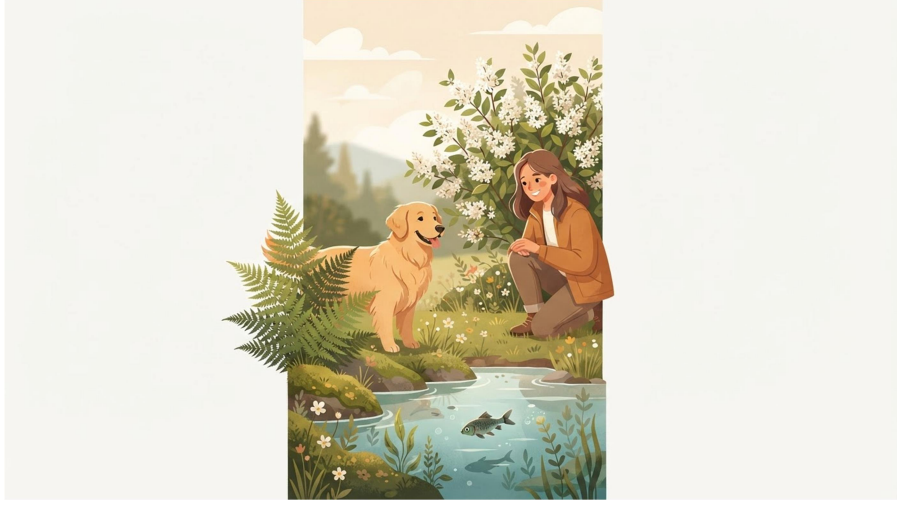


Genetiğin Temelleri ve Canlılardaki Değişim Süreçleri



Çoktan Seçmeli Sorular

1. (5 Puan)

Hücre çekirdeğindeki kalıtsal materyaller belirli bir hiyerarşik organizasyona sahiptir. Nükleotid, gen, DNA ve kromozom arasındaki büyüklük ve karmaşıklık ilişkisi, yapısal ve işlevsel özellikleriyle belirlenir.

Bir bilim insanı, yeni keşfedilen X canlısının hücre çekirdeğinden elde ettiği dört farklı yapıyı büyüklük ve karmaşıklık derecelerine göre numaralandırmıştır. Yapılan incelemelerde şu bulgulara ulaşılmıştır: 1. yapı, hücre bölünmesi öncesinde özel proteinlerle birleşerek 3. yapıyı oluşturur. 2. yapı, 1. yapının belirli bir özelliğin kalıtımından sorumlu olan anlamlı bir parçasıdır. 4. yapı ise 2. yapının yapısını oluşturan en temel birimdir. Laboratuvar ortamında X canlısının yaşam alanı sıcaklığı aniden 5°C düşürüldüğünde, sadece 2. yapının işleyiş hızında bir yavaşlama gözlemlenmiştir. Buna göre bu dört yapının karmaşıktan basite doğru sıralaması ve 5°C'lik düşüşün doğrudan etkilediği yapı aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) 3 - 1 - 2 - 4 ; Nükleotid
- B) 3 - 1 - 2 - 4 ; Gen**
- C) 1 - 3 - 2 - 4 ; DNA
- D) 4 - 2 - 1 - 3 ; Gen

Açıklama: Verilen bilgilere göre: 1. yapı proteinlerle birleşerek 3. yapıyı oluşturuyorsa, 1. yapı DNA, 3. yapı Kromozom'dur. 2. yapı, DNA'nın görev birimi olduğu için Gen'dir. 4. yapı, Gen'in en temel birimi olduğu için Nükleotid'dir. Sıcaklık düşüşünün işleyiş hızında yavaşlamaya neden olduğu belirtilen yapı, soruda doğrudan 2. yapı olarak tanımlanmıştır, bu da Gen'dir. Yapıların karmaşıktan basite (büyükten küçüğe) doğru sıralaması Kromozom (3), DNA (1), Gen (2) ve Nükleotid (4) şeklindedir. İkinci kısım ise Gen olmalıdır. Bu yüzden doğru seçenek 3 - 1 - 2 - 4 ve Gen olan seçenektir.

2. (5 Puan)

Kalıtsal materyallerin karmaşıklık sıralaması (Kromozom > DNA > Gen > Nükleotid) ve kimyasal yapıları hücresel fonksiyonların temelidir.

Bir genetik mühendisi, çekirdekli bir hücrenin kalıtsal materyallerini izole etmek için sırasıyla X, Y, Z ve T enzimlerini kullanıyor. Enzimlerin etki mekanizmaları şöyledir:

- X enzimi: Protein kılıfları tamamen parçalar.
- Y enzimi: Anlamlı nükleotid dizilerini (görev birimlerini) birbirinden ayıran bağları yıkar.
- Z enzimi: Fosfat ve şeker grupları arasındaki bağları kırarak temel yapı birimlerini serbest bırakır.
- T enzimi: Çift sarmal yapıyı bir arada tutan zayıf hidrojen bağlarını koparır.

Bilim insanı, başlangıçta karmaşık yapılı olan kalıtım materyalini en temel birimine kadar indirgemek istiyor. Laboratuvar ortamında 25°C'de ve nötr pH'ta deney yapıldığına göre, yapının büyüklük/karmaşıklık ilişkisi dikkate alındığında doğru parçalanma sıralaması ve hedef yapı eşleştirmelerinden hangisi **yanlış** kurgulanmıştır?

- A) X enzimi kullanıldığında, kromozom yapısı parçalanarak serbest DNA molekülleri elde edilir.
- B) Y enzimi doğrudan kromozom üzerine uygulandığında genleri ayırabilir.**
- C) T enzimi, Z enziminden önce kullanılarak DNA'nın iki ipliğinin ayrılması sağlanmalıdır.
- D) Z enzimi reaksiyona girdiğinde açığa çıkan ürünler nükleotidlerdir.

Açıklama: Kromozom, DNA ve protein kılıftan oluşur. DNA üzerinde genler, genlerin içinde de nükleotidler bulunur. Y enzimi genleri ayıran bir enzimdir ancak kromozomun üzerindeki protein kılıf (X enzimi ile) parçalanmadan ve/veya DNA çift sarmalı uygun şekilde açılmadan Y enziminin doğrudan kromozom üzerinde genleri izole etmesi beklenemez; önce X enziminin etki etmesi gerekir. A, B ve D seçeneklerindeki yapı-enzim ve sıralama ilişkileri hiyerarşiye (kromozom -> DNA -> gen -> nükleotid) uygundur.

3. (5 Puan)

Hücredeki kalıtsal materyaller belirli bir hiyerarşik yapıya sahiptir. Bu yapıların karmaşıklığı yapı biriminden en büyük paketlenmiş forma kadar değişir.

Bir öğrenci, bir araştırma projesinde elde ettiği kalıtsal yapılarla ilgili bazı ipuçlarını şu şekilde not etmiştir:

- K yapısı, hücre bölünmesi öncesinde yoğunlaşarak belirginleşen en büyük formdur.
- L yapısı, protein sentezinden sorumlu şifreyi taşıyan anlamlı DNA parçasıdır.
- M yapısı, adenin, timin, guanin veya sitozin organik bazlarından birini, bir fosfat ve bir deoksiriboz şekeri içerir.
- N yapısı, çift sarmal formunda hücrenin tüm yönetim ve kalıtımını sağlayan moleküldür.

Öğrenci bu yapıların hücre içindeki görev dağılımını anlamak için, söz konusu yapıları büyüklük ve karmaşıklık düzeylerine göre *basitten karmaşığa* (küçükten büyüğe) doğru sıralamak istemektedir. Ayrıca öğrenciye, bir tür virüste RNA molekülünün kalıtım materyali olarak görev yaptığı bilgisi de verilmiştir ancak bu bilgi elindeki K, L, M, N yapıları için geçerli değildir.

Buna göre, K, L, M ve N yapılarının doğru sıralaması aşağıdakilerden hangisidir?

- A) M - N - L - K
- B) M - L - N - K**
- C) K - N - L - M
- D) L - M - K - N

Açıklama: Verilen bilgiler incelendiğinde; K yapısı hücre bölünmesinde belirginleşen kromozom, L yapısı protein sentezinden sorumlu anlamlı bölüm olan gen, M yapısı üç kısımdan oluşan nükleotid, N yapısı ise çift sarmallı yönetici molekül olan DNA'dır. Basitten karmaşığa (küçükten büyüğe) doğru sıralama: Nükleotid < Gen < DNA < Kromozom şeklindedir. Dolayısıyla sıralama M (Nükleotid), L (Gen), N (DNA), K (Kromozom) biçiminde olmalıdır. Soruda verilen RNA ile ilgili bilgi çeldirici bir detaydır.

4. (5 Puan)

Adaptasyon, canlıların yaşadıkları ortama uyum sağlayarak hayatta kalma ve üreme şansını artıran kalıtsal özelliklerdir. Modifikasyon ise çevrenin etkisiyle gen işleyişinde meydana gelen kalıtsal olmayan değişikliklerdir.

Bir öğrenci, farklı bölgelerdeki bazı canlı türlerini inceleyerek aşağıdaki notları çıkarıyor:

- I. Kuzey kutup bölgesinde yaşayan bir tilki türü beyaz renkliyen, ormanlık alanda yaşayan yakın akraba türü kahverengidir.
- II. Güneş ışığını doğrudan alan bölgelerde, bitkilerin gövdelerinde su depolayan yapılar bulunur ve ortamdaki CO2 miktarındaki dönemsel artış bitki büyümesini geçici olarak hızlandırır.
- III. Sığ göllerde yaşayan bir kurbağa türü, su sıcaklığı 20°C'nin üzerine çıktığında normalden on kat daha fazla yumurta bırakarak suyun hızlı buharlaşması riskine karşı neslini korur, ancak sıcaklık normale döndüğünde yumurta sayısı azalır.

Öğrenci bu bilgileri 'Kalıtsal Adaptasyon' başlığı altında sınıflandırmak istiyor. Hangi örneklerin tamamı veya bir kısmı kalıtsal bir adaptasyondan ziyade, gen işleyişindeki çevresel (modifikasyon) etkiye veya sadece kalıtsal adaptasyona bağlanamaz ve yanlış sınıflandırılmış olur?

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

D) II ve III

Açıklama: I. örnekte farklı ortamlarda yaşayan akraba türlerin farklı kürk renklerine sahip olması, ortama uyum sağlayan kalıtsal bir adaptasyondur (kamuflej). II. örnekte CO2 artışıyla büyümenin geçici hızlanması, çevresel şartlara bağlı bir modifikasyondur, su depolama kısmı adaptasyondur. III. örnekte sıcaklığa bağlı olarak yumurta sayısının değişmesi ve şartlar değiştiğinde eski haline dönmesi gen işleyişinin değiştiğini gösterir, bu da kalıtsal olmayan bir modifikasyondur. Öğrencinin 'Kalıtsal Adaptasyon' başlığı altında yapacağı sınıflandırmada II ve III numaralı örneklerde modifikasyon durumları da bulunduğundan sınıflandırma hatalı olur.

5. (5 Puan)

Kalıtsal materyaller belirli bir hiyerarşiye göre organize olarak genetik bilginin saklanması, ifade edilmesini ve yeni nesillere aktarılmasını sağlar. Bu süreçte hücresel boyutta farklı paketlenme mekanizmaları işlev görür.

Bir öğrenci, farklı canlı türlerine ait kalıtsal materyalleri inceleyerek şu notları almıştır:

- Fare hücrelerindeki X yapısı, farklı sayı ve dizilimlerde bir araya gelerek göz rengi, tüy rengi gibi şifreleri taşıyan Y birimlerini oluşturur.
- Soğan hücrelerinde, Y birimlerinin birleşmesiyle oluşan ve hücrenin tüm hayatı olaylarını yöneten dev Z molekülü bulunur.
- İnsan hücresi bölünmeye hazırlanırken, Z molekülü histon adı verilen proteinlere sarılarak T yapılarına dönüşür; insanda sağlıklı bir hücrede bu yapılardan 46 adet bulunur.

Öğrenci bu bilgileri defterine yazarken yapıların isimleri yerine harfler (X, Y, Z, T) kullanmıştır. Ayrıca farenin genetik varyasyonunu sağlayan yapıların miktarının soğan hücresinden fazla olduğunu, ancak kromozom sayılarının türün gelişmişliği ile ilgili olmadığını not etmiştir.

Öğrencinin notlarındaki X, Y, Z ve T yapıları hakkında yapılan aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi, yapıların karmaşıklık ve büyüklük derecelerinin **büyükten küçüğe (karmaşıktan basite)** doğru sıralanmasına örnektir?

A) T > Z > Y > X

B) X > Y > Z > T

C) T > Z > X > Y

D) Z > T > X > Y

Açıklama: Metinde X yapısı, bir araya gelerek belirli şifreleri (genleri) oluşturan en küçük birim olan 'nükleotid'dir. Y, şifreleri taşıyan görev birimi 'gen'dir. Z, hücreyi yöneten 'DNA' molekülüdür. T ise hücre bölünmesi sırasında oluşan en büyük yapı 'kromozom'dur. Kromozom sayısı ile canlı gelişmişliği ilişkisi gibi ek bilgiler, çeldirici veri (gürültü) olarak eklenmiştir. Yapıların karmaşıklıkta basite (büyükten küçüğe) doğru hiyerarşik sıralaması Kromozom (T) > DNA (Z) > Gen (Y) > Nükleotid (X) şeklinde olmalıdır. Çeldirici seçeneklerde basitten karmaşığa sıralama veya gen ve nükleotid kavramlarının ters çevrilmesi hataları yer almaktadır.

6. (5 Puan)

Hücredeki kalıtsal materyaller, belirli bir karmaşıklık ve büyüklük hiyerarşisine göre organize olur. Bu organizasyon; nükleotid, gen, DNA ve kromozom arasındaki ilişkiye dayanır. Ayrıca, bu yapıların birbirleriyle olan ilişkileri hücredeki işlevlerini de belirler.

Bir öğrenci, K, L, M ve N ile harflendirilen dört kalıtsal yapıyı mikroskop ve biyokimyasal analizlerle inceliyor ve şu notları alıyor:

- L yapısı, M yapısının yapı birimidir ve yapısında fosfat, şeker ve organik baz bulunur.
- N yapısı, M yapısının özel proteinlerle birleşmiş halidir ve sadece hücre bölünmesi öncesinde belirginleşir.
- K yapısı, belirli bir karakterin (örneğin göz rengi) ortaya çıkmasından sorumlu olan ve çok sayıda L yapısı içeren M parçasıdır.
- Bir hücrenin M yapısında oluşan mutasyonun sonraki hücrelere aktarılabilmesi için M'nin kopyalanması gerekir.

Öğrenci elde ettiği verilere göre K, L, M ve N yapılarını küçükten büyüğe (basitten karmaşığa) sıralamak isterken, K yapısının L'den küçük olduğunu varsayarak sıralamayı yanlış yapıyor. Öğrencinin bu yanlış mantığına göre oluşturduğu hatalı sıralama aşağıdakilerden hangisidir?

A) K - M - L - N

B) L - K - M - N

C) N - M - K - L

D) K - L - M - N

Açıklama: Verilen bilgilere göre, L yapısı fosfat, şeker ve baz içeren nükleotiddir. M yapısı DNA'dır (Nükleotidler M'nin yapı birimidir). N yapısı DNA'nın proteinlerle birleştiği kromozomdur. K yapısı ise belirli bir karakterden sorumlu gen bölgesidir. Doğru sıralama küçükten büyüğe: Nükleotid (L) - Gen (K) - DNA (M) - Kromozom (N) şeklindedir. Öğrenci hatalı bir varsayımla genin (K) nükleotidden (L) daha küçük olduğunu düşünmüştür. Bu durumda öğrencinin hatalı mantığına göre sıralama K - L - M - N olmalıdır.

7. (5 Puan)

Bir araştırmacı, endüstriyel olarak çok dayanıklı olan örümcek ağı proteinini laboratuvar ortamında bakterilere ürettirerek ticari bir ürün elde etmeyi amaçlamaktadır. Bunun için normal E. coli bakterilerini almış, onları protein üretimine teşvik etmek amacıyla kültür ortamının sıcaklığını, besin miktarını (glikoz ve amino asit) ve pH değerini örümceklerin doğal ortamlarına benzer olacak şekilde optimize etmiştir. İki hafta süren gözlemler sonucunda bakteriler çok hızlı çoğalmış, ancak kültürde hiçbir örümcek ağı proteinine rastlanmamıştır. Araştırmacı, ortamdaki glikoz oranının yetersiz olduğunu düşünerek deneyine devam etmiştir.

Araştırmacının bu deneyindeki hata hangi seçenekte doğru açıklanmıştır?

- A) Gen tedavisi uygulanarak bakterinin hastalıklı genleri onarılmadığı için ağ proteini sentezlenememiştir.
- B) Klasik ıslah yöntemi olan ortam sıcaklığını artırmak yerine, mutasyon oluşturarak bakterinin doğal genlerinin değişmesi beklenmeliydi.
- C) Örümcek ağı proteini sadece örümceklerde sentezlenebildiği için, bakteriler gen aktarımı olsa bile bu proteini üretemez.

D) Biyoteknolojik ürün elde etmek için önce genetik mühendisliği teknikleriyle (rekombinant DNA) bakterinin genotipi değiştirilmeliydi.

Açıklama: Araştırmacının amacı biyoteknolojik bir ürün (örümcek ağı proteini) elde etmektir. Ancak bir canlının (bakteri) kendi doğal genetiğinde bulunmayan bir proteini üretmesi sadece ortam şartlarının değiştirilmesiyle (klasik veya çevresel etki) mümkün değildir. Öncelikle genetik mühendisliği uygulaması olan 'gen aktarımı' ile örümcekteki ağ sentezinden sorumlu genin bakterinin DNA'sına eklenmesi gerekir. Genotip değiştirilmeden, sadece biyoteknolojik seri üretim şartları sağlanarak yeni ürün elde edilemez.

8. (5 Puan)

Bir canlı popülasyonunun bulunduğu ortamda yaşama ve üreme şansını artıran kalıtsal özelliklere adaptasyon denir. Çevre şartlarının etkisiyle gen işleyişinde meydana gelen kalıtsal olmayan değişimlere ise modifikasyon denir.

Bir araştırmacı grubu, X türü böceklerin iki farklı adadaki popülasyonlarını incelemiştir. Adalardan biri yıl boyunca rüzgarlı (A Adası), diğeri ise rüzgarsız ve sık ormanlıktır (B Adası). Araştırmacılar, A adasındaki böceklerin %95'inin kanatsız, B adasındakilerin ise %98'inin uzun kanatlı olduğunu gözlemlemiştir. Ayrıca, laboratuvar da yapılan çaprazlama deneylerinde bu özelliklerin yavrulara aynen aktarıldığı tespit edilmiştir. Başka bir deneyde, araştırmacılar yiyecek miktarını artırarak A adasından alınan kanatsız böcekleri ideal şartlarda yetiştirmiş ancak böceklerin boyutu artsa da kanatlarında bir gelişim olmamıştır. Buna göre, araştırmacıların elde ettiği verilerden hareketle aşağıdaki çıkarımlardan hangisi yapılamaz?

A) Kanatsızlık özelliği, A adasındaki böcek popülasyonunun çevreye uyumunu artıran ve genetik yapıya işlenmiş bir adaptasyondur.

B) A ve B adasındaki böceklerin kanat yapılarındaki farklılık, çevre şartlarının doğrudan gen işleyişini değiştirmesiyle oluşan bir varyasyondur.

C) Besin miktarının artmasıyla böceklerin boyutunun değişmesi modifikasyona, kanat yapısının değişmemesi ise özelliğin kalıtsal adaptasyon olduğuna kanıttır.

D) A adasında rüzgarlı ortam kanatsız böceklerin hayatta kalmasını sağlayarak doğal seçilime yön vermiştir.

Açıklama: A adasındaki rüzgarlı ortamda uçan böceklerin denize sürüklenme riski yüksektir, bu nedenle kanatsızlık bir avantaj sağlamış ve doğal seçimle bu özellik popülasyonda yaygınlaşmıştır (A doğru). Besin miktarının boyut artışına yol açması çevre etkisiyle olan modifikasyondur, ancak kanat yapısının besinle değişmemesi ve yavrulara aktarılması bunun kalıtsal bir adaptasyon olduğunu gösterir (B doğru). Kanatsızlık özelliği kalıtsaldır (D doğru). Ancak B seçeneğinde kanat farklılığının gen işleyişi (modifikasyon) olduğu söylenmektedir. Oysa metindeki laboratuvar çaprazlama deneylerinde özelliklerin yavrulara aktarıldığı (kalıtsal, yani adaptasyon olduğu) belirtilmektedir. Bu nedenle C yapılamaz.

9. (5 Puan)

Bir biyoteknoloji enstitüsünde iki farklı araştırma yürütülüyor. Birinci araştırmada; bilim insanları, A vitamini eksikliğine karşı nergis bitkisinin beta karoten (A vitamini öncülü) sentezleyen genini alıp beyaz pirincin DNA'sına aktararak 'altın pirinç' üretiyorlar. Elde edilen altın pirincin A vitamini oranı beyaz pirince göre %60 artıyor. İkinci araştırmada ise; aynı bilim insanları altın pirinci %30 daha az suyla sulayıp (kuraklık stresi) verimi ölçüyorlar ve bu şartlarda bitkinin boyunun standart pirince kıyasla 5 cm daha kısa kaldığını gözlemliyorlar. Ancak altın pirinç, her iki durumda da A vitamini öncülü üretmeye devam ediyor.

Altın pirinç ve kuraklık deneyi bulguları birlikte değerlendirildiğinde, gen aktarımı süreciyle ilgili hangi sonuca ulaşılması bilimsel olarak en hatalıdır?

A) Pirincin DNA dizilimine eklenen yeni gen, kalıtsal bir özellik kazanılmasını sağlayarak hem biyokimyasal içeriği hem de büyüme verisini etkilemiş olabilir.

B) Genetik mühendisliğinin yöntemleri, modern biyoteknolojinin insan sağlığı ve tarım ekonomisi için ürün geliştirmesinde temel bir araç işlevi görmüştür.

C) Aktarılan genler her zaman bitkinin tüm fiziksel veya kimyasal özelliklerini tamamen değiştirerek bitkiyi çevre şartlarına bütünüyle adapte eder.

D) Farklı türlerden alınan genlerin bir organizmada başarılı şekilde çalışabilmesi, genin işlevinin canlının metabolizmasında aktif hale gelebildiğini gösterir.

Açıklama: Metinde genetik mühendisliğinin yöntemleriyle farklı bir türden alınan genin (nergis) başka bir türe (pirinç) eklendiği ve bu genin çalışarak A vitamini öncülü ürettiği görülmektedir. Kuraklık stresinde bitkinin boyunun kısalması, aktarılan genin bitkinin tüm özelliklerini değiştirmediğini veya her türlü çevresel strese karşı tam bir adaptasyon sağlamadığını gösterir (çevresel şartlar gelişimi etkilemiştir). C seçeneğinde 'aktarılan genlerin her zaman bitkiyi tüm çevre şartlarına adapte edeceği ve tüm özelliklerini değiştireceği' yargısı hatalıdır.

10. (5 Puan)

Bir genetik araştırmacısı, X bitki türünün tohumlarını iki gruba ayırarak yetiştiriyor. Tohumların bir kısmı düşük nemli ortamda bekletilmiş, ancak bunun çimlenme üzerinde bir etkisi olmadığı önceden kanıtlanmıştır.

1. Uygulama: Birinci grup tohumlar gelişirken, bitki gövdeleri yoğun UVA ışınına maruz bırakılıyor. Sonuçta yapraklarda klorofil üretemeyen, beyaz-sarı benekli bitkiler elde ediliyor. Bu bitkilerden alınan tohumlar normal koşullarda ekildiğinde, yeni çıkan yavruların da beyaz-sarı benekli yapraklara sahip olduğu görülüyor.

1. Uygulama: İkinci grup tohumlar ise doğrudan 35°C (yüksek sıcaklık) ortamında büyütülüyor. Bu gruptaki bitkiler beklenen kırmızı çiçekler yerine beyaz çiçekler açıyor. Beyaz çiçekli bitkilerden alınan tohumlar, normal oda sıcaklığında (20°C) ekildiğinde ise tüm yavruların kırmızı çiçek açtığı gözlemleniyor.

Öğrenci Ahmet, bu sonuçları inceleyerek defterine bazı çıkarımlar yazıyor.

Ahmet'in defterindeki çıkarımlardan hangileri doğrudur?

I. Her iki faktör (UVA ve yüksek sıcaklık) de doğrudan DNA nükleotit dizilimini değiştirdiği için yavruların fenotipinde sapmalar olmuştur.

II. İkinci uygulamada görülen durum, çevresel etkinin genlerin işleyişinde meydana getirdiği geçici bir değişimdir ve kalıtsal değildir.

III. Her iki uygulamada da gözlemlenen durumlar, ortam şartları normale döndürüldüğünde bireylerde eski haline dönme eğilimi gösterir.

A) II ve III

B) I ve III

C) Yalnız II

D) Yalnız I

Açıklama: UVA ışınına maruz kalan bitkilerin tohumları normal ortamda da mutant özelliği gösterdiği için 1. uygulamada mutasyon meydana gelmiş ve bu durum kalıtsal olmuştur (üreme veya embriyo aşaması etkilendiğinde). 2. uygulamada sıcaklık, genin sadece işleyişini değiştirmiş ve tohumlar normal ortamda eski karakteri (kırmızı) oluşturmuştur; bu bir modifikasyondur (II. öncül doğru). I. öncül yanlıştır, çünkü sıcaklık DNA dizilimini bozmamıştır. III. öncül yanlıştır, çünkü mutasyon kalıtsal aktarılmış olup normale dönmemiştir.

11. (5 Puan)

Bir biyoloji laboratuvarında çevresel faktörlerin canlılar üzerindeki etkileri üzerine deneyler yapılmaktadır. Bazı etkiler canlının gen yapısında kalıcı değişiklikler yaparken, bazıları yalnızca genin işleyişini değiştirir.

Bir araştırmacı öğrenci, laboratuvarında iki farklı canlının özelliklerindeki değişimleri incelemektedir. 1. Aşama: Himalaya tavşanının sırtındaki beyaz kıllar tıraşlanıp buraya buz torbası bağlandığında siyah kılların çıkması. 2. Aşama: Bir tarım ilacı uygulanan tarlada hayatta kalan bazı zararlı böceklerin, bu ilaca direnç sağlayan bir gen taşımaya başlaması ve sonraki tüm nesillerinde bu direncin görülmesi. 3. Aşama: Bu böceklerden alınan larvaların, ilaçsız ortamda ve farklı sıcaklıklarda yetiştirildiğinde bile ilaç direnci genlerini aktif tutmaya devam etmesi. Araştırmacı, "Sıcaklık ve kimyasal maddeler gibi çevresel faktörler her zaman genlerin nükleotit dizilimini değiştirerek yeni tür varyasyonlarına neden olur." hipotezini kurmuştur. Buna göre, araştırmacının hipotezindeki hata ve bu aşamalarla ilgili aşağıdaki analizlerden hangisi doğrudur?

- A) 1. aşamadaki durum kalıtsal bir mutasyonken, 2. ve 3. aşamadaki durumlar sadece gen işleyişini değiştiren modifikasyonlardır.
- B) Tüm aşamalar modifikasyon örnekleridir, böceklerdeki direncin genetik yapıya yerleşmesi adaptasyonla açıklanır ve hipotezi doğrular.
- C) Araştırmacının hipotezi tamamen doğrudur çünkü her üç aşamada da çevresel faktörler canlının sadece genotipini değil fenotipini de kalıcı olarak değiştirmiştir.

D) Araştırmacı, 1. aşamadaki durumun gen yapısını değiştirmediğini, 2. aşamadaki durumun ise kalıtsal bir mutasyon olduğunu fark edememiştir.

Açıklama: 1. aşamadaki himalaya tavşanlarında sıcaklık etkisiyle tüy renginin değişmesi, genin yapısını bozmayan bir modifikasyondur ve kalıtsal değildir. 2. ve 3. aşamadaki tarım ilacı direnci ise böceklerin genetik dizilimini değiştiren ve sonraki nesillere aktarılan bir mutasyondur (veya mutasyon temelli varyasyon/adaptasyon). Araştırmacının 'her zaman genlerin nükleotit dizilimini değiştirerek' şeklindeki ifadesi, 1. aşamadaki modifikasyon gerçeğiyle çelişmektedir. D seçeneği, hipotezdeki hatayı doğru bir şekilde tespit etmiştir.

12. (5 Puan)

Bir bilim fuarında Ahmet, 'Karanlıkta Parlayan Bakteriler' isimli bir proje hazırlar. Projesinin adımlarını şu şekilde listelemiştir:

1. Adım: Ateş böceğinin DNA'sında ışık saçmayı sağlayan gen tespit edilerek izole edildi.
2. Adım: Bu gen, çoğalması çok hızlı olan E. coli bakterisinin DNA'sına eklendi.
3. Adım: Bakterilerin uygun besiyerinde hızla çoğalması sağlandı (Bakteri popülasyonu 24 saat içinde 10 milyon hücreye ulaştı).
4. Adım: Çoğalan bakterilerin ürettiği ışıldayan proteinler saflaştırılarak çevre dostu sokak aydınlatmalarında kullanılmak üzere sıvı biyoluminesans tüplerine dolduruldu.

Proje jürisinde yer alan bir fen bilimleri öğretmeni, projeyi değerlendirirken şu yorumu yapar: 'Ahmet'in 1. ve 2. adımları tamamen biyoteknoloji uzmanlık alanına giren harika ürün geliştirme basamaklarıdır. 3. ve 4. adımlar ise genetik mühendisliğinin klasik seri üretim ve pazar hedefleridir.'

Ahmet'in projesindeki adımlar ve öğretmenin yorumu dikkate alındığında, bu değerlendirmenin hatalı olmasının TEMEL nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Karanlıkta parlayan bakteri elde edilmesi yapay seçim örneğidir, bu nedenle doğrudan genetik mühendisliğine dahil edilemez.

B) Ateş böceğinin DNA'sındaki ilgili bölümün izole edilip bakteriye eklenmesi biyoteknolojik bir yöntem değil, genetik mühendisliği uygulamasıdır.

C) Genetiği değiştirilmiş bakterilerin çoğaltılması sırasında DNA'da mutasyon meydana gelmiş olması biyoteknolojik süreci bozmuştur.

D) Biyoteknoloji sadece ekonomik değeri olan ürünlerin seri üretimiyle ilgilenir, tasarım süreçlerini kapsamaz.

Açıklama: Öğretmenin değerlendirmesi genetik mühendisliği ve biyoteknolojinin çalışma alanlarını ters yüz etmiştir. 1 ve 2. adımlardaki genin tespiti, izolasyonu ve başka bir canlıya aktarılması (rekombinant DNA teknolojisi) doğrudan genetik mühendisliğinin çalışma alanıdır. 3 ve 4. adımlardaki bu genetik değişimi kullanarak canlılardan seri ürün (ışıldayan protein) elde edilmesi ve bunun sanayide (aydınlatma tüpleri) kullanılması biyoteknolojinin ilgi alanıdır. Seçeneklerde öğretmenin hata nedeni olarak 1. ve 2. adımların genetik mühendisliği uygulaması (gen aktarımı) olduğu doğru bir şekilde ifade edilmiştir.

13. (5 Puan)

Genetik mühendisliği canlıların kalıtsal özelliklerini değiştirerek onlara yeni işlevler kazandırılmasına yönelik araştırmalar yaparken; biyoteknoloji, genetik mühendisliği çalışmalarının sonuçlarını kullanarak endüstriyel boyutta ürün ve hizmet üretilmesini kapsar.

Bir araştırmacı grubu, kuraklığa dayanıklı ve besin değeri yüksek yeni bir buğday çeşidi elde etmek için bir proje yürütmektedir.

Araştırmacılar, önce kurak bölgelerde yaşayan bir çöl bitkisindeki 'su tutma kapasitesini artıran geni' tespit edip buğday bitkisine aktarmıştır (Aşama 1). Ardından bu yeni buğday çeşidini laboratuvar ortamında çoğaltarak büyük tarlalarda seri üretime geçirmiş ve elde edilen buğdayları un sanayisinde kullanmıştır (Aşama 2). Aynı tarlada yetişen geleneksel buğdayların ise kuraklık nedeniyle verim kaybı yaşadığı, ancak topraktaki mineral dengesini daha iyi koruduğu (Aşama 3) gözlemlenmiştir. Bir öğrenci bu süreçleri incelerken, Aşama 1'in biyoteknolojik bir ürün eldesi, Aşama 2'nin ise sadece genetik mühendisliği çalışması olduğunu iddia etmiştir. Bu öğrencinin ulaştığı sonuçlardaki hatanın kaynağı aşağıdakilerden hangisinde doğru açıklanmıştır?

A) Biyoteknoloji sadece ticari ürün eldesiyle ilgilenirken, genetik mühendisliğin doğadaki bitkileri doğrudan kopyalama işlemi olduğunu düşünmesi.

B) Gen aktarımı işleminin geleneksel ıslah yöntemi olduğunu, laboratuvar da seri üretimin ise sadece gen tedavisi ile sağlanabileceğini sanması.

C) Genetik mühendisliği ile modern biyoteknolojinin farkını bilmemesi; Aşama 1'in genetik mühendisliği (gen aktarımı), Aşama 2'nin ise biyoteknoloji (seri üretim) olduğunu karıştırmaması.

D) Aşama 3'teki geleneksel türlerin de biyoteknolojik yöntemlerle elde edildiğini ve modern yöntemlerden daha verimli olduğunu varsayması.

Açıklama: Öğrenci Aşama 1 (gen aktarımı) ve Aşama 2 (ürün eldesi ve seri üretim) kavramlarını birbirine karıştırmıştır. Genin tespiti ve aktarılması (Aşama 1) genetik mühendisliğin çalışma alanıdır. Bu genetiği değiştirilmiş organizmanın seri üretime alınıp endüstride kullanılması (Aşama 2) ise biyoteknolojinin çalışma alanıdır. Aşama 3'te verilen mineral bilgisi çeldirici bir veridir ve modern biyoteknoloji uygulaması değildir.

14. (5 Puan)

Bir biyolog, sirke sinekleri (*Drosophila*) ile genetik değişimleri incelemek üzere bir deney tasarlıyor. Deneyin birinci aşamasında (I. deney) normalde kırmızı gözlü olan bir grup sirke sineği larvasını (P dölü) yüksek dozdaki X ışınlarına maruz bırakıyor. Gelişen ergin bireylerin beyaz gözlü olduğunu ve kendi aralarında çiftleştirildiklerinde oluşan F1 dölünün de beyaz gözlü olduğunu kaydediyor. Ayrıca bu sineklerin besin türü olarak sadece elma asidi tükettiklerini not alıyor. İkinci aşamada (II. deney), kırmızı gözlü düz kanatlı larvaları 25°C sıcaklıktaki bir ortamda geliştiriyor ve erginlerin kıvrık kanatlı olduğunu görüyor. Bu kıvrık kanatlı bireyleri 16°C ortamda kendi aralarında çaprazlıyor ve oluşan yavruların tamamının düz kanatlı olduğunu gözlemliyor. Araştırmacı, bu bulgulara dayanarak çevresel etmenlerin genetik yapı üzerindeki etkilerinin kalıcı ve geçici olabileceği sonucuna varıyor.

Araştırmacının ulaştığı sonuçlar ve deneyin tasarımı dikkate alındığında, bu deneyin modifikasyon ve mutasyon farkını kanıtlamak için yeterli olup olmadığı ve I. ile II. deneylerde gerçekleşen olayların temel biyolojik nedeni aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) Deney yeterlidir; I. deneyde X ışınları genlerin işleyişini, II. deneyde sıcaklık ise gen yapısını kalıcı olarak değiştirmiştir.
- B) Deney yetersizdir; sıcaklık değişiminin gen yapısında kalıcı bir hasara neden olup olmadığı, yavruların kanat şekli yerine kendi kanatlarının ortam sıcaklığı değiştğinde düzelip düzelmediğine bakılarak anlaşılmalıdır.
- C) Deney yetersizdir; X ışınlarının sadece üreme hücrelerini mi yoksa vücut hücrelerini mi etkilediğı belirtilmediğinden, I. deneyin kalıtsal bir mutasyon olduğı kesin değildir.

D) Deney yeterlidir; I. deneyde X ışınları nükleotid dizilimini değiştirerek mutasyona, II. deneyde sıcaklık genlerin işleyişini değiştirerek modifikasyona neden olmuştur.

Açıklama: I. deneyde X ışınları gibi mutajen bir faktörün etkisiyle özellik yavrulara aktarılmıştır. Bu, genin nükleotid diziliminin (gen yapısının) değiştiğini ve bunun üreme hücrelerini de etkileyen bir mutasyon olduğunu gösterir. II. deneyde ise çevre şartları (sıcaklık) değiştğinde yeni nesilde eski fenotipin görülmesi, gen yapısının bozulmadığını, sadece belirli sıcaklıklarda genin işleyişinin (modifikasyon) değiştiğini kanıtlar. Elma asidi tüketimi çeldirici bir bilgidir. Deney, modifikasyon ve mutasyon farkını kanıtlamak için bilimsel olarak yeterlidir.

15. (5 Puan)

Bir biyoloji araştırma laboratuvarında sirke sinekleri (*Drosophila melanogaster*) kullanılarak iki farklı durum inceleniyor.

Durum 1: Yabanıl tip kırmızı gözlü sirke sineği larvalarına belirli bir dozda morötesi (UV) ve X ışınları veriliyor. Gelişen ergin sineklerin %40'ının beyaz gözlü olduğu saptanıyor. Bu beyaz gözlü sinekler kendi aralarında çaprazlandığında, oluşan yavruların tamamının beyaz gözlü olduğu kaydediliyor. Ayrıca bu süreçte besin miktarının normal olduğu belirtiliyor.

Durum 2: Aynı türün farklı bir popülasyonuna ait larvalar 16°C ortamda yetiştirildiğinde tamamının düz kanatlı, 25°C ortamda yetiştirildiğinde ise tamamının kıvrık kanatlı olduğu gözlemleniyor. 25°C'de yetişip kıvrık kanatlı olan bireylerden elde edilen yumurtalar 16°C ortamda kuluçkaya bırakıldığında, çıkan yavruların tamamı düz kanatlı oluyor. Deney boyunca nem oranı %60'ta sabit tutuluyor.

Yapılan bu deneyler ve elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde;

- I. Birinci deneyde gözlemlenen değişim, üreme hücrelerindeki gen dizilimini etkilediği için sonraki nesillere aktarılmıştır.
- II. İkinci deneyde kanat gelişimini kontrol eden gen, ortam sıcaklığına göre farklı nükleotid dizilimleri oluşturmuştur.
- III. Her iki deneyde de fenotipe etki eden çevresel faktörler, canlının toplam kromozom sayısında artışa neden olmuştur.
- IV. İkinci deney, çevresel koşulların değişmesiyle genin işleyişinin (aktiflik durumunun) geri dönüşümlü olarak değişebileceğini kanıtlar.

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

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

Açıklama: Birinci deneyde radyasyonun (X ışınları ve UV) neden olduğu değişim yavrulara aktarılmıştır, bu nedenle mutasyonun üreme hücrelerinde gerçekleştiği ve kalıtsal olduğu sonucuna varılır (I doğru). İkinci deneyde çevresel koşul (sıcaklık) değiştiğinde fenotip değişmiş ve yavrular yeni koşula (16°C) uygun fenotipi göstermiştir. Bu bir modifikasyondur. Modifikasyonlar genin nükleotid dizilimini (yapısını) değil, sadece işleyişini değiştirir (II yanlış, IV doğru). Her iki olayda da kromozom sayısında artış olduğuna dair bir bilgi veya mekanizma yoktur (III yanlış). Dolayısıyla I ve IV doğrudur. Nem oranı veya besin miktarı gibi bilgiler, sonucu etkilemeyen dikkat dağıtıcı verilerdir.

16. (5 Puan)

Adaptasyon, canlıların yaşadıkları çevreye uyum sağlayarak hayatta kalma ve üreme şansını artıran kalıtsal özelliklerdir. Modifikasyon ise çevre şartlarının etkisiyle gen işleyişinde meydana gelen kalıtsal olmayan değişimlerdir.

Bir öğrenci, bir adada yaşayan ve daha önce bilinmeyen bir böcek türünü inceliyor. Böcekler parlak kırmızı veya soluk kahverengi olabiliyor. Adanın sadece doğu kısmında yoğun olarak bulunan kuşlar kırmızı böcekleri daha kolay fark edip avlarken, kahverengi böcekler toprakta saklanabiliyor. Ancak laboratuvar ortamında yapılan deneylerde, kuş tehdidi altındayken bile böceklerin kendi istekleriyle renk değiştiremediği ve kırmızı böceklerin yavrularının çoğunlukla kırmızı, kahverengi böceklerin yavrularının ise çoğunlukla kahverengi olduğu tespit ediliyor. Ayrıca, aynı laboratuvar da sıcaklık artışına bağlı olarak bazı kahverengi böceklerin daha iri gövdelere sahip olduğu gözlemleniyor.

Öğrenci bu verilere dayanarak şu sonucu çıkarıyor: 'Böceklerin sıcaklık arttıkça iri gövdeli olması onların adadaki yeni avcılara karşı geliştirdiği kalıtsal bir adaptasyondur; doğudaki kuşlardan kaçmak için kahverengi olmaları ise modifikasyondur.'

Bu öğrencinin değerlendirmesindeki hata temel alınarak, aşağıdaki çıkarımlardan hangisi kesinlikle doğrudur?

A) Renk farklılıkları kuşların avlamasına bağlı olarak sonradan kazanıldığı için modifikasyon, iri gövdeli olma durumu ise yavru döllerle aktarılan bir adaptasyondur.

B) Sıcaklığa bağlı olarak iri gövdeli olma durumu, çevre şartlarıyla ortaya çıktığı için kalıtsaldır ve avcılara karşı bir adaptasyon örneğidir.

C) Hem renk özellikleri hem de sıcaklıkla iri gövdeye sahip olma durumu genetik yapıyı değiştirdiği için mutasyondur ve her ikisi de adaptasyon olarak değerlendirilmelidir.

D) Böceklerin kahverengi veya kırmızı olması çevre şartlarına göre değişmediği ve nesilden nesile aktarıldığı için birer adaptasyondur; iri gövdeli olma durumu ise sıcaklık etkisiyle ortaya çıkan bir modifikasyondur.

Açıklama: Öğrenci, kalıtsal olarak yavrulara aktarılan ve genetik olan renk özelliğine yanlılıkla modifikasyon, çevre etkisiyle (sıcaklık) ortaya çıkan ve kalıtsal olduğu kanıtlanmamış gövde iriliğine ise adaptasyon demiştir. Böceklerin renklerinin yavrulara aynı şekilde geçmesi ve kendi istekleriyle değişmemesi bunun kalıtsal bir özellik (adaptasyon/varyasyon) olduğunu gösterir. Sıcaklık artışıyla ortaya çıkan irilik ise çevresel bir etkiyle gen işleyişinin değişmesi, yani modifikasyondur. Bu nedenle öğrencinin değerlendirmesi baştan aşağı hatalıdır.

17. (5 Puan)

Bir tarım araştırmacısı olan Ahmet, kuraklığa dayanıklı çöl kaktüslerinden izole ettiği su tutma kapasitesini artıran bir geni, ticari olarak çok tüketilen bir buğday türüne aktarmıştır. Gen aktarımı başarılı olmuş ve buğdayın DNA dizilimi doğrulanmıştır. Ancak, Ahmet'in elde ettiği genetiği değiştirilmiş buğday tohumları kurak topraklara ekildiğinde (aynı su ve mineral oranları altında), normal buğdaylara göre kuraklığa hiçbir direnç göstermemiş ve ölmüşlerdir. Buğday bitkisinde kaktüsteki gen mevcuttur fakat beklenen protein (ürün) sentezlenmemiştir. Ahmet bu durumu incelerken ayrıca ortam sıcaklığının 25°C ile 30°C arasında değiştiğini not etmiştir.

Ahmet'in projesindeki bu başarısızlığın temel nedeni ve bu durumla ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

A) Ahmet'in yöntemi bir genetik mühendisliği uygulaması olup, hedef gende meydana gelen mutasyon aktarılan özelliğin çalışmasını engellemiştir.

B) Ahmet biyoteknolojik bir ürün elde etmek için gen aktarımı yapmıştır ancak hedef canlıda uygun genetik ifade veya enzim sistemi bulunmadığından özellik ortaya çıkmamıştır.

C) Yapay seçilim yöntemi kullanıldığından genotip değişmiş ancak çevresel faktörler modifikasyona neden olduğu için kuraklığa dayanıklılık gözlenmemiştir.

D) Gen tedavisi uygulaması gerçekleştirilmiştir ancak farklı türler arası yapılan aktarım her zaman genin etkisini kaybetmesiyle sonuçlanır.

Açıklama: Ahmet'in yaptığı çalışma gen aktarımı yoluyla biyoteknolojik bir ürün (kuraklığa dayanıklı buğday) elde etmeyi amaçlamaktadır (Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji ilişkisi). Gen aktarımı başarılı olsa ve DNA'ya gen yerleşse bile, hedef canlının hücrelerinde o genin okunup protein sentezlemesi (gen ifadesi) için gerekli olan genetik hücresel mekanizmalar her zaman uyum sağlamayabilir. Sıcaklık verisi, odaklanması gerekmeyen (gürültü) bir bilgidir. A seçeneğinde mutasyondan bahsedilmiştir, ancak soruda aktarımın başarılı olduğu ve DNA'nın korunduğu belirtilmiştir. C seçeneğinde yapay seçilim ve modifikasyon denmiştir ki bu doğrudan hatalıdır; olay bir gen aktarımıdır. D seçeneği gen tedavisi demektir, oysa gen tedavisi hasta hücreyi onarmak içindir ve farklı türler arası aktarımda her zaman özelliğin kaybolacağı genellemesi yanlıştır. B seçeneği ise olayın biyoteknolojik hedefini ve genin neden işlev göremediğini doğru açıklar.

18. (5 Puan)

Doğal seçim ve adaptasyon, canlıların çevre şartlarına uyum sağlayarak hayatta kalma ve üreme şanslarını artırmasıdır. Çevre şartları birden fazla değiştiğinde (örneğin hem avcı baskısı hem de iklim değişikliği), bir canlı türünün sahip olduğu farklı kalıtsal varyasyonlar, hayatta kalma oranlarını farklı şekillerde etkiler. Aynı anda hem kamuflaj hem de sıcaklık kontrolü sağlayan özellikler birleştiğinde biyolojik başarı artar.

Biyolog Nil, yeni keşfedilen X adasındaki üç farklı fare türünü incelemektedir. A türünün kulakları küçük ve kürkleri koyu renklidir, B türünün kulakları büyük ve kürkleri açık renklidir, C türünün ise kulakları büyük ve kürkleri koyu renklidir. Adaya kısa bir süre önce bırakılan ve gece avlanan yırtıcı bir baykuş türü hızla çoğalmıştır. Adanın zemini çoğunlukla açık renkli volkanik tüflerle kaplıdır. Nil, adadaki su kaynaklarının hızla kuruduğunu da not etmiştir. Bu ekosistemde meydana gelebilecek olaylarla ilgili aşağıdaki çıkarımlardan hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) A türü fareler küçük kulakları nedeniyle su kaybını minimumda tutacağından, kuraklık şartlarına B türünden daha iyi adaptasyon sağlayacak ve popülasyonları hızla artacaktır.
- B) Baykuşlar açık renkli tüflerde avlanırken B türü fareleri daha kolay fark edeceği için, zamanla popülasyonda koyu renkli kürk varyasyonu azalacaktır.

C) B türü fareler açık kürk renkleri sayesinde baykuşlardan korunarak üreme avantajı yakalayacak, geniş kulakları ise ısı dengesini sağlayarak kurak şartlarda doğal seçimde en başarılı tür olmalarını sağlayacaktır.

- D) C türü farelerin büyük kulakları onlara kurak ortamda ısı kaybı avantajı sağlasa da, koyu kürk rengi nedeniyle avlanma riskleri yüksek olduğundan doğal seçim sonucu elenme ihtimalleri A türünden daha fazladır.

Açıklama: Bu soruda aynı anda iki çevre baskısı verilmiştir: açık renkli zeminde avlanan baykuşlar (kamuflaj gerektirir) ve su/kuraklık sorunu (terleme ve ısı kaybını kontrol eden geniş vücut yüzeyi/kulaklar avantaj sağlar). Adanın zemini açık renkli olduğu için açık renkli kürk (B türü) avantajlıdır; koyu renk (A ve C türleri) dezavantajdır. Su kaynakları kuruduğu (kuraklık ve yüksek ısı beklentisi) için, büyük kulaklar vücut sıcaklığının düşürülmesine ve su kaybının dolaylı yoldan kontrolüne (veya ısı dağıtımına, tıpkı çöl tilkisindeki gibi) yardımcı olan kalıtsal adaptasyonlardır. Bu iki olumlu varyasyona (açık renk ve büyük kulak) aynı anda sahip olan tür B'dir ve en iyi uyumu o sağlayacaktır. Seçeneklerdeki diğer senaryolar, ya sadece bir özelliğe ya da yanlış ilişkilendirmelere dayanarak hatalı çıkarımlar yapmaktadır.

19. (5 Puan)

Bir bilim insanı, yeni keşfedilen bir türün genetik materyalini incelerken yapılar arasında büyüklük ve karmaşıklık ilişkisi kurmaya çalışmaktadır.

Bir öğrenci, bir canlının kalıtsal materyalini analiz ederek aşağıdaki tabloyu oluşturmuştur. Tabloda bazı yapılar rastgele numaralandırılmıştır.

Yapı No | İçerik ve Özellik

1 | Özel proteinlerle sarılmış, sadece hücre bölünmesinde belirginleşen yoğunlaşmış yapı.

2 | Sadece fosfat, deoksiriboz ve adenin organik bazından oluşur.

3 | Yaklaşık 1000 baz çifti uzunluğunda olup, canlının göz renginden sorumlu şifreyi taşır.

4 | Çift sarmal yapıda olup, 3 numaralı yapıdan binlercesini bünyesinde barındıran dev molekül.

Öğrenci bu bilgileri kullanarak yapıların basitten karmaşığa (küçükten büyüğe) sıralamasının '3 - 2 - 4 - 1' şeklinde olduğunu iddia etmektedir.

Bu öğrencinin iddiası ile ilgili aşağıda yapılan değerlendirmelerden hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) Sıralama doğrudur; 3 numaralı yapı gendir ve 2 numaralı yapı olan nükleotidden daha basittir.
- B) Sıralama hatalıdır; 4 numaralı yapı DNA'dır ve 1 numaralı yapı olan kromozomdan daha karmaşık olduğu için en sonda yer almalıdır.
- C) Sıralama doğrudur; 2 numaralı yapı nükleotiddir ve 3 numaralı yapı olan DNA molekülünden daha karmaşık yapılıdır.

D) Sıralama hatalıdır; 2 numaralı yapı tek bir nükleotidi ifade ettiği için en basit yapıdır ve sıralama '2 - 3 - 4 - 1' olmalıdır.

Açıklama: Tablodaki bilgilere göre: 1 kromozom, 2 nükleotid (adenin nükleotidi), 3 gen ve 4 DNA'yı ifade etmektedir. Genetik yapıların basitten karmaşığa (küçükten büyüğe) doğru sıralanışı 'Nükleotid - Gen - DNA - Kromozom' şeklindedir. Dolayısıyla doğru sıralama 2 - 3 - 4 - 1 olmalıdır. Öğrencinin '3 - 2 - 4 - 1' sıralaması, genin nükleotidden daha basit olduğu gibi hatalı bir varsayıma dayanır.

20. (5 Puan)

Doğal seçim ve adaptasyon süreci, genetik varyasyonların çevresel faktörler tarafından seçilmesiyle gerçekleşir. Bir popülasyonda mevcut olan genetik çeşitlilik, çevreye uyum sağlayan bireylerin hayatta kalma ve üreme şansını belirler.

Bir araştırmacı öğrenci, bir böcek popülasyonundaki adaptasyon sürecini incelemek için bir bilgisayar simülasyonu tasarlıyor. Başlangıçta popülasyondaki böceklerin %80'i yeşil, %20'si kahverengi. Böcekler kuraklık nedeniyle kuruyan kahverengi bir ortamda avcı kuşlara maruz bırakılıyor. Ancak öğrenci simülasyona şu kuralı ekliyor: 'Yeşil böcekler, avcıdan kaçmak için hayatları boyunca yavaş yavaş kabuk renklerini kahverengiye dönüştürme yeteneğine sahiptir ve bu özelliği yavrularına aktarırlar.'

Öğretmeni, bu simülasyonun doğal bir adaptasyon sürecini değil, hatalı bir evrimsel mekanizmayı temsil ettiğini belirtiyor.

Buna göre, simülasyonun bilimsel olarak düzeltilmesi ve doğal seçim tabanlı bir adaptasyon sürecini doğru modelleyebilmesi için öğrencinin aşağıdaki değişikliklerden hangisini yapması gerekir?

- A) Böceklerin kabuk renklerini değiştirme süresini uzatıp, bu değişimin genetik değil sadece fiziksel olduğunu kodlamalıdır.
- B) Çevredeki kahverengi bitki oranını azaltıp, yeşil böceklerin ortamın rengine göre DNA'larındaki mutasyon hızını artırmasını sağlayacak bir algoritma yazmalıdır.
- C) Kuraklık şartlarını şiddetlendirip, kuşların başlangıçta sadece kahverengi böcekleri avlamasını sağlayarak yeşil böceklerin çevreye adaptasyon sürecini hızlandırmalıdır.

D) Yeşil böceklerin renk değiştirme yeteneğini tamamen kaldırıp, ortamdaki başlangıç genetik varyasyonuna dayanarak sadece mevcut kahverengi böceklerin hayatta kalma ve üreme avantajı sağladığı bir kural eklemelidir.

Açıklama: Adaptasyon, bireylerin kendi yaşam süreleri içinde aktif olarak fiziksel veya genetik özelliklerini değiştirip bunu yavrularına aktarmaları (Lamarck'ın sonradan kazanılan özelliklerin kalıtımı fikri) ile değil, popülasyondaki mevcut varyasyonlardan çevreye en uygun olanların doğal seçimle hayatta kalıp üremesiyle (Darwin'in doğal seçim fikri) gerçekleşir. Öğrencinin simülasyonu hatalıdır çünkü böceklerin kendi istekleri/çabalarıyla renk değiştirdiklerini ve bunu kalıtlıklarını varsaymaktadır. Doğru bir modelleme için renk değiştirme iptal edilmeli, başlangıçtaki genetik varyasyon (yeşil ve kahverengi olma) üzerinden, ortamları uyumlu olan kahverengi bireylerin hayatta kalıp çoğaldığı gösterilmelidir. Diğer seçenekler (A, C, D) bilimsel adaptasyon/doğal seçim ilkeleriyle uyuşmayan veya mutasyonları amaca yönelik gibi gösteren yanlış kavramlar içerir.

21. (5 Puan)

Bir araştırmacı 'Z' bitki türüyle yaptığı deneyin sonuçlarını aşağıdaki gibi kaydediyor:

- 1. Grup: Standart toprakta yetişen tohumlar yeşil yapraklı bitkiler oluşturdu (Günde 1 L su verildi).
- 2. Grup: Radyasyon oranı yüksek toprağa ekilen tohumlar mor yapraklı bitkiler oluşturdu (Günde 1 L su verildi).
- 3. Grup: Yüksek pH'lı (bazik) toprağa ekilen tohumlar mavi yapraklı bitkiler oluşturdu (Günde 2 L su verildi).

Nesil Kontrolü: 2. ve 3. gruptaki bitkilerden elde edilen yeni tohumlar, radyasyonsuz ve normal pH'lı standart toprağa ekilmiştir. 2. gruptan gelen tohumların oluşturduğu bitkiler mor yapraklı olurken, 3. gruptan gelen tohumlar yeşil yapraklı bitkiler oluşturmuştur.

Araştırma asistanı raporuna şu sonucu yazmıştır: 'Hem radyasyon hem de yüksek pH, bitkinin yaprak renginden sorumlu genlerin nükleotid dizilimini bozmuştur. Ancak 3. gruptaki bitkiler standart toprağa alındığında, ortam şartları düzeldiği için hücre içi onarım mekanizmaları nükleotid dizilimini başarıyla eski haline getirmiştir.'

Asistanın deney verilerinden çıkardığı sonuçtaki temel bilimsel hata aşağıdakilerden hangisidir?

A) Radyasyonun neden olduğu genetik yapı değişikliğinin üreme hücrelerinde gerçekleşmediği için yavrulara aktarılmayacağını gözden kaçırmaması.

B) Yüksek pH'ın bitkide genlerin nükleotid dizilimini değil, sadece genlerin işleyişini değiştiren bir duruma neden olduğunu fark edememesi.

C) Üçüncü gruptaki bitkilere verilen su miktarının fazla olmasının, bozulan gen yapısının onarımını hızlandırdığını hesaba katmaması.

D) Mor yapraklı bitkilerdeki değişimin, çevre şartları normale dönse bile etkisini sürdüren kalıcı bir modifikasyon olduğunu bilmemesi.

Açıklama: Asistanın çıkarımındaki hata, yüksek pH'ın etkisini yanlış yorumlamasından kaynaklanmaktadır. 3. grupta (yüksek pH'ta) görülen renk değişimi, gen diziliminin değişmesi (mutasyon) değil, çevresel faktörlerin etkisiyle gen işleyişinin değişmesidir (modifikasyon). Modifikasyonlar gen yapısını bozmaz ve kalıtsal değildir, bu yüzden standart toprağa ekilen yeni tohumlar normal genetik şifreye uygun olarak yeşil yaprak açmıştır (onarım gerçekleştiği için değil, şifre zaten bozulmadığı için). Su miktarı deneyin dikkat dağınık bir değişkenidir ve kalıtsal durumu açıklamaz.

22. (5 Puan)

Hücre çekirdeğindeki kalıtsal materyaller, belirli bir biyolojik organizasyon hiyerarşisine göre iç içe geçmiş birimlerden oluşur. Karmaşıklık derecesi, yapıların içerdikleri molekül çeşitliliğine ve bilgi kapasitelerine göre belirlenir.

Bir genetik laboratuvarında, 37°C'de kültürlen bir hücrenin çekirdeğinden K, L, M ve N olarak adlandırılan dört farklı kalıtsal yapı izole ediliyor.

Araştırmacı bu yapıları tanımlamak için şu gözlemleri yapıyor:

- K yapısına sadece protein parçalayıcı enzim eklendiğinde, dış kılıfının eridiği ve içinin tamamen sarmal yapıya devasa N moleküllerinden oluştuğu görülüyor.
- L yapısının, N molekülü üzerinde yer alan ve belirli bir hücre enziminin üretiminden sorumlu spesifik bir baz dizilimi olduğu tespit ediliyor.
- M molekülünün sadece bir fosfat, bir deoksiriboz ve bir sitozin bazından oluştuğu, tek başına hiçbir özelliği şifreleyemediği belirleniyor.

Laboratuvardaki stajyer, "L yapısı tek başına somut bir karakteri (enzimi) ortaya çıkardığı için, tek bir protein kılıf içermeyen N yapısından hiyerarşik olarak daha karmaşıktır" şeklinde hatalı bir varsayımda bulunuyor.

Bu araştırmada elde edilen verilere göre, stajyerin hatası düzeltildiğinde bu yapıların en karmaşıktan en basite doğru (matruşka bebek modelinde en dıştan en içe) doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $K > L > N > M$
- B) $N > K > L > M$
- C) $K > N > L > M$**
- D) $M > L > N > K$

Açıklama: Sorudaki deney verileri incelendiğinde; K yapısının protein kılıf ve N molekülünden (DNA) oluşması onun Kromozom olduğunu gösterir. L yapısı N molekülü (DNA) üzerinde belirli bir enzimi şifreleyen bölge olduğundan Gen'dir. M molekülü ise fosfat, şeker ve baz içerip en temel yapı olduğundan Nükleotid'dir. Hücre kültürü sıcaklığı (37°C) gibi detaylar çeldirici bilgidir. Stajyer, genin (L) DNA'dan (N) daha karmaşık olduğunu düşünerek hata yapmıştır. Biyolojik hiyerarşide genler DNA'nın bölümleridir, bu nedenle DNA genden büyüktür. Karmaşıktan basite doğru doğru sıralama: Kromozom (K) > DNA (N) > Gen (L) > Nükleotid (M) şeklinde olmalıdır.

23. (5 Puan)

Bir bilim dergisinde şu haber yer almıştır: 'X Laboratuvarı'ndaki araştırmacılar, soğuk denizlerde yaşayan bir balıktan antifriz (donma önleyici) proteini sentezleyen geni izole etmiş (I. Aşama) ve bu geni özel bir vektör kullanarak yerel bir çilek bitkisinin DNA'sına aktarmıştır (II. Aşama). Y Şirketi ise bu geni taşıyan, donmaya dirençli çilek bitkilerini geniş arazilerde kış aylarında yetiştirerek, elde ettiği meyvelerden soğuk iklim bölgeleri için uzun raf ömürlü dondurulmuş püreler üretilip satışa sunmuştur (III. Aşama). Ayrıca araştırma raporlarında, transfer edilen genin işleyişi sırasında çileklerin su tutma kapasitesinin ve C vitamini miktarının %5 oranında değiştiği de raporlanmıştır.'

Haberdeki süreç ve genetik mühendisliği ile biyoteknoloji arasındaki ilişki incelendiğinde, aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi kesinlikle yanlıştır?

A) I. ve II. aşamalar genetik mühendisliğinin yöntemleri olup, Y Şirketi'nin ticari üretimine geçebilmesi için bir temel oluşturmuştur.

B) III. aşama, canlıların kalıtsal yapısını doğrudan değiştirme ilkelerine dayandığı için hem genetik mühendisliği hem de biyoteknolojinin ortak uygulama alanıdır.

C) Y Şirketi'nin yürüttüğü süreç biyoteknolojik bir uygulamadır; çünkü genetik mühendisliği çalışmaları sonucunda elde edilen canlıdan ticari bir ürün tasarlanmıştır.

D) Çileklerin C vitamini oranındaki değişim sürecin bir yan etkisi olabilir, ancak genetik mühendisliğinin bu senaryodaki asıl müdahalesi soğuğa direnç geninin aktarımıdır.

Açıklama: Soru, öğrencilerin genetik mühendisliği ile biyoteknoloji arasındaki farkı ve ilişkiyi analiz etmesini gerektiren kompleks bir senaryoya dayanmaktadır. Genetik mühendisliği canlıların genleri üzerinde doğrudan işlem yapar (gen izolasyonu, gen aktarımı gibi - I. ve II. aşama). Biyoteknoloji ise bu işlemleri bir araç olarak kullanıp canlılardan ürün elde edilmesini (III. aşama) kapsar. Seçeneklerde yer alan yanlış bulma sürecinde; III. aşamanın doğrudan genetik yapıya müdahale etmediği, önceden müdahale edilmiş canlıyı kullanarak endüstriyel üretim yaptığı bilinmelidir. Bu nedenle bu aşama genetik mühendisliğinin gen değiştirme alanı değil, ürün geliştirme yani biyoteknoloji alanıdır. Su tutma ve C vitamini artışı gibi verilen kafa karıştırıcı yan veriler, ana odak olan gen aktarımı olayını saptırmamak için metne eklenmiş birer ayrıntıdır.

24. (5 Puan)

Bir genetik laboratuvarında tanımlanamayan tek hücreli bir organizmanın kalıtım materyalleri ayrıştırılarak X, Y, Z ve T olarak etiketlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda şu verilere ulaşılmıştır:

- **X yapısı:** Hücresinin tüm solunum, boşaltım ve beslenme gibi yaşamsal faaliyetlerini yöneten çift iplikli dev sarmal moleküldür. (Hücre ağırlığının yaklaşık %2'sini oluşturur.)
- **Y yapısı:** Ancak hücre bölünmeye hazırlık evresine girdiğinde belirginleşen, X yapısının özel proteinlerle etrafının sarılıp kısalıp kalınlaşmasıyla gözlemlenen hücresel formdur.
- **Z yapısı:** Organizmanın fosfat, beş karbonlu şeker ve adenin, timin, guanin veya sitozin organik bazlarından birini içeren temel kimyasal inşaat birimidir.
- **T yapısı:** Bu organizmanın ekstrem sıcaklıklarda yaşayabilmesini sağlayan özel enzimin üretilmesi için gerekli şifreyi taşıyan ve yüzlerce Z'den oluşan anlamlı bölgedir.

Bir öğrenci kalıtsal materyallerin boyutlarını modellemek için yaptığı bir ödevde, X, Y, Z ve T yapıları hakkında ulaştığı yukarıdaki bilgilere dayanarak 'X hücresel kontrolü sağladığı için en büyük ve karmaşık yapı olmalıdır' hipotezini kuruyor. Ancak öğretmeni bu hipotezin hatalı olduğunu ve yapıların yeniden büyükten küçüğe (karmaşıktan basite) doğru sıralanması gerektiğini belirtiyor. Buna göre, hatalı modelin düzeltilmesi için yapıların doğru sıralaması aşağıdakilerden hangisindeki gibi olmalıdır?

A) Y - X - T - Z

B) Y - X - Z - T

C) X - Y - T - Z

D) T - Z - X - Y

Açıklama: Soruda verilen özellikler analiz edildiğinde; X molekülü hücreyi yöneten DNA, Y hücresel form halinde proteinle paketlenmiş kromozom, Z temel yapı birimi olan nükleotid ve T belirli bir karakterden sorumlu olan gendir. Hücre ağırlığının %2'sini oluşturması gibi nicel bilgiler bağlamda çeldirici niteliktedir. Bir öğrencinin düştüğü yaygın yanılgı, DNA'nın yönetici olması sebebiyle en büyük veya en karmaşık materyal olduğunu varsaymasıdır. Ancak DNA'nın protein kılıfı ile birleşmiş hali olan kromozom, DNA'dan daha büyük ve hücresel düzeyde daha karmaşık bir yapıdır. Gen (T), DNA'nın görev birimi olup nükleotidlerden (Z) büyüktür. Bu nedenle büyükten küçüğe (karmaşıktan basite) doğru bilimsel sıralama Kromozom (Y) > DNA (X) > Gen (T) > Nükleotid (Z) şeklinde olmalıdır.

25. (5 Puan)

Bir biyolog, nadir görülen ve doğal ortamında kırmızı çiçekli, tüysüz yapraklı olan 'Kızıltepe' bitkisi üzerinde iki farklı kontrollü deney yürütüyor.

1. Deney: Tohumlar düşük rakımlı, yüksek nemli bir serada yetiştiriliyor. Toprağın mineral yoğunluğu ölçülüp kaydediliyor. Çıkan bitkilerin çiçekleri kırmızı kalırken yapraklarının tüylü olduğu görülüyor. Bu tüylü bitkilerden alınan tohumlar tekrar orijinal yüksek rakımlı doğal ortama ekildiğinde, çıkan yeni bitkilerin yapraklarının tekrar tüysüz olduğu saptanıyor.
1. Deney: Tohumlar, yüksek rakımlı doğal ortamda, ancak radyoaktif kalıntılar içeren eski bir maden sahasının yakınına ekiliyor. Toprağın pH'ı doğal ortamla tamamen aynı tutuluyor. Yetişen bitkilerin yaprakları tüysüz kalırken çiçekleri beyaz açıyor. Bu beyaz çiçekli bitkilerin tohumları, radyoaktif olmayan temiz doğal ortama ekildiğinde, yeni çıkan bitkilerin de beyaz çiçekli olduğu gözlemleniyor.

Araştırmacı deney defterine şu sonucu yazıyor: "Birinci deneyde düşük rakım ve nem, gen yapısını bozarak bitkinin mutasyon geçirmesine sebep olmuştur, ancak bu durum kalıcı olmamıştır. İkinci deneyde ise radyasyon, sadece çiçek renginden sorumlu genin çalışma şeklini değiştirmiş, bu yüzden bir modifikasyon gerçekleşmiştir."

Buna göre, araştırmacının notlarındaki temel mantık hatası aşağıdakilerden hangisinde doğru açıklanmıştır?

A) Çevresel faktörlerin (rakım ve radyasyon) neden olduğu tüm fiziksel değişimleri mutasyon olarak kabul edip, modifikasyon kavramını tamamen yok saymasıdır.

B) Radyasyonun gen yapısını değiştirerek mutasyona, nem ve rakımın ise gen işleyişini değiştirerek modifikasyona sebep olduğunu ters yorumlamasıdır.

C) Birinci deneyde yaprak yapısının değişip tohumlarda tekrar eski haline dönmesini mutasyonun kalıtsal olmayan bir formu olarak hatalı sınıflandırmasıdır.

D) Fiziksel özelliklerin yalnızca gen dizilimindeki kalıcı değişimlerle ortaya çıkabileceğini savunarak, çevrenin genotibi değiştirebileceği gerçeğini atlamasıdır.

Açıklama: Öğrencinin değerlendirmesinde kavramlar arası ilişki ters kurulmuştur. Birinci deneyde bitki tohumları orijinal ortamına döndüğünde eski tüysüz yaprak özelliğine dönmüştür. Bu, genin yapısının değişmediğini, sadece çevresel şartlara (nem/rakım) bağlı olarak işleyişinin değiştiğini (modifikasyon) kanıtlar. Mineral yoğunluğu burada sadece gereksiz bir çeldirici veridir. İkinci deneyde radyasyon kaynaklı çiçek rengi değişimi temiz ortama alınan nesillerde de devam etmiştir, yani kalıtsaldır ve DNA (gen) dizilimi bozulmuştur (mutasyon). Araştırmacı ise tam tersi bir nedensellik kurarak mantık hatası yapmıştır. Ceneviz seçeneğindeki (C) gibi mutasyonun 'kalıtsal olmayan bir formu' tabiri başlı başına hatalıdır, araştırmacının temel hatası doğrudan olayların türlerini birbirinin yerine kullanmasıdır.

26. (5 Puan)

Bir biyoloji laboratuvarında öğrencilerden, farklı türlere ait hücrelerdeki genetik materyallerin (Kromozom, DNA, gen, nükleotid) yapısal ve işlevsel özelliklerini karşılaştırmaları istenmiştir. Öğrenciler hücrelerdeki kromozom sayıları, DNA uzunlukları, gen sayıları ve nükleotid çeşitlerini incelemektedir.

Bir öğrenci, K ve L canlı türlerinin kalıtsal materyallerini inceleyerek bir rapor hazırlamış ve şu ifadeleri kullanmıştır:

'L canlısının kromozom sayısı K'den fazladır, bu yüzden L canlısı daha gelişmiştir. Ancak, her iki canlıda da adenin, timin, guanin ve sitozin nükleotidleri bulunur. K canlısının bir karakterini belirleyen X geni, L canlısındaki hiçbir gen ile aynı uzunlukta (nükleotid sayısında) olamaz çünkü farklı türlerin genleri tamamen farklı nükleotid çeşitlerinden oluşur. Kromozom, DNA'nın etrafını özel proteinlerin sarmasıyla oluşan en büyük kalıtsal yapıdır.'

Buna göre öğrencinin raporunda yaptığı mantıksal hatalarla ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Kromozom sayısının gelişmişlik düzeyi ile doğrudan ilişkili olduğunu varsayması hatalıdır.
- B) Farklı türlerde farklı nükleotid çeşitleri bulunduğunu iddia etmesi, DNA'nın evrensel yapısıyla çelişir.
- C) Farklı türlerin genlerinin farklı nükleotid çeşitlerinden oluştuğunu düşünmesi bilimsel olarak yanlıştır.

D) Kromozomun oluşumu ve büyüklüğü ile ilgili tanımlaması hatalıdır, kromozom DNA'dan daha küçük bir yapıdır.

Açıklama: Kromozom sayısının canlının gelişmişliği ile doğrudan bir ilişkisi yoktur (Örn: Eğrelti otu 500 kromozomludur ancak insandan gelişmiş değildir). Tüm canlıların DNA'ları aynı 4 çeşit nükleotidden (A, T, G, C) oluşur, bu nedenle genlerin farklı nükleotid çeşitlerinden oluştuğu varsayımı hatalıdır. Ancak öğrencinin kromozomun, DNA'nın protein kılıfı ile sarılarak oluşturduğu en büyük yapı olduğu ifadesi doğrudur. Kromozom, DNA'dan daha büyük ve karmaşık bir yapıdır. Bu yüzden D seçeneğinde belirtilen 'kromozom DNA'dan daha küçük bir yapıdır' değerlendirmesi yanlıştır.

27. (5 Puan)

Bir araştırmacı, çevresel faktörlerin canlılar üzerindeki etkisini incelemek için bir böcek türüyle iki farklı kontrollü deney yapıyor.

Deney 1: Normalde siyah kabuklu olan böcek larvaları, Z kimyasalı eklenmiş toprakta yetiştiriliyor ve tamamı beyaz kabuklu yetişkinlere dönüşüyor. Bu beyaz kabuklu böcekler kimyasal içermeyen normal toprakta kendi aralarında çaprazlandığında, yavrularının tamamının beyaz kabuklu olduğu görülüyor. (Bu gruba verilen günlük su miktarı: 10 ml)

Deney 2: Normalde düz antenli olan böcek larvaları, 35°C sıcaklıktaki ortamda yetiştiriliyor ve kıvrık antenli yetişkinlere dönüşüyorlar. Bu kıvrık antenli böcekler 25°C ortamda kendi aralarında çaprazlandığında, yavrularının tamamı düz antenli oluyor. (Bu gruba verilen günlük su miktarı: 15 ml)

Bir öğrenci araştırma notlarına şu sonucu yazıyor: 'Her iki deneyde de çevre şartları böceklerin genlerinin sadece işleyişini değiştirerek fenotipte farklılığa neden olmuştur. Uygulanan günlük su miktarındaki farklılıklar ise genetik yapının kendini korumasını sağlamıştır.'

Buna göre, öğrencinin ulaştığı sonuçla ilgili yaptığı değerlendirmedeki temel hata aşağıdakilerden hangisiyle en iyi açıklanır?

- A) Su miktarındaki değişimlerin doğal seçilime neden olarak, sadece modifikasyon geçiren bireylerin üremesine olanak tanıdığını atlaması.
- B) Sıcaklık artışının genlerin yapısını değiştirip mutasyona neden olduğunu, bu sebeple Deney 2'deki yavruların tekrar eski haline döndüğünü fark edememesi.
- C) Her iki deneydeki çevresel faktörlerin (kimyasal ve sıcaklık) sadece vücut hücrelerini etkilediğini, bu yüzden değişimlerin yavru döllerine hiçbir şekilde aktarılamayacağını düşünmesi.

D) Deney 1'deki çaprazlama sonucunu dikkate almayarak, Z kimyasalının üreme hücrelerindeki nükleotit dizilimini kalıcı olarak bozduğunu (mutasyon) göz ardı etmesi.

Açıklama: Öğrenci her iki deneyin de genin sadece işleyişini değiştirdiğini (modifikasyon) iddia etmektedir. Ancak Deney 1'de, Z kimyasalının etkisiyle oluşan beyaz kabukluluk özelliği, etken ortadan kalkmasına (normal toprakta çaprazlanmalarına) rağmen yavrulara aktarılmıştır. Bu durum, genin sadece işleyişinin değil, yapısının da değiştiğini (mutasyon) ve değişimin üreme hücrelerinde gerçekleştiği için kalıtsal olduğunu kanıtlar. Deney 2 ise klasik bir modifikasyon örneğidir. Günlük su miktarları deneyin sonucunu etkilemeyen, sadece şaşırtmaca (odak dağıtıcı) olarak verilen bağımsız bir veridir. Öğrencinin asıl hatası, Deney 1'deki kalıtsallık verisini mutasyon olarak yorumlayamamasıdır.

28. (5 Puan)

Bir genetik araştırma merkezinde incelenen ökaryotik bir canlının, yaşamsal faaliyetleri için zorunlu olan belirli bir enzimi (T enzimi) üretilmediği saptanıyor. Bilim insanları hücre çekirdeğinden alınan örnekleri incelediklerinde; hücrede 14 adet "X" biçimli yoğunlaşmış yapının bulunduğunu, çekirdekteki serbest adenin, timin, guanin ve sitozin yapılarının (organik baz, şeker ve fosfat bağları dahil) kimyasal olarak hiçbir eksikliğin olmadığını tespit ediyor.

Stajyer bir araştırmacı, tespit edilen bu sorunla ilgili laboratuvar defterine şu raporu yazmıştır:

"Çekirdekteki organik baz, şeker ve fosfat molekülleri kusursuzdur. Ancak T enziminin üretilmemesi, kalıtımın temel görev birimi olan nükleotidlerin sırasındaki bir hatadan ziyade, nükleotidlerin birleşerek DNA'yı oluştururken aralarına özel protein kılıfların hatalı yerleşmesinden kaynaklanmaktadır. Çünkü nükleotidler proteinlerle birleşerek genleri, genler birleşerek DNA'yı, DNA ise kromozomları meydana getirir."

Araştırmacının raporunda kurduğu neden-sonuç ilişkisi ve kalıtsal materyal hiyerarşisi göz önüne alındığında, hipotezindeki temel kavram yanlışları aşağıdakilerin hangisinde en doğru şekilde açıklanmıştır?

A) Nükleotidler görev değil yapı birimidir; ayrıca özel protein kılıflar genlerin oluşumunda değil, tüm DNA molekülünün etrafına sarılarak en karmaşık yapı olan kromozomu oluşturmada rol alır.

B) Kalıtsal materyallerde temel görev birimi kromozomdur; bu nedenle sorunun kaynağı DNA veya gen dizilimleri değil, çekirdekte gözlemlenen 14 adet kromozomun kimyasal yapısının bozulmasıdır.

C) T enziminin üretiminden sorumlu olan yapı genler değil nükleotidlerdir, ancak nükleotidler proteinlerle değil, doğrudan şeker ve fosfat bağlarıyla birleşerek DNA'yı oluşturur.

D) Hiyerarşik sıralamada genlerin birleşerek DNA'yı, DNA'nın da protein kılıfla birleşerek kromozomu oluşturduğu doğru olsa da, enzim üretimindeki hata nükleotid sayısından kaynaklanmalıdır.

Açıklama: Öğrencinin bu soruyu çözebilmesi için kalıtsal materyallerin hiyerarşisini (Kromozom > DNA > Gen > Nükleotid) ve tanımlarını (Nükleotid: yapı birimi, Gen: görev birimi) çok iyi sentezlemesi gerekir. Raporda nükleotid için 'görev birimi' denilerek hata yapılmıştır. Görev birimi gendir, yapı birimi nükleotiddir. Ayrıca özel protein kılıflar (histonlar), nükleotidlerin genleri oluşturmada aşamasında yer almaz; DNA'nın paketlenerek kromozoma dönüşmesi sırasında DNA molekülünün etrafını sarar. Doğru seçenek, bu iki temel hatayı (yapı-görev kavramı kargaşası ve protein kılıfın hiyerarşideki gerçek yeri) kesin bir dille düzeltmektedir. Bağlamda verilen 14 adet yapı ve bileşenlerin kusursuz olması gibi veriler ise, asıl kavram yanlışlığını filtrelemeyi gerektiren çeldirici nitelikli bilgilerdir.

29. (5 Puan)

Hücre çekirdeği içerisinde bulunan kalıtsal materyaller (Kromozom, DNA, Gen, Nükleotid) belirli bir organizasyon şemasına ve karmaşıklık düzeyine göre birbirini kapsayacak şekilde yapılanmıştır.

Bir öğrenci hücre çekirdeğindeki kalıtsal materyallerin büyüklük ve karmaşıklık ilişkisini göstermek için iç içe geçen dört matruşka bebek tasarlıyor ve özelliklerini aşağıdaki gibi not alıyor:

1. Kırmızı Bebek: "Fosfat, deoksiriboz şekeri ve organik bazın bağlanmasıyla oluşur, yapının en basit formudur ve en içte yer alır."
2. Mavi Bebek: "Kırmızı bebeklerin belirli sayılarda bir araya gelmesiyle oluşan anlamlı şifre dizileridir, bir karakterin ortaya çıkmasından sorumludur."
3. Yeşil Bebek: "Hücre bölünmesi sırasında kısalıp kalınlaşarak oluşan, yapısında protein kılıf bulunduran yapıdır."
4. Sarı Bebek: "Hücrenin yaşamsal faaliyetlerini yöneten çift sarmallı moleküldür. Proteinleri ve mavi bebekleri kapsadığı için en dıştaki en büyük bebek olmalıdır."

Öğrencinin bu modellemesi incelendiğinde, bilimsel olarak yaptığı temel hata ve düzeltilmesi gereken durum aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) Mavi bebek (Gen) ile sarı bebeğin (DNA) yerleri değiştirilmelidir; çünkü nükleotidler doğrudan DNA'yı oluştururken, genler DNA zincirlerinin tamamını kapsayan daha büyük yapılardır.

B) Kırmızı bebek (Nükleotid) tanımından fosfat ve şeker çıkarılmalıdır; çünkü kalıtsal yapının en küçük ve temel yapı birimi sadece organik bazlardır, nükleotidler daha karmaşıktır.

C) Yeşil bebek (Kromozom) yapısından protein kılıf ifadesi çıkarılmalıdır; çünkü kalıtsal materyallerin hiçbir formunda protein bulunmaz, tüm yapı sadece DNA parçalarından oluşur.

D) Sarı bebek (DNA) ile yeşil bebeğin (Kromozom) yerleri değiştirilmelidir; çünkü kromozom, DNA molekülünün protein kılıfla birleşerek oluşturduğu daha karmaşık ve büyük bir yapıdır.

Açıklama: Modelde kırmızı bebek nükleotidi, mavi bebek geni, yeşil bebek kromozomu ve sarı bebek DNA'yı temsil etmektedir. Öğrenci sarı bebeği (DNA) en dışa yerleştirip yeşil bebeği (Kromozomu) onun içine alarak hata yapmıştır. Kromozom, DNA'nın özel proteinlerle paketlenmiş halidir ve hiyerarşik olarak DNA'dan daha büyük/karmaşıktır (Kromozom > DNA > Gen > Nükleotid). Bu nedenle en dışta yeşil bebek, onun içinde sarı bebek olmalıdır. Diğer seçeneklerdeki gen-DNA ilişkisi, baz-nükleotid ayrımı ve kromozomda protein bulunmadığı iddiaları bilimsel olarak hatalıdır.

30. (5 Puan)

Genetik mühendisliği, canlıların kalıtsal özelliklerini değiştirerek onlara yeni işlevler kazandırmak için DNA üzerinde çalışmalar yapar. Biyoteknoloji ise bu genetik mühendisliği yöntemlerini kullanarak canlılardan veya onların parçalarından yararlanıp yeni ürünler elde eder. Günümüzde gen aktarımı, klonlama ve gen tedavisi gibi yöntemlerle canlıların genetik yapısı modernize edilmektedir.

Bir biyoteknoloji laboratuvarı, soğuk iklimlerde yetişebilen verimli bir domates türü elde etmek ve bu yeni türün tüm özelliklerini hiçbir genetik varyasyona (çeşitliliğe) uğramadan çoğaltmak istemektedir (Maliyet analizi için laboratuvarın ortam sıcaklığı sabit tutulmaktadır). Projenin baş araştırmacısı, hedeflere ulaşmak için aşağıdaki iki aşamalı planı sunmuştur:

1. Aşama: Domates tohumlarına kimyasal maddeler uygulanarak 'Gen Tedavisi' yöntemiyle soğuğa dayanıklılık genlerinin mutasyonla ortaya çıkması sağlanacaktır.
2. Aşama: Elde edilen soğuğa dayanıklı domatesler kendi aralarında 'Geleneksel Islah (Çaprazlama)' yöntemiyle çoğaltılarak birbirinin tamamen aynısı (genetik kopyası) olan yavrular elde edilecektir.

Bir uzman, bu araştırma planını genetik mühendisliği ve biyoteknoloji ilkelerine göre incelediğinde planın her iki aşamasında da kavramsal hatalar bulmuştur.

Buna göre, projenin bilimsel olarak geçerli olabilmesi için planda yapılması gereken düzeltme hangi seçenekte doğru verilmiştir?

- A) 1. Aşamada uygulanan Gen Tedavisi doğrudur ancak 2. Aşamada elde edilen genetiği değiştirilmiş canlıların çoğaltılması için Gen Aktarımı yöntemine başvurulmalıdır.
- B) 1. Aşamada farklı bir türden Gen Aktarımı yapılmalı, 2. Aşamada ise kopyalama işlemi için domates hücrelerindeki çekirdeklerin tümüne Gen Tedavisi uygulanmalıdır.
- C) 1. Aşamada genlerin doğal yollarla ortaya çıkması için Klonlama kullanılmalı, 2. Aşamada ise yavruların birbirinin kopyası olması için Tür İçi Melezleme (Çaprazlama) yapılmalıdır.
- D) 1. Aşamada soğuğa dayanıklı başka bir canlıdan 'Gen Aktarımı' yapılmalı, 2. Aşamada ise varyasyonu önlemek için çaprazlama yerine 'Klonlama' (veya doku kültürü gibi eşeysiz çoğaltma) yöntemi kullanılmalıdır.**

Açıklama: Araştırmacının planındaki 1. Aşama, hedeflenen özelliğin (soğuğa dayanıklılık) rastgele mutasyonlarla elde edilmeye çalışılması açısından hatalıdır; modern biyoteknolojide belirli bir özelliğin kazandırılması için o özelliği taşıyan başka bir canlıdan 'Gen Aktarımı' yapılması gerekir. Gen tedavisi ise hastalık yapan genlerin onarımıyla ilgilidir ve yeni bir tür özelliği eklemek için doğrudan kullanılan bir terim değildir. 2. Aşamada ise geleneksel çaprazlama (eşeyli üreme) genetik çeşitliliğe (varyasyona) neden olur, dolayısıyla birbirinin tamamen aynısı genetik kopyalar elde edilemez. Bir canlının genetik kopyasını oluşturmak için 'Klonlama' yöntemleri kullanılmalıdır. Diğer seçenekler kavramların (Gen Tedavisi, Gen Aktarımı, Klonlama, Çaprazlama) işlevlerini birbirine karıştırmaktadır. Laboratuvar ortam sıcaklığının sabit tutulması ise problemin çözümünde kullanılması gerekmeyen bir çeldirici bilgidir.

31. (5 Puan)

Bir yazılım mühendisi, hücre çekirdeğindeki genetik materyallerin organizasyonunu taklit ederek yeni bir veri depolama sistemi geliştirmiştir. Sistemdeki yapılar şunlardır:

- I. Kesintisiz uzanan, milyarlarca veriyi taşıyan çift zincirli ana işletim dizini
- II. Sadece belirli bir programı çalıştırmakla görevli, sınırları belli anlamlı kod blokları
- III. Tüm verilerin yazılmasını sağlayan temel dijital alfabedeki '0' ve '1' birimleri
- IV. Ana işletim dizininin protein kılıflar benzeri klasörlere sarılarak sıkıştırıldığı ana sunucu diskleri

Mühendis, veri kaybını önlemek için ayrıca disklerin dönüş hızını dakikada 7200 devir (RPM) ile sınırlandırmıştır. Projeyi inceleyen bir stajyer, yapıları genetik materyallerle eşleştirmiş ve şu iddiada bulunmuştur: 'Eğer sistem çalışırken II numaralı yapıda dizilim kaynaklı bir hata (mutasyon) oluşursa, hiyerarşik yapı gereği IV numaralı disk tamamen parçalanmalı ve sistem silinmelidir.'

Stajyerin bu eşleştirme mantığında yaptığı hata ve sistemdeki bileşenlerin büyükten küçüğe doğru (biyolojik hiyerarşiye uygun) dizilimi aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

A) IV > I > II > III / Hata: II numaralı yapı (Gen) mutasyona uğradığında IV'ün (Kromozom) tamamı yok olmaz, sadece ilgili programın (özelliğin) işleyişi bozulur.

B) II > I > IV > III / Hata: I numaralı yapı (Kromozom) II numaralı yapıdan (DNA) büyüktür; mutasyon II'yi tamamen parçalamaz, veri hatasını başlatır.

C) I > III > II > IV / Hata: İşletim sistemi (Kromozom), kod bloklarından (DNA) değil ana dizinden oluşur; donanım hızının kısıtlanması genetiği değiştirir.

D) IV > II > I > III / Hata: III numaralı temel kodlar (Kromozom) sistemin en karmaşık yapısıdır; stajyer hiyerarşiyi tersten kurgulamıştır.

Açıklama: Sistemdeki veri hiyerarşisine bakıldığında yapıların genetik materyallerle eşleşimi şöyledir: IV. Ana sunucu diskleri en geniş yapıdır ve Kromozomu temsil eder. I. Çift zincirli ana işletim dizini DNA'dır. II. Belirli bir programı çalıştıran kod blokları Genleri temsil eder. III. Temel alfabedeki '0' ve '1'ler ise Nükleotidleri ifade eder. Büyüklük sıralaması (Kromozom > DNA > Gen > Nükleotid) IV > I > II > III şeklinde olmalıdır. Ayrıca stajyerin iddiası hatalıdır çünkü genlerde meydana gelen bir mutasyon, kromozomun yapısını tamamen parçalamaz; sadece ilgili genin kontrol ettiği özelliğin (programın) işleyişini değiştirir veya bozar. Dönüş hızının sınırlandırılması ise çeldirici bir gereksiz bilgidir.

32. (5 Puan)

Ashı, bir canlı türünün kalıtsal materyalini göstermek için karmaşıklık sırasına göre bir maket hazırlıyor.

- **1. Seviye:** Canlının deri hücresinden alınan çekirdekdeki 46 adet özel protein kılıflı halat (Kromozom).
- **2. Seviye:** Halatların içini oluşturan uzun, çift zincirli sarmal ipler (DNA).
- **3. Seviye:** Sarmal ip üzerinde kırmızı, mavi ve sarı boylarla işaretlenmiş, belirli özellikleri şifreleyen anlamlı bölümler (Gen).
- **4. Seviye:** İpi oluşturan ve organik baz, şeker, fosfattan oluşan en küçük boncuk kümeleri (Nükleotid).

Ashı, aynı canlının yüksek enerji üreten ve çok hızlı kasılan bir **kas hücresini** modellemek için maketinde şu değişiklikleri yapıyor:

"Kas hücreleri deri hücrelerine göre çok daha farklı bir işlev gördüğü için sarmal iplerin üzerindeki tüm nükleotid dizilimlerini ve boyalı bölümlerin (genlerin) sırasını tamamen değiştiriyorum. Ayrıca kas hücresi çok enerji harcadığı ve büyük olduğu için halat (kromozom) sayısını 46'dan 60'a çıkarıyorum."

Ashı'nın bu yeni modellemesi ve kalıtsal yapıların (Kromozom, DNA, Gen, Nükleotid) hiyerarşik özellikleri değerlendirildiğinde, modeldeki hatanın temel nedeni aşağıdakilerden hangisinde en doğru şekilde açıklanmıştır?

A) Halat (kromozom) sayısının sabit tutulması doğru olurdu, ancak hücrelerin farklılaşmasını sağlamak için iplerin üzerindeki boyalı bölgelerin (gen) değil, tüm sarmalın içerdiği organik baz çeşidi sayısının dörtten sekize çıkarılması lazımdı.

B) Hücrenin enerji ihtiyacı halat (kromozom) sayısını değiştirmez; fakat farklı bir doku hücresi modellenirken sarmal iplerin (DNA) taşıdığı fosfat ve şeker moleküllerinin çeşidinin değiştirilerek yeni nükleotidler elde edilmesi gerekirdi.

C) Aynı canlının sağlıklı tüm vücut hücrelerinde sarmal iplerin (DNA) dizilimi ve halat (kromozom) sayısı birebir aynı olmak zorundadır; hücreler arası görev farklılıkları genetik materyalin yapısının değişmesinden değil, mevcut genlerin farklı şekilde kullanılmasından kaynaklanır.

D) Farklı görevlere sahip hücrelerde sadece en küçük birim olan boncukların (nükleotid) dizilişi baştan sona değişmelidir; boyalı bölgelerin (gen) yerleri sabit kalırken halatların (kromozom) enerji üretimine göre artması doğru bir uygulamadır.

Açıklama: Sekizinci sınıf müfredatına göre, aynı canlının tüm sağlıklı vücut (somatik) hücrelerindeki DNA nükleotid dizilimi, gen yapısı ve kromozom sayısı tıpatıp aynıdır. Hücrelerin (örneğin deri ve kas) farklı işlevler ve fiziksel özellikler göstermesi, DNA'nın yapısının değişmesinden değil, gen işleyişindeki veya aktif olan genlerdeki farklılıklardan (hücre farklılaşmasından) kaynaklanır. Kromozom sayısı enerji ihtiyacına göre değişmez; şeker ve fosfat yapıları tüm nükleotidlerde aynıdır; baz çeşidi sayısı her zaman dördüttür. Dolayısıyla, farklı bir vücut dokusu modellenirken DNA yapısının veya kromozom sayısının değiştirilmesi temel bir mantık hatasıdır.

33. (5 Puan)

Canlıların belirli bir çevrede yaşama ve üreme şansını artıran kalıtsal özelliklerin tamamına adaptasyon denir. Adaptasyonlar nesiller boyu aktarılır ve türün o ortama uyumunu sağlar. Aynı ortamda yaşayan farklı türler benzer, farklı ortamlarda yaşayan aynı türler ise farklı adaptasyonlar geliştirebilir. Çevre etkisiyle gen işleyişinin değişmesi ise modifikasyondur.

Bir araştırmacı, aynı böcek türünün farklı ortamlarda yaşayan iki popülasyonunu (K ve L) incelemektedir. Kurak ve sıcak vadide yaşayan K popülasyonundaki böceklerin açık renkli olduğu, geniş kanat yüzeyine sahip olduğu ve her üreme döneminde ortalama 20 yumurta bıraktığı gözlemlenmiştir. Serin ve nemli ormanda yaşayan L popülasyonunun ise koyu renkli olduğu, dar kanatlı olduğu ve ortalama 100 yumurta bıraktığı tespit edilmiştir.

Araştırmacı, K popülasyonuna ait yumurtaları toplayarak L popülasyonunun yaşadığı serin ve nemli orman şartlarını birebir yansıtan bir laboratuvar ortamında yetiştiriyor (ortamın nem oranı %80, sıcaklık 15°C). Yumurtalardan çıkan yeni nesil böcekler incelendiğinde; böceklerin yine açık renkli ve geniş kanatlı olduğu, üreme döneminde yaklaşık 20 yumurta bıraktığı görülüyor. Ancak ortamdaki zengin besin içeriği nedeniyle K yavrularının vücut ağırlıklarının doğadaki atalarına göre %10 daha fazla olduğu ölçülüyor.

Bu deneyin sonuçlarına göre, bir öğrencinin yaptığı aşağıdaki çıkarımlardan hangileri doğrudur?

- I. K popülasyonunun açık renkli ve geniş kanatlı olması, gen diziliminde kalıcı olan ve yaşama şansını artıran adaptasyonlardır; çünkü ortam değişmesine rağmen bu özellikler yeni nesle aktarılmıştır.
- II. Laboratuvar ortamında yetişen böceklerin ağırlıklarının %10 fazla olması, çevre şartlarının gen işleyişini değiştirerek oluşturduğu kalıtsal olmayan bir durumdur.
- III. K popülasyonu yavrularının L popülasyonu gibi 100 yumurta bırakmaması, canlıların üreme stratejilerinin yalnızca çevrenin anlık etkisiyle modifikasyona uğrayan geçici özellikler olduğunu kanıtlar.
- IV. K yavrularının laboratuvar ortamında hayatta kalabilmesi, geniş kanat ve açık renk adaptasyonlarının onlara serin ve nemli ormanda da kesin bir avlanma ve gizlenme avantajı sağladığını gösterir.

A) I, II ve IV

B) II ve IV

C) I ve II

D) I ve III

Açıklama: Deney sonuçları incelendiğinde, K popülasyonu bireylerinin ortam şartları değişmesine rağmen renk, kanat genişliği ve yumurta sayısı gibi özelliklerinin değişmediği görülmüştür. Bu durum, bu özelliklerin genetik yapıya işlendiğini ve kalıtsal adaptasyonlar olduğunu kanıtlar (I. öncül doğrudur). Zengin besin sebebiyle böceklerin ağırlığının artması, sadece o bireyleri etkileyen, gen yapısını değiştirmeyen çevresel bir etkidir, yani modifikasyondur (II. öncül doğrudur). Yumurta sayısının değişmemesi, üreme stratejilerinin anlık modifikasyonlar olmadığını, aksine kalıtsal adaptasyonlar olduğunu gösterir; bu yüzden üçüncü öncül yanlıştır. Dördüncü öncülde ifade edilen geniş kanat ve açık rengin serin/nemli ve muhtemelen daha koyu renkli orman ortamında avantaj sağlayacağı çıkarımı hatalıdır; adaptasyonlar belirli bir çevreye özgüdür ve bir ortamda avantaj sağlayan özellik başka bir ortamda dezavantaj yaratabilir. Dolayısıyla yalnızca I ve II numaralı çıkarımlar bilimsel olarak doğrudur.

34. (5 Puan)

Bir laboratuvar araştırmasında genetik materyallerin farklı dış etkenlere karşı verdiği tepkiler incelenmektedir.

Bir araştırmacı, hücre döngüsünün farklı evrelerinde elde edilen K, L ve M yapıları üzerinde enzim tedavisi uyguluyor:

1. Deney: DNA parçalayıcı enzim eklendiğinde K ve M yapıları tamamen parçalanırken, L yapısı şeklini korumaya çalışıyor ancak zamanla çözünüyor.
2. Deney: Protein parçalayıcı enzim eklendiğinde L yapısı bozulup daha uzun ve ipliksi bir K yapısına dönüşüyor.
3. Deney: M yapısına uygulanan mutasyon sonucu, hücrenin sadece belirli bir protein üretiminin durduğu ancak diğer tüm metabolik faaliyetlerin (solunum, bölünme vb.) devam ettiği gözleniyor.

Araştırmacı hücre içi sodyum oranının bu deneylere hiçbir etkisinin olmadığını belirtiyor.

Araştırmacının ulaştığı bulgulardan yola çıkarak; bir öğrenci K, L ve M yapılarının basitten karmaşığa sıralamasını $L > K > M$ olarak yapıyor. Bu öğrencinin sıralamadaki hatasının temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) DNA parçalayıcı enzimin hücrenin tamamını yok ettiğini varsayarak K yapısını en büyük yapı olarak ele alması.

B) Sıralamayı basitten karmaşığa değil, karmaşıktan basite doğru yapmış olması ve yapıların doğru tespit edilmiş olması.

C) Sodyum oranının etkisiz olmasını yanlış yorumlayarak M yapısının en karmaşık yapı olduğunu düşünmesi.

D) Protein kılıf bulunduran yapının gen olduğunu sanması ve genetik materyali yanlış sıralaması.

Açıklama: Deney 2'de protein parçalayıcı enzim L'yi bozup K'ye dönüştürüyorsa, L kromozom, K ise DNA'dır. Deney 3'te M yapısının mutasyonu sadece tek bir protein üretimini etkilediğine göre M genidir. Karmaşıklık (büyüklük) sırası: Nükleotid < Gen (M) < DNA (K) < Kromozom (L). Öğrencinin sıralaması ($L > K > M$) büyükten küçüğe (karmaşıktan basite) doğrudur. Basitten karmaşığa isteniyorsa $M < K < L$ olmalıydı.

35. (5 Puan)

Bir genetik araştırmacısı, farklı habitatlardan topladığı dört canlının (W, X, Y, Z) hücre çekirdeklerindeki kalıtım materyallerini analiz ederek aşağıdaki veri tablosunu oluşturuyor.

Canlı	Kromozom Sayısı	Toplam Nükleotid Sayısı	Gen Çeşidi Sayısı	Yaşadığı Habitat Özelliği
W	48	3.2×10^9	24000	Tatlı Su
X	48	1.8×10^9	18000	Tropikal Orman
Y	78	2.5×10^9	20000	Derin Deniz Tabanı
Z	14	4.0×10^9	30000	Kurak Çöl

Öğrenci tablodaki verileri inceledikten sonra şu çıkarımları içeren bir rapor hazırlıyor:

- W ve X canlılarının kromozom sayıları eşit olduğu için bu iki canlı kesinlikle aynı türdendir ve yakın akrabadır.
- Y canlısı, kromozom sayısı en fazla olduğu için evrimsel olarak en gelişmiş ve vücut yapısı en karmaşık olan canlıdır.

Öğrencinin raporundaki bu çıkarımların ikisinin de bilimsel olarak hatalı olmasının temel nedeni aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) Canlıların gelişmişlik düzeyinin ve tür özelliklerinin kromozom sayısına göre değil, DNA zincirini oluşturan nükleotidlerin dizilimlerine ve şifreledikleri genlere bağlı olması.

B) Canlıların sahip olduğu toplam nükleotid sayısı arttıkça, bu nükleotidlerin oluşturduğu gen çeşidi sayısının ve kromozom uzunluğunun aynı oranda artma zorunluluğu olması.

C) Habitat özelliklerindeki farklılıkların, canlıların kromozom sayılarında ani değişimlere yol açarak gelişmişlik seviyesini doğrudan belirlemesi.

D) Farklı tür canlıların DNA'larında bulunan organik baz ve nükleotid çeşitlerinin birbirinden tamamen farklı özellikler göstermesi.

Açıklama: Tablodaki veriler ve genetik kurallar incelendiğinde öğrencinin hatalı akıl yürütmesi analiz edilebilir. W ve X canlılarının kromozom sayılarının aynı olması (48), onların aynı tür olduğunu veya yakın akraba olduklarını kanıtlamaz (örneğin insan ve moli balığı gibi). Benzer şekilde Y canlısının kromozom sayısının 78 olması onun daha gelişmiş olduğunu göstermez; gelişmişlik kromozom sayısı ile değil genetik şifrenin içeriği ile ilgilidir. Doğadaki tüm canlılarda 4 çeşit nükleotid bulunur, farklılığı yaratan nükleotid çeşidi değil, bu nükleotidlerin sayı, sıra ve dizilimleridir (A seçeneği doğrudur, D seçeneği 'çeşit' kavramını yanlış kullanmıştır). Tabloda Z canlısının kromozom sayısı az olmasına rağmen toplam nükleotid ve gen çeşidi sayısının fazla olduğu görülerek, veriler arasında doğrudan matematiksel bir orantı kurulamayacağı (B seçeneğindeki hata) anlaşılır. Habitat verisi soruda bilerek verilmiş çeldirici bir bilgidir ve gelişmişliği doğrudan belirlemez.

36. (5 Puan)

Canlıların kalıtsal özelliklerini belirleyen yapılar nükleotid, gen, DNA ve kromozom olarak adlandırılır. Bu yapılar hem yapısal hem de işlevsel olarak birbirleriyle sıkı bir ilişki içindedir ve hücre bölünmesi sırasında farklı formlara bürünebilirler.

Bir genetik laboratuvarında, özellikleri bilinmeyen X ve Y çok hücreli canlı türlerine ait çekirdek içi kalıtım materyalleri analiz edilerek aşağıdaki yapı tanımlamaları yapılmıştır (İki canlının da beslenme şekli ve habitatı farklıdır, X canlısının ortalama vücut kütlesi 15 kg, Y canlısınınki ise 65 kg'dır):

- **K yapısı:** Fosfat, deoksiriboz şekeri ve azotlu organik bazın birleşmesiyle oluşan en küçük birim.
- **L yapısı:** K yapılarının belirli bir dizilimle bir araya gelmesi sonucu oluşan ve canlının tek bir özelliğinin ortaya çıkmasını sağlayan görev birimi.
- **M yapısı:** Çok sayıda L yapısını içeren, çift sarmallı uzun yönetim molekülü.
- **N yapısı:** M molekülünün hücre bölünmesi öncesinde özel proteinlerle sarılarak yoğunlaşıp kısalıp kalınlaşmış hali.

Yapılan sayımlarda sağlıklı bir X canlısının vücut hücresinde 78 adet N yapısı, sağlıklı bir Y canlısının vücut hücresinde ise 46 adet N yapısı tespit edilmiştir.

Bir öğrenci bu verileri inceleyerek şu çıkarımı yapmıştır: "*X canlısının hücrelerindeki N yapısı sayısı Y'den fazla olduğuna göre; X canlısı evrimsel olarak daha gelişmiş bir türdür ve hücrelerindeki toplam K yapısı sayısı Y canlısından kesinlikle daha fazladır.*"

Öğrencinin bu çıkarımındaki mantık hatasını açıklayan en doğru değerlendirme aşağıdakilerden hangisidir?

A) Çıkarım kısmen hatalıdır; X canlısının gelişmişliği hakkında kesin yorum yapılamasa da, daha fazla N yapısına (kromozom) sahip olduğu için toplam K yapısı (nükleotid) sayısının Y'den fazla olduğu kesindir.

B) Çıkarım hatalıdır; N yapısı sadece hücre bölünmesi sırasında belirginleştiğinden canlı gelişmişliğini değil, X canlısının Y canlısına göre daha hızlı hücre bölünmesi geçirdiğini kanıtlar.

C) Çıkarım hatalıdır; N yapısının (kromozom) sayısı türden türe farklılık gösterse de, canlının gelişmişlik düzeyi veya hücresindeki toplam K yapısı (nükleotid) miktarı hakkında kesin bir gösterge olamaz.

D) Çıkarım doğrudur; N yapısı (kromozom) sayısının artması, doğrudan hücredeki M yapısı (DNA) miktarını ve L yapısı (gen) çeşitliliğini artırarak canlının daha karmaşık olmasını sağlar.

Açıklama: Sorudaki K nükleotidi, L geni, M DNA'yı ve N kromozomu temsil etmektedir. Verilen metinde yer alan canlıların kütleleri veya habitatları, öğrencinin odaklanması gereken temel genetik kuralından sapmasını sağlamak için eklenmiş çeldirici bilgilerdir. 8. sınıf müfredatında açıkça vurgulandığı üzere, kromozom sayısının (N yapısı) fazla veya az olması, canlının gelişmişlik düzeyi, vücut büyüklüğü veya hücrelerindeki toplam nükleotid (K yapısı) sayısı ile doğrudan bir orantı taşımaz (örneğin eğrelti otunun 500, insanın 46 kromozomu vardır). Bu nedenle kromozom sayısına bakılarak gelişmişlik veya nükleotid miktarı hakkında kesin bir genelleme yapılması bilimsel olarak hatalıdır. Diğer seçeneklerdeki hücre bölünme hızı veya nükleotid sayısının kesinlikle fazla olacağı gibi ifadeler yaygın kavram yanılgılarını yansıtmaktadır.

37. (5 Puan)

Bir moleküler biyoloji laboratuvarında, aynı türe ait farklı bireylerden alınan hücre örneklerindeki kalıtsal materyaller, K, L, M ve N sembolleriyle ifade edilen dört farklı organizasyon seviyesine ayrıştırılmıştır. Yapılan incelemelerde şu veriler elde edilmiştir: K seviyesindeki yapılar yalnızca hücre bölünmesi sırasında belirginleşmekte ve sağlıklı bireylerde sabit sayıda (46 adet) bulunmaktadır. L seviyesi, çekirdeğin içindeki hayatsal faaliyetleri yöneten çift sarmallı devasa yapıyı temsil etmektedir. M seviyesinde, belirli bir protein sentezinden sorumlu olan ve saç rengi, kan grubu gibi özellikleri belirleyen anlamlı bölümler yer almaktadır. N seviyesinde ise yapısında bir adet fosfat, bir adet deoksiriboz şekeri ve bir organik baz bulunduran ardışık alt birimler izole edilmiştir.

Araştırmacı, canlılar arasındaki genetik çeşitliliğin kökenini anlamak için ilk analizinde yalnızca M seviyesine odaklanmış, ancak M'nin kendi içinde varyasyon göstermesinin temel nedenini gözden kaçırdığı için bu yaklaşımının yetersiz kaldığını fark etmiştir. Farklılığın asıl kaynağının, M'yi inşa eden ve hiyerarşik sıralamada en alt basamakta yer alan yapıtaşlarının dizilim sırası ve sayısı olduğunu tespit etmiştir. Buna göre araştırmacının hatasını düzeltmek için odaklanması gereken, yapısal karmaşıklığı en az olan birim aşağıdakilerden hangisidir?

A) Nükleotid

B) DNA

C) Gen

D) Kromozom

Açıklama: Soruda kalıtsal yapıların karmaşıklığından basitliğe (Kromozom > DNA > Gen > Nükleotid) doğru hiyerarşisi, deneysel bir bağlamda kodlanmıştır. K kromozomu, L DNA'yı, M geni, N ise nükleotidi temsil eder. Öğrencinin 'anlamlı parça' (Gen) ile 'temel yapıtaşı' (Nükleotid) arasındaki farkı sentezlemesi beklenir. Araştırmacının genetik çeşitliliğin kaynağını (nükleotid dizilimi) aradığı ve karmaşıklığı en az olan, yani en küçük ve temel yapı birimine inmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu nedenle analiz edilmesi gereken temel yapı Nükleotid'dir.

38. (5 Puan)

Bir genetik mühendisi, laboratuvar ortamında yapay yollarla mutasyona uğratılmış bir canlının hücresinden alınan DNA parçasını analiz etmektedir. Yapılan taramada DNA parçası üzerinde toplam 12.000 nükleotid bulunduğu tespit edilmiştir. Ancak dizilimin üç boyutlu modeli incelendiğinde, molekülün yalnızca üç farklı bölgesinde hücresel bir aktiviteyi yönetebilen ve dış görünüme etki eden 'anlamlı şifreler' bulunduğu gözlemlenmiştir. Araştırmacı, bu gen bölgelerinin fonksiyonlarının birbirinden farklı olduğunu kanıtlamak için her bir dizilimi izole etmiş ve sonuçlarını laboratuvar günlüğüne kaydetmiştir.

Genetik mühendisinin çalışma raporundaki notlar ve kalıtım materyalinin evrensel ilkeleri dikkate alındığında, laboratuvar günlüğüne yazılan numaralanmış çıkarımlardan hangileri bilimsel olarak doğrudur?

- I. DNA molekülünün tamamı anlamlı şifrelerden oluşmaz; bu nedenle başlangıçtaki 12.000 nükleotidin tümü bu üç aktif genin yapısına katılmamış olabilir.
- II. İşlevleri birbirinden tamamen farklı olan bu üç genin her birini oluşturan nükleotid çeşitleri kesinlikle aynı olmasına rağmen, şifrelerin farklı olmasını sağlayan temel faktör bu nükleotidlerin spesifik diziliş sırası ve sayılarıdır.
- III. Bu DNA sarmallı hücre bölünmesi sırasında özel proteinlerle birleşerek kromozom adı verilen yapıya dönüştüğünde, oluşan bu yapının boyutu ve sayısı incelenerek canlının gelişmişlik düzeyi hakkında kesin bir sınıflandırma yapılabilir.

A) I ve II

B) Yalnız II

C) I, II ve III

D) Yalnız I

Açıklama: Verilen senaryo incelendiğinde, DNA üzerindeki her bölgenin bir geni (anlamalı şifreyi) temsil etmediği, işlevsiz (kodlamayan) bölgelerin de bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle tüm nükleotidlerin genlerin yapısında bulunmak zorunda olmadığı ifade edilen I. yargı doğrudur. Canlılardaki genlerin birbirinden farklı özelliklere şifre vermesi, DNA'nın yapısında bulunan dört çeşit nükleotidin (Adenin, Timin, Guanin, Sitozin) farklı sayı ve dizilişlerde bir araya gelmesinden kaynaklanır; nükleotid çeşitleri tüm genler ve canlılar için evrenseldir (II. yargı doğrudur). Kromozomlar DNA'nın özel proteinlerle paketlenmiş hali olsa da, kromozom sayısı veya boyutunun canlının gelişmişliği ya da vücut büyüklüğüyle bilimsel bir ilişkisi yoktur (III. yargı hatalıdır). Bu mantık yürütüldüğünde sadece I. ve II. ifadeler bilimsel geçerlilik taşır.

39. (5 Puan)

Kalıtsal materyallerin (Kromozom, DNA, Gen, Nükleotid) yapısal özellikleri ve hücresel işlevleri, canlılar arasındaki genetik benzerlik ve farklılıkların temelini oluşturur.

Bir adli tıp uzmanı, olay yerinde bulunan bir saç kökü hücresi ile bir şüpheliden alınan vücut hücresindeki kalıtsal yapıları laboratuvar ortamında karşılaştırmıştır. Analiz raporunda şu veriler yer almaktadır:

- K Yapısı (Kromozom): Her iki örnekte de toplam 46 adet tespit edilmiştir.
- L Yapısı (DNA): İki örneğin hücre çekirdeğinden elde edilen DNA moleküllerinin uzunlukları ve içerdikleri toplam nükleotid sayıları birbirine eşittir.
- M Yapısı (Gen): Olay yeri örneğindeki belirli bir gen bölgesi ile şüphelinin aynı gen bölgesi karşılaştırıldığında, dizilimde farklılıklar saptanmıştır.
- N Yapısı (Nükleotid): Her iki örnekte de fosfat, deoksiriboz şekeri ve dört çeşit organik bazın (A, T, G, C) bulunduğu onaylanmıştır.

Şüphelinin avukatı bu rapora dayanarak şu savunmayı yapar: *'Müvekkilimin masum olduğu açıktır. Kromozom sayıları (K), içerdikleri baz çeşitleri (N), toplam nükleotid sayıları ve DNA molekülünün uzunluğu (L) olay yerindeki örneklerle birebir aynıdır. Sadece tek bir gen (M) dizilimindeki küçük bir farklılık ölçüm hatasıdır; çünkü farklı kişilerin DNA'ları olsaydı baz çeşitlerinin veya kromozom sayılarının da farklı olması gerekirdi.'*

Avukatın bu savunmasının bilimsel olarak tamamen hatalı ve geçersiz olduğunu kanıtlayan en temel gerekçe aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kromozom sayısı (K) aynı türe ait sağlıklı bireyler arasında farklılık gösterir; olay yerindeki ve şüphelideki kromozom sayısının aynı çıkması savunmayı destekleyen, ancak gen (M) hatasını örtbas eden bir tesadüftür.

B) Sağlıklı aynı tür bireylerin kromozom sayısı, nükleotid çeşitleri ve yapılarındaki temel moleküller (fosfat, şeker) her zaman aynıdır; bireyleri birbirinden farklı kılan unsur genler (M) içindeki nükleotidlerin diziliş sırası ve sayısıdır.

C) Canlıların gelişmişlik düzeyi veya bireysel farklılıkları DNA'daki (L) organik baz çeşitliliğine bağlıdır; iki örnekte de sadece dört çeşit baz bulunması laboratuvarın hatalı bir ölçüm yaptığının kesin kanıtıdır.

D) Gen (M) dizilimleri aynı türdeki tüm bireylerde tamamen aynı olmak zorundadır; genlerdeki bu farklılık olay yerindeki örneğin farklı bir canlı türüne ait olduğunu gösterir.

Açıklama: Avukatın savunması 'Flawed Application' (Hatalı Uygulama) örneğidir. Sağlıklı her insanın vücut hücrelerinde 46 kromozom bulunur ve DNA'nın yapı birimi olan nükleotidler her insanda aynı fosfat, aynı deoksiriboz şekeri ve aynı 4 çeşit organik bazdan oluşur. Bireylerin birbirinden farklı olmasını sağlayan temel biyolojik kural, nükleotidlerin DNA (ve gen) üzerindeki diziliş sırası ve sayılarının farklı olmasıdır. Avukat, tüm insanlarda zaten aynı olan genel yapısal özelliklerin (kromozom sayısı, baz çeşidi) benzerliğini kişisel eşleşme gibi sunarak bilimsel bir yanılgıya düşmüştür. Doğru çıkarım, gen dizilimindeki farklılığın bu örneklerin farklı bireylere ait olduğunu kesin olarak kanıtlamasıdır.

40. (5 Puan)

Bir genetik laboratuvarında, gelişmiş bir canlı hücresinden izole edilen kalıtsal materyaller yapısal karmaşıklıklarına göre K, L, M ve N olmak üzere dört farklı fraksiyona ayrılmıştır:

- K: Yapısında inorganik fosfat, beş karbonlu şeker ve azotlu organik baz bulunan, genetik dizilimin en küçük harfi niteliğindeki molekül.
- L: K birimlerinin belirli bir şifreye göre dizilmesiyle oluşan ve hücrede spesifik bir karakterin (örneğin saç rengi) ortaya çıkmasını sağlayan bölge.
- M: İçerisinde L gibi birbirinden farklı işlevlere sahip binlerce bölgeyi kesintisiz olarak barındıran sarmal dev molekül.
- N: Sadece hücre bölünmesi evresinde belirginleşen, M molekülünün özel proteinlerle sıkıca katlanıp paketlenmesiyle oluşan yapı.

Bir araştırmacının bu fraksiyonlar üzerinde yaptığı analizlere dair oluşturduğu rapordaki aşağıdaki çıkarımlardan hangileri doğrudur?

- I. L bölgesi M molekülünün anlamlı bir parçası, K ise bu parçanın yapı taşıdır; dolayısıyla canlılar arasındaki özellik farklılıkları K birimlerinin L bölgelerindeki dizilim ve sayısından kaynaklanır.
- II. Yapısal büyüklük hiyerarşisi gereği, tek bir L bölgesinde bulunan K birimi *çeşidi* sayısı, M molekülünün tamamında bulunan K birimi *çeşidi* sayısından kesinlikle daha azdır.
- III. Hücrenin olağan yaşam döngüsünde kalıtsal bilgi M formunda işlev gösterirken, bölünme öncesinde M yapısı eşlenip protein kılıfla sarılarak daha karmaşık olan N formuna dönüşür.

A) I ve III

B) Yalnız I

C) I, II ve III

D) I ve II

Açıklama: Verilen tanımlamalara göre K nükleotidi, L geni, M DNA'yı ve N kromozomu temsil etmektedir. I. öncüldeki ifade doğrudur; genlerin ve canlıların birbirinden farklı olmasının temel nedeni nükleotidlerin sayı ve dizilişlerindeki farklılıktır. II. öncül yanlıştır; çünkü 'çeşit' sayısı her iki durumda da aynıdır (Adenin, Timin, Guanin ve Sitozin olmak üzere 4 çeşittir), gen ile DNA arasındaki boyut farkı çeşit sayısını değil toplam molekül sayısını etkiler. III. öncül doğrudur; DNA (M) hücrenin normal faaliyetlerini yönetirken kromatin iplik formundadır, bölünme sırasında eşlenerek protein kılıfla birleşir ve kromozomlara (N) dönüşür. Bu nedenle doğru cevap I ve III'ü içeren seçenektir.

41. (5 Puan)

Bir öğrenci, genetik yapıların ilişkisini araştırmak için dört farklı canlıdan (K, L ve M bitkileri ile T böceği) alınan hücreleri inceliyor. Öğrencinin laboratuvar defterindeki veriler şu şekildedir:

- K bitkisinin yaprak hücresinde 24 kromozom bulunmuş ve DNA ağırlığı 10 mikrogram ölçülmüştür.
- L bitkisinin kök hücresinde 48 kromozom bulunmuş ve DNA ağırlığı 15 mikrogram ölçülmüştür.
- M bitkisinin polen (üreme) hücresinde 24 kromozom tespit edilmiştir.
- T böceğinin kas hücresinde 48 kromozom bulunmuştur.

Öğrenci, her canlının belirli bir karakterini kodlayan 'P geni' bölgesindeki nükleotid sayılarını saydığında her birinde 1200 ile 1500 arasında nükleotid bulunduğunu, adenin sayısının her zaman timin sayısına eşit olduğunu doğruluyor.

Deneyi yapan öğrencinin oluşturduğu hipotezleri inceleyen öğretmeni, öğrencinin verileri yorumlamasında bir mantık hatası bulmuştur. Buna göre öğrencinin yaptığı aşağıdaki çıkarımlardan hangisi eldeki verilere veya kalıtım kurallarına kesinlikle terstir?

A) K ve L bitkilerinin aynı türe ait olmadığı kesindir; ancak bir özellik bakımından taşıdıkları genin uzunluğu aynı olabilir.

B) M bitkisi T böceği ile aynı kromozom sayısına sahip olmasına rağmen tamamen farklı bir yapıdadır; çünkü bu canlıların tüm genlerindeki nükleotid dizilimleri birbirinden farklıdır.

C) L ve M bitkilerinde P geni tamamen aynı nükleotid dizilimine sahip olsa bile kromozom sayıları farklı olduğu için akraba olamazlar.

D) K bitkisinin boy uzunluğunu belirleyen P geni, T böceğindeki vücut rengini belirleyen geni oluşturan yapı birimi çeşitleriyle aynı yapı birimlerine sahiptir.

Açıklama: Tüm canlıların DNA'sı aynı dört çeşit nükleotidden oluşur (A). Farklı türler aynı sayıda kromozom taşıyabilir ancak benzerlik derecesi nükleotid dizilimine bağlıdır. Farklı türlerdeki canlıların (T böceği ve M bitkisi gibi) tüm genlerindeki dizilimlerin tamamen farklı olduğunu söylemek yanlıştır; solunum enzimleri gibi ortak genler çok benzer olabilir. Soru, tersten bir değerlendirme ve çıkarımlardaki hata tespitini istemektedir. K ve L farklı kromozom sayılı olduklarından kesinlikle farklı türdür ancak aynı uzunlukta gene sahip olabilirler. DNA ağırlıkları, tür veya karmaşıklıkla ilgili karar vermek için yanıltıcı bir 'gürültü' verisidir.

42. (5 Puan)

Bir genetik laboratuvarında, aynı türe ait sağlıklı iki farenin (Fare X ve Fare Y) hücre çekirdeklerinden K, L ve M olarak adlandırılan üç farklı yapı izole edilerek şu veriler elde ediliyor:

- **K yapısı:** Bölünme öncesi kısalıp kalınlaşarak belirginleşen, etrafı özel proteinlerle sarılı en karmaşık genetik yapıdır.
- **L yapısı:** İçeriğinde deoksiriboz şekeri, fosfat ve dört çeşit organik baz (A, T, G, C) bulunan çift sarmallı ana moleküldür.
- **M yapısı:** L molekülünün üzerinde yer alan ve farelerde kürk rengi pigmentinin üretilmesinden sorumlu olan şifreli görev birimidir.

Fare X siyah kürklü, Fare Y ise beyaz kürklüdür. Bir araştırmacı bu durumu açıklamak için şu çıkarımı yapıyor: *"Fare X ve Y'nin farklı kürk renklerine sahip olmasının sebebi; Fare X'in hücrelerindeki K yapısı sayısının Fare Y'den farklı olması ve her iki farenin L molekülündeki şeker moleküllerinin dizilişinin değişiklik göstermesidir."*

Araştırmacının çıkarımındaki hatalar ve izole edilen yapıların (K, L, M) gerçek özellikleri dikkate alındığında, aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi bilimsel olarak doğrudur?

- A) Araştırmacının çıkarımı eksiktir; farklılığın asıl sebebi K yapısını saran protein kılıfın yapısı ile M yapısındaki genetik kodun L yapısından tamamen bağımsız olarak kopyalanmasıdır.
- B) Araştırmacının çıkarımı doğrudur; hücre bölünmesi sırasında K yapısının sayısı değişerek kalıtsal varyasyonlara neden olur ve M yapıları protein kılıflarla etkileşime girerek yeni genleri sentezler.
- C) Araştırmacının K yapısı hakkındaki yorumu yanlış, L yapısı hakkındaki yorumu doğrudur; kürk rengini belirleyen temel faktör DNA zincirindeki deoksiriboz şekerlerinin ve fosfatların dizilişindeki farklılıklardır.

D) Araştırmacının çıkarımı tamamen yanlıştır; aynı türe ait farelerin K sayıları aynıdır. Kürk rengindeki farklılık, L yapısındaki şeker diziliminden değil, M yapısını oluşturan nükleotidlerin sayı ve sırasının farklı olmasından kaynaklanır.

Açıklama: Metinde bahsedilen K yapısı kromozom, L yapısı DNA, M yapısı ise gendir. Aynı türe ait sağlıklı bireylerin (Fare X ve Fare Y) kromozom (K) sayıları aynıdır; bu nedenle kromozom sayısının farklı olması tür içi çeşitliliğin (farklı kürk rengi) sebebi olamaz. Ayrıca DNA (L yapısı) molekülünde şeker ve fosfat moleküllerinin dizilimi her canlıda aynıdır ve dış omurgayı oluşturur. Canlılar arasındaki farklılık (göz rengi, kürk rengi vb.), genleri (M yapısı) oluşturan nükleotidlerin (organik bazların) sayı ve dizilimlerinin birbirinden farklı olmasıdır. Çıkarımdaki her iki gerekçe de bilimsel olarak hatalıdır.

43. (5 Puan)

Bir biyoloji araştırmacısı, laboratuvarında analiz ettiği insan deri hücresine ait kalıtsal materyalleri işlevlerine göre K, L, M ve N olarak etiketleyip aşağıdaki özellikleri kaydetmiştir:

- **K:** Sadece hücre bölünmesi sırasında gözlemlenebilen, özel proteinlerle sarılmış en yoğun form.
- **L:** Saç rengi, göz rengi gibi belirli bir karakterin ortaya çıkmasını sağlayan ve işlevsel şifreler taşıyan bölüm.
- **M:** Yapısında fosfat, deoksiriboz şekeri ve organik baz bulunduran en temel fiziksel yapı taşı.
- **N:** Hücrenin tüm yaşamsal faaliyetlerini yöneten ve bölünebilme talimatını veren çift sarmallı dev molekül.

Araştırmacı, bu yapıların hiyerarşik ilişkilerini öğrenmekte zorlanan bir öğrencinin tasarladığı fiziksel iç içe geçme (matruşka) modelini incelemektedir. Öğrenci, modeli tasarlarırken yapıların hangisinin diğerini kapsadığına dair bir mantık hatası yapmıştır.

Buna göre, aşağıdakilerden hangisi öğrencinin kalıtsal yapıların büyüklük ve kapsam hiyerarşisini yanlış kurduğunu (kavramsal bir hata yaptığını) kesin olarak gösterir?

- A) N yapısını modellemek için, dört farklı renkteki M yapılarından on binlercesini ardışık ve karşılıklı sarmallar şeklinde dizmesi.
- B) L yapısının uzunluğunu belirlerken, M yapılarının sadece belirli bir proteini ve karakteri şifreleyecek sayıdaki bir aralığını gruplandırması.

C) Saç rengi veya kan grubu gibi farklı kalıtsal karakterlerin karmaşıklığını göstermek için, her bir L yapısının içerisine o canlının tüm şifrelerini barındıran tam bir N yapısı yerleştirilmesi.

- D) K yapısının yalnızca hücre bölünmesi öncesinde belirginleştiğini göstermek için, N yapısını temsil eden uzun ipleri özel protein makaralarına sararak yoğunlaştırması.

Açıklama: Verilen bilgiler ışığında yapıların kimlikleri şöyledir: K = Kromozom, L = Gen, M = Nükleotid, N = DNA. Kalıtsal materyaller karmaşıklık ve büyüklük sırasına göre (büyükten küçüğe) Kromozom > DNA > Gen > Nükleotid şeklinde sıralanır. DNA, canlıya ait tüm kalıtsal özellikleri barındıran dev molekül iken; gen, DNA üzerindeki belirli bir karakteri kodlayan çok daha küçük ve işlevsel parçalardır. Bu nedenle genlerin (L) içerisine bütün bir DNA'nın (N) yerleştirilmesi, parçanın bütünü kapsadığını varsaymak anlamına gelir ki bu durum yapısal hiyerarşiye tamamen aykırıdır. Nükleotidlerin dizilerek DNA'yı oluşturması veya DNA'nın proteinlerle kromozomu oluşturması ise biyolojik gerçeklikle birebir uyuşan doğru modelleme yaklaşımlarıdır.

44. (5 Puan)

Bir genetik laboratuvarında $2n=46$ kromozomlu sağlıklı bir hücreden (pH: 7.4, Sıcaklık: 37°C koşullarında) saf olarak izole edilen genetik materyaller dört farklı tüpe (K, L, M, N) paylaştırılmıştır. Araştırmacı, bu tüplere genetik materyallerin yapısındaki farklı kısımları ayırtıran üç farklı enzim uyguladığında şu bulguları elde etmiştir:

- 1. Enzim: Genetik materyali paketleyen dış protein kılıfını parçalayarak eritir.
- 2. Enzim: Uzun sarmal nükleik asit ipliğini, sadece canlıya ait belirli bir karakterin (göz rengi, boy uzunluğu vb.) üretiminden sorumlu anlamlı parçalara böler.
- 3. Enzim: Anlamlı bölgeleri oluşturan en temel alt birimlerin arasındaki kimyasal bağları kopararak serbest fosfat, şeker ve organik bazların açığa çıkmasını sağlar.

Tüplerde şu olaylar gözlemlenmiştir:

- L tüpündeki yapıya 1. enzim eklendiğinde paketli yapı çözülerek M tüpündeki uzun ve çıplak sarmal iplikler ortaya çıkmıştır.
- M tüpündeki ipliklere 2. enzim uygulandığında sarmal parçalanarak K tüpündeki karakter taşıyıcı kısa bölgeler elde edilmiştir.
- K tüpündeki yapıya 3. enzim uygulandığında yapısı tamamen bozulmuş ve en temel kalıtsal birimler olan N yapıları tekli halde serbest kalmıştır.

Yapılan bu enzim deneyi sonuçlarına göre; K, L, M ve N tüplerindeki genetik materyallerin basitten karmaşığa (küçükten büyüğe) doğru sıralanışı ve yapıların özellikleri ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Sıralama $N < M < K < L$ şeklindedir. M yapısı canlıya ait kalıtsal özelliklerin şifrelendiği en küçük görev birimi olup, sadece hücre bölünmesinden önce L'ye dönüşür.
- B) Sıralama $K < N < M < L$ şeklindedir. K yapısı organik baz, şeker ve fosfattan oluşan hücredeki en temel yapı taşıdır ve birleşerek N yapılarını oluşturur.
- C) Sıralama $L < M < K < N$ şeklindedir. L yapısı kılıfsız sarmal iplik olarak en alt karmaşıklık düzeyini temsil eder ve yapısında binlerce M bölgesi bulunur.

D) Sıralama $N < K < M < L$ şeklindedir. N yapısında bulunan organik bazların çeşidi ve dizilişi, K yapısının taşıdığı kalıtsal karakter şifresini doğrudan belirler.

Açıklama: Öğrencinin, deney verilerini analiz ederek tüplerdeki genetik materyalleri saptaması beklenmektedir. 1. enzim kılıfı çözdüğüne göre, L tüpündeki protein kılıflı yapı kromozomdur. Kılıf çözüldüğünde ortaya çıkan çıplak sarmal yapı (M tüpü) DNA'dır. 2. enzim uzun DNA sarmalını görev birimlerine bölüyorsa, açığa çıkan şifreli anlamlı bölgeler (K tüpü) genlerdir. 3. enzim genleri en alt yapı birimlerine ayırarak baz ve şekerleri serbest bırakıyorsa, bu parçalanmış yapılar (N tüpü) nükleotidlerdir. Karmaşıklık (büyüklük) hiyerarşisine göre küçükten büyüğe sıralama Nükleotid (N) < Gen (K) < DNA (M) < Kromozom (L) olmalıdır. N yapısındaki (nükleotid) baz dizilimi, K yapısındaki (gen) şifrenin özelliğini belirler.

45. (5 Puan)

Kalıtsal materyalin yapısı (nükleotid, gen, DNA, kromozom) belirli bir organizasyon hiyerarşisi içinde bulunur. Farklı türlerdeki organizmaların genetik yapıları incelendiğinde bu hiyerarşik yapıdaki benzerlik ve farklılıklar canlıların özelliklerini belirler.

Bir araştırmacı X ve Y canlı türlerinin kromozom sayılarını sırasıyla 46 ve 46 olarak tespit etmiştir. Araştırmacının raporunda yer alan aşağıdaki hipotezlerden hangisi yanlıştır?

- A) X ve Y canlılarının DNA'larındaki nükleotid çeşitleri tamamen aynıdır.
- B) X ve Y canlılarının DNA'larındaki gen sayılarının ve uzunluklarının farklı olması, onların farklı türler olmasını sağlar.
- C) X ve Y canlılarında nükleotidlerin diziliş sırası veya sayısındaki farklılıklar hücresel özelliklerini etkiler.

D) Kromozomların yapısında bulunan protein kılıflar X ve Y canlılarında genetik şifrenin farklı olmasının temel nedenidir.

Açıklama: X ve Y canlılarının kromozom sayıları aynı olsa da (örneğin insan ve moli balığı) farklı türler olmalarının nedeni nükleotid dizilimlerinin (şifrelerinin) farklı olmasıdır. Bütün canlılarda nükleotid çeşitleri (Adenin, Timin, Guanin, Sitozin) aynıdır. Ancak kromozom yapısında bulunan protein kılıf (histon proteini) genetik şifreyi taşımaz veya canlılar arası farklılığa neden olmaz; şifre DNA'nın nükleotid diziliminde gizlidir. Bu nedenle D seçeneği hatalıdır.

46. (5 Puan)

Canlıların belirli çevre koşullarında yaşama ve üreme şansını artıran ve genetik yapıda bulunup nesilden nesile aktarılan özelliklere adaptasyon denir. Çevre şartlarının (sıcaklık, besin, ışık vb.) etkisiyle genlerin işleyişinde meydana gelen ve kalıtsal olmayan fenotipik değişikliklere ise modifikasyon adı verilir. Bir değişimin adaptasyon olabilmesi için kalıtsal olması şarttır.

Su pireleri (Daphnia), çevrelerinde avcı balıkların bulunduğunu gösteren kimyasal maddeleri algıladıklarında baş kısımlarında sert bir kask (zırh) yapısı geliştirirler. Bu kask, su piresinin avcılar tarafından yutulmasını zorlaştırır ve hayatta kalma oranını ciddi ölçüde artırır. Bir araştırmacı bu durumu laboratuvar ortamında gözlemledikten sonra yayınladığı makalesinde şu hipotezi öne sürmüştür: 'Çevresel faktörlerin (avcı baskısı, sıcaklık vb.) etkisiyle canlıda sonradan ortaya çıkan ve yaşama şansını artıran tüm özellikler, canlının DNA dizilimini değiştirerek kalıcı hale gelir ve yavrulara adaptasyon olarak aktarılır.' Araştırmacının bu hipotezi, canlıların çevreye uyum mekanizmalarıyla ilgili temel bir bilimsel yanlıgı içermektedir. Buna göre, aşağıdaki deney sonuçlarından hangisi araştırmacının hipotezinin kesinlikle hatalı olduğunu ispatlamak için tek başına yeterlidir?

A) Avcı balıkların bulunduğu ortamda kask geliştiren su pireslerinin, avcılarının tamamen çıkarıldığı temiz bir ortama alınıp çoğaltıldığında doğan yeni yavrularının kasksız (zırhsız) olması.

B) Kask geliştiren su pireslerinin, zırh üretimini için harcadıkları fazla metabolik enerji nedeniyle kasksız su pireslerine kıyasla üreme hızlarının ve yavru sayılarının daha düşük olması.

C) Avcı balıkların bulunduğu suya eklenen yapay bir kimyasalın, su pireslerinde mutasyona sebep olarak gen işleyişini bozması ve yeni nesillerde kask oluşumunu engellemesi.

D) Kask geliştirmeyen su pireslerinin, avcı balık sayısının yüksek olduğu ortamlarda kasklı bireylere göre çok daha kısa sürede avlanarak popülasyondan elenmesi.

Açıklama: Soruda araştırmacı, sonradan kazanılan ve fayda sağlayan (hayatta kalmayı artıran) modifikasyonların DNA dizilimini değiştirerek kalıtsal bir adaptasyona dönüştüğünü iddia ederek hatalı bir çıkarım yapmıştır. Bir hipotezin yanlışlığını kanıtlamak için, öne sürülen temel iddianın (değişimin yavrulara kalıtsal olarak aktarıldığı iddiası) aksini gösteren bir bulgu gerekir. A seçeneğinde, kasklı su pirelerinin yavrularının avcısız ortamda kasksız doğması, bu faydalı değişimin gen yapısını (DNA dizilimini) değiştirmediğini, sadece çevresel bir etkiyle genin işleyişini değiştiren geçici bir modifikasyon olduğunu kesin olarak kanıtlar ve hipotezi çürütür. D seçeneği doğal seçilimi ve faydayı doğrular ancak kalıtımı test etmez. C seçeneği çevresel kimyasalların yol açtığı mutasyonlarla ilgilidir, doğal uyum sürecini test etmez. B seçeneği ise kazanılan özelliğin enerji maliyetiyle ilgilidir ve hipotezin kalıtım iddiasına yönelik bir kanıt sunmaz.

47. (5 Puan)

Bir ekolog ve bir genetik uzmanı, ürettikleri yapay bir simülasyonda K, L ve M isimli uc farklı kurmaca canlı turunun somatik (vücut) hücrelerindeki genetik verileri aşağıdaki gibi modellemişlerdir: K Turu (46 kromozom, 3 milyar toplam nükleotid, 20.000 adet gen, Karasal Habitat), L Turu (46 kromozom, 1.5 milyar toplam nükleotid, 15.000 adet gen, Sucul Habitat), M Turu (78 kromozom, 2.4 milyar toplam nükleotid, 18.000 adet gen, Karasal Habitat). Verilen tüm sayılar bir hücredeki sağlıklı bir DNA seti (çekirdek) içindir ve hücre bölünmesi aşamasından önceki duruma aittir.

Tablodaki ekolojik ve genetik verileri kalıtsal materyalin (nükleotid-gen-DNA-kromozom) organizasyon prensipleriyle birleştirerek çıkarım yapan öğrencilerden hangisinin ulaştığı sonuç, verilen hiyerarşik sistem ve bilimsel gerçeklerle celismektedir?

A) K turunun hücre çekirdeğindeki bir kromozomun içerdigi ortalama DNA zinciri uzunluğu ve taşıyabileceği nükleotid miktarı, M turunun bir kromozomunun taşıyacağı ortalama miktardan daha fazladır.

B) K ve L türlerinin sağlıklı hücrelerindeki kromozom sayıları birebir aynı olduğu için, hücre bölünmesi dışındaki yasal faaliyetleri yöneten gen bölgelerindeki nükleotid dizilimleri de kesinlikle yüksek oranda birbirinin aynısıdır.

C) M turunun kromozom sayısının K turundan fazla olması, onun hücresel veya bedensel fonksiyonlarının daha gelişmiş olduğunu göstermez; aksine gen ve toplam nükleotid verileri dikkate alındığında kalıtsal bilgisinin K'dan daha sınırlı olduğu söylenebilir.

D) L turunun genetik materyalinde sadece gen olarak adlandırılan bölgelerde yer alan deoksiriboz şekerlerinin toplam sayısı, hiçbir zaman 1.5 milyar değere ulaşamaz çünkü DNA zincirinde herhangi bir protein kodlamayan gen dışı nükleotid bölgeleri de bulunur.

Açıklama: İki farklı türün kromozom sayılarının aynı olması, onların genetik yapılarının, gen sayılarının veya nükleotid dizilimlerinin aynı veya çok benzer olduğu anlamına gelmez (örneğin moli balığı ve insan). Kromozomlar sadece DNA moleküllerinin özel proteinlerle paketlenmiş yapılarıdır. Kromozom sayısı benzerliğine dayanarak gen dizilimlerinin eşit olduğunu savunmak kromozom yapısının işlevini yanlış yorumlamaktır. Ayrıca ortalama uzunluk toplam nükleotidlerin kromozom sayısına bölünmesiyle kıyaslanabilir (3 milyar / 46 değeri 2.4 milyar / 78 değerinden büyüktür). Genler, DNA molekülünün sadece anlamlı parçaları olduğu için genlerdeki toplam organik baz, şeker veya fosfat sayısı, tüm DNA'dakinden daima daha azdır. Ek olarak kromozom sayısının çokluğu veya habitat bilgisi gibi veriler, canlınin gelişmişliği hakkında doğrudan gösterge değildir.

48. (5 Puan)

Bir genetik laboratuvarında araştırmacılar K, L ve M canlılarından aldıkları sağlıklı vücut hücrelerini inceleyerek şu bulguları raporlamışlardır:

1. K canlısının kas hücresinde 48 kromozom, L canlısının yaprak hücresinde 48 kromozom, M canlısının epitel hücresinde ise 120 kromozom tespit edilmiştir.
2. K ve L canlılarında enerji üretimiyle ilgili aynı işlevden sorumlu bir gen bölgesi analiz edildiğinde; K'daki genin 1200 nükleotidten (300 Adenin, 300 Guanin), L'deki genin ise yine 1200 nükleotidten (200 Adenin, 400 Guanin) oluştuğu saptanmıştır.

Ekip başkanı bu verilere dayanarak şu sonucu açıklamıştır: *'K ve L canlılarının hem kromozom sayıları eşittir hem de incelenen genin uzunluğu aynıdır; bu nedenle K ve L çok yakın akrabadır ve aynı proteini sentezlerler. M canlısı ise 120 kromozoma sahip olduğu için aralarındaki en gelişmiş ve karmaşık yapıya sahip canlıdır.'*

Buna göre araştırma ekibinin raporundaki bilimsel yanlışların temel nedeni aşağıdakilerden hangisinde en doğru açıklanmıştır?

A) Farklı türlerin kromozom sayıları ve genlerindeki toplam nükleotid sayıları aynı olsa bile dizilimleri farklı olduğundan farklı özellikler taşırlar; ayrıca kromozom sayısının fazlalığı canlı gelişmişliğinin bir ölçütü değildir.

B) K ve L canlılarının nükleotid oranları (A/T ve G/C) farklı olduğu için DNA'larında bulunan nükleotid çeşitleri birbirinden tamamen farklıdır; bu yüzden K ve L'nin akraba olduğu söylenemez.

C) K canlısı kas hücresi (hayvan), L canlısı ise yaprak hücresi (bitki) taşıdığından kromozomlarındaki organik baz çeşitleri tamamen farklıdır; gelişmişlik ise gen sayısına değil baz çeşidine bağlıdır.

D) Kromozom sayısı fazla olan M canlısının hücre hacminin de daha büyük olması gerekir; K ve L canlılarının ise kromozom ve gen uzunlukları aynı olduğundan akrabalık dereceleri kesinlikle çok yüksektir.

Açıklama: Araştırmacının sonucunda iki temel hata vardır. Birincisi, kromozom sayısının ve gendeki toplam nükleotid sayısının aynı olması canlıların yakın akraba olduğunu veya aynı proteini sentezleyeceğini göstermez; önemli olan nükleotidlerin dizilimidir. K ve L'deki adenin ve guanin sayıları farklı olduğu için dizilimlerin (dolayısıyla genetik kodun) farklı olduğu kesindir. İkincisi, canlıların gelişmişlik düzeyi ile kromozom sayısı arasında hiçbir bilimsel ilişki yoktur (M canlısının 120 kromozomu olması onun daha gelişmiş olduğunu kanıtlamaz). Seçeneklerde nükleotid çeşidi farklılığı öne süren veya kromozom sayısını hacim/çeşitlilik ile bağdaştıran ifadeler kavram yanılgısı içermektedir.

49. (5 Puan)

Bir genetik araştırmacısı, bölünme evresinde olan bir hücrenin çekirdeğinden kılıf proteinleriyle sarılmış karmaşık bir 'K' yapısını izole etmiştir. Araştırmacı K yapısına özel bir protein çözücü enzim eklediğinde, kılıf erimiş ve sarmal yapılı uzun bir 'L' molekülü açığa çıkmıştır. Daha sonra L molekülü haritalanarak, canlının belirli özelliklerinin (örneğin kan grubu) ortaya çıkmasından sorumlu olan anlamlı 'M' bölgeleri belirlenmiştir. Son aşamada M bölgeleri özel enzimlerle tamamen yapıtaşlarına parçalandığında; ortamda eşit sayıda deoksiriboz şekeri ile inorganik fosfat molekülleri ve bu sayının dörtte biri kadar da adenin, timin, guanin, sitozin içeren 'N' birimleri tespit edilmiştir. Bütün analiz boyunca ortamın pH ve ATP dengesi sabit tutulmuştur.

Elde edilen analiz verileri ve kalıtsal yapıların özellikleri dikkate alındığında, araştırmacının aşağıdaki değerlendirmelerinden hangisi kesinlikle doğrudur?

A) Canlıya ait yaşamsal faaliyetlerin yönetim ve kalıtım bilgisi, L molekülü üzerindeki M bölgelerini oluşturan N birimlerinin spesifik sayı ve dizilimlerinde saklıdır.

B) M bölgelerinin birbirinden farklı kalıtsal özellikleri şifrelemesi, yapısındaki N birimlerini birbirine bağlayan şeker ve fosfat moleküllerinin farklı oranlarda dizilmesinden kaynaklanır.

C) Sadece tek bir M bölgesinin tam olarak parçalanması sonucu açığa çıkan toplam N birimi sayısının, başlangıçtaki K yapısının barındırdığı toplam L molekülü sayısına eşit olması zorunludur.

D) L molekülü K yapısına dönüşürken, yapısındaki N birimlerinin toplam sayısı ve çeşidi değişerek yepyeni genetik şifrelerin (M) oluşması sağlanır.

Açıklama: Metindeki deney verileri geriye doğru incelendiğinde sırasıyla yapıların; N'nin Nükleotid, M'nin Gen, L'nin DNA ve K'nin Kromozom olduğu anlaşılır. Kromozom oluşumu DNA'nın (L) sadece protein kılıfla sarılıp katlanması olayıdır; bu esnada nükleotid dizilimi, sayısı ya da şifresi değişmez, dolayısıyla yeni genetik şifre oluşumu iddiaları yanlıştır. Farklı gen (M) bölgelerinin oluşması ve genetik çeşitliliğin temeli şeker veya fosfat oranlarından değil, nükleotidlerin (N) diziliş ve sayısındaki farklılıktan gelir (şeker ve fosfat her zaman 1:1 oranındadır). Ayrıca bir tek gen molekülü bile yüzlerce nükleotid (N) içerirken, bir kromozom genelde tek bir devasa DNA (L) ipliğinden oluşur; dolayısıyla nükleotid sayısının DNA sayısına eşit olduğu çıkarımı hatalıdır. Biyolojik yönetim ve kalıtımın şifreleri, DNA (L) üzerindeki genleri (M) oluşturan nükleotid (N) diziliminde saklıdır ifadesi doğrudur.

50. (5 Puan)

Bir genetik araştırmacısı, laboratuvar ortamında incelediği çok hücreli bir canlıdan izole ettiği X, Y, Z ve W yapıları hakkında şu gözlem kayıtlarını almıştır:

- X yapısı: Y molekülünün özel proteinlere sarılarak yoğunlaşmasıyla yalnızca hücre bölünmesi evresinde mikroskopta görünür hale gelen en karmaşık yapıdır.
- Y yapısı: Canlının tüm hayatsal faaliyetlerini yöneten çift zincirli sarmal yapıdaki ana moleküldür.
- Z yapısı: Canlıya ait tüy rengi, kan grubu gibi belirli bir karakterin ortaya çıkmasından sorumlu olan bilgi şifresidir.
- W yapısı: Ortamda serbest olarak bulunan ve Y yapısının kendini hatasız kopyalaması (eşlenmesi) işlemi sırasında tüketildiği için sitoplazmadaki sayısı hızla azalan en temel yapıdır.

Bir öğrenci, bu deney verilerini kullanarak canlıların genetik materyallerinin görevleri ve hücre içindeki dinamikleri üzerine çeşitli analizler yapmaktadır.

Verilen bulgular ve genetik yapıların hiyerarşisi dikkate alındığında, öğrencinin yaptığı aşağıdaki çıkarımlardan hangisi genetik varyasyon ve molekül ilişkisi konusunda bir kavram yanlışlığına (mantık hatasına) dayanmaktadır?

- A) Z yapısı, W moleküllerinin kendine özgü bir dizilimle bir araya gelmesiyle oluşan, Y molekülünün anlamlı ve görevli bir parçasıdır.
- B) W yapısının taşıdığı kimyasal bilginin Z yapısına, oradan da spesifik bir fiziksel özelliğe dönüşebilmesi için W'yi oluşturan organik bazların spesifik dizilimi belirleyicidir.
- C) Hücre bölünmesine hazırlık evresinde Y yapısı kendi kopyasını oluştururken, sitoplazmadan çekirdeğe geçiş yapan W yapılarının miktarı artış gösterir.

D) Aynı türe ait ancak birbirinden farklı görünüme sahip sağlıklı bireylerde, bu fiziksel farklılığın temel nedeni hücrelerindeki X yapılarının toplam sayısının farklı olmasıdır.

Açıklama: Veriler analiz edildiğinde yapıların kimlikleri deşifre edilebilir: X kromozomu, Y DNA'yı, Z geni, W ise nükleotidi temsil etmektedir. Nükleotidler (W) DNA eşlenirken sitoplazmadan çekirdeğe girerek kullanıldıkları için sitoplazmada azalır. Genler (Z) nükleotidlerin belirli bir düzende dizilmesiyle oluşan DNA'nın görev birimleridir ve fiziksel özellikleri (karakterleri) belirler. Ancak aynı türe ait sağlıklı bireylerin (örneğin insanların) tamamında kromozom sayısı (X) aynıdır. Bireylerin birbirinden farklı görünmesinin nedeni kromozom sayısındaki farklılık değil, DNA üzerindeki genleri oluşturan nükleotid dizilimlerinin (şifrelerin) farklı olmasıdır. Dolayısıyla farklı görünümü kromozom sayısına bağlamak hatalı bir mantık kurmaktır.