



**TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU
BİLİM İNSANI DESTEK PROGRAMLARI BAŞKANLIĞI**

**33. BİLİM OLİMPİYATLARI
BİYOLOJİ - İKİNCİ AŞAMA SINAVI
2025**

Soru Kitapçığı Türü

A

17 Aralık 2025 , 9.30-12.30

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

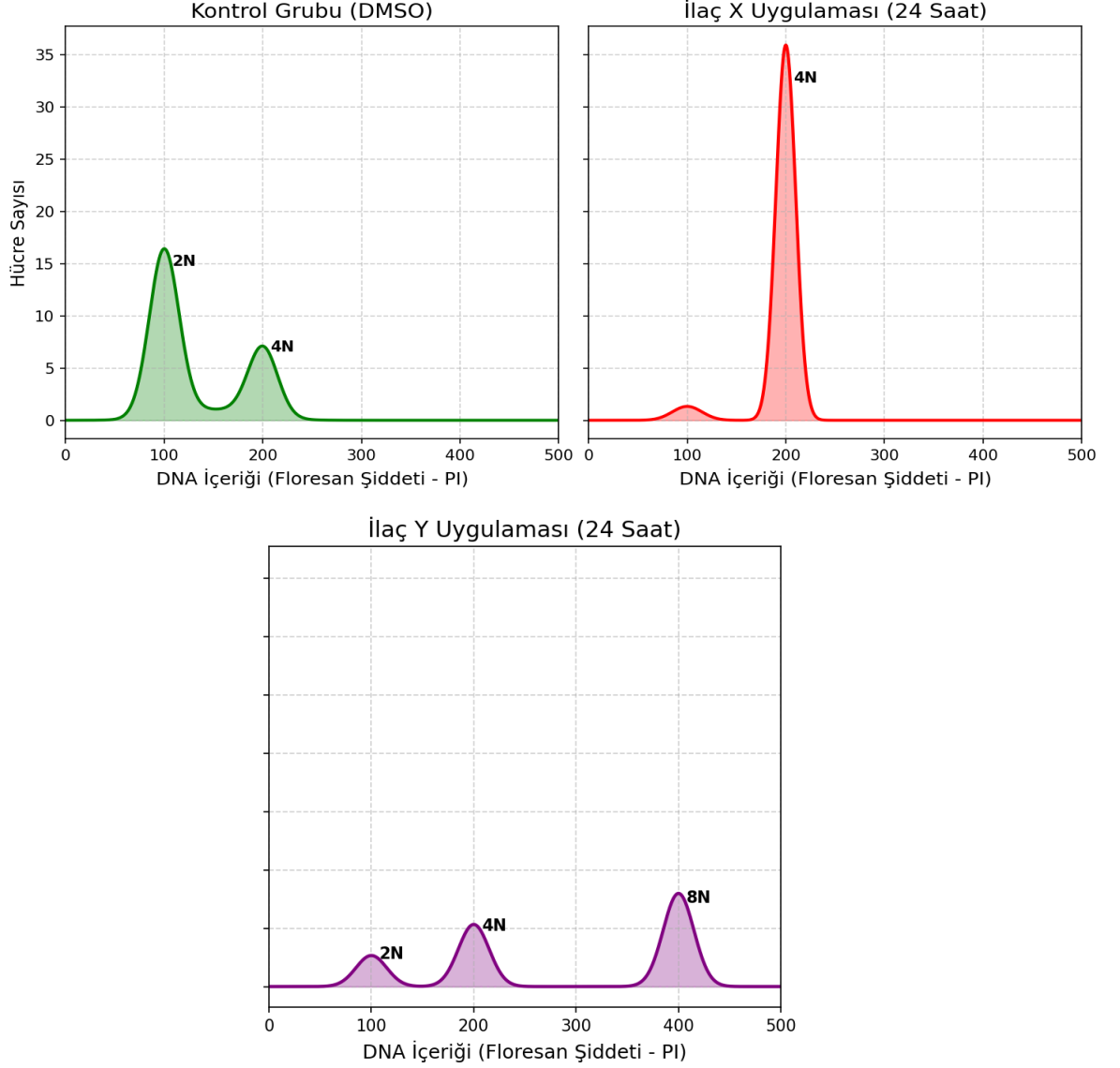
SINAVLA İLGİLİ UYARILAR:

- Sınav 50 sorudan oluşmaktadır.
- Sınav süresi 3 saat (180 dakika)'tır.
- Her sorunun sadece bir doğru cevabı vardır. Doğru cevabınızı, cevap kâğıdınızdaki ilgili kutucuğu **tamamen karalayarak işaretleyiniz.** Soru kitapçığındaki hiç bir işaretleme değerlendirmeye alınmayacaktır.
- **Her soru eşit değerde olup, dört yanlış cevap bir doğru cevabı götürmektedir.** Boş bırakılan soruların değerlendirmede olumlu ya da olumsuz bir etkisi olmayacaktır.
- Sınavda hesap makinesi kullanmak serbesttir, bunun dışında herhangi bir yardımcı materyal ya da karalama kağıdı kullanılması yasaktır. Soru kitapçığındaki boşlukları karalama için kullanabilirsiniz.
- Sınav süresince görevlilerle konuşulması ve soru sorulması, öğrencilerin birbirlerinden kalem, silgi vb. şeyler istemeleri yasaktır.
- Bu sınavda sorulan soruların üçüncü kişiler tarafından kullanılması sonucunda doğacak olan hukuki sorunlardan TÜBİTAK ve Olimpiyat Komitesi sorumlu tutulamaz. Olimpiyat Komitesi, bu tip durumlarda sorular ile ilgili görüş bildirmek zorunda değildir.
- Sınav sırasında kopya çeken, çekmeye teşebbüs eden ve kopya verenlerin kimlikleri sınav tutanağına yazılacak ve bu kişilerin sınavları geçersiz sayılacaktır. Görevliler kopya çekmeye veya vermeye kalkışanları uyarmak zorunda değildir, sorumluluk size aittir.
- Öğrencilerin yanında cep telefonu bulundurması sınav süresince 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.
- Adaylar İkinci Aşama Sınavı sınav sorularına itirazlarını, soru ve soru çözümlerinin yayınlanmasından itibaren 24 saat içerisinde dilekçeyle BİDEB'e bideb2202@tubitak.gov.tr'ye mail atarak ve/veya Komite Başkanlarına yapabilirler.

Başarılar Dileriz

HÜCRE BİYOLOJİSİ VE BİYOKİMYA

1. Bir hücre biyoloğu, kanser tedavisinde kullanılma potansiyeli olan iki yeni molekülün (İlaç X ve İlaç Y) hücre döngüsü üzerindeki etkilerini araştırmak istemektedir. İnsan epitel hücre kültürü üzerine bu ilaçları ayrı ayrı uyguladıktan 24 saat sonra hücreleri fıkse etmiş, DNA'yı boyayan Propidium Iodide (PI) ile işaretlemiş ve Akış Sitometrisi (Flow Cytometry) analizi yapmıştır.



Elde edilen histogramlar yukarıdaki grafikte verilmiştir:

Bu verilere ve hücre döngüsü regülasyon mekanizmalarına dayanarak, aşağıdakilerden hangisi kesinlikle yanlıştır?

- A) İlaç X, mikrotübül polimerizasyonunu engelleyen Nokodazol benzeri bir etki göstererek hücreleri metafazda tutuklamış olabilir.
- B) İlaç Y uygulanan hücrelerde M-CDK (Siklin B-CDK1) aktivitesi, S-CDK aktivitesine kıyasla anormal derecede düşük veya inhibe edilmiş olabilir.

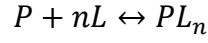
- C) İlaç X, DNA replikasyonunu inhibe ederek hücrelerin S fazına girmesini engellemektedir.
- D) İlaç Y, hücrelerin sitokinez geçirmeksizin ardışık DNA replikasyonu yapmasına neden olmuştur.
- E) İlaç X grubundaki hücrelerin bir kısmı, kontrol noktasını aşabilirse genetik materyal miktarını yarıya indirmeden bölünebilir ve anöploidi oluşabilir.

ÇÖZÜM:

Akış sitometrisi analizinde X eksen DNA miktarını gösterir. İlaç X grafiğinde hücrelerin 4N (4 kat DNA) seviyesinde birikmesi, DNA replikasyonunun tamamlandığını ancak hücrenin bölünemediğini (G2 veya M bloğu) gösterir. C şıkkında iddia edildiği gibi DNA replikasyonu engellenseydi, hücreler 4N'ye ulaşamaz, 2N (G1) seviyesinde kalırdı. İlaç Y grafiğindeki 8N piki ise hücrenin mitozu girmeden genomunu tekrar tekrar eşlediğini (Endoreplikasyon) kanıtlar. İlaç X uygulandığında gözlemlendiği gibi hücre döngüsü ve bölünmenin etkilendiği durumlarda kromozom sayısı mutasyonları, kromozom takımı sayısının değişmesi ve anöploidi gibi mutasyonlar gerçekleşebilir.

CEVAP: C

2. Kooperatif bir şekilde ligand bağlayan proteinlerin dinamikleri kantitatif olarak çalışılabilir. Hill Eşitliği bu proteinlerin tasvirinde kullanılır. Bu eşitliğin yazılmasında, reaksiyonun aşağıdaki şekilde olduğu kabul edilir:



Bu reaksiyonun, çeşitli değişkenleri aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanır:

$$K_a = \frac{[PL_n]}{[P][L]^n}$$

$$K_d = \frac{[P][L]^n}{[PL_n]}$$

$$\theta = \frac{\text{Ligand bağlı bölge sayısı}}{\text{Toplam bölge sayısı}} = \frac{[L]^n}{[L]^n + K_d}$$

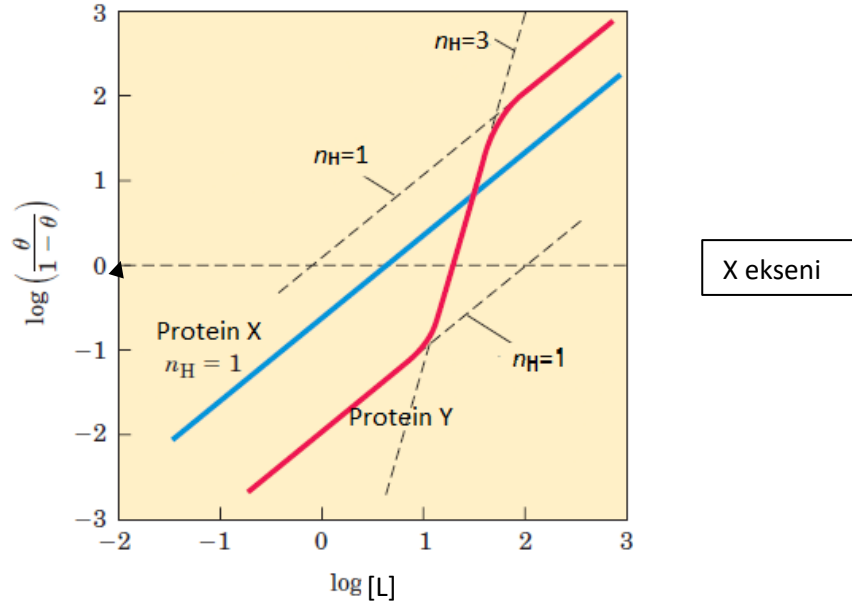
Böylece, aşağıdaki eşitlik oluşur:

$$\frac{\theta}{1 - \theta} = \frac{[L]^n}{K_d}$$

İki tarafın logaritmasının alınmasıyla da Hill Eşitliği oluşur:

$$\log \left(\frac{\theta}{1 - \theta} \right) = n \log [L] - \log K_d$$

Bu denklemin grafiği çizildiğinde eğimi n olan bir doğru oluşur. Ancak deneysel verilerde n_H olarak isimlendirilen farklı bir eğim gözlenebilir.



Bunlara ve grafiğe göre, aşağıdaki ifadelerden hangisi/hangileri doğrudur?

- I. n_H , en fazla n değerine eşit olabilir.
- II. n_H , (0,1) aralığında olabilir.
- III. Proteine bir ligandın bağlanması öteki bölgelerine bu ligandın bağlanma eğilimini düşürürse doğrunun eğimi negatif olur.
- IV. Bu doğruların X eksenini kestiği nokta K_a değerine eşittir.
- V. Protein Y kooperatiflik gösterirken protein X göstermez.
- VI. $n_H=1$, proteinin bir bağlanma bölgesi içerdiği anlamına gelir.

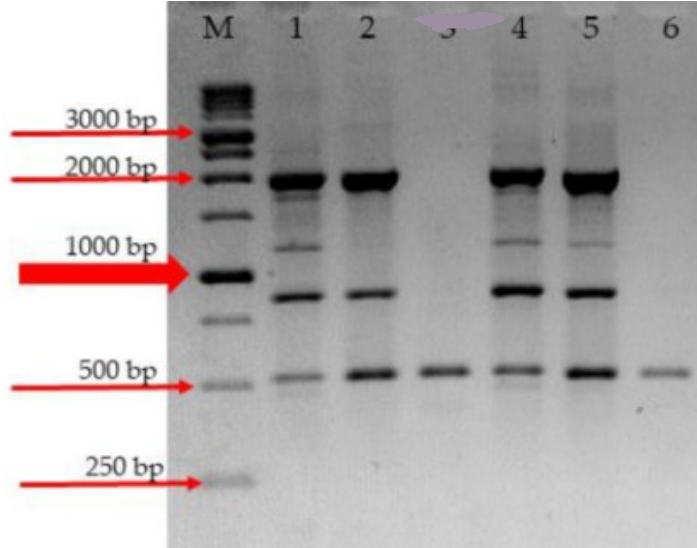
- A) I, V
- B) I, III, IV
- C) II, IV, V, VI
- D) I, II, V
- E) I, III, V

ÇÖZÜM:

Hill grafiğinde doğrunun eğimi (n_H) kooperatiflik derecesini verir. Eğim 1 ise kooperatiflik yoktur (Protein X), 1'den büyükse pozitif kooperatiflik vardır (Protein Y). n_H değeri fiziksel alt birim sayısını (n) geçemez (I doğru) ve negatif kooperatiflik durumunda 0 ile 1 arasında değer alır (II doğru). Negatif kooperatiflikte eğim negatif olmaz, sadece 1'den küçük olur. Ayrıca $n_H=1$ olması, proteinin tek bir bağlanma bölgesi olduğunu değil, sadece bölgeler arası etkileşimin olmadığını gösterir (çok alt birimli ama bağımsız da olabilir). X eksenini kesişimi ise doğrudan K_a değil, yarı doygunluktaki logaritmik konsantrasyon değeridir.

CEVAP: D

3. RAPD-PCR diziye spesifik olmayan bir adet primerin kullanılmasıyla yapılan PCR reaksiyonudur. *Triticum* cinsindeki altı farklı türden elde edilen sitokrom c oksidaz genlerinde RAPD-PCR yapılmış ve jel yürütülmüş ve görüntülenmiştir. Elde edilen jel görüntüleri canlıların akrabalık ilişkilerini belirlemek için kullanılabilir. Jelde belirtilen M, DNA ladder, 1.- 6. hatlar ise farklı bireyleri gösterir.



Aşağıda verile ifadelerden hangisi/hangileri doğrudur?

- I. RAPD-PCR primeri normal primerlere kıyasla daha uzun olmalıdır.
- II. Filum düzeyinde araştırma yapılırken, sitokrom c oksidaz kullanılması durumunda aynı uzunluktaki fragmentlerin sekanslarının, cins düzeyinde yapılan araştırmalardaki aynı uzunluktaki fragmentlerin sekansları kadar kendi içinde benzer olması beklenir.
- III. Bu jel görüntüsünden yola çıkılarak 2 alt cins önerilebilir.
- IV. Bantlar arası belirginlik farkı, primerin bağlanma bölgelerinin farklı afinitelere sahip olmasıyla açıklanabilir.

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

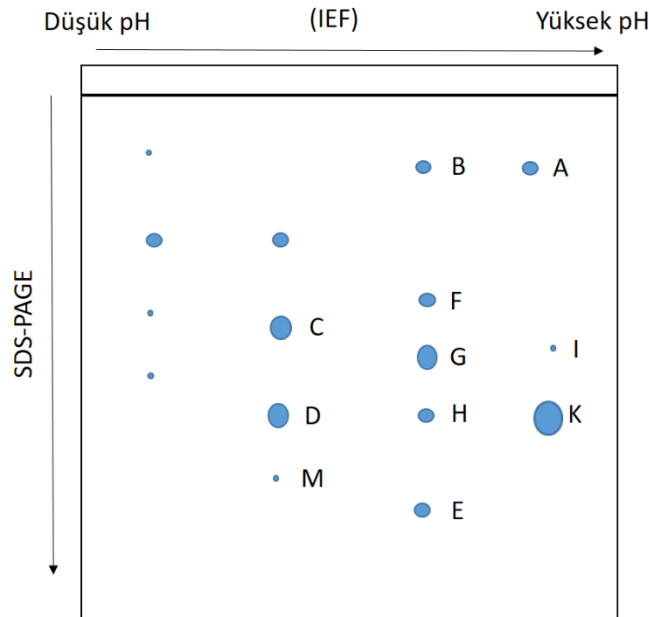
ÇÖZÜM:

RAPD-PCR'da kısa ve rastgele primerler kullanılır, bu nedenle I yanlıştır. Evrimsel mesafe arttıkça (Filum düzeyi) aynı boydaki bantların genetik benzerlik ihtimali azalır, bu yüzden II yanlıştır. Jel görüntüsünde bant profillerine göre 1-2-4-5 bir grup, 3-6 ayrı bir grup oluşturur; bu da iki alt cins (küme) olduğunu düşündürür (III doğru). Bantların parlaklık farkı, primerin o bölgeye bağlanma kuvvetindeki (afinite) değişimlerden kaynaklanır (IV doğru).

CEVAP: D

4. İki boyutlu jel elektroforezi (2D elektroforez), proteinleri hem izoelektrik noktalarına hem de molekül ağırlıklarına göre ayıran güçlü bir analiz tekniğidir. 2D elektroforezin ilk aşamasında proteinler izoelektrik noktalarına göre birbirlerinden ayrılırlar (IEF). Proteinler, pH gradyanı içeren bir jel boyunca izoelektrik noktalarına (pI) kadar hareket eder. Yani protein net yükünün sıfır olduğu pH'da durur. İkinci aşamada ilk boyuttan çıkan proteinler SDS-PAGE ile molekül ağırlıklarına göre ayrılır. Jeldeki her nokta (spot) tek bir proteini veya çok benzer iki proteini temsil eder. Binlerce proteini aynı anda inceleme fırsatı sunan bu teknik proteom analizlerinde sıkça kullanılmaktadır.

Bu bilgiler ışığında aşağıda verilen iki boyutlu elektroforez sonucu için yapılan yorumlardan hangisi yanlıştır?



- A) M proteinin miktarı C, D ve G proteinlerinden azdır.
B) C ve D proteinleri aynı isoelektrik noktaya sahip proteinlerdir.
C) A ve B proteinleri yaklaşık aynı ağırlığa sahip proteinlerdir.
D) B ve E proteinlerinin miktarı birbirine eşittir.

E) K en ağır proteindir.

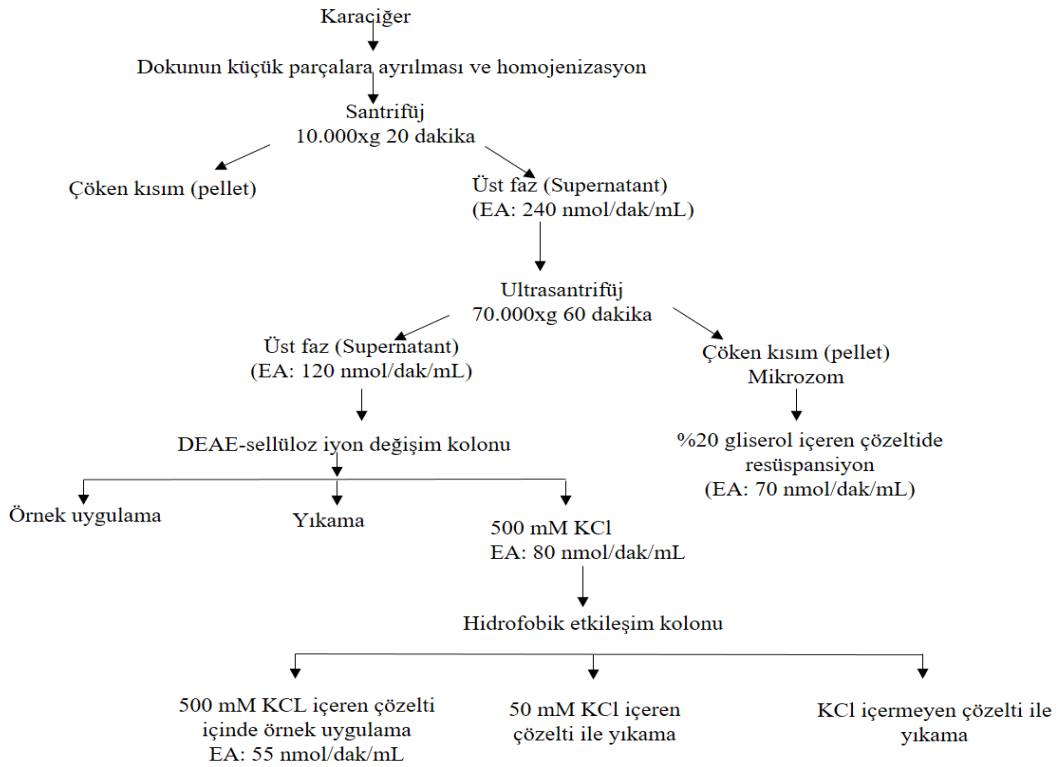
ÇÖZÜM:

SDS-PAGE proteinleri molekül ağırlığına göre ayıran bir tekniktir. Bu teknikte küçük (molekül ağırlığı az olan) proteinler jelde hızlı hareket ederken büyük (molekül ağırlığı çok olan) proteinler jelde daha az yol kat ederler. Bu durumda yanlış olan cevap K proteininin en ağır olduğudur. K proteinin spot miktarının çok olması o proteinin ağırlığının çok olmasından değil bu proteinin miktarının çok olmasından kaynaklanmaktadır.

CEVAP: E

5. Aşağıda bulunan şemada X enziminin saflaştırılmasında uygulanan protokolün basamakları görülmektedir. Her bir basamakta X enzimi aktivitesi ölçülmüş ve enzim aktivitesi tespit edilebilen basamaklara aktivite sonuçları yazılmıştır. Kolon kromatografisinde birbirini takip eden basamaklar yan yana yazılmıştır.

Bu veriler ışığında aşağıda yapılan yorumların hangisi/hangileri yanlıştır?



- I. X enzimi hidrofobik amino asitler açısından zengin değildir.
- II. X enzim hücrenin sadece sitoplazmasında bulunmaktadır.
- III. X enzimi saflaştırılmanın yapıldığı şartlarda pozitif yüklü bir proteindir.

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

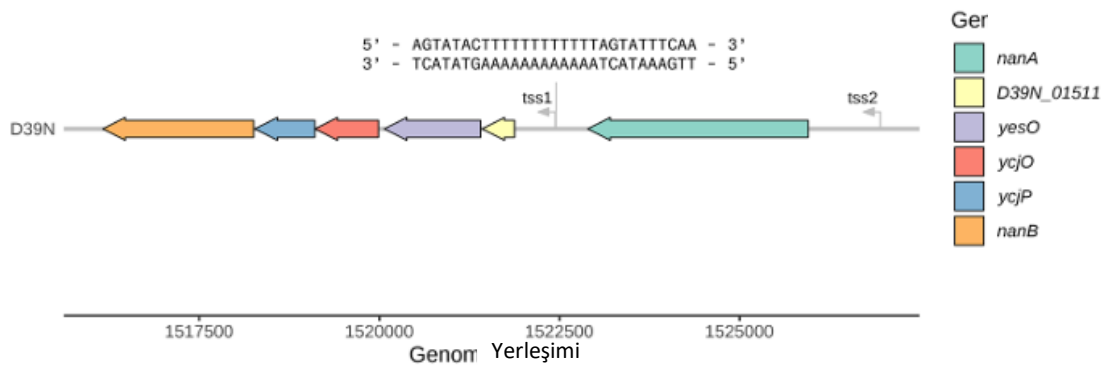
ÇÖZÜM:

Hidrofobik etkileşim kolonları proteinin yapısında bulunan hidrofobik amino asitleri ile hidrofobik yapıda olan kolon malzemesinin etkileşimine dayanan kolon kromatografisi tekniğidir. Ne kadar çok hidrofobik amino asit varsa kolon malzemesi ile o kadar çok etkileşim olur. Özellikle proteinin etrafındaki suyun uzaklaştırıldığı tuz ile kolondan alınan proteinler hidrofobik etkileşim kolonuna konulduğunda eğer yapılarında hidrofobik amino asit varsa ve sayısı çok ise kolon malzemesi ile kuvvetli etkileşimde bulunur. Burada daha örnek uygulama –basamağında proteinlerin kolona tutunmaması proteinin hidrofobik amino asitler açısından zengin olmadığını göstermektedir. Dolayısı ile bu seçenek doğrudur. Santrifüj sonrası oluşan iki fraksiyonda da aktivitesinin gözlemlenmesi hedef proteinin sadece sitoplazmada bulunmadığını göstermektedir. Dolayısı ile II’de verilen bilgi yanlıştır. DEAE-sellüloz iyon değişim kolonu malzemesi pozitif yüklüdür. Dolayısı ile bu kolona negatif yüklü proteinler bağlanmakta ve KCl ile kolondan ayrıştırılmaktadır. Proteinin enzim aktivitesi KCl ile alınan fraksiyonda ölçülmesi bize proteinimizin bu kolon kromatografisinin gerçekleştirildiği şartlarda negatif yüklü olduğunu göstermektedir. Dolayısı ile III’de verilen bilgi yanlıştır.

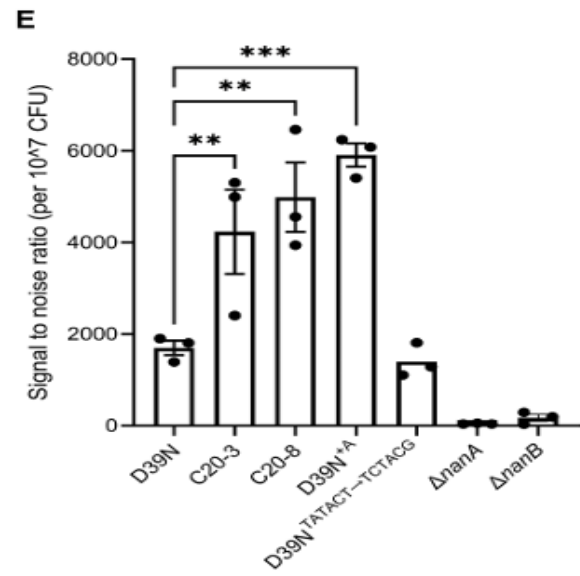
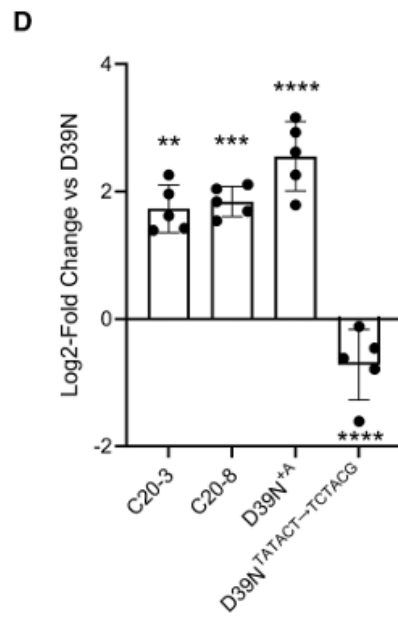
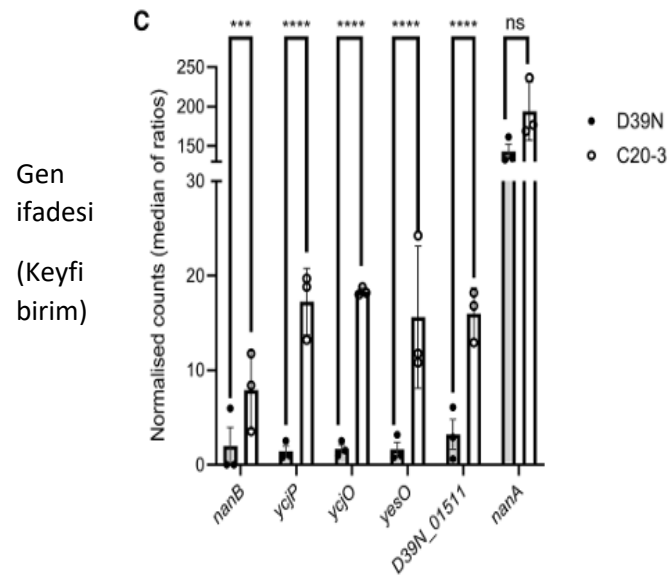
CEVAP: D

6. *Streptococcus pneumoniae* insan solunum yollarını enfekte eden bir bakteridir. Bu bakteri musin içeren yüzeylerdeki oligosakkaritlerle beslenir. Terminal şekerin genellikle sialik asit olması sebebiyle nöraminidazlar bu bakterinin beslenmesinde kritik rol oynar. Çeşitli promotor varyasyonları nöraminidaz aktivitelerini etkileyebilir.

A



Şekil A. Yabani tip D39N hattındaki genlerin yerleşimi. nanA ve nanB nöraminidazlar, D39N_01511 b-D-galaktozidaz, öteki genler ise şekerler için bir ABC taşıyıcısı alt birimleridir. (tss = transkripsiyon başlama bölgesi)



Şekil C. C20-3 hattında genlerin ifadesindeki değişiklikler. Yıldızlı farklar anlamlı, ns ise anlamlı olmayan fark demektir. D: D39N'e göre Çeşitli hatlarda nanB ifadesinin kaç kat değiştiği log₂ eksenli grafikte verilmiştir. D39N^{+A} bir nükleotit insersiyon mutantıdır, D39N^{TATACT->TCTACG} değişimin -10 elemanında oluştuğu mutanttır. -10 ve -35 elementleri arasında D39N hattında 16bp vardır. σ70 promoterlerinde korunmuş aralık 17bp'dır. E: 10⁷ koloni oluşturan ünite başına nöraminidaz aktivitesinin normalize edilmiş halinin grafiğidir. Önceki grafikteki mutantların anlamı aynı olup; ΔnanA nanA delesyon mutantını, ΔnanB ise nanB delesyon mutantını gösterir

Buna göre aşağıda verilen ifadelerden hangisi/hangileri doğrudur?

- I. A şeklindeki gen haritası ökaryotik bir canlıya ait olabilir.
- II. C20-3 hattının yabancı tip ile farkı bütün genlerin ifadesinin artmasıdır.
- III. D39N^{+A} hattında eklenen nükleotitin eklendiği bölge oluşturduğu etkiyi değiştirebilir.
- IV. TATACT, TCTACG'ye göre -10'daki korunmuş diziye daha yakındır.
- V. nanA ve nanB enzimlerinden birinin hiç olmaması durumunda öteki enzim kompensasyon yapamaz.

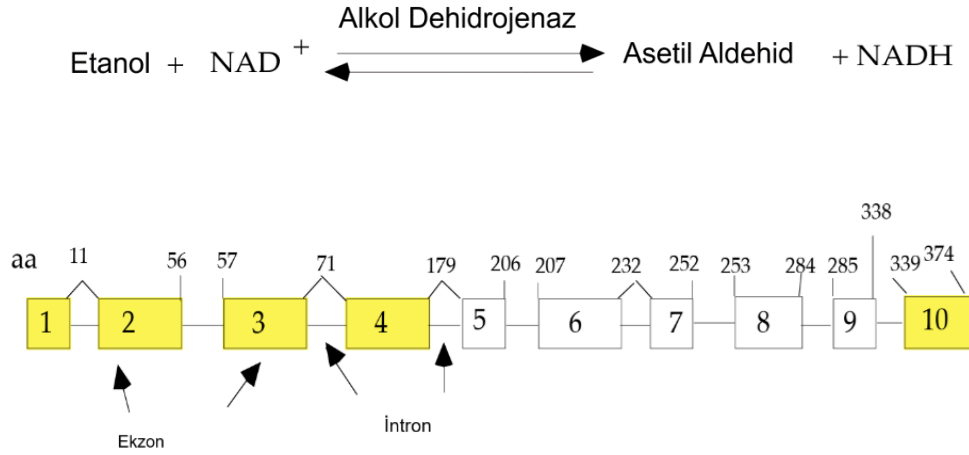
- A) I, II, IV, V
- B) III, IV
- C) III, IV, V
- D) I, V
- E) II, III, V

ÇÖZÜM:

Organizmanın prokaryot olması ve operon yapısı nedeniyle harita ökaryotik olamaz (I yanlış). Grafik C'de nanA ifadesinin değişmediği ("ns") görüldüğünden tüm genler artmamıştır (II yanlış). Promoterdeki elemanlar arası mesafe (16bp vs 17bp) transkripsiyon verimini etkiler, bu yüzden eklemenin yeri kritiktir (III doğru). -10 bölgesi için TATACT dizisi, TCTACG dizisine kıyasla ideal TATAAT dizisine daha yakındır ve bu durum grafikteki ifade düzeyleriyle (TCTACG'de düşüş) uyuşur (IV doğru). Grafik E'de tekli gen delesyonlarının (ΔnanA veya ΔnanB) aktiviteyi tamamen sıfırlaması, enzimlerin birbirini telafi edemediğini (V doğru) gösterir.

CEVAP: C

7. Alkol dehidrogenaz (ADH) enzimi, alkolü karaciğerde asetilaldehite dönüştürerek parçalamakta görev alır. Enzim, etanolün oksidasyonunu gerçekleştirmek için kofaktör NAD⁺'ya bağlanır. NAD⁺'nın kullanımı enzimin aktivitesi için çok önemlidir. 374 amino asitli enzimi kodlayan gen, 10 ekzon ve 9 introndan oluşur. 5 ila 9 arasındaki ekzonlar tarafından kodlanan amino asit (aa) residüleri NAD⁺ kofaktörüne bağlanmada rol oynarken, 1, 2, 3, 4 ve 10 numaralı ekzonlar tarafından kodlanan amino asit residüleri katalizde rol oynar. Alkol dehidrogenaz geninin şematik diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 1).



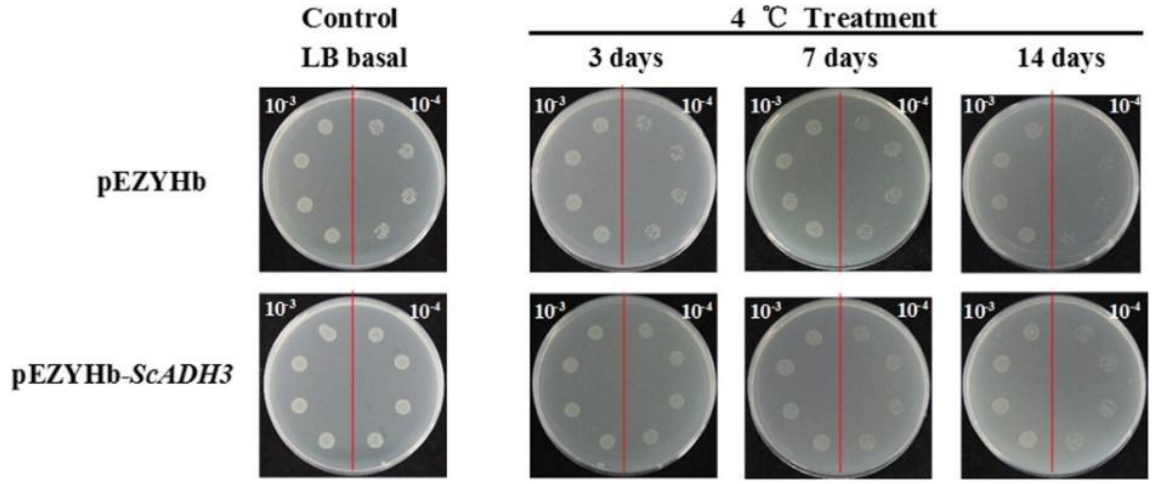
Şekil 1

Genin bir bölgesindeki ekzon/intron sınırının DNA yapısı ve kısmi kodon-zincir dizisi aşağıda gösterilmiştir. Not: İntrondaki 147 nükleotidin tamamı gösterilmemiştir (Şekil 2).

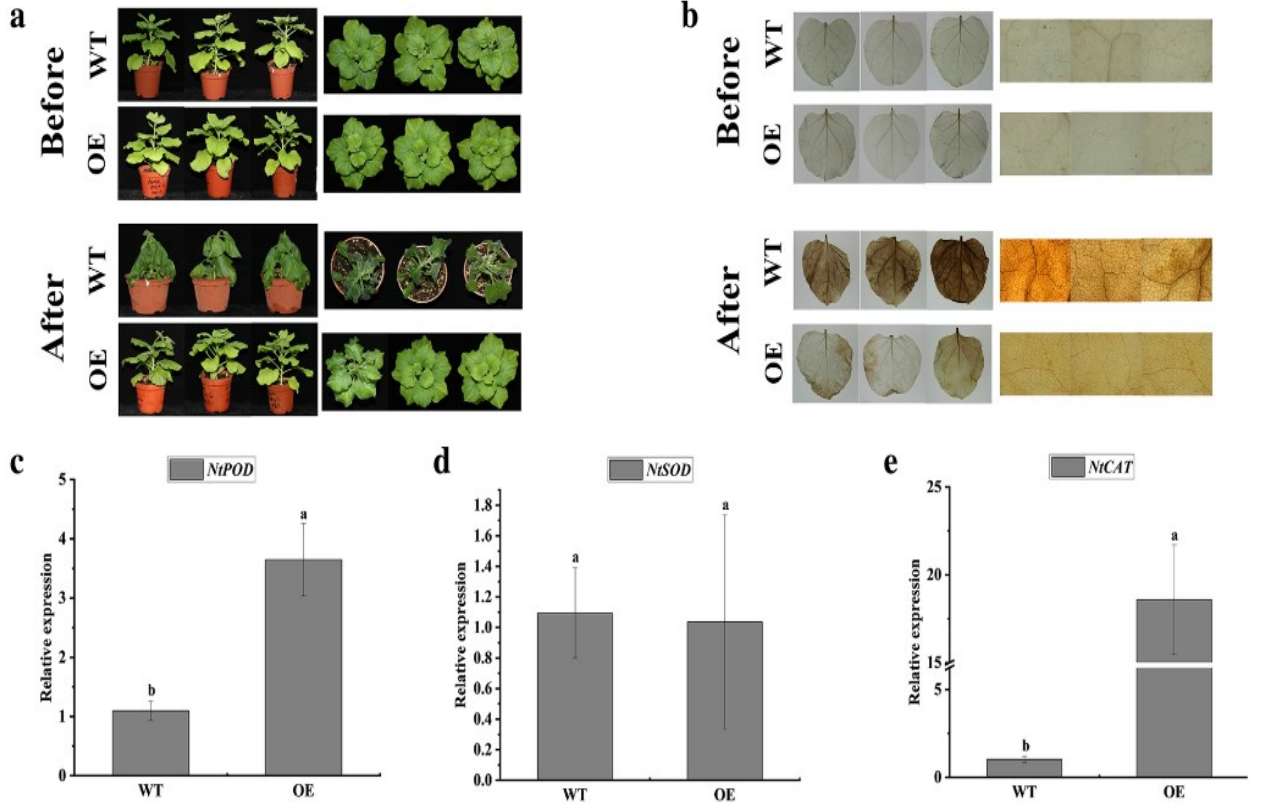


Şekil 2

Bitkilerde ve başka organizmalarda da bu enzim vardır. Çeşitli varyantlara sahiptir. AtADH1 yaygın olarak incelenen bir ADH genidir. ADH1'e homolog olan ScADH'nin tam kodlama dizisi, ters transkripsiyon-polimeraz zincir reaksiyonu (RT-PCR) ile *Saccharum spp.* hibritinden izole edilmiştir. Bu ScADH3 olarak adlandırılmıştır. Bu gen bakteri ve bitkiye klonlanmıştır. *E. coli* 'ye boş pEZYHb vektörü ya da rekombinant vector pEZYHb-*ScADH3* verilmiş ve soğuk stresinde büyümesi kontrol edilmiştir (Şekil 3). Benzer bir deney tütün bitkisi ile de yapılmıştır (Şekil 4).



Şekil 3



Şekil 4. A: -2 santigrat derecede üç saat muamele sonrası bitkiler. OE, transjenik bitki, WT yabanıl tip. b. Transjenik hatlarda (OE) ve yabanı tipte (WT) soğuk uygulama öncesi ve sonrasında H₂O₂'nin yerinde birikiminin tespiti için. c-e: antioksidan enzim genlerinin ekspresyon seviyeleri (Before: Önce; After: sonra)

Aşağıda verilen ifadelerden hangisi/hangileri yanlıştır?

- I. Genin protein ürününde 206. Amino asit glutamin, 207. Amino asit glutamik asittir.
 - II. 5. ekzonun splay bölgesinde bir mutasyon olursa çıkarılmayan intronda çerçeve içinde bulunan bir durdurma kodonu olabilir. Bu da, NAD⁺ bağlanma alanının bir kısmının yanı sıra katalitik alt birimin bir kısmından yoksun olacağı için inaktif olan yarım bir proteinle sonuçlanacaktır.
 - III. 5. ekzonun splay bölgesinde bir mutasyon olursa çıkarılmamış intron dizisi translasyonu sonucu bir çerçeve kayması mutasyonuna ve ekstra 49 kodon ilavesine neden olabilir.
 - IV. ScADH3'ün aşırı ekspresyonu, ROS ile ilişkili genlerin upregülasyonuna yol açmıştır.
 - V. ADH genleri, strese karşı çok çeşitli metabolik süreçlerde rol alabilir.
 - VI. Şekilde verilen genin cDNA uzunluğu 1128 bp'dir.
- A) Yalnız I
 - B) I ve II
 - C) Yalnız III
 - D) III, IV ve V
 - E) Yalnız VI

ÇÖZÜM:

cDNA, kodlama dizisine ek olarak 3'UTR ve 5'UTR bölgelerini de içerir, dolayısıyla cDNA uzunluğunun 1128 bp olduğu ifadesi yanlıştır. (VI yanlış) Splay bölgelerinde gerçekleşen mutasyonlar çerçeve kayması mutasyonu dâhil, çeşitli mutasyonlara neden olabilirler.

CEVAP: E

8. Fosfofruktokinaz-1 enzimi glikolizin 3. reaksiyonunu katalizler. Bu enzim glikolizde Mg^{+2} ve ATP varlığında fruktoz-6-fosfatı fruktoz 1,6 - bisfosfata dönüştürür. Fosfofruktokinaz -1 tarafından katalizlenen bu reaksiyon glikolizin en önemli kontrol noktasıdır.

Aşağıda bu enzimle ve katalizlediği reaksiyon ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) Fosfofruktokinaz-1 aktivitesine etki eden moleküllerden bir tanesi ATP'dir. ATP'nin inhibisyon etkisi AMP tarafından önlenir ve enzim aktivitesi ATP/AMP oranının düşmesiyle tekrar artar.
- B) Yüksek ATP konsantrasyonu fruktoz 6-fosfat için hiperbolik karakterde olan bağlanma eğrisini sigmoid şekle sokar.
- C) Fruktoz 6-fosfat, fruktoz-2,6-bisfosfat'ın sentezini hızlandırır ve hidrolizini inhibe eder.
- D) Kan insülin hormonun seviyesi arttığında karaciğerde fosfofruktokinaz-2 enzimi fosforlasyona uğrar ve bu bifonksiyonel enzimin kovalent modifikasyonu kinaz aktivitesini inhibe ve fosfataz aktivitesini aktive eder. Bunun sonucu olarak fosfofruktokinaz-1 enzimi aktive olur.
- E) Fruktoz 2,6-bisfosfat molekülü fosfofruktokinaz-1 enzimini aktive eder. Glukagon fruktoz 2,6-bisfosfat miktarını düşürür. Bunun sonucu olarak glikoliz inhibe olur.

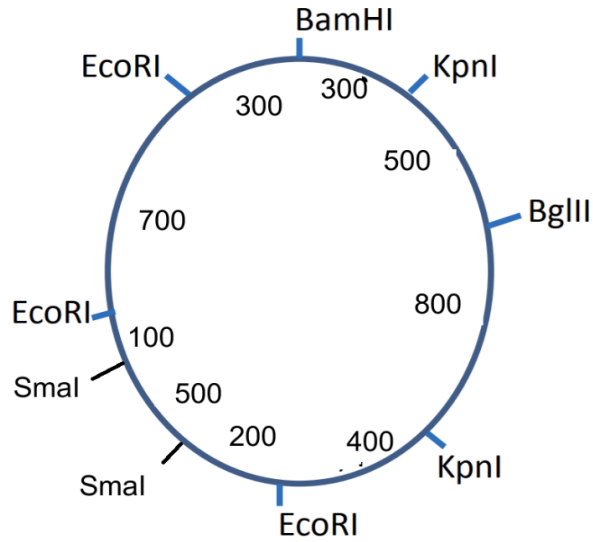
ÇÖZÜM:

Glikolizin kontrolünde, İnsülin ve Glukagon zıt çalışır. İnsülin, kan şekeri yüksekken karaciğerde glikolizi hızlandırmak için bifonksiyonel enzimin (PFK-2) defosforile olmasını sağlar. Defosforile enzim F-2,6-BP üretir ve bu da ana enzim PFK-1'i aktive eder. Glukagon ise enzimi fosforile ederek inaktif hale getirir. D şığında İnsülinin enzimi fosforile ettiği söylenmiştir; bu biyokimyasal olarak yanlıştır.

CEVAP: D

9. Bir DNA 5 farklı restriksiyon enzimiyle (RE) kesilmiş ve tabloda belirtilen büyüklükte fragmentlerin jeldeki görüntüsü elde edilmiştir.

Hat	RE ile kesim	Oluşan fragment büyüklüğü: bp
1	BamHI ve BglII	3000, 800
2	KpnI ve BglII	2500, 800, 500
3	KpnI ve BamHI	2200, 1300, 300
4	EcoRI ve BglII	1200, 1100, 800, 700
5	EcoRI ve BamHI	2000, 800, 700, 300
6	SmaI ve BglII	1400, 1900, 500



Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi/hangileri yanlıştır?

- I. DNA'nın restriksiyon haritası yukarıdaki şekilde verilmiş, halkasal DNA'dır.
- II. Restriksiyon endonükleaz kesimini görüntülemek için jel, komasi mavisi ile boyanır ve otoradyografi yapılır.
- III. BamHI enzim tek zincir kırığı oluşturur.
- IV. Enzim aktivasyonu için Mg^{2+} gereklidir.
- V. AAGCTT şeklinde tanıma dizisine sahip olan bir enzim 40960 bp büyüklüğünde bir DNA fragmentinde 10 tanıma yerine sahip olma ihtimali vardır.

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

ÇÖZÜM:

Restriksiyon enzimleri (BamHI vb.) DNA'yı keserken her iki zinciri de keser (çift zincir kırığı), bu yüzden III yanlıştır. DNA jelleri protein boyası olan Komasi mavisi ile değil, Etidyum bromür gibi DNA boya ile boyanır; bu yüzden II yanlıştır. Tip II restriksiyon enzimleri aktivite için magnezyuma (Mg^{2+}) mutlak ihtiyaç duyar (IV doğrudur).

CEVAP: B

10. Standart bir PCR reaksiyonundaki her bir reaktifin hacmini hesaplayacaksınız. Aşağıdaki master miks tablosunda değerler verilmiştir. Stok ve son çözeltilerin konsantrasyonları göz önüne alarak ilk olarak 1 reaksiyon için gereken hacim, ardından, 3 reaksiyon (negatif kontrol, pozitif kontrol ve bir numune) ve yeterli malzemeye ($n + 1$ reaksiyon) sahip olmak için yedek olarak ekstra bir reaksiyon için master miks hazırlandığında a, b, c, d, e, f, j ve k değerlerini bulmanız istenmektedir.

Buna göre aşağıda verilen sonuçlardan hangisi/hangileri yanlıştır?

Bileşenler	Stok konsantrasyon	Son konsantrasyon	Bir reaksiyon için hacim	Master mix için hacim ($n + 1$)
dNTP karışımı	10 mM	0,2 mM	a	b
Ters primer	20 μ M	1.0 μ M		
İleri primer	20 μ M	1.0 μ M		
PCR tamponu	10X	1X	c	d
MgCl ₂	50 mM	2.0 mM	e	f
Taq DNA Polimeraz	5 U/ μ L	0,05 U/ μ L	j	k
Nükleaz içermeyen su	-	-	l	m
Kalıp DNA	-	-	1.0 μ L	-
Toplam hacim	-	-	20 μ L	-

- I. a ve b: 0.4 μ L ve 1.6 μ L
II. c ve d: 2 μ L ve 8 μ L
III. e ve f: 0.8 μ L ve 3.2 μ L
IV. j ve k: 0.2 μ L ve 0.6 μ L
V. l ve m: 13.6 μ L ve 40.8 μ L

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

ÇÖZÜM:

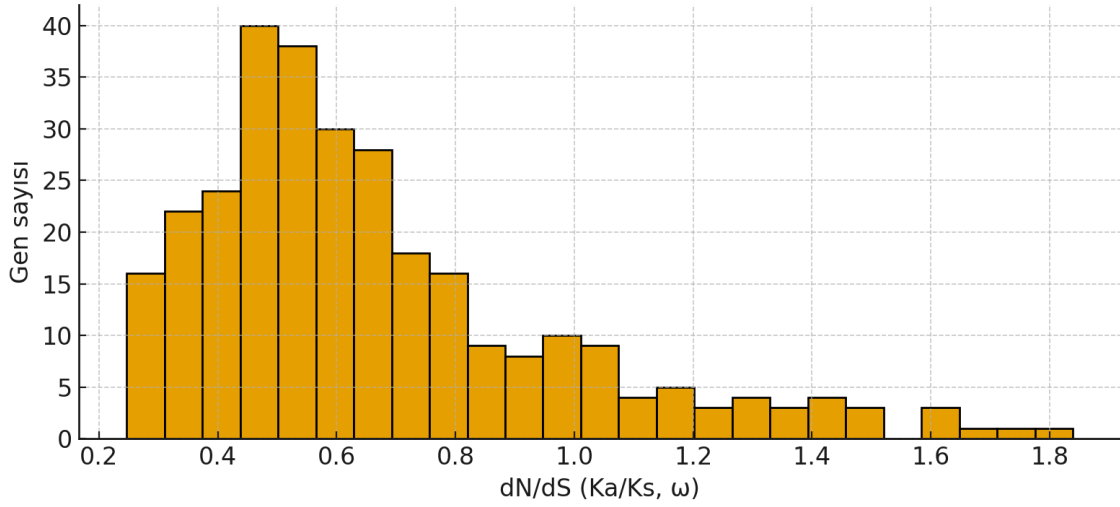
PCR hesaplamalarında $C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$ formülü kullanılır. Soruda "3 reaksiyon + 1 yedek" ifadesi, hesaplanan tekil hacimlerin 4 ile çarpılarak Master Mix hacminin bulunması gerektiğini gösterir. I, II ve III. öncüllerde bu işlem doğru yapılmıştır (1.6, 8, 3.2 değerleri doğru). Ancak IV. öncülde Taq polimeraz için $0.2 \times 4 = 0.8$ olması gerekirken 0.6 yazılmıştır. V. öncülde ise su miktarı $13.6 \times 4 = 54.4$ olması gerekirken, sadece 3 katı alınarak 40.8 yazılmıştır. Bu nedenle IV ve V yanlıştır.

CEVAP: E

GENETİK VE EVRİM

11. Laboratuvarınız, antibiyotik direnç baskısı altında evrimleşen 300 ortolog gen çifti için eş anlamlı olmayan (nonsinonim) ikame (dN; Ka) ve eş anlamlı (sinonim) ikame oranını (dS; Ks) hesaplayan bir çalışma gerçekleştirdi. Aşağıdaki histogramda her gen için dN/dS oranı ($\omega=Ka/Ks$) verilmiştir. Teorik olarak genler negatif seçilim, nötral evrim, pozitif seçilim altında olabilir. dS doygunluğu gibi metodolojik sınırlamalar burada ihmal edilmiştir.

Bu dağılımı en iyi açıklayan seçenek hangisidir?



A) Çoğu gen için negatif seçilim baskındır; az sayıda gen pozitif seçilime uğrar.

B) Genlerin çoğunluğu pozitif seçilim altındadır.

C) Bu örnekleme dengeleyici seçilim yaygındır.

D) Sonuçlar GC oranı ile açıklanabilir, seçilim hakkında direkt çıkarım yapılamaz.

E) dN/dS oranı eş anlamlı olmayan ikameleri (dS) böldüğü için kavram hatalıdır.

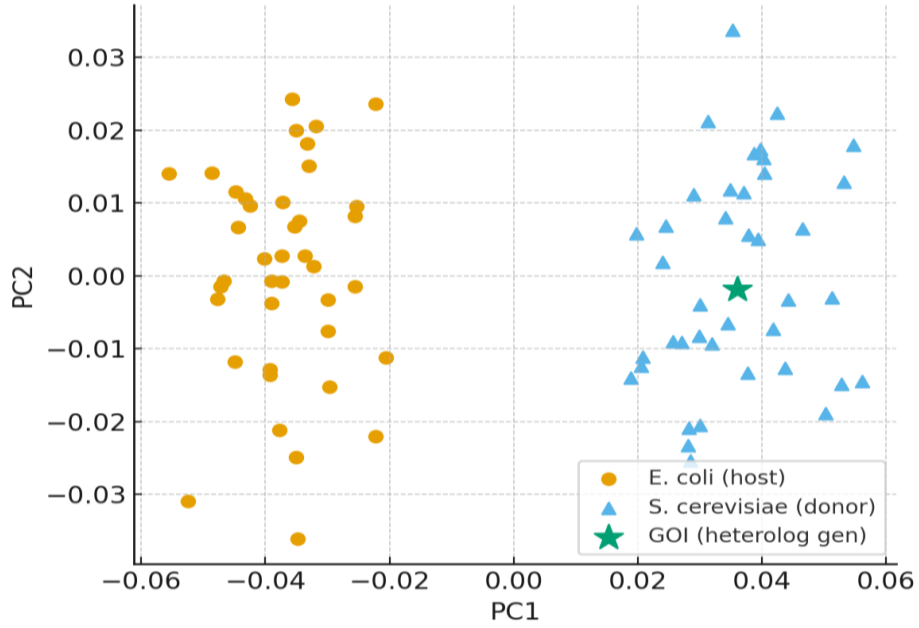
ÇÖZÜM:

dN/dS oranı (ω), bir genin evrimsel baskı altında olup olmadığını gösterir. Eğer oran 1'den küçükse, amino asit değiştiren mutasyonlar eleniyor demektir (Negatif/Koruyucu Seçilim). Eğer oran 1'den büyükse, değişim avantaj sağlıyordur (Pozitif Seçilim). Verilen histogramda, genlerin büyük çoğunluğu 1'in solunda (0.2–0.9 aralığında) yer almaktadır. Bu, organizmadaki genlerin çoğunun yapısının korunduğunu (negatif seçilim) gösterir. 1'in sağındaki küçük kuyruk ise antibiyotik baskısı gibi nedenlerle değişime zorlanan az sayıda geni (pozitif seçilim) temsil eder.

CEVAP: A

12. Bir biyoteknoloji şirketi, *S. cerevisiae* kaynaklı bir (donor) geni *E. coli* (host) içinde yüksek seviyede üretmek istiyor; ancak ekspresyon düşüktür. Ekip, 61 kodon için kodon kullanım frekanslarını belirleyip *E. coli* ve *S. cerevisiae*'den yüksek ifade edilen genler üzerinde Ana Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis, PCA) yapıyor. Aşağıdaki PC1–PC2 saçılım grafiğinde iki türün kümeleri ve heterolog gen (GOI) konumu gösterilmiştir.

Bu sonuçlara göre GOI'nin *E. coli*'de ifadesini yükseltmek için en uygun ilk strateji hangisidir?



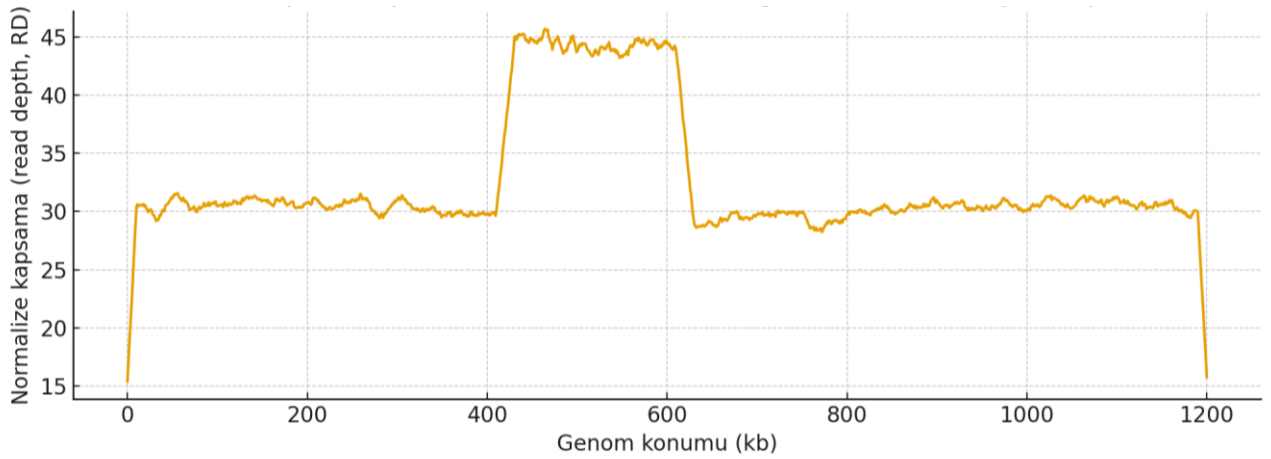
- A) GOI'ye C-terminal His-tag eklemek.
- B) Promoter gücünü artırmak (ör. T7) ve aynı ribozom bağlanma bölgesini (RBS) kullanmak.
- C) İndüksiyon sıcaklığını 37°C'den 18°C'ye düşürmek.
- D) GOI'nin GC içeriğini yaklaşık %50'ye ayarlamak.
- E) GOI sekansını optimize etmek.

ÇÖZÜM:

PCA grafiği, hedef genin (GOI) kodon kullanım profili açısından ev sahibi *E. coli*'den (sarı küme) çok uzak olduğunu ve kaynak organizma *S. cerevisiae* (mavi küme) ile aynı profile olduğunu göstermektedir. Bu durum, *E. coli* tRNA havuzunun bu geni verimli bir şekilde translasyona uğratamayacağını (kodon yanlışlığı problemi) gösterir. İfadeyi artırmak için yapılması gereken en temel ve grafiğe dayalı işlem, geni *E. coli*'nin tercih ettiği kodonlarla yeniden sentezlemek yani kodon optimizasyonu yapmaktır.

13. Klinik genetik laboratuvarınız, gelişimsel gecikme öntanlı bir pediatrik olguda tam genom dizileme yapmıştır. Örnek çift uçlu (paired-end) olarak $\sim 30\times$ hedef kapsama ile hazırlanmış ve iki bağımsız kütüphane tekrarı oluşturulmuştur. Ham okumalarda kalite filtrelemesi (QC) sonrası hizalama gerçekleştirilmiş ve derinlik tabanlı bir çalışma yapılmıştır. Aşağıdaki grafikte, örneğin genom boyunca normalleştirilmiş kapsama (okuma derinliği, read depth, RD) profili verilmiştir; yatay eksen genom konumu (kb), dikey eksen normalize edilmiş RD'dir. Aynı profil yapılan iki teknik tekrarda da gözlemlenmiştir.

Gözlenen bu artış aşağıdakilerden hangisi ile en iyi açıklanır?



- A) Hemizigot delesyon
- B) Heterozigot segmental duplikasyon**
- C) GC-oranı kaynaklı hata
- D) Genomda tekrar eden bölge nedeniyle RD artışı
- E) Transpozon insersiyonu

ÇÖZÜM:

NGS verilerinde okuma derinliği (Read Depth), genomdaki kopya sayısı ile doğru orantılıdır. Grafikte, normalde 30 birim olan derinlik, belirli bir bölgede 45 birime çıkmıştır. Bu, $30/45=1.5$ katlık bir artış demektir. Diploid ($2n$) bir organizmada kütlenin 1.5 katına çıkması, kopya sayısının 3'e yükselmesi anlamına gelir ($2 \times 1.5=3$). Bu durum, bir kromozomun normal kalırken diğerinin o bölgesinin kopyalandığı heterozigot (segmental) duplikasyonu gösterir.

CEVAP: B

14. Bir tıbbi genetik danışmanlık kliniğine, akrabalık derecesi olarak kuzen olan ve fenotipik olarak normal bir çift başvuruyor. Çift, popülasyonda görülen otozomal resesif bir hastalıktan söz ediyor ve doğacak ilk çocuklarının bu hastalıktan etkilenme olasılığını öğrenmek istiyor. Çiftin bulunduğu popülasyonda bu hastalık alelinin frekansının $q=0.02$ olduğu biliniyor. Klinik ekip, doğacak çocuk için soyiçi üreme katsayısını hesaplayıp çocuğun hasta olma olasılığını hesaplamak istiyor. Hardy–Weinberg Dengesinin geçerli olduğunu, yalnızca soyiçi üreme etkisinin hesaba katıldığını kabul edin.

Bu çiftin doğacak ilk çocuklarının hasta olma olasılığı nedir?

- A) %0.07
- B) %0.09
- C) %0.16**
- D) %0.27
- E) %0.33

ÇÖZÜM:

Kuzenlerin doğacak çocukları için soyiçi üreme katsayısı $F=1/16$ 'dır. Akraba evliliklerinde otozomal resesif bir hastalığın görülme sıklığı, popülasyondaki rastgele riskin (q^2) üzerine akrabalıktan gelen riskin (Fpq) eklenmesiyle bulunur ($P=q^2+Fpq$). Verilen değerler ($q=0.02, p=0.98, F=0.0625$) yerine konulduğunda; rastgele risk 0.0004, akrabalık kaynaklı ek risk ise 0.001225 olarak bulunur. Toplam olasılık 0.001625 (yaklaşık 1/615 veya %0.16) olur. Bu değer, rastgele evlilik riskinden (0.0004) yaklaşık 4 kat daha fazladır.

CEVAP: C

15. Adli genetik laboratuvarında iki farklı örnekten (Olay Yeri ve Şüpheli) alınan DNA profilleri bir STR paneliyle karşılaştırılıyor. STR lokusları, genomda 2–6 bazlık tekrar motiflerinin art arda dizildiği ve tekrar sayısının bireyler arasında değişebildiği, bu nedenle yüksek derecede polimorfik bölgeleri ifade eder. STR'ler kimlik tespiti, babalık/akrabalık analizleri ve adli olgu eşleştirmede yaygın kullanılır. Bu soruda, paneldeki her STR lokusunda aynı sayıda ve eşit olasılıklı K farklı genotip bulunduğu ve lokuslar arası bağımsızlık varsayımlarının geçerli olduğu kabul edilir. Panelde $t = 15$ STR lokusu vardır. Her lokusta $K = 50$ farklı genotip olasılığı eşittir.

İki rastgele ve birbiriyle akraba olmayan bireyin profillerini karşılaştırdığınızda, en az bir lokusta genotip eşleşmesi (tam eşitlik) olma olasılığı nedir?

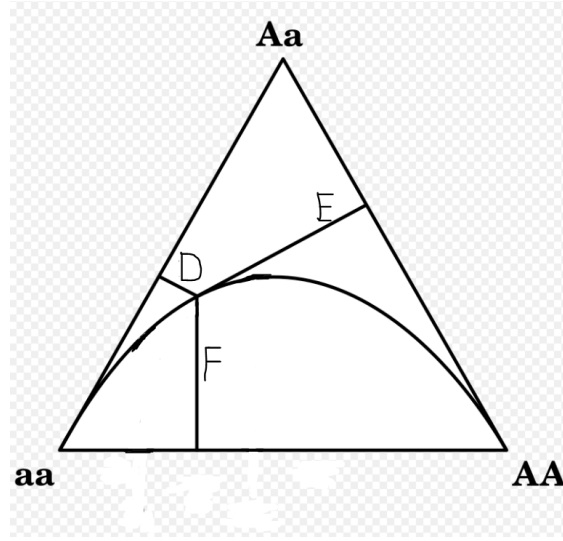
- A) %26.1
B) %35.7
C) %41.3
D) %48.6
E) %54.8

ÇÖZÜM:

Her lokusta 50 eş olasılıklı genotip bulunduğundan, iki rastgele bireyin belirli bir lokusta şans eseri aynı genotipe sahip olma olasılığı $1/50=0.02$ 'dir. Eşleşmeme olasılığı ise $1-0.02=0.98$ 'dir. Lokuslar bağımsız olduğu için, 15 lokusun tamamında eşleşmeme olasılığı $(0.98)^{15} \approx 0.7386$ olarak bulunur. "En az bir lokusta eşleşme" olasılığı ise bu değerın tümleyenidir: $1-0.7386=0.2614$. Yani iki rastgele bireyin bu panelde en az bir noktada benzer çıkma ihtimali yaklaşık %26.1'dir.

CEVAP: A

16. De Finetti diyagramı, popülasyon genetiğinde çalışılan popülasyonların genotipik kompozisyonlarının gösterilebildiği ve Hardy Weinberg dengesinden sapmaların analiz edildiği bir üçlü grafikdir. De Finetti diyagramı, Viviani'nin eşkenar üçgenler için sunduğu bir teoreme dayanır. Bu teoreme göre, eşkenar bir üçgenin içinde seçilen herhangi bir noktanın 3 kenara olan dik uzaklıklarının toplamı üçgenin yüksekliğine eşittir. Bu diyagramdaki analizlerde önce 3 köşenin her biri 2 alelli bir genin farklı genotiplerine atanır. Biz üçgenin tepesine Aa, alt sol köşesine aa ve alt sağ köşesine AA diyeceğiz. Genotip frekansları 0-1 aralığında ifade edilecektir. Köşeler, o köşedeki genotipin frekansının 1 olduğu yerlerdir ve genotip frekansları köşeden uzaklaştıkça azalır. Aşağıdaki şekilde D uzunluğu AA frekansını, F uzunluğu Aa frekansını ve E uzunluğu aa frekansını verir. Bunlar kullanılarak alel frekansları da hesaplanabilir. Üçgenin içindeki parabolde yer alan popülasyonlar Hardy-Weinberg dengesinde bulunan popülasyonlardır. Bir kenar üstünde hareket ederken genotiplerden birinin frekansı sıfırlanmış olur.



- I. Bir popülasyonda soy içi üremenin görülmeye başlaması popülasyonun diyagramdaki konumunu hem dikey hem de yatay olarak etkiler.
- II. Parabolün denklemi $y = 2DE$ 'dir.
- III. Wahlund etkisi (kendi içinde Hardy Weinberg dengesinde olan alel frekansları farklı birden fazla popülasyonun bir araya getirilip bütün olarak incelendiğinde dengeden sapması) sonucu oluşan popülasyonun parabolün altında yer alması beklenir.
- IV. Tüm genotiplerin temsil edildiği bir popülasyonda aa genotipli bireyler üremeye katılmıyorsa bir sonraki nesil Aa-AA kenarının üstünde yer alır.
- V. Tüm genotiplerin temsil edildiği bir popülasyonda herkes sadece kendi genotipinden bireylerle çiftleşiyorsa zaman içinde popülasyonu temsil eden nokta dikey olarak aşağı iner.

Buna göre, yukarıdaki öncüllerden hangisi/ hangileri doğrudur?

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

ÇÖZÜM:

De Finetti diyagramında yatay eksen alel frekansını, dikey eksen heterozigotluk oranını gösterir. Soy içi üreme ve eşeysel seçim (kendi genotipiyle çiftleşme), alel frekanslarını değiştirmeden heterozigotluğu azalttığı için popülasyon noktasını sadece dikey olarak aşağı indirir (I yanlış, V doğru). Wahlund etkisi heterozigotluk kaybına neden olduğu için popülasyon HWE parabolünün altında kalır (III doğru). aa bireyleri seçilime uğrasa bile, Aa taşıyıcılar sayesinde sonraki nesilde tekrar aa bireyleri oluşur, bu yüzden popülasyon kenar çizgisi üzerine düşmez (IV yanlış). Parabol denklemi $H=2pq$ 'dur, $y=2DE$ matematiksel olarak yanlıştır (II yanlış).

17. 3. kromozomda bağı olarak aralarında 23cM mesafe bulunan A ve B genlerinden A geni, bireyde kaş olup olmasını kontrol etmektedir. Dominant alelin varlığı kaş oluşmasını sağlarken resesif alel kaşsız bireyler oluşturur. B geninin dominant aleli normal dudaklı bireyleri oluştururken resesif alel küçük dudaklılığa sebep olur. 7. Kromozomda bulunan C geni ise parmak sayısını belirler. Dominant alele sahip bireyler 5 parmaklı olurken homozigot resesif kişilerde 6 parmak bulunmaktadır. C geninde gözlenen eksik penetrans sebebiyle homozigot resesif bireylerin %80'i 6 parmaklıdır. Toplumda her 1000 kişinin 72'sinin 6 parmağı sahip olduğu saptanmıştır. Homozigot kaşlı, küçük dudaklı ve homozigot dominant genotipte 5 parmaklı bir erkek ile babası kaşsız ama kendisi kaşlı olan, homozigot normal dudaklı ve 6 parmaklı bir kadının kaşlı, normal dudaklı ve 5 parmaklı bir oğulları oluyor. Bu erkeğin evlendiği kadının A ve B genleri için babasından dominant haplotip, annesinden resesif haplotip aldığı biliniyor ancak C geni için bir bilgiye ulaşamıyor.

Bu iki kişinin doğacak ilk çocuklarının kaşsız, normal dudaklı ve 5 parmaklı olma ihtimaline en yakın değer aşağıdaki şıkların hangisinde verilmiştir?

- A) %8.7
- B) %18.1
- C) %9**
- D) %9.2
- E) % 8.9

ÇÖZÜM:

Çocuğun kaşsız (aa) olabilmesi için babanın taşıyıcı (Aa) olması gerekir. Babanın babası AA, annesi Aa olduğu için babanın Aa olma ihtimali 0.5'tir. Baba Aa olduğunda, genleri Trans (Ab/aB) fazındadır. Anne ise Cis (AB/ab) fazındadır. 23cM mesafe ile yapılan çaprazlamada kaşsız ve normal dudaklı (aaB_) çocuk olma ihtimali yaklaşık 0.2057 bulunur. Bağımsız C geninde ise, popülasyon verileri ve %80 penetrans hesaba katıldığında çocuğun 5 parmaklı olma ihtimali 0.88'dir. Tüm bu olasılıklar çarpıldığında ($0.5 \times 0.2057 \times 0.88$), sonuç yaklaşık %9.05 (0.0905) bulunur.

CEVAP: C

18. A, B ve C genleri, farklı kromozomlar üzerinde bulunan (bağımsız) üç gendir. Bu genlerin kalıtım kalıpları şöyledir:

A ve B genleri, bir biyokimyasal yolağı kontrol etmektedir. Bir bireyin pigment üretebilmesi (Renkli Fenotip) için hem A hem de B genlerinin en az birer dominant aleline (A–B–) sahip olması gerekir. Bu genlerden herhangi biri veya ikisi homozigot resesif olduğunda pigment üretilemez ve birey "Renksiz" (Beyaz) fenotipte olur.

C geni boy uzunluğunu kontrol eder. Dominant alel (C–) uzun boylu, resesif alel (cc) cüce fenotip oluşturur.

Genotipleri AaBbCc olan iki trihibrit birey çaprazlanıyor. Elde edilen F1 dölünden, sadece uzun boylu (C- fenotipli) olan bireyler seçilerek bir örneklem grubu oluşturuluyor.

Bu örneklem grubundan rastgele seçilen 15 yavrunun 6 tanesinin "Renkli" fenotipte olma olasılığı yaklaşık kaçtır?

- A) %3.3
- B) %5.3
- C) %7.3
- D) %9.3**
- E) %11.3

ÇÖZÜM:

Soruda C geni filtrelendiği için hesaplamaya dahil edilmez. A ve B genleri arasındaki tamamlayıcı etki nedeniyle, çaprazlama sonucu oluşan fenotipler 9/16 Renkli ve 7/16 Renksiz olasılıklarına sahiptir. Soruda 15 yavrudan 6'sının renkli olması istendiği için Binom olasılık dağılımı kullanılır. Formüle göre; olayın kombinasyonu, renkli olma olasılığının istenen sayı kadar kuvveti $(9/16)^6$ ve renksiz olma olasılığının kalan sayı kadar kuvveti $(7/16)^9$ çarpılarak sonuca ulaşılır.

CEVAP: D

19. Tanzania'daki Serengeti Ulusal Parkı'nda yaşayan öküç başlı antiloplar, yağmurlu sezonun sonunda çok büyük sürüler halinde kuzey batıya göç ederler. Bu göç sırasında Nil timsahlarıyla dolu nehirleri aşmak zorundadırlar. Göç eden popölasyonların biri üstünde yapılan çalışmada, timsahlar tarafından avlanan bireylerin boynuzlarının bulunmadığı fark edilmiştir. Genetik analizlerin gerçekleştirilmesiyle bu bireylerde boynuz oluşumundan sorumlu wb3 geninde mutasyon olduğu ve boynuzsuz bireylerin homozigot resesif genotipte olduğu ortaya çıkmıştır. Boynuzsuz bireylerin %75'i timsahlar tarafından avlanmaktadır ve avlanan bireyler bu jenerasyonda popölasyonun %3'ünü oluşturmaktadır. Timsahlar diğer genotiplerdeki bireyleri avlayamamaktadır.

Buna göre, sonraki jenerasyonda mutant alelin frekansının yaklaşık olarak kaç olması beklenir?

- A) 0.154
- B) 0.175**
- C) 0.192
- D) 0.225
- E) 0.166

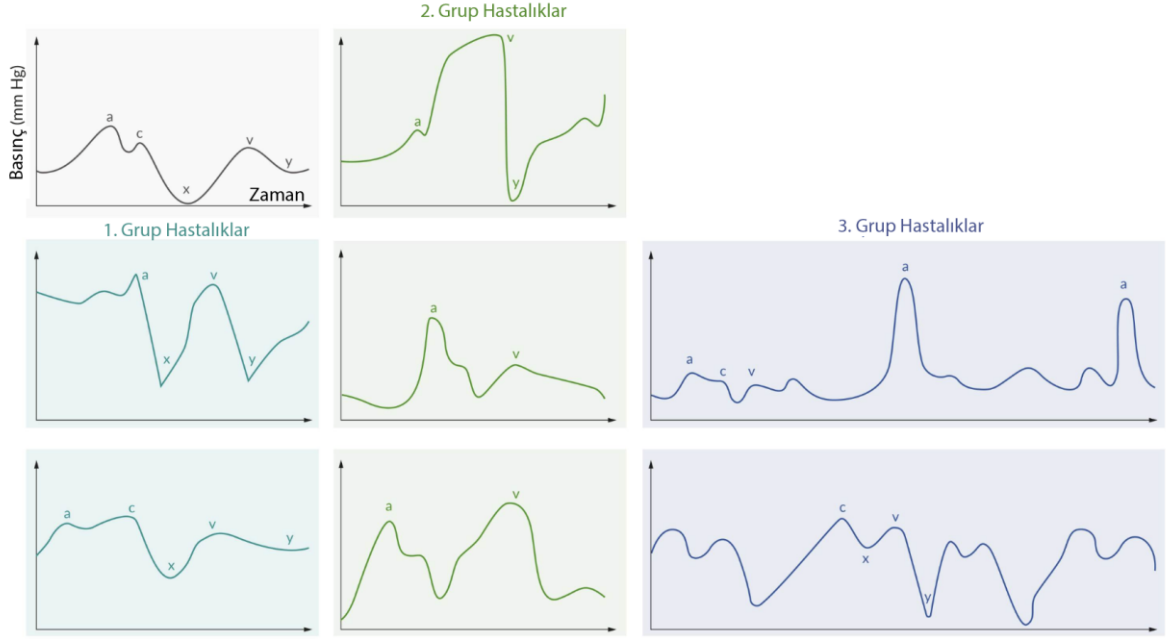
ÇÖZÜM:

Avlanan %3'lük kesim, tüm aa genotipli bireylerin %75'ini oluşturduğuna göre, başlangıçtaki toplam aa frekansı $0.03/0.75=0.04$ 'tür. Buradan başlangıç alel frekansları $q=0.2$ ve $p=0.8$ bulunur. Seçilim uygulandığında; AA (0.64) ve Aa (0.32) bireylerin hepsi hayatta kalırken, aa bireylerinden sadece 0.01'lik kısım hayatta kalır. Toplam hayatta kalan popölasyon oranı 0.97 olur. Yeni gen havuzundaki mutant alel (a) miktarı, aa bireylerinden gelen 0.01 ve Aa bireylerinden gelen 0.16'nın toplamıdır (0.17). Sonuç olarak yeni nesilde mutant alel frekansı $0.17/0.97 \approx 0.175$ olarak hesaplanır.

CEVAP: B

HAYVAN ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ

20. Aşağıda sol üstte sağlıklı bir hastanın juguler venöz basınç eğrisi gösterilmiştir. Soldaki iki juguler venöz basınç eğrisi (mavi ile belirtilen) 1. grup hastalıkları, ortadaki üç juguler venöz basınç eğrisi 2. grup hastalıkları, sağdaki iki juguler venöz basınç eğrisi ise 3. grup hastalıkları göstermektedir. Bu üç hastalık grubu; restriktif kalp hastalıklarını (örneğin konstriktif perikardit ve perikardiyal tamponad), konjenital ve valvüler kalp hastalıklarını (örneğin triküspit stenoz ve atriyal septal defekt) ve ritim bozukluklarını (örneğin tam AV blok ve atriyal fibrilasyon) içermektedir. a, c, x, v ve y noktaları ise juguler venöz basınç eğrisi üzerindeki farklı dalga ve çöküş noktalarını göstermektedir.



Buna göre,

- I. A dalgası ventrikül sistolünü göstermektedir.
- II. X düşüşü boyunca ventrikül basıncı, atrium basıncından fazladır.
- III. Sağlıklı bireylerde, V dalgası atriumların venöz dolumunu göstermektedir.
- IV. Tam AV blok 1. Grup Hastalıklara örnektir.
- V. Atrial fibrilasyonda A dalgası gözlenmeyecektir.
- VI. Triküspid regüritasyonda v dalgası normalden küçük görülür.

Yukarıdakilerden hangileri doğrudur?

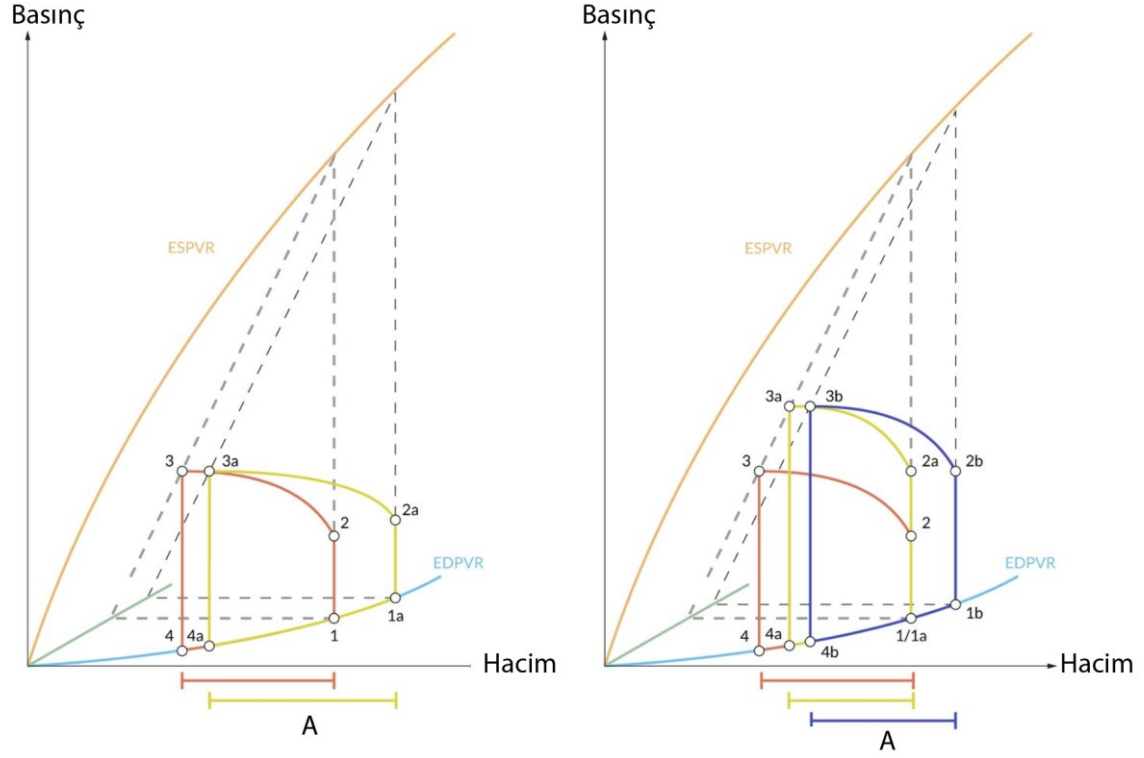
- A) I, IV ve V
- B) I, II, III ve VI
- C) II, III ve V
- D) IV ve VI
- E) II ve IV

ÇÖZÜM:

A dalgası atrium sistolünü göstermektedir. Bu sebeple I. öncül yanlıştır. X düşüşü, triküspid kapakçığının kapanışı (c) sonrası olan atrium basıncındaki düşüşü göstermektedir. Bu sırada ventrikül basıncı, atrium basıncından fazla, aort basıncından ise düşüktür. Bu sebeple II öncül doğrudur. Sağlıklı bireylerde V dalgası atriumlara venöz dolumu göstermektedir. Bu sebeple III öncül doğrudur. Tam AV blok gibi ritim bozukluklarını içeren grup 3. grup hastalıklardır. Örneğin üstteki grafikte atriumların kasılması (a dalgası) bağımsız gerçekleşmektedir. Alttaki grafikte ise a dalgası hiç gözükmemektedir. Bu sebeple alttaki grafik atrial fibrilasyonu göstermektedir. Bu sebeple IV. öncül yanlış, V. Öncül ise doğrudur. Triküspid regürgitasyonda, atrium a ventriküllerden kan geleceği için, v dalgası normalden büyük görülür. Bu sebeple VI. öncül yanlıştır. Doğru cevap II, III ve V olacaktır.

CEVAP: C

21. Aşağıda, her iki diyagramda da karşılaştırma amacıyla normal bir basınç-hacim döngüsü kırmızı ile gösterilmiştir. Eğrilerin birinde artmış preload, diğerinde ise artmış afterload gösterilmektedir. ESPVR (end-systolic pressure-volume relationship) sistol sonundaki basınç-hacim ilişkisini, EDPVR (end-diastolic pressure-volume relationship) ise diyastol sonundaki basınç-hacim ilişkisini göstermektedir.



Buna göre,

- I. Soldaki grafik artmış preloadı gösterirken, sağdaki grafik artmış afterloadı göstermektedir.
- II. Artmış afterload durumunda, ilk döngü sonrasında, sistol sonu hacmi azalır.
- III. 3 numaralı noktada aort kapakçığı açılmaktadır.
- IV. A, atım hacmini göstermektedir.
- V. Preload arttığında, aort kapağı daha yüksek ventriküler hacimde açılmıştır.
- VI. Afterloadın artması, aort kapağının açıldığı noktayı daha düşük bir basınca çeker.

Yukarıdakilerden hangileri doğrudur?

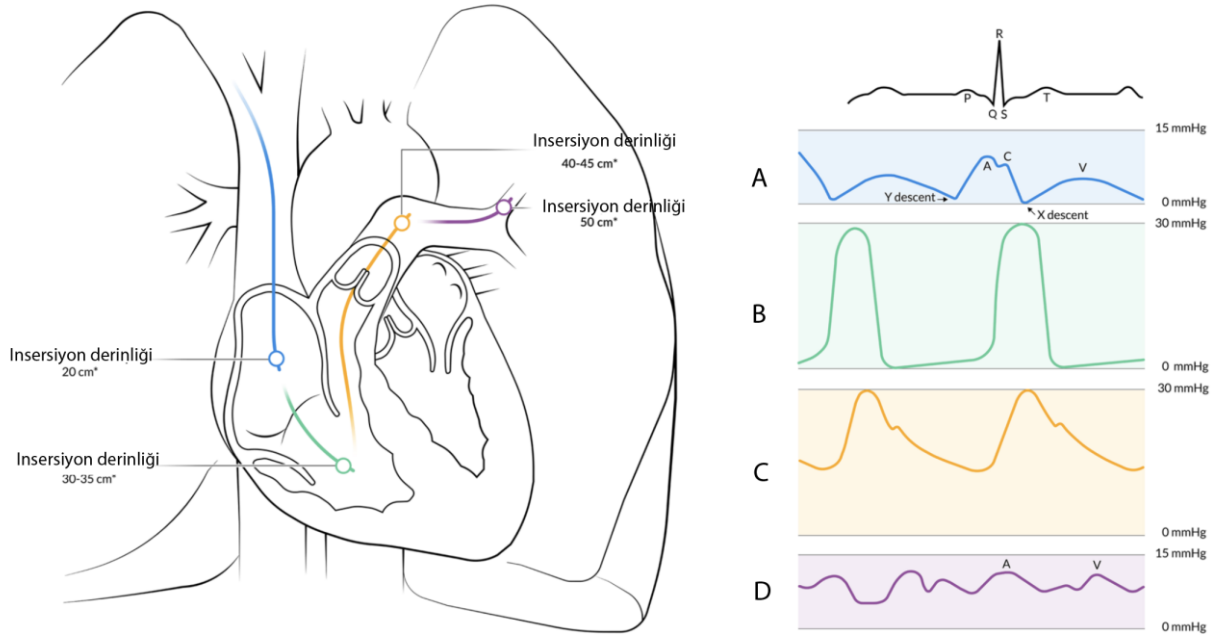
- A) II, III ve V
- B) I, IV ve V**
- C) I, II, IV ve VI
- D) III, V ve IV
- E) I, II ve III

ÇÖZÜM:

Artmış preload, diyastol sonu hacmini arttıracaktır (1->1a). Frank starlink mekanizması ile de atım hacmi artacaktır. Artmış afterload'da ise aortik kapakçık daha yüksek basınçta açılacak ve daha erken kapanacaktır. Bu sebeple atım hacmi azalacaktır. 1 döngü sonrası, azalmış atım hacmi, kalpte kalan kan sebebi ile preload artmış gibi etki edecek ve diyastol sonu hacim artacaktır. Bu sebeple soldaki grafik artmış preloadı, sağdaki grafik ise artmış afterloadı göstermektedir. Bu sebeple I. öncül doğrudur. Grafikten de görülebileceği üzere, sistol sonu hacmi (4, 4a ve 4b noktalarının hacim eksenindeki değerleri), 1 döngü sonrasında azalmamış, aksine artmıştır. Bu sebeple II. öncül yanlıştır. 3 numaralı noktada aort kapakçığı kapanmaktadır. Bu sebeple III. öncül yanlıştır. A diyastol sonu hacmi ile sistol sonu hacminin farkını göstermektedir, bu da atım hacmine eşittir. Bu sebeple IV. öncül doğrudur. Şekilde de görülebileceği üzere preload arttığında, aort kapakçığı daha yüksek ventriküler hacimde açılmıştır (2->2a). Bu sebeple V. öncül doğrudur. Afterloadın artması, aort kapağının açıldığı noktayı daha yüksek bir basınca çekmiştir (3->3a ve 3b). Bu sebeple VI. öncül yanlıştır. Doğru cevap I, IV ve V olacaktır.

CEVAP: B

22. Swan-Ganz kateteri, pulmoner dolaşım ve kalp içi basınçların ölçülmesinde kullanılan bir kateterdir. Aşağıda, kateterin farklı insersiyon derinliklerinde yaptığı basınç ölçümleri gösterilmiştir.



Buna göre, aşağıdakilerden hangileri yanlıştır?

I. Kor pulmonale (akciğer hastalığı sebebi ile gelişen sağ kalp yetmezliği) durumunda B ile gösterilen grafiğin basınçlarının azalması beklenir.

II. Kataterin kan pıhtısı ile tıkanması, sistolik basınçların normalden fazla, diyastolik basınçların ise normalden az gözükmesine sebep olacaktır.

III. Katater A ölçümünde B ölçümüne geçerken, kataterde ani artan oksijen satürasyonu ölçümü, atrial septal defekte işaret eder.

IV. D'de artmış basınçlar pulmoner hipertansiyonu gösterebilir.

V. C pulmoner kama (wedge) basıncını göstermektedir.

A) I, II, III ve V

B) III ve IV

C) II, IV ve V

D) Yalnız V

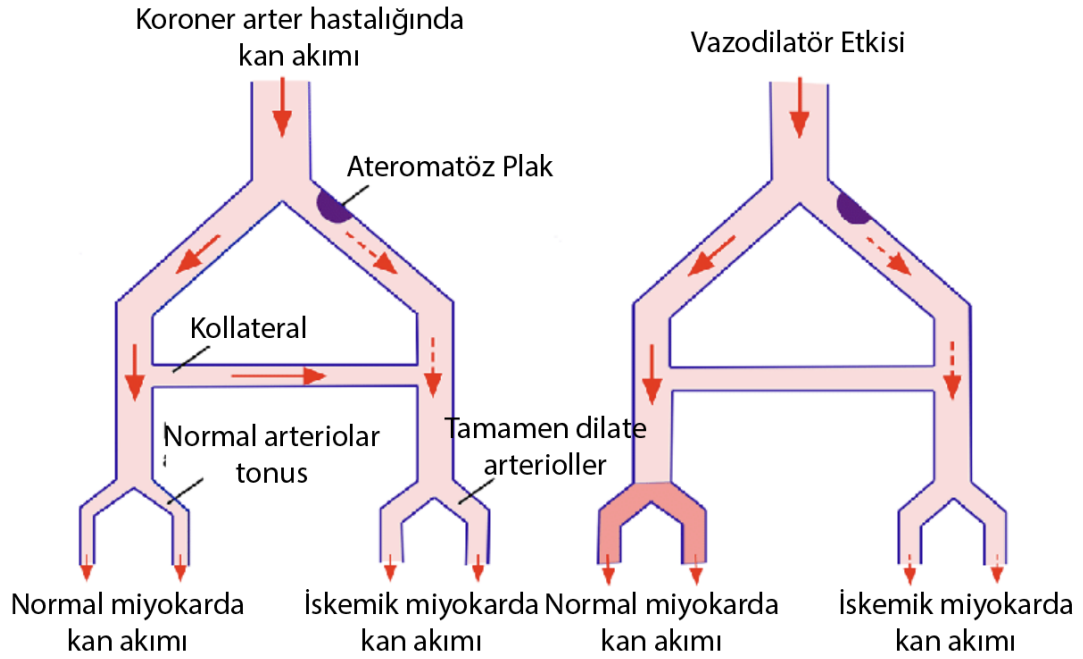
E) I ve III

ÇÖZÜM:

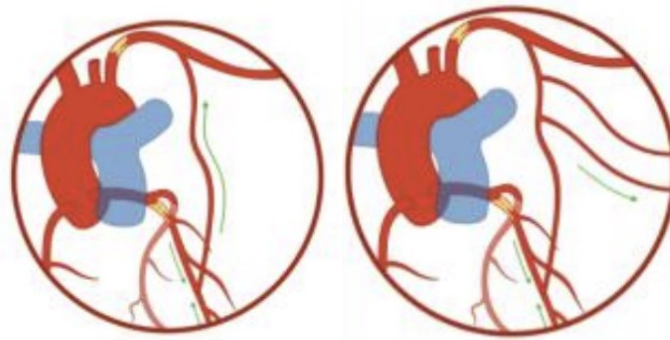
Kor pulmonale durumunda sağ kalp basınçları artar. B durumu sağ ventrikül basıncını göstermektedir. Bu sebeple I. öncül yanlıştır. Kataterin kan pıhtısı ile tıkanması durumunda overdamping gözlenecektir. Bu durumda sistolik basınçlar normalden az, diyastolik basınçlar normalden fazla görülür ve dalgalar attenué olur. Bu sebeple II. öncül yanlıştır. Katater A ölçümünden B ölçümüne geçerken ani artan oksijen konsantrasyonu ventriküler septal defekti göstermektedir. Bu sebeple III. öncül yanlıştır. D de artmış basınçlar pulmoner hipertansiyonu gösterebilir. Bu sebeple IV. öncül doğrudur. C pulmoner arter basıncını göstermektedir. Bu sebeple V. öncül yanlıştır. Doğru cevap I, II, III ve V olacaktır.

CEVAP: A

23. Aşağıda koroner steal fenomeni gösterilmektedir. Solda, ateromatöz plak varlığında iskemik bölgedeki arterioller zaten vazodilate durumdadır ve bu sayede iskemik olmayan bölgeden kollateral kan akımı sağlanarak dokunun beslenmesi korunmaktadır. Sağda ise vazodilatör uygulandığında, iskemik bölgedeki arterioller daha fazla genişleyemezken normal miyokardiyal bölge vazodilate olur. Bu vazodilatasyon sonucunda kollateral dolaşım yoluyla kan, artık iskemik bölgeye yönlendirilmez. Böylece paradoksal olarak, vazodilatör verilmesi iskemik alanın perfüzyonunun daha da bozulmasına neden olur. **Benzer şekilde, sol internal mammarian arter (LIMA) greftleri sol subklavyen arterden beslendiği için, subklavyen arter basıncının azaldığı durumlarda kol kaslarının artmış talebi, greft üzerinden kalpten uzaklaştırıcı bir akım yönü oluşturabilir. Ayrıca LIMA grefti üzerinde bağlanmamış yan dallar da greft akımının kalp dışı yataklara kaçmasına neden olabilir.**



Örnek LIMA greftleri:



Buna göre aşağıdakilerden hangileri doğrudur?

- I. Kronik total oklüzyonlu (CTO) bir segmentin beslediği iskemik bölgede arteriyoller maksimale yakın dilatasyondadır ve kollateral akıma bağımlılık gelişmiştir.
- II. Yüksek derecede vaskülarize bir kitle varlığında, vazodilatör verilmediği sürece miyokard perfüzyonu anlamlı ölçüde etkilenmez.
- III. Koroner arter ile düşük basınçlı bir kalp boşluğu arasında fistül varsa, akım miyokardı bypass ederek düşük basınca yönlenebilir.
- IV. Sol subklavyen arter stenozunda, sol kol egzersizi sırasında LIMA grefti üzerinden miyokard perfüzyonu artar.
- V. LIMA greftinde bağlanmamış yan dallar kalp dışı yataklara kan kaçağı oluşturarak greft distal akımını azaltabilir.
- VI. Toplam koroner akım artsa bile, basınç gradyanı ve direnç dağılımı nedeniyle iskemik bölgenin perfüzyonu azalabilir.

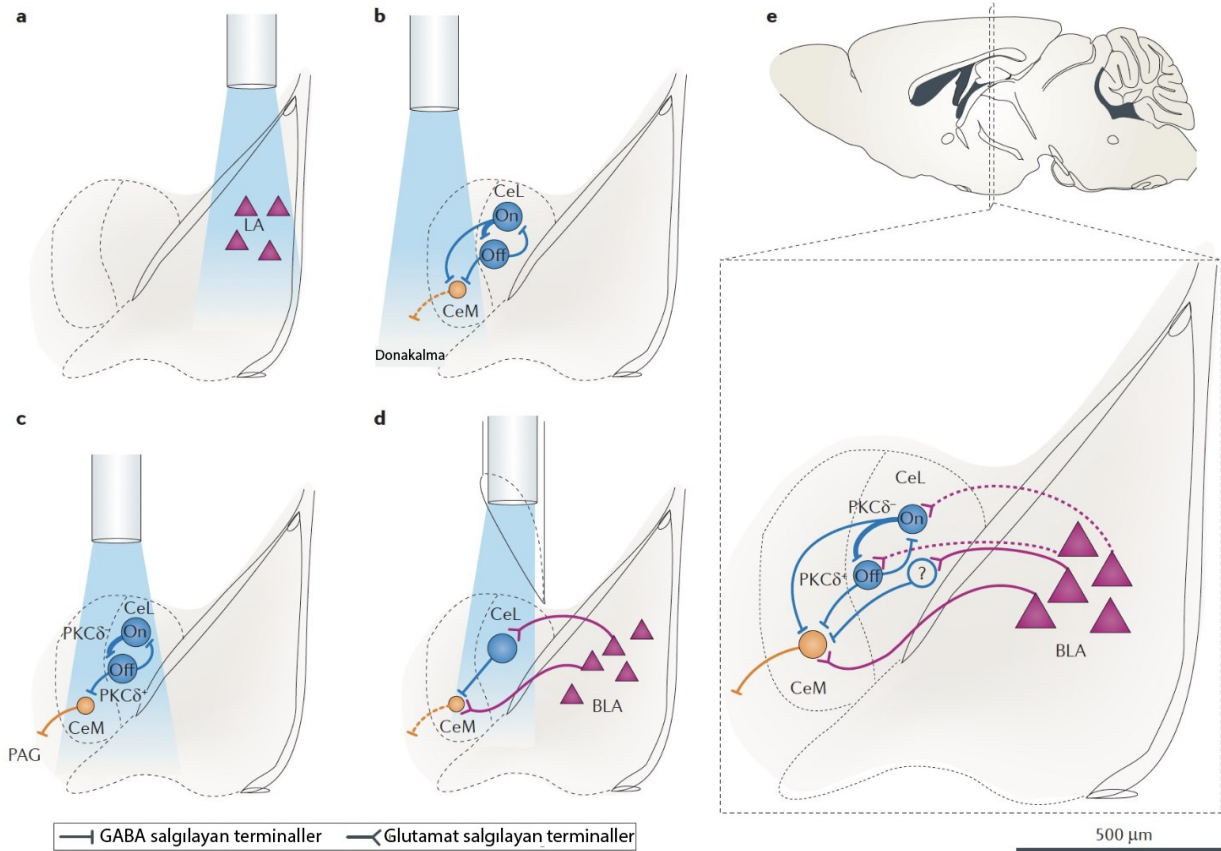
- A) I, IV ve V
- B) II, III ve IV
- C) III ve IV
- D) V ve VI
- E) I, III, V ve VI

ÇÖZÜM:

Şekilde da gösterildiği gibi CTO durumunda arteriyoller maksimale yakın dilatedir ve kolleteral akıma bağımlılık gelişmiştir. Bu sebeple I. öncül doğrudur. Yüksek derece vaskülarize kitle, kan akımını düşük dirençten dolayı çekeceği için, vazodilatör verilmediği durumda bile perfüzyonu etkiler, bu sebeple II. öncül yanlıştır. Koroner arter ile düşük basınçlı bir kalp boşluğu arasında fistül varsa, akım miyokardı bypass ederek düşük basınca yönelebilir. Bu sebeple III. öncül doğrudur. Sol subklavyen arter stenozunda, sol kol egzersizi sırasında LIMA grefti üzerinden koroner steal gerçekleşir bu sebeple miyokard perfüzyonu azalır. Bu sebeple IV. öncül yanlıştır. LIMA greftinde bağlanmamış yan dallar (örnekte sağdaki şekil), LIMA grefti üzerinden steal gerçekleştirip LIMA greftinin distal ucundaki akımı azaltabilir. Bu sebeple V. öncül doğrudur. Şekilde de görülebileceği üzere (örneğin CTO durumunda vazodilatör verildiğinde), toplam koroner akım artsa bile, iskemik bölgenin perfüzyonu azalabilir. Bu sebeple VI. öncül doğrudur. Doğru cevap I, III, V ve VI olacaktır.

CEVAP: E

24. Aşağıdaki şekil, amigdala içindeki mikrodevrelerin optogenetik yöntemlerle davranış üzerindeki etkisinin çözülmesini göstermektedir. Korku öğrenmesinde duyuşal bilgi önce lateral/bazolateral amigdala (LA/BLA) bölgelerinde glutamaterjik nöronlar tarafından işlenir ve buradan sinyaller santral amigdalanın lateral kısmına (CeL) aktarılır. CeL, iki farklı GABAerjik nöron popülasyonu içerir: CeL “On” hücreleri ve CeL “Off” hücreleri (PKC δ^+). CeL Off hücreleri, medial santral amigdala (CeM) nöronlarını tonik olarak inhibe eder; bu nedenle Off hücreleri aktif olduğunda CeM baskılanır ve korku davranışı azalır. Buna karşılık CeL On hücreleri, CeL Off hücrelerini inhibe eder. Böylece CeL On hücreleri aktif olduğunda Off baskılanır, CeM serbest kalır ve donakalma (freezing) gibi korku tepkileri ortaya çıkar. Dolayısıyla korku davranışının şiddeti, CeL On ve CeL Off hücreleri arasındaki inhibisyon dengesi tarafından belirlenir ve BLA’dan gelen glutamaterjik girişin hangi alt hücre popülasyonunu daha fazla etkilediği bu davranışın yönünü belirler.



Buna göre, aşağıdakilerden hangileri doğrudur?

- I. CeL Off (PKC δ^+) hücrelerinin aktivitesinin artması CeM üzerindeki inhibisyonu artırarak korku yanıtını azaltır.
- II. CeL On hücrelerinin aktivasyonu, CeL Off hücrelerini inhibe ederek CeM’nin aktivitesini artırır.
- III. CeM aktivitesinin artması donakalma (freezing) davranışını tetikler.
- IV. BLA’dan gelen glutamaterjik çıkış yalnızca CeL Off hücrelerini uyarır ve CeL On

hücrelerini etkilemez.

V. Korku davranışının yönü ve şiddeti, CeL içindeki inhibitör mikrodevredeki On–Off etkileşiminin sonucunda belirlenir.

VI. GABAerjik iletimi artıran anksiyolitikler (ör. benzodiazepinler), korku yanıtını arttırır.

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

ÇÖZÜM:

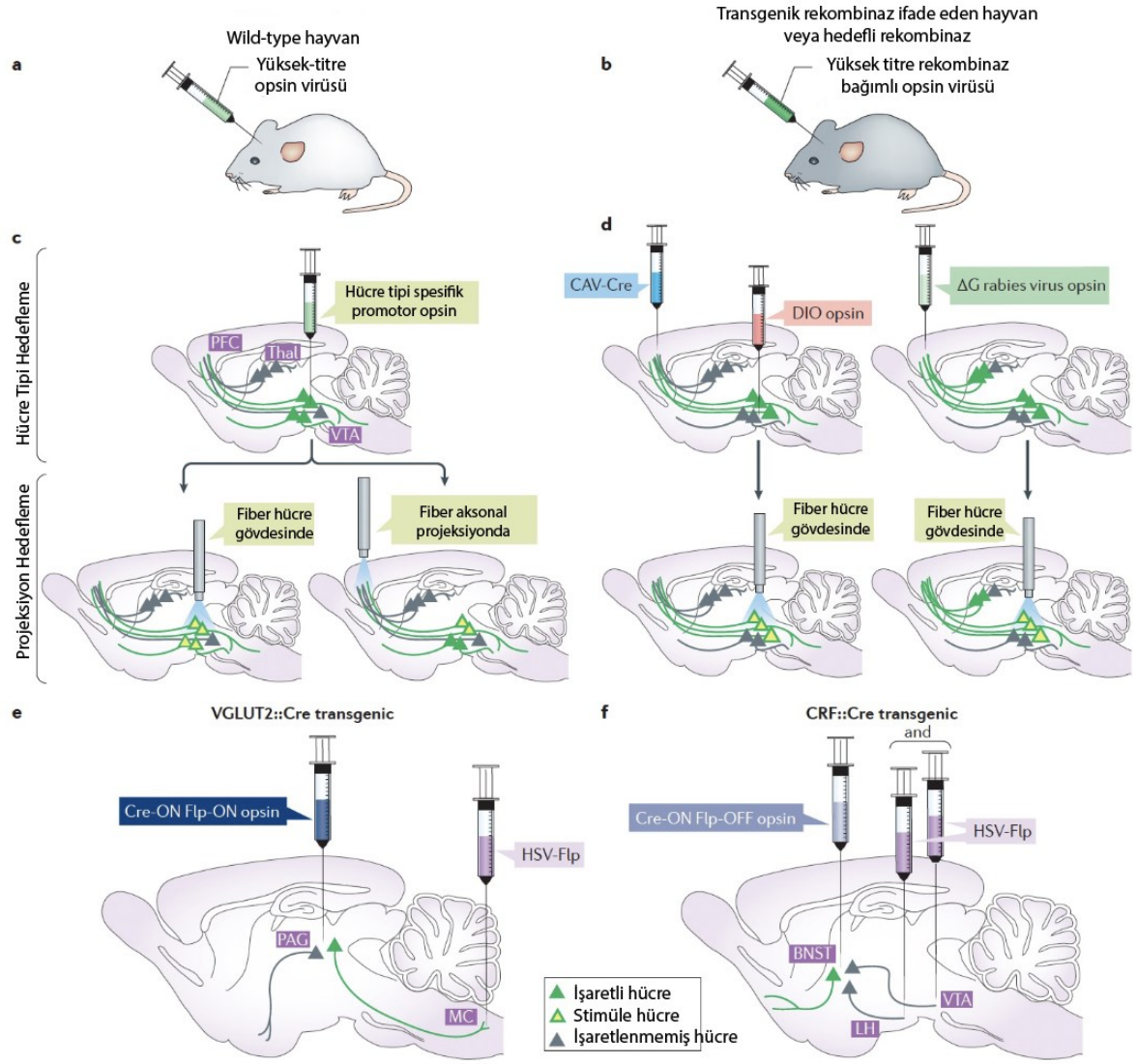
Şekilde de gösterildiği gibi CeL Off (PKC δ^+) hücreleri CeM üzerinde tonik bir inhibitör etki gösterir. Bu nedenle CeL Off hücrelerinin aktivitesinin artması CeM’i baskılar ve korku yanıtı azalır. Bu sebeple I. öncül doğrudur. CeL On hücreleri ise CeL Off hücrelerini inhibe eder. Off hücreleri baskılandığında CeM üzerindeki inhibisyon kalkar ve CeM aktivitesi artar. Bu sebeple II. öncül doğrudur. CeM, amigdalanın korku yanıtının çıktı merkezidir ve özellikle PAG üzerine projeksiyon yoluyla donakalma (freezing) yanıtını başlatır. Bu sebeple III. öncül doğrudur. BLA’dan gelen glutamaterjik girişin yalnızca CeL Off hücrelerini uyardığı ifadesi doğru değildir, BLA projeksiyonları CeL On ve CeL Off popülasyonlarının ikisine de gider ve davranış sonucu bu iki popülasyonun birbirini nasıl inhibe ettiğine bağlı olarak belirlenir. Bu sebeple IV. öncül yanlıştır. Korku davranışının yönü ve şiddetinin, CeL içindeki inhibitör mikrodevrede On ve Off hücreleri arasındaki dengenin sonucu olarak belirlenir. Bu sebeple V. öncül doğrudur. GABAerjik iletimi artıran anksiyolitikler (ör. benzodiazepinler), CeL Off hücrelerinin inhibitör etkisini güçlendirerek CeM aktivitesini azaltır ve böylece korku/kaygı azalır. Bu sebeple VI. öncül yanlıştır. Doğru cevap I, II, III ve V olacaktır.

CEVAP: C

25. Aşağıdaki şekil, devre düzeyinde nöral aktivitenin hücre tipi ve projeksiyon özgüllüğüne göre optogenetik olarak manipüle edilmesini gösterir. Hücre tipi-seçici hedefleme, belirli gen promotorlarının kullanımıyla (şekil a) veya Cre ekspresyonu taşıyan transgenik hayvanlarda Cre'e bağımlı DIO opsin kasetlerinin kullanımıyla (şekil b) sağlanabilir. Bu yaklaşımlar hangi hücre tiplerinin ışığa yanıt vereceğini belirler, ancak aynı hücre tipinin farklı hedef bölgelere projekte eden alt gruplarını ayırt etmez.

Projeksiyon-spesifik hedefleme ise retrograd taşınan virüsler kullanılarak yapılabilir. Örneğin CAV-Cre veya ΔG-rabies gibi virüsler belirli bir hedef bölgeden geriye doğru taşınarak yalnızca o hedefe projekte eden nöronlarda opsin ekspresyonu elde edilmesini sağlar (şekil c ve d). Bu sayede aynı nöron popülasyonunun iki farklı devre kolu davranış üzerinde birbirinden tamamen farklı etkiler oluştuyorsa, bu etkiler seçici olarak araştırılabilir.

Daha ileri düzeyde, Cre ve Flp gibi iki farklı rekombinazın birlikte veya birbirinin yokluğunda opsini aktif hale getiren kombinatorial sistemler (şekil e ve f), hem hücre tipini hem de projeksiyon yönünü aynı anda tanımlamaya olanak verir. Bu yaklaşımlar, özellikle kaygı devrelerinde rol oynayan BNST gibi bölgelerde önem taşır. BNST, uzun süreli tehdit beklentisi, stres duyarlılığı ve sosyal geri çekilme gibi davranışların düzenlenmesinde merkezî bir role sahiptir. BNST'den VTA'ya giden CRF pozitif projeksiyonların aşırı aktivitesi, hayvan modellerinde anksiyete benzeri davranışları ve motivasyon kaybını artırabilmektedir. Bu nedenle BNST'den VTA'ya giden bu alt devrenin seçici optogenetik inhibisyonu, hem devre düzeyinde nedensel ilişkiyi test etmek hem de klinik açıdan hedefe yönelik tedavi yaklaşımlarına temel oluşturmak açısından önemlidir.



Buna göre hangileri doğrudur?

I. DIO opsin BNST'ye uygulanıp CRF::Cre hattı kullanıldığında, BNST'deki projeksiyon alttıpleri ayırt edilebilir.

II. VTA'ya CAV-Cre uygulanıp BNST'ye DIO-eNpHR3.0 verilirse, yalnızca VTA'ya projekte eden CRF pozitif BNST nöronları seçici olarak inhibe edilebilir.

III. ΔG-rabies glikoprotein geni eksik olduğu için hiçbir koşulda presinaptik hücreleri etiketleyemez.

IV. BNST'den VTA'ya giden CRF pozitif projeksiyonların optogenetik inhibisyonu, hayvan modellerinde anksiyete benzeri kaçınma ve motivasyonel geri çekilmeyi azaltabilir.

V. Phototagging yöntemi in vivo kayıtlarda hücre kimliğini belirlemede kullanılamaz, çünkü ışık uyarısına verilen spike yanıtları güvenilir değildir.

VI. Closed-loop optogenetik sistemler, kaygı veya nöbet gibi belirli bir patolojik aktivite paterni gerçek zamanlı olarak ortaya çıktığında ışık uyarımını başlatmak üzere tasarlanabilir.

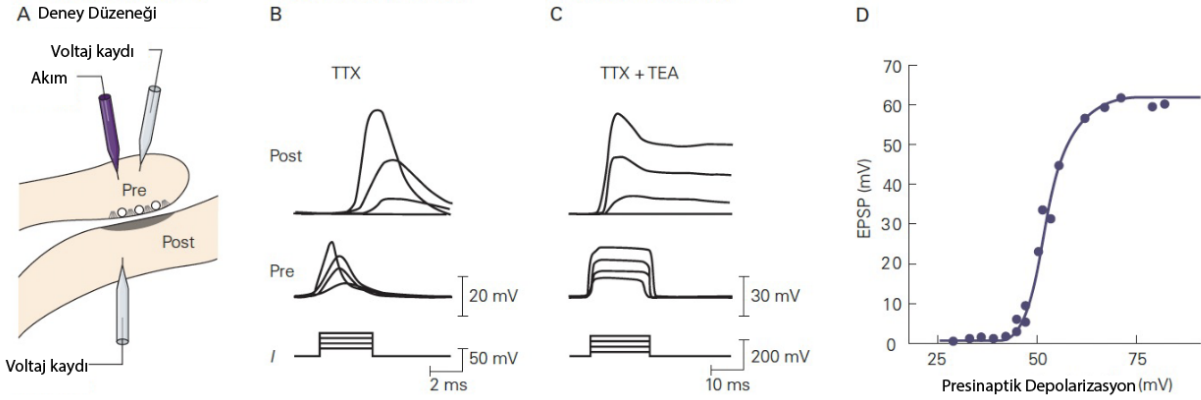
- A) II, IV ve VI
- B) I ve II
- C) I, III ve V
- D) II, III ve VI
- E) III, IV ve V

ÇÖZÜM:

Şekilde de gösterildiği gibi, DIO opsin kullanıldığında opsinin ekspresyonu yalnızca Cre pozitif hücrelerde gerçekleşir. CRF::Cre hattı kullanıldığında BNST'deki tüm CRF pozitif hücreler ışığa duyarlı hâle gelir ve bu durumda aynı hücre tipinin farklı projeksiyon hedefleri birbirinden ayırt edilemez. Bu sebeple I. öncül yanlıştır. CAV-Cre ise hedef bölgeden geriye doğru taşınan bir retrograd vektördür. VTA'ya CAV-Cre uygulandığında yalnızca VTA'ya projekte eden BNST hücreleri Cre pozitif hale gelir. Bu hücelere BNST bölgesinde DIO-eNpHR3.0 verildiğinde, opsin yalnızca bu projeksiyon tanımlı alt popülasyonda eksprese olur ve seçici optogenetik inhibisyon sağlanır. Bu sebeple II. öncül doğrudur. ΔG -rabies glikoprotein geni eksik olduğundan trans-sinaptik yayılım tek başına gerçekleşmez. Ancak uygun yardımcı glikoprotein sağlandığında presinaptik hücrelerin tek sinaps geriye doğru etiketlenmesi mümkündür. Bu nedenle "hiçbir koşulda etiketleme olmaz" ifadesi doğru değildir. Bu sebeple III. öncül yanlıştır. BNST'den VTA'ya giden CRF pozitif projeksiyonların davranışsal etkisi literatürde gösterilmiştir. Bu hattın optogenetik inhibisyonu, hayvan modellerinde anksiyete benzeri kaçınmayı ve motivasyonel geri çekilmeyi azaltabilir. Bu sebeple IV. öncül doğrudur. Phototagging, in vivo kayıta bir hücre popülasyonunun ışığa karakteristik kısa latent süreli spike yanıtı ile tanımlanmasını sağlayan bir yöntemdir. Dolayısıyla bu yöntemin hücre kimliği belirlemede güvenilirmez olduğu iddiası doğru değildir. Bu sebeple V. öncül yanlıştır. Closed-loop optogenetik sistemlerde ışık uyarımı sürekli olarak verilmez. Bunun yerine, patolojik sinirsel aktivite gerçek zamanlı olarak algılandığında uyarım tetiklenir ve davranış ya da devre aktivitesi anında modüle edilir. Bu sebeple VI. öncül doğrudur. Bu sebeple doğru cevap II, IV ve VI olacaktır.

CEVAP: A

26. Aşağıdaki şekilde, kalamar stellate ganglionundaki dev sinapsta presinaptik terminalin mikroelektrotla doğrudan depolarize edilmesiyle postsinaptik EPSP'lerin nasıl oluştuğunu gösterilmektedir. Voltaj kapılı Na^+ kanalları TTX ile bloklendiğinde bile, presinaptik uca akım enjekte edilerek yeterli depolarizasyon yaratıldığında EPSP'lerin oluştuğu görülmektedir. Na^+ kanallarına ek olarak K^+ kanalları TEA ile bloklendiğinde, repolarizasyon gecikir ve presinaptik depolarizasyon akım süresince daha uzun sürer, buna paralel olarak EPSP genliği büyür. Şekil D'de Na^+ ve K^+ kanalları bloklü koşulda presinaptik depolarizasyon genliği ile EPSP büyüklüğü arasındaki giriş-çıkış eğrisi gösterilmektedir.



Buna göre hangileri doğrudur?

- I. TTX ile Na^+ kanalları bloklanınca presinaptik terminal depolarize edilemez, bu nedenle EPSP oluşmaz.
- II. Presinaptik uca doğrudan akım verilerek voltaj kapılı Ca^{2+} kanalları aktive edilirse, Na^+ kanalları blokluyken de transmitter salınımı tetiklenebilir.
- III. K^+ kanallarının TEA ile bloklanması presinaptik repolarizasyonu geciktirir; depolarizasyon daha uzun sürer ve EPSP'ler büyür.
- IV. Transmitter salınımının eşiği, presinaptik membran potansiyeli istirahatten yaklaşık 40 mV daha negatif olduğunda görülür.
- V. Na^+ ve K^+ kanalları blokluyken elde edilen giriş-çıkış eğrisi, Ca^{2+} akımının voltaj bağımlı aktivasyonunu yansıtır ve belirli bir aralıktan sonra saturasyona gider.
- VI. Presinaptik depolarizasyon bir kez eşik üstüne çıktıktan sonra transmitter salınımı lineer biçimde artmayı sürdürür.

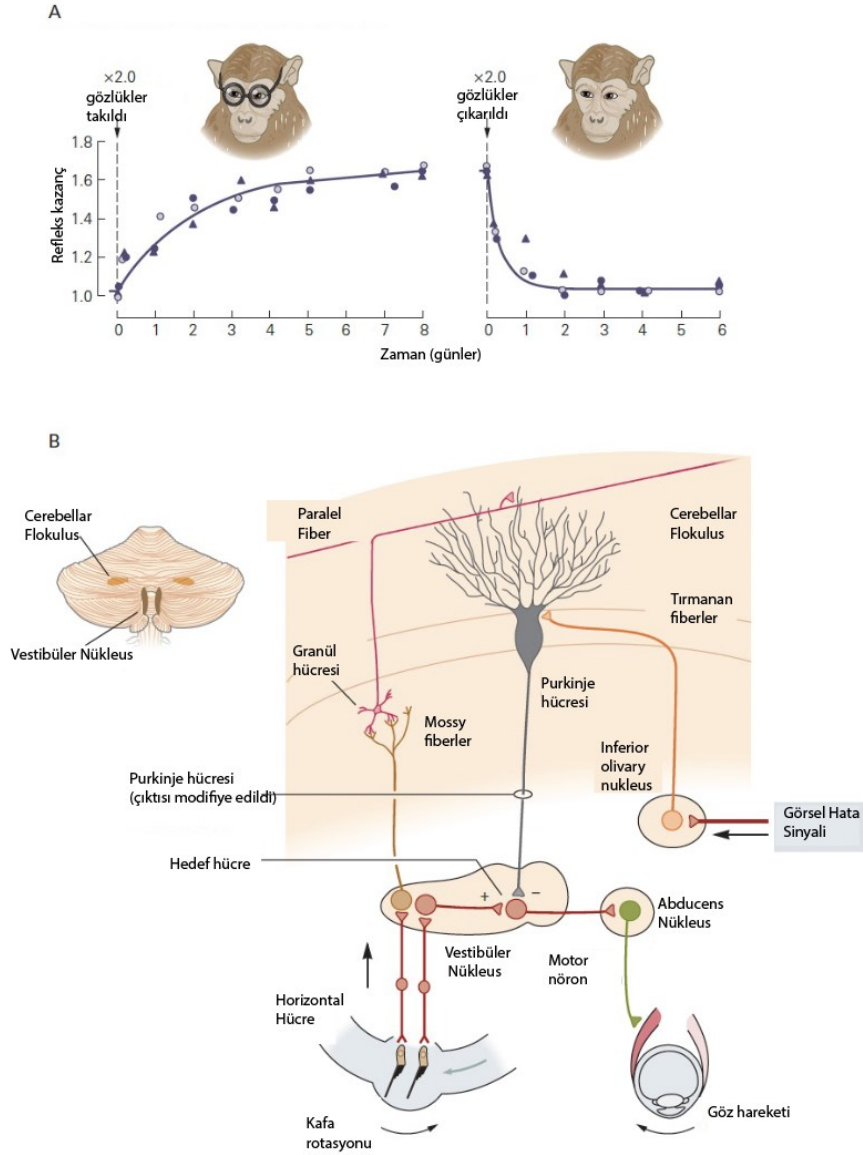
- A) I ve II
- B) I, IV ve VI
- C) II, III ve V**
- D) II, IV ve VI
- E) III, IV ve VI

ÇÖZÜM:

Şekilde de gösterildiği gibi TTX varlığında Na^+ akımları olmadan da, presinaptik uca verilen akım enjeksiyonu membranı yeterince depolarize edebilir ve bu depolarizasyon voltaj kapılı Ca^{2+} kanallarını açarak transmitter salınımını başlatır. Bu nedenle I. öncül yanlıştır ve II. öncül doğrudur. K^+ kanallarının TEA ile bloklandığı durumda repolarizasyon gecikir, presinaptik potansiyel akım süresince yüksek kalır, postsinaptik EPSP'ler daha büyük ve sürdürülebilir hale gelir, bu nedenle III. öncül de doğrudur. Na^+ ve K^+ kanalları blokluyken çizilen giriş-çıkış eğrisi presinaptik voltaj ile Ca^{2+} kanal aktivasyonu arasındaki ilişkiyi ortaya koyar, istirahatten yaklaşık +40 mV çevresinde keskin bir eşik ve daha sonra saturasyon vardır, bu nedenle V. öncül doğrudur. IV. öncül yanlıştır, eşik istirahatten daha negatifte değil, daha pozitifte (yaklaşık +40 mV) belirginleşir. VI. öncül yanlıştır, eşik sonrası artış lineer değildir, bir noktadan sonra saturasyon görülür. Bu sebeple doğru seçenek II, III ve V olacaktır.

CEVAP: C

27. Bir maymuna birkaç gün boyunca görüntüyü büyüten (x2) gözlükler takıldığında, baş hareketi sırasında gözlerin hareket miktarı giderek artar ve vestibulo-oküler refleksin kazancı yükselir. Gözlükler çıkarıldığında ise refleks kazancı kısa sürede eski değerine döner. Bu değişimin, serebellar flocculus ile vestibüler çekirdekler arasındaki sinaptik bağlantıların duyarlılığındaki ayarlanmaya bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu süreçte, baş hareketi sırasında oluşan retinal görüntü kayması bir hata sinyali olarak değerlendirilir ve bu sinyal serebellar devreleri modüle eder.



Buna göre hangileri yanlıştır?

- Retinal görüntü kayması, inferior olivary nucleus üzerinden Purkinje hücrelerine ulaşan climbing fiber aktivitesini artırarak bir hata sinyali oluşturabilir.
- Purkinje hücresinin vestibüler çekirdeğe gönderdiği inhibitör çıktının azalması, aynı baş hareketine karşı daha güçlü göz hareketi yanıtı oluşmasına katkı sağlar.
- VOR adaptasyonunun hücresel temeli, Purkinje–paralel lif sinapsında uzun

sürekli depresyon (LTD) oluşmasıdır.

IV. Adaptasyon yerleştikten sonra refleksin sürdürülmesi, Purkinje hücrelerinin sürekli olarak aktif kalmasına devamlı şekilde bağımlıdır.

V. Gözlükler çıkarıldığında kazancın hızlı şekilde başlangıca dönmesi, adaptasyonun deneyime bağlı ve geri dönüşümlü olduğunu gösterir.

VI. Flocculus lezyonu olan bir hastada VOR kazancı, büyütücü gözlük takılırsa zaman içinde değişir

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

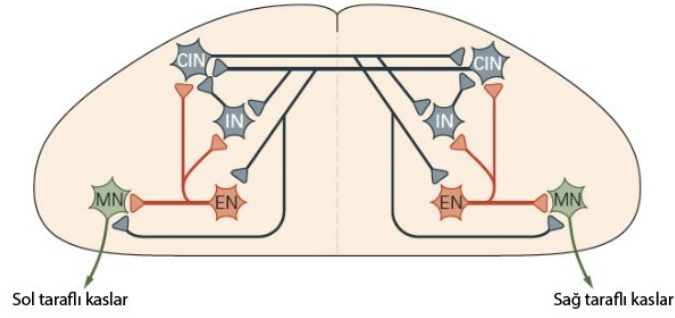
ÇÖZÜM:

Şekilde gösterilen VOR adaptasyon mekanizmasında retinal görüntü kayması inferior olivary nucleus üzerinden Purkinje hücrelerine iletilen climbing fiber aktivitesini artırarak hata sinyali oluşturur. Purkinje hücrelerinin vestibüler çekirdeğe gönderdiği inhibitör çıktının azalması vestibüler çekirdek nöronlarının ateşlenmesini artırır ve aynı baş hareketine karşı daha güçlü göz hareketi yanıtı oluşur, bu nedenle I ve II doğrudur. Hücresel düzeyde bu değişim Purkinje–paralel lif sinapsında LTD ile sağlanır, bu sebeple III de doğrudur. Adaptasyon yerleştikten sonra refleksin sürdürülmesi Purkinje hücrelerinin sürekli aktif kalmasına bağımlı değildir, değişim vestibüler çekirdek düzeyine yerleştiği için IV yanlıştır. Gözlük çıkarıldığında kazancın hızla normale dönmesi adaptasyonun deneyime bağlı ve geri dönüşümlü olduğunu gösterir, bu nedenle V doğrudur. Flocculus lezyonunda hata sinyali işlenemez ve kazanç değişikliği gerçekleşmez. Bu durumda “kazanç zaman içinde değişir” yanlıştır, dolayısıyla VI da yanlıştır. Bu nedenle yanlış olanlar IV ve VI’dır.

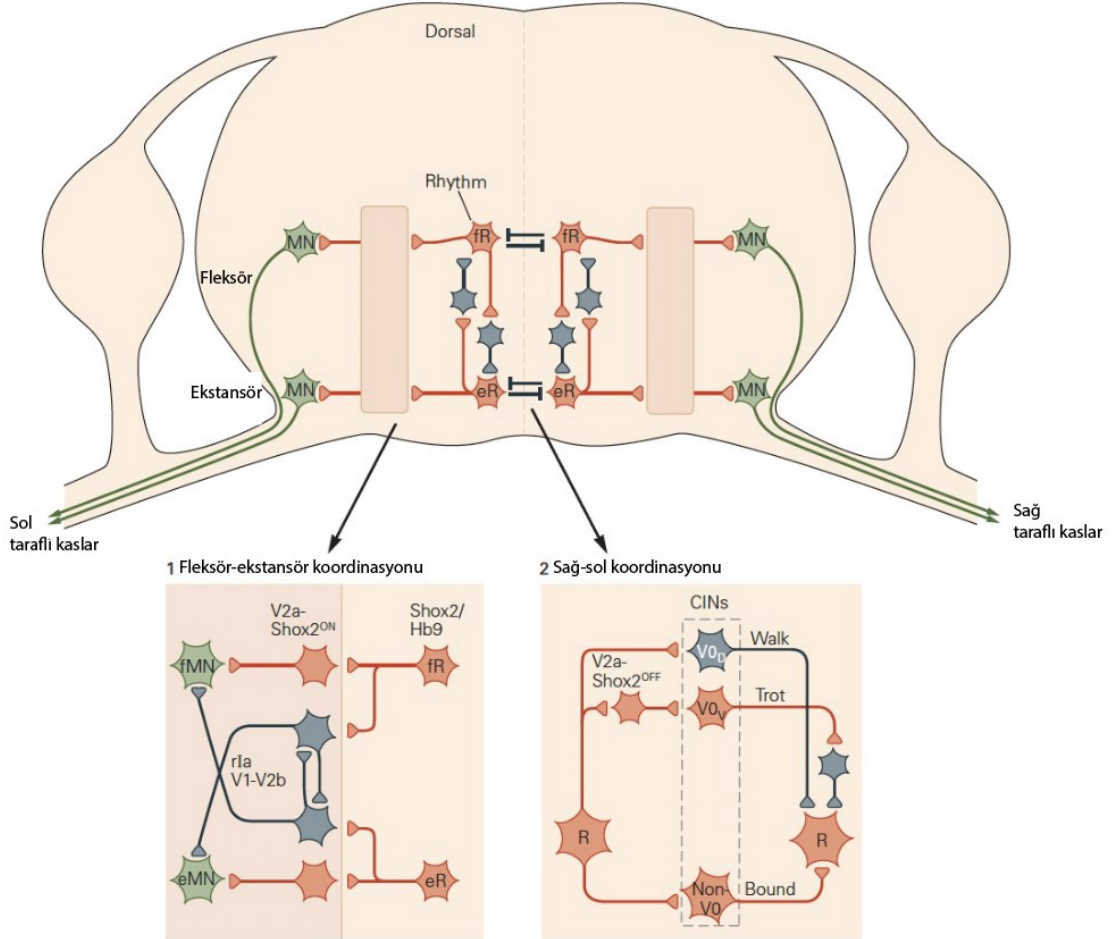
CEVAP: E

28. Aşağıdaki şekil, omurilikte lokomotor patern jeneratörlerini oluşturan devreleri göstermektedir. Şekilde fleksör ve ekstansör motor nöronlar (fMN ve eMN), bunları etkileyen ritim üretici interneuronlar (örneğin V2a altgrubu) ve kommissural interneuronlar (V0) yer almaktadır. Farklı yürüyüş biçimleri (walk, trot, bound) ortaya çıktığında sol–sağ taraflar arasındaki faz ilişkisi ve ritimsel bağıntılar değişebilir.

A Yüzme CPG'si



B Dört ayak CPG'si



Buna göre hangileri yanlıştır?

- I. Sol-sağ tarafların alternasyonu esas olarak orta hat üzerinden geçen V0 kommissural interneuronları tarafından düzenlenir.
- II. Fleksör ve ekstansör kas gruplarının sırayla aktif olması, çoğunlukla karşılıklı inhibitör interneuron devreleri ile sağlanır.
- III. V2a (Shox2⁺) eksitator interneuronları ritim üretimine katılır, bu nedenle bu nöronların inaktivasyonu halinde yürüyüş hızının artması beklenir.
- IV. Yüksek hızlarda “trot” veya “bound” gibi yürüş şekillerinin oluşması, sol-sağ koordinasyon devrelerinin modüle edilebilir olduğuna işaret eder.
- V. Eğer V0 interneuronları lezyonlanırsa, sol-sağ alternasyon bozulur ve hayvan yürüyüş

sırasında iki tarafı aynı anda aktive etme eğilimi gösterebilir.

VI. CPG'ler tamamen omurilikte yer alır ve supraspinal yapıların hiçbir etkisi yoktur; bu nedenle beyin sapı uyarımı yürüyüşü başlatamaz.

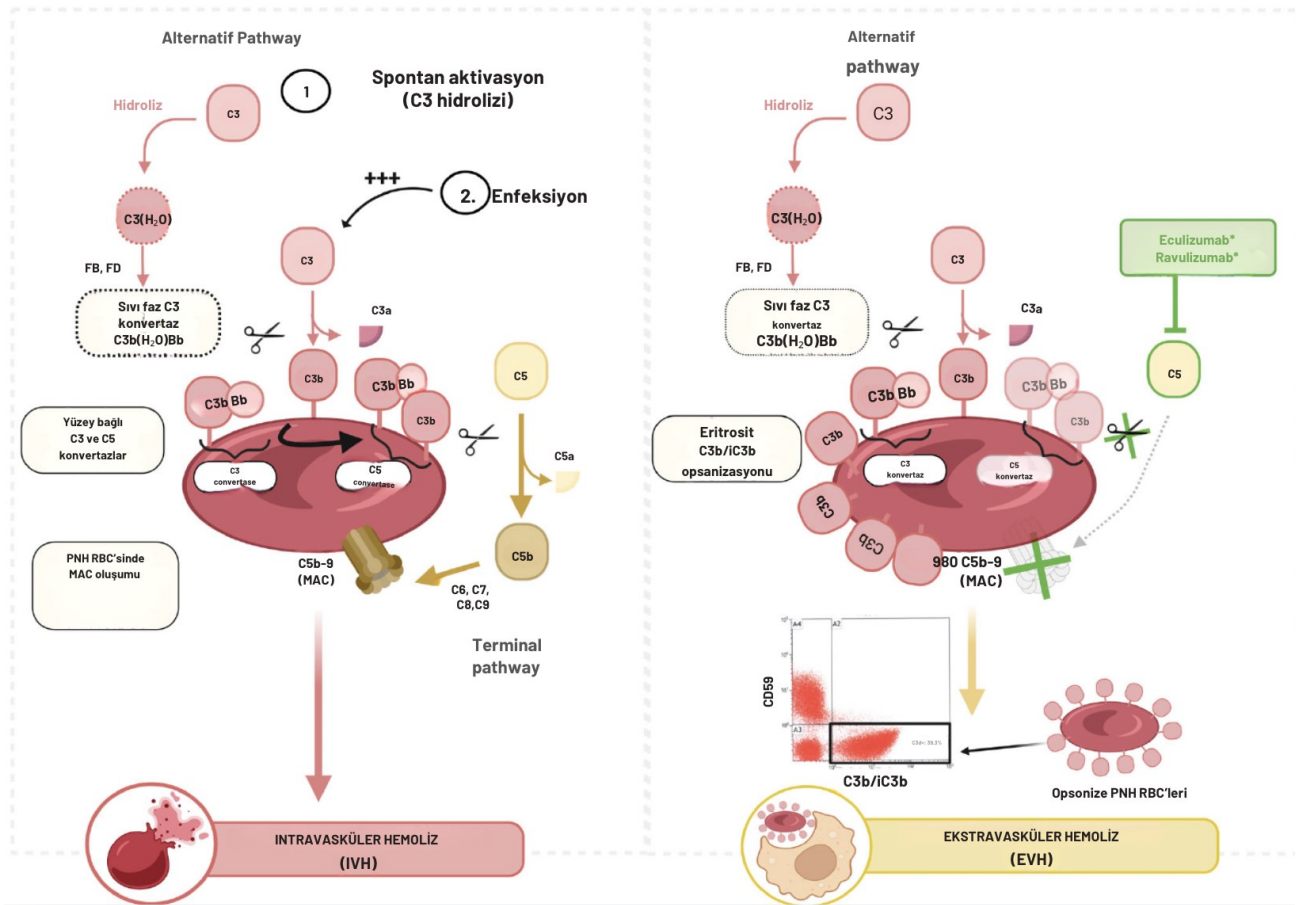
- A) I ve II
- B) III ve VI**
- C) II ve IV
- D) I, III ve V
- E) III, V ve VI

ÇÖZÜM:

Şekilde gösterilen devrede V0 kommissural interneuronlarının sol-sağ motor havuzlar arasında alternasyonu sağladığı, fleksör ve ekstansör kasların ise karşılıklı inhibitör interneuronlar üzerinden sırayla aktive edildiği görülmektedir. Bu nedenle I ve II doğrudur. V2a (Shox2⁺) interneuronları ritmin üretilmesinde ve sürdürülmesinde rol oynayan eksitator bir popülasyondur. Bu hücreler inaktive edildiğinde ritim zayıflar ve yürüyüş yavaşlar, hız artmaz, dolayısıyla III yanlıştır. Yüksek hızlarda “trot” veya “bound” gibi yürüyüş biçimlerine geçilmesi, sol-sağ koordinasyon devrelerinin hız ve durumla uyumlu biçimde yeniden düzenlenebildiğini gösterir. Bu nedenle IV doğrudur. V0 interneuron lezyonlarında sol-sağ alternasyonun kaybolup iki tarafın aynı anda aktive olma eğiliminin ortaya çıkması beklenir. Bu nedenle V doğrudur. CPG'ler omurilikte yer alsa da beyin sapı lokomotor merkezleri yürüyüşü başlatan kısımdır. Bu nedenle VI yanlıştır. Bu nedenle yanlış olan öncüller III ve VI olacaktır.

CEVAP: B

- Aşağıdaki şeklin sol yarısında CD55/CD59 negatif eritrositlerde terminal kompleman yolunun aktif olduğu durumda C5b-9 (MAC) oluşumu ile intravasküler hemoliz geliştiği; sağ yarısında ise C5 inhibitörleri (eculizumab/ravulizumab) kullanıldığında MAC oluşumunun engellendiği, ancak alternatif yol aktivasyonu devam ettiği için eritrosit yüzeyinde C3b/iC3b birikerek ekstrasvasküler hemolize yol açtığı gösterilmektedir.



I. Eculizumab tedavisi, terminal yolak aktivasyonunu engelleyerek intravasküler hemolizi azaltır, ancak C3 opsonizasyonu devam ettiği için ekstrasvasküler hemoliz sürebilir.

II. Ravulizumab, C5'i baskıladığı için C3 konvertaz oluşumunu da azaltır ve eritrosit yüzeyinde C3 birikimini önler.

- III. PNH hastasında eculizumab tedavisi altında Coombs testinin “IgG negatif / C3d pozitif” bulunması beklenebilir.
- IV. Faktör D veya faktör B inhibitörleri, alternatif yolun amplifikasyon halkasını baskılayarak hem C3 opsonizasyonunu hem de MAC oluşumunu azaltabilir.
- V. Pegcetacoplan (C3 inhibitörü) tek başına kullanıldığında intravasküler hemoliz artabilir, çünkü terminal yolak yeniden tam olarak etkinleşebilir.
- VI. C5 inhibitörleri, MAC oluşumunu engelledikleri için invaziv Neisseria enfeksiyonu riskini azaltır.

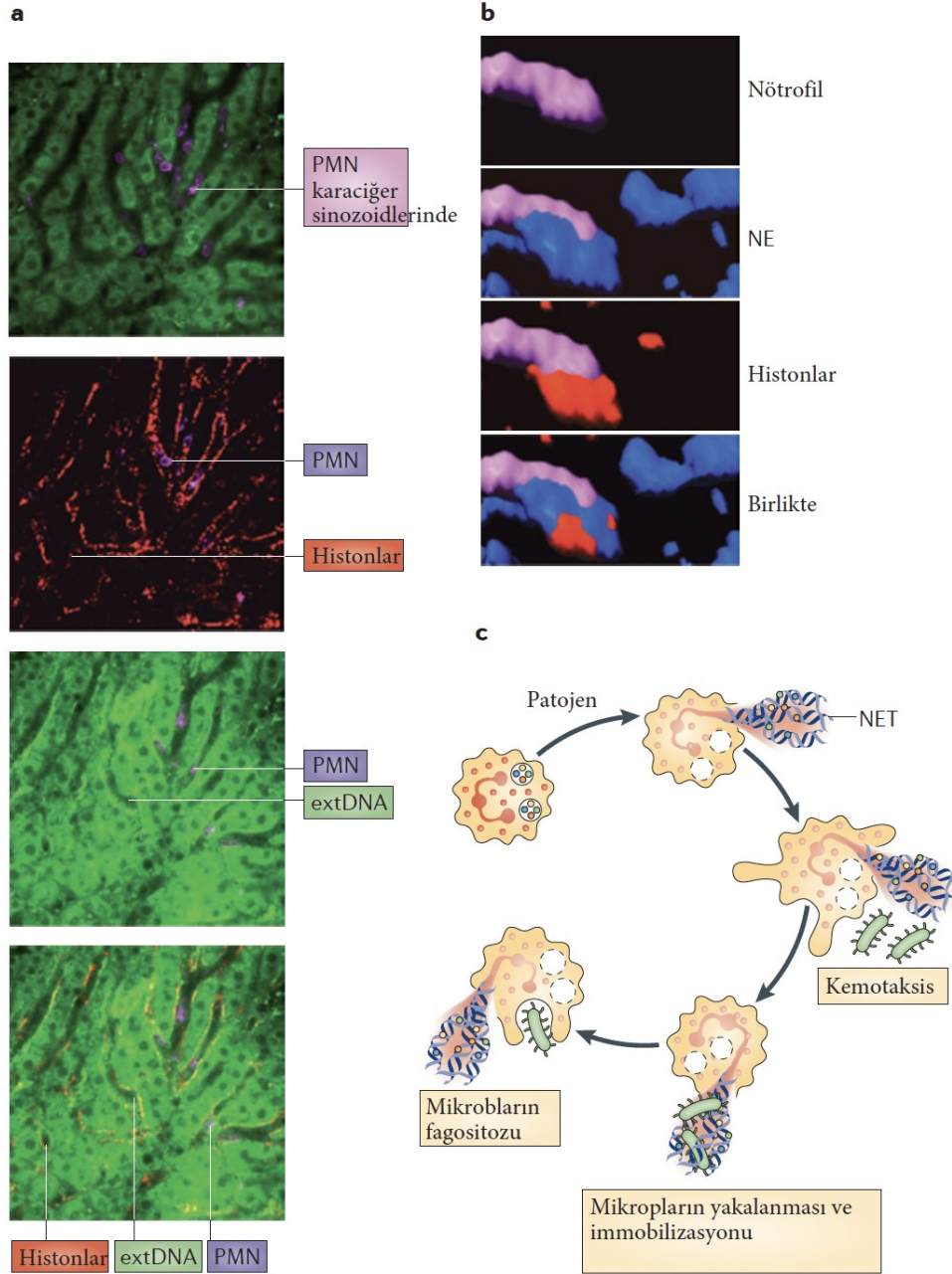
- A) I ve III
B) I, III ve IV
C) II, IV ve V
D) I, II ve VI
E) III, IV ve VI

ÇÖZÜM:

Şekilde de gösterildiği gibi C5’in eculizumab/ravulizumab ile blokajı terminal yolu ve MAC oluşumunu keserek intravasküler hemolizi azaltır. Ancak alternatif yol aktivitesi sürdüğü için eritrosit yüzeyinde C3b/iC3b birikimi devam edebilir, bu nedenle I doğrudur. Eculizumab alan PNH’de Coombs testinin IgG negatif–C3d pozitif çıkması tam da bu C3 opsonizasyonunu yansıtır, III bu yüzden doğrudur. Alternatif yolun amplifikasyon halkasını yukarıdan kesen faktör D/B inhibitörleri hem C3 konvertazını zayıflatır hem de aşağı akışta C5 konvertaz/MAC oluşumunu azaltır. Bu nedenle IV de doğrudur. Buna karşılık C5 blokajı C3 konvertaz oluşumunu doğrudan azaltmaz, C3 birikimini önlemez. Bu sebeple II yanlıştır. C3 inhibitörü pegcetacoplan tek başına verildiğinde C3b üretimi ve dolayısıyla C5 konvertaz da azalacağı için intravasküler hemolizi kötüleştirilmesi beklenmez. Bu sebeple V yanlıştır. C5 inhibitörleri MAC’ı engellediğinden özellikle Neisseria türlerine duyarlılığı artırır. Bu sebeple VI yanlıştır. Doğru seçenek I, III ve IV olacaktır.

CEVAP: B

30. Nötrofiller, bazı durumlarda granül proteinlerini ve nükleer kromatini hücre dışına salarak DNA-protein ağları şeklinde yapılar oluşturabilir. Bu yapılara nötrofil ekstrasellüler tuzakları (NET) denir. Aşağıdaki şekil (a) bakteri endotoksinleri ile indüklenen sepsiste karaciğer sinüzoidlerinde damar içinde ağ-benzeri NET oluşumunu, (b) bu ağları saran nötrofilleri ve histon bileşenlerini ve (c) NET oluşturan nötrofillerin canlı kalarak farklı işlevleri sürdürebilme durumunu göstermektedir (vital NETosis). NET’lerin mikroorganizmaları yakalamadaki rolü, doku hasarı ve pıhtı oluşumu ile ilişkisi henüz tam olarak standart değildir ve durum bağlama göre değişebilir.



Buna göre hangileri doğrudur?

- I. NET oluşumu baskılanırsa sepsiste bakteriyemi artabilir, çünkü mikroorganizmaların damarda tutulması zorlaşır.
- II. NET'lerin içerdiği histon ve granül proteinleri endotel hasarı ve pıhtı oluşumu ile ilişkili olabilir.
- III. ANCA ilişkili vaskülitte nötrofillerin MPO/PR3 içeren NET salımı, otoantijen sunumunu ve inflamasyonun sürmesini destekleyebilir.
- IV. NET'ler her zaman yarar sağlayan yapılar olduğundan, klinik olarak NET inhibisyonu tercih edilmez.
- V. SLE'de artmış NET yükü, DNaz aktivitesinin azalması ve NET bileşenlerinin etkin temizlenememesiyle ilişkili olabilir.

VI. Heparin, pıhtı oluşumunu engellediği için NET oluşumunu da doğrudan baskılar ve NET miktarını azaltır.

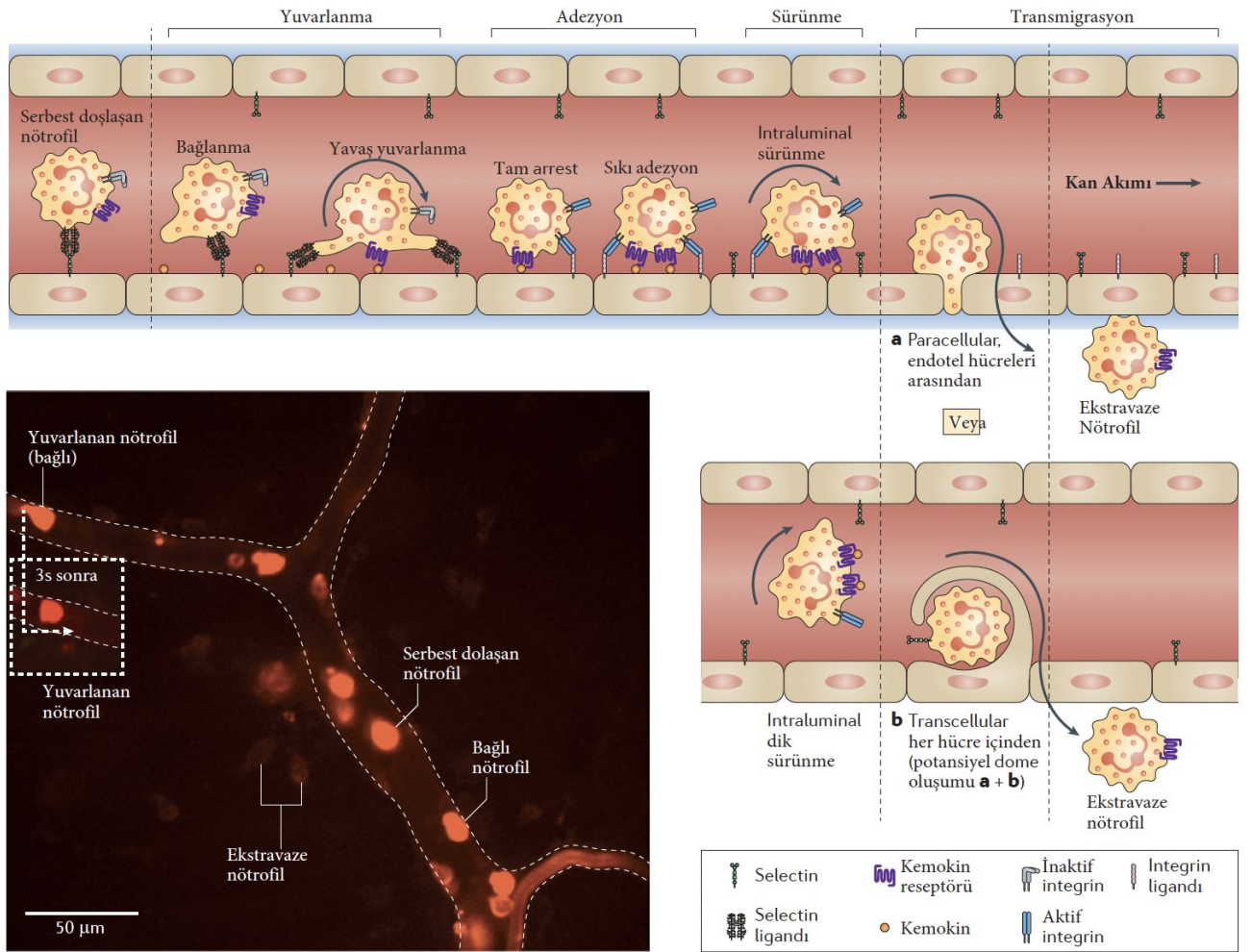
- A) I, II ve III
- B) I, II, III ve V**
- C) II, IV ve V
- D) I, III, IV ve VI
- E) I, V ve VI

ÇÖZÜM:

Şekildeki gibi NET'ler mikroorganizmaları damar içinde tutarak yayılımı sınırlayabilir, bu nedenle NET baskılanırsa bakteriyemi artabilir, I doğrudur. Histonlar ve proteazlar endotel hasarı ve mikrotromboz ile ilişkilidir, II doğrudur. ANCA ilişkili vaskülitte nötrofiller MPO/PR3 taşıırken NET salar ve bu durum otoantijen sunumunu ve inflamatuvar döngüyü sürdürür, III doğrudur. NET'ler yalnızca yararlı değil, zararlı da olabilir, dolayısıyla "NET her zaman yararlıdır → ihbide edilmez" varsayımı yanlıştır. SLE'de artmış NET yükü sıklıkla DNaz aktivitesi azalması ile ilişkilidir, V doğrudur. Heparin pıhtı oluşumunu engeller ancak NET oluşumunu doğrudan baskılamaz, bu yüzden VI yanlıştır. Doğru cevap I, II, III ve V olacaktır.

CEVAP: B

31. Aşağıdaki şekil, inflamasyon sırasında nötrofillerin damar lümeninden dokuya geçiş sürecini göstermektedir. Bu süreç, selektin aracılı geçici tutunma ve yavaş yuvarlanma, kemokin sinyali ile integrinlerin aktif konformasyona geçmesi, ICAM/VCAM aracılı sıkı adezyon, ardından intraluminal crawling ve paracellular veya transcellular transmigrasyon basamaklarını içerir. Bu basamaklardaki adezyon moleküllerinin bozulması, klinikte farklı Lökosit Adezyon Bozukluğu (LAD) fenotipleri ile ilişkilidir. LAD tipleri sırasıyla; $\beta 2$ -integrin eksikliği, selektin ligand defekti, veya integrin aktivasyon sinyal kusurları şeklinde farklı basamaklarda bloklara yol açabilir.



Buna göre, aşağıdakilerden hangileri yanlıştır?

- LAD-I'de sLe^x eksikliği nedeniyle yakalama/yavaş yuvarlanma belirgin bozulur, ancak kemokinle tetiklenen $\beta 2$ -integrin aktivasyonu ve ICAM-1'e yapışma mekanizması prensipte korunmuştur.
- LAD-I'de rolling büyük ölçüde korunur; buna karşılık sıkı adezyon, sürünme (crawling) ve transmigrasyon belirgin şekilde bozulur.
- LAD-III'te kindlin-3 kusuru inside-out integrin aktivasyonunu engeller; klinik tablo LAD-I'e benzer, ayrıca kanama diyatezi platelet integrin defektine bağlıdır.
- Endotel kemokinlerine bağlı CXCR2/GPCR sinyali integrin aktivasyonu için şart değildir; yüksek afiniteli LFA-1 yalnızca shear stresle oluşabilir.
- Endotel bağlantı bölgelerindeki PECAM-1 (CD31) blokajı özellikle paracellular transmigrasyonu bozar; bu durumda nötrofiller firm adhesion sonrasında damariçi yüzeyde birikip sürünme (crawling) yapmaya devam edebilir.
- E-selektinin engellenmesi, nötrofillerin endotelde daha hızlı yuvarlanmasına (rolling) yol açar, ancak buna rağmen nötrofillerin endotele tamamen tutunup durması (firm arrest) artar

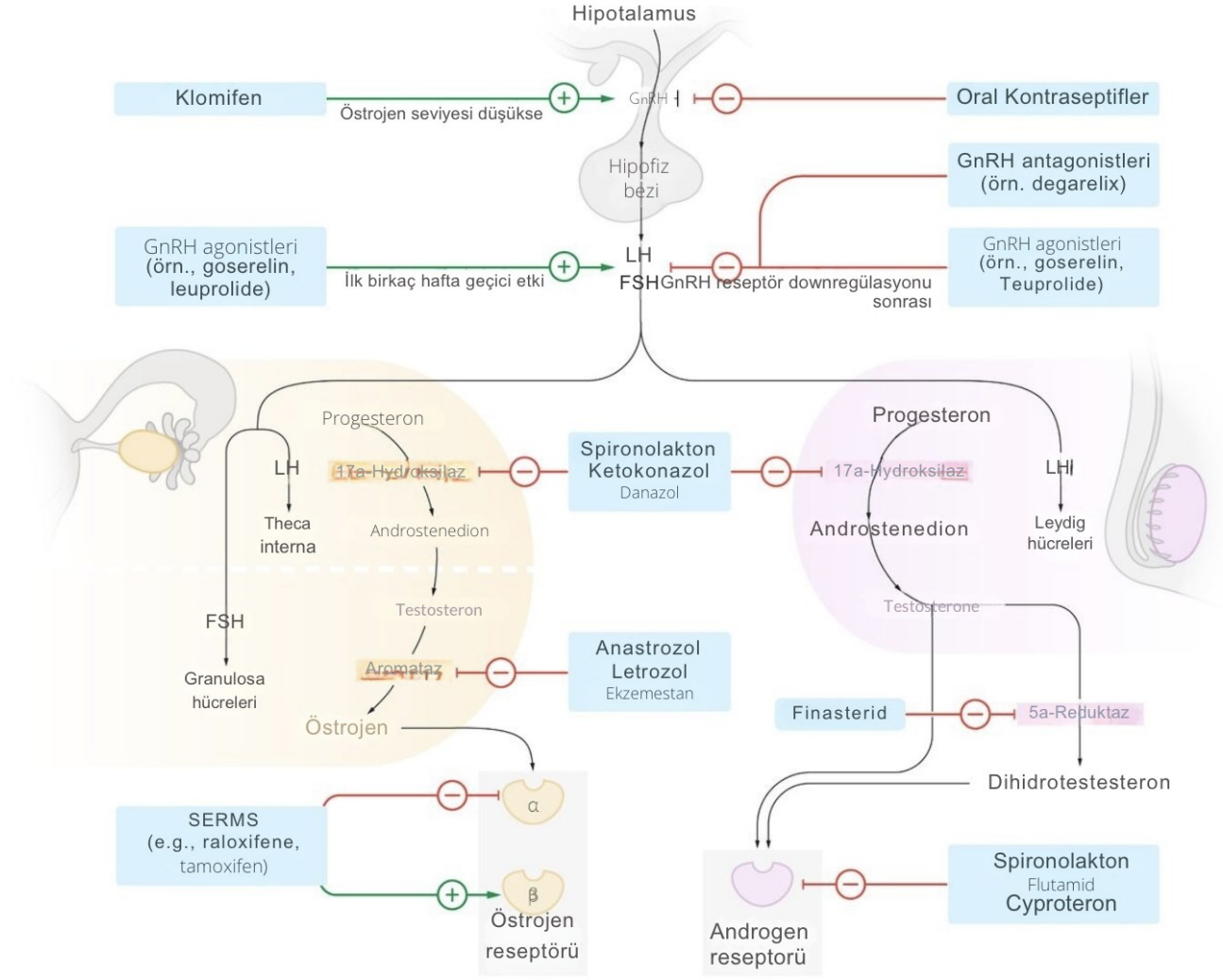
- I, II ve III
- II, V ve VI
- III ve IV
- II, IV ve VI
- I, IV ve VI**

ÇÖZÜM:

Soruda da açıklandığı gibi, LAD-I'de temel bozukluk $\beta 2$ -integrin eksikliğidir; öncülde ise SLe^x eksikliğinden söz edilmiştir, bu durum LAD-II'ye özgüdür, dolayısıyla I. öncül yanlıştır. LAD-I'de selektinler sağlam olduğu için rolling korunur, ancak $\beta 2$ -integrin olmadığı için sıkı adezyon ve transmigrasyon bozulur, bu nedenle II. öncül doğrudur. LAD-III'te Kindlin-3 eksikliği integrinlerin inside-out aktivasyonunu engeller ve trombosit integrinleri de etkilendiğinden kanama diyatezi ortaya çıkar, bu nedenle III. öncül doğrudur. Integrinlerin yüksek afiniteli forma geçmesi endotel kemokinlerinin GPCR aracılı inside-out sinyaliyle olur, kemokin sinyalinin gerekli olmadığı ifadesi yanlıştır, bu nedenle IV. öncül yanlıştır. PECAM-1 transmigrasyon basamağında görev yapar ve blokajında paracellular geçiş bozulurken yüzeyde crawling devam edebilir, bu nedenle V. öncül doğrudur. E-selektin nötrofilin endotel üzerinde yavaş yuvarlanmasını sağlar, E-selektin inhibisyonunda rolling hızlanır ve nötrofil yeterince yavaşlamadığı için integrin aktivasyonu ve firm arrest azalır, bu sebeple VI. öncül yanlıştır. Yanlış olanlar I, IV ve VI'dır.

CEVAP: E

- 32.** Aşağıdaki şekil, kadın ve erkeklerde steroidogenez ile hipotalamo-hipofizer-gonadal (HHG) aksın hormonal geri besleme ilişkisini ve bu süreçte kullanılan bazı farmakolojik ajanların etki yerlerini göstermektedir. Bu aks, hipotalamustan salınan GnRH'nin pulsatif salınımına bağlı olarak hipofizden LH ve FSH salınmasıyla başlar. LH, over ve testiste androgen sentezini uyarırken; FSH, over granüloza hücrelerinde aromataz aktivitesini artırarak östrojene dönüşümü sağlar. Farmakolojik ajanlar, bu aksın farklı basamaklarını inhibe veya aktive ederek ovülasyonu tetikleyebilir, endometriozis/PCOS tedavisinde kullanılabilir veya prostat kanseri ve hirsutizm gibi durumlarda testosteron etkilerini azaltabilir.



Buna göre hangileri doğrudur?

- I. Leuprolide, tedavinin ilk haftalarında LH/FSH salınımını ve dolayısıyla testosteron seviyesini kısa süreli artırır, uzun dönemde ise GnRH reseptörlerini downregüle ederek testosteronu baskılar.
- II. Klomifen, östrojen reseptörlerini hipotalamusta antagonize ederek negatif feedback'i azaltır ve GnRH → LH/FSH artışı yoluyla ovülasyonu tetikler.
- III. Anastrozol, aromataz enzimini inhibe ederek testosteronun östrojene dönüşümünü engeller; bu nedenle östrojen bağımlı meme kanserinde tedavi amacıyla kullanılabilir.
- IV. Finasteride, testosteronun 5α-redüktaz yoluyla DHT'ye dönüşümünü engeller, bu nedenle hem hirsutizm hem benign prostat hiperplazisi yerine prostat kanseri tedavisinde birinci basamak ilaçtır.
- V. Spironolaktan, androgen reseptörü yanında östrojen reseptörünü de bloke eder.

A) I, II ve III

B) IV ve V

C) III ve IV

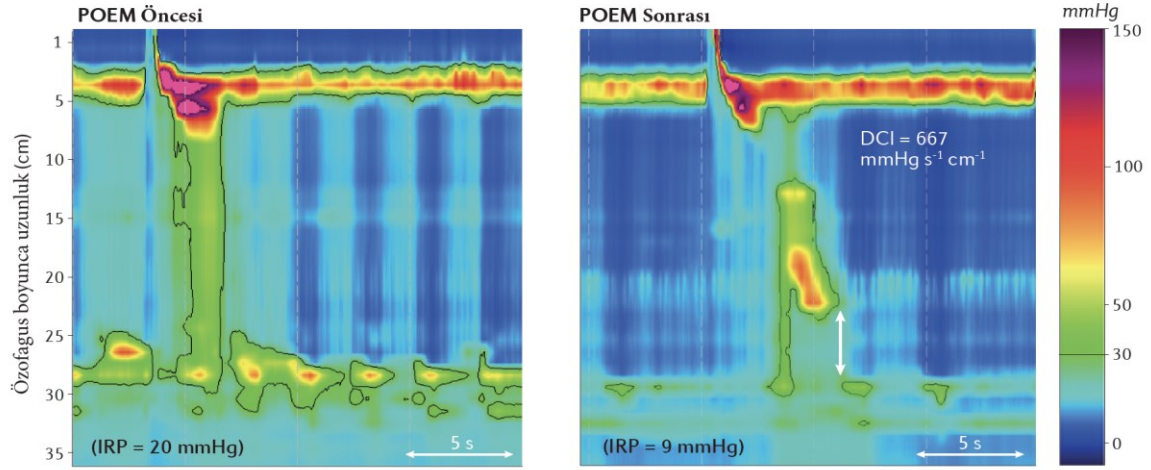
- D) II ve III
E) I, IV ve V

ÇÖZÜM:

Leuprolide tedavisinin başlangıç döneminde GnRH reseptörleri aşırı uyarıldığı için LH ve FSH salınımı geçici olarak artar ve testosteron seviyelerinde kısa süreli bir yükseliş (flare effect) görülür, tedavi devam ettikçe reseptörler downregüle olur ve testosteron baskılanır, bu nedenle I. öncül doğrudur. Klomifen hipotalamusta östrojen reseptörlerini bloke ederek negatif feedback'i azaltır ve GnRH artışı ile LH/FSH düzeylerini yükseltip ovülasyonu tetikler, dolayısıyla II. öncül doğrudur. Anastrozol aromataz enzimini inhibe ederek testosteronun östrojene dönüşümünü engeller ve özellikle östrojen bağımlı postmenopozal meme kanserinde kullanılır. Bu sebeple III. öncül doğrudur. Finasteride ise yalnızca 5α -redüktazı inhibe ederek testosteronun DHT'ye dönüşümünü azaltır ve benign prostat hiperplazisi ile androgenetik alopeside kullanılır, prostat kanserinde birinci basamak tedavi değildir, bu nedenle IV. öncül yanlıştır. Spironolakton östrojen reseptörünü bloke etmez. Bu sebeple V. öncül yanlıştır. Doğru seçenek, I, II ve III olacaktır.

CEVAP: A

- 33.** POEM (Per-oral Endoskopik Miyotomi), akalazya tedavisinde özofagus lümeninden endoskop ile girilerek submukozal bir tünel açılması ve alt özofagus sfinkterinin dairesel kas liflerinin kesilmesi esasına dayanır. Böylece EGJ (özofagogastrik bileşke) basıncı azaltılır ve yutma sırasında oluşan çıkış direnci ortadan kaldırılır. Aşağıdaki yüksek çözünürlüklü özofagus manometrisi (HRM) panelinde bir hastanın POEM öncesi ve POEM sonrası bulguları görülmektedir. IRP, yutma sırasında EGJ'nin relaksasyon yeterliliğini ölçer ve yüksek olması çıkış obstrüksiyonunu gösterir. DCI ise özofagusun distal segmentindeki kasılma gücünü gösteren bir parametredir. Chicago Sınıflaması v4.0'a göre $DCI < 450 \text{ mmHg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ hipokontraktiliteyi, 450–8000 arası normal peristaltizmi, > 8000 ise hiperkontraktil kasılmayı gösterir.



Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangileri yanlıştır?

- I. POEM öncesi pan-özofageal basınçlanma ve yüksek IRP, tip II akalazyaya özgü bir manometri paternidir.
- II. POEM sonrası IRP'nin 9 mmHg olarak ölçülmesi, EGJ çıkışındaki obstrüksiyonun devam ettiğini gösterir.
- III. POEM sonrasında DCI'nin yaklaşık $667 \text{ mmHg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ olması, azalmış peristaltik kasılmayı düşündürür.
- IV. POEM öncesi kısa peristaltik kasılma fragmanının görülmesi, akalazyaya tanısını dışlar.
- V. POEM işlemi sonrasında asit reflü gelişme riski artar, bu nedenle pH monitorizasyonu ve/veya PPI tedavisi gerekebilir.
- VI. Görüntüde spastik distal kasılmalar belirgin olduğu için hasta tip III akalazyadır.

A) I ve IV

B) II, III, IV ve VI

C) I, IV ve VI

D) I, III, IV ve V

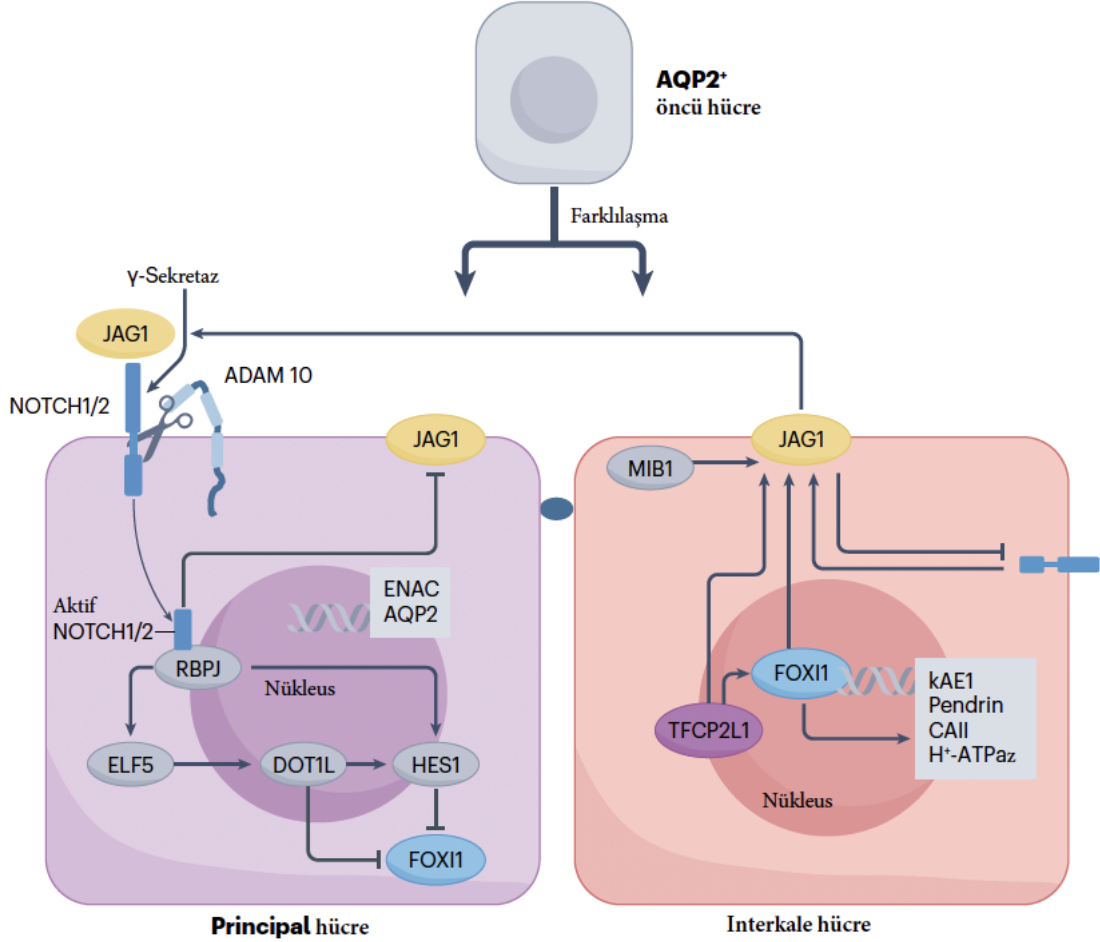
E) I, II ve VI

ÇÖZÜM:

POEM işleminde alt özofagus sfinkterinin dairesel kas lifleri endoskopik olarak kesilerek EGJ basıncı azaltılır ve tip II akalazyada görülen çıkış direnci ortadan kaldırılır. Bu manometride POEM öncesi yüksek IRP ve pan-özofageal basınçlanma tip II akalazyaya için tipiktir, bu nedenle I. öncül doğrudur. POEM sonrasında IRP'nin 9 mmHg'ya düşmesi, EGJ'nin artık yeterli relaksasyon gösterdiğini ifade eder, bu nedenle II. öncül yanlıştır. DCI'nin $667 \text{ mmHg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ olması, Chicago sınıflamasına göre normal bir peristaltik kasılmayı gösterir, bu nedenle III. öncül yanlıştır. POEM öncesi kısa peristaltik fragmanın görülmesi akalazyayı dışlamaz; tip II akalazyada kasılma gücü korunmuş, çıkış kapalıdır, bu nedenle IV. öncül yanlıştır. POEM sonrası alt sfinkter bariyerinin zayıflaması nedeniyle asit reflü gelişme riski artar, bu nedenle V. öncül doğrudur. Görüntüde spastik distal kasılmalar yoktur, tip III akalazyaya spastik kasılmalarla seyrederek, dolayısıyla VI. öncül yanlıştır. Doğru cevap II, III, IV ve VI olacaktır.

CEVAP: B

34. Toplayıcı kanal epitelinde AQP2⁺ prekürsör hücreler, principal ve interkale (Tip A ve Tip B) hücrelerine farklılaşabilir. Principal hücreler su geri emiliminden (AQP2, ADH aracılığıyla) ve sodyum geri emiliminden (ENaC, aldosteron aracılığıyla) sorumludur. Buna karşılık interkale hücreler, asit-baz dengesinin korunmasında rol oynar; Tip A interkale hücreler H⁺ salgılar, Tip B interkale hücreler ise HCO₃⁻ salgılar. Hücresel farklılaşmanın yönü, NOTCH1/2 – JAG1 eksenini ile FOXI1 – TFCEP2L1 transkripsiyon programı tarafından belirlenir. NOTCH1/2 sinyalinin aktifleşmesi principal hücre fenotipini desteklerken, NOTCH sinyalinin baskılanması ve FOXI1 aktivasyonunun artması, hücrenin interkale fenotipe yönelmesine yol açar.



Buna göre, hangileri yanlıştır?

- NOTCH1/2 aktivasyonu, RBPJ kompleksi aracılığıyla ENaC ve AQP2 ekspresyonunu artırır ve FOXI1'i baskılayarak hücrenin principal fenotipe yönelmesine neden olur.
- Interkale hücre farklılaşması, NOTCH sinyalinin azalmasını ve FOXI1 – TFCEP2L1 aksının güçlenmesini gerektirir; bu süreçte kAE1, Pendrin, CAII ve H⁺-ATPaz ekspresyonu artar.
- MIB1 ve TFCEP2L1, JAG1'in yıkımını artırarak interkale hücre gelişimini baskılar.
- FOXI1, interkale hücre gen programının ana düzenleyicisidir; FOXI1 eksikliği hücrelerin principal-benzeri, AQP2⁺/CAII⁺ hibrit fenotipe kaymasına neden olabilir.
- ADAM10 ve γ-sekretazın inhibisyonu, NOTCH aktivasyonunu engellediği için hücrenin principal fenotip yerine interkale hücre yönünde farklılaşmasını kolaylaştırabilir.

VI. Aldosteron etkisi altında principal hücrelerde ENaC aracılı Na^+ geri Emilimi artar ve buna bağılı K^+ sekresyonu artar; interkale hücre fonksiyonundaki kayma metabolik alkalozaya zemin hazırlayabilir.

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

ÇÖZÜM:

Principal hücre farklılaşması NOTCH1/2 aktivasyonuna bağılıdır; bu durumda RBPJ kompleksi ENaC ve AQP2 ekspresyonunu artırırken FOXI1 baskılanır, dolayısıyla I. öncül doğrudur. İnterkale hücre farklılaşmasında ise NOTCH sinyalinin baskılanması ve FOXI1–TFCP2L1 aksamın aktive olması kAE1, pendrin, CAII ve H^+ -ATPaz gibi interkale hücre genlerinin ekspresyonunu artırır, bu nedenle II. öncül doğrudur. MIB1 ve TFCP2L1 JAG1'in yıkımını artırmaz; aksine JAG1 sekresyonunu ve FOXI1 aktivitesini destekleyerek interkale hücre hattını güçlendirir, bu nedenle III. öncül yanlıştır. FOXI1 interkale hücre programının ana düzenleyicisidir; FOXI1 eksikliğinde hücreler AQP2 ve CAII'yi aynı anda ifade eden hibrit bir fenotipe kayar, bu nedenle IV. öncül doğrudur. ADAM10 ve γ -sekretaz inhibisyonu NOTCH aktivasyonunu azaltarak principal fenotipi baskılar ve interkale yönelimi artırabilir, dolayısıyla V. öncül doğrudur. Aldosteron principal hücrelerde ENaC aracılı Na^+ geri Emilimini ve buna bağılı K^+ sekresyonunu artırır; fakat interkale hücre fonksiyonundaki bozulma genellikle asit salgılama kusuruna bağılı metabolik asidoza yol açar, alkalozaya değil, bu yüzden VI. öncül yanlıştır. Doğru cevap III ve VI olacaktır.

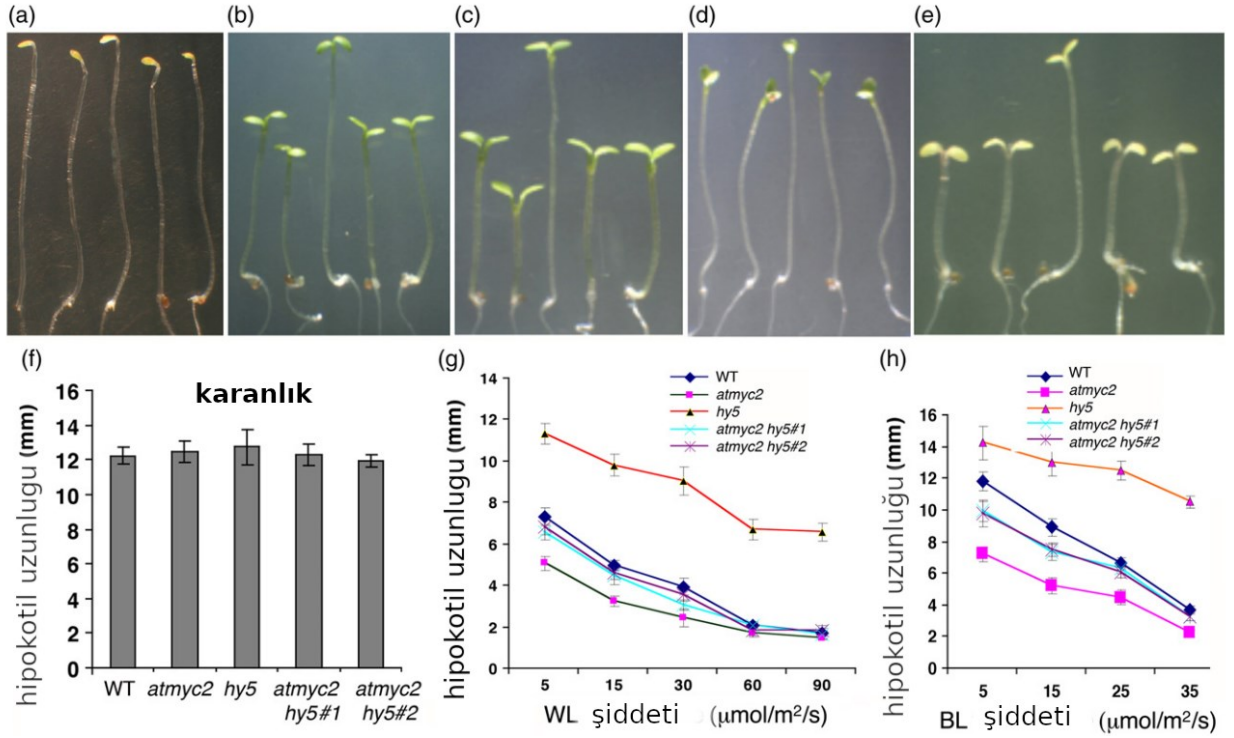
CEVAP: B

BİTKİ ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ

35. Arabidopsis MYC2 bHLH transkripsiyon faktörü, mavi ışık (BL) aracılı fide gelişiminde düzenleyici bir rol oynar. HY5 bZIP proteini ise birçok dalga boyundaki ışığa bağlı bir düzenleyici göreve sahiptir ve fotomorfogenezi kontrol eder. Hem MYC2 hem de HY5, farklı transkripsiyon faktörü sınıflarına ait olmalarına rağmen, birden fazla sinyal yolunun düzenleyicileri olarak işlev görür. Ancak, bu iki transkripsiyon faktörünün fide gelişimindeki işlevsel ilişkileri hâlâ bilinmemektedir. Bu ilişkileri açığa çıkarmak için yapılan deneyler aşağıdaki şekillerdeki gibidir.

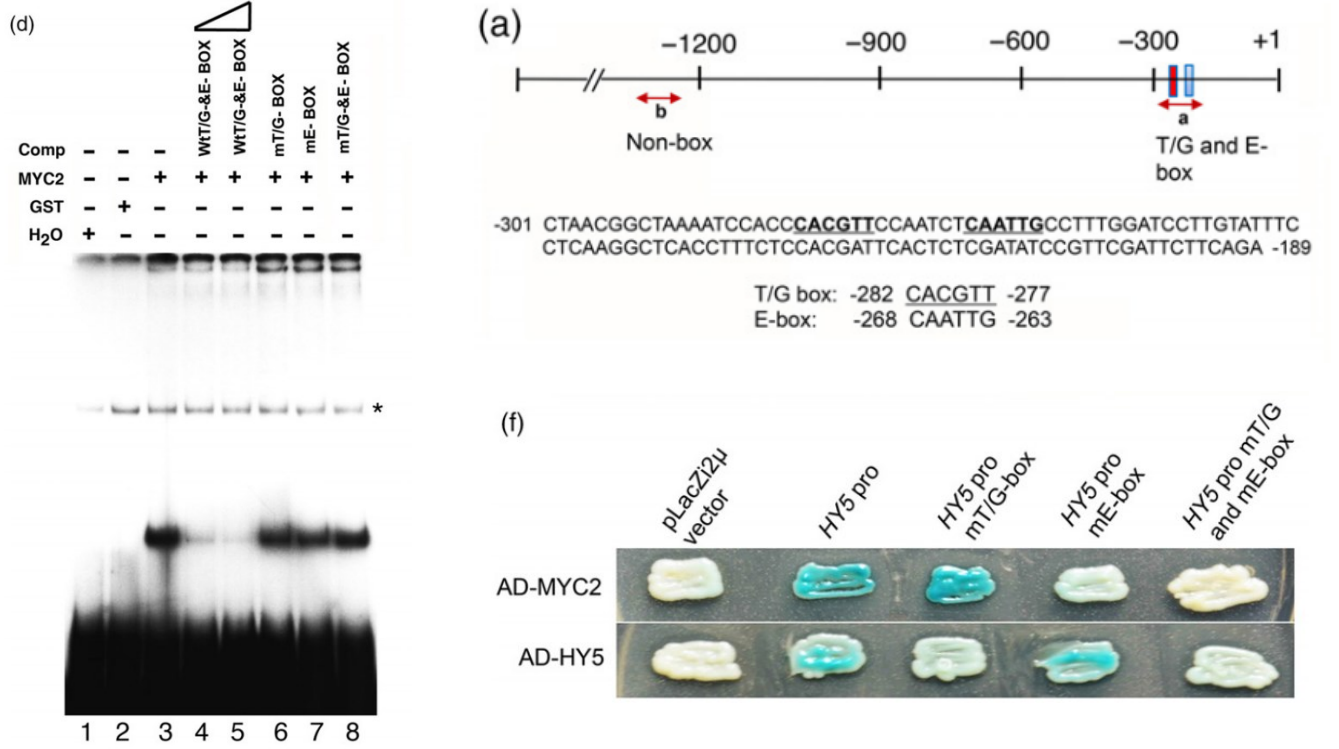
İlk deneyde MYC2 ve HY5 faktörlerini fonksiyonunu anlamak için yabani tip (WT), HY5 mutanlığı (hy5), MYC2 mutanlığı (atmyc2) ve MYC2 HY5 çifte mutanlığı (atmyc2 hy5 #1, #2) fide hatları üretildi (sorudaki bütün mutanlığı işlev kaybı mutasyonu olarak farzedin).

Daha sonra bu fideler karanlık, beyaz ışık (WL), mavi ışık, kırmızı ışık, uzak kırmızı ışık maruziyeti altında bırakıldı ve sonuçları gözlemlendi.



Her panelde (a–e), yabani tip (WT), atmyc2, hy5 ve atmyc2 hy5 fideleri (soldan sağa doğru) gösterilmiştir. (a–e) 6 günlük fidelerin görünür fenotipleri: (a) karanlıkta, (b) beyaz ışıkta (WL: 20 $\mu\text{mol m}^2/\text{sn}$), (c) mavi ışıkta (BL: 30 $\mu\text{mol m}^2/\text{sn}$), (d) kırmızı ışıkta (RL: 90 $\mu\text{mol m}^2/\text{sn}$) ve (e) uzak kırmızı ışıkta (FR: 1.5 $\mu\text{mol m}^2/\text{sn}$).

MYC2'nin HY5'in promoter bölgesi ile ilişkili olarak regülasyon gerçekleştirdiğini tahmin ediyorsunuz. Bu ilişkiyi daha detaylı açıklamak için Yeast-1-Hybrid Assay(f) ve Electrophoretic Mobility Shift Assay (d) yapıyorsunuz.



Şekil: (a) HY5 promoter bölgesinin bir diyagramıdır. Bu promoter T/G ve E box olmak üzere iki adet regülatör bölge içerir. (d) deneyinde saflaştırılmış GST-MYC2 füzyon proteinleri ve işaretlenmiş HY5 promoter yapıları kullanılmıştır. 3. hattan sonra öncelikle artan konsantrasyonlarda işaretlenmemiş promoter (4 ve 5. hat) daha sonra sırasıyla T/G-Box, E-Box ve her iki bölgeden de mutasyona uğratılmış promoter yapıları ile yarışma deneyleri yapılmıştır.(6,7,8). (f) deneyinde sırasıyla boş pLacZi2μ vektörü, bu vektöre klonlanarak üretilmiş hy5 promoter-LacZ yapısı ve bu yapının çeşitli bölgelerden mutasyona uğratılmış varyantları ile aktivasyon domaini(AD) füzyon proteinleri maya kolonilerine kotransfekte edilmiştir. Elde edilen maya kolonileri X-gal içeren ortamda büyütülüp sonuçlar gözlemlenmiştir.

I. Fideler tarafından verilen bu mavi ışık cevabı başlıca fitokromlar tarafından yönetilmektedir.

II. HY5 fotomorfogenezi teşvik edici bir role sahiptir

III. MYC2 etkisini başlıca E-boxa bağlanarak gösterir.

IV. (d) deneyinde elde edilen (*) sembolü ile işaretli bant deney sonucuyla ilişkilidir.

V. Uzak kırmızı ışık bitkileri de-etiole duruma geçirmek konusunda kırmızı ışığa göre daha etkilidir.

Buna göre yukardaki ifadelerden hangisi / hangileri yanlıştır?

A) I ve III

B) I, III ve IV

C) I, II ve V

D) II ve V

E) I ve IV

ÇÖZÜM:

1 - Fitokromlar kırmızı ışık reseptörleridir. Bu deneyler mavi ışık reseptörleri ile ilgili

2 - Fotomorfogenez olayında fidelerin boyutlarının küçülüp klorofil üretimin artmasını bekleriz. Hy5 mutantı fideler ışık altında bu özellikleri göstermediği için hy5 fotomorfogenezi destekler denebilir.

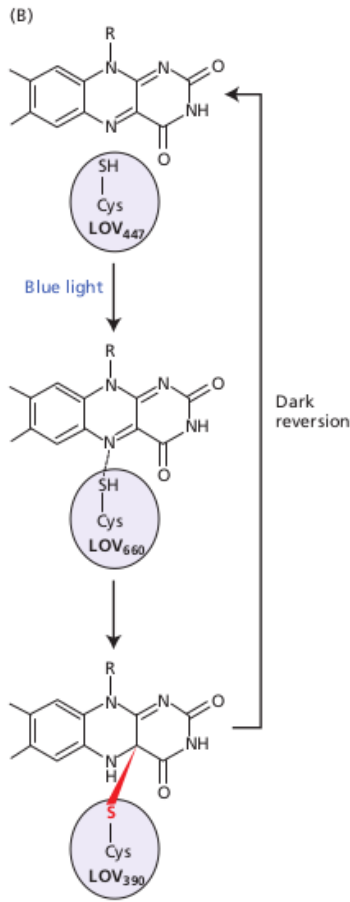
3 - Yeast-one-hybrid deneyinde AD bağlı MYC2 verildiği durumda mutant E box içeren maya hücreleri X-Gal varlığında mavi renk veremediği (aktif Beta Galaktosidaz üretilmediği için) düzgün bir E-box bölgesi MYC2 aktivitesi için gereklidir

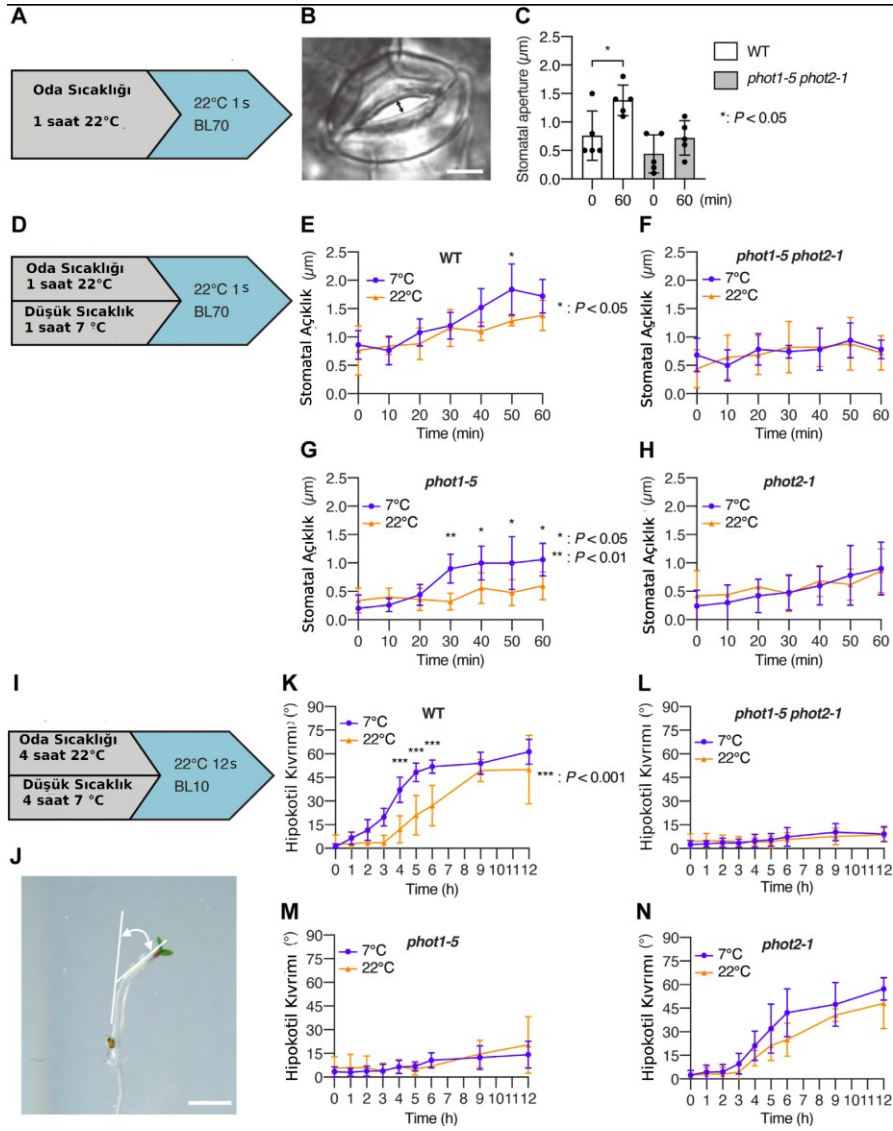
4 - Kontrol hattında da (en soldaki sadece su eklenmiş olan) bu bant görüldüğü için deney sonucu ile ilişkili olmadığı düşünülebilir.

5 - İlk deneyde (d) ve (e) panellerine baktığımız zaman, uzak kırmızı ışık verilen panelde (e) daha belirgin bir fotomorfogenez yanıtı olduğunu görüyoruz.

CEVAP: E

36. Priming, organizmaların gelecekteki çevresel koşulları öngörerek fizyolojik tepkilerini ayarladığı biyolojik bir olgudur. Sıcaklık bu süreçte önemli bir rol oynayabilir; gündüz yükselir, gece düşer ve bulutlar ışıma yoluyla soğumayı engellediği için bulutlu geceler daha sıcaktır. Ancak bitkilerin gece soğuşunu algılayarak şafaktaki tepkilerini buna göre ayarlayıp ayarlamadığı belirsizdir. Fototropinler, bitkilere özgü mavi ışık reseptörleridir; N-uçlarında LOV domaini C-uçlarında ise bir kinaz alanı bulunur. Karanlıkta LOV alanları flavin mononükleotit (FMN) ile inaktif halde bağlanır; mavi ışıkla uyarıldıklarında FMN ile kovalent bağ oluşturarak aktif hale geçerler. Fototropinlerin ayrıca, gece-günlük sıcaklık düşüşlerini algılayabilen ve böylece şafak vakti ışık kaynaklı tepkileri modüle edebilen bir ısı sensörü (thermosensor) ve böylece çeşitli koşullarda priming (cold priming) olayıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir, bu düşünceleri incelemek için deneyler yapılmıştır.





(A) 22 °C’de (karanlıkta 1 saat ve ardından 1 saat 70 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ dozunda mavi ışık (BL) uygulaması) yapılan ön-uyarımla stoma açılımını başlatmak için kullanılan koşullar. (B) Stoma açıklığının ölçümü için örnek görüntü (ölçek: 5 μm). (C) WT (wild-type) ve *phot1-5 phot2-1* çift mutantında ön-uyarımdan sonra stoma açılımı ($n=5$, t -testi). (D) 7 °C (soğuk priming) veya 22 °C (kontrol) ön-uyarımıyla kullanılan koşullar. (E–H) Soğuk priming sonrası WT, *phot1-5 phot2-1*, *phot1-5* ve *phot2-1* genotiplerinde stoma açılımı ($n=5$). (I) 10 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ mavi ışıkla uyarı başlatmak için kullanılan koşullar. (J) Hipokotil eğriliğinin ölçüm görüntüsü (ölçek: 5 mm). (K–N) Soğuk priming sonrası WT ve mutantlarda fototropizm ölçümleri ($n=5$). Değerler ortalama $\pm$ SD; yıldızlar anlamlı farkları göstermektedir (Student t -testi veya Šidák testi). Primingler karanlık koşullarda yapılmıştır.

I. Deneyde kullanılan mavi ışık öncesi koşullar şafak vakti öncesini modeller.

II. Karanlıkta bekleme sonrası mavi ışık uygulamasına bağlı gelişen hipokotil kıvrılmasına esas olarak *phot1* tarafından aracılık edilir ve *phot2* bu tepkinin soğuk primingine aracılık eder.

III. Fototropin 2 soğuk uygulamasına yanıt olarak stoma plazma zarındaki Ca^{++} kanallarını aktive ediyor olabilir.

IV. Işıkla indüklenen stoma açılmasına phot1 ve phot2 tarafından aracılık edilirken, soğuk primingine sadece phot2 tarafından aracılık edilir

Buna göre yukardaki ifadelerden hangisi/hangileri doğrudur?

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

ÇÖZÜM:

1 - Şafak vakti öncesi zamanlarda ortamın karanlık ve havanın soğuk olması beklenir. Bu deneyde mavi ışık öncesindeki karanlık + soğuk durumu bu olayı modellemektedir.

2 - Gerek çift mutant ve gerekse phot1 mutantında kıvrılma neredeyse sıfıra yakın seyrederken, phot2 mutantında wild type yakın kıvrılma gerçekleşmiş bu durum phototropizmde (kıvrılmaya) esas olarak Phot1 in aracılık ettiğini ortaya koymaktadır. Ve ayrıca phot2 mutantında wild type daki gibi kıvrılma olmasına rağmen cold priming etkisinin görülmemesi, phot2 nin soğuk hazırlamasına aracılık ettiğini ortaya koymaktadır

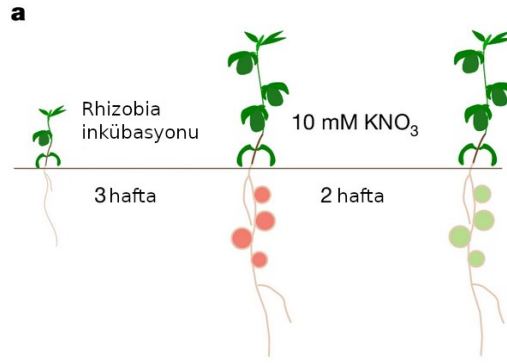
3 - Stoma plazma zarındaki Ca^{++} kanallarının aktivasyonu stoma kapanması cevabını oluşturur. Fototropin 2 soğuk ve karanlık uygulaması sonrasındaki mavi ışık durumunda stomaları açtığı için bu kanalları aktive etmesi olası değildir.

4 - Grafiklerden görüldüğü üzere gerek single mutantların her birinde ve gerekse çift mutantlarda stomatal açıklık kontrol (wild type) bitkilerinden çok düşüktür ve phot1-5 mutantında soğuk priming etkisi görülürken, phot2-1 mutantında görülmemektedir(Şekil 1G, H). Bu bulgu, phot1'in değil, phot2'nin Arabidopsis'te stoma açılmasının soğuk hazırlamasını ve dolayısıyla açıklığı arttırmasına aracılık ettiğini göstermektedir)

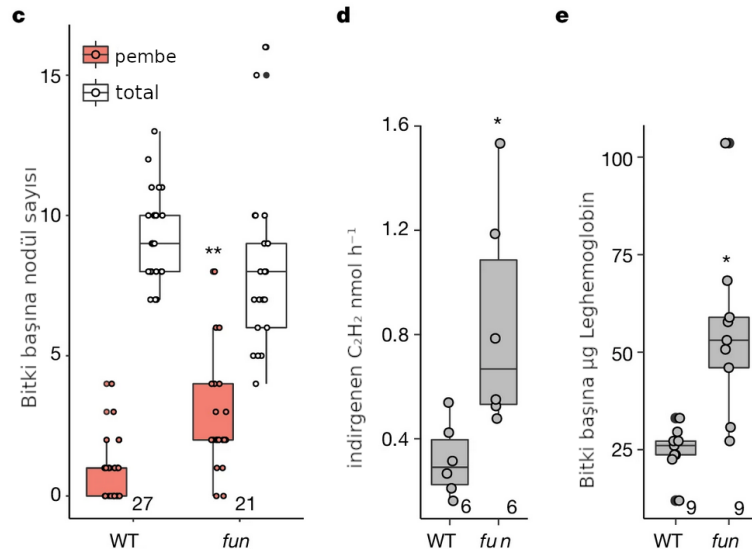
CEVAP: C

37. Baklagillerde azot dengesi, topraktan alınan nitrat ile kök nodüllerinde simbiyotik bakteriler tarafından gerçekleştirilen azot fiksasyonu arasındaki etkileşimle sağlanır. Bitkiler, çevredeki azot koşullarına göre nodül işlevini ayarlayarak bu dengeyi korur. Bu mekanizma, nodüllerin çevresel sinyallere nasıl yanıt verdiğini anlamak için yapılacak deneysel çalışmalar açısından önemlidir.

Çeşitli çevrelere verilen yanıtları keşfetmek için LORE1 adında bir retrotransposon içeren *Lotus japonicus* bitkilerine nodül oluşumu sonrasında KNO_3 uygulandı ve bu uygulamadan sonra kırmızı nodüllere sahip bitkiler seçildi. (leghaemoglobin tarafından üretilen kırmızı/pembe nodüller azot bağlayıcı işlevsel nodüller olup işlevini korumayan yaşlı (senescent) nodüller ise yeşil renk alır)

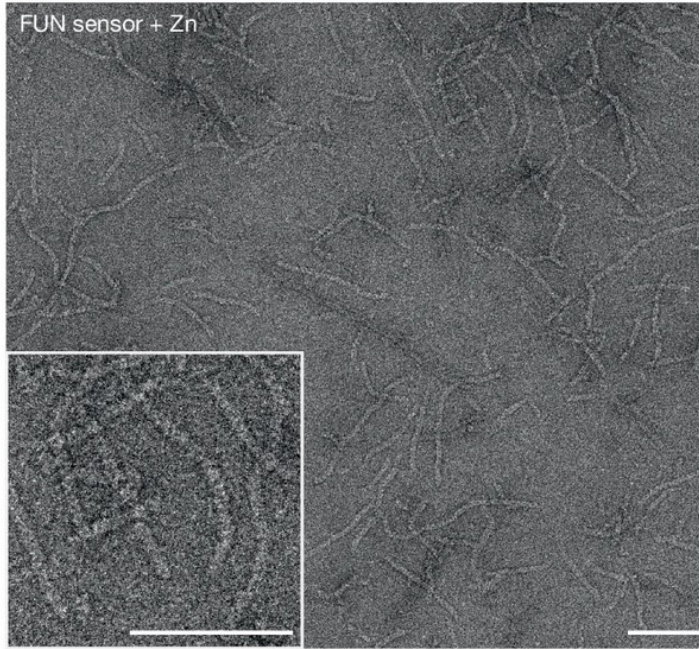


Bu deneyde seçilen bitkilerden bir tanesi de *fun* (*fixation under nitrate*) mutantıdır. Genetik araştırmalar FUN geninin bZIP domaini içeren bir transkripsiyon faktörü olduğunu keşfetmiştir. Bu proteinin fonksiyonunu incelemek için *fun* bitkiler; bitki başına nodül sayısı, indirgenen asetilen, bitki başına leghemoglobin konsantrasyonu gibi ölçeklerde normal bitkilerle karşılaştırılmıştır.

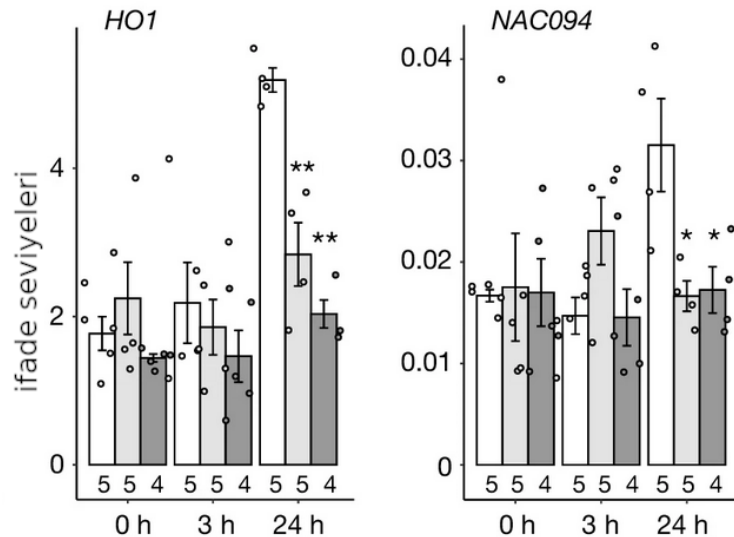
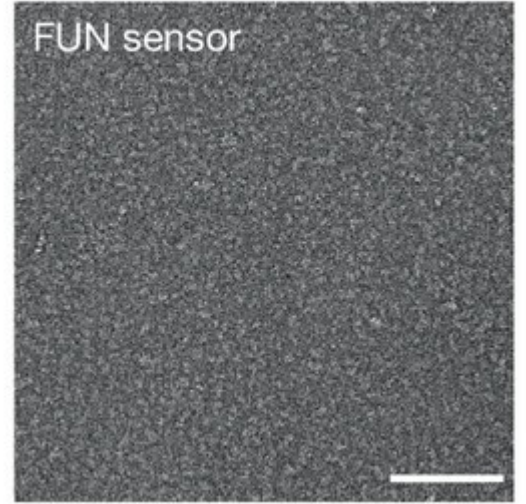


FUN proteininin bir çinko sensörü olduğu düşünülüyor. Bir sonraki deneyde izole edilmiş FUN proteinleri çinko varlığında ve yokluğunda negative-stain elektron mikroskopisi ile görüntülendi. Bunun yanında WT, *fun*, *fun-3*(yapay ekzon insersiyonlu *fun* mutan) bitkiler arasında HO1 (Leghemoglobin parçalayıcı bir hem oksidaz) ve senesence ilişkili NAC094 geninin ifade seviyeleri karşılaştırıldı. FUN proteininin topraktaki nitrat miktarına göre bitkide azot fiksasyonunu kontrol eden bir sensör olduğu düşünülmektedir ve bu kapsamda hücre içi çinko konsantrasyonunun FUN proteini regule ettiği düşünülmektedir.

f



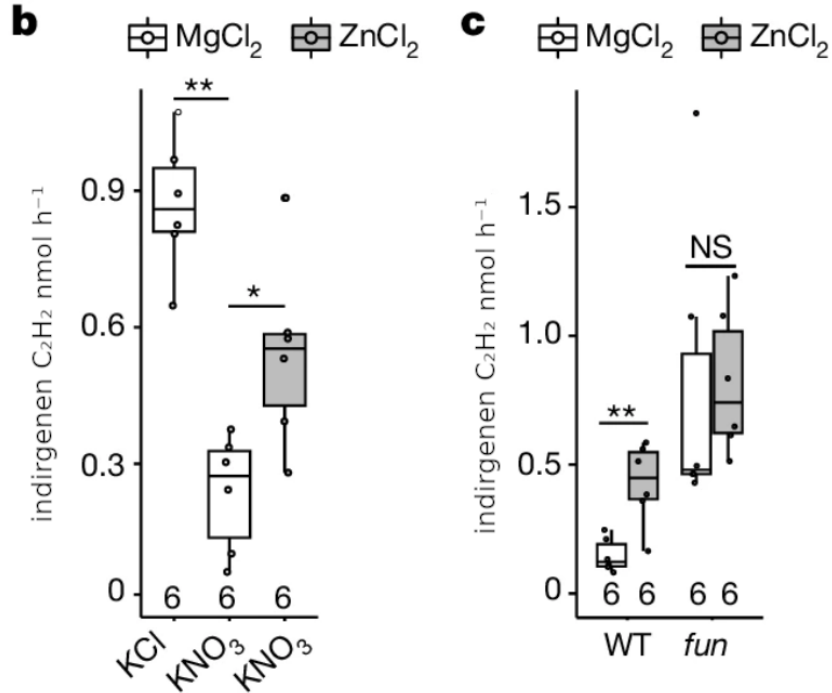
g



□ WT
□ *fun*
■ *fun-3*

□ WT
□ *fun*
■ *fun-3*

Bu deneylerin ardından, yabanıl tip (WT) bitkilerde çinko ve nitratın etkilerini incelemek amacıyla farklı koşullarda asetilen indirgenme (ARA) ölçümleri yapılmıştır. Aynı koşullar *fun* mutant bitkilere de uygulanmış ve aynı parametreler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. (c grafiğindeki bitkiler deney öncesinde KNO₃ veya KCl maruziyeti altında kalmıştır) (NS- istatistiksel anlamlılık yok, * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$)



Şekil b ve c de nitrat (KNO₃) uygulanmış bitkilere 500 μ M ZnCl₂ uygulaması yapılmıştır.

Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- FUN proteininin filamentöz** formu inaktiftir.
- Asetilen kullanıldığı deneylerde nitratı taklit eder.
- EDTA ve çinko varlığında filamentöz FUN miktarının azalmasını bekleriz.
- Doğal şartlarda yüksek nitrat varlığında nodüllerdeki çinko miktarı azalır.
- Filament formdaki FUN hücrede fazla ise nodüllerde pembe renkte azalma görülür.

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

ÇÖZÜM:

1 - FUN proteinin ürettiği yanıt nitrat varlığında azot fiksasyonunu inhibe eder (aktif fun azot fiksasyonunu inhibe eder). Bu inhibisyon olayı çinko varlığında ortadan kalkmıştır ve çinko varlığında fun proteinlerinin filamentöz forma geçtiği elektron mikroskopisi ile doğrulanmıştır. Bu nedenle FUN proteinin filamentöz formu inaktiftir.

2 - Asetilen aralarında üçlü bağ bulunan iki karbon elementinden oluşur ve yapısı gereği atmosferik nitrojene çok benzer olduğu için bu tip azot fiksasyonu deneylerinde atmosferik nitrojenin yerini alır.

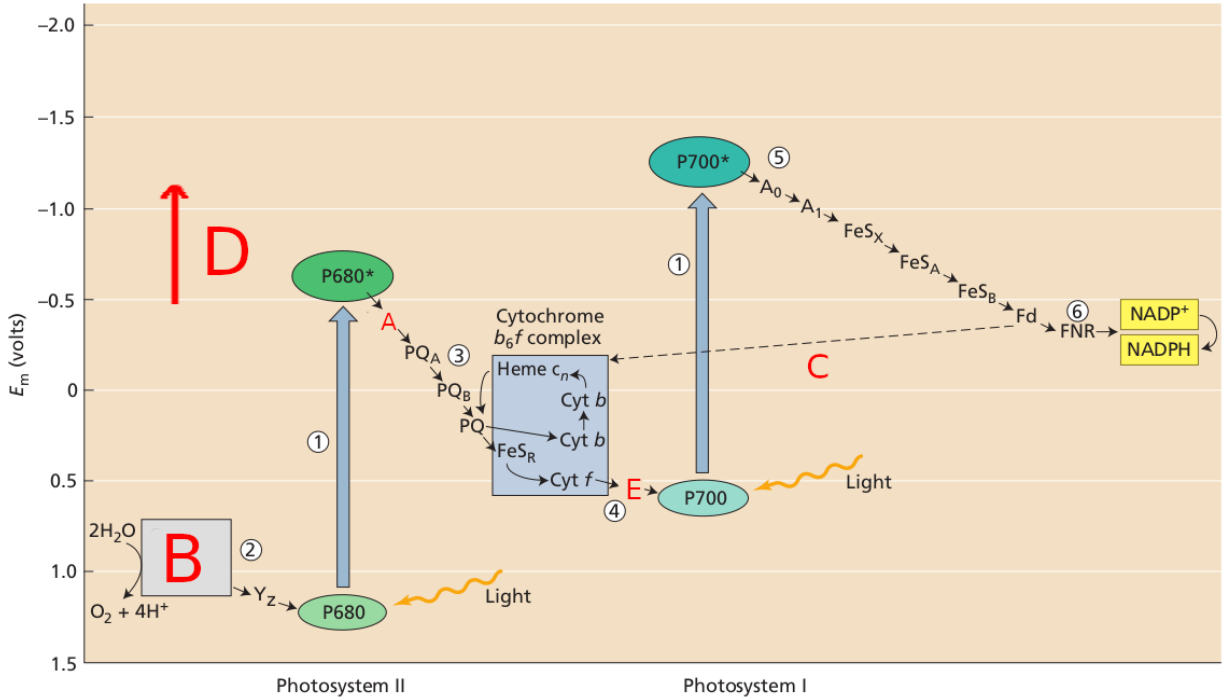
3 - EDTA çinko gibi demirleri bağlayabilen bir demir şelatıdır. Ortamda serbest çinkonun varlığı FUN proteinini filamentöz duruma geçireceği için ortamdaki serbest çinko varlığını azaltacak olan EDTA gibi ajanlar FUN'ın filamentöz formunun varlığını azaltır.

4 - FUN yüksek nitrat varlığında bitkilerin atmosferik azotu fikse etmek yerine hazır nitrati almalarına yönlendirir. Ortamdaki çinko varlığının azot fiksasyonu ile ilişkisinin sadece FUN üzerinden olduğunu deneylerde gördük. Buna göre ortamda nitrat fazla olduğunda FUN proteininin aktif (filamentöz olmayan) formunda bulunması için çinko miktarının azalması gerekmektedir.

5 - Leghemoglobin parçalayıcı hem oksidaz (HO1) ifadesi FUN varlığında artmıştır. Bu artış bitkilerdeki leghemoglobin miktarını azaltarak pembe renkte azalma gösterebilir.

CEVAP: D

38. Aşağıda detaylı bir fotosentetik Z şeması gösterilmiştir. Kırmızı işaretli noktalar hakkında söylenenlerden hangisi yanlıştır?



- A) B yapısında Mn elementi bulunur.
- B) E yapısı tilakoid zarında çözülmüş vaziyettedir.
- C) D oku yönüne gidildikçe indirgeyicilik artar.
- D) A molekülü bitki pigmentleri üzerinde TLC deneyi yapıldığı zaman gri bant olarak görünür.
- E) C okuyla başlayan süreç C4 bitkileri için önemlidir.

ÇÖZÜM:

A - Oxygen-Evolving-Complex, Mn elementinin oksidasyon durumlarından faydalanarak suyu parçalar

B - E yapısı plastosiyanindir ve bakır içeren bir tilakoid lümen proteinidir.

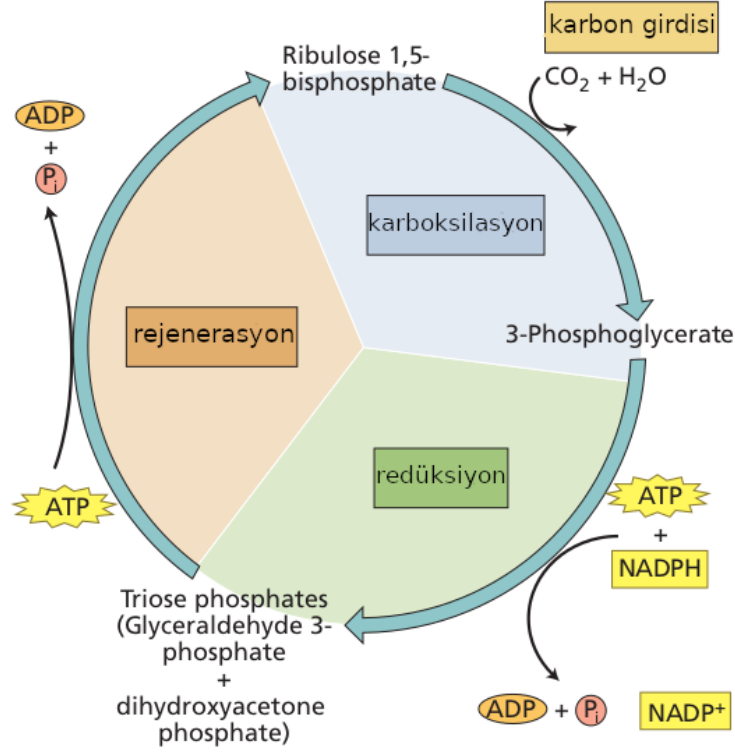
C - D oku yönünde gidildikçe indirgeyicilik artar.

D - A molekülü feofitindir ve TLC deneyi ile pigmentler ayrıldığı zaman renksiz(gri) bant oluşturur.

E - C okuyla başlayan süreç (devirsel olmayan elektron akışı) NADPH üretmez fakat bolca ATP üretir bu da C4 bitkileri için önemlidir (C4 metabolizmasının ATP ihtiyacı daha fazla)

CEVAP: B

39. Aşağıda Calvin döngüsünün bir şeması verilmiştir.
Bu döngüyle ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?



- A) Rejenerasyon aşamasında en fazla sayıda enzim kullanılır.
- B) Karboksilasyon aşamasını gerçekleştiren enzim için CO₂ aynı zamanda bir aktivatör görevi görür.
- C) Üretilen her 6 trioz fosfatın 5 tanesi süktroz sentezinde kullanılır.
- D) Karboksilasyon aşamasında reaksiyona giren şeker 5 karbonludur.
- E) Redüksiyon aşamasında görev yapan iki enzimden sadece bir tanesi NADPH kullanır.

ÇÖZÜM:

- A - Rejenerasyon aşaması en fazla enzim içeren süreçtir (yaklaşık 8 enzim)
- B - CO₂ rubisco için hem substrat hem de karbamilleşme yoluyla regülatördür.
- C - Üretilen her 6 trioz fosfatın 5 tanesi RuBP rejenerasyonunda kullanılır
- D - RuBP beş karbonlu bir şekerdir, fiksasyon aşamasında CO₂ ile birleşerek 3 karbonlu iki şekere dönüşür
- E - Redüksiyon aşamasında kullanılan enzimlerden (Glikolizdeki iki reaksiyonun tersi) sadece bir tanesi NADPH kullanır.

CEVAP: C

40. Vivipary tohum daha ana bitki üzerindeyken çimlenmesi durumudur. Özellikle mısır, buğday gibi tahıl bitkilerinde sıkça görülebilmektedir. ABA ve GA hormonları ve bunların birbirine göre oranları ile kontrol edilen bir durumdur. Mısır bitkisinde vivipary mekanizmasının anlaşılmasına yönelik yürütülen bir çalışmada GA ve ABA yönünden tek veya çift mutant taşıyan 4 farklı mutant genotip (A, B, C, D) ve yabani tip (E) yetiştirilmiştir. Çalışmada her bir genotipte vivipary gerçekleşme durumu gözlemlenmiş ve eş zamanlı kurulan paralel çalışmada ise bu genotiplerin her birine dışardan ABA uygulaması yapılarak vivipary durumları not edilmiştir. Çalışmalar sonucunda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

- I. A, B, ve E genotiplerinde vivipary gözlemlenmemiştir.
- II. C ve D genotiplerinde vivipary gözlemlenmiştir.
- III. Dışardan ABA uygulaması sadece C genotipinde vivipary durumunu ortadan kaldırmıştır.

Bu sonuçlara göre bu genotiplere ilişkin aşağıda verilen ifadelerden hangisi söylenemez?

- A) A ve B genotiplerinde eksik-ABA ve eksik-GA mutasyonu vardır.
- B) A ve B genotiplerinde ABA-duyarsız ve eksik-GA mutasyonu vardır.
- C) C genotipinde eksik-ABA ve normal-GA üretimi vardır.
- D) **D genotipinde eksik-ABA ve normal-GA üretimi vardır.**
- E) E genotipinde normal-ABA ve normal-GA üretimi vardır.

ÇÖZÜM:

Vivipary mekanizması, tohumun uyku halini (dormansi) sağlayan Absisik Asit (ABA) ile çimlenmeyi teşvik eden Giberellin (GA) arasındaki dengeye dayanır; normal şartlarda (E tipi - Yabani tip) ABA baskındır ve çimlenme engellenir. Deney sonuçları incelendiğinde, C ve D genotiplerinde vivipary görülmesi, bu bitkilerde ABA baskısının kırıldığını gösterir. C genotipine dışarıdan ABA verildiğinde vivipary durumunun durması, bu genotipin reseptörlerinin sağlam olduğunu ancak yeterli ABA üretilmediğini (ABA-eksik mutanti) kanıtlar. Buna karşılık D genotipine dışarıdan ABA verilmesine rağmen vivipary durumunun devam etmesi, bitkinin ortamdaki ABA'yı algılayamadığını, yani sorunun üretimde değil algılamada olduğunu (ABA-duyarsız mutanti) gösterir. A ve B genotiplerinde vivipary görülmemesi ise, bu bitkilerde ABA mekanizması bozuk olsa bile (eksik veya duyarsız), çimlenmeyi başlatacak GA hormonunun da üretilmediği (eksik-GA) "çift mutant" durumunu işaret eder; çünkü GA olmadan vivipary gerçekleşemez. Bu analiz ışığında D seçeneği yanlıştır; çünkü D genotipi "eksik-ABA" olsaydı dışarıdan takviye ile düzelirdi, düzelmediği için "ABA-duyarsız" olarak tanımlanmalıdır. Doğru cevap D seçeneğidir.

CEVAP: D

41. Gerçek yaprak terimi mikrofilleri (likofiller) ve megafilleri (öfiller) içerir. Mikrofiller ve megafiller temel olarak fotosentezin yapıldığı dorsiventral organlar olması nedeniyle, bitkiler açısından büyük öneme sahip organlardır.

Bu iki organın evrimsel gelişimiyle ilgili bazı ifadeler aşağıda verilmiştir.

- I. İlk damarlı bitkilerde yaprak yoktu.
- II. Mikrofiller "enasyon" olarak adlandırılan küçük çıkıntıların içerisine doğru tek bir damar ipliğinin girinti yapmasıyla evrimleşmiştir.
- III. Megafiller, mikrofillerden türemiştir.
- IV. Megafillerin gelişiminde yaprak açıklığı (boşluğu) oluşmaz.

Yukarıda verilen ifadelerden hangisi/hangileri doğrudur?

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

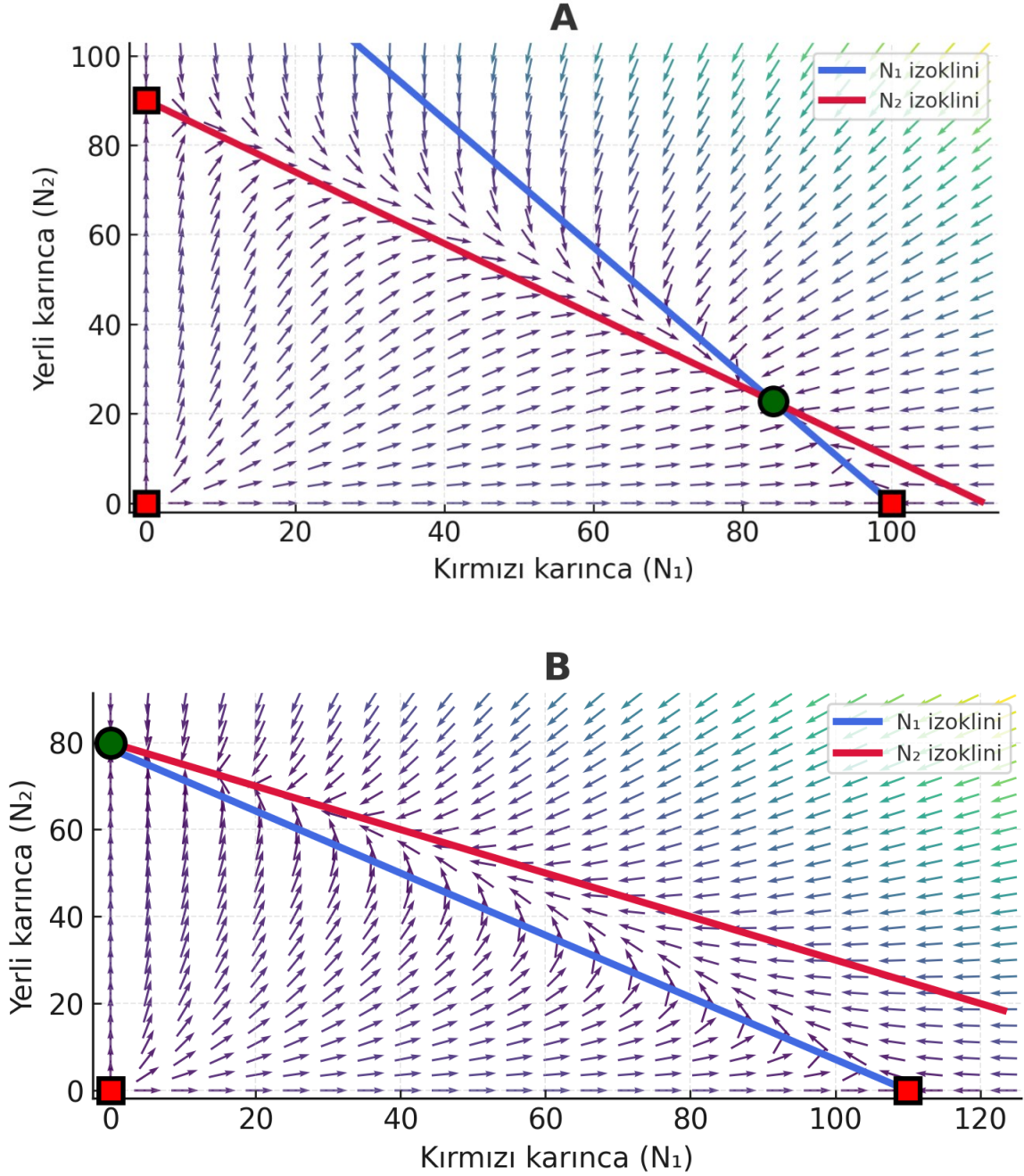
ÇÖZÜM:

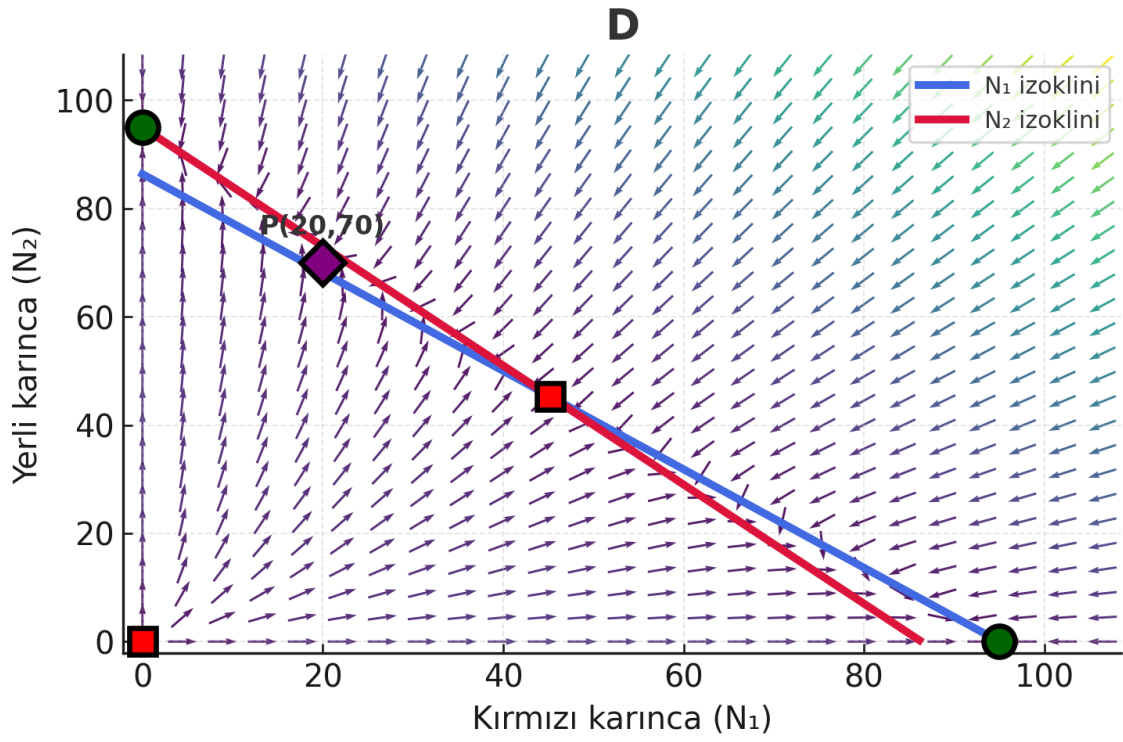
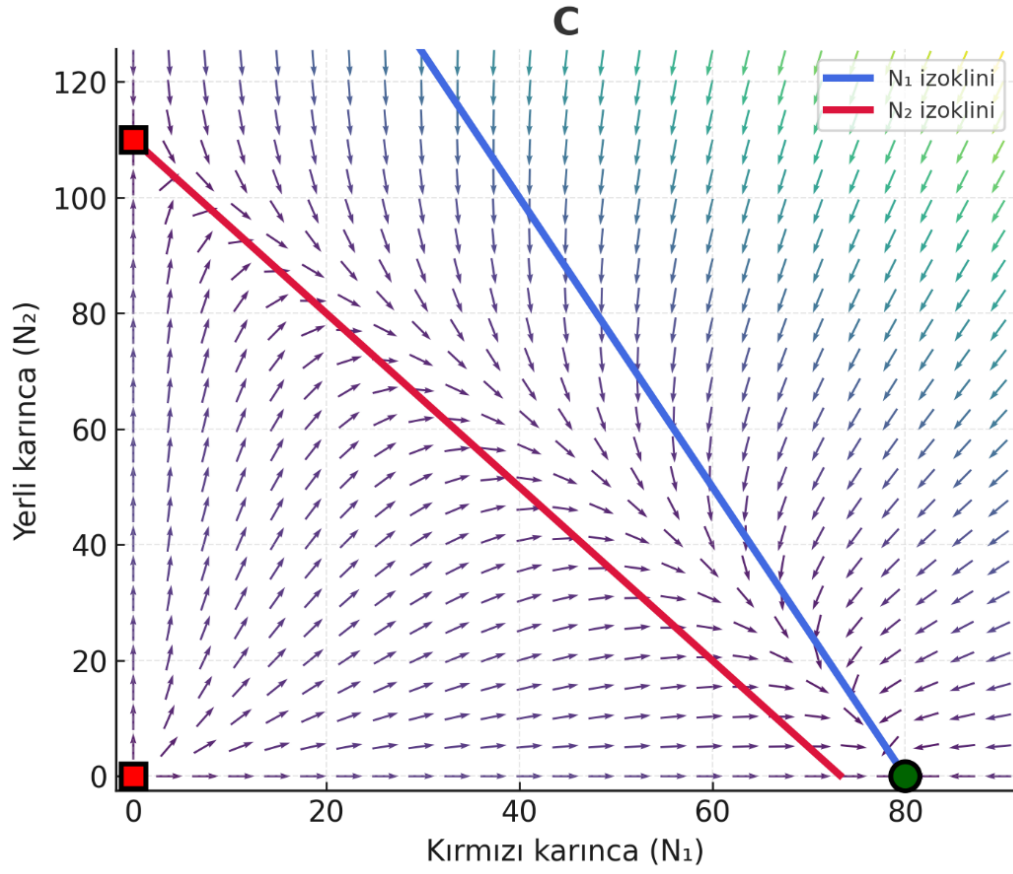
Bitki evrimindeki fosil kayıtlar ve morfolojik gelişim teorileri incelendiğinde en ilkel damarlı bitkilerin yapraksız olduğu, fotosentezin yeşil gövdelerle yapıldığı bilinmektedir (I. ifade doğrudur). Evrimsel süreçte mikrofiller (likofiller), gövde üzerindeki "enasyon" adı verilen küçük, damarsız çıkıntıların zamanla bir iletim demeti kazanmasıyla (Enasyon Teorisi) oluşmuştur (II. ifade doğrudur). Ancak megafiller (öfiller), mikrofillerin büyümesiyle değil, çoklu dallanma gösteren yan sürgünlerin düzleşmesi (planasyon) ve aralarının parankima dokusuyla dolması (webbing) sonucu, mikrofillerden tamamen bağımsız bir hat üzerinden evrimleşmiştir (III. ifade yanlıştır). Anatomik olarak kıyaslandığında ise, mikrofilin damarı ana gövdeden ayrılırken "yaprak boşluğu" bırakmazken, megafillerin iletim demeti ana gövde silindirinden (stele) ayrıldığında geride parankima ile dolu "yaprak boşluğu" (leaf gap) adı verilen bir açıklık bırakır; bu nedenle IV. ifade de yanlıştır. Sonuç olarak doğru ifadeler I ve II'dir.

CEVAP: A

EKOLOJİ, DAVRANIŞ VE SİSTEMATİK

42. Kırmızı itfaiye karıncası (*Solenopsis invicta*) dünya çapında en yıkıcı istilacı türlerden biridir ve yerli karınca türleri ile şiddetli rekabet içindedir. Akdeniz iklim kuşağındaki alanlarda yapılan 15 yıllık araştırmalar, rekabet sonuçlarının rekabet katsayıları ve taşıma kapasitelerine kritik şekilde bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Lotka-Volterra rekabet modeli bu etkileşimlerin matematiksel analizinde temel araç olarak kullanılmaktadır.





Model Denklemleri:

$$dN_1/dt = r_1N_1(K_1 - N_1 - \alpha N_2)/K_1$$

$$dN_2/dt = r_2N_2(K_2 - N_2 - \beta N_1)/K_2$$

Faz düzlemi analizi dört farklı parametre kombinasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Grafikler çeşitli denge noktalarının konumlarını ve sistem dinamiklerini göstermektedir. Mavi çizgi N_1 izoklini, kırmızı çizgi N_2 izoklinidir. D diyagramında başlangıç noktası P işaretlidir.

- I. $K_1=100, K_2=90, \alpha=0.7, \beta=0.8$ durumunda sistem koeksistans gösterir ve iç denge noktası stabildir.
- II. $K_1=110, K_2=80, \alpha=1.4, \beta=0.5$ durumunda yerli karınca kazanır.
- III. $K_1=95, K_2=95, \alpha=1.1, \beta=1.1$ durumunda P(20,70) noktasından başlayan sistem kırmızı karınca lehine sonuçlanır.
- IV. Faz düzleminde yeşil daireler kararlı (stabil), kırmızı kareler ise kararsız (stabil olmayan) denge noktalarını temsil etmektedir.

Yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

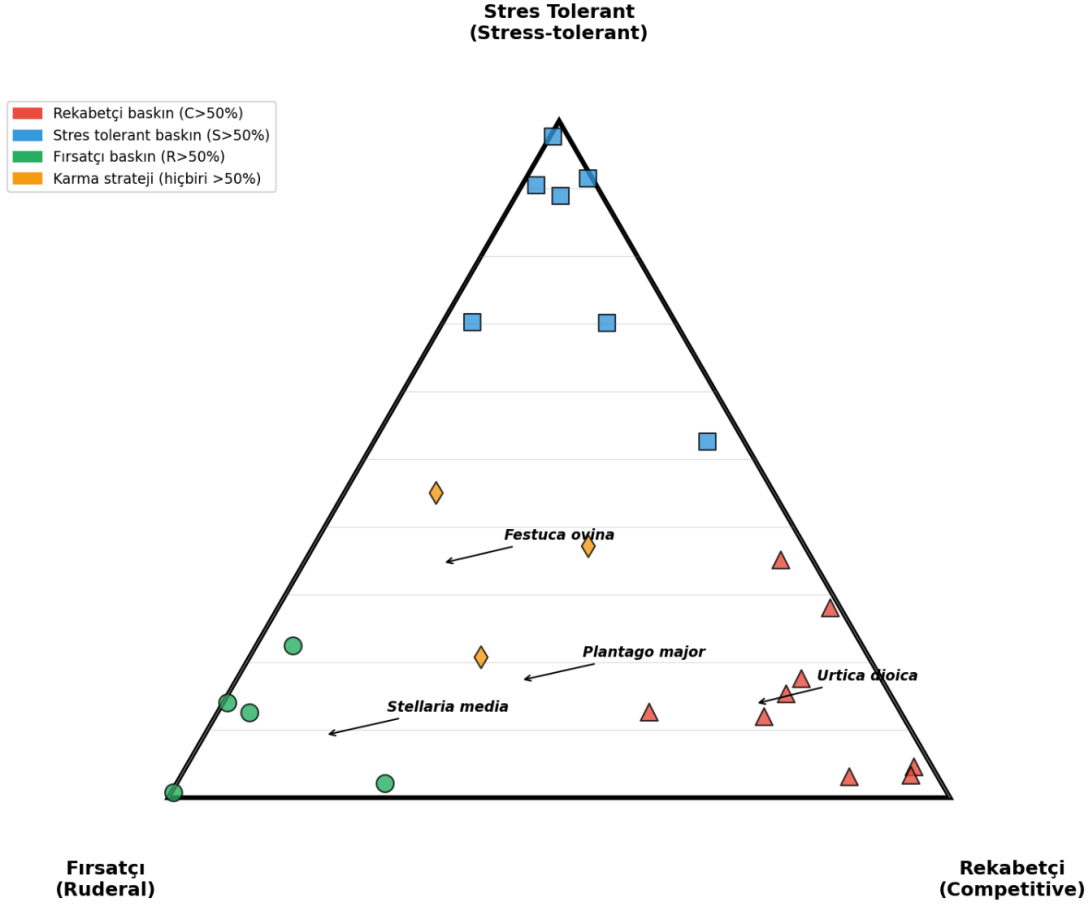
- A) I ve III
- B) I ve IV
- C) II ve III
- D) I, II ve IV
- E) II, III ve IV

ÇÖZÜM:

Lotka-Volterra rekabet denkleminde; türlerin bir arada yaşayabilmesi (koeksistans) için tür içi rekabetin türler arası rekabetten güçlü olması gerekir; I. öncüldeki parametreler bunu sağlar ve A grafiğindeki stabil dengeyi oluşturur (I Doğru). II. öncüldeki parametrelerde yerli karınca istilacı türü her koşulda eler (II Doğru). III. öncüldeki durum kararsız dengedir; başlangıçta kim sayıca baskınsa veya avantajlı konumdaysa o kazanır. P(20,70) noktasında yerli karınca bariz üstün olduğu için sistem yerli karınca lehine sonuçlanır (III Yanlış). Faz diyagramlarında yeşil daireler kararlı (stabil), kırmızı kareler ise kararsız (stabil olmayan) denge noktalarını temsil etmektedir. (IV Doğru).

CEVAP: D

43. Bitki yaşam öyküsü stratejileri, sınırlı kaynakların üreme ve hayatta kalma arasındaki optimal dağılımını yansıtan evrimsel kaynak dağılımlarının (trade-off) sonucudur. Grime'in CSR teorisi, bitkileri habitat verimliliği ve çevresel bozulma düzeyine göre üç temel stratejiye ayırır: Rekabetçi (Competitive), Stres toleran (Stress-tolerant) ve Fırsatçı (Ruderal). Bu stratejiler, farklı çevresel koşullarda optimal fitness elde etmek için evrimleşmiş farklı kaynak dağılım kalıplarını temsil eder.



- I. Bozulma sıklığı arttıkça türlerin stratejik konumu R (fırsatçı) köşesine yaklaşır.
- II. CSR üçgeninde kenarlar, üç stratejinin eşit karışımını temsil eder.
- III. Stres ve bozulmanın her ikisi de düşük olduğunda C (rekabetçi) strateji öne çıkar.
- IV. S (stres toleran) türleri genel olarak kalın/dayanıklı yapraklar, yavaş büyüme ve uzun ömüre sahiptir.

Yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

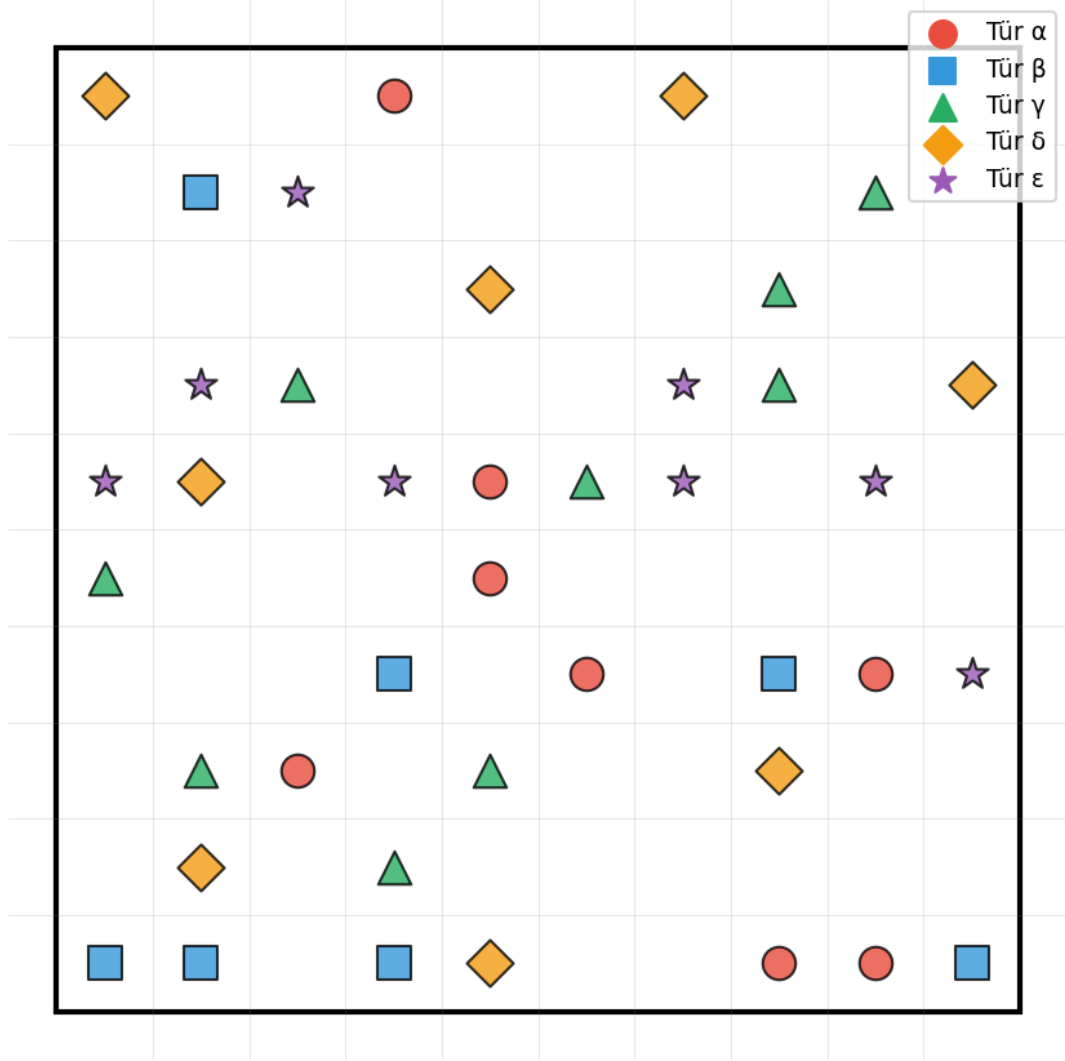
- A) I ve II
- B) I ve III
- C) II, III ve IV
- D) I, III ve IV
- E) I, II, III ve IV

ÇÖZÜM:

Grime'ın CSR teorisine göre; yüksek bozulma (disturbance) ortamlarında hızlı üreyen Fırsatçı (Ruderal) türler baskın olur, bu yüzden bozulma arttıkça grafik R köşesine yaklaşır (I doğru). Stres ve bozulmanın olmadığı verimli ortamlarda ise kaynak yarışı başlar ve Rekabetçi (Competitor) türler üstün gelir (III doğru). Stres toleranslı (S) türler, zorlu koşullarda hayatta kalmak için kaynaklarını korumak zorundadır; bu nedenle yavaş büyüyen, dayanıklı ve uzun ömürlü yapıdadırlar (IV doğru). Ancak üçgen grafiklerde kenarlar, karşı köşedeki bileşenin sıfır olduğu yerlerdir; yani kenarlar üç değil, sadece iki stratejinin karışımını ifade eder (II yanlış).

CEVAP: D

44. Aşağıda 10×10 birimlik bir örnekleme alanında tek bir ekolojik komünitenin bireylerinin dağılımları verilmiştir. Bu komünitede beş farklı tür (Tür α , β , γ , δ , ϵ) bulunmaktadır.



Formüller:

- **Shannon:** $H' = -\sum(p_i \times \ln(p_i))$
- **Simpson:** $D = 1 - \sum(p_i^2)$

Burada:

- p_i = i türünün göreceli bolluğu (n_i/N)
- N = toplam birey sayısı

Verilen görseldeki türlerin birey sayıları dikkate alındığında, bu komünitenin Simpson Çeşitlilik İndeksi ($1 - D$) değeri aşağıdakilerden hangisine en yakındır?

- A) 0.73
- B) 0.80**
- C) 0.87
- D) 0.94
- E) 1.01

ÇÖZÜM:

Görseldeki örnekleme alanı incelendiğinde toplam 40 birey bulunmaktadır. Bu bireylerin türlere göre dağılımı; 8 adet Tür α , 7 adet Tür β , 9 adet Tür γ , 8 adet Tür δ ve 8 adet Tür ϵ şeklindedir. Simpson Çeşitlilik İndeksi hesaplanırken her bir türün toplam birey sayısına oranının karesi alınır. Bu işlem sonucunda $(8/40)^2 = 0.04$, $(7/40)^2 = 0.030625$ ve $(9/40)^2 = 0.050625$ değerleri elde edilir. Elde edilen tüm bu değerlerin toplanmasıyla Simpson Baskınlık İndeksi (D) tam olarak 0.20125 bulunur. İndeks formülü gereği bu değer 1'den çıkarıldığında $(1 - 0.20125)$, topluluğun çeşitlilik katsayısı 0.79875 olarak hesaplanır ve bu sonuç seçeneklerdeki 0.80 değerine karşılık gelir.

CEVAP: B

45. Bir buzulun geri çekilmesi sonucu ortaya çıkan çıplak kaya yüzeyinde ekolojik süksesyon süreci başlamaktadır. İlk kolonizatörler arasında siyanobakteriler ve likenler görülmektedir. Zamanla yosunlar, otsu bitkiler, çalılar ve nihayetinde iğne yapraklı ağaçlar bölgeye hâkim olmaktadır.

Aşağıdaki ifadelerden hangileri bu süksesyon sürecini doğru açıklar?

- I. Likenlerin ve siyanobakterilerin erken evredeki varlığı, hem fiziksel ortamı (toprak oluşumu, nem tutma) hem de biyokimyasal koşulları değiştirerek sonraki türlerin kolonizasyonunu kolaylaştırır. Bu durum kolaylaştırma modeli (facilitation modeli) ile açıklanır.
- II. Süksesyon ilerledikçe tür zenginliği sürekli artar ve klimaks topluluğunda en yüksek seviyeye ulaşır; çünkü tüm türler birlikte uzun dönemli kararlı bir denge kurar.
- III. Ot-çalı geçiş döneminde, bazı türler diğerlerini gölgeleyerek veya kaynakları tüketerek engeller; bu, süksesyonun engelleme modeli (inhibition modeli) ile de açıklanabileceğini gösterir.
- IV. Klimaks topluluklarında birey sayısı azalsa bile ekosistem düzeyinde net ekosistem üretimi (NEP) genellikle artar, çünkü fotosentez oranı solunum oranını aşar.
- V. Erken süksesyon türleri genellikle r-seçilimi (yüksek büyüme hızı, kısa ömür, geniş yayılım) temsil ederken; geç süksesyon türleri K-seçilimi (rekabet üstünlüğü, gölge toleransı, uzun ömür) özellikleri gösterir.

A) I, III ve V

B) I, II ve IV

C) III, IV ve V

D) II, IV ve V

E) II, III ve V

ÇÖZÜM:

Birincil süksesyonda öncü türler ortamı değiştirerek (toprak oluşumu, azot birikimi) sonraki türlerin gelmesini sağlar; bu Kolaylaştırma Modelidir (I Doğru). Ancak süksesyon sırasında yerleşen türler, gölgeleme gibi yollarla diğerlerini baskılayabilir; bu da Engelleme Modelidir (III Doğru). Yaşam stratejileri açısından, başlangıçta hızlı yayılan fırsatçı r-seçilimli türler varken, kararlı klimaks evresinde rekabetçi K-seçilimli türler hakim olur (V Doğru).

Tür çeşitliliği genellikle orta evrelerde zirve yapar, klimaks evresinde rekabet nedeniyle düşer (II Yanlış). Enerji açısından, klimaks topluluklarında solunum harcaması çok arttığı için Fotosentez/Solunum oranı 1'e yaklaşır ve Net Üretim (NEP) azalır, artmaz (IV Yanlış).

CEVAP: A

46. MacArthur ve Wilson'ın Ada Biyocoğrafyası Denge Modeli, adadaki tür sayısının, adaya yeni türlerin göç etme hızı ile adadaki mevcut türlerin yok olma hızı arasındaki dengeye dayandığını varsayar.

Bu modele göre oluşturulan aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

I. Modelin denge noktasında, adadaki toplam tür sayısı sabittir ancak tür kompozisyonu sabit değildir; sürekli bir tür değişimi (turnover) yaşanır.

II. Anakaraya eşit uzaklıktaki iki adadan yüzölçümü daha büyük olan ada; küçük adaya kıyasla denge durumunda daha fazla tür barındırır, ancak tür yenilenme hızı (turnover) daha düşüktür.

III. Modele ait göç ve yok oluş eğrileri doğrusal (lineer) bir değişim gösterir.

IV. Denge noktasına ulaşıldığında, adadaki tür sayısı maksimuma ulaştığı için adaya yeni türlerin göç oranı matematiksel olarak sıfıra eşitlenir.

A) Yalnız I

B) I ve II

C) II ve IV

D) Yalnız III

E) III ve IV

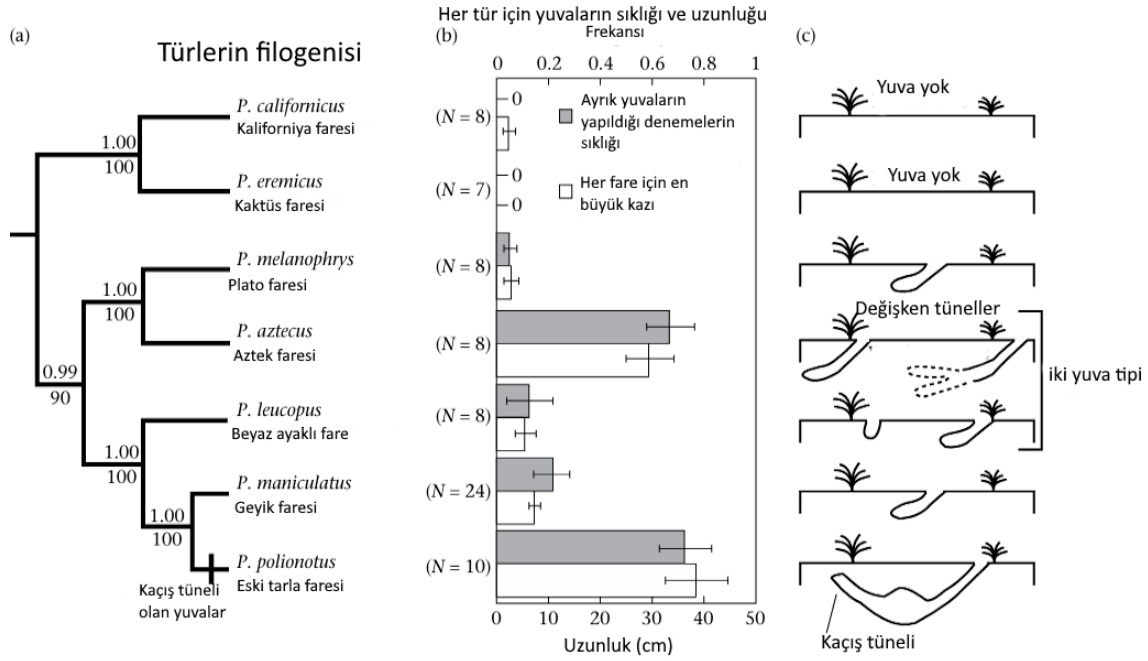
ÇÖZÜM:

MacArthur ve Wilson'ın Ada Biyocoğrafyası Teorisi'ne göre denge durumu dinamik bir süreci ifade eder; denge anında giren ve çıkan tür sayıları eşitlendiğinden toplam tür sayısı sabit kalır ancak tür kompozisyonu sürekli değişir (turnover). Büyük adalar, geniş alanları sayesinde popülasyonların yok olma riskini azalttığı için küçük adalara kıyasla daha fazla tür barındırır; ancak grafiksel modelde bu adaların yok oluş eğrisi daha yatık olduğundan, göç eğrisiyle daha alçak bir noktada kesişir ve bu da tür yenilenme hızının (turnover rate) küçük adalara göre daha düşük olmasına neden olur. Üçüncü öncül yanlıştır; çünkü biyolojik gerçeklikte türlerin dağılım yetenekleri farklıdır, bu da göç eğrisinin doğrusal değil, içbükey (konkav) olmasına neden olur. Dördüncü öncül de yanlıştır; denge noktasında göç hızı sıfırlanmaz, sadece yok oluş hızına eşitlenir.

CEVAP: B

47. Kemiriciler takımında bulunan *Peromyscus* cinsindeki türlerin yuva yapma davranışları Weber ve Hoekstra tarafından incelenmiştir. Bu cinsin türleri çeşitli yuva açma davranışı sergilemektedir. Araştırmacılar genetik verileri kullanarak 7 türe ait 73 fare çalışmış ve türlerin filogenisini oluşturmuştur. Çalışmanın sonunda iki türün yuva açmadığını, 3 türün basit, 2 türün de karmaşık yapıda yuva açtığını tespit etmişlerdir.

Aşağıda verilen araştırma sonuçlarına göre seçeneklerden hangileri doğrudur?



- Plato faresi ve Aztek faresi gibi kardeş türlerin yuva yapma davranışlarında önemli farklılıklar mevcuttur.
- Peromyscus polionotus* türünün kaçış tünelleri daha uzun ve derin oyuklar şeklindedir.
- Yuva açma davranışının yakın akraba türler arasında farklılık göstermesinden dolayı, araştırmacılar bu davranışın farklı türlerde birbirinden bağımsız olarak evrimleştiği sonucuna varmıştır.
- Peromyscus* cinsinde yuva açma davranışı genetik temelli bir davranıştır.
- Geyik faresi ve eski tarla faresi türlerinde yuvayı açma sıklığı ve uzunluğu birbirine benzerdir.

- I, III, IV ve V
- II, III, IV ve V
- I, II, III ve IV
- I, II, III ve V
- I, II, IV ve V

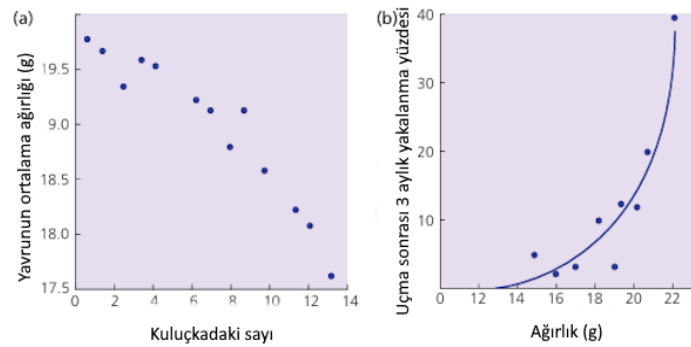
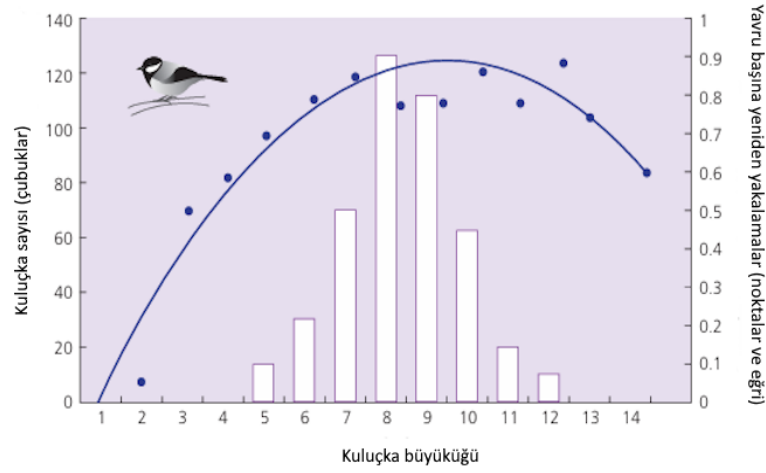
ÇÖZÜM:

(I) Filogenide *P. melanophrys* (Plato) ile *P. aztecus* (Aztek) kardeş tür olmasına rağmen yuva tipleri/uzunlukları belirgin farklıdır. (II) *P. polionotus* “kaçış tünelli” karmaşık yuva yapar ve grafikte de en uzun kazı/tünel uzunluğu bu türdedir. (III) Yakın akrabalarda bile davranışın değişmesi ve karmaşık yuva tiplerinin filogenide ayrı dallarda görülmesi, bu özelliğin farklı hatlarda bağımsız evrimleştiği yorumunu destekler. (IV) Türlerle özgü ve tutarlı yuva örüntülerinin genetik akrabalıkla birlikte değerlendirilmesi, davranışın genetik temelli olduğunu gösterir. (V) ise yanlıştır; çünkü geyik faresi (*P. maniculatus*) ile eski tarla faresi (*P. polionotus*) yuva açma uzunluğu ve/veya sıklığı bakımından grafikte benzer değildir (*polionotus* çok daha uzundur ve karmaşıktır).

CEVAP: C

48. David Lack (1954) tarafından öne sürülen “bir kuşun optimal kuluçka büyüklüğü” hipotezi “sağ kalan yavru sayısının en yüksek olmasını sağlayan yumurta sayısı” olarak ifade edilmektedir. Perrins (1965) büyük baştankara (*Parus major*) ile yaptığı çalışmada, ilkbaharda tek yumurta kümesi bırakan yetişkinler ile yumurtadan çıkan yavruları saymış ve yavruların ağırlıklarını tartmıştır. Yuvadan ayrıldıktan sonra yavruların hayatta kalma oranlarını ise halkalanmış kuşların tekrar yakalanması ile ölçmüştür. Yavruları beslemek için şafaktan gün batımına kadar yiyecek arama zorunluluğu nedeniyle besleme maliyetli olduğu için ebeveynlerin genellikle kuluçkaya 8-9 yumurta bıraktığını tespit etmiştir.

Perrins (1965) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarına göre aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?



- I. Bir ebeveyn yavrularını yeterince besleyemese bile hayatta kalan yavruların ağırlıkları fazla olabilir.
- II. Hayatta kalan yavru sayısını en üst düzeye çıkaran kuluçka büyüklüğü, ortalama kuluçka büyüklüğünden biraz daha büyük olabilir.

- III. Kuluçkaya ortalamadan fazla sayıda yumurta bırakıldığında, civcivler daha az beslenmektedir ve yuvadan çıkınca daha zayıf olmaktadır.
- IV. Ebeveynlerin çoğu genellikle kuluçkaya 8-9 yumurta bırakmasına karşılık deneysel olarak yuvaya fazla yumurta ilave edildiğinde ya da yuvadan yumurta alındığında bile çift kuluçkaya yatabilir.
- V. Yuvadan ayrıldıktan sonra yavrunun ağırlığı önemlidir çünkü daha ağır civcivler daha iyi hayatta kalmaktadır.

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

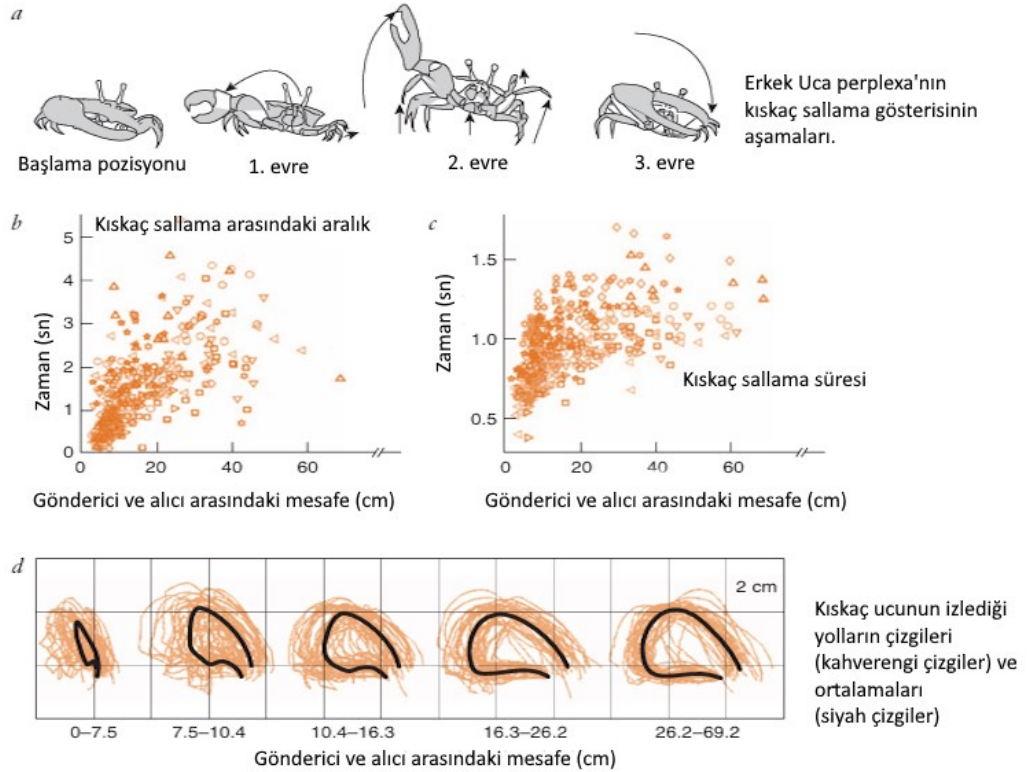
ÇÖZÜM:

Histogramda doğal kuluçka büyüklüğünün en sık 8–9 olduğu görülür; ancak yavru başına yeniden yakalanma (hayatta kalma göstergesi) eğrisi tepe noktasını biraz daha yüksek bir kuluçka büyüklüğünde (yaklaşık 9–10 civarı) yapabildiği için (II) desteklenir. Kuluçkadaki birey sayısı arttıkça ortalama yavru ağırlığı azalır, yani ortalamadan fazla yumurta/ yavru olduğunda civcivler daha az beslenip yuvadan daha zayıf çıkar (III). Deneysel olarak kuluçka büyüklüğü artırılıp azaltıldığında bile ebeveynler yavruları büyötmeye devam edebilir çünkü kuluçka başına 8-9 yumurtanın altında ve üstünde sayılarda kuluçkalar gözlemlenmiştir. (IV). Ayrıca yavru ağırlığı arttıkça 3 ay sonraki yakalanma yüzdesi hızla artar, yani daha ağır civcivler daha iyi hayatta kalır (V). Buna karşılık “yeterince besleyemese bile hayatta kalanların ağırlığı fazla olabilir” ifadesi genel eğilime ters olduğundan (I) doğru değildir.

CEVAP: B

49. Kur yapan erkek kemancı yengeçler, dikkat çekici ve enerji bakımından maliyetli kıskaç sallama gösterileriyle tanınırlar. Bu tür gösteriler sırasında erkek, büyük ölçüde genişlemiş tek kısıkcını tekrar tekrar sallar. Avustralya'da yayılış gösteren bir kemancı yengeci türü olan *Uca perplexa* üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bir alıcının (dişi bireyin) yokluğunda, bu türün erkekleri kur yapma gösterilerini sınırlar. Buna karşılık, bir alıcının varlığında, kur yapan erkek yüzünü yaklaşan dişiye döner ve gösterisini ona doğru yöneltir. Erkekler kıskaç sallama gösterilerinin zamansal ve yapısal unsurlarını dışının mesafesine göre ayarlamaktadır. Zamanlamadaki değişiklikler, dişi yaklaştıkça daha yoğun bir gösteriye dönüşmektedir. Erkek kemancı yengeçler için, büyük kısıkcı taşımak ve sallamak enerji açısından oldukça maliyetlidir ve erkekler kur yapma sinyalizasyonu sırasında beslenme zamanlarından fedakârlık ederler.

How ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarına göre aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?



- I. Alıcının yokluğunda ya da alıcı uzak mesafede (20-70 cm) iken gösteri uzun bir sallama aralığına ve süresine sahiptir.
- II. Alıcılar uzak mesafeden (20-70 cm) yaklaştıkça erkeklerin kısa sallama aralığı ve süresi azalmaktadır
- III. Alıcıya olan mesafe arttıkça erkek bireylerin kısa sallama aralığı ve süresi azalmaktadır
- IV. Dişiler ile mesafe 20 cm'den az olduğunda kısa sallama aralığı minimuma düşmektedir.
- V. Dişinin erkeğe yaklaşması ile erkeğin başarılı bir çiftleşme şansı artmaktadır sonuç olarak kısa sallama gösterisindeki enerji harcaması da artacaktır.

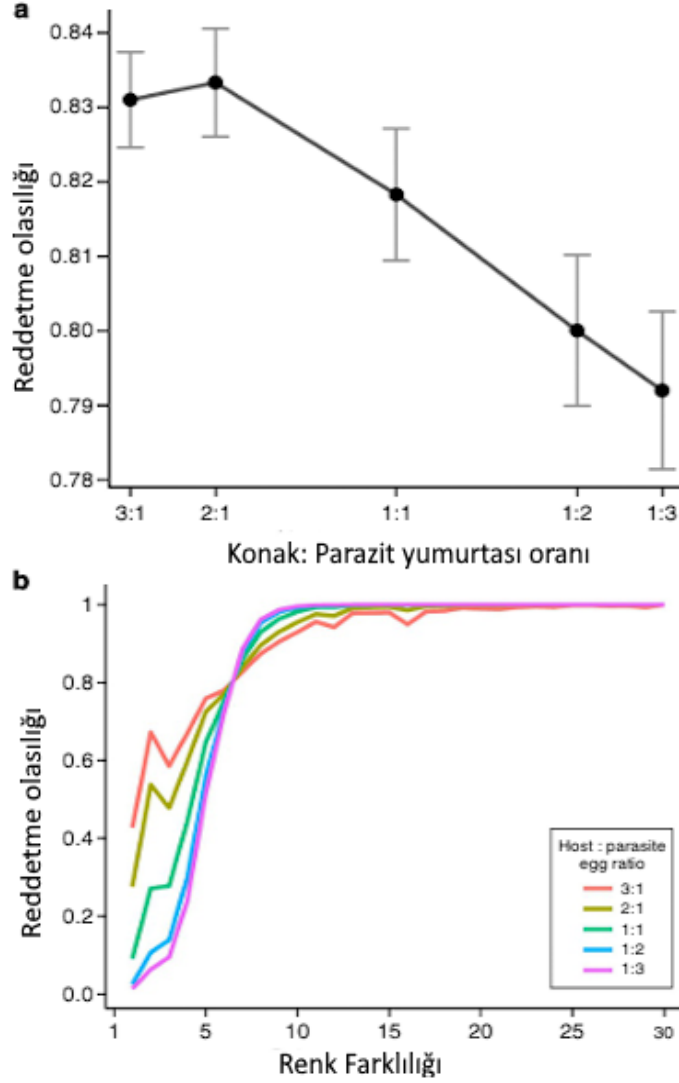
- A) I, II, III ve IV
- B) II, III, IV ve V
- C) I, III, IV ve V
- D) I, II, III ve V
- E) I, II, IV ve V

ÇÖZÜM:

Grafikler incelendiğinde, dişi yengeç ile mesafe azaldıkça (dişi yaklaştıkça) erkek yengecin kısa sallama süresinin ve iki sallama arasındaki bekleme süresinin azaldığı görülür. Yani uzaktayken "yavaş ve seyrek" yapılan hareket, yakındayken "kısa ve çok seri" (neredeyse aralıksız) hale gelir (I, II ve IV doğru; III yanlış). Dişinin çok yaklaşması çiftleşme olasılığının en yüksek olduğu andır; bu nedenle metinde belirtildiği gibi erkek yengeç hareket sıklığını (frekansını) maksimuma çıkararak gösterinin yoğunluğunu ve dolayısıyla enerji harcamasını artırır (V doğru).

CEVAP: E

50. Kuş kuluçka parazitleri, yumurtalarını diğer kuşların yuvalarına bırakır. Yavru bakımını tamamen konakçı üstlenmektedir. Stevens ve ark (2013) parazitik guguk ispinozu (*Anomalospiza imberbis*) ve onun bilinen konağı Afrika açık kahverengi yanlı prinya (*Prinia subflava*) türlerini çalışmışlardır. Araştırmacılar konak ve parazit yumurta oranını karşılaştırmıştır;



Elde edilen sonuca göre aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. Eğer guguk kuşu ispinozu prinya yuvasına fazla yumurta bırakırsa, yavruların yumurtadan çıkma şansları fazladır çünkü prinya parazit yumurtalarını kendi yumurtalarından ayırt edemeyecek böylece reddetme olasılığı da düşecektir.
- II. Konakların annelik içgüdüğü nedeniyle kendi yumurtalarından şekil ve renk bakımından farklı olan yumurtaları reddetme olasılığı yoktur.
- III. Konağın parazit bir yumurtayı başarıyla reddetmesi için, hangi yumurtaların kendisine hangi yumurtaların ise parazite ait olduğunu belirlemesi gerekmektedir.
- IV. Reddedilme olasılığı konak ve parazit yumurtaları arasındaki renk farkının seviyesine de bağıdır. Renk farklılığı fazla ise reddetme olasılığı da artacaktır.
- V. Kuřlarda birçok konak türü parazit yumurtalarını reddetmektedir. Bu durum parazitlerin yaşamlarını devam ettirebilmeleri için yumurta mimikrisinin evrimleşmesine yol açacaktır.

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

ÇÖZÜM:

Stevens ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmanın grafikleri incelendiğinde; yuvadaki parazit yumurta sayısı konağın yumurta sayısına kıyasla arttığında, konağın "doğru yumurta" şablonunu belirlemesi zorlaşmakta ve buna bağı olarak reddetme olasılığı düşmektedir (I). Bu durum, başarılı bir savunma için konağın kendi yumurtalarını parazitlerinkinden ayırt edebilmesi (tanıması) gerekliliğini ortaya koyar (III). İkinci grafikte net bir şekilde görüldüğü üzere, yumurtalar arasındaki renk farklılığı (uyumsuzluk) arttıkça reddetme olasılığı %100'e yaklaşmaktadır (IV); bu veri, konakların farklı yumurtaları reddetmediğini iddia eden II. öncülü kesin olarak çürütür. Konakların bu ayırt etme ve reddetme yeteneğı, parazit türler üzerinde güçlü bir seçim baskısı oluşturarak, nesillerini devam ettirebilmeleri için konak yumurtalarını kopyalamaları (mimikri) yönünde evrimsel bir değişime yol açar (V). Sonuç olarak II numaralı ifade yanlış, diğeri ifadeler (I, III, IV ve V) doğrudur.

CEVAP: A