

Mevsimsel Döngüler ve Canlı Biliminin Esasları



Çoktan Seçmeli Sorular

1. (5 Puan)

DNA ve nükleotidlerin yapı ve oranları, tek ve çift zincir analizleri.

Bir araştırmacı, bir deneyde yeni keşfedilen X bakterisinin tek zincirli bir DNA dizisini inceliyor ve bu dizideki bazların oranlarını şu şekilde ölçüyor: Adenin %30, Timin %20, Guanin %10 ve Sitozin %40. Araştırmacı, bu dizinin kendini tamamlayarak çift zincirli, sağlıklı bir DNA molekülü oluşturduğunu farz ederek ikinci bir zincir modellemesi yapıyor. Öğrencilerden biri bu modellemeye bakarak şu yorumları yapıyor:

- I. Oluşan çift zincirli DNA'nın tamamında Adenin oranı %25 olmalıdır.
- II. Modellenen çift zincirli DNA'da toplam şeker sayısı, toplam fosfat sayısına eşittir.
- III. Bu molekülde genlerin görev birimi olması sebebiyle, çift zincirli yapı oluşturulurken karşılıklı bağlanan nükleotidlerde her Guanin karşısına Sitozin yerleştirilmek zorundadır, bu yüzden toplam Guanin sayısı toplam Sitozin sayısına eşit olmak zorundadır.

Buna göre, öğrencinin yaptığı yorumlardan hangileri doğrudur?

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

Açıklama: I. Tek zincirde A=%30, T=%20, G=%10, S=%40. Tamamlayıcı zincirde T=%30, A=%20, S=%10, G=%40 olur. Çift zincirin toplamında Adenin yüzdesi: $(30 + 20) / 200 = \%25$ olur. I doğru. II. Her DNA molekülünde toplam nükleotid sayısı kadar fosfat ve şeker bulunur, bu nedenle birbirlerine eşittirler. II doğru. III. Çift zincirli DNA kuralı gereği daima G karşısına S gelir, bu da çift zincirli yapının tamamında toplam G ve toplam S sayısının eşit olmasını gerektirir. III doğru.

2. (5 Puan)

Bir araştırmacı, kelebek larvaları üzerinde bir deney tasarlıyor. Normalde kırmızı benekli olan bu kelebeklerin larvalarını iki gruba ayırıyor. Grup A'daki larvaları yoğun X ışınına maruz bırakıyor ve bu larvaların geliştiğinde mavi benekli kelebekler olduğunu gözlemliyor. Bu mavi benekli kelebekler kendi aralarında çiftleştğinde yavrularının %80'inin mavi, %20'sinin kırmızı benekli olduğunu saptıyor. Grup B'deki larvalara ise, doğada normalde yemedikleri, spesifik bir alkaloid içeren bitki yediriyor. Bu larvalar yetişkin olduğunda sarı benekli kelebekler oluyor. Sarı beneklileri normal besin ortamında kendi aralarında çiftleştirdiğinde yavruların tamamı kırmızı benekli oluyor. Araştırmacının defterini inceleyen bir öğrenci şu iki çıkarımı yapıyor:

- I. A Grubundaki değişim bir mutasyondur ve kesinlikle eşey hücrelerinde gerçekleşmiştir çünkü yavrulara aktarılmıştır.
- II. B Grubundaki değişim, besindeki maddenin gen yapısını bozması sonucu oluşan kalıtsal olmayan bir mutasyondur.

Yapılan bu çalışma ve hipotezler dikkate alındığında, öğrencinin çıkarımlarındaki hatalar için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

A) I ve II numaralı çıkarımları yanlıştır çünkü X ışını her zaman mutasyona neden olur ve diyet değişikliği gen yapısını değiştirmiştir.

B) II numaralı çıkarımı yanlıştır; çünkü diyetle pigment üretiminin değişmesi genin yapısının değil, çevresel faktörlerle genin işleyişinin (modifikasyon) değiştiğini gösterir.

C) I numaralı çıkarımı yanlıştır çünkü fenotipik değişimin yavru döllere aktarılmaması, değişimin genetik olmadığını kesinlikle kanıtlar.

D) Her iki çıkarımı da doğrudur, deney sonuçları öğrencinin tezini desteklemektedir.

Açıklama: A grubunda X ışını etkisiyle gen yapısı değişmiş ve bu özellik yavrulara aktarıldığı için mutasyonun üreme hücrelerinde gerçekleştiği söylenebilir. Dolayısıyla I. çıkarım büyük oranda doğrudur. Ancak B grubunda besin değişikliği sonucu fenotipin (renk) değişmesi, besin normale döndüğünde yeni nesilde kaybolması bunun bir modifikasyon olduğunu, gen işleyişinin değiştiğini gösterir. Öğrencinin 'gen yapısını bozması sonucu' ve 'mutasyon' ifadeleri II. çıkarımda yanlıştır.

3. (5 Puan)

Kalıtım ve çevre etkileşimi, canlıların özelliklerini belirlemede önemli rol oynar. Çevre şartlarının etkisiyle genlerin yapısında meydana gelen değişimlere mutasyon, genlerin sadece işleyişinde meydana gelen kalıtsal olmayan değişimlere ise modifikasyon denir.

Bir öğrenci, bir bitki türünde çevre şartlarının etkisiyle yaprak şeklinin değişip değişmediğini ve bu değişimin kalıtsal olup olmadığını incelemek için bir deney tasarlıyor. Deneyde, aynı genetik yapıya sahip X ve Y fideleri kullanılıyor. X fidesi sürekli 15 °C'de yetiştirildiğinde yaprakları geniş oluyor. Y fidesine ise 30 °C'de büyüme aşamasında, yapraklara UV ışını uygulanıyor ve yaprakları dar geliyor. Y fidesinin dar yapraklı olmasının modifikasyon olduğunu düşünen öğrenci, bu hipotezini doğrulamak için Y fidesinden aldığı tohumları 15 °C'de yetiştiriyor. Elde edilen yeni fidelerin dar yapraklı olduğu görülüyor. Buna göre öğrencinin yaptığı deney ve çıkarımları ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A) Öğrencinin modifikasyon hipotezi doğrudur çünkü sıcaklık ve UV ışını çevresel faktörlerdir.
- B) Hem X hem de Y fidelerinde görülen yaprak şekli değişiklikleri, sadece genlerin işleyişindeki farklılıktan kaynaklanmıştır.

C) UV ışını bitkinin üreme hücrelerinde mutasyona neden olmuş olabilir; çünkü özellik yavrulara aktarılmıştır.

- D) Y fidesinin tohumlarından dar yapraklı bitkiler oluşması, sıcaklığın genlerin işleyişini değiştirdiğini ve bunun nesilden nesile aktarıldığını kanıtlar.

Açıklama: Öğrencinin deneyi sonucunda Y fidesinin tohumlarından da dar yapraklı fideler elde edilmesi, değişikliğin kalıtsal olduğunu gösterir. Modifikasyonlar (sadece sıcaklık etkisi gibi) kalıtsal değildir ve eski çevre şartlarına (15 °C'ye) döndüğünde özelliğin değişmesi (geniş yaprak) beklenir. Ancak özellik yavrulara aktarıldığına göre genlerin yapısında bir değişiklik (mutasyon) olmuştur ve UV ışını üreme hücrelerini etkilemiştir.

4. (5 Puan)

Bir araştırmacı öğrenci, Sahra Çölü'nde yaşayan çöl tilkisi (*Vulpes zerda*) ve çöl sıçanı (*Gerbillus gerbillus*) üzerinde bir çalışma yapmıştır. Araştırmacı, bu iki farklı türün ortak özelliklerini listelemiş: her ikisinin de kulak kepçeleri vücut oranlarına göre oldukça büyük, post renkleri kum rengi ve kuyrukları uzundur. Aynı öğrenci, laboratuvar ortamında yetiştirilen aynı türdeki sıçanların da kum rengi posta ve uzun kuyruğa sahip olduğunu gözlemlemiştir. (Çöl tilkilerinin avlanma süreleri gece 02:00-04:00 arasıyken çöl sıçanları genellikle gece 01:00'de besin aramaktadır.) Araştırmacı, bu verilerden yola çıkarak şu sonuca ulaşmıştır: "Aynı ortamda yaşayan farklı türler, zamanla çevre şartlarının etkisiyle ortak genetik şifreler geliştirerek akraba olurlar."

Araştırmacı öğrencinin ulaştığı sonuç ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

A) Araştırmacı yanılmaktadır, farklı türlerin aynı ortamda benzer fenotipik özellikler geliştirmesi yaşama şansını artıran kalıtsal adaptasyonlardır.

- B) Araştırmacının ulaştığı sonuç doğrudur, farklı türler aynı ortamda tamamen aynı genetik yapıya sahip olurlar.
- C) Araştırmacı yanılmaktadır, kulak boyutu gibi özellikler çevrenin etkisiyle gen işleyişinde meydana gelen modifikasyonlardır.
- D) Araştırmacının ulaştığı sonuç doğrudur, bu benzerlikler mutasyon sonucu ortaya çıkıp türler arası melezlenmeyi sağlar.

Açıklama: Öğrencinin ulaştığı sonuç yanlıştır. Çöl tilkisi ve çöl sıçanı gibi farklı tür canlıların aynı ortamda (örneğin sıcak çöllerde) benzer özellikler (büyük kulak, uzun kuyruk vb.) göstermesi adaptasyondur. Bu özellikler, yüzey alanını artırarak terlemeyi ve ısı kaybını kolaylaştırıp canlıların hayatta kalma şansını artıran kalıtsal özelliklerdir. Aynı ortamda yaşayan farklı türler benzer adaptasyonlar gösterebilir, ancak bu durum onların genetik olarak akraba oldukları veya genetik şifrelerinin aynılaştığı anlamına gelmez. Laboratuvar ortamında doğan yavruların da aynı özellikleri taşıması, durumun kalıtsal olduğunu (modifikasyon olmadığını) kanıtlar. Avlanma saatleri gibi veriler geldirici bilgidir.

5. (5 Puan)

Bir öğrenci, Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi ve eksen eğikliğinin birim yüzeye düşen enerji miktarına etkisini incelemek için bir modelleme yapıyor. Farklı yarım kürelerde olduğu bilinen K, L ve M şehirlerine (L şehri Ekvator'da) ait 'Birim yüzeye düşen ışık enerjisi - Zaman' grafiklerini çiziyor. K şehrinin deniz seviyesinden yüksekliği 1500m iken, M şehri deniz seviyesindedir. Öğrencinin eşleştirmesinde, K şehri için 21 Aralık'ta birim yüzeye düşen enerji en fazla iken, M şehri için 21 Haziran'da birim yüzeye düşen enerji en azdır. Ayrıca öğrenci 'M şehrinde Aralık ayında sıcaklık ortalaması en yüksek, bu yüzden M şehri Kuzey Yarım Küre'dedir' şeklinde bir sonuç notu düşmüştür.

Buna göre, öğrencinin hazırladığı grafikte ve yaptığı eşleştirmede hangi noktada mantıksal bir hata yapılmıştır?

- A) Güneş ışınlarının gelme açısı arttıkça birim yüzeye düşen enerjinin artmasının L şehri için yanlış değerlendirilmesi
- B) 21 Mart - 23 Eylül tarihlerinde L şehrinde enerji yoğunluğunun eşit ancak deniz seviyesinden yüksekliğinin etkilenmesi
- C) M şehrinin Kuzey Yarım Küre'de olup Aralık ayında sıcaklığın en yüksek olması**
- D) I. grafikte 21 Haziran'da enerji miktarının minimum gösterilmesi

Açıklama: Öğrenci K şehri için 21 Aralık'ta enerjinin en fazla, M şehri için 21 Haziran'da en az olduğunu belirtmiştir; bu her iki şehrin de Güney Yarım Küre'de (ya da M'nin Güney'de kış yaşamasına) işaret ettiğini gösterir. Ancak M şehri için 'Aralık ayında sıcaklık ortalaması en yüksek' tespiti doğru olsa bile, bu durum M şehrinin Güney Yarım Küre'de (Aralık'ta yaz mevsimi) olduğunu kanıtlar. Öğrenci M şehrinin Kuzey Yarım Küre'de olduğunu söyleyerek çelişkili ve hatalı bir sonuç çıkarmıştır. Deniz seviyesinden yükseklik, birim yüzeye düşen ışık enerjisi miktarını değiştiren değil, soğurma ve sıcaklık değişim hızını etkileyen ikincil bir 'gürültü' verisidir.

6. (5 Puan)

Bir araştırmacı, 21 Haziran tarihinde Dünya üzerindeki farklı yarım kürelerde bulunan ve deniz seviyesinde yer alan özdeş X ve Y bölgelerinde öğle saatinde Güneş enerjisi ölçümleri yapıyor. Ölçüm sırasında havadaki nem oranının X bölgesinde %45, Y bölgesinde ise %60 olduğu kaydediliyor.

Bölge	Birim Yüzeye Düşen Enerji Miktarı (J/m ²)	1 Saatteki Sıcaklık Artışı (°C)	Gözlemlenen Mevsim
X Bölgesi	850	12	Yaz
Y Bölgesi	320	3	Kış

Araştırmacı, 21 Aralık tarihinde aynı deneyi tekrarladığında, X bölgesinde birim yüzeye düşen enerji miktarının Y bölgesindekinden daha az olduğunu gözlemliyor. Araştırmacının ulaştığı sonuçlar ve 21 Haziran'daki ilk verileri birlikte değerlendirildiğinde, bu bölgelerle ilgili aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi yanlıştır?

- A) Y bölgesi Güney Yarım Küre'de yer aldığı için 21 Aralık'ta Güneş ışınlarını X bölgesine göre daha dik bir açıyla alır.
- B) 21 Haziran'da Y bölgesinde gece süresi gündüz süresinden daha uzundur, 21 Aralık'ta ise X bölgesinde aynı durum yaşanır.
- C) Bölgelerin denize olan uzaklıkları farklı olduğu için her iki tarihte de birim yüzeye düşen maksimum enerji miktarı aynı olamaz.**
- D) 21 Haziran'da Güneş ışınları X bölgesine daha dik açıyla geldiği için sıcaklık artışı Y bölgesinden daha fazladır.

Açıklama: 21 Haziran tarihinde X bölgesine düşen enerji miktarının fazla olması ve yaz mevsiminin yaşanması, X'in Kuzey Yarım Küre'de, Y'nin ise Güney Yarım Küre'de olduğunu gösterir. 21 Aralık'ta ise bu durum tam tersine döner; Y bölgesi ışınları daha dik alır ve X'te kış mevsimi yaşanır. Seçeneklerde verilen eksen eğikliği ve aydınlanma süreleri ile ilgili çıkarımlar doğrudur. Ancak nem oranları verilmiş olsa da soruda deniz seviyesindeki özdeş bölgelerden bahsedilmiştir, enerjinin dik gelmesine bağlı değişim temel alınır. Denize olan uzaklık ile birim yüzeye düşen maksimum enerji arasındaki bağlam dışı ilişki kurmak yanlıştır, çünkü ışınların geliş açısı enerji miktarını belirler.

7. (5 Puan)

Bir biyoloji öğretmeni, aynı veya farklı canlı türlerine ait olabilecek iki hücreden alınan DNA zincirlerinin analizini yaparak bir tablo hazırlıyor ve öğrencilerinden bir çıkarım yapmalarını istiyor. Öğretmen, deneyde kullanılan hücrelerden birinin yaprak, diğerinin ise kök hücresi olduğunu belirtiyor.

Laboratuvar analiz sonuçları aşağıda tablolastırılmıştır:

Veri Türü	Örnek X	Örnek Y
Toplam Fosfat Sayısı	600	600
Adenin Sayısı	120	150
Sitozin Sayısı	180	150
Bulunduğu Doku	Yaprak Hücresi	Kök Hücresi

Öğrenci tablodaki verilere bakarak şu sonucu çıkarıyor: "X ve Y örneklerinin toplam fosfat ve nükleotid çeşitleri aynı olmasına rağmen, adenin ve sitozin sayılarının farklı olması bu iki örneğin kesinlikle farklı canlı türlerine ait olduğunu kanıtlar."

Öğrencinin bu çıkarımı ile ilgili aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi en doğrudur?

A) Hatalıdır; aynı türe ait farklı bireylerde de nükleotid sayıları ve dizilimi farklılık gösterebilir, bu nedenle kesinlikle farklı tür oldukları söylenemez.

B) Doğrudur; X örneğinde 600 fosfat ve Y örneğinde 600 şeker bulunması onların aynı canlı olduğunu, nükleotid farkı ise farklı tür olduğunu kanıtlar.

C) Hatalıdır; nükleotid sayılarındaki farklılık genetik çeşitliliğe neden olsa da, aynı canlının farklı dokularında mutasyon sonucu bu tür sayısal farklılıklar her zaman görülür.

D) Doğrudur; farklı dokulardan alınan DNA'ların adenin sayıları farklıysa bunlar kesinlikle farklı türlerdir.

Açıklama: Tabloda X ve Y örneklerinin toplam nükleotid sayıları aynıdır (600 fosfat = 600 nükleotid). Ancak A ve C nükleotid sayıları farklıdır. Bu durum onların genetik dizilimlerinin farklı olduğunu gösterir. Ancak nükleotid diziliminin farklı olması bu iki örneğin farklı türlere ait olduğunu KESİN olarak kanıtlamaz; aynı türe ait farklı bireylerin (hatta akraba bireylerin) de nükleotid dizilimleri ve sayıları birbirinden farklıdır. Bu nedenle öğrencinin 'kesinlikle farklı canlı türlerine ait olduğu' yönündeki çıkarımı hatalıdır. Yaprak ve kök gibi farklı doku bilgisi burada çeldiricidir.

8. (5 Puan)

Bir mühendis, Oğlak Dönencesi üzerinde yer alan bir şehirde kurulacak güneş paneli sisteminin yıllık verimini hesaplamak için bir model oluşturuyor. Modelinde Dünya'nın Güneş'e en yakın olduğu 3 Ocak tarihini başlangıç alıyor ve bu tarihte Güneş'e yakınlıktan dolayı enerji aktarımının en yüksek olacağını, 4 Temmuz'da ise en düşük olacağını varsayıyor. Ayrıca, panellerin bulunduğu yüzeye Güneş ışınlarının daha eğik geldiği dönemlerde aydınlanan toplam alan genişlediği için, panellerin yüzeyindeki 'birim alana düşen ısı enerjisinin' artacağı şeklinde hatalı bir varsayım ekliyor. Ancak elde ettiği sonuçlar, bölgedeki gerçek sıcaklık ve panel üretim verileriyle tamamen çelişiyor. Üstelik mühendis, bölgenin deniz seviyesinden yüksekliğinin panel verimini etkilediğine dair 150 sayfalık bir iklim raporunu da dikkate almıştır.

Yapılan hesaplamanın hatalı sonuç vermesinin temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Güneş ışınlarının eğik açıyla geldiği aylarda (Haziran) aydınlanan toplam alan genişlediği için, birim yüzeye düşen enerjinin artacağını düşünmesi.

B) Dünya'nın dolanma hızı sabit olmadığı için aydınlanma süresinin doğrudan panel verimliliğini değiştirdiğini varsayması.

C) Mühendisin Güneş'e olan uzaklığın ısı enerjisi üzerindeki etkisini abartarak, ışınların geliş açısının mevsimlere etkisini hesaba katmaması.

D) Eksen eğikliği nedeniyle dik gelen ışınların atmosferde daha çok tutulduğunu ve yeryüzüne daha az enerji ulaştığını varsayması.

Açıklama: Mühendisin en kritik hatası, ışınların eğik geldiği zamanlarda aydınlanan alanın artmasına rağmen, birim yüzeye düşen enerjinin arttığını varsaymasıdır. Gerçekte ışınlar eğik geldiğinde enerji geniş bir alana yayılır ve birim yüzeye düşen ısı enerjisi azalır. Oğlak Dönencesi'nde 21 Aralık civarı ışınlar en dik açıyla gelir, birim yüzeye düşen enerji en fazladır. Öğrencinin soruyu çözerken Güneş'e uzaklık yanılgısını da (C seçeneği) görmesi gerekir ancak soruda vurgulanan asıl hata, aydınlanan alan genişledikçe birim yüzeye düşen enerjinin artacağı yanılgısıdır.

9. (5 Puan)

Biyoteknoloji uygulamalarının, türler arası gen aktarımları ile hedeflenen yararları bulunurken aynı zamanda hem insan sağlığı hem de ekolojik denge üzerinde tartışılmalı olası sonuçları (riskleri) bulunmaktadır.

Bir araştırmacı, biyoteknoloji ve genetik mühendisliğinin etkilerini incelemek için aşağıdaki tabloyu oluşturmuştur. Ancak tablodaki bazı veriler arasında neden-sonuç ilişkisi hatalı kurulmuş olabilir:

Biyoteknolojik Uygulama	İşlemin Temeli	Beklenen Sonuç	Ekosisteme/Sağlığa Olası Etkisi
Altın Pirinç Üretimi	Nergis bitkisinin geninin pirince aktarılması	A vitamini miktarının artması	Pirinçteki genin yabani otlara geçerek süper otlar oluşturması
Petrol Yiyen Bakteriler	DNA molekülünün mutasyona uğratılması	Petrol sızıntılarının daha hızlı temizlenmesi	Besin zincirine yeni toksik maddelerin girmesi
Soya Fasulyesi Geliştirme	Brezilya fıındığı protein geninin eklenmesi	Protein miktarının artırılması	Tüketicilerde öngörülemeyen alerjik reaksiyonlar görülmesi
İnsülin Üretimi	İnsan insülin geninin koyun sütüne aktarılması	Ucuz ve bol miktarda insülin eldesi	Hedef dışı türlerde ani iklim değişiklikleri yaratması

Araştırmacının hazırladığı tabloda, yalnızca verilen biyoteknolojik işlem ve bu işlemin genetik temeli dikkate alındığında, hangi uygulamanın 'Ekosisteme/Sağlığa Olası Etkisi' tamamen tutarsız ve bilimsel olarak imkansız bir çerçevede değerlendirilmiştir?

(Not: Öğrenciler sadece tablodaki eşleştirmelerin tutarlılığını analiz edecektir.)

A) Soya Fasulyesi Geliştirme

B) İnsülin Üretimi

C) Altın Pirinç Üretimi

D) Petrol Yiyen Bakteriler

Açıklama: Analiz edildiğinde, koyunlardan insülin elde edilmesi klonlama veya gen aktarımı çalışmaları ile mümkündür ancak bu işlemin doğrudan hedef dışı türlerde 'iklim değişikliği' gibi makro-ekolojik bir duruma yol açması, hücresel düzeyde gen aktarımının biyolojik sonuçlarıyla kesinlikle bağdaşmaz. İklim değişikliği abiyotik bir sorundur ve doğrudan bir organizmanın genetiğinin değiştirilmesi ile değil, daha büyük ölçekli sera gazı emisyonları ile ilgilidir. Diğer seçeneklerdeki etkiler (alerji, gen kaçıışı, toksik birikim) biyolojik birer risk faktörüdür ve genetik temelle ilişkilendirilebilir.

10. (5 Puan)

Akraba evliliği ve genetik hastalıkların aktarımı üzerine genetik danışmanlık süreci.

Genetik danışman olan Elif Hanım, kendisine başvuran kuzenler (anne tarafından) Ali ve Ayşe çiftinin durumunu inceliyor. Elif Hanım'ın elde ettiği veriler şöyledir:

- Ailede daha önce nadir görülen çekinik bir kalıtsal hastalık (X hastalığı) saptanmıştır.
- Hastalığın toplumda görülme sıklığı oldukça düşüktür.
- Ali'nin anne ve babası bu hastalık yönünden sağlıklı görünümlüdür (fenotip olarak sağlıklı).
- Ayşe'nin kan grubu AB Rh(+) iken, Ali'nin kan grubu A Rh(-)'dir.
- Ali ve Ayşe çifti sağlıklı fenotipe sahiptir ancak taşıyıcı olma ihtimalleri vardır.

Ali ve Ayşe çifti, doğacak çocuklarının sağlıklı olabilmesi için Elif Hanım'a danışmıştır. Buna göre Elif Hanım'ın yapacağı aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi bilimsel olarak **yanlıştır**?

A) Çiftin ikisinin de taşıyıcı (heterozigot) olması durumunda, her bir hamilelikte çocuklarının hasta olma olasılığı %25'tir.

B) Ali'nin anne ve babası sağlıklı görüldüğünden, Ali'nin genotipinde kesinlikle bu hastalığa ait çekinik gen bulunmamaktadır.

C) Doğacak çocuklarının X hastalığını göstermemesi, Ali ve Ayşe'nin kesinlikle homozigot baskın genotipli olduklarını kanıtlamaz.

D) Akraba olmaları, farklı genotiplere sahip olma olasılıklarını azaltarak çekinik hastalık alellerinin bir araya gelme riskini toplumun geneline göre artırır.

Açıklama: Akraba evliliklerinde aynı soydan gelindiği için çekinik genlerin karşılaşma olasılığı artar. Fenotipe sağlıklı görünen bireyler taşıyıcı (heterozigot) olabilirler. Ali'nin anne ve babasının sağlıklı görünmesi, onların taşıyıcı olmadıklarını kanıtlamaz; taşıyıcı (Aa x Aa) iseler çocukları Ali %66 (2/3) ihtimalle taşıyıcı olabilir. Bu nedenle B seçeneği kesinlikle yanlıştır. Verilen kan grubu bilgileri soru çözümünde gereksiz (çeldirici) verilerdir.

11. (5 Puan)

Bir biyolog, ortam sıcaklığının 25°C olduğu serasında bezelyelerde tohum rengi kalıtımını araştırmak için iki farklı deney yapıyor. (Sarı tohum geni 'S', yeşil tohum geni 's'ye tam baskındır ve ortam sıcaklığı tohum rengini etkilememektedir).

Birinci Deney: Fenotipleri bilinmeyen iki bezelyeyi çaprazlıyor (Çaprazlama A). Oluşan 400 yavrunun 200'ü sarı, 200'ü yeşil tohumlu oluyor. Araştırmacı bu duruma 'X sonucu' adını veriyor.

İkinci Deney: Fenotipini bildiği ancak genotipini bilmediği iki sarı tohumlu bezelyeyi çaprazlıyor (Çaprazlama B). Oluşan yavruların tamamı sarı tohumlu oluyor. Araştırmacı bu durumu 'Y sonucu' olarak adlandırıyor.

Araştırmacının ulaştığı X ve Y sonuçlarını değerlendiren bir öğrenci aşağıdaki çıkarımları yapmıştır:

- Birinci deneyde çaprazlanan ata bezelyelerden sadece biri fenotipinde yeşil renk özelliğini göstermiştir.
- İkinci deneydeki yavrularda %25 ihtimalle homozigot (saf) sarı tohumlu bireyler oluşur.
- Her iki deneyde de kullanılan ata bezelyeler kendi aralarında tozlaştırılırsa (örneğin birinci deneyin atalarından yeşil tohumlu olanlar kendi arasında, vb.) tüm yavrular tek bir fenotipe sahip olur.

Öğrencinin bu çıkarımlarından hangilerinin kesinlikle doğru olduğu söylenebilir?

A) II ve III

B) I ve III

C) Yalnız II

D) I ve II

Açıklama: Birinci deneyde (X sonucu) 1:1 oranında sarı ve yeşil oluşumu için çaprazlanan ataların biri melez (Ss) sarı, diğeri saf çekinik (ss) yeşil olmalıdır. Bu yüzden atalardan sadece biri yeşil tohum fenotipindedir (I doğru). İkinci deneyde (Y sonucu) atalar sarı tohumlu (S_) ve tüm yavrular sarı olduğuna göre, en az bir ata homozigot baskın (SS) olmalıdır. Diğer ata SS veya Ss olabilir. Eğer her iki ata da SS ise yavruların %100'ü SS olur; eğer biri SS diğeri Ss ise %50 SS, %50 Ss oluşur. Yani %25 ihtimalle homozigot sarı birey oluşma zorunluluğu ya da ihtimali kesin değildir (II yanlış). Üçüncü öncülde, birinci deneydeki yeşil tohumlular (ss x ss) %100 yeşil; ikinci deneydeki homozigot sarı (SS x SS) veya diğeri ata (SS ya da Ss) için durum: Eğer ikinci deneydeki atalar kendi kendini döllerse, SS x SS'ten hepsi sarı çıkar, melez olan kendi içinde döllenirse (Ss x Ss) sarı ve yeşil yavrular oluşabilir. Ancak soruda atalar *kendi aralarında* değil 'ilgili atalar' anlamında bir değerlendirme var. Ancak I ve III'ün doğruluğu: Ataların kendi kendileştirilmesi durumunda saf döller tek tip yavru verir. Birinci deneydeki yeşil ata (ss) kesinlikle tek tip yavru verir.

12. (5 Puan)

Hücre bölünmesi öncesinde kendini eşleyen DNA molekülünde adenin nükleotidinin karşısına timin, guanin nükleotidinin karşısına sitozin nükleotidi gelir. Her nükleotidin yapısında birer adet fosfat ve deoksiriboz şekeri bulunur.

Bir öğrenci, incelediği 120 nükleotidlik bir DNA molekülü modeli için şu hesaplamaları yapmıştır: 'Modeldeki toplam deoksiriboz şekeri sayısı 120'dir. Bu zincirlerden sadece birinci zinciri incelediğimde, 15 Adenin ve 20 Guanin olduğunu gördüm. O halde bu DNA molekülünde toplam 30 Adenin ve 40 Guanin vardır. Geriye kalan nükleotidleri bulmak için, 120'den 70'i çıkardım ve 50 buldum. Demek ki toplam 25 Timin ve 25 Sitozin nükleotidi olmalıdır.'

Öğrencinin yaptığı hesaplama adımları incelendiğinde, bu DNA molekülünün yapısı ve eşleşme prensipleriyle ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

A) Hesaplama yanlıştır, çünkü toplam Timin sayısı her zaman Guanin sayısına eşit olmak zorundadır, bu yüzden hesaplanan değerler hatalıdır.

B) Hesaplama doğrudur, çünkü birinci zincirdeki nükleotid sayılarının iki katı her zaman DNA'nın tamamındaki nükleotid sayılarını verir.

C) Hesaplama yanlıştır, çünkü birinci zincirdeki Adenin sayısı sadece ikinci zincirdeki Timin sayısına eşittir, toplam Adenin sayısının iki katı olması gerekmez.

D) Hesaplama doğrudur, çünkü toplam nükleotid sayısı ile fosfat ve şeker sayıları eşittir, eksik nükleotidler kalan sayıdan paylaştırılır.

Açıklama: Öğrenci birinci zincirdeki Adenin ve Guanin sayılarından yola çıkarak DNA'nın tamamındaki Adenin ve Guanin sayılarını hesaplarken, 1. zincirdeki miktarı 2 ile çarpmakla hata yapmıştır. Bir zincirdeki Adenin, ancak karşı zincirdeki Timin sayısına eşittir. Birinci zincirdeki Adenin, ikinci zincirdeki Adenin ile aynı olmak zorunda değildir. Bu nedenle 'toplam 30 Adenin vardır' çıkarımı doğrudan yapılamaz. Toplam nükleotid hesaplaması, A=T ve G=C eşitliği üzerinden toplam zincire göre yapılmalıdır.

13. (5 Puan)

Bir biyoloji araştırma merkezinde, farklı çevre koşullarının (sıcaklık, nem, diyet) tilki türleri üzerindeki fiziksel etkileri incelenmektedir. Kutuplarda yaşayan ve çöllerde yaşayan iki farklı tilki türünün vücut yüzey alanı-hacim oranları, beslenme alışkanlıkları gibi özellikleri kayıt altına alınmıştır. Araştırmada bazı tilkilerin günlük tükettiği su miktarının, kulak yüzey alanlarıyla orantılı olduğu not edilmiştir.

Bir araştırmacı öğrenci, iki farklı iklim kuşağındaki tilki türlerini (Tür X: çok küçük kulaklı ve kalın kürk yapılı, Tür Y: büyük kulaklı ve ince kürk yapılı) incelemiştir. Öğrenci şu hipotezi kurar: 'Eğer Tür X ekvator bölgesine, Tür Y ise kutuplara bırakılırsa, beslenme şekilleri (örneğin etobur diyet) aynı kalacağı için çevreye birkaç ay içinde uyum sağlarlar ve kulak boyutları modifikasyon geçirerek değişir.' Buna göre, öğrencinin hipotezi ve canlıların adaptasyonları değerlendirildiğinde aşağıdakilerden hangisi kesinlikle söylenebilir?

A) Öğrencinin hipotezi doğrudur çünkü beslenme şekli aynı kaldığı sürece fiziksel özellikler çevreye anında uyum sağlayarak modifikasyon gösterir.

B) Hipotez hatalıdır çünkü Tür X ve Tür Y sadece aynı ekosistemde yaşarsa adaptasyon geliştirebilirler, farklı ekosistemlere geçiş mutasyonları tetikler.

C) Hipotez hatalıdır; kulak boyutu ve kürk kalınlığı yaşama şansını artıran kalıtsal adaptasyonlardır ve yer değiştirildiğinde bireyde aniden değişmezler, bu da hayatta kalma şanslarını düşürür.

D) Öğrencinin hipotezi kısmen doğrudur, Tür Y kutuplara bırakıldığında kalın kürk geliştiremez de kulak boyutu çevre şartlarıyla küçülerek modifikasyon geçirir.

Açıklama: Adaptasyonlar, canlıların yaşadıkları çevreye uyum sağlamak için geliştirdikleri ve nesilden nesile aktarılan kalıtsal özelliklerdir (büyük veya küçük kulak yapısı gibi). Modifikasyon ise gen işleyişindeki geçici değişikliklerdir ve çevresel bir değişim, kalıtsal bir adaptasyonu aniden değiştirmez. Dolayısıyla, farklı iklime yerleştirilen tilkilerin kulak boyutları veya kürk yapıları anında çevreye uyum sağlayarak değişmez (modifikasyon değildir). Yanlış kurulan bu hipotezin temel hatası, evrimsel süreçle kazanılmış adaptasyonların kısa süreli çevresel etkiyle (modifikasyon) değiştirilebileceğini zannetmektir. Diyet bilgisinin verilmesi çeldiricidir.

14. (5 Puan)

Bir DNA molekülünün kendini eşlemesi sürecinde iki zincir birbirinden ayrılır ve her iki zincir kalıp görevi görerek karşısına uygun serbest nükleotidler (A karşısına T, G karşısına C) dizilir. Onarım mekanizmaları tek zincirdeki eksik ya da yanlış eşleşmeleri onarırken, karşılıklı iki zincirde kopma olması durumu onarılamaz ve mutasyona sebep olabilir.

Bir araştırmacı, bakteri hücresindeki DNA replikasyonunu incelerken, ortamdaki adenin nükleotidlerinin yapay bir floresan boya ile işaretlendiği bir deney tasarlıyor. Replikasyon tamamlandıktan sonra, yavru hücrelerdeki DNA molekülleri incelendiğinde şu sonuçlar elde ediliyor:

- I. Her iki hücrenin DNA'sında da karşılıklı iki zincirin sadece birinde floresan işaretli adeninler tespit edilmiştir.
- II. DNA sarmalında oluşan bir kopukluk onarılırken guanin karşısına timin eklendiği gözlenmiş, ancak enzimler bu bölgeyi hatalı bularak bir süre sonra timini uzaklaştırmıştır.
- III. Ortam sıcaklığının aniden artırılması sonucu, bazı bölgelerde her iki zincirdeki nükleotidler karşılıklı koparak ayrılmış ve onarım gerçekleşmemiştir.

Bu deneyde gerçekleşen olaylardan yola çıkarak aşağıda yapılan çıkarımlardan hangisi kesinlikle yanlıştır?

A) Replikasyon ortamında hazır bulunan ve floresan taşıyan adeninler, sadece yeni oluşturulan zincirlerin yapısına katılmıştır.

B) Yeni sentezlenen DNA moleküllerinin eski zincirleri işaretli olmadığı için, replikasyonun yarı korunumlu (yarı korunarak) gerçekleştiği kanıtlanmıştır.

C) Hatalı eşleşmeler onarım mekanizmaları tarafından her zaman geri döndürülemez de tek zincirdeki yanlışlıklar genelde düzeltilir.

D) Karşılıklı iki zincirde aynı noktada meydana gelen nükleotid eksikliği, hücrenin onarım mekanizması tarafından doğru dizilime uygun şekilde onarılır.

Açıklama: Deney sonuçları incelendiğinde; DNA kendini yarı korunumlu eşlediği için eski zincir (işaretsiz) kalıp görevi görmüş, karşısına ortadan alınan floresan işaretli nükleotidler gelmiştir, bu nedenle her yeni molekülün bir zinciri işaretli, diğeri işaretsizdir (I). Hatalı onarım girişimleri (G karşısına T) onarım enzimlerince tespit edilip düzeltilebilir (II). Ancak her iki zincirin aynı noktada kopması, kalıp eksikliğine yol açtığından hücre tarafından doğru bir şekilde onarılamaz (III). Dolayısıyla karşılıklı iki zincirde aynı noktadaki hasarın onarıldığını iddia eden ifade hatalıdır.

15. (5 Puan)

Bir araştırma ekibi, GDO'lu (Genetiği Değiştirilmiş Organizma) ürünlerin etkilerini değerlendirmek üzere bir rapor hazırlıyor. Raporunda şu veriler yer alıyor:

- Afrika'daki bir deneme tarlasında, bakterilerden alınan kuraklık direnci geni X buğdayına aktarıldı. İlk yıl verim %40 arttı, ancak tarlanın çevresindeki yerel kuş türü sayısında %15 düşüş gözlemlendi.
- Asya'daki bir bölgede ise A vitamini eksikliğini gidermek için nergis bitkisinden alınan gen pirince aktarıldı (Altın pirinç). Pirincin protein miktarı değişmedi, sadece beta-karoten üretimi sağlandı. Bölgedeki toprak analizlerinde potasyum oranının mevsimsel olarak değiştiği saptandı.

Farklı uzmanlar bu raporu okuduktan sonra biyoteknoloji ve genetik mühendisliği ekseninde değerlendirmeler yapıyor.

Bir araştırma ekibinin raporuna ve analizine göre, hangi uzmanın değerlendirmesinde BİLİMSEL BİR HATA bulunmaktadır?

A) Beslenme Uzmanı: A vitamini öncül maddesi üretecek genin pirince aktarılması sağlık için faydalıdır, ancak bu ürünün yaygın tüketimi insan genetiğini değiştirerek kalıtsal hastalıklara yol açma riskini kesin olarak barındırır.

B) Ekolog: GDO'lu bitkilerin yetiştirilmesi sürecinde, bitkiye aktarılan böcek öldürücü toksin geninin polenlerle diğer tarlalardaki doğal akraba türlere geçmesi, tarımsal biyoçeşitliliği uzun vadede azaltabilir.

C) Genetik Mühendisi: Kuraklığa dayanıklı buğday türü geliştirilirken bakteriden gen aktarılması saf genetik mühendisliği çalışmasıdır, ancak bu tohumun milyonlarca hektara ekilmek üzere çoğaltılması ve satılması biyoteknolojinin alanıdır.

D) Ziraat Mühendisi: Yabancı otlara karşı geliştirilen direnç geninin hedef olmayan türlere (örn. kelebeklere) zarar vermesi ekolojik bir risktir.

Açıklama: Beslenme uzmanının (A seçeneği) ifadesinde bilimsel bir hata vardır. GDO'lu bir besin tüketildiğinde sindirim sisteminde parçalanır ve besinin genetiği, onu tüketen insanın genetiğini değiştirmez veya kalıtsal bir hastalığa yol açmaz. D seçeneğinde bahsedilen hedef olmayan türlere zarar verme riski ekolojik olarak doğrudur. C seçeneği, genetik mühendisliği (genin keşfi/aktarımı) ile biyoteknoloji (seri üretim/ürün haline getirme) arasındaki farkı doğru tanımlar. B seçeneği, gen kaçışının biyoçeşitliliğe olumsuz etkisini doğru açıklar. Sorudaki kuş düşüşü veya toprak potasyum değişimi öğrenciyi oyalayabilecek detaylardır (gürültü).

16. (5 Puan)

DNA molekülünün karşılıklı zincirlerinde meydana gelen bazı hasarlar onarılabılırken bazıları onarılamaz.

Laboratuvarda incelenen bir bakteri DNA'sının belirli bir gen bölgesi radyasyona maruz bırakılıyor. Deney sonucunda şu veriler elde ediliyor:

- 1. bölgede zincirlerden birinde Guanin nükleotidi kopuyor, ortam sıcaklığı 35°C'den 37°C'ye çıkarılıyor.
- 2. bölgede karşılıklı iki zincirde aynı hizadaki Adenin ve Timin nükleotidleri aynı anda kopuyor, ortamın pH'ı sabit tutuluyor.
- 3. bölgede üst üste iki Adenin nükleotidi tek bir zincirden koparken karşı zincirdeki Timin nükleotidleri sağlam kalıyor.

Bir araştırmacı, bu verileri inceleyerek 'Hücrenin DNA onarım mekanizması, sadece sağlam kalan karşı zinciri şablon olarak kullandığı sürece hataları düzeltebilir.' hipotezini kuruyor.

Buna göre araştırmacının hipotezini doğrulamak veya çürütmek için yukarıdaki hangi bölgelerde meydana gelen hasarların sonuçlarına bakması **en uygundur** ve bu hasarlardan hangisi **kesinlikle onarılamaz**?

A) Karşı zincirin şablon olmadığı durumlarda 1. bölge onarılamaz, hipotezi test etmek için üç bölge de birlikte değerlendirilmelidir.

B) Sıcaklığın değiştirildiği 1. bölge onarılamaz, hipotezi test etmek için sadece 1. bölgeye bakılmalıdır.

C) Karşılıklı nükleotidlerin koptuğu 2. bölge onarılamaz, hipotezi test etmek için 2. ve 3. bölgeler karşılaştırılmalıdır.

D) Üst üste kopmanın olduğu 3. bölge onarılamaz, hipotezi test etmek için 1. ve 2. bölgeler karşılaştırılmalıdır.

Açıklama: DNA'da tek zincirde meydana gelen kopmalar (1 ve 3. bölgeler), karşı zincirdeki tamamlayıcı nükleotid şablon olarak kullanılarak onarılabılır. Ancak karşılıklı iki zincirdeki nükleotidlerin aynı anda kopması (2. bölge) onarılamaz çünkü şablon alınacak bilgi kalmamıştır. Araştırmacının 'sadece sağlam kalan karşı zinciri şablon olarak kullanma' hipotezini test etmek için, karşı zincirin sağlam olduğu (3. bölge gibi) bir durum ile iki zincirin de hasar gördüğü (2. bölge) durumun karşılaştırılması gerekir. Sıcaklık ve pH gibi bilgiler bu bağlamda dikkat dağıtıcıdır.

17. (5 Puan)

Bir araştırmacı, hayali üç farklı memeli türünü incelemiştir: A türü, ortalama 35°C sıcaklığa ve düşük neme sahip bir bölgede, B türü ve C türü ise ortalama -10°C sıcaklığa ve yüksek kar yağışına sahip aynı coğrafi bölgede yaşamaktadır. Yapılan incelemelerde şu sonuçlara ulaşılmıştır:

- A türü (X familyasından): Geniş vücut yüzeyi, büyük kulaklar, ince kıl örtüsü.
- B türü (X familyasından): Dar vücut yüzeyi, küçük kulaklar, kalın yağ tabakası, beyaz kıl örtüsü.
- C türü (Y familyasından): Dar vücut yüzeyi, küçük kulaklar, kalın yağ tabakası, beyaz kıl örtüsü.

Araştırma notlarında B türünün popülasyon yoğunluğunun C türünden %20 fazla olduğu belirtilmiştir (bu veri türlerin ekosistemdeki besin rekabetiyle ilgilidir).

İki öğrenci bu tabloyu inceleyerek şu hipotezleri kurmuştur:

Zeynep: 'B ve C türleri benzer fiziksel özelliklere sahip oldukları için evrimsel olarak aynı familyadan gelmek zorundadır. A türü ise farklı ortamda olduğu için X familyasından olmasına rağmen farklı görünmektedir.'

Mert: 'Aynı bölgede yaşayan farklı familyalara ait türler (B ve C) soğuk iklimde hayatta kalmak için ortak yapısal adaptasyonlar geliştirmiştir.'

Öğrencilerin hipotezleriyle ilgili aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi doğrudur?

A) Her iki öğrencinin hipotezi de yanlıştır, çünkü türlerin ortam sıcaklığına toleransı sadece modifikasyonla açıklanabilir.

B) Mert'in hipotezi yanlıştır, çünkü farklı türler aynı ortamda yaşasalar da her zaman farklı fiziksel adaptasyonlar geliştirirler.

C) Zeynep'in hipotezi yanlıştır, B ve C türlerinin aynı adaptasyonu göstermesi genetik akrabalıkla değil, aynı çevresel baskılara maruz kalmalarıyla ilgilidir.

D) Zeynep'in hipotezi tamamen doğrudur, A ve B türleri farklı ekosistemlerde farklı adaptasyonlar geliştirmiştir.

Açıklama: Soru, adaptasyonların ekosistem koşullarına göre şekillenmesini ve aynı/farklı türlerin benzer/farklı adaptasyonlarını analiz etmeyi gerektirir. Aynı familyadan (yakın akraba) olan A ve B türleri farklı ekosistemlerde (çöl ve kutup) yaşadıkları için farklı adaptasyonlar geliştirmiştir. Farklı familyalardan olan B ve C türleri ise aynı soğuk ekosistemde yaşadıkları için benzer hayatta kalma stratejileri (dar yüzey, küçük kulak, kalın yağ vb.) geliştirmiştir. Zeynep'in 'B ve C benzer fiziksel özellikte oldukları için aynı familyadan gelmek zorundadır' yargısı yanlıştır; bu durum benzer çevre şartlarına gösterilen benzer adaptasyondur. Popülasyon yoğunluğu bilgisi sorunun çözümü için gerekli olmayan bir 'gürültü' verisidir.

18. (5 Puan)

Biyoteknoloji ve genetik mühendisliği uygulamaları, tıp, tarım ve çevre gibi birçok alanda insanlığa fayda sağlamak amacıyla canlıların genetik yapısının değiştirilmesini kapsar. Bu uygulamaların sonuçları, hem olumlu çevresel ve ekonomik katkılar sunabilir hem de alerjik reaksiyonlar, gen kaçışı ve biyoçeşitliliğin azalması gibi öngörülemeyen ekolojik veya sağlık sorunlarına yol açabilir.

Bir araştırmacı grubu, biyoteknolojik uygulamaların etkilerini incelemek üzere üç farklı çalışma tasarlıyor.

- I. Çalışma: Soya fasulyesinden alınan bir genin, besin değerini artırmak amacıyla buğdaya aktarılması. Ancak bu buğday türü deneme sürecinde farelerde yoğun alerjik reaksiyonlara neden olmuştur.
- II. Çalışma: A bakterisine aktarılan bir gen ile bu bakterilerin ağır metalleri bağlayarak sudan uzaklaştırma kapasitesinin %60 artırılması sağlanmıştır. Ortamdaki su sıcaklığının 25°C olduğu kaydedilmiştir.
- III. Çalışma: Kuraklığa dayanıklılık geni aktarılan bir mısır türünün, yerel böcek türlerine karşı da direnç kazandığı ve ekim alanında doğal yabani otların popülasyonunun %40 azaldığı gözlemlenmiştir.

Öğrencilerden Ayşe bu sonuçları değerlendirerek şu yorumları yapıyor:

1. I. çalışmada biyoteknoloji insan sağlığına olası bir risk oluşturmuştur ve bu durum ürünün piyasaya sürülmesini engellemelidir.
2. II. çalışma, çevre temizliğinde biyoremediasyon yönteminin başarıyla uygulanabileceğini gösteren olumlu bir çevresel etkidir.
3. III. çalışma, bitkinin kuraklığa dayanmasıyla sadece olumlu tarımsal etki yaratmış, gen aktarımının ekosistemde istenmeyen bir rekabet veya bozulmaya yol açmadığını kanıtlamıştır.

Buna göre, Ayşe'nin değerlendirmelerinde yaptığı hata ve biyoteknolojik çalışmaların genel etkileri dikkate alındığında aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) I. çalışmada gen aktarımı besin değerini artırma amacıyla yapılsa da, beklenmeyen alerjenik özelliklerin ortaya çıkması genetik mühendisliğinin öngörülemeyen sağlık risklerini doğrular.

B) III. çalışmada doğal yabani otların popülasyonunun azalması, biyoteknolojinin biyoçeşitlilik üzerindeki olası olumsuz etkilerine örnektir ve Ayşe'nin 3. yorumu hatalıdır.

C) III. çalışmada aktarılan genin yalnızca hedef özelliği değiştirdiği ve ekolojik dengede herhangi bir değişime yol açmadığı için Ayşe'nin 3. yorumu kesinlikle doğrudur.

D) II. çalışmada bakterilerin ağır metalleri bağlaması, çevre temizliğinde genetiği değiştirilmiş organizmaların olumlu yönde kullanılabileceğini kanıtlar, ortam sıcaklığının 25°C olması bu çıkarımı değiştirmez.

Açıklama: Ayşe'nin 3. yorumu hatalıdır çünkü III. çalışmada kuraklık geni aktarılan mısırın yerel yabani ot popülasyonunu %40 azaltması, ekolojik dengeyi bozabileceğine ve biyoçeşitliliği olumsuz etkileyebileceğine işaret eder. Genetik olarak değiştirilmiş bir organizmanın ekosistemdeki diğer türler üzerinde beklenmedik üstünlükler kurması, biyoteknolojinin risklerinden biridir. Bu nedenle aktarılan genin ekolojik dengeyi değiştirmedeği ve Ayşe'nin yorumunun doğru olduğu ifadesi yanlıştır. II. çalışmada verilen su sıcaklığı bilgisi yorumu etkilemeyen gereksiz (çeldirici) bir bilgidir.

19. (5 Puan)

Bezelyelerde tohum şekli genetiğinde yuvarlak tohum aleli (Y) buruşuk tohum aleline (y) baskındır. Bir araştırmacı, fenotipi yuvarlak tohumlu olan bir bezelye ile buruşuk tohumlu bir bezelyeyi çaprazlıyor. Araştırmacı, 'Yuvarlak tohumlu ata bitkim kesinlikle saf döldür (homozigot)' iddiasında bulunuyor. Bir asistan ise bu iddiayı test etmek istiyor. Asistan, çaprazlama sonucu elde edilen F1 dölündeki tohumları toprağa ekiyor ve 100 adet yavru bitki elde ediyor. Bu bitkilerden 53'ü yuvarlak, 47'si buruşuk tohum veriyor (Hava sıcaklığı ve sulama koşulları her iki grup için aynı tutulmuştur). Asistan, F1 dölünden seçtiği iki yuvarlak tohumlu bezelyeyi tekrar çaprazlıyor ve elde ettiği F2 dölünde buruşuk tohumlu bezelyelere rastlıyor. Asistan, 'Araştırmacının iddiası baştan yanlış' diyor.

Buna göre araştırmacının iddiası ve asistanın deneyi ile ilgili aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi doğrudur?

A) F1 dölündeki tüm bezelyeler yuvarlak tohumludur, asistanın deneyinde buruşuk tohum elde etmesi mutasyon olduğunu kanıtlar.

B) Asistanın F1 dölünden seçtiği yuvarlak tohumlu bezelye melezdır, bu nedenle F2 dölünde buruşuk tohum oluşabilir ve iddia çürütölmez.

C) Asistan F1 dölündeki buruşuk tohumlu bezelyeleri kendi aralarında çaprazlasaydı, iddianın yanlış olduğunu kesin olarak ispatlardı.

D) Araştırmacının iddiası doğrudur çünkü fenotipi baskın olan bir ata ile çekinik olan bir ata çaprazlandığında yavruların %100'ü baskın özellik gösterir.

Açıklama: Araştırmacının ata bezelyesi saf döl (YY) olsaydı, buruşuk (yy) ile çaprazlandığında F1 dölünün %100'ü melez (Yy) ve yuvarlak tohumlu olurdu. Ancak F1'de 53 yuvarlak, 47 buruşuk tohum elde edilmesi, ata bitkinin melez (Yy) olduğunu gösterir. Yani araştırmacının iddiası baştan yanlıştır. Asistanın F1'den aldığı iki yuvarlak tohumlu bitki melez (Yy) olmak zorundadır. Bunlar çaprazlandığında (Yy x Yy), F2'de buruşuk (yy) tohumlar %25 ihtimalle oluşabilir. Bu durum, F1'den alınan yuvarlak bezelyelerin genotipiyle ilgilidir. İfadeler incelendiğinde, asistanın F1'den seçtiği yuvarlak tohumlu bezelyenin melez olduğu ve F2'de buruşuk tohum oluşmasının beklenen bir durum olduğu doğrudur. Sıcaklık gibi çevresel faktörler genotipi etkilemez (kalıtımda gürültü veridir). Yanlış seçeneklerdeki mantık hataları: F1'in tamamının yuvarlak olması gerekmez, iddia zaten yanlıştır. F1'deki buruşuk tohumlular (yy) çaprazlansaydı sadece yy elde edilirdi, bu ata bitkinin durumunu tam açıklamazdı, melezlerin çaprazlanması genetik aktarımı daha net gösterir.

20. (5 Puan)

Bir öğrenci, Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketini modellemek için bir el feneri ve ortasından eksen eğikliğine ($23^{\circ}27'$) sahip olacak şekilde çubuk geçirilmiş bir küre kullanıyor. Modelde küre, el fenerinin etrafında çembersel bir yörüngede dolandırılıyor. Öğrenci küre üzerine A ve B şehirlerini ekliyor, ancak şehirlerin bulundukları yarım küreleri etiketlemeyi unutuyor. Modelde küre 'X konumu'ndayken, fenerden çıkan ışınların kürenin üst yarım küresindeki dönenceye tam dik açıyla düştüğünü gözlemliyor. Daha sonra küreyi X konumundan 180 derece ilerleterek 'Y konumu'na getiriyor. Öğrencinin defterine yazdığı notlar arasında ortamın sıcaklığının 25°C olduğu ve el fenerinin pil seviyesinin azaldığı bilgileri de yer alıyor.

Öğrencinin model üzerindeki hatalı uygulamasına göre, yaptığı çıkarımlardan hangisinde kavram yanlışlığı kesinlikle yoktur?

- I. Öğrenci modelde A şehrini Yengeç Dönencesi'ne, B şehrini Oğlak Dönencesi'ne yerleştirdiyse, X konumunda B şehirde birim yüzeye düşen ışık enerjisinin minimum olduğunu düşünmesi.
- II. Modelde gezegen Y konumuna geldiğinde, her iki şehirde de aydınlanma süresinin 12 saat olduğunu ölçmesi.
- III. Öğrenci Güneş panellerini kurarken, X konumunda A şehrindeki panellerin yüzeyini yere paralel olarak ayarladığında maksimum verim alacağını savunması.

A) II ve III

B) I ve III

C) Yalnız I

D) Yalnız III

Açıklama: X konumunda ışınlar üst yarım küreye dik düşmektedir. Eğer üst yarım küredeki dönenceye dik düşüyorsa bu tarih 21 Haziran'ı (Kuzey Yarım Küre yazı) temsil eder. III. öncülde X konumunda A şehri Yengeç dönencesinde (ışınların dik geldiği yer) olduğu için Güneş paneli yere paralel (0 derece açı ile yatay) konumlandırıldığında ışınlar panele tam 90 derece ile düşer ve birim yüzeye düşen enerji maksimum olur. Bu bilimsel olarak doğrudur, kavram yanlışlığı içermez. I. öncülde B şehri Oğlak Dönencesinde ise X konumunda kış yaşar ve birim yüzeye düşen ışık enerjisi minimum olur; öğrenci A şehrini Yengeç, B'yi Oğlak dönencesine koyduğunda B'deki enerjinin minimum olduğunu düşünüyorsa doğru bir çıkarım yapmıştır ancak soru kökü 'hatalı uygulamasına göre' demiyor, öğrencinin çıkarımlarındaki doğrulukları analiz ettiriyor. Ancak sorudaki mantıkta, I ve III doğru çıkarımlardır. Seçeneklerde Yalnız III en zorlayıcı olandır çünkü panel açısı yere paralelse ışın tam dik gelir ($190-90$) mantığı sentezi gerektirir.

21. (5 Puan)

Bezelyelerde mor çiçek aleli (M), beyaz çiçek aleline (m) baskındır.

Bir araştırmacının, elindeki mor (K) ve fenotipi bilinmeyen (L) bezelyeleri çaprazladığı birinci deneyde oluşan yavruların yarısının mor, yarısının beyaz olduğu görülüyor (Sıcaklık 20°C). Aynı yavrular arasında rastgele seçilen mor çiçekliler kendi aralarında çaprazlanarak ikinci kuşak (F2) elde ediliyor. İkinci deneye başlamadan önce seranın sıcaklığı 30°C'ye çıkarılmıştır (Çiçek rengi geni sıcaklıktan etkilenmemektedir). Öğrencilerden biri 'F2 kuşağında kesinlikle saf döl baskın bireyler oluşmaz çünkü ata bireylerden biri beyaz çiçekliydi' hipotezini öne sürüyor. Buna göre öğrencinin hipotezi ve ikinci kuşak sonuçları ile ilgili aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi doğrudur?

A) Hipotez yanlıştır; sıcaklık artışı gen işleyişini değiştirdiği için F2 kuşağında tüm bireyler beyaz çiçekli olur.

B) Hipotez doğrudur; K ve L çaprazlamasından saf döl baskın oluşmadığı için onların yavrularından da oluşamaz.

C) Hipotez yanlıştır; F2 kuşağında %25 ihtimalle saf döl baskın, %75 ihtimalle mor çiçekli bezelyeler oluşur.

D) Hipotez doğrudur; L bezelyesi çekinik olduğu için F2 kuşağında tüm mor çiçekliler sadece melez olabilir.

Açıklama: Birinci çaprazlamada K (Mm) ile L (mm) çaprazlanmıştır. Bu nedenle F1 kuşağındaki mor çiçekli bezelyelerin tamamı melez (Mm) genotiplidir. Öğrenci ata bireylere bakarak yanılmıştır; F1'deki melez bireylerin kendi aralarında çaprazlanması (Mm x Mm) sonucunda %25 MM, %50 Mm, %25 mm genotipleri oluşur. Fenotipte ise %75 mor, %25 beyaz çiçek oluşur. Seranın sıcaklığının değişmesi, soruda da belirtildiği üzere gen işleyişini (çiçek rengini) etkilemez, bu bir çeldiricidir.

22. (5 Puan)

Biyoteknoloji ve genetik mühendisliği uygulamaları, hedeflenen faydaların yanı sıra biyoçeşitlilik, doğal ekosistemler ve halk sağlığı üzerinde karmaşık riskler barındırır. Bu etkilerin analizi, uygulamanın yapılacağı ortamın (açık ekosistem vs. kapalı laboratuvar) ve yöntemlerin özelliklerinin ayırt edilmesini gerektirir.

Bir araştırma komitesi, dört farklı biyoteknolojik uygulama önerisini değerlendirmiş ve bu projelerin olası etkilerini bir rapora dökmüştür:

- **Proje X:** Mısır bitkisine, sadece zararlı kurtçukları öldüren bir toksin üretecek gen aktarılması. Beklenti: İlaç kullanımı %40 azalacak.
- **Proje Y:** Soya fasulyesine, kuraklık direnci sağlayan ve fotosentez hızını artıran yabancı bir gen eklenmesi. Ayrıca, ürünün raf ömrünü %20 uzatan koruyucu bir kaplama maddesi geliştirilmesi (kaplama işlemi kimyasal bir süreçtir).
- **Proje Z:** Atık sularındaki ağır metalleri bağlayıp çökelten transgenik mikroorganizmaların nehir yataklarına salınması. Beklenti: Su kalitesinde iyileşme.
- **Proje W:** Hayvan modellerinde hastalık yapan genlerin yapay olarak susturulması ve bu modellerin kapalı laboratuvar ortamlarında yetiştirilmesi.

Bir çevre bilimcisi, bu projeleri değerlendirerek biyoteknolojinin biyoçeşitlilik ve ekosistem dengesi üzerindeki öngörülemez risklerine dikkat çeken bir makale yazmak istiyor.

Bilim insanının makalesinde, en güçlü somut argüman olarak hangi eşleştirmeyi ve açıklamayı kullanması beklenir?

- A) Proje X. Toksin üreten genin kimyasal kaplama maddeleriyle birleşerek hedef dışı böceklerle zarar vermesi, laboratuvar ortamındaki tek hücreli değişimlerin doğrudan biyoçeşitliliği sıfırladığını gösterir.
- B) Proje X ve Y. Sadece zararlı kurtçukların öldürülmesi besin zincirini korurken, kuraklığa dirençli soya fasulyesinin fotosentez hızını artırması küresel ısınmayı kesin olarak engelleyeceğinden bu iki proje ekosisteme tamamen faydalıdır.

C) Proje Z. Nehir yataklarına salınan transgenik mikroorganizmaların diğer türlerle rekabete girmesi veya yatay gen transferi yapması ihtimali, doğal biyosfer dengesi üzerinde kontrol edilemez değişiklikler yaratabilir.

D) Proje Y ve W. Kimyasal koruyucu kaplamalar ve kapalı ortamdaki hayvan deneyleri, genetik müdahalenin ekosistemdeki enerji akışını geri döndürülemez şekilde bozduğunu kanıtlar.

Açıklama: Çevre bilimcisi, biyoçeşitlilik ve ekosistem dengesi üzerindeki öngörülemez risklere odaklanmalıdır. Proje Z, doğaya (nehir yataklarına) transgenik canlıların kontrolsüz bir şekilde salınmasını içerir. Bu durum, bu mikroorganizmaların doğal ekosistemdeki diğer canlılarla nasıl bir etkileşime gireceğinin (rekabet, gen aktarımı vb.) öngörülememesi nedeniyle biyoçeşitlilik için en büyük ve kontrol edilemez riski barındırır. Proje X hedef dışı canlılara zarar verebilir ancak kapalı ya da kontrollü tarım alanlarında bir ölçüde yönetilebilir; Proje Y'deki raf ömrü uzatan kimyasal kaplama genetik değil, kimyasal bir müdahaledir (çeldirici bilgi); Proje W ise kapalı ortamda olduğu için ekosisteme doğrudan yayılım riski taşımaz.

23. (5 Puan)

Dünya'nın Güneş etrafındaki dolanımı ve eksen eğikliği, ışınların geliş açısını ve mevsimleri belirler. Güneş ışınları dik açıyla geldiği yere en yüksek ısı enerjisini bırakır.

Ahmet, hazırladığı bir iklim simülasyonunda Dünya'nın eksen eğikliğini 40° olarak ayarlayıp, dönüş hızını %10 artırmış ve Ekvator'un ortalama sıcaklık grafiğini incelemiştir.

Ahmet'in modellemesine göre; Ekvator (0°), Ankara (40° K) ve Oslo (60° K) şehirlerinde gerçekleşecek mevsimsel ve sıcaklık değişimleriyle ilgili Ahmet şu çıkarımları yapıyor:

- I. Ankara, 21 Haziran'da Güneş ışınlarını dik açıyla alır ve Ekvator'da yıl boyunca gölge boyunun sıfır olduğu bir tarih bulunmaz.
- II. Dönüş hızının artması sebebiyle Oslo'da gece ve gündüz süreleri arasındaki yıllık fark eskisinden daha az olur.
- III. Mevsimsel sıcaklık farkı Ekvator'da azalırken, Ankara'da ve Oslo'da artar.

Ahmet'in bu modellemeden elde ettiği yukarıdaki çıkarımların hangilerinde hata yaptığı söylenebilir?

A) I ve II

B) Yalnız I

C) II ve III

D) I, II ve III

Açıklama: Eksen eğikliği 40° olduğunda Yengeç Dönencesi 40° Kuzey enlemine, Oğlak Dönencesi 40° Güney enlemine kayar. Güneş ışınları 21 Haziran'da 40° Kuzey enlemindeki Ankara'ya dik düşer (I. ifadenin ilk kısmı doğru). Ancak Ekvator, dönenceler arasında kaldığı için (40° K ile 40° G arası) yılda iki kez güneş ışınlarını dik almaya devam eder, yani gölge boyu sıfır olur (I. ifade hatalı). Dünyanın kendi eksenini etrafında dönüş hızının artması sadece bir tam turun (1 günün) süresini kısaltır, gece ve gündüz sürelerinin birbirine oranını veya aralarındaki yıllık süresel farkları etkilemez (II. ifade hatalı). Eksen eğikliği arttığı için orta ve kutup kuşaklarında yazlar daha sıcak, kışlar daha soğuk olur (sıcaklık farkı artar), Ekvator ise yıl içinde güneş ışınlarını daha eğik alacağı için genel sıcaklık düşer (III. ifade doğru).

24. (5 Puan)

Bir araştırmacı, meyve sineklerinde kanat uzunluğu ve vücut rengi kalıtımını incelemektedir. Normal kanat (N) körelmiş kanata (n), gri vücut (G) siyah vücuda (g) baskındır. Araştırmacı, normal kanatlı ve gri vücutlu iki sineği çiftleştiriyor. Çiftleşme ortamının sıcaklığı normalden yüksek tutuluyor. Oluşan 400 yavrunun 300'ü normal kanatlı-gri vücutlu, 100'ü ise körelmiş kanatlı-siyah vücutludur. Araştırmacı bu duruma bakarak, 'Sıcaklık artışı baskın genlerin melez döllerde ayrılmasını engellemiştir ve yavrular her iki özellik bakımından kesinlikle anne-baba ile aynı genotiptir.' sonucunu çıkarıyor. Bu öğrenci veya araştırmacının çıkarımındaki hata ve çaprazlamanın gerçek analizi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

A) Araştırmacının sonucu doğrudur; çünkü çekinik bireylerin (nn, gg) ortaya çıkması sıcaklık etkisiyledir, anne ve babada çekinik gen yoktur.

B) Sıcaklık sadece fenotipi değiştirmiştir; 300 yavrunun hepsi homozigot baskındır, araştırmacı bunu gözden kaçırmıştır.

C) Oluşan 100 yavrunun fenotipi anne-babanın her ikisinde de hem kanat hem renk için çekinik aleller (n ve g) bulunduğunu kanıtlar; 300 baskın fenotipli yavrunun genotipi ise birbirinden farklı (saf veya melez) olabilir.

D) Anne ve baba sadece bir karakter bakımından melezdir; yavru döllerdeki %25 oranı genotip oranını değil sadece melez döl oranını gösterir.

Açıklama: Soru, Mendel çaprazlamalarını (özellikle melez x melez durumu) ve sıcaklık gibi çevresel etkenlerin (modifikasyon/mutasyon gürültüsü) ayırt edilmesini içerir. Çiftleşen iki baskın fenotipli (Normal ve Gri) bireyden, hem körelmiş hem siyah vücutlu (çekinik) yavrular oluşuyorsa, her iki ebeveyn de bu özellikler bakımından heterozigot (Nn, Gg) olmak zorundadır. Meydana gelen baskın fenotipli (300) yavruların genotipi ise AA, Aa olabilir, yani 'kesinlikle anne baba ile aynı' diyemeyiz. Çekinik fenotip ancak her iki ebeveynden de çekinik alel alınmasıyla ortaya çıkar. Gürültü olarak verilen sıcaklık artışının bu mendelyen oranda (3:1 benzeri fenotipik oran) temel bir sapırtıcı etkisi olmamış, sadece çaprazlama kuralları geçerli kalmıştır. Doğru analiz C seçeneğinde verilmiştir.

25. (5 Puan)

Eksen eğikliği ve Dünya'nın Güneş etrafındaki dolanımı mevsimlerin oluşmasının temel nedenidir. Eksen eğikliği, Güneş ışınlarının Dünya yüzeyine düşme açısını yıl boyunca değiştirerek birim yüzeye düşen enerji miktarında farklılıklara yol açar.

Bir öğrenci, tamamen kurgusal bir X gezegeninin Güneş'i etrafındaki hareketi ve mevsimleri üzerine bir bilgisayar simülasyonu hazırlıyor. Simülasyonda X gezegeninin yörüngesi tam bir çemberdir ve yörünge düzlemi ile ekvator düzlemi çakışıktır (eksen eğikliği 0°). Öğrenci, simülasyondaki parametreleri değiştirerek 'Eğer X gezegeninin dönme eksenini, yörünge düzlemine 30° eğik olsaydı neler değişirdi?' sorusuna cevap bulmak için aşağıdaki tahminlerde bulunuyor:

- Ekvator'da yıl boyunca öğle vakti Güneş ışınlarının geliş açısı hiç değişmezdi.
- Gezegen üzerindeki belirli bir noktada yıl içinde gece-gündüz süresi farkları oluşurdu.
- Kutup noktalarında 6 ay gündüz, 6 ay gece yaşanmaya başladılar.
- Gezegenin Güneş'e en yakın olduğu konumda, her iki yarım kürede de aynı anda yaz mevsimi başladı.

Öğrencinin bu tahminlerinden hangileri eksen eğikliğinin 30° olması durumunda kesinlikle gerçekleşecek durumlardır?

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

D) II ve III

Açıklama: Eksen eğikliği olmasaydı (veya 0 olsaydı), Ekvator'a Güneş ışınları daima dik gelirdi ve geliş açısı değişmezdi. Eğiklik 30 derece olduğunda, Ekvator'a düşme açısı yıl boyunca değişecektir (I yanlış). Eksen eğikliğinin temel sonuçlarından biri yıl içinde gece-gündüz sürelerinin değişmesidir (II doğru). Eksen eğikliği olduğu sürece kutuplarda 6 ay gece 6 ay gündüz yaşanır (III doğru). Eksen eğikliğinin bir sonucu olarak farklı yarım kürelerde zıt mevsimler yaşanır, aynı anda aynı mevsim yaşanamaz. Ayrıca Güneş'e uzaklık (yörünge şekli) mevsimlerin oluşum nedeni değildir (IV yanlış).

26. (5 Puan)

Biyoteknoloji uygulamalarının çevre ve diğer canlılar üzerindeki etkilerini analiz etme.

Bir grup araştırmacı, tarım zararlılarına (böcek türlerine) karşı toksin üreten bir geni (Bt geni) 'X' pamuk türüne aktarmış ve yüksek verim elde etmiştir. On yıl boyunca yapılan gözlemlerde şu veriler kaydedilmiştir:

1. bölge: X pamuğu ile birlikte %20 oranında Bt geni içermeyen geleneksel pamuk ('sığınak bölgesi') ekilmiştir.
2. bölge: X pamuğu %100 oranında, geleneksel pamuk hiç ekilmeden yetiştirilmiştir.

On yılın sonunda; 1. bölgede zararlı böceklerin Bt toksinine karşı direnç geliştirmedeği, pamuk veriminin korunduğu; 2. bölgede ise böceklerin büyük çoğunluğunun Bt toksinine direnç kazandığı ve pamuk rekoltesinin hızla düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, her iki bölgede de pamukların yakınında yetişen bazı akraba yabani bitkilerde Bt genine rastlanmıştır.

Bu araştırmanın verileri ve sonuçları incelendiğinde, aşağıdakilerden hangisine ulaşılabılır?

- A) 1. bölgede geleneksel pamuk ekilmesi, zararlı böceklerde genetik mutasyon oluşum hızını artırarak popülasyon kontrolünü sağlamıştır.
- B) Yabani bitkilerde Bt genine rastlanması, biyoteknolojik çalışmaların her zaman biyoçeşitliliği destekleyecek şekilde yönlendirilebildiğini kanıtlar.
- C) Genetik mühendisliği ile geliştirilen türler, bulundukları çevreye mükemmel uyum sağlayarak rakip türlerin tamamen yok olmasını engeller.

D) 2. bölgedeki uygulama doğal seçim baskısını artırdığı için böcek popülasyonunda uyum sağlayan (dirençli) bireylerin hayatta kalma şansı yükselmiştir.

Açıklama: Soru, biyoteknolojik uygulamaların çevresel etkilerini doğal seçim ve adaptasyon kavramlarıyla birleştirerek analiz etmeyi gerektirir. 2. bölgede X pamuğunun %100 ekilmesi, böcekler üzerinde çok yoğun bir seçim baskısı yaratmış, sadece tesadüfen dirençli (mutant) olanlar hayatta kalıp üreyerek tüm popülasyonu dirençli hale getirmiştir (D seçeneği). 1. bölgedeki 'sığınak' stratejisi mutasyon hızını artırmamış, aksine dirençli olmayan böceklerin hayatta kalmasını sağlayarak popülasyonda direnç geninin yayılmasını yavaşlatmıştır (A yanlıştır). Yabani bitkilere gen kaçıışı biyoçeşitliliği desteklemez, aksine doğal gen havuzunu bozar (C yanlıştır). C seçeneğindeki ifade genel geçer bir doğru değildir ve verilerle desteklenemez.

27. (5 Puan)

Bir biyolog, çevresel faktörlerin canlılar üzerindeki etkisini incelemek için iki farklı deney düzeneği kurmuştur.

I. Deney: Genotipik olarak aynı özelliklere sahip fasulye tohumları iki gruba ayrılmıştır. Birinci grup normal güneş ışığında, ikinci grup ise yüksek dozda X ışınlarına maruz bırakılarak çimlendirilmiştir. X ışınlarına maruz kalan bitkilerin bir kısmının yapraklarının şekilsiz ve buruşuk çıktığı, bu bitkilerden alınan tohumların çimlendirilmesiyle elde edilen yeni bitkilerin de şekilsiz yapraklara sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ortamdaki su miktarı her iki grup için 100 ml tutulmuştur.

II. Deney: Genellikle yeşil renkli olan bir kelebek türünün yumurtaları 15°C ve 30°C'lik iki ayrı odaya bırakılmıştır. 15°C'de yetişen larvalar yeşil renkli ergin kelebekler olurken, 30°C'de yetişen larvaların tamamı kahverengi ergin kelebeklere dönüşmüştür. Ancak kahverengi kelebekler tekrar 15°C'de çiftleştirildiğinde yumurtalarından hep yeşil renkli kelebekler çıkmıştır. Odaların nem oranı %40 olarak sabitlenmiştir.

Bilim insanı, bu iki deney sonucuna bakarak hatalı bir şekilde şu sonuca varmıştır: 'Ortam sıcaklığı ve X ışınları gibi çevresel faktörler, canlıların üreme hücrelerinde doğrudan aynı mekanizmayla (genlerin işleyişini bozarak) değişim yaratır ve bu değişimler daima yavru döllere aktarılır.'

Bilim insanlarının yaptığı deneyler ve kurdukları hipotezler incelendiğinde, I. veya II. deneyde meydana gelen genetik veya fenotipik değişimin yavru döllere aktarılıp aktarılmaması ile ilgili hangi değerlendirme kesinlikle doğrudur?

A) I. deneyde mutasyona uğrayan üreme hücrelerinden elde edilen tohumlar mutasyonun kalıtsal olabileceğini gösterir.

B) II. deneydeki kahverengi kelebeklerin üreme hücrelerindeki genlerin işleyişi değiştiğinden yavruları da kahverengi olmuştur.

C) Her iki deney de çevresel şartların gen yapısını değiştirerek adaptasyona yol açtığını kesin olarak kanıtlar.

D) I. deneydeki bitkilerin tamamının tohumlarında DNA dizilimi değiştiğinden genetik varyasyon oluşmuştur.

Açıklama: I. deneyde X ışınları (radyasyon), bazı bitkilerin üreme hücrelerinde (tohumlarında) mutasyona neden olmuş ve bu özellik yavru bitkilere aktarılmıştır. DNA'nın yapısı (dizilimi) değişmiştir ve bu değişim kalıtsal olmuştur. Ortamdaki su miktarı, radyasyonun etkisini filtrelemek veya maskelemek için verilmiş ilgisiz bir veridir. II. deneyde ise sıcaklık farkı genlerin işleyişini (modifikasyon) değiştirmiş, DNA yapısı değişmemiştir; bu yüzden yavrular tekrar 15°C'de normal yeşil renkli olmuştur. Bilim insanının 'aynı mekanizmayla' değiştiğini ve 'daima aktarıldığını' iddia etmesi hatalıdır. Bu nedenle I. deneydeki durum, üreme hücrelerinde gerçekleşen mutasyonların kalıtsal olabileceğini kanıtlar.

28. (5 Puan)

Bir öğrenci, bezelyelerde tohum rengi kalıtımını (Sarı tohum baskın, Yeşil tohum çekiniktir) araştırmak için iki aşamalı bir deney tasarlıyor.

I. Aşama: Tohum rengi genotipleri bilinmeyen iki bezelye bitkisi çaprazlanıyor. Elde edilen 400 tohumun 200'ü sarı, 200'ü yeşildir. Araştırmacı ayrıca bu tohumların tamamının buruşuk şekilli olduğunu not ediyor.

II. Aşama: Öğrenci, I. aşamada elde ettiği sarı tohumlu bezelyelerden rastgele ikisini seçip tekrar çaprazlıyor. Öğrenci hazırladığı raporda, seçtiği iki bitkinin de sarı renkli olması nedeniyle bu yeni çaprazlamadan 'kesinlikle %100 sarı tohumlu' bezelyeler elde edeceğini belirtiyor. Ancak çimlenme tamamlandığında yavru bitkiler arasında az sayıda yeşil tohumlu bireyler de gözlemleniyor.

Öğrencinin raporundaki beklentisinin boşa çıkmasının temel nedeni ve yapılan deney dizisi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi kesinlikle doğrudur?

A) I. aşamada oluşan sarı tohumlu bezelyelerin tamamı melez (heterozigot) genotiplidir; bu nedenle bu bitkiler kendi aralarında çaprazlandığında çekinik genlerin yan yana gelme ihtimali her zaman vardır.

B) II. aşamada çaprazlanan bitkilerden biri saf döl baskın, diğeri ise melezdir; yavru dölde yeşil tohumlu bireylerin görülmesi mutasyon gerçekleştiğini kanıtlar.

C) I. aşamadaki ata bitkilerin ikisi de melez olduğu için yavruların %50'si yeşil olmuştur, bu durum II. aşamadaki yavru döllere de aynen aktarılmıştır.

D) Tohumların tamamının buruşuk olması, çekinik genlerin tohum rengi genleriyle etkileşime girerek ikinci çaprazlamada yeşil rengin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Açıklama: I. aşamada fenotipi bilinmeyen iki bitkinin çaprazlanması sonucu %50 oranında çekinik (yeşil) bireyler oluşması, ata bitkilerden birinin melez (Ss), diğeri ise saf döl çekinik (ss) olduğunu kanıtlar. Bu çaprazlamadan elde edilecek sarı tohumlu yavruların genotipi zorunlu olarak melez (Ss) olacaktır. Saf döl baskın (SS) olma ihtimalleri yoktur çünkü ata bitkilerin birinde sadece 's' geni bulunur. Öğrenci II. aşamada bu melez (Ss) sarı bezelyeleri çaprazladığında Mendel kuralları gereği %25 oranında (ss) yeşil tohumlu bireyler oluşacaktır. Öğrencinin 'iki sarı bitkiden sadece sarı oluşur' şeklindeki yüzeysel beklentisi yanlıştır. Tohum şeklinin buruşuk olması ise sadece farklı bir karaktere ait genotip bilgisidir ve tohum renginin kalıtım kurallarını etkilemez (bu bilgi çeldirici bir veridir).

29. (5 Puan)

Bir biyolog, anakaradan milyonlarca yıl önce volkanik faaliyetlerle ayrılmış birbirine uzak iki adada (X ve Y adaları) yaşayan popülasyonları incelemektedir.

- **X Adası (Soğuk, şiddetli rüzgarlı):** K canlısı (Etçil, 12 saat uyur, kalın yağ tabakası, kısa kulak ve üyeler), M canlısı (Otçul, 8 saat uyur, kalın yağ tabakası, kısa kulak ve üyeler).
- **Y Adası (Sıcak, kurak):** L canlısı (Etçil, 12 saat uyur, ince yağ tabakası, geniş kulak ve uzun üyeler). Fosil kayıtları, L canlısının X adasındaki K canlısı ile aynı atadan geldiğini ve binlerce yıl önce Y adasına sürüklendiğini kanıtlamaktadır.

Araştırmayı inceleyen bir öğrenci şu raporu yazmıştır:

'K ve M canlılarının fiziksel özellikleri neredeyse aynıdır; dolayısıyla bu ikisi çok yakın akraba olan aynı tür canlılardır. L canlısı ise K canlısından hem yağ tabakası hem de uzuv boyutları bakımından tamamen farklılaştığı için genetik olarak K ile hiçbir ortak bağı kalmamış yepyeni, tamamen alakasız bir türdür.'

Öğrencinin bu verilere dayanarak ulaştığı sonuçlardaki temel mantık hatası aşağıdakilerin hangisinde doğru açıklanmıştır?

A) Sıcak ortamlarda vücut yüzeyinin genişlemesinin ısı kaybını azaltmaya yönelik olduğunu fark edememiş, L canlısının farklı bir ekosisteme ait olduğunu yanlış değerlendirmiştir.

B) Öğrenci, farklı türlerin aynı yaşama alanında bulunduklarında rekabeti azaltmak için genetik yapılarını değiştirerek aynı türe dönüştükleri gerçeğini atlamıştır.

C) K ve M canlılarının genetik olarak birbirine yakın olduğu sanrısı, aynı yaşama ortamında geliştirilen benzer adaptasyonların yanlış yorumlanmasından; L'nin tamamen farklı bir tür olduğu yanılgısı ise aynı türün farklı ortamlardaki varyasyonlarının göz ardı edilmesinden kaynaklanmaktadır.

D) K ve L canlılarının günlük uyku süreleri ve beslenme biçimleri farklı olduğu için çevreye olan uyum yeteneklerinin tamamen ortadan kalktığını ve modifikasyon geçirdiklerini düşünememiştir.

Açıklama: Öğrencinin analizinde iki büyük hata vardır. Birincisi: Farklı türlerin (K etçil, M otçul olmak üzere farklı türlerdir) aynı çevresel koşullarda (soğuk X adası) hayatta kalabilmek için benzer adaptasyonlar (kalın yağ tabakası, kısa üyeler) geliştirebileceğini atlamasıdır. Fiziksel benzerlik onları aynı tür yapmaz. İkincisi: L canlısı ile K canlısının aynı atadan gelmesine rağmen farklı ortamlarda (sıcak Y adası ve soğuk X adası) farklı adaptasyonlar (ince yağ, geniş yüzey vs.) geliştirmesini 'genetik bağın tamamen kopması' olarak yorumlamasıdır. Bu durum aynı türün farklı ortamlarda farklı adaptasyonlar geliştirmesi kuralıdır. Beslenme ve uyku süreleri ise dikkati dağıtmak için verilen ikincil verilerdir. Doğru analiz bu temel adaptasyon prensiplerine dayanan seçenektir.

30. (5 Puan)

Bir araştırmacı, aynı genetik dizilime sahip böcekleri iki farklı kuluçka ortamında yetiştiriyor:

A Ortamı: Yüksek radyasyonlu UV ışını ve 35°C sıcaklık.

B Ortamı: Normal aydınlatma ve 20°C sıcaklık.

Araştırmanın gözlemleri şunlardır:

- A ortamında yetişen böceklerin kabukları kalınlaşmış, kanatlarında asimetrik desenler çıkmış ve bazılarının antenleri ikiye çatallanmıştır.
- A ortamında yetişen bu böcekler, B ortamına geri getirilip kendi aralarında çoğalmaları sağlandığında; yeni doğan yavruların tamamının kabuklarının ince ve kanatlarının simetrik olduğu, ancak antenlerinin ebeveynleri gibi ikiye çatallı doğdukları saptanmıştır.
- Araştırma sırasında A ortamındaki böceklerin kırmızı bir kök ile beslendiğinde sindirim sıvılarının renginin geçici olarak kırmızıya döndüğü, aç bırakıldıklarında normal rengine geldiğı de rapora 'ikincil bulgu' olarak not edilmiştir.

Bir öğrenci araştırmanın notlarını inceledikten sonra, 'A ortamındaki sıcaklık ve UV ışınının böceklerde yarattığı kabuk, kanat ve anten değışimlerinin tamamı genlerin işleyişini değıştiren çevresel etkiler sonucunda oluştuğı için modifikasyon örneğidir.' şeklinde bir sonuca varıyor.

Öğrencinin kurduğı bu hatalı mantık, deneydeki hangi verinin bilimsel analizinin eksik yapılmasından kaynaklanmaktadır?

Açıklama: Metinde A ortamındaki yüksek radyasyon ve sıcaklığın böceklerde farklı değışimlere (kabuk kalınlaşması, kanat asimetrisi ve anten çatallanması) neden olduğı belirtilmiştir. Bu değışimlerden kabuk ve kanat ile ilgili olanlar, böcekler B ortamına alınıp çoğaldığında yavrulara aktarılmamış (eski haline dönmüştür); dolayısıyla genlerin sadece işleyişinin değıştiğı çevresel modifikasyonlardır. Ancak anten çatallanması özelliğı yavrulara da aktarıldığından, bu değışimin üreme hücrelerindeki genlerin yapısını bozan kalıtsal bir mutasyon olduğı anlaşılmaktadır. Öğrenci çevresel etkiyle olan her fiziksel değışimi modifikasyon kabul ederek antenlerdeki kalıtsal durumu (mutasyonu) atlamıştır.

A) Sıcaklık ve UV ışınının böceklere hayatta kalma avantajı sağlayarak gen işleyişini değış, doğal seçim yoluyla adaptasyonlarını sağladığını düşünmemesinden.

B) Böceklerin B ortamına alındıktan sonra doğan yavrularında anten çatallanmasının devam etmesinin, gen yapısında kalıcı bir değışim olan mutasyonu kanıtladığını fark edememesinden.

C) Beslenme şekline bağılı olarak sindirim sıvılarındaki geçici kırmızı rengin, çevresel faktörlerin sebep olduğı bir modifikasyon olduğunu göz ardı etmesinden.

D) Kabuk ve kanatlardaki fiziksel değışimlerin üreme hücrelerinde gerçekteştiğı için yavrulara aktarılmadığını, sadece vücut hücrelerini etkilediğini bilmemesinden.

31. (5 Puan)

Bir araştırma laboratuvarında, aynı türe ait üç farklı bakteri DNA'sı 37°C ortam sıcaklığında sırasıyla X, Y ve Z kimyasal maddelerine maruz bırakılıyor. İncelemelerde şu sonuçlar gözlemleniyor:

- X maddesi, DNA zincirlerinden birinde Timin karşısına hatalı olarak Guanin bağlanmasına yol açmıştır.
- Y maddesi, tek bir zincirde art arda olmayan rastgele iki nükleotidin koparak kaybolmasına neden olmuştur.
- Z maddesi, karşılıklı her iki zincirde aynı hızda bulunan birer nükleotidin eş zamanlı koparak ortamdaki uzaklaşmasını sağlamıştır.

Laboratuvara yeni katılan bir asistan, bakteri kültürlerine hücrenin normalde ürettiği onarım enzimlerinden ve her nükleotid çeşidinden eşit sayıda yüksek miktarda serbest nükleotid eklendiğinde, genetik materyallerdeki üç farklı durumun da kalıcı hiçbir hasar bırakmadan kesinlikle orijinal dizilimine döneceğini raporlamıştır.

Asistanın bu varsayımının bilimsel olarak hatalı olduğu bilindiğine göre, bu hatanın temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Ortama eklenen serbest nükleotid miktarının hücre çekirdeğindeki onarım hızı için yetersiz kalıp enzim aktivitesini durdurması
- B) X maddesi ile oluşan hatalı nükleotid eşleşmesinin, sarmalın hidrojen bağ yapısını tamamen değiştirerek enzimler tarafından hiçbir şekilde tanınmayacak olması
- C) Y maddesi tek zincirden nükleotid kopardığında, eksilen nükleotidin yerine ortamdaki her zaman rastgele bir serbest nükleotidin bağlanarak genetik şifreyi bozması

D) Z maddesinin DNA sarmalında her iki zincirde aynı hızdaki nükleotidleri eksiltmesiyle, enzimin doğru nükleotidi bulması için referans alabileceği bir kalıbın kalmaması

Açıklama: DNA'daki genetik şifre, bir zincirdeki nükleotidlerin karşı zincirde belirli kurallara (A-T, G-C) göre eşleşmesiyle korunur. X maddesinin neden olduğu yanlış eşleşmeler ve Y maddesinin neden olduğu tek taraflı kopmalar onarılabilir; çünkü enzimler sağlam kalan karşı zinciri referans (kalıp) olarak kullanarak hangi nükleotidin geleceğini belirleyebilir. Ancak Z maddesi, her iki zincirde karşılıklı eksilmeye yol açmıştır. Bu durumda enzimlerin doğru nükleotid çiftini tespit edebilmesi için okuyabileceği karşıt bir nükleotid kalmamıştır. Bu durum, onarılamaz bir hataya (mutasyona) veya genetik bilginin değişmesine neden olur. Asistanın bu temel ayrımı gözden kaçırmaması varsayımını geçersiz kılar.

32. (5 Puan)

Bir araştırma enstitüsü, gen aktarımı ile geliştirilmiş kuraklığa ve böceklerle dirençli yeni bir pamuk türünü 5 yıllık açık saha çalışmasıyla test etmiştir. Saha raporuna göre, geleneksel pamuğa kıyasla ürün verimi %40 artmış, tarımsal su tüketimi %30 düşmüş ve kimyasal böcek ilacı (pestisit) kullanımı %70 azalmıştır. Ayrıca raporda, tarlanın yakınındaki bir yabani ot türünün (Amaranthus) kimyasallara rağmen kontrol edilemez şekilde yayıldığı ve bölgeye özgü bir yerel kelebek türünün popülasyonunda %25 oranında daralma yaşandığı verileri yer almaktadır. Raporu inceleyen bir şirket danışmanı, 'Kimyasal kirliliği %70 oranında azaltıp su tasarrufu sağladığı için bu biyoteknolojik uygulamanın çevreye sadece olumlu katkısı olmuştur.' çıkarımını yapmıştır.

Uzmanın değerlendirmesinin eksik olmasının temel nedeni ve bu senaryoda ortaya çıkan gizli biyoteknolojik risk aşağıdakilerin hangisinde en doğru şekilde açıklanmıştır?

- A) Gen aktarımı yapılan bitkilerin yapay seçim sonucu genetik çeşitliliğini kaybetmesi ve değişen iklim koşullarına karşı tamamen savunmasız hale gelmesi
- B) Kuraklığa dirençli bitkilerin topraktaki suyu daha hızlı tüketerek, çevredeki diğer bitki türlerinin yok olmasına ve arıların besin bulamamasına yol açması
- C) Direnç genlerinin doğadaki yabani türlere geçerek 'süper yabani otlar' oluşturmaları ve bitkinin ürettiği toksinlerin hedef dışı yararlı polen taşıyıcılara zarar vermesi**
- D) Kimyasal tarım ilacı kullanımının aniden bırakılmasının, ekosistemdeki av-avcı ilişkisini bozarak yabani otların kontrolsüz çoğalmasına neden olması

Açıklama: Bu soruda, biyoteknolojik uygulamaların çevresel etkilerini çok boyutlu analiz etme becerisi ölçülmektedir. Danışman, sadece tarımsal girdilerdeki düşüşü (su ve ilaç tasarrufu) dikkate alarak eksik bir değerlendirme yapmıştır. Metindeki verilerde yer alan yabani otun kontrol edilemez şekilde yayılması, gen kaçışı (direnç genlerinin rüzgar veya polenlerle yabani akrabalara geçmesi) sonucu 'süper yabani otların' oluştuğuna işaret eder. Ayrıca, tarım ilacı kullanılmamasına rağmen yerel kelebek nüfusunun azalması, bitkinin ürettiği toksinin hedef olmayan yararlı böceklerle zarar verdiğini (ekosistem dengesinin bozulduğunu) gösterir. Diğer seçenekler metindeki genetik mühendisliği mekanizmasını yanlış yorumlayan veya doğrudan ekosistem madde döngüsüne ait yüzeysel çıkarımları içeren güçlü çeldiricilerdir.

33. (5 Puan)

Bir öğrenci, astronomi dergisinde 'Dünya, Güneş'e en yakın (Günberi) konumuna 3 Ocak tarihinde ulaşır ve bu tarihte Dünya'ya ulaşan toplam Güneş enerjisi miktarı en üst seviyededir.' bilgisini okur. Öğrenci bu veriden yola çıkarak şöyle bir hipotez kurar: 'Eğer Ankara'daki evimin çatısına yere paralel yatay bir güneş paneli kurarsam, bu panel 3 Ocak tarihinde, Dünya'nın Güneş'e en uzak olduğu 4 Temmuz (Günöte) tarihine kıyasla daha fazla elektrik üretir.' Ancak 1 yıl boyunca panelin üzerindeki sensörden (birim yüzeye düşen enerji miktarını ölçen cihaz) alınan veriler, 4 Temmuz'da birim yüzeye düşen ışık enerjisinin 3 Ocak'takinden çok daha yüksek olduğunu gösterir. (Not: Bulutlanma oranları ve rüzgar hızı her iki günde de eşit kabul edilmiştir ve panel alanı sabittir.)

Öğrencinin elde ettiği bu sonucun ve hipotezinin çökmesinin asıl nedeni aşağıdakilerden hangisiyle en iyi açıklanır?

A) Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığının artması ışınların daha geniş bir açıyla atmosfere girmesini sağlayarak yeryüzündeki sıcaklık birikimini artırmıştır.

B) Temmuz ayında yaz rüzgarlarının etkisiyle panel verimi artarken, 3 Ocak'ta Güneş ışınlarının getirdiği toplam enerji paneller tarafından soğurulamadan geniş alanlara dağılmıştır.

C) 4 Temmuz'da Ankara'ya Güneş ışınlarının geliş açısının 3 Ocak'a göre daha büyük olması, aydınlanan yüzey alanını daraltarak birim yüzeye düşen enerji miktarını artırmış ve mesafe farkının etkisini bastırmıştır.

D) 3 Ocak tarihinde Güneş ışınları eğik açıyla geldiği için panel üzerinde aydınlanan alan daralmış, bu durum birim yüzeye odaklanan ışık miktarını ve üretilen enerjiyi azaltmıştır.

Açıklama: Dünya'nın Güneş'e olan mesafesi mevsimlerin oluşumunda belirleyici değildir; belirleyici olan eksen eğikliğinden dolayı ışınların geliş açısıdır. 4 Temmuz'da Kuzey Yarım Küre'deki Ankara'ya Güneş ışınları dik veya dike yakın açılarla (büyük açılarla) gelir. Işınların dik gelmesi, aydınlanan alanın küçülmesini ve enerjinin dar bir alanda toplanarak birim yüzeye düşen enerji miktarının artmasını sağlar. Bu durum, mesafe sebebiyle toplam enerjideki ufak değişimi tamamen bastırır. Işınların eğik geldiği durumlarda ise (3 Ocak'taki gibi) aydınlanan alan genişler ve birim yüzeye düşen enerji azalır. Seçeneklerdeki alan ve enerji ilişkisi incelendiğinde sadece büyük açı, dar alan ve yüksek enerji ilişkisini doğru kuran seçenek aranan cevaptır.

34. (5 Puan)

Biyoteknoloji uzmanları, A adasında yetişen yerel bir tarım ürününü (K-Bitkisi) genetik mühendisliği ile değiştirerek bitkiye iki yeni özellik kazandırmıştır: 1. Yaprak yiyen zararlı böceklerle karşı zehir (toksin) üretimi, 2. Yüksek oranda C vitamini sentezleme yeteneği. Adaya özgü endemik bir kelebek türü de K-Bitkisinin nektarı ile beslenmektedir.

K-Bitkisinin GDO'lu versiyonu (GDO-K) 5 yıl boyunca A adasının doğu bölgesinde yetiştirilmiş, batısında ise geleneksel K-Bitkisi ekilmeye devam edilmiştir. İki bölgenin de yıllık yağış miktarı ve toprak asitlik derecesi (pH) tamamen aynıdır.

Araştırmacılar 5. yılın sonunda şu verileri raporlamıştır:

- **Doğu Bölgesi (GDO-K):** Tarımsal verim %60 arttı. Ada halkında beslenmeye bağlı C vitamini eksikliği %80 azaldı. Endemik kelebek türünün popülasyonu %45 düştü. Doğu bölgesindeki halkın %12'sinde daha önce rastlanmayan cilt ve solunum alerjileri görüldü.
- **Batı Bölgesi (Geleneksel K):** Tarımsal verim düşük kaldı. Kelebek popülasyonu değişmedi. Alerji vakası görülmedi.

Bir öğrenci verileri inceleyip şu çıkarımı yapıyor:
"Biyoteknolojik uygulamalar beslenme sorunlarını çözerken ekosistemdeki canlı sayısını dengeleyerek biyolojik çeşitliliğe her zaman katkı sağlar. Alerjiler ise yeni genin adaptasyon sürecidir."

Öğrencinin analizindeki temel hatayı tespit eden ve verileri bilimsel olarak en doğru yorumlayan argüman aşağıdakilerden hangisidir?

A) GDO-K uygulaması beslenme sorunlarına çözüm sunarak biyoteknolojinin yararını kanıtlamıştır; ancak hedef dışı kelebek popülasyonunu azaltması biyoçeşitliliği tehdit ettiğini, yeni alerjiler ise insan sağlığına yönelik potansiyel risklerini gösterir.

B) Tarımsal verimin artması ekosistemdeki enerji akışını hızlandırdığı için biyolojik çeşitlilik dolaylı olarak artmıştır; alerjilerin sebebi ise GDO'lu bitkilerin yeterince C vitamini üretememesidir.

C) Biyoteknolojik ürünler verim artışı sağladığından çevresel etkileri önemsizdir; alerjiler K-Bitkisinin toprak yapısıyla etkileşiminin sonucudur ve gen aktarımıyla ilgisi yoktur.

D) Kelebek popülasyonundaki düşüş, aktarılan genlerin zamanla mutasyona uğrayıp diğer canlılara geçmesinden kaynaklanır; bu nedenle biyoteknolojik çalışmalar hiçbir zaman tarımda kullanılmamalıdır.

Açıklama: Bu soruda öğrenciden biyoteknolojinin fayda ve risklerini aynı anda analiz etmesi beklenmektedir. Verilere göre GDO-K'nın verimi artırması ve vitamin eksikliğini gidermesi olumlu bir etkidir. Ancak kelebek popülasyonunun azalması biyoçeşitliliği olumsuz etkilediğinin (biyoçeşitliliğin artmadığının), ortaya çıkan alerjiler ise GDO'lu ürünlerin insan sağlığı üzerindeki risklerinin kanıtıdır. Yağış ve pH gibi veriler dikkat dağıtıcıdır. En doğru değerlendirme, biyoteknolojinin olumlu ve olumsuz yönlerini bir arada gören, çevre ve sağlık risklerini doğru saptayan seçenektir.

35. (5 Puan)

Bir araştırma merkezinde 'Luminus' türü bitkiler üzerinde üç aşamalı bir deney yapılıyor. Deney boyunca tüm bitkilere aynı miktarda su verilmiş ve sera nemi %60'ta sabitlenmiştir.

1. Aşama: Tohumlar asidik toprakta yetiştirildiğinde bitki mavi çiçek, bazik toprakta yetiştirildiğinde kırmızı çiçek açıyor.
2. Aşama: Mavi çiçekli bitkiden alınan yeni tohumlar bazik toprakta yetiştirildiğinde bitki tekrar kırmızı çiçek açıyor.
3. Aşama: Kırmızı çiçekli bitkilerin bir kısmı çiçeklenme öncesi X-ışınına (radyasyon) maruz bırakılıp asidik toprakta yetiştirildiğinde çiçekleri alacalı (lekeli) oluyor. Bu alacalı çiçekten elde edilen tohumlar radyasyon olmayan normal şartlarda hem asidik hem bazik toprağa ekildiğinde bitkiler yine alacalı çiçek açıyor.

Araştırma ekibinin raporunda, 'Toprak asitliğinin (pH) ve radyasyonun bitki üzerindeki etkileri incelendiğinde, her iki çevresel faktörün de bitkinin genetik yapısında kalıcı değişikliklere yol açarak yeni özelliklerin yavrulara aktarılmasını sağladığı sonucuna varılmıştır.' ifadesi yer almaktadır.

Biyoloji öğrencisi Kerem, rapordaki bu genel çıkarımın bir hata içerdiğini fark ediyor. Buna göre Kerem, rapordaki hatayı düzeltmek için aşağıdaki açıklamalardan hangisini yapmalıdır?

A) Toprak pH'sının etkisiyle yaprak renginin değişmesi adaptasyon örneğidir ve kalıtsaldır; radyasyonun etkisi ise sadece canlının dış görünüşünü değiştirdiği için mutasyon değil modifikasyondur.

B) Radyasyon üreme hücrelerindeki gen yapısını değiştirerek nesilden nesle aktarılan bir mutasyona neden olmuştur; ancak toprak pH'sı sadece gen işleyişini geçici olarak değiştiren kalıtsal olmayan bir modifikasyondur.

C) Tohumların farklı pH koşullarında farklı renklenmesi mutasyonun kalıtsal olmadığını gösterir; radyasyonla ortaya çıkan durum ise genlerin işleyişini değiştirdiği için kalıcı bir modifikasyondur.

D) Her iki çevresel faktör de bitkinin fenotipinde değişikliğe yol açmıştır, dolayısıyla her ikisi de genotipin değil sadece genlerin işleyişinin bozulmasıyla ortaya çıkan modifikasyon örnekleridir.

Açıklama: Suda ve nemde sabitlik, sorudaki çeldirici veri (gürültü) olarak verilmiştir. 1. ve 2. aşamada çiçek renginin sadece yetiştirildiği toprağın pH'ına bağlı olarak değişmesi ve bu durumun yavru döllere aktarılmaması (asidik topraktan alınan tohumun bazikte tekrar kırmızı olması) genin yapısının değil, işleyişinin değiştiği bir modifikasyon örneğidir. 3. aşamada ise X-ışınına maruz kalma sonucu ortaya çıkan alacalı çiçek özelliğinin, sonraki nesillerde ortam şartları (radyasyon veya farklı pH) normale dönse bile devam etmesi, genetik dizilimin değiştiği ve kalıtsal hale geldiği bir mutasyon durumudur. Raporun her iki etkeni de 'genetik yapıda kalıcı değişiklik (mutasyon)' olarak sınıflandırması yanlıştır. Doğru açıklama, toprak pH'sının modifikasyon, radyasyonun ise kalıtsal mutasyon olduğunu belirten ifadedir.

36. (5 Puan)

Bir tohum ıslah merkezinde bezelyelerin meyve (zarf) rengi incelenmektedir. Yeşil zarf aleli, sarı zarf aleline tam baskındır. Aynı zamanda bezelyelerin boy uzunluğu ölçülmüş ve tüm bitkilerin uzun boylu olduğu not edilmiştir (Uzun boy aleli kısa boy aleline baskındır).

Araştırmacı elindeki A, B ve C kodlu bezelyelerle iki deney yapmış ve şu sonuçları elde etmiştir:

- 1. Deney: A ve B çaprazlanıyor. Oluşan yüzlerce yavrunun tamamı yeşil zarflı oluyor.
- 2. Deney: B ve C çaprazlanıyor. Oluşan yavruların yaklaşık yarısı yeşil, diğer yarısı sarı zarflı oluyor.

Araştırmacı bu veriler ışığında, "A bezelyesi heterozigot (melez) genotipe sahiptir, çünkü B ve C çaprazlamasında sarı renk ortaya çıktığına göre B kesinlikle çekiniktir" şeklinde hatalı bir çıkarım yapıyor.

Araştırmacının A ve C bezelyelerinin genotipleri hakkındaki ilk hipotezi hatalıdır. A ve C bezelyeleri kendi aralarında çaprazlandığında oluşacak yavru bezelyelerin genotipleri incelendiğinde, saf döl ve melez döl olma ihtimalleri sırasıyla yüzde kaçtır?

- A) %0 Saf döl / %100 Melez döl
- B) %25 Saf döl / %75 Melez döl
- C) %50 Saf döl / %50 Melez döl**
- D) %75 Saf döl / %25 Melez döl

Açıklama: Boy uzunluğu sorunun çözümü için gereksiz bir bilgidir (gürültü). Zarf rengi bakımından: B ve C çaprazlandığında %50 yeşil, %50 sarı (çekinik) oluşuyorsa, ebeveynlerden biri melez (Yy), diğeri saf çekiniktir (yy). Eğer B yy olsaydı, A ile çaprazlandığında (%100 yeşil elde edildiği için) A'nın YY olması gerekirdi ki bu durumda araştırmacının 'A melezdir' varsayımı geçersizdir. Araştırmacının B için 'kesinlikle çekiniktir' demesi yanlıştır. Eğer B heterozigot (Yy) ve C homozigot çekinik (yy) ise, bu durum yine 2. deney sonuçlarını (%50 Yy, %50 yy) sağlar. Ancak 1. deneyde A ile B(Yy) çaprazlandığında %100 yeşil olması için A'nın YY olması şarttır. Her iki durumda da B'nin Yy veya yy olmasından bağımsız olarak, 1. deneyde tüm yavruların baskın fenotipli olması için A'nın homozigot baskın (YY) olması zorunludur. Çünkü eğer A Yy olsaydı, B'nin de en azından y aleli taşıdığı bilindiğinden (B x C deneyinden) 1. çaprazlamada mutlaka yy oluşurdu. C ise %50-%50 oranını sağlamak için (eğer B Yy ise C yy; B yy ise C Yy olmalı). Diyelim ki B yy, o halde C Yy. A ve C çaprazlandığında $YY \times Yy = \%50 YY$ (saf döl) ve $\%50 Yy$ (melez döl) oluşur. Ya da tam tersi B Yy, o halde C yy. $A (YY) \times C (yy) = \%100 Yy$ (tamamı melez döl) oluşur. Ancak soruda C'nin Yy, B'nin yy olduğunu belirleyen ifade araştırmacının A'nın heterozigot olduğunu varsaymasının nedeni B'nin yy olduğunu varsaymasıdır (oysa B yy iken A Yy olamaz). Soru kökündeki net çözüm için en klasik senaryo olan B'nin yy ve C'nin Yy, dolayısıyla A'nın YY olması üzerinden gidildiğinde A (YY) ve C (Yy) çaprazlaması sonucunda %50 saf (YY) ve %50 melez (Yy) oluşacağı bulunur.

37. (5 Puan)

Kalıtım ve çevrenin canlı özellikleri üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışma verisi.

Bir araştırmacı, yeni keşfedilen bir bitki türünün farklı çevresel koşullara verdiği tepkileri incelemek için özdeş genetik yapıya sahip tohumları dört farklı gruba ayırıp tabloda belirtilen ortamlarda yetiştiriyor:

1. Grup: 25°C, normal ışık, pH 7 (Nötr toprak)
→ Fenotip: Geniş yaprak
2. Grup: 15°C, normal ışık, pH 7 (Nötr toprak)
→ Fenotip: Dar yaprak
3. Grup: 25°C, X-ışını, pH 7 (Nötr toprak) →
Fenotip: Lekeli yaprak
4. Grup: 25°C, normal ışık, pH 5 (Asidik toprak)
→ Fenotip: Geniş yaprak

Daha sonra, bu bitkilerden elde edilen tohumlar normal koşullara (25°C, normal ışık, pH 7) sahip topraklara ekiliyor. Yapılan gözlemlerde; 1., 2. ve 4. gruptan alınan tohumların tamamının geniş yapraklı bitkiler oluşturduğu, 3. gruptan alınan tohumların ise ortamda X-ışını olmamasına rağmen tamamen lekeli yapraklı bitkiler oluşturduğu tespit ediliyor.

Bu araştırmadan elde edilen verilere göre yapılan aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi bilimsel olarak doğrudur?

A) 3. gruptan alınan tohumların radyasyonsuz ortamda da lekeli yaprak oluşturması, çevresel etkinin bitkinin üreme hücrelerindeki nükleotid diziliminde kalıcı bir değişikliğe neden olduğunu ispatlar.

B) 2. grubun tohumlarının 25°C'de geniş yapraklı olması, çevre şartlarının doğrudan genlerin yapısını değiştirerek her nesilde farklı özelliklerin ortaya çıkmasını sağladığını gösterir.

C) 1. ve 2. gruptan alınan tohumların standart koşullarda aynı fenotipi göstermesi, sıcaklık değişiminin canlıda kalıtsal olmayan bir adaptasyona yol açtığını gösterir.

D) 4. gruptaki bitkinin fenotipinin 1. grup ile aynı kalması, çevresel faktörlerdeki (toprak asitliği) değişimin hiçbir zaman gen işleyişini veya yapısını etkilemeyeceğini kesin olarak kanıtlar.

Açıklama: Soruda mutasyon, modifikasyon ve adaptasyon kavramlarının derinlemesine analizi istenmektedir. 1. ve 2. grup arasındaki değişim modifikasyondur; çünkü sıcaklık sadece gen işleyişini değiştirmiş ve tohumlar aynı koşula (25°C) alındığında asıl fenotiplerine (geniş yaprak) dönmüşlerdir. Ancak C seçeneği bunu yanlış bir kavram olan 'kalıtsal olmayan adaptasyon' olarak tanımlar (adaptasyonlar kalıtsaldır). B seçeneği modifikasyonu gen yapısının değişimi olarak tanımlayarak hata yapar. 4. gruptaki pH değişimi bitkide hiçbir etki yaratmamıştır; ancak bu durum D seçeneğindeki gibi 'hiçbir zaman etkilemez' gibi kesin bir yargıya varmak için yeterli değildir (yalancı çeldirici veri). 3. gruptaki durum ise mutasyondur. X-ışını genetik yapıyı (nükleotid dizilimini) değiştirmiş ve bu değişim tohumlar (üreme hücreleri) vasıtasıyla sonraki nesle radyasyon olmamasına rağmen aktarılmıştır. Bu nedenle doğru değerlendirme A seçeneğidir.

38. (5 Puan)

Bir araştırma ekibi, Dünya benzeri özellikler gösteren "Gliese-8" adlı bir ötegezegeni inceliyor. Bu gezegenin dönme ekseninde 35° 'lik bir eğiklik bulunmaktadır ve yörüngesi oldukça eliptiktir. Gezegen 1. Konum'dayken (yıldızına en yakın olduğu mesafe) yörünge hızı maksimuma çıkar ve Kuzey Yarım Küre'ye ışınlar ortalama 25° açıyla düşer. 2. Konum'dayken (yıldızına en uzak olduğu mesafe) yörünge hızı en düşük seviyededir ancak bu sefer Kuzey Yarım Küre'ye ışınlar 85° 'lik açıyla düşmektedir.

Bir öğrenci, elde edilen bu verilere dayanarak şu hipotezi kuruyor: "Gliese-8 gezegeni 2. Konum'da yıldızından çok uzakta olduğu için gezegene ulaşan toplam ışık enerjisi önemli ölçüde düşer. Bu nedenle ışınlar Kuzey Yarım Küre'ye 85° gibi dike yakın bir açıyla düşse dahi, uzaklığın fazla olmasından ötürü bu yarım kürede en sert kış mevsimi yaşanır." Dünya'daki mevsimlerin oluşum ilkeleri dikkate alındığında, öğrencinin bu çıkarımındaki temel bilimsel hata aşağıdakilerden hangisidir?

A) Gezegendeki 35° 'lik büyük eksen eğikliğinin, uzaklık ne olursa olsun her iki yarım kürede aynı anda eşit miktarda ısınma yaratacağını düşünememesi.

B) Mevsim sıcaklıklarını belirleyen temel faktörün, ışınların düşme açısına bağlı olarak birim yüzeye aktarılan enerji yoğunluğu olduğunu göz ardı edip, yörünge uzaklığını temel etken olarak kabul etmesi.

C) Yörünge hızındaki belirgin değişimlerin gezegenin ortalama sıcaklık dengesi üzerindeki etkisini tamamen hesaba katmadan sadece düşme açısına odaklanması.

D) 85° 'lik geliş açısının ışınların yüzeye oldukça eğik geldiğini ifade ettiğini ve kış mevsiminin asıl nedeninin zaten bu düşük yoğunluklu açılar olduğunu bilmemesi.

Açıklama: Öğrencinin kurduğu hipotez, mevsimlerin oluşumunda Güneş'e (veya yıldız) olan uzaklığın belirleyici olduğunu savunan yaygın bir yanılgıya dayanır. Dünya'daki mevsim döngüsünde asıl belirleyici faktör eksen eğikliğinin neden olduğu Güneş ışınlarının geliş açısıdır. Dike yakın (örneğin 85°) gelen ışınlar birim yüzeye çok daha fazla ısı enerjisi bırakır ve bu da yaz mevsiminin yaşanmasına neden olur. Yıldız uzaklık ve yörünge hızı gibi faktörlerin, birim yüzeye düşen ışık yoğunluğu ve mevsim oluşumu üzerinde doğrudan belirleyici bir etkisi yoktur. Bu durum, Dünya'nın Ocak ayında Güneş'e en yakın konumda olmasına rağmen Kuzey Yarım Küre'de kış yaşanmasıyla aynı mantıktadır.

39. (5 Puan)

Bir biyolog, binlerce yıl önce tektonik hareketlerle birbirinden izole olmuş K ve L adalarındaki aynı atadan gelen bir kemirgen türünü inceliyor. Elde edilen veriler şöyledir:

- **K Adası:** Yıllık ortalama sıcaklık 35°C, zemin açık renkli kum, avcı yılan türü sayısı oldukça fazla. Kemirgenler: Geniş vücut yüzeyi, açık sarı tüy, uzun ve ince bacaklar.
- **L Adası:** Yıllık ortalama sıcaklık -10°C, zemin yıl boyu karla kaplı, bitki örtüsü çok cılız. Kemirgenler: Dar vücut yüzeyi, kalın yağ tabakası, beyaz tüy, çok kısa bacaklar.

Bir öğrenci bu ekolojik verileri analiz ederek şu hipotezi kuruyor: 'K Adası'ndaki kemirgenler sıcaklıktan dolayı vücut yüzeylerini genişletmiş, L Adası'ndakiler ise soğuktan korunmak için kısa bacaklı olmuştur. Eğer K Adası'ndaki bir kemirgen grubunu alıp L Adası'na götürür ve avcılardan koruyup yeterince besin verirsek, yavrularının birkaç nesil sonra soğuğa uyum sağlamak amacıyla tıpkı oranın yerlisi gibi giderek daha kısa bacaklı ve beyaz tüylü doğmaya başladığını gözlemliyoruz.'

Öğrencinin kurduğu bu hipotezde düştüğü temel bilimsel yanlış aşağıdakilerden hangisi ile en iyi açıklanır?

A) Çevre şartlarındaki ani değişimin, popülasyonda halihazırda var olan genetik çeşitlilik üzerinden işleyen doğal seçim sürecini değil, canlının ihtiyacına yönelik anında kalıtsal değişimleri tetikleyeceğini varsayması.

B) Farklı ekosistemlerde tamamen zole olan aynı ataya sahip canlıların, binlerce yıl geçse bile aynı türe ait kalmaları nedeniyle benzer yapısal adaptasyonlar geliştirmek zorunda olduğunu savunması.

C) Adaya sonradan getirilen bireylerin genetik yapılarının değişmeden kalacağını, sadece çevrenin etkisiyle geçici fenotipik değişiklikler (modifikasyon) yaşayarak hayatta kalacaklarını iddia etmesi.

D) K Adası'ndaki avcı yılan baskısı ve L Adası'ndaki cılız bitki örtüsü gibi çevresel faktörlerin, vücut yüzeyinden ziyade sadece tüy rengi üzerindeki doğal seçim gücünü hesaba katmaması.

Açıklama: Adaptasyonlar, bir canlının yaşam süresi içinde çevresel ihtiyaçlara göre geliştirip yavrularına aktardığı anlık özellikler değildir; popülasyondaki genetik varyasyonların (çeşitliliğin) uzun yıllar boyunca doğal seçim yoluyla elenmesi veya desteklenmesi sonucu oluşurlar. Öğrenci, canlıların ihtiyaçlarına göre kendi genetik yapılarını değiştirerek yeni ortama uyum sağlayacak kalıtsal özellikleri anında kazanabileceği (amaçlı adaptasyon) yanlıgısına düşmüştür. Diğer seçenekler, ya metindeki çeldirici ve ilgisiz verilere (bitki örtüsü, avcı türleri) odaklanmakta ya da öğrencinin kendi ifadesiyle doğrudan çelişen mantıksal hatalar içermektedir.

40. (5 Puan)

Sağlıklı bir DNA molekülünde nükleotidlerin eşleşmesi evrensel bir biyolojik kurala dayanır ve iki zincir arasında kurulan zayıf hidrojen bağları molekülün bütünlüğünü sağlar. Bir araştırmacı, derin deniz termal vents'lerinden izole ettiği bir bakteriye ait olan ve yüksek sıcaklığa maruz kalmasına rağmen kopmayan veya yapısı bozulmayan kısa bir DNA bölütünü laboratuvar ortamında analiz etmektedir.

Araştırmacının çalışma raporunda şu veriler yer almaktadır:

- İncelenen DNA kesitinde toplam 150 adet fosfat molekülü tespit edilmiştir.
- Molekülün 1. zincirinde 20 Adenin ve 30 Guanin nükleotidi bulunmaktadır.
- Molekülün 2. zincirinde ise Guanin nükleotidi sayısının 15 olduğu ölçülmüştür.

Bu verilere göre, molekülün 2. zincirinde yer alan Adenin, Timin ve Sitozin nükleotidlerinin sayıları sırasıyla aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) 20 - 20 - 15
- B) 10 - 20 - 30**
- C) 20 - 10 - 30
- D) 85 - 20 - 30

Açıklama: Öğrencinin bu soruyu çözebilmesi için moleküldeki toplam nükleotid sayısını ve eşleşme kuralını bağdaştırması gerekir. Toplam 150 fosfat molekülü, bu DNA kesitinde toplam 150 nükleotid bulunduğunu gösterir. Çift zincirli yapıda olduğu için her bir zincirde 75 nükleotid yer alır. Eşleşme kuralına göre 1. zincirdeki Adenin sayısı (20), 2. zincirdeki Timin sayısına eşittir ($T=20$). 1. zincirdeki Guanin sayısı (30), 2. zincirdeki Sitozin sayısına eşittir ($C=30$). 2. zincirdeki Guanin sayısı ise 15 olarak verilmiştir. 2. zincirdeki toplam nükleotid sayısı 75 olduğundan; Adenin + Timin + Guanin + Sitozin = 75 denklemine göre Adenin + 20 + 15 + 30 = 75 olur. Buradan 2. zincirdeki Adenin sayısı 10 olarak bulunur. Sırasıyla (Adenin, Timin, Sitozin) değerleri 10, 20 ve 30'dur. Diğer seçenekler; birinci ve ikinci zincirdeki Adenin sayılarını birbirine eşit varsayma, zincir başı nükleotid yerine toplam molekül miktarından doğrudan çıkarma yapma gibi yaygın mantık hatalarını temsil etmektedir.

41. (5 Puan)

Bir araştırmacı, Dünya üzerinde X ve Y bölgelerinde yatay zeminlere yerleştirilen özdeş güneş panellerinin Temmuz ayı boyunca ürettiği toplam elektrik enerjisini ölçüyor. X bölgesi Güney Yarımküre'de 40° enleminde, Y bölgesi ise Kuzey Yarımküre'de 40° enleminde yer almaktadır. Kayıtlar, Y bölgesindeki panelin ürettiği enerjinin, X bölgesindeki panelden belirgin şekilde fazla olduğunu ve Y bölgesinde ölçüm günlerinde rüzgar hızının ortalamanın altında kaldığını gösteriyor. Aynı dönemde Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığının yılın en yüksek değerine (günöte) ulaştığı bilinmektedir. Bir öğrenci bu raporu inceleyerek şu hipotezi kuruyor: 'Y bölgesindeki panelin daha fazla enerji üretmesinin temel sebebi, bu ayda Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığının artmasının, düşük rüzgarla birleşerek enerjinin atmosfere dağılmasını engellemesi ve ışınların bu yarım kürede atmosferde daha kısa yol izlemesidir.'

Öğrencinin kurduğu hipotezdeki temel mantık hatası ve bu verilerin ortaya çıkmasının asıl bilimsel gerekçesi aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

A) Hata, Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığının mevsimsel sıcaklık veya enerji farklılıklarını belirleyen temel etken sanılmasıdır; asıl neden, eksen eğikliği dolayısıyla o ay Güneş ışınlarının X bölgesine daha dik açıyla düşerek birim yüzeye aktarılan ışık miktarını artırmasıdır.

B) Hata, ışınların atmosferde izlediği yolun enerji üretiminde hiçbir etkisinin olmadığı düşünülmesidir; asıl neden, Dünya'nın elips yörüngesinin bu ayda X bölgesini Güneş'e yaklaştırarak enerji miktarını artırmasıdır.

C) Hata, Güneş'e uzaklığın etkisinin ters yorumlanmasıdır; asıl neden, Y bölgesine eğik açıyla gelen Güneş ışınlarının yeryüzünde çok dar bir alanda toplanıp birim yüzeydeki enerjiyi yoğunlaştırmasıdır.

D) Hata, X bölgesinde gündüz süresinin uzun olmasının üretime etkisinin tamamen dışlanmasıdır; asıl neden, kendi eksenini etrafındaki dönüş hızının Güney Yarımküre'deki ısı enerjisi birikimini bu dönemde maksimuma çıkarmasıdır.

Açıklama: Mevsimlerin oluşumu ve Dünya üzerindeki sıcaklık/enerji farklarının temel sebebi Güneş'e olan uzaklık değil, Dünya'nın Güneş etrafındaki dolanımı ve eksen eğikliğidir. Temmuz ayında Kuzey Yarım Küre'ye (Y bölgesi) Güneş ışınları daha dik açıyla gelir; bu durum ışınların dar bir alanda yoğunlaşarak birim yüzeye düşen enerji miktarını artırmasına ve yaz mevsiminin yaşanmasına neden olur. Öğrencinin hipotezinde Dünya'nın Güneş'e uzaklığını veya rüzgarı enerji üretim farkının temel sebebi olarak göstermesi büyük bir kavram yanlışlığıdır. Eğik gelen ışınların dar alanda toplanması veya elips yörüngesinin mevsimleri oluşturması gibi ifadeler çeldiricilerde verilen yaygın yanlışlardır.

42. (5 Puan)

Bir canlı popülasyonunun farklı ortamlarda uzun yıllar boyunca gösterdiği fiziksel değişimler, genetik çeşitlilik (varyasyon), mutasyon, modifikasyon ve doğal seçim gibi kavramlar üzerinden incelenmektedir.

Başlangıçta orta uzunlukta kulaklara, gri renkte orta kalınlıkta kürke sahip olan bir kemirgen popülasyonu, coğrafi bir olay sonucu iki farklı bölgeye (K ve L) ayrılarak izole olmuştur. Elli nesil sonra araştırmacılar her iki bölgedeki popülasyonları incelemiş ve şu verileri kaydetmiştir:

- **Başlangıç Popülasyonu:** Gri kürk, orta kulak uzunluğu. Ortalama rüzgar şiddeti: 15 km/sa, Avcı türü: Kartal.
- **K Bölgesi (50 nesil sonra):** Kar örtüsüyle kaplı, oldukça soğuk iklim. Ortalama rüzgar şiddeti: 12 km/sa, Avcı türü: Kartal. Kemirgenlerin %95'i kalın beyaz kürklü ve çok kısa kulaklı.
- **L Bölgesi (50 nesil sonra):** Kahverengi kayalık zemin, oldukça sıcak iklim. Ortalama rüzgar şiddeti: 45 km/sa, Avcı türü: Kartal. Kemirgenlerin %92'si ince kahverengi kürklü ve çok uzun kulaklı.

Bir öğrenci bu verileri kullanarak iki bölgedeki değişimi açıklamak için çeşitli hipotezler kurmuştur.

Buna göre, aşağıdaki hipotezlerden hangisi adaptasyon ve doğal seçim ilkelerine bilimsel olarak en uygun çıkarımı yapmaktadır?

A) Bölge L'deki uzun kulak ve ince kürk ısı kaybını artırarak yaşama şansını yükselten kalıtsal adaptasyonlardır; Bölge K'deki beyaz renk ise rastgele oluşan varyasyonların avcı baskısıyla doğal seçilime uğraması sonucu popülasyonda yaygınlaşmıştır.

B) Bölge L'deki uzun kulak ve ince kürk oluşumu, aşırı sıcaklık ve yüksek rüzgar şiddetinin kemirgenlerin gen işleyişini değiştirmesiyle ortaya çıkan, çevreye bağlı geçici bir modifikasyon durumudur.

C) Bölge K'deki kemirgenler soğuktan korunmak için zamanla kulaklarını küçültmüş, karda avcılardan saklanabilmek için beyaz kürk rengi geliştirerek hayatta kalmış ve bu yeni özellikleri yavrularına aktarmıştır.

D) Her iki bölgede kürk renklerinin değişmesi, çevresel şartların gen yapısını doğrudan bozarak her zaman faydalı mutasyonlara yol açtığını kanıtlar; kısa kulaklar ise düşük rüzgar şiddetinin kalıtsal bir sonucudur.

Açıklama: Soru, adaptasyonun mekanizmasını ve doğal seçim sürecini Lamarckist (istekle/kullanımla değişim) ve modifikasyon yanlıgılarından ayırmayı gerektirmektedir. A seçeneğindeki ifade, uzun kulağın çöl ikliminde yüzey alanını artırarak ısı kaybını sağladığı (adaptasyon) ve beyaz rengin karla kaplı ortamda avcıdan korunmayı sağlayan faydalı bir varyasyon olarak doğal seçimle popülasyonda arttığı yönündeki bilimsel gerçeği yansıtır. C seçeneği 'geliştirerek yavrularına aktarmıştır' diyerek Lamarck'ın çürütölmüş kullanım/istek hipotezini barındırır. B seçeneği kalıtsal bir uyumu gen işleyişi değişimi (modifikasyon) olarak yanlış adlandırır. D seçeneği ise mutasyonların her zaman faydalı olduğu gibi genel bir yanlışı ve rüzgar hızı (dikkat dağıtıcı veri) üzerinden hatalı bir neden-sonuç ilişkisi kurar.

43. (5 Puan)

Bir iklimbilimci, deniz seviyesinde bulunan X ve Y şehirlerinde öğle vakti Güneş ışınlarının birim yüzeye bıraktığı enerji miktarlarını ve yatay düzleme dik yerleştirilen çubukların gölge yönlerini yıl boyunca ölçmüştür. Ek bir veri olarak X şehrinin yıllık ortalama bağıl nem oranı %45, Y şehrinin ise %60 olarak kaydedilmiştir.

Araştırmacının elde ettiğı güneş açısı ve gölge bulguları şöyledir:

- **X şehrinde:** 21 Haziran günü öğle vakti birim yüzeye düşen enerji miktarı yılın en yüksek değerine (100 birim) ulaşmış ve bu anda gölge boyu sıfır olarak ölçölmüştür.
- **Y şehrinde:** Birim yüzeye düşen enerji miktarı tıpkı X şehri gibi en fazla 21 Haziran'da, en az 21 Aralık'ta ölçölmüştür. Ancak Y şehrinde öğle vakti gölge boyu hiçbir zaman sıfır olmamış ve çubuğun gölgesi yılın her günü istisnasız Kuzey yönüne düşmüştür.

Bu verileri inceleyen bir öğrenci araştırma raporuna şu notu düşmüştür:

"X ve Y şehirlerinin her ikisi de en fazla enerjiyi aynı tarihte aldığı için aynı yarım kürededir. Ancak Y şehri Güneş ışınlarını hiçbir zaman dik açıyla almadığına göre, Ekvator'a X şehriden daha yakın olmalıdır. Bu varsayıma dayanarak, 21 Aralık tarihinde Y şehrideki gece süresinin X şehrideki gece süresinden daha kısa olması beklenir."

Buna göre, öğrencinin değerlendirmesindeki temel bilimsel hata aşağıdakilerden hangisidir?

A) Gölgenin yıl boyunca sürekli Kuzey'i göstermesi Y şehrinin Yengeç Dönencesi'nin de kuzeyinde olduğunu kanıtlar; dolayısıyla Ekvator'a daha uzak olan Y şehrinde 21 Aralık'taki gece süresi X'ten daha uzundur.

B) X şehrideki ortalama nem oranının daha düşük olması günlük sıcaklık farklarını artırdığı için, 21 Aralık'ta güneşin ufukta kalma süresi etkilenir ve X'in gece süresi daha uzun ölçölür.

C) Güneş ışınlarını hiçbir zaman dik açıyla almayan bölgeler sadece dönenceler ile Ekvator arasındadır; öğrenci Y'nin konumunu doğru tahmin etmiş ancak 21 Aralık'ta Ekvator'a yaklaşıldıkça gündüzlerin uzadığını gözden kaçırmıştır.

D) Y şehrinde gölge boyunun asla sıfır olmaması onun Güney Yarım Küre'de yer aldığını gösterir; bu yüzden Y şehrinde 21 Aralık'ta kış değil yaz başlangıcı yaşanır ve gece süresi zaten X şehriden daha kısadır.

Açıklama: Soru, öğrencilerin eksen eğikliği, gölge yönleri ve gece-gündüz süreleri arasındaki çok adımlı ilişkiyi sentezlemesini gerektirmektedir. X şehrinde 21 Haziran'da gölge sıfır ise bu şehir Yengeç Dönencesi üzerindedir. Y şehri de enerjiyi en fazla 21 Haziran'da alıp gölgesi daima Kuzey'i gösteriyorsa, Kuzey Yarım Küre'de Yengeç Dönencesi'nin kuzeyindedir (Kuzey kutbuna daha yakındır). Öğrenci, dik açı almayan bir yerin Ekvator'a daha yakın olduğu gibi yanlış bir varsayımda bulunmuştur; oysa dönenceler dışındaki yerler de ışınları hiçbir zaman dik almaz. Y şehri kuzeyde (kutuplara daha yakın) olduğu için, 21 Aralık'ta kış mevsimi yaşanırken kuzeye gidildikçe gece süresi uzar, yani Y'nin gece süresi X'ten daha uzundur. Nem oranı tamamen çeldirici (ilgisiz veri) olarak verilmiştir. Bu nedenle A seçeneği öğrencinin tam olarak nerede ve neden hata yaptığını açıklar.

44. (5 Puan)

Bir biyoloji araştırma ekibi, belirli bir dağ ekosisteminde yaşayan 'X' bitki türünü incelemektedir. Bu bitkinin dağın eteklerinde (alçak rakım, sıcak ve nemli) yetişen popülasyonları geniş yapraklara sahipken, dağın zirvesine yakın (yüksek rakım, soğuk ve kurak) yerlerde yetişen popülasyonları küçük ve iğnemi yapraklara sahiptir. Ayrıca yüksek rakımdaki bitkilerin hücrelerinde donmayı engelleyen özel bir 'antifriz proteini' tespit edilmiştir.

Araştırmacılar, yüksek rakımdaki bitkilerden aldıkları tohumları alçak rakımdaki seralara ekiyorlar. Gelişen yeni bitkilerin tıpkı dağın eteklerindeki bitkiler gibi geniş yapraklı oldukları, ancak laboratuvar incelemesinde hücrelerinde hala antifriz proteini ürettikleri gözlemleniyor. Ek bir veri olarak, bu bitkiler alçak rakımdaki yerel bitkilere göre %15 daha az sayıda çiçek açmıştır.

Öğrencilerden Ayşe, deneyin sonuçlarını inceleyerek şu hipotezi kuruyor:

"X türü bitkilerde yaprak şeklini belirleyen özellik yalnızca çevrenin etkisiyle ortaya çıkan bir modifikasyon iken, antifriz proteini üretme yeteneği bu türün hayatta kalma şansını artıran ve genetik yapıya işlenmiş bir adaptasyondur."

Buna göre Ayşe'nin hipotezini ve deneydeki verileri değerlendiren aşağıdaki ifadelerden hangisi bilimsel olarak en tutarlıdır?

A) Yanlıştır; bitkinin alçak rakımda ortam koşullarına uyum sağlayarak anında geniş yaprak açması, bu özelliğin doğal seçimle kazanılmış ve kalıtsal olarak aktarılan bir adaptasyon olduğunu gösterir.

B) Yanlıştır; her iki özellik de çevre şartlarına bağlı modifikasyonlardır çünkü yüksek rakım tohumları alçak rakımda çiçeklenme oranında %15 düşüş yaşayarak ortamın stres faktörlerine biyolojik bir zayıflık göstermiştir.

C) Doğrudur; bitkinin yeni ortamda geniş yapraklar geliştirmesi çevresel şartlara bağlı gen işleyişi değişikliği olduğunu gösterirken, farklı ortamda dahi antifriz proteini üretmeye devam etmesi bu özelliğin kalıtsal bir adaptasyon olduğunu kanıtlar.

D) Doğrudur; ancak protein üretiminin yeni ortamda da devam etmesi genetiğinin değiştiği anlamına gelmez, sıcaklık faktörü ortadan kalktığında bu bitkilerin yavrularında protein üretimi kalıcı olarak duracaktır.

Açıklama: Soruda adaptasyon ve modifikasyon kavramlarının ayırt edilmesi istenmektedir. Tohumlar farklı bir ortama götürüldüğünde yaprak şeklinin değişmesi (geniş yaprak açması), çevresel koşulların gen işleyişini değiştirdiği kalıtsal olmayan bir durumdur, yani modifikasyondur. Ancak bitki alçak rakımda (sıcak ortamda) büyümesine rağmen hücrelerinde soğuğa karşı direnç sağlayan antifriz proteinini üretmeye devam etmiştir. Bu özelliğin değişmemesi, onun ortam şartlarından bağımsız olarak genetik şifreye kazanmış kalıtsal bir özellik (adaptasyon) olduğunu kanıtlar. Çiçek açma oranındaki %15'lik düşüş, çeldirici bir bilgi (gürültü) olup adaptasyon veya modifikasyon ayrımını etkilemez. Yanlış seçeneklerde kavramların kalıtsallık durumu ve doğal seçim süreçleri hatalı eşleştirilmiştir.

45. (5 Puan)

Dünya'nın eksen eğikliği ve yörüngesinin elips şeklinde olması, birim yüzeye düşen güneş enerjisi miktarını ve mevsimsel sıcaklık farklarını etkileyen temel astronomik faktörlerdir. Uzay araştırmaları, gezegenlerin yörünge dinamikleri ile yüzey sıcaklıkları arasındaki ilişkinin sadece mesafeye değil, ışığın yüzeye çarpma açısına da bağlı olduğunu göstermektedir.

Mevsimlerin oluşumu üzerine çalışan bir araştırmacı laboratuvarında kurduğu düzenekte, 23 derece 27 dakika eğikliğe sahip bir küreyi güçlü bir ışık kaynağının etrafında elips bir yörüngede dolandırmaktadır. Kaynağa olan uzaklığın en aza indiği X konumunda, kürenin üst yarım küresindeki sıcaklığın alt yarım küreye göre bariz bir şekilde düşük olduğu ve alt yarım kürede aydınlanan birim alanın daha dar olduğu ölçülmüştür. Kürenin yapıldığı malzemenin ısı iletkenliği ve yüzey renginin her yerde aynı olduğu (sabit değişken) rapor edilmiştir. Araştırma asistanı bu bulgulardan yola çıkarak bir değerlendirme raporu yazar. Raporun hangi maddesinde mevsimlerin oluşum dinamikleriyle ilgili mantıksal bir kurgu hatası veya kavram yanılgısı bulunmaktadır?

A) Eğer deneyde kullanılan kürenin dönme eksenini yörünge düzlemine tamamen dik olsaydı, X konumuna yaklaşıldığında her iki yarım kürede de eşit düzeyde sıcaklık artışı gözlemlenmesi beklenirdi.

B) X konumunda kürenin alt yarım küresine düşen ışınların yüzeyle yaptığı açı daha büyüktür, bu nedenle bu bölgede birim yüzeye aktarılan ısı enerjisi üst yarım küreden daha fazladır.

C) Alt yarım kürede aydınlanan birim alanın daralması ışık enerjisinin o bölgede yoğunlaşmadığını gösterir, bu yüzden gerçek Dünya modelinde bu durum yörünge uzaklığı ile telafi edilerek yaz mevsimine dönüşür.

D) Kürenin ışık kaynağına olan genel uzaklığının azalması, üst yarım kürede eksen eğikliğinin neden olduğu sıcaklık düşüşünü engelleyememiş ve mevsim karakterini değiştirememiştir.

Açıklama: C seçeneğinde belirtilen ifade tamamen hatalıdır. Aydınlanan alanın daralması, ışığın daha dik bir açıyla geldiği ve enerjinin dar bir bölgeye yoğunlaştığı anlamına gelir. Bu durum enerjinin yoğunlaşmadığını değil, aksine birim yüzeye düşen enerjinin maksimuma çıktığını ve sıcaklığın arttığını gösterir. Gerçek Dünya modelinde de mevsimlerin oluşumunda temel etken yörünge uzaklığı değil, eksen eğikliğinin belirlediği bu ışık geliş açısıdır. A, B ve A seçeneklerindeki çıkarımlar ise eksen eğikliği ve yörünge dinamiklerini bilimsel verilere uygun bir şekilde yorumlamaktadır.

46. (5 Puan)

Bir öğrenci, K bitkisinin yapraklarındaki mumsu (kütikula) tabakayı kalınlaştırarak kuraklığa dayanıklı yeni bir tür elde etmek amacıyla iki ayrı düzenek hazırlamış ve tüm düzeneklerde topraktaki mineral miktarını sabit tutmuştur.

1. Düzenek: Özdeş K bitkisi tohumları, ekilmeden önce kısa süreli X ışınlarına maruz bırakılıyor. Normal sulama koşullarında yetiştirilen bu bitkilerden sağ kalanların bazılarında yaprakların kalın bir mumsu tabaka geliştirdiği gözleniyor. Bu bitkilerden elde edilen tohumlar tekrar normal koşullarda ekildiğinde yeni çıkan bitkilerin de kalın mumsu tabakaya sahip olduğu görülüyor.
1. Düzenek: X ışını uygulanmamış özdeş tohumlar, normal şekilde çimlendirildikten sonra fideler çok az suyla yetiştirilip kuraklık stresine sokuluyor. Gelişen bitkilerin tamamında kalın mumsu tabaka oluşuyor. Ancak bu bitkilerden alınan tohumlar normal sulama koşullarında ekildiğinde, yeni çıkan bitkilerin ince mumsu tabakaya sahip olduğu görülüyor.

Öğrenci deney raporunun sonuç bölümüne şunları yazıyor: *"Her iki deneyde de çevre şartları genlerin işleyişini kalıcı olarak değiştirmiş, böylece bitkinin kuraklığa karşı genetik bir adaptasyon geliştirmesini sağlamıştır."*

Araştırmacının ulaştığı bu sonuçtaki temel bilimsel hata aşağıdakilerden hangisi ile açıklanabilir?

- A) Kuraklık şartları DNA diziliminde geçici mutasyonlara yol açar, düzenek 2'de DNA onarım enzimleri çalıştığı için yavru döllerde değişim gözlenmemiştir.
- B) Her iki düzenekteki değişim de modifikasyondur ancak genetik çeşitlilik sağlanmadığı için bitkinin kuraklığa adaptasyon geliştirdiği söylenemez.
- C) Düzenek 1'deki etken genin yapısını kalıcı olarak değiştirip yavrulara aktarılırken, Düzenek 2'deki etken sadece genin işleyişini değiştirmiş olup kalıtsal bir adaptasyon değildir.**
- D) Düzenek 1'de genlerin işleyişi değişerek modifikasyon görülmüşken; Düzenek 2'deki kuraklık stresi nükleotit dizilimini bozarak kalıtsal mutasyona sebep olmuştur.

Açıklama: Öğrencinin raporundaki hata, iki farklı kavramı (mutasyon ve modifikasyon) aynı şekilde değerlendirmesi ve modifikasyonu adaptasyon sanmasıdır. 1. düzenekte X ışını, bitkinin DNA (nükleotit) dizilimini değiştirerek genetik yapısında bozulmaya (mutasyona) neden olmuş ve bu özellik üreme hücrelerini etkilediği için sonraki nesle aktarılmıştır. 2. düzenekte ise sadece çevresel bir faktör (su azlığı), genlerin işleyişini (modifikasyon) değiştirerek canlının dış görünüşüne etki etmiş; tohumlar normal koşullara alındığında eski haline dönmüştür. Bu durum kalıtsal olmadığı için bir adaptasyon sayılamaz. Seçenekler incelendiğinde bu çıkarımı doğru yapan ve hatayı açıklayan ifade üçüncü seçenekte bulunmaktadır.

47. (5 Puan)

Dünya'nın dönme ekseninin yörünge düzlemine eğik olması ve Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi, Güneş ışınlarının yeryüzüne geliş açısını yıl boyunca değiştirir. Işınlara yeryüzüyle yaptığı açı büyüdükçe birim yüzeye aktarılan enerji artar.

Bir enerji şirketi, yeryüzüne tam paralel olacak şekilde sabitlenmiş özdeş güneş panellerini üç farklı konuma yerleştiriyor: X konumu (40° Kuzey enlemi, %80 nem oranı), Y konumu (23°27' Güney enlemi, %20 nem oranı) ve Z konumu (Ekvator çizgisi, %60 nem oranı). Şirket mühendisi, 'T Tarihi' olarak kaydettiği özel bir günde öğle vakti yaptığı ölçümlerde, Y konumundaki panelin birim yüzeye aktardığı enerjinin yıl içindeki en yüksek seviyesine ulaştığını gözlemliyor. Mühendis, ortamdaki nem oranlarının ölçüme etkisini ihmal ederek sistemin verimliliği üzerine şu üç çıkarımı yapıyor: I. T tarihi 21 Aralık'tır ve bu tarihte X konumundaki panel güneş ışınlarını yıl içindeki en dar açıyla aldığı için birim yüzeye düşen enerji miktarı kendi içinde minimumdur. II. T tarihinde Z konumundaki panelin birim yüzeye aktardığı enerji, X konumundaki panelden daha fazladır; çünkü Ekvator ışınları, 40° Kuzey enlemine göre dike daha yakın bir açıyla almaktadır. III. T tarihinden tam altı ay sonra, X konumunda öğle vakti yere dikilen düz bir çubuğun gölge boyu sıfır olur ve buradaki panel maksimum üretime geçer. Verilen konumlardaki temel astronomik ilişkilere göre, mühendisin yaptığı çıkarımlardan hangileri doğrudur?

A) I ve II

B) II ve III

C) I, II ve III

D) Yalnız I

Açıklama: Soru kökündeki Y konumu Oğlak Dönencesi'ni temsil etmektedir. Bu konumun yıl içindeki en yüksek enerjiyi alması, Güneş ışınlarının buraya dik (90°) düştüğü 21 Aralık (T tarihi) olduğunu kanıtlar (Nem oranları soruda analiz sürecini zorlaştırmak için eklenmiş çeldirici verilerdir). I. ifade doğrudur: 21 Aralık'ta Kuzey Yarım Küre (X konumu) kış gündönümünü yaşar, ışınlar en eğik açıyla gelir ve en az enerjiyi üretir. II. ifade doğrudur: 21 Aralık'ta Ekvator (Z konumu) Güneş ışınlarını yaklaşık $66,5^\circ$ açıyla alırken, 40° Kuzey'deki X konumu çok daha dar bir açıyla alır, bu da Z'de birim yüzeye düşen enerjinin X'ten fazla olmasını sağlar. III. ifade yanlıştır: T tarihinden 6 ay sonrası 21 Haziran'dır ve ışınlar Yengeç Dönencesi'ne dik düşer; ancak X konumu 40° Kuzey'de dönenceler dışında yer aldığı için Güneş ışınlarını hiçbir zaman 90° ile alamaz, dolayısıyla öğle vakti gölge boyu asla sıfır olmaz.

48. (5 Puan)

Dünya'nın eksen eğikliği ve Güneş etrafındaki dolanımı, Güneş ışınlarının yeryüzüne düşme açısının yıl boyunca değişmesine neden olur. Bu durum, farklı yarım kürelerde aynı anda farklı mevsimlerin yaşanmasını ve birim yüzeye aktarılan enerji miktarının farklılaşmasını sağlar.

Bir araştırmacı, 21 Aralık tarihinde aynı boylam üzerinde yer alan, denizden yükseklikleri (rakımları) farklı K ve L şehirlerinde öğle vakti yatay zemindeki özdeş güneş panellerinin ürettiği anlık enerji miktarını ve 1 metrelik dik çubukların gölge boylarını ölçmüştür.

Araştırmacının elde ettiği veriler şu şekildedir:

- **K Şehri:** Rakımı 1500 metredir. Şehirde yaşanan gece süresi, gündüz süresinden belirgin şekilde daha uzundur. Paneldeki anlık enerji üretimi düşüktür.
- **L Şehri:** Rakımı 0 metredir (deniz seviyesi). Çubuğun gölge boyu K şehrindekinden çok daha kısadır. Gölge yönü öğle vakti güneyi göstermektedir.

Araştırmacı bu verilere dayanarak şu hipotezi kurar: *"K şehri yüksek rakımda olduğundan Güneş'e daha yakındır, ancak uzun gece süresi nedeniyle paneller soğumuş ve anlık enerji üretimi düşmüştür. L şehri ise deniz seviyesinde olduğundan atmosfer yoğunluğu fazladır; bu yoğunluk ışınları bükerek dikleşmesini sağlamış ve gölge boyunu kısaltmıştır."*

Araştırmacının kurduğu bu hipotezdeki temel bilimsel hata ve verilerin gerçek nedeni aşağıdakilerden hangisinde en doğru şekilde açıklanmıştır?

A) K şehrinde anlık enerji üretiminin düşük olmasının asıl nedeni gece süresinin uzun olmasıdır; L şehrinde ise gölgenin güneyi göstermesi, şehrin Yengeç Dönencesi üzerinde olduğunu ve ışınları dik aldığını kanıtlar.

B) Birim yüzeye aktarılan enerji miktarı ve öğle vakti gölge boyu rakım veya atmosfer yoğunluğu ile değil, Dünya'nın eksen eğikliğinden kaynaklanan ışınların yeryüzüne düşme açısıyla belirlenir; K şehri Kuzey, L şehri ise Güney Yarım Küre'de dönence dışındadır.

C) Güneş ışınlarının yeryüzüne düşme açısı sadece boylam derecesine ve günün saatine bağlıdır; K ve L şehirleri aynı boylamda olduğundan enerji farkının tek nedeni K şehrinin yüksek rakımda bulunarak atmosferik yansımaya daha çok maruz kalmasıdır.

D) L şehrinin deniz seviyesinde olması Güneş ışınlarının atmosferde katettiği yolu kısaltır, bu durum enerji miktarını artırırken K şehrinde ışınlar eğik geldiği için Dünya'nın dönüş hızı anlık enerji aktarımını yavaşlatmıştır.

Açıklama: Araştırmacının hipotezindeki boylam, rakım (yükseklik) ve atmosfer yoğunluğu gibi faktörler, mevsimlerin oluşumunda ve öğle vakti birim yüzeye düşen anlık ışık açısında belirleyici olmayan 'çeldirici' verilerdir (noise). 21 Aralık'ta K şehrinde gecelerin uzun olması onun Kuzey Yarım Küre'de (kış) olduğunu, L şehrinde ise kısa gölge oluşup gölgenin güneyi göstermesi onun Güney Yarım Küre'de (Oğlak Dönencesi'nin güneyinde) bulunduğunu ve ışınları büyük açıyla aldığını gösterir. Anlık üretim kapasitesi ve gölge boyunun temel nedeni tamamen Güneş ışınlarının geliş açısıdır; rakım, Güneş'e yakınlık-uzaklık veya havanın soğuması anlık ışın açısını ve gölgeyi değiştirmez. Seçeneklerdeki diğer iddialar yaygın kavram yanılgılarını (gece süresinin düşme açısına sebep olması, dönence yönleri, atmosfer yoğunluğunun açığı belirlemesi) içermektedir.

49. (5 Puan)

Araştırmacılar, Dünya'nın $23^\circ 27'$ lik eksen eğikliği ile eliptik yörüngedeki hareketini dijital bir simülasyonda inceleyerek farklı enlemlerdeki birim yüzeylere düşen enerji miktarını aylık olarak kayıt altına almışlardır. Yapılan analizlerde deniz seviyesinden yüksekliğin ve atmosferdeki seyrelmenin veri setine oluşturduğu küçük sapmalar ihmal edilmiş, doğrudan ışınların düşme açısı ve astronomik konum verileri odak noktası yapılmıştır.

Bir öğrenci Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi, eksen eğikliği ve mevsimler arasındaki ilişkiyi açıklamak için bir modelleme çalışması hazırlamış ve şu hipotezleri öne sürmüştür: (I) Kuzey Yarım Küre'deki Yengeç Dönencesi üzerinde bulunan bir noktaya 21 Haziran'da Güneş ışınlarının geliş açısı ile, Güney Yarım Küre'deki Oğlak Dönencesi üzerinde bulunan bir noktaya 21 Aralık'ta Güneş ışınlarının geliş açısı tamamen birbirine eşittir. (II) 3 Ocak'ta Dünya Güneş'e en yakın konumunda olduğundan, bu tarihte Güney Yarım Küre'de yaz yaşanmasının temel sebebi Güneş'e olan uzaklığın azalmasıyla yüzeye düşen toplam ışık enerjisinin artmasıdır. (III) Her iki yarım kürede de Güneş ışınlarının yüzeye düşme açısının küçülmesi, aydınlanan alanın genişlemesine yol açar ve birim yüzeye aktarılan ısı miktarını düşürerek kış koşullarını oluşturur. Bu hipotezlerin bilimsel geçerliliği ile ilgili yapılan aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi doğrudur?

A) Her üç ifade de bilimsel olarak doğrudur; 3 Ocak tarihinde Güney Yarım Küre'de en yüksek sıcaklıkların görülmesi hem geliş açısının dikliğine hem de Dünya'nın Güneş'e olan yakınlık faktörüne eş zamanlı olarak bağlıdır.

B) I ve III numaralı ifadeler açı, enerji alanı ve eksen eğikliğinin sonuçlarını doğru yansıtırken; II numaralı ifade yörünge şeklinin mevsim oluşumu üzerindeki etkisine dair müfredatta sıkça düşülen bilimsel bir yanlış barındırmaktadır.

C) I ve II numaralı ifadeler doğru mekanizmalara dayanır; ancak III numaralı ifade tamamen hatalıdır çünkü geliş açısının küçülmesi, aydınlanan alanı küçülterek enerjinin daha dar bir alanda toplanmasını sağlar ve sıcaklığı artırır.

D) Yalnızca III numaralı ifade doğrudur; çünkü I numaralı ifadede farklı yarım kürelerde ışınların aynı açıyla gelemeyeceği göz ardı edilmiş, II numaralı ifade ise mesafenin sıcaklığa etkisini abartarak hatalı sonuçlar çıkarmıştır.

Açıklama: Mevsimlerin oluşumu ve birim yüzeye düşen enerji miktarı temel olarak eksen eğikliğine ve Güneş ışınlarının gelme açısına bağlıdır. I. hipotezde her iki dönenceye de kendi yaz ekinokslarında ışınların 90 derece ile gelmesi doğru bir kavramdır. III. hipotezde açının daralmasının aydınlanma alanını büyütürken birim alana düşen enerjiyi azaltması (kış etkisi) yine fiziksel olarak doğru bir tespittir. Ancak II. hipotezde 3 Ocak'taki öteberi durumunun (Dünya'nın Güneş'e en yakın olduğu an) mevsimsel sıcaklıklara doğrudan bir etkisi olduğu iddia edilmiştir; oysa 8. sınıf kazanımlarına göre Dünya'nın Güneş'e uzaklık değişiminin mevsim oluşumu üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Dolayısıyla I ve III doğru birer çıkarımken, II numaralı ifade klasik bir kavram yanılığıdır.

50. (5 Puan)

Bir öğrenci, Dünya'nın eksen eğikliği ve Güneş etrafındaki hareketinin mevsimler üzerindeki etkisini incelemektedir. Dünya'nın $23^{\circ}27'$ eksen eğikliği ve yörünge hareketi sebebiyle bir noktaya gelen Güneş ışınlarının açısı ve aydınlatıldığı alan yıl boyunca değişir. Bu durum, birim yüzeye düşen enerji miktarını etkileyerek sıcaklık farklılıklarını ve mevsimleri oluşturur. Öğrenci bu ilişkiyi bir model üzerinden test etmeye karar verir.

Arda, eksen eğikliğinin bir yarımküredeki birim yüzeye düşen ortalama enerji miktarı üzerindeki etkisini araştırmak için bir model kurmuştur. Modelinde, Güneş'i temsil eden sabit bir ışık kaynağını, Dünya'yı temsil eden kürenin Yengeç Dönencesi'ne dik açıyla (90°) tutmuştur. Bu durumu 'Konum 1' olarak adlandırmıştır. Ardından, eksen eğikliğinin zıt etkisini göstermek için, küreyi Güneş etrafındaki yörüngesinin karşı tarafına hareket ettirmiş ve bu sefer ışık kaynağını Oğlak Dönencesi'ne 90° açıyla gelecek şekilde ayarlamıştır. Bu durumu ise 'Konum 2' olarak isimlendirmiştir. Arda, bu iki konumda da Kuzey Yarımküre'nin aydınlanan yarısındaki toplam alanı ve bu alana düşen toplam ışık enerjisini eşit kabul ederek şu sonuca varmıştır: "Kuzey Yarımküre, Konum 1'de (yaz) ve Konum 2'de (kış) Güneş'ten aynı miktarda toplam enerji alır. Bu nedenle, mevsimsel sıcaklık farklarının temel nedeni, Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığının değişmesidir." Arda'nın ulaştığı hatalı sonucun temel sebebi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Yaz mevsiminde Güneş ışınlarının birim yüzeye daha dik düşmesinin, o yüzeyi daha fazla ısıttığı gerçeğini göz ardı etmesi.
- B) Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığının mevsimler üzerindeki etkisini yanlış yorumlaması, çünkü Dünya Güneş'e en yakınken Kuzey Yarımküre'de kış yaşanır.
- C) Konum 1'de Güneş ışınlarının Kuzey Yarımküre'de daha geniş bir alana yayılması gerekirken, modelinde bunu dikkate almaması.
- D) Kışın bir yarımküreye düşen Güneş ışınlarının daha eğik açıyla gelmesi nedeniyle, aynı toplam enerjinin daha geniş bir alana yayıldığını ve birim yüzeye düşen enerjinin azaldığını hesaba katmaması.

Açıklama: Soruda, Arda'nın deney düzeneği ve vardığı sonuçtaki temel mantık hatası sorgulanmaktadır. Arda'nın hatası, iki temel varsayımından kaynaklanır: 1) İki durumda da yarım kürenin aydınlanan alanının ve 2) aldığı toplam enerjinin eşit olduğunu varsayması. Gerçekte, bir yarım kürede kış yaşanırken Güneş ışınları daha eğik açılarla gelir. Bu eğik geliş, ışınların atmosferde daha uzun yol almasına ve aynı miktardaki enerjinin daha geniş bir yüzeye dağılmasına neden olur. Sonuç olarak, birim yüzeye düşen enerji miktarı (enerji yoğunluğu) azalır ve sıcaklık düşer. Arda'nın vardığı "sıcaklık farklarının nedeni Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığıdır" sonucu bu yüzden yanlıştır. Doğru akıl yürütme, mevsimsel sıcaklık farkının temel nedeninin, eksen eğikliğine bağlı olarak Güneş ışınlarının geliş açısının değişmesi ve bunun sonucunda birim alana düşen enerjinin farklılaşması olduğunu belirtir. Kışın ışınların daha geniş bir alana yayılması, birim başına düşen enerjiyi azaltır ve bu, Arda'nın gözden kaçırdığı kritik noktadır. Diğer seçenekler durumu tam olarak açıklamaz: Bir seçenek (uzaklık etkisi) Arda'nın yanlış sonucunu doğrular gibi görünse de temel hatayı açıklamaz. Başka bir seçenek (ışınların geniş alana yayılması) yaz için yanlış bir ifade içerir. Doğru seçenek, kış durumunda enerjinin daha geniş bir alana yayılarak birim yüzeydeki yoğunluğunun azalması gerektiğini ve Arda'nın bu temel fiziksel prensibi atladığını doğru bir şekilde tanımlar.