlı bir süreçtir ve metabolik inhibitör muamelesi ile geciktirilebilir.
- C) IAA ile indüklenen hücre duvarı gevşemesi temel olarak hücre duvarı proteinlerindeki kovalent bağların asidifikasyona bağlı zayıflaması ile gerçekleşir.
- D) IAA tarafından indüklenen hücre uzaması ile sükröz tarafından indüklenen hücre uzaması, hücre duvarı asitliğinde artış ve bunu takip eden turgor basıncı değişimi gibi ortak bir etki mekanizmasını paylaşır.
- E) Hücre duvarı asidifikasyonu ve uzamanın indüklenmesi IAA'ya özgü süreçlerdir, bu yüzden IAA yokluğunda Fusikokkokkin (bir proton pompası aktivatörü) ile indüklenmezler.

41. Çiçek gelişiminde farklı organların oluşumu ABC modeliyle açıklanmaktadır. A, B ve C farklı homeotik gen gruplarını ifade etmektedir. Bu genlerin aktivasyon modeli, bölgede oluşacak çiçek organını belirlemektedir. Şekil 1'de bu üç gen grubunun ifadesi sonucunda oluşan çiçek kısımları belirtilmiştir.



Şekil 1



Şekil 2

APETALA2-2 (AP2), PISTILLATA 2(PI), ve AGAMOUS1 (AG) genlerinin her biri A, B veya C homeotik gen gruplarından birine aittir. Şekil 2'de sırasıyla yabanıl tip bir çiçek, AP2 mutan bir çiçek, PI mutan bir çiçek ve AG mutan bir çiçek gösterilmiştir.

Buna göre aşağıdaki gen-grup eşleştirmelerinden hangisi doğrudur?

- A) AP2:Grup A, PI:Grup B, AG:Grup C
- B) AP2:Grup A, PI:Grup C, AG:Grup B
- C) AP2:Grup B, PI:Grup A, AG:Grup C
- D) AP2:Grup B, PI:Grup C, AG:Grup A
- E) AP2:Grup C, PI:Grup A, AG:Grup B

ÇÖZÜM:

Verilen çiçek şekillerini incelediğimizde:

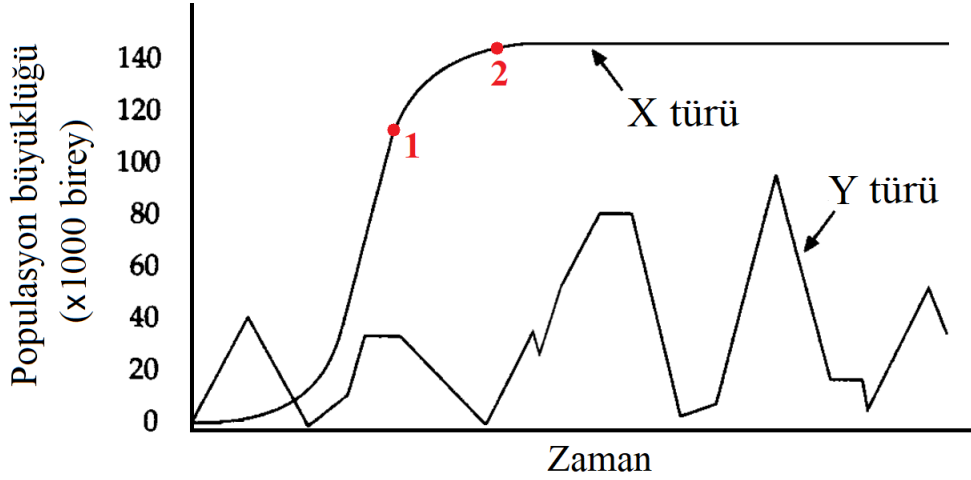
- AP2 mutan çiçekte sepal ve petaller eksiktir. Bu iki yapının oluşmasında yer alan ortak homeotik gen grubu grup A'dır. Dolayısıyla AP2 geni grup A'ya ait olmalıdır.
- PI mutan çiçekte stamen ve petaller eksiktir. Bu iki yapının oluşmasında yer alan ortak homeotik gen grubu grup B'dir. Dolayısıyla PI geni grup B'ye ait olmalıdır.

AG mutan çiçekte stamen ve karpeller eksiktir. Bu iki yapının oluşmasında yer alan ortak homeotik gen grubu grup C'dir. Dolayısıyla AG geni grup C'ye ait olmalıdır.

CEVAP: A

Ekoloji

42. Aşağıdaki grafikte X ve Y türlerinin popülasyon büyüme eğrileri verilmiştir. Ayrıca X türünün büyüme eğrisindeki iki nokta 1 ve 2 ile belirtilmiştir.



Bu türler ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. X türünün 1 ve 2 noktaları arasındaki büyümesi " $\frac{dN}{dt} = r_{max} N$ " şeklinde modellenebilir.
- II. X türü K-stratejist, Y türü ise r-stratejist bir türdür.
- III. Y türü, ekolojik bozunmanın (disturbance) yüksek olduğu habitatlarda başarılı olur.
- IV. Y türü için taşıma kapasitesi yaklaşık olarak 90 000 bireydir.
- V. Semelparite, Y türü için iteropariteye göre olarak daha avantajlı bir üreme stratejisidir.

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

ÇÖZÜM:

X türü 1 ve 2 noktaları arasında taşıma kapasitesine ulaşmaktadır. Öncülde verilen matematiksel ifade ise üssel büyüme denklemdir.

X türü K-stratejist, Y türü ise r-stratejist bir türdür.

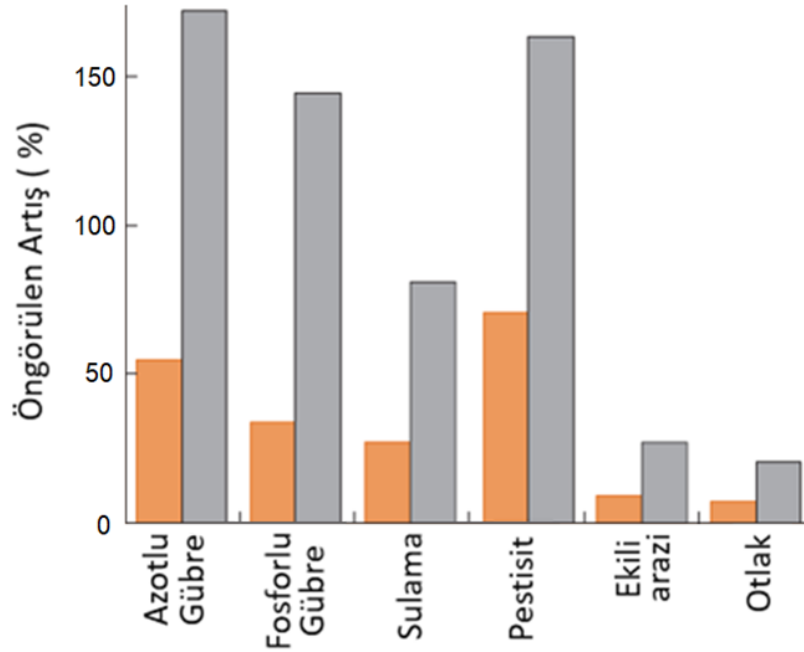
R stratejist türler ekolojik bozunmanın (disturbance) yüksek olduğu habitatlarda başarılı olur.

R stratejistler genellikle taşıma kapasitesine ulaşmazlar. Çünkü, şartların değişken olduğu ve stabil olmayan çevrelerde yaşadıkları için net bir taşıma kapasitesi yoktur.

Semelparite, Y türü için iteropariteye göre olarak daha avantajlı bir üreme stratejisidir.

CEVAP: C

43. Son yıllarda iklim değışikliğinin olası ekolojik etkileri üzerinde yapılan bilimsel çalışmalarda artış gözlemlenmiştir. Ancak antropojenik (insan kaynaklı) etmenler de ekosistem üzerinde oldukça yıkıcı etkilere neden olabilir. Laurance (2001) ve Tilman vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada 2020 ile 2050 yılları için tarımsal faaliyetlerdeki değışim aşağıda gösterilen grafikteki gibi öngörölmüştür.



Tarımsal faaliyetlerde 2020 ile 2050 yılları için öngörölen artışlar 2020 (turuncu çubuklar) ve 2050 (gri çubuklar).

Yukarıdaki grafikteki verilere göre 2050 yılı için aşağıdaki öngörülerden hangisi yada hangileri doğrudur?

- I. Su kaynaklarında ötrofikasyon artacaktır.
- II. Sulamaya bağlı olarak toprakta tuzlanma artacaktır.
- III. Çoğu böcek ve yabani zararlı otta pestisit direnci oluşacaktır.
- IV. Habitat tahribatı artacaktır.

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

ÇÖZÜM:

Kaynak: Laurance, W.F. (2001) Future shock: forecasting a grim fate for the Earth. Trends in Ecology and Evolution, 16, 531–533.

Tilman, D., Reich, P.B., Knops, J., Wedin, D., Meilke, T. & Lehman, C. (2001) Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. Science, 294, 843– 845.

- I. Azot ve fosfor artışı ile ötrofikasyon artması beklenen bir durumdur.
- II. Sulamaya bağlı olarak su ile gelen tuz ve besin tuzları ile toprakta tuzlanma artacaktır.
- III. Aşırı pestisit kullanımı sonucu zaman içerisinde dirençli bireylerin sayısı artacaktır.
- IV. Mera ve tarım alanı artışına bağlı olarak canlıların doğal habitatlarında tahribat artacaktır.

Tüm şıklar doğrudur.

CEVAP: E

44. Canlılar sahip oldukları enerjiyi, değişik etkinlikleri arasında gelecekte nesillerini sürdürebilmek için optimum bir denge içinde kullanırlar. Japon balığı, sazangiller familyasından planktivor bir balık türüdür. Aşağıdaki grafikte, Japon Balığının (*Carassius auratus*) net enerjisinin, çeşitli koşullarda üç önemli etkinlik arasındaki paylaşımı verilmiştir.



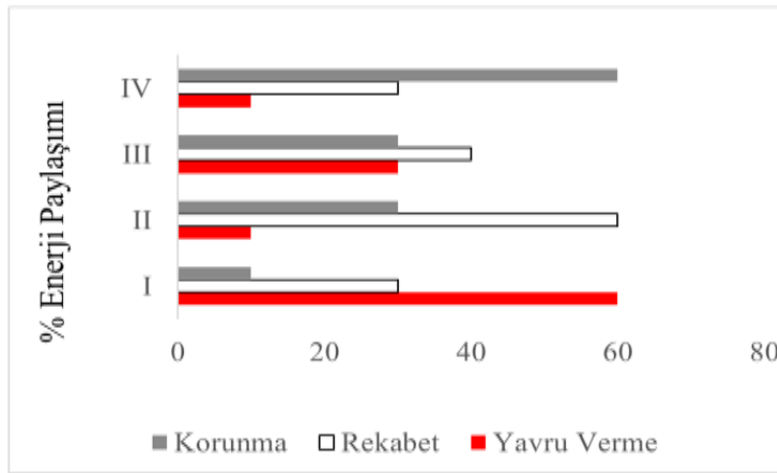
Yavru verme (yumurtlama)



Rekabet
(Ortama başka bir planktivor balık türünün eklenmesi)



Korunma (ortama japon balığı ile beslenen bir balığın bırakılması)



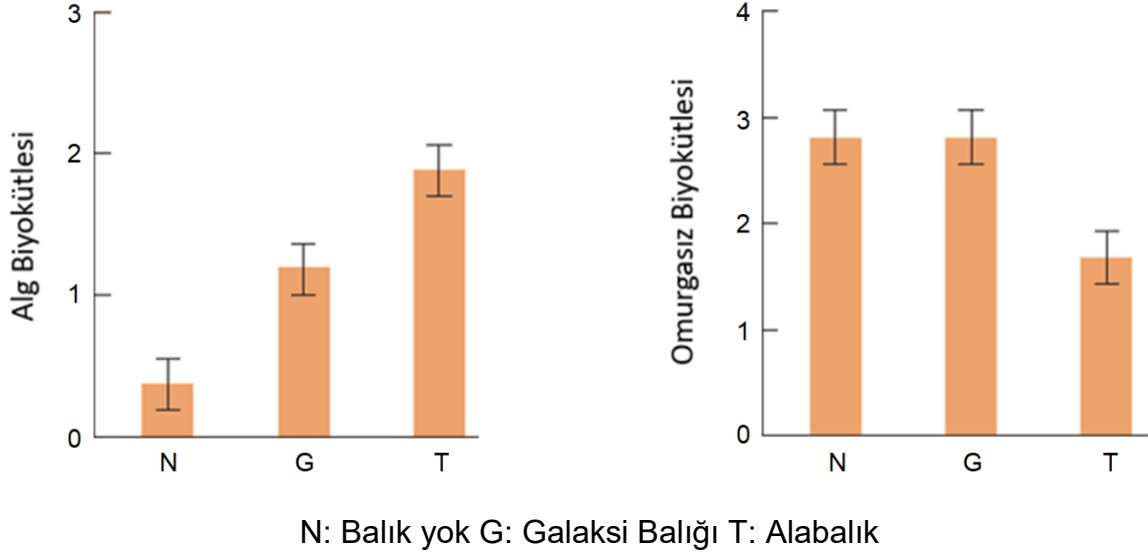
	Rekabet Fazla	Avcı Fazla	Seçilim Baskısı Eşit	Rekabet ve avcı az
A)	I	II	IV	III
B)	I	IV	II	III
C)	II	I	III	IV
D)	II	IV	III	I
E)	IV	II	III	I

ÇÖZÜM:

Hangi durum o an acil ise canlı enerjisini o yönde harcar. Rekabet en fazla 2. durumdadır. En fazla korunma 4. durumdadır. Enerjileri eşit dağıldığından seçim baskısı III. durumda eşittir. Rekabet ve avcı az iken yavrulamaya ayrılan enerji artar (I. Durum).

CEVAP: D

45. Alabalık, Yeni Zelanda nehirlerine 1860'lı yıllarda getirilmiş, doğal olmayan bir türdür. Günümüzde ise yaygın olarak nehirlerin çoğunda bulunmaktadır. Çoğu nehir ekosisteminde ise yerli ekosistemde daha önce bol bulunan Galaksi balığının yerini alabalık almıştır. Flecker, and Townsend (1994), yaptıkları deneyde sonradan ekosisteme bırakılan alabalık ve yerli doğal Galaksi balığının nehir besin zinciri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuç aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur.

- I. Omurgasız biyokütlesi en fazla alabalık varlığından etkilenmektedir.
- II. Her iki balığında ortamdaki varlığı alg biyokütlesini olumlu etkilemektedir.
- III. Alabalığın nehir ekosistemlerine salınması besin zincirinde herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır.

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

ÇÖZÜM:

- I. Alabalık varlığının omurgasız biyokütlesini azalttığı açıkça görülmektedir. Doğru
- II. Ortamda balık olmadığına alg biyokütlesinin artmasına neden olduğu grafikten açıkça görülmektedir. Doğru
- III. Alabalık varlığının Galaksi balığına göre omurgasız ve alg biyokütlesinde farklı etki yaptığı açıkça görülmektedir. Yanlış

CEVAP: B

46. Çeltik bitkisinin sulanması, sezonun tamamında su altında veya doymuş koşullarda yetiştirilmesi nedeniyle diğer bitkilerden ayrı bir öneme sahiptir. Sürekli su yükü koşullarında derine sızma kayıplarının artması, yer altı suyu seviyesinin yükselmesine veya kirlenmesine neden olmaktadır. Daha az pestisit ve gübre kullanılması sağlamak için Çankırı Kızılırmak ilçesinde kazların çeltik tarlalarında kafeslerde yetiştirilmeleri yeni denenmeye başlayan bir yöntemdir. Kazlar çeltik tarlalarındaki zararlı otları ve çeltik üzerindeki zararlı böcekleri yiyor, dışkıları çeltik için gübre oluyor. Çeltik tarlalarında yetiştirilen kazlar, klasik kümeslerde yetiştirilenlere göre daha sağlıklı ve hastalıklara daha dayanıklı oluyorlar.

Yukarıda verilen bilgilere göre aşağıda verilen durumların hangisi ya da hangileri doğrudur?

- I. Kaz ve çeltik arasındaki ilişki fakültatif mutualizme örnektir.
- II. Kaz ve çeltik arasında ortak habitat paylaşmak dışında bir ilişki mevcut değildir.
- III. Kaz ve çeltik arasındaki ilişki mutualistik bir ilişkidir.
- IV. Kaz çıkarıldığında çeltiklerin gelişimi durur.
- V. Kaz ve Çeltik arasındaki ilişki kommensalizmin iyi bir örneğidir.

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

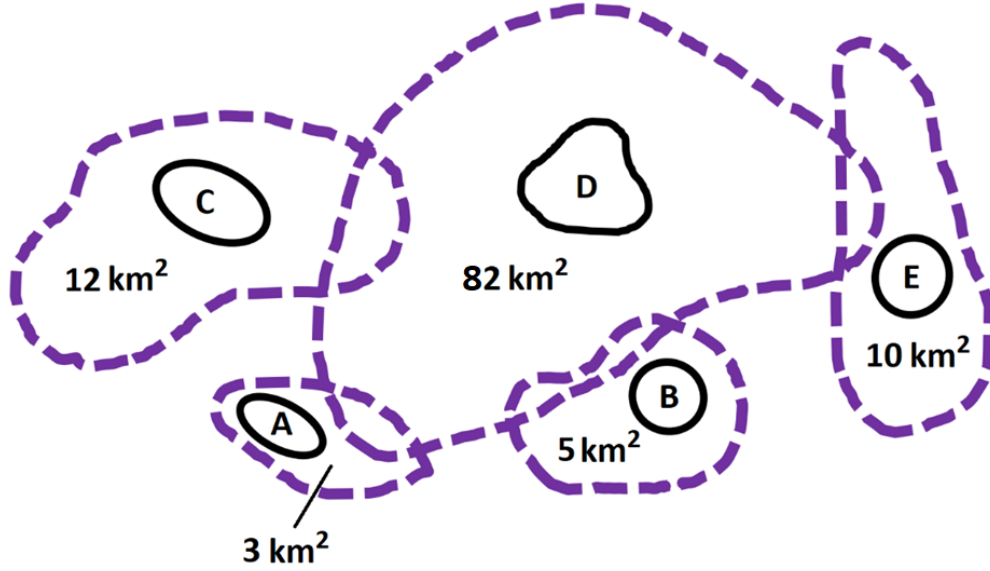
ÇÖZÜM:

İki tarafta birbirinden fayda duyduğundan ve ayrı iken de yaşamlarına devam ettiğinden 1 ve 3. İfadeler doğrudur. İlişki mutualistiktir. 2. İfade yanlıştır. Kaz çıksa da çeltik normal çeltik tarlasındaki gibi yetişir. 4. İfade de yanlıştır. İki tarafta yarar gördüğünden kommensalizm değil mutualistik bir ilişki vardır. 5. İfade de yanlıştır.

CEVAP: D

Davranış

47. Aşağıdaki şekilde beş hayvanın (A,B,C,D) yaşam alanları ve territorileri gösterilmektedir. Bu hayvanlardan birinin karnivor, dördünün herbivor olduğu bilinmektedir. Mor kesikli çizgilerle sınırlı her bir bölgenin alanı şekilde km^2 cinsinden verilmiştir. (Şekil ölçeksiz çizilmiştir.)



Buna göre aşağıda verilmiş öncüllerden hangileri doğrudur?

- I. Mor kesikli çizgilerle sınırlı bölgeler yaşam alanlarını, düz siyah çizgiyle sınırlandırılmış bölgeler ise territorileri göstermektedir.
- II. A ve C bireylerinin aynı türe ait olduğu biliniyorsa, C'nin yaşam alanının kaynaklar açısından daha fakir olduğu söylenebilir.
- III. C, mor kesikli çizgilerle sınırlı 12 km^2 'lik alanı kendi türünün diğer bireylerine karşı savunur.
- IV. D ve E'nin territoriyal alanları çakışmaktadır.
- V. B bir leopar, D de bir geyik olabilir.

A) I, II

B) II, III

C) III, IV

D) I, II, V

E) I, III, V

ÇÖZÜM:

Mor kesik çizgilerle sınırlı bölgeler yaşam alanlarını, düz siyah çizgiyle sınırlandırılmış bölgeler ise territorileri göstermektedir.

A ve C bireylerinin aynı türe ait olduğu biliniyorsa, A'nın yaşam alanının kaynaklar açısından daha fakir olduğu söylenebilir.

Hayvanlarda territori savunması görülürken, geniş yaşam alanları genelde savunulmaz.

D ve E nin territorileri değil yaşam alanları çakışmaktadır.

D karnivor, diğerleri herbivordur.

CEVAP: A

48. Akbabalar leş ile beslenen kuşlardır. Buldukları leşi savunup savunmamalarına göre iki farklı davranış fenotipine sahiptirler. Eğer bir akbaba bulduğu besin için diğer akbabalarla kavga etmeyi göze alıyorsa, “agresif”, kavga etmeyi göze almıyorsa “pasif” olarak tanımlanır.

Biri agresif biri pasif iki birey aynı besin için karşı karşıya gelirse, pasif olan kavgayı göze almayacağı için geri çekilir ve besinin tamamını agresif olan alır.

İki agresif birey aynı besin için karşı karşıya gelirse, bu iki birey kavga eder. İkisinin de kavgayı kazanma ihtimali eşit ve %50’dir. Kazanan, besinin tamamını alır. Kavgayı kaybetmenin ise bir bedeli vardır. Kaybeden birey kavgada yaralandığı için bir bedel ödemiş olur.

Eğer iki pasif birey aynı besin için karşı karşıya gelirse, ikisi de kavgayı göze alamaz ve besini yarı yarıya paylaşırlar.

İki bireyin karşı karşıya gelmesi durumunda olası senaryolar aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

		İkinci birey	
		Agresif	Pasif
Birinci birey	Agresif	Kavgayı kazanan besinin tamamını alır. Kavgayı kaybeden bedel öder.	Agresif olan birey besinin tamamını alır.
	Pasif	Agresif olan birey besinin tamamını alır.	Besin yarı yarıya paylaşılır.

Bir bireyin besinin tamamından elde ettiği kazanç K , kavgayı kaybeden bireyin ödediği bedele B diyelim. Doğal seleksiyonun davranış fenotipi üzerinde optimum işlediğini varsayalım. Denge durumunda agresif bireylerin tüm bireylere oranını veren matematiksel ifade aşağıdakilerden hangisidir?

A) $\frac{K - B}{K + B}$

B) $\frac{K}{2B}$

C) $\frac{2K}{B}$

D) $\frac{K}{B}$

E) $\sqrt{\frac{K}{B}}$

ÇÖZÜM:

Bakınız: Oyun teorisi - Nash dengesi

Davranış fenotipleri üzerinde doğal seçim optimum işlerse, denge durumunda agresif olmanın o bireye getireceği fayda ile pasif olmanın getireceği fayda birbirine eşit olmalıdır

Bireyin agresif olduğunu varsayalım. Populasyonda ne kadar agresif birey varsa agresif bireyle karşılaşma ihtimali o kadar artar. Populasyondaki agresif birey frekansına F diyelim. Bu birey agresif bir bireyle karşılaşır %50 ihtimalle besinin tamamını alır, %50 ihtimalle bedel öder ($0.5 K - 0.5 B$). Pasif bir bireyle karşılaşır besinin tamamını alacağı için elde edeceği fayda K olur. Bu durumda agresif olmanın getirisi şöyle hesaplanır:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Agresif bireyle} & & \text{agresif bireyle} & & \text{Pasif bireyle} & & \text{pasif bireyle karşılaşılınca} \\ \text{karşılaşma ihtimali} & \times & \text{karşılaşılınca elde edilecek} & + & \text{karşılaşma ihtimali} & \times & \text{elde edilecek ortalama} \\ & & \text{ortalama fayda} & & & & \text{fayda} \end{array}$$
$$= F \times (0.5 K - 0.5 B) + (1 - F) \times K$$

Bireyin pasif olduğunu varsayalım. Bu birey agresif bir bireyle karşılaşır kazancı sıfırdır. Çünkü besinden hiç yararlanamaz. Eğer pasif bir bireyle karşılaşır besinin yarısını ($0.5 K$) elde eder. Bu durumda pasif olmanın getirisi şöyle hesaplanır:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Agresif bireyle} & & \text{agresif bireyle} & & \text{Pasif bireyle} & & \text{pasif bireyle karşılaşılınca} \\ \text{karşılaşma ihtimali} & \times & \text{karşılaşılınca elde edilecek} & + & \text{karşılaşma ihtimali} & \times & \text{elde edilecek ortalama} \\ & & \text{ortalama fayda} & & & & \text{fayda} \end{array}$$
$$= F \times 0 + (1 - F) \times 0.5 K$$
$$= (1 - F) \times 0.5 K$$

Denge durumunda agresif olmanın o bireye getireceği fayda ile pasif olmanın getireceği fayda birbirine eşit olmalıdır:

$$F \times (0.5 K - 0.5 B) + (1 - F) \times K = (1 - F) \times 0.5 K$$

$$(1 - F) \times 0.5 K = F \times (0.5 B - 0.5 K)$$

$$0.5 K - 0.5 FK = 0.5 FB - 0.5 FK$$

$$0.5 K = 0.5 FB$$

$$F = K/B \text{ olur.}$$

CEVAP: D

Biyosistematik

49. Aşağıda *Chondrichthyes* sınıfında bulunan bazı balıkların resimleri gösterilmiştir.



Chondrichthyes sınıfındaki balıklarda hangi yapı görülmez?

- A) Opistonefroz tip böbrek
- B) Yüzme kesesi
- C) Spiral valvli bağırsak
- D) Klasper
- E) Plakoid pullar

ÇÖZÜM:

Yüzme kesesi sadece kemikli balıklarda (Osteichthyes) görülür. Opistonefroz böbrek, spiral valvli bağırsak, klasper ve plakoid pullar kıkırdaklı balıklarda (Chondrichthyes) görülen yapılardır.

CEVAP: B