

Genetik Bilimi, Kalıtım ve Biyoteknolojik Uygulamalar



Açık Uçlu Sorular

1. (0 Puan)

Bir araştırmacı, aynı genetik yapıya sahip olan sirke sineği larvalarını (A) ve Himalaya tavşanlarını (B) incelemektedir. A grubu sinekler radyasyona maruz bırakılırken 25°C'de, B grubu tavşanların sırt bölgesindeki tüyler kesilip o bölgeye 30 gün boyunca buz aküsü bağlanarak günde 2 saat direkt güneş ışığına (UV hariç) maruz bırakılmaktadır. Deney sonunda, A grubunda bazı sineklerin kıvrık kanatlı olduğu ve bu sineklerden üreyen yavruların radyasyon olmasa dahi %10'unda bu özelliğin görüldüğü tespit ediliyor. B grubunda ise tavşanların sırtında siyah tüylerin çıktığı, ancak bu siyah tüylü tavşanlardan üreyen yavruların sıcak ortamda tutulduğunda tamamen beyaz tüylü doğdukları gözlemleniyor. Deneyde ayrıca larvaların ağırlıklarında farklılıklar kaydedilmiştir. Bu verilerden hareketle, A ve B gruplarında gerçekleşen değişimlerin mutasyon mu yoksa modifikasyon mu olduğunu belirleyerek, DNA'nın yapısı (genotip), çevresel etkenlerin kalıcılığı ve yavru döllere aktarım süreçleri açısından çok adımlı nedensel ilişkileri analiz ediniz.

Doğru Cevap:

A grubundaki sirke sineklerinde radyasyon sonucu kıvrık kanat oluşumu ve bunun yavru döllere aktarılması, DNA'nın nükleotid diziliminde kalıcı bir değişikliğin (mutasyonun) meydana geldiğini ve bu değişimin üreme hücrelerini de etkilediğini gösterir. Larva ağırlığındaki fark gibi detaylar doğrudan bu kalıtsal değişimi açıklamak için değil, farklı çevresel etkenlerin olası diğer modifikasyon etkileridir. B grubundaki tavşanlarda düşük sıcaklığın etkisiyle genlerin sadece işleyişinde meydana gelen (modifikasyon) değişim sonucu siyah tüyler çıkmış, fakat bu genetik yapıda (DNA'da) değil gen işleyişinde olduğu için yavru döllere aktarılmamış ve sıcak ortamda genin eski çalışması (beyaz tüylülük) geri dönmüştür.

Değerlendirme Kriteri:

Öğrenciden, sirke sineği ve tavşan deneylerindeki verileri sentezleyerek, radyasyonun üreme hücresindeki DNA dizilimi üzerindeki kalıcı etkisi (mutasyon) ile buz aküsünün gen işleyişindeki geçici ve kalıtsal olmayan etkisi (modifikasyon) ayrımını kavraması beklenmektedir. Gün ışığı ve larva ağırlığı gibi çeldirici veriler, öğrencinin sadece ana etkenler üzerinden doğru analiz yapmasını gerektirmelidir.

2. (0 Puan)

Bir araştırmacı, farklı canlı türlerinin kromozom sayıları, ortalama hücre döngüsü süresi ve ortalama vücut büyüklüğü verilerini içeren aşağıdaki tabloyu oluşturmuştur:

Tablo 1: Çeşitli Canlılara Ait Biyolojik Veriler

- İnsan: Kromozom Sayısı = 46, Hücre Döngüsü = 24 saat, Vücut Büyüklüğü = Orta
- Kurtbağrı Bitkisi: Kromozom Sayısı = 46, Hücre Döngüsü = 18 saat, Vücut Büyüklüğü = Küçük
- Eğrelti Otu: Kromozom Sayısı = 500, Hücre Döngüsü = 30 saat, Vücut Büyüklüğü = Küçük
- Moli Balığı: Kromozom Sayısı = 46, Hücre Döngüsü = 12 saat, Vücut Büyüklüğü = Çok Küçük
- Köpek: Kromozom Sayısı = 78, Hücre Döngüsü = 22 saat, Vücut Büyüklüğü = Orta

Bir öğrenci, Tablo 1'deki verilere dayanarak "Bir canlının kromozom sayısı ne kadar fazlaysa hücre bölünme hızı o kadar düşüktür ve organizma daha ilkeldir; ayrıca aynı kromozom sayısına sahip canlılar yakın akrabadır" şeklinde bir hipotez kuruyor. Öğrencinin kurduğu bu hipotezin bilimsel geçerliliğini ve mantıksal hatalarını; kromozom sayısı, genetik yapı ve gelişmişlik düzeyi arasındaki ilişkileri temel alarak, tablodaki verileri kullanarak değerlendiriniz.

Doğru Cevap:

Öğrencinin hipotezi bilimsel olarak hatalıdır. Bir canlının kromozom sayısı ile gelişmişlik düzeyi arasında doğrusal veya ters bir ilişki yoktur. Tablodaki verilere bakıldığında, 500 kromozoma sahip eğrelti otu basit yapılı bir bitki iken, 78 kromozomlu köpek çok daha karmaşık ve gelişmiş bir memelidir. İnsan (46) ve moli balığı (46) veya kurtbağrı bitkisi (46) gibi tamamen farklı alem veya şubelere ait canlılar aynı kromozom sayısına sahip olabilir; bu durum onların yakın akraba olduklarını göstermez. Canlıların özelliklerini ve gelişmişlik düzeyini belirleyen temel faktör, kromozom sayısı değil, DNA üzerindeki nükleotidlerin sırası, sayısı ve dizilimidir. Vücut büyüklüğü veya hücre bölünme hızı gibi tablodaki diğer bilgiler, bu ilişkiyi açıklamak için verilen yanıltıcı veya ilgisiz verilerdir.

Değerlendirme Kriteri:

Yanıt, kromozom sayısının gelişmişlik veya akrabalık ile ilişkili olmadığı kuralını kavramış olmayı gerektirir. Öğrencinin, hücre döngüsü veya vücut büyüklüğü gibi ilgisiz değişkenlerin ('gürültü') konuyu saptırmasına izin vermeden, asıl belirleyicinin DNA/genetik dizilim olduğunu (insan, moli balığı ve kurtbağrı örneği üzerinden) sentezlemesi beklenmektedir.

3. (0 Puan)

Bir çiftçi, fasulye tarlasında zararlılarla mücadele etmek için yeni bir zirai ilaç kullanır. İlaçlamadan sonra gelişen bitkilerin yapraklarının normalden farklı olarak kıvrık ve kalın bir hal aldığını gözlemler. Ancak bu bitkilerin verdiği fasulye tohumlarını laboratuvarında incelediğinde tohumların DNA diziliminin normal fasulye tohumlarıyla aynı olduğunu öğrenir (Gözlem 1).

Ertesi yıl çiftçi, 'kıvrık yapraklılık geninin bu tohumlarda gizli kaldığını' düşünerek, tohumları ekmeden önce yaprakların tekrar düzgün çıkmasını sağlamak amacıyla piyasaya yeni çıkan, bitkinin hücre bölünmesi sırasında DNA eşlenmesine etki eden özel bir kimyasal gübre solüsyonunda bekletir (Gözlem 2). Bu uygulamanın sonucunda çıkan bitkilerin bir kısmında renklenme bozuklukları, bir kısmında ise büyüme gerilikleri görülür ve hiçbiri beklenen normal düz yapraklı gelişimi göstermez. Tarlada ayrıca toprağın su tutma kapasitesinin geçen yıla göre %10 azaldığı tespit edilmiştir.

Çiftçinin uyguladığı çözüm yönteminin neden işe yaramadığını; mutasyon ve modifikasyon kavramlarını, genlerin yapısı ile işleyişi arasındaki farkları, kalıtsallığı ve verilen iki kimyasalın bitki üzerindeki etki mekanizmalarını kullanarak detaylıca analiz ediniz.

Doğru Cevap:

Zirai ilacın neden olduğu kıvrık yapraklılık bir modifikasyondur; çünkü sadece o nesildeki bitkinin dış görünüşünü (genlerin işleyişini) etkilemiş, genetik yapıyı (DNA dizilimini) değiştirmemiştir. Bu nedenle, oluşan tohumlar sağlıklı genotip taşır ve normal şartlarda düz yapraklı gelişirler. Ancak çiftçi, bu tohumları ekerken 'genetiği bozuldu' düşüncesiyle (mutasyon zannederek) farklı bir kimyasal gübre uygulamıştır. Bu yeni gübre, tohumların DNA'sında kalıcı hasar veya değişim yaratmış olabilir. Yani çiftçi, kalıtsal olmayan bir modifikasyon durumunu düzeltmeye çalışırken, yeni ve gereksiz bir kimyasal kullanarak muhtemelen yeni bir genetik değişime (mutasyona) veya olumsuz bir modifikasyona sebep olmuştur. Temel hata, çevresel bir etkinin (zirai ilaç) tohumlara genetik olarak aktarıldığını varsayması ve bunu düzeltmek için yine kimyasal bir müdahalede bulunmasıdır. Modifikasyonlarda genotip değişmediği için tohumlar temiz toprağa ekilseydi zaten normal gelişeceklerdi.

Değerlendirme Kriteri:

İyi biçimlendirilmiş bir yanıt şunları içermelidir:

- Zirai ilacın yapraklarda oluşturduğu değişimin genotipte değil, fenotipte olduğu ve DNA dizilimini değiştirmediği için bunun bir modifikasyon olduğu belirtilmelidir.
- Modifikasyonların üreme hücrelerine yansımadağı için kalıtsal olmadığı, dolayısıyla laboratuvar sonucunun da bunu destekleyerek tohumların normal genotipe sahip olduğunu gösterdiği vurgulanmalıdır.
- Çiftçinin, tohumların normal (düz yapraklı) gelişmesi için temiz ve doğal koşullarda ekim yapması gerekirken, DNA eşlenmesine etki eden kimyasal bir gübre kullanmasının hata olduğu açıklanmalıdır.
- DNA eşlenmesine etki eden kimyasal gübrenin yeni hücrelere (ve genetiğe) kalıcı zarar vererek mutasyona (renklenme bozukluğu, büyüme geriliği) yol açmış olabileceği; toprağın su tutma kapasitesinin ise bu mekanizma ile ilgisiz bir detay olduğu (çeldirici/gereksiz veri) analiz edilmelidir.

4. (0 Puan)

Bir biyoloji araştırma merkezinde, normalde %100 beyaz tüylü olan saf döl bir fare grubu incelenmektedir. Farenin tüy rengini belirleyen geni (T geni) etkileyebilecek dış faktörler test edilmektedir. 1. Grup farelere özel bir karbonhidrat diyeti uygulanmış, 2. Grup fareler ise kısa süreli yüksek enerjili X ışınlarına maruz bırakılmıştır. Diyet uygulanan gruptaki farelerin tüylerinin daha parlak olduğu gözlenmiş, ancak bu farelerin yavruları normal beyaz tüy renginde doğmuştur. X ışını verilen 2. Grupta ise farelerin kendilerinde bir renk değişimi olmamasına rağmen, ürettikleri yavruların %30'unda bölgesel siyah tüy lekeleri görülmüştür. Daha sonra bu siyah lekeli yavrular kendi aralarında çiftleştirildiğinde, elde edilen alt nesillerde de siyah tüy lekeleri devam etmiştir. Ayrıca, laboratuvardaki oda sıcaklığı deney boyunca 25°C'den 22°C'ye düşmüştür.

Bir öğrenci, farelerde tüy rengindeki bu değişimin adaptasyon olduğunu çünkü laboratuvar şartlarında hayatta kalmalarını kolaylaştırdığını iddia etmektedir. Ayrıca X ışınlarının sadece kas hücrelerinde değişime neden olduğunu savunmaktadır. Öğrencinin iddialarındaki bilimsel hataları gen yapısı, üreme hücreleri ve mutasyon kavramlarını sentezleyerek analiz ediniz ve tablodaki hangi verilerin öğrencinin tezini çürüttüğünü açıklayınız.

Doğru Cevap:

Öğrencinin iddiası iki temel noktada hatalıdır. İlk olarak, adaptasyonlar nesiller boyunca süren doğal seçimle ortaya çıkar; buradaki değişim ise doğrudan yüksek enerjili bir radyasyon olan X ışınlarının DNA diziliminde yarattığı ani bir bozulma, yani mutasyondur. İkinci olarak, değişimin sadece kas (vücut) hücrelerinde olduğu iddiası, siyah lekeli yavruların eşleşmesi sonucu alt nesillerin de lekeli doğması gerçeğiyle çürütülmektedir. Kalıtsallık (özelliğin nesilden nesile geçmesi), mutasyonun sadece vücut hücrelerinde değil, üreme hücrelerinde (sperm veya yumurta) meydana geldiğini ve genetik bilgi olarak yavrulara aktarıldığını kanıtlar. Bu bir modifikasyon veya basit bir vücut hücresi hasarı değildir.

Değerlendirme Kriteri:

İyi biçimlendirilmiş bir yanıt şunları içermelidir:

- Öğrencinin adaptasyon ve vücut hücresi iddialarının yanlış olduğunu belirtilmesi.
- X ışınlarının DNA yapısını bozarak üreme hücrelerinde kalıtsal mutasyona neden olduğunu açıklanması.
- Alt nesillere aktarımın, değişimin kas (vücut) değil üreme hücrelerinde gerçekleştiğinin kanıtı olarak sunulması.
- Oda sıcaklığı veya diyet gibi değişkenlerin bu kalıtsal değişimi açıklamadığının ayıklanması.

5. (0 Puan)

Derin deniz termal ventlerinde yeni keşfedilen uc yaşam formu (X, Y ve Z) incelenmiştir. X canlısı: 46 kromozom, çok hücreli, omurgasız, 5 kg ağırlığında. Y canlısı: 210 kromozom, tek hücreli, ototrof, 0.01 mg ağırlığında. Z canlısı: 46 kromozom, tek hücreli, parazit, 0.05 mg ağırlığında. Genç bir araştırmacı, bu verileri kullanarak su bilimsel raporu hazırlamıştır: 'X ve Z canlıları aynı kromozom sayısına sahip olduğu için genetik olarak birbirine çok yakın akrabadır. Ayrıca ekosistemdeki en gelişmiş ve karmaşık yapıya sahip olan canlı Y'dir, çünkü evrimsel süreçte en fazla kromozom biriktirmeyi o başarmıştır.'

Araştırmacının raporundaki hataları bularak, yaşam formlarının gerçek akrabalık derecelerini ve gelişmişlik düzeylerini neyin belirlediğini DNA, gen ve nükleotit kavramlarını kullanarak bilimsel gerekleriyle açıklayınız.

Doğru Cevap:

Araştırmacının raporu iki temel hata içermektedir. Birincisi, X ve Z canlılarının aynı kromozom sayısına (46) sahip olmasından dolayı yakın akraba olduklarını düşünmesidir. Farklı türlerin (örneğin insan ve moli balığı) kromozom sayıları aynı olabilir, ancak bu durum akrabalık göstermez. İkinci hata, Y canlısının en fazla kromozoma sahip olduğu için en gelişmiş tür olduğunu iddia etmesidir. Kromozom sayısı ile canlının gelişmişliği veya vücut ağırlığı arasında hiçbir ilişki yoktur. Tablodaki vücut ağırlığı verileri ve üreme şekilleri tamamen celdiricidir. Canlıların gelişmişlik düzeyini, özelliklerini ve akrabalıklarını belirleyen asıl faktör, sahip oldukları kromozomların içindeki DNA molekülünde yer alan nükleotitlerin dizilimi, sırası ve sayısıdır.

Değerlendirme Kriteri:

Oğrenci, kromozom sayısının aynı olmasının akrabalık veya benzerlik anlamına gelmeyeceğini; kromozom sayısı çokluğunun gelişmişlik veya vücut büyüklüğü (kütle gibi celdirici veriler) ile bağlantılı olmadığını; asıl belirleyicinin DNA üzerindeki nükleotit dizilimi ve genetik kod olduğunu analiz etmelidir.

6. (0 Puan)

Bir araştırma ekibi izole bir adada üç farklı canlı türü (K, L ve M) keşfetmiş ve şu verileri kaydetmiştir:

- K türü: Su damlasında yaşayan tek hücreli basit bir canlı (120 kromozom, sadece ışıklı ortamda aktif).
- L türü: 2 metre boyunda karmaşık organ sistemlerine sahip bir memeli (40 kromozom, kış uykusuna yatar).
- M türü: Kıyıda yetişen basit yapılu bir çalı (500 kromozom, tuzlu toprağa dayanıklı).

Genç bir araştırmacı bu verilere bakarak şu sonucu raporlamıştır: "M türü 500 kromozoma sahip olduğu için evrimsel olarak en gelişmiş ve en karmaşık canlıdır. Ayrıca bu türün kromozom sayısı çok fazla olduğu için, çekirdeğindeki nükleotidler büyüklük olarak DNA molekülünden ve genlerinden daha geniş bir yapıya sahip olmak zorundadır." Araştırmacının bu raporunda yer alan iki temel genetik yanlışlığı tespit ediniz. Genetik yapıların (nükleotid, gen, DNA, kromozom) büyüklük sıralamasını ve kromozom sayısının özelliklerini kullanarak, bu hatalı mantık yürütmenin bilimsel olarak neden yanlış olduğunu açıklayınız.

Doğru Cevap:

Araştırmacının rapordaki birinci hatası, kromozom sayısının canlının gelişmişliğiyle ilişkili olduğunu düşünmesidir; ancak kromozom sayısı ile canlının gelişmişliği veya vücut büyüklüğü arasında bir ilişki yoktur (L türü gelişmiş bir memeli iken sadece 40 kromozomu vardır). İkinci hatası ise genetik materyallerin büyüklük ilişkisini karıştırmasıdır. Canlı türü ne olursa olsun kalıtsal materyaller küçükten büyüğe Nükleotid < Gen < DNA < Kromozom şeklinde sıralanır. Nükleotidler DNA ve genden daha büyük olamaz, çünkü nükleotidler bu yapıların yapı taşıdır.

Değerlendirme Kriteri:

Öğrenci, 'Hatalı Uygulama' çerçevesinde verilen metni analiz etmelidir. İdeal yanıtta, kış uykusu veya tuza dayanıklılık gibi dikkat dağıtıcı verilerin elenerek, L ve M türleri arasındaki gelişmişlik-kromozom zıtlığı üzerinden kromozom sayısının gelişmişliği belirlemediği vurgulanmalıdır. Aynı zamanda genetik hiyerarşi (nükleotid, gen, DNA, kromozom) kuralının hiçbir durumda (kromozom sayısı çok olsa dahi) değişmeyeceği ifade edilmelidir.

7. (0 Puan)

Bilim insanları genetik yapı birimleri arasındaki ilişkileri incelemek ve yeni türlerin gen dizilimlerini çıkarmak için laboratuvar ortamında genetik materyalleri moleküler düzeyde ayırtmaktadır. Bir genin yapısını çözmek, organizmanın özelliklerinin nasıl kodlandığını anlamının temelidir.

Bir astrobiyoloji ekibi yeni keşfedilen bir gezegende iki canlı türü bulur: Tür X (basit tek hücreli, 15 derece sıcaklıkta çamurda yaşar, ortalama kütlesi 0.1 gramdır) ve Tür Y (karmaşık dokulara sahip, çok hücreli, hareketli, ortalama kütlesi 50 gramdır). Yapılan hücresel analizlerde Tür X'in çekirdeğinde 120 adet kromozom, Tür Y'de ise 14 adet kromozom tespit edilir. Ekipteki genç araştırmacılardan biri laboratuvar günlüğüne şu notu düşer: 'Tür X'in kromozom sayısı çok daha fazla olduğundan, doku oluşumu gözlenirse de Tür Y'ye göre hücresel düzeyde daha gelişmiş bir canlıdır. Ayrıca Tür Y'nin hareket yeteneğini şifreleyen özel DNA parçasını izole ettik; bu parça bir karakterin ortaya çıkmasını sağlayan yapı olduğu için kesinlikle bir nükleotiddir.' Bu araştırmacının vardığı sonuçlardaki bilimsel hataları bularak; genetik materyallerin (kromozom, DNA, gen, nükleotid) karmaşıklık hiyerarşisi, kromozom sayısının canlı gelişmişliği ile ilişkisi ve genetik şifrelerin adlandırılması bağlamında gerekçeleriyle çürütünüz.

Doğru Cevap:

Araştırmacı iki büyük mantık hatası yapmıştır. Birinci hata, kromozom sayısının büyüklüğünün canlının gelişmişliğiyle doğru orantılı olduğunu varsaymasıdır (Tür X'in 120, Tür Y'nin 14 kromozomu olması). Canlıların gelişmişliği veya karmaşıklığı kromozom sayısına değil, DNA üzerindeki nükleotidlerin dizilimine, çeşidine ve genlerin yapısına bağlıdır. İkinci hata, bir karakteri (hareket yeteneğini) şifreleyen anlamlı DNA parçasına nükleotid demesidir. Canlıların kalıtsal özelliklerini taşıyan bu anlamlı parçalara gen denir. Nükleotid ise DNA'nın yapı birimidir ve genleri oluşturan daha küçük zincir halkalarıdır. Genetik materyallerin karmaşıktan basite hiyerarşik sıralaması; kromozom (DNA'nın proteinle paketlenmiş hali), DNA, gen ve nükleotid şeklinde olmalıdır. Çevre sıcaklığı veya kütle gibi faktörlerin ise bu hiyerarşiyle hiçbir ilgisi yoktur.

Değerlendirme Kriteri:

Bu soru, öğrencinin kromozom sayısı ve canlı gelişmişliği arasındaki bağımsızlık kuralını (örneğin insanda 46, eğrelti otunda 500 kromozom olması durumu) bilip bilmediğini test eder. Ayrıca çevresel faktörler ve kütle gibi çeldirici verilerin arasından sıyrılarak kalıtım birimlerinin doğru hiyerarşisini (kromozom > DNA > gen > nükleotid) kavraması ve görevlerine göre bu yapıları ayırt edebilmesi beklenmektedir. Öğrencinin, 'Flawed Application' modeline göre kurgulanan hatalı bilimsel tezi çürütmesi ve mantık adımlarını onarması gerekmektedir.

8. (0 Puan)

Bir araştırma ekibi, tuza dayanıklı bir bitki türünden (halofit) aldıkları geni, normalde 24 kromozoma sahip bir domates bitkisinin DNA'sına aktarmıştır. İşlem sonrasında yapılan testlerde, hedeflenen genin domates DNA'sına başarıyla eklendiği doğrulanmış ve domates bitkisinin kromozom sayısının yine 24 olarak kaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca deneyin yapıldığı sera toprağının pH değerinin 7.2 olduğu kaydedilmiştir. Ancak, bu genetiği değiştirilmiş domates bitkisi tuzlu toprakta yetiştirildiğinde hayatta kalamamıştır. Detaylı moleküler analizler, genin başarılı bir şekilde eklenmesine rağmen, aktarım işlemi sırasında eklenen gen bölgesindeki nükleotid diziliminde rastgele bir değişim meydana geldiğini ortaya koymuştur. Bu sonuçları inceleyen bir öğrenci şu hipotezi kurar: 'Domatesin tuza dayanıklı olmamasının tek nedeni, yeni gen eklendiğinde bitkinin kromozom sayısının artmamasıdır. Bu durum, canlıların özelliklerinin DNA dizilimiyle değil, kromozom sayısıyla belirlendiğini kesin olarak kanıtlar.'

Öğrencinin ileri sürdüğü hipotezi DNA dizilimi ve genetik özellikler arasındaki ilişkiyi kullanarak değerlendiriniz. Biyoteknolojik uygulamanın neden başarısız olduğunu, DNA diziliminin canlıların fenotipi üzerindeki belirleyici rolü açısından analiz ederek açıklayınız.

Doğru Cevap:

Öğrencinin hipotezi yanlıştır; canlıların sahip olduğu genetik özellikler kromozom sayısına değil, DNA'daki nükleotid dizilimine ve çeşidine bağlıdır. Domatesin kromozom sayısının değişmemesi gen aktarımının başarısız olduğu anlamına gelmez, çünkü yeni genler mevcut kromozomların yapısındaki DNA zincirine eklenir. Uygulamanın başarısız olmasının asıl nedeni, aktarım işlemi sırasında tuza dayanıklılık geninin nükleotid diziliminde meydana gelen değişimdir (mutasyondur). DNA dizilimi, belirli bir özelliğin ortaya çıkması için şifre görevi görür. Nükleotid diziliminin bozulması, üretilecek genetik şifrenin değişmesine ve dolayısıyla hedeflenen proteinin (tuza dayanıklılık özelliğinin) domates bitkisinde üretilmemesine yol açmıştır. Toprağın pH değeri ise bu genetik sürecin temel bir belirleyicisi değildir.

Değerlendirme Kriteri:

İyi yapılandırılmış bir cevap şunları içermelidir: 1) Öğrencinin kromozom sayısı ile ilgili hatalı mantığının çürütülmesi (kromozom sayısı ile genetik özelliklerin doğrudan bir ilişkisi olmadığı, genlerin mevcut DNA'ya eklendiği). 2) Gen aktarımı sırasında dizilimde meydana gelen değişimin (mutasyon) hedeflenen fenotipe (tuza dayanıklılığa) engel olduğunun açıklanması. 3) Toprak pH'ı gibi çeldirici ve alakasız verilerin elenerek, bir canlının özelliklerinin doğrudan DNA dizilimindeki nükleotid sırası ve dizilişi tarafından şifrelendiğinin sentezlenmesi.

9. (0 Puan)

Bir araştırma ekibi, kuraklık direnci sağlayan K-genini bir çöl bitkisinden alarak domates bitkisine aktarmıştır. Uygulama sonrası domatesler kuraklığa dayanıklı hale gelmiş, ancak aynı zamanda yapraklarının bol güneş ışığı altında mor renge dönüştüğü gözlemlenmiştir. Deney sırasında bitkilere rutin olarak potasyum ve çinko açısından çok zengin yeni bir gübre formülü de verilmiştir. Bir araştırmacı şu iddiada bulunmuştur: 'Aktarılan K-genini yalnızca su tutma kapasitesini artırmak üzere şifrelenmiştir. Bir gen yalnızca hedeflenen tek bir dış görünüş değişikliğine neden olacağından, morarma olayı tamamen potasyum gübresinin güneşle tepkimesinden kaynaklanmaktadır; genetik modifikasyonun bu morarma ile hiçbir ilgisi olamaz.'

Araştırmacının iddiasındaki mantıksal hatayı, genetik bilginin DNA dizilimindeki nükleotitlerle şifrelenmesi ve gen aktarımının fenotip üzerindeki etkileri bağlamında değerlendiriniz. Morarma olayının çevresel bir etken (gübre) yerine doğrudan genetik müdahalenin bir sonucu olabileceğini, nükleotit dizilimi ve gen ifadesi ilişkisini kurarak nasıl açıklarsınız?

Doğru Cevap:

Araştırmacının iddiası, DNA'ya eklenen yeni nükleotit dizilimlerinin her zaman sadece tek ve izole bir fenotipik etki (sadece su tutma) yaratacağı şeklindeki eksik bilgiye dayanır. Gen aktarımı ile domatesin DNA dizilimi değişmiş, böylece hücreye daha önce sentezlenmeyen yeni proteinlerin üretim kodu eklenmiştir. Bu yeni genetik şifre, kuraklığa dayanıklılığı sağlarken hücresel metabolizmayı etkileyerek güneş ışığı altında yaprakların mor pigment üretmesine de yol açmış olabilir. Fenotip, genotip ve çevrenin ortak sonucudur; ancak gübre (gürültü bilgi) tek başına bu genetik kod olmadan bu proteinin sentezini başlatamaz. Dolayısıyla morarma, değişen DNA diziliminin doğrudan hücre kimyasına müdahale etmesinin bir sonucudur ve tek bir gen aktarımının birden fazla gözlemlenebilir özelliği değiştirebileceğini kanıtlar.

Değerlendirme Kriteri:

Bu soru, 'Kusurlu Uygulama/Mantık' kurgusunu kullanarak öğrencilerin genetik bilginin nükleotit dizilimi aracılığıyla fenotipi nasıl belirlediğini derinlemesine analiz etmesini hedefler. Öğrenciler, bağlamdaki 'gübre' gibi çeldirici ve ilgisiz bilgiyi filtrelemeli ve DNA dizilimindeki bir değişimin (yeni protein sentezi kodu) canlıda sadece hedeflenen özelliği değil, beklenmedik fenotipik özellikleri (morarma) de tetikleyebileceğini sentezlemelidir. Yanıt, genotip-fenotip ilişkisinin çok yönlülüğüne ve DNA diziliminin belirleyiciliğine dayanmalıdır.

10. (0 Puan)

Bir biyolog, bir ekosistemde yaşayan iki farklı amfibi (kurbağa) türünün üreme stratejilerini incelemektedir. Araştırma verilerine göre; X türü üreme döneminde yaklaşık 15.000 adet yumurtayı akıntısı yüksek ve avcı balıkların yoğun olduğu açık bir nehre bırakmaktadır. Bu nehrin ortalama su sıcaklığı yıl boyu 18°C civarındadır. Y türü ise bir üreme döneminde yalnızca 30-40 adet yumurta üretmekte, bunları suyun üzerindeki nemli ağaç dallarına yapıştırdığı özel köpük yuvalara yerleştirmekte ve yavrular çıkana kadar yuvanın başında beklemektedir. Verileri inceleyen bir öğrenci şu iddiayı öne sürer: 'X türünün ürettiği yumurtaların %99'u dış faktörler yüzünden daha erginliğe ulaşmadan yok olmaktadır. Y türünde ise yumurtaların %90'ı başarıyla gelişir. Bu yüzden X türünün üreme stratejisi evrimsel açıdan hatalı ve başarısızdır; bu türün kısa süre içinde yok olması beklenir.'

Öğrencinin 'X türünün başarısız olduğu ve neslinin tükeneyeceği' yönündeki çıkarımının neden hatalı olduğunu adaptasyon, çevresel riskler ve üreme şansı kavramlarını sentezleyerek değerlendiriniz. Ayrıca, %99'luk kayıp oranına rağmen X türünün stratejisinin türün devamlılığını nasıl garanti altına aldığını açıklayınız.

Doğru Cevap:

Öğrencinin iddiası hatalıdır çünkü farklı türler nesillerini devam ettirebilmek için çevre şartlarına uygun farklı üreme adaptasyonları geliştirmişlerdir. X türü, yumurtalarını doğrudan tehlikelere (akıntı, avcılar vb.) açık olan su ortamına bırakmaktadır. Bu dış döllenme sürecinde yüksek kayıplar yaşanması beklenen bir durumdur; ancak X türü bu dezavantajı 'çok sayıda yumurta ve sperm üreterek' telafi etme adaptasyonuna sahiptir. 15.000 yumurtanın %99'u yok olsa bile hayatta kalan %1'lik kısım (150 birey), türün o ekosistemde devamlılığını sağlamak için yeterlidir. Y türü ise az üremesine karşın korunaklı ortam ve ebeveyn bakımı ile riskleri azaltmıştır. Sonuç olarak çok sayıda hücre üretimi bir başarısızlık veya israf değil, olumsuz dış faktörlerin etkisini kırıp döllenme ve hayatta kalma şansını artıran başarılı bir evrimsel stratejidir.

Değerlendirme Kriteri:

İyi biçimlendirilmiş bir yanıt şunları içermelidir: 1) Öğrencinin ulaştığı sonucun yanlış olduğunun tespit edilmesi. 2) Açık su ortamında dış döllenme yapan canlılarda yüksek oranda yumurta/sperm bırakılmasının, avcılar ve akıntı gibi çevresel risklere karşı geliştirilmiş spesifik bir adaptasyon olduğunun belirtilmesi. 3) Üretilen aşırı miktardaki yumurtanın, çok yüksek ölüm oranlarına rağmen hayatta kalan birey sayısını mutlak değer olarak yeterli bir seviyede tuttuğunun (istatistiksel hayatta kalma şansı) açıklanması. Su sıcaklığı bilgisi, üreme stratejilerinin temel nedeni olan avcı-akıntı risklerini perdelemek için eklenmiş bir çeldiricidir.

11. (0 Puan)

Bir ziraat mühendisi, böcek popülasyonu üzerinde çalışırken şu kayıtları almıştır: 1. Kimyasal ilaçlamadan sağ kurtulan bazı böceklerin dış iskeleti siyahlaşmış, bu böceklerin ilaçsız ortamda üreyen yavrularının da siyah doğduğu görülmüştür. 2. Özel yüksek proteinli yem verilen böceklerin çeneleri normalden %30 daha fazla büyümüş, ancak yavruları normal yemle beslendiğinde çeneleri standart boyutta kalmıştır. (Deney boyunca ortam sıcaklığı sabit 25°C, nem %60 tutulmuştur.) Mühendis raporuna şu değerlendirmeyi yazar: 'Besin etkisiyle çenenin büyümesi, genetik yapının mutasyona uğramasıdır fakat olay vücut hücrelerinde kaldığı için aktarılamamıştır. Kimyasal ilacın siyahlaştırması ise, genlerin sadece işleyişini değiştirerek çevreye uyumu sağlayan kalıtsal bir modifikasyondur ve bu sayede nesilden nesile aktarılmaktadır.'

Mühendisin raporunda yer alan genetik aktarım ve değişim mekanizmalarıyla ilgili iki temel bilimsel hatayı tespit ediniz. Siyah dış iskelet ve büyük çene oluşumunun gerçekte hangi genetik mekanizmalara (mutasyon/modifikasyon) dayandığını, hücre tipi ve yavru döllere aktarım kuralları çerçevesinde bilimsel olarak yeniden açıklayınız.

Doğru Cevap:

Mühendisin birinci hatası: Çene büyümesi gen yapısının bozulması (mutasyon) değil, gen işleyişinin değişmesidir (modifikasyon) ve zaten genetik yapı değişmediği için yavrulara aktarılamamıştır. İkinci hatası: Kimyasalın siyahlaşmaya yol açması ve bunun yavruya aktarılması gen işleyişi değişikliği (modifikasyon/adaptasyon) olamaz; ilaçlama DNA dizilimini değiştirerek kalıcı bir mutasyona sebep olmuştur ve bu değişim yavrulara geçtiği için üreme hücrelerinde meydana geldiği kesinleşmiştir. Doğrusu: Beslenme modifikasyondur (sadece genin o anki işleyişini etkiler), kimyasal etki ise üreme hücrelerindeki bir mutasyondur (nükleotid dizilimini kalıcı değiştirir).

Değerlendirme Kriteri:

İyi biçimlendirilmiş bir yanıt şunları içermelidir: Beslenmenin sadece gen işleyişini etkilediğinin (modifikasyon) ve gen yapısında bozulma olmadığının belirtilmesi. Kimyasal maddenin neden olduğu, yavrulara geçen özelliğin gen işleyişi değil, DNA dizilimindeki kalıcı bir değişim (mutasyon) olduğu ve yavrulara aktarıldığı için üreme hücrelerinde gerçekleştiğinin açıklanması. Çevresel gürültü niteliğindeki sıcaklık ve nem verilerinin değişime etki etmediğinin elenmesi.

12. (0 Puan)

Bir araştırmacı ekibi, aynı tilki atasına ait milyonlarca yıl arayla yaşamış popülasyonların fosillerini iki farklı jeolojik katmanda inceliyor. X katmanında (aşırı sıcak, kurak bir döneme ait ve koyu renkli volkanik bazalt kayaçların bulunduğu bir ortam) fosillerin ince kemikli, çok geniş kulaklı ve ince yapılı olduğu görülüyor. Y katmanında (buzul çağına ait bir ortam) ise fosillerin çok küçük kulaklara ve geniş, yuvarlak gövde kemiklerine sahip olduğu tespit ediliyor. Bir öğrenci bu durumu şöyle yorumluyor: 'X katmanındaki tilkiler serinlemek için kulaklarını sürekli hareket ettirerek fizyolojik olarak büyümüş ve bu özelliği genlerine katarak yavrularına aktarmıştır. Ayrıca devasa genişlikteki kulaklar, siyah bazalt kayaçlar arasında saklanarak avcılarından kamufle olmalarına olanak sağlamıştır.'

Öğrencinin yorumunda yer alan evrimsel işleyiş ve fiziksel özelliklerin amacı ile ilgili temel bilimsel hataları tespit ediniz. Yüzey alanı/hacim oranı ve doğal seçim kavramlarını kullanarak, X ve Y katmanlarındaki türlerin sahip olduğu yapısal farklılıkların (kulak ve gövde yapısı) nesiller boyunca bilimsel olarak nasıl şekillendiğini ve ortamdaki bazalt kayaçlarının bu adaptasyondaki rolünü sentezleyerek açıklayınız.

Doğru Cevap:

Öğrencinin 'serinlemek için kulaklarını büyüterek yavrularına aktarma' fikri sonradan kazanılan özelliklerin kalıtımı yanlıgsıdır; evrimsel değişim bireysel çabayla değil, var olan kalıtsal varyasyonlar üzerinden doğal seçimle gerçekleşir. Sıcak X döneminde, mutasyonlar sonucu geniş kulaklı doğan bireyler, artan yüzey alanı sayesinde vücut ısılarını daha kolay dışarı atıp hayatta kalma ve üreme avantajı sağlamıştır. Buzul çağı olan Y döneminde ise küçük kulaklı bireyler ısı kaybını azalttıkları için seçilmiştir. Geniş kulakların temel biyolojik işlevi ısı dengesini sağlamaktır; ortamdaki koyu renkli bazalt kayaçlar kürk rengi üzerinden bir kamuflej seçilimine etki edebilse de kulak büyüklüğüyle doğrudan ilişkili veya onu tetikleyen bir unsur (kamuflej amaçlı) değildir.

Değerlendirme Kriteri:

İdeal bir yanıt, Lamarckist (sonradan kazanılan özelliklerin aktarılması) mantık hatasını çürütürerek doğal seçim ve varyasyon kavramlarını doğru şekilde işletmelidir. İkinci olarak, sıcak-soğuk adaptasyonunda yüzey alanının ısı kaybı (termodinamik/ısı dengesi) üzerindeki etkisini açıklamalıdır. Son olarak, senaryoya eklenmiş olan çeldirici veri 'koyu renkli bazalt kayaçların' kulak büyüklüğü veya şekli için değil, potansiyel olarak sadece renk adaptasyonu için bir seçim baskısı yaratabileceğini fark edip gürültü veriyi ayırt etmelidir.

13. (0 Puan)

Bir araştırmacı, K-böceği türü üzerinde iki farklı çevresel faktörün etkisini inceliyor. Deney 1: Normalde yeşil kabuklu olan böcekler, yüksek asitli toprakta yetiştirildiğinde siyah kabuklu oluyor. Bu siyah böceklerin yavruları normal (nötr) toprakta yetiştirildiğinde tekrar yeşil kabuklu doğuyor (Böceklerin tükettiği besin miktarının kabuk rengini etkilemediği ayrıca ölçülmüştür). Deney 2: Normal antenli böcekler, yüksek dozda X-ışınına maruz bırakıldığında kısa ve kıvrık antenli oluyor. Bu böceklerin yavruları, hiçbir radyasyon bulunmayan ortamda doğup büyümelerine rağmen kısa ve kıvrık antenli oluyor. Araştırmacı deneylerden sonra şu raporu yazıyor: 'Her iki çevresel faktör (asit ve X-ışını) böceklerin DNA diziliminde değişikliğe neden olmuştur. Ancak asitli toprağın neden olduğu DNA değişimi geçicidir, çünkü yeni nesilde gen kendini onararak eski haline dönmüştür.'

Araştırmacının ulaştığı bu sonucun hatalı olduğu kısımları genin yapısı, genin işleyişi ve kalıtım ilkelerini kullanarak bilimsel olarak çürütünüz. Her iki deneyde gerçekteşen asıl biyolojik mekanizmaları yavru döllerine aktarım durumu açısından karşılaştırmalı olarak açıklayınız.

Doğru Cevap:

Araştırmacının 'asitli toprağın gen diziliminde değişikliğe neden olduğu ve sonra genin kendini onardığı' çıkarımı tamamen hatalıdır. Birinci deneyde yüksek asitli toprak, genin yapısını (nükleotid dizilimini) değil sadece genin işleyişini değişirmiştir. Bu durum bir modifikasyondur; genetik dizilim aynı kaldığı için yavru böcekler nötr ortamda kendi genotiplerine uygun şekilde yeşil doğmuştur (onarım yoktur). İkinci deneyde ise X-ışını doğrudan DNA yapısında kalıcı bir hasara (mutasyon) sebep olmuştur. Bu yapısal değişim yavrulara da aktarıldığına göre kalıtsal materyale işlemiştir ve çevre şartları düzelse bile geri döndürülemez.

Değerlendirme Kriteri:

Tam ve doğru bir yanıt, araştırmacının hatasını tespit ederek birinci durumun bir modifikasyon olduğunu ve sadece genin işleyişinin değiştiğini belirtmelidir. İkinci durumun ise bir mutasyon olduğu, DNA yapısının değiştiği ve kalıtsal olduğu için nesilden nesle aktarıldığı açıklanmalıdır.

14. (0 Puan)

Bir araştırmacı ekibi, binlerce yıl önce yaşamış ortak atadan gelen bir tavşan popölasyonunun jeolojik bir oluşumla iki farklı bölgeye (Bölge X ve Bölge Y) ayrıldığını tespit ediyor. Bölge X oldukça sıcak, kurak ve kumludur; Bölge Y ise yılın büyük bir kısmında aşırı soğuk ve karla kaplıdır. İki bölgedeki tavşanlar da ağırlıklı olarak aynı dikenli çalı türünün kökleri ile beslenmektedir ve yiyecek arayış şekilleri aynıdır. Bölge X'teki tavşanların vücut yüzeilerine oranla çok geniş kulakları ve ince, kahverengi kürkleri varken; Bölge Y'dekiler kısa, kalın kulaklara, kalın yağ tabakasına ve beyaz kürke sahiptir. Bir öğrenci bu araştırmayı inceledikten sonra şu hipotezi öne sürüyor: 'Bölge Y'deki tavşanlar üşümek ve karda saklanmak için kendi kulaklarını küçültüp kürk rengini beyaz yapmışlardır. Eğer Bölge Y'deki tavşanları alır ve doğrudan Bölge X'e bırakırsak, yavruları zamanla sıcığa uyum sağlamak için büyük kulaklı ve ince kahverengi tüylü olarak doğacaktır.'

Öđrencinin bu açıklamasındaki kavram yanılgılarını belirleyerek, iki bölgedeki fiziksel farklılıkların (adaptasyonların) doğal sečilim ve genetik varyasyon temelinde gerçekte nasıl ortaya çıktığını ve bir bölgeden diğerine taşınma durumunda (Bölge Y'den Bölge X'e) yavruların fenotipik değişim gösterip göstermeyeceğini değerlendiriniz.

Doğru Cevap:

Öđrenci, adaptasyonun canlının çevresel ihtiyaçlarına göre yaşamı boyunca geliştirdiği ve sonraki nesillere aktardığı bir özellik olduğu şeklinde (Lamarckist) bir kavram yanılgısına sahiptir. Gerçekte süreç, genetik varyasyon ve doğal sečilim mekanizmalarıyla işler. Başlangıçtaki ortak popölasyonda farklı kulak büyüklüğü ve post rengi genleri bulunmaktaydı. Bölge Y'nin soğuk şartlarında genetik olarak küçük kulaklı ve beyaz postlu doğan bireyler hayatta kalma ve üreme avantajı sağlamış (doğal sečilim), diğerleri elenmiştir. Adaptasyonlar kalıtsaldır, bu nedenle Y bölgesindeki tavşanlar X bölgesine taşındığında gen havuzlarında büyük kulak veya kahverengi post geni yüksek ihtimalle bulunmayacağı için yavruları sıcığa uyum sağlamak amacıyla kulaklarını büyütemez. Eđer ortamda uygun genetik varyasyon kalmamışsa, bu durum o popölasyonun X bölgesinde uyum sağlayamamasına ve doğal sečilimle elenmesine yol açar.

Değerlendirme Kriteri:

İdeal bir yanıt; öğrencinin 'ihtiyaca bağlı kazanılan özelliklerin kalıtımı' yönündeki yanılgısını tespit etmeli, özelliklerin sonradan kazanılmadığını, popölasyon içindeki genetik varyasyonlar üzerinden işleyen doğal sečilim süreciyle çevreye uygun olanların sečilildiđini belirtmelidir. Y bölgesindeki hayvanların X bölgesine taşınması senaryosunda gen havuzundaki varyasyon kısıtlılığına (uygun allellerin muhtemelen elenmiş olmasına) vurgu yapılmalı ve yavruların çevreye bağlı fiziksel özellik (mutasyon olmadığı sürece) üretmeyeceği savunulmalıdır. Ayrıca tavşanların her iki bölgede aynı köklerle beslenmesi detayı yanıltıcı (çeldirici) veridir ve fiziksel farklılıkların beslenme ile değil iklimsel/avcı baskısı sebebiyle termoregülasyon ve kamuflaj mekanizmalarıyla ilgili olduğunu ayırt etmek beklenmektedir.

15. (0 Puan)

Bir araştırma ekibi, Şahin Güvesi larvalarını genetik özelliklerine göre iki gruba ayırıyor: Varyasyon A (mükemmel yılan taklidi yapar ancak çok yavaş hareket eder) ve Varyasyon B (taklit yeteneği zayıftır, hızlı sürünür ve gece vücut sıcaklıkları A'dan 1°C daha yüksektir). Eşit sayıdaki bu larvalar iki farklı izole ortama bırakılıyor. Ortam 1: Görsel avlanan kuş türlerinin yoğun, besinin bol olduğu bir orman. Ortam 2: Kuş avcılarının hiç bulunmadığı ancak bitki yapraklarının çok seyrek (besinin az) olduğu bir ağaçlık alan. Bir öğrenci bu deneyi inceleyerek şu sonuca varıyor: 'Varyasyon A'nın yılan taklidi gelişmiş bir savunma mekanizmasıdır; bu nedenle Varyasyon A her iki ortamda da rekabeti kazanacak ve Varyasyon B tamamen yok olacaktır.'

Öğrencinin vardığı sonuçtaki hataları, doğal seçim ve adaptasyon ilkelerini kullanarak analiz ediniz. Her iki ortamda nesiller sonra gen havuzunda beklenen değişimleri gerekçelendirerek tahmin ediniz ve gece vücut sıcaklığı farkının bu senaryodaki hayatta kalma mücadelesinde neden birincil etken olmadığını açıklayınız.

Doğru Cevap:

Öğrencinin iddiası hatalıdır çünkü doğada 'mutlak üstün' bir adaptasyon yoktur; bir özelliğin avantajı tamamen çevre şartlarına bağlıdır. Ortam 1'de kuş avcılarının varlığı, yılanı iyi taklit eden Varyasyon A'ya avantaj sağlar; A bireyleri hayatta kalıp üreyerek mimikri genlerini aktarırken, Varyasyon B kuşlar tarafından avlanıp elenecektir. Ancak Ortam 2'de kuş avcısı olmadığı için taklit yeteneğinin bir faydası yoktur. Bu ortamdaki seçim baskısı 'besin kıtlığı'dır. Varyasyon B, daha hızlı hareket ettiği için dağınık besinleri bulmada avantajlı olacak, hayatta kalıp üreyerek Ortam 2 popülasyonuna hakim olacaktır. Gece vücut sıcaklığının yüksek olması, mevcut seçim baskıları (görsel avcılar ve besin bulma hızı) ile doğrudan ilişkili olmadığı için hayatta kalma oranlarını belirleyen temel faktör değildir.

Değerlendirme Kriteri:

İyi biçimlendirilmiş bir yanıt şunları içermelidir: 1. Adaptasyonların çevresel bağlama özgü olduğunun, her ortamda geçerli mutlak bir üstünlük sağlamadığının (Öğrencinin temel hatasının) belirtilmesi. 2. Ortam 1'de avcı baskısının A varyasyonunu (doğal seçimle) destekleyeceğinin açıklanması. 3. Ortam 2'de avcı baskısı olmadığı için taklit avantajının ortadan kalktığı, besin kıtlığının B varyasyonunun hızı sayesinde B'yi destekleyeceğinin analizi. 4. Gece vücut sıcaklığı verisinin, test edilen seçim baskılarıyla (avcı ve besin) ilgisiz bir detay (yanıltıcı değişken) olduğunun tespit edilmesi.

Çoktan Seçmeli Sorular

16. (5 Puan)

Araştırmacı Ahmet, sirke sinekleri (*Drosophila melanogaster*) ile laboratuvarında iki farklı çevresel faktörün etkisini inceleyen iki ayrı set oluşturuyor. Birinci sette, yumurtadan yeni çıkmış larvalara kısa süreli X ışını uyguluyor ve bu larvalar geliştiğinde popülasyonun büyük bir kısmının doğal kırmızı yerine beyaz gözlü olduğunu, bu bireyler kendi aralarında çaprazlandığında da yavrularının %100 beyaz gözlü olduğunu tespit ediyor. İkinci sette ise aynı türe ait larvaları karanlık ve aydınlık ortamlarda, aynı zamanda farklı sıcaklıklarda (16 °C ve 25 °C) yetiştiriyor. Işık şiddeti değişiminin kanat şekline bir etkisi olmadığını kaydederken (ilgisiz veri), 16 °C'de yetişenlerin düz, 25 °C'de yetişenlerin kıvrık kanatlı olduğunu buluyor. Kıvrık kanatlı bireylerin larvalarını 16 °C'de geliştirdiğinde hepsinin düz kanatlı olduğunu gözlemliyor. Ahmet, sonuçlarını raporlarken şu çıkarımları yazıyor:

- I. Birinci setteki X ışını, üreme hücrelerindeki genlerin nükleotid dizilimini değiştirerek kalıcı bir özellik oluşturmuştur.
- II. İkinci sette sıcaklık, genin yapısını bozmadan sadece aktifliğini etkilemiştir.
- III. Her iki sette de çevresel faktör (X ışını ve sıcaklık) ortadan kalkıp normal koşullara döndüğünde, değişime uğramış bireylerin kendileri eski fiziksel özelliklerine geri döner.

Öğretmeni raporu okuduğunda çıkarımlardan birinin tamamen hatalı bir biyolojik temele dayandığını belirtiyor.

Ahmet'in hazırladığı rapora göre, öğretmenin işaretlediği hatalı çıkarım ve hatanın temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Hatalı Çıkarım: III. Neden: Birinci deneydeki çevresel faktör (X ışını) genlerin yapısını kalıcı olarak değiştirdiği için (mutasyon), etken kalksa bile birey eski haline dönemez; sadece ikinci deney (modifikasyon) geri döndürülebilir.

B) Hatalı Çıkarım: I ve III. Neden: Her iki durum da gen işleyişindeki değişikliklerden kaynaklanır, bu yüzden her iki özellikteki değişim de sadece o bireye özgüdür.

C) Hatalı Çıkarım: I. Neden: Radyasyonla oluşan beyaz göz rengi sadece somatik hücrelerde gerçekleşmişse nesilden nesile aktarılamaz.

D) Hatalı Çıkarım: II. Neden: Sıcaklığın 16 °C'den 25 °C'ye çıkması, sirke sineğinin DNA diziliminde kalıcı bir değişikliğe yol açarak mutasyona neden olur.

Açıklama: Birinci deneyde X ışınları larvaların DNA yapısını bozarak (mutasyon) yeni nesillere aktarılan kalıcı bir değişiklik (beyaz göz) meydana getirmiştir. Bu durumda etken (X ışını) ortadan kalksa bile, mutasyonlu gen yapısı değişmeyeceği için birey veya sonraki nesiller eski fiziksel özelliklerine (kırmızı göz) dönemez. İkinci deney ise sıcaklığın neden olduğu bir modifikasyondur; sadece gen işleyişi değişir ve etken değiştiğinde özellik eski haline dönebilir (veya yavrular farklı sıcaklıkta farklı özellik gösterebilir). Ahmet'in III. çıkarımı bu nedenle hatalıdır. Karanlık/aydınlık ortam verisi sonucu etkilemeyen fazlalık bir bilgidir.

17. (5 Puan)

Kalıtsal materyaller belirli bir hiyerarşiye ve büyüklük-kapsam ilişkisine göre organize olmuştur. Bu hiyerarşi temel yapı birimlerinden daha karmaşık yapılara doğru belirli kurallara dayanır.

Bir öğrenci, çekirdekteki kalıtsal yapıları bir kütüphane sistemine benzeterek şu modeli hazırlamıştır:

- Kütüphane binası: Hücre çekirdeği
- Özel muhafazalı ciltli ansiklopediler (Bölünme öncesi kısalıp kalınlaşarak bu hale gelir): DNA
- Ansiklopedi sayfalarındaki kesintisiz, binlerce sayfalık ana metin: Kromozom
- Metnin içindeki belirli bir özelliği anlatan anlamlı paragraflar: Gen
- Paragrafları yazmak için kullanılan 4 farklı şifre harfi (A, T, G, C): Nükleotid

Öğretmeni, kütüphane binası ve şifre harfleri dışındaki eşleştirmelerde büyüklük ve kapsam ilişkisine dair yapısal bir hata olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, şifre harflerinin belirli bir kurala göre karşılıklı eşleştiğini de eklemiştir.

Buna göre, öğrencinin hazırladığı modeldeki hatanın giderilerek kalıtsal yapıların karmaşıktan basite doğru doğru sıralanması için hangi iki kavramın yer değiştirmesi gerekir?

A) Kromozom ve Gen

B) DNA ve Gen

C) DNA ve Kromozom

D) Gen ve Nükleotid

Açıklama: Öğrencinin modelinde, bölünme sırasında kısalıp kalınlaşarak oluşan özel muhafazalı yapı (Kromozom) DNA olarak, içindeki kesintisiz uzun metin (DNA) ise Kromozom olarak adlandırılmıştır. Gerçekte kromozomlar, DNA molekülünün özel proteinlerle birleşerek sıkışmasıyla oluşan en büyük ve karmaşık yapıdır. DNA ise genleri kapsayan büyük moleküldür. Karmaşıktan basite sıralama 'Kromozom > DNA > Gen > Nükleotid' şeklindedir. Hatayı düzeltmek için kromozom ve DNA kavramlarının yer değiştirmesi gerekir. Harflerin karşılıklı eşleşmesi detayı ise bilgi kirliliği (gürültü) olarak verilmiş olup hiyerarşi hatasıyla ilgisi yoktur.

18. (5 Puan)

Bir biyolog ekibi, dış dünyadan izole bir adada yaşayan 'Mavi Kuyruklu Kertenkele' popülasyonunu 20 nesil boyunca incelemiştir. Adadaki böcek türü ve bitki örtüsü bu süre boyunca tamamen sabit kalmıştır. 5. neslin üreme döneminde adaya dışarıdan yeni bir yırtıcı kuş türü yerleşmiştir. Ekip, yırtıcı kuşun gelişinden sonraki nesillerde kertenkele popülasyonuna ait ortalama bacak ve kuyruk uzunluklarını ölçmüştür. İlk 5 nesilde ortalama bacak uzunluğu 4 cm iken, 10. nesilde 5.2 cm'ye, 20. nesilde ise 6.5 cm'ye ulaşmıştır. Aynı dönemde kısa bacaklı kertenkelelerin avlanma oranının belirgin şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Bir öğrenci bu araştırmanın sonuçlarını inceleyerek şu çıkarımı yapmıştır: 'Kertenkeleler yırtıcı kuşlardan daha hızlı kaçabilmek için kendi yaşam süreleri içinde bacak kaslarını ve kuyruklarını geliştirmiş, bu özellik kalıcı hale gelerek popülasyona yayılmıştır. Bu durum çevre şartlarının neden olduğu bir modifikasyon örneğidir.'

Öğrencinin bu çıkarımında yaptığı temel bilimsel mantık hatası aşağıdakilerden hangisi ile en iyi açıklanır?

A) Modifikasyonların nesiller boyu aktarılamayacağını ve bu değişimin aslında varyasyonlar üzerinden etki eden doğal seçimle oluşmuş bir adaptasyon olduğunu göz ardı etmesi.

B) Yırtıcı kuşların adaya gelmesinin kertenkelelerde genetik bir mutasyona neden olduğunu ve bu mutasyonun modifikasyonlardan daha hızlı gerçekleştiğini fark edememesi.

C) Kuyruk ve bacak uzamasının yırtıcıdan kaçmak için değil, adadaki sabit böcek popülasyonu ile beslenebilmek için geliştirilmiş bir adaptasyon olduğunu düşünememesi.

D) Çevresel faktörlerin canlıların sadece gen işleyişini değiştirebileceğini, dolayısıyla yeni yırtıcıların kertenkelelerin genetik diziliminde değişime yol açamayacağını bilmemesi.

Açıklama: Öğrencinin hatası, Lamarckçı bir yaklaşımla canlıların hayattayken kazandığı fiziksel özelliklerin (modifikasyon) nesilden nesile aktarıldığını düşünmesidir. Oysa metindeki süreç, popülasyonda halihazırda var olan genetik varyasyonlar (uzun ve kısa bacaklılık) arasından, uzun bacaklıların yırtıcıdan daha iyi kaçarak hayatta kalması ve üremesi (doğal seçim) sonucunda ortaya çıkan kalıtsal bir uyum, yani adaptasyondur. Böcek miktarının sabit kalması sadece odak noktasının yırtıcı baskısı olduğunu netleştiren bir bilgidir.

19. (5 Puan)

Bir genetik araştırmacısı, yeni keşfedilen dört farklı canlı türüne (X, Y, Z, W) ait bazı verileri kullanarak bu canlıların evrimsel gelişmişlik düzeylerini modellemek istemiştir.

Elde ettiği veriler şöyledir:

- X canlısı: Kromozom Sayısı ($2n$) = 46, Ortalama Vücut Kütlesi = 75 kg
- Y canlısı: Kromozom Sayısı ($2n$) = 46, Ortalama Vücut Kütlesi = 0.05 kg
- Z canlısı: Kromozom Sayısı ($2n$) = 500, Ortalama Vücut Kütlesi = 0.2 kg
- W canlısı: Kromozom Sayısı ($2n$) = 78, Ortalama Vücut Kütlesi = 12 kg

Araştırmacı bu verilere dayanarak şu hipotezi kurmuştur: 'Z canlısı en fazla kromozoma sahip olduğu için aralarında en gelişmiş olanıdır. Öte yandan, X ve Y canlılarının kromozom sayıları eşit olduğu için bu iki türün DNA dizilimleri ve genetik özellikleri diğerlerine kıyasla birbirine en çok benzeyenlerdir. Vücut kütlesi verileri ise kromozom uzunluğu ile doğrudan ilişkilidir.'

Araştırmacının bu türlerle ilgili oluşturduğu model ve çıkardığı sonuçlar incelendiğinde, hipotezindeki hatalı mantık yürütmenin temel kaynağı aşağıdakilerden hangisinde en doğru şekilde açıklanmıştır?

A) Canlıların gelişmişlik düzeyi kromozom sayısıyla değil DNA'larındaki nükleotid dizilimleriyle belirlenir; ayrıca farklı türlerin eşit kromozom sayısına sahip olması genetik benzerliklerini göstermez.

B) X ve Y canlılarının aynı kromozom sayısına sahip olması nükleotid çeşitlerinin de tamamen aynı olduğunu kanıtlasa bile, dizilimlerin benzerliği hakkında kesin bir bilgi vermez.

C) Tablodaki temel eksiklik canlıların ortalama vücut kütlelerinin nükleotid sayılarıyla olan matematiksel oranıdır; gelişmişlik doğrudan vücut büyüklüğüyle ilişkilendirilmelidir.

D) X ve Y canlılarının farklı tür olmalarına rağmen aynı kromozom sayısına sahip olmaları imknsızdır; temel hata bu iki canlının aynı tür olarak sınıflandırılmamasıdır.

Açıklama: Öğrencilerin kromozom sayısı, genetik yapı ve gelişmişlik düzeyi arasındaki ilişkileri analiz etmeleri beklenmektedir. Kromozom sayısının fazlalığı canlının gelişmişliğini veya vücut byklğn göstermez (Z canlısının 500 kromozomu olması onu en gelişmiş yapmaz). Aynı kromozom sayısına sahip olan farklı türlerin (X ve Y) bulunması mümkündür (rneğin insan ve moli balığı) ancak bu durum, onların DNA'larındaki nükleotid dizilimlerinin veya genetik kodlarının birbirine benzediği anlamına gelmez. Vücut kütlesi burada dikkat dağıtıcı (eldirici) bir bilgidir ve kalıtsal materyal hacmi ile ilişkilendirilemez.

20. (5 Puan)

Bir araştırma ekibi, tuza dayanıklı bir bataklik bitkisinden 'tuz tolerans genini' izole ederek laboratuvar ortamında normal bir fasulye bitkisine aktarmıştır. Oluşturulan transgenik fasulyeler (L grubu) ile normal fasulyeler (K grubu), yüksek tuz oranına sahip (500 mM) topraklarda ve 25°C sıcaklıkta yetiştirilmiştir. İlk bulgulara göre; K grubu bitkileri kısa sürede kururken, L grubu bitkileri gelişip tohum vermiştir. Sonraki aşamada, L grubundan elde edilen tohumlar tamamen tuzsuz ve 30°C sıcaklıktaki toprağa ekildiğinde yine sağlıklı şekilde filizlenmiştir. Bu deneyi inceleyen bir öğrenci raporunda şu sonuca varmıştır: 'L grubunun tuzlu toprakta hayatta kalması, zorlu çevre şartlarının fasulyenin DNA yapısını bozarak ona çevresel bir modifikasyon kazandırdığını ve bu zorunlu uyumun yavru döllere de geçtiğini kanıtlar.'

Öğrencinin yaptığı bu çıkarımın bilimsel olarak hatalı olmasının temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Tuza dayanıklılık gibi hayati bir özelliğin yeni bir türde ortaya çıkması için, bataklik bitkisine ait genetik kodun sadece bir kısmının değil, tamamının fasulyeye kopyalanması gerekir.

B) L grubunun zorlu şartlarda hayatta kalması, çevrenin DNA'yı bozmasıyla değil; gen aktarımıyla bitkinin genotipine eklenen belirli bir genin yeni canlıda da kendi işlevini sürdürüp fenotipi etkilemesiyle açıklanır.

C) Farklı sıcaklıklarda (25°C ve 30°C) yapılan testler, fasulye bitkisindeki değişimin yapay bir biyoteknoloji uygulamasından ziyade binlerce yıllık bir doğal seçim süreci olduğunu ispatlamaktadır.

D) L grubundan elde edilen tohumların tuzsuz ve daha sıcak ortamda da sağlıklı büyümesi, kazanılan tuza dayanıklılık özelliğinin genetik değil, sadece geçici bir modifikasyon olduğunu gösterir.

Açıklama: Metindeki deney, biyoteknolojik bir yöntem olan gen aktarımını anlatmaktadır. Öğrenci, L grubunun hayatta kalmasını çevresel şartların DNA'yı bozmasına (mutasyon) veya gen işleyişini değiştirmesine (modifikasyon) bağlayarak büyük bir kavram yanılgısına düşmüştür. Aslında fasulyenin hayatta kalması, dışarıdan aktarılan spesifik bir genin, yeni canlının DNA'sına entegre olup fenotipte kendi özelliğini (tuza dayanıklılık) göstermesiyle ilgilidir. İkinci aşamada tuzsuz ortamda yetişebilmesi, aktarılan genin canlının kalıtsal yapısına kalıcı olarak katıldığını doğrular. Sıcaklık ve tuzluluk oranları, soruda çeldirici birer değişken olarak verilmiştir.

21. (5 Puan)

Bir araştırmacı, K bitkisinin yaprak şekli üzerindeki etkileri incelemek için toprak nemini sürekli %40'ta sabit tuttuğu seralarda iki aşamalı bir deney yapıyor:

1. Aşama: K bitkisinin tohumları 15°C'de çimlendirildiğinde geniş yapraklı, 25°C'de çimlendirildiğinde dar yapraklı bitkiler gelişiyor.
2. Aşama: 25°C'de yetişen dar yapraklı bir bitki yoğun X ışınına maruz bırakılıyor. Bu bitkinin polenleri alınarak, yine 25°C'de yetişen ve X ışını almamış başka bir K bitkisiyle çaprazlanıyor. Elde edilen tohumlar 15°C'de çimlendirildiğinde, yavruların geniş yapraklı olması beklenirken tamamının yeni bir özellik olan kıvrık yapraklara sahip olduğu görülüyor.

Bir öğrenci deney sonuçlarını inceleyerek şu çıkarımı yapıyor: "25°C sıcaklık bitkide genin yapısını değiştirerek mutasyona sebep olmuş, bu özellik polenlerle yavruya aktarıldığı için yavru bitkiler de normalden farklı olarak kıvrık yapraklı gelişmiştir."

Buna göre öğrencinin çıkarımı ve deneydeki biyolojik olaylarla ilgili en doğru değerlendirme aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Çıkarım doğrudur; sıcaklık değişimi üreme hücrelerindeki genlerin dizilimini bozmuş ve dar yapraklılık özelliği mutasyona uğrayarak yavrulara kıvrık yapraklı olarak aktarılmıştır.
- B) Çıkarım yanlıştır; yavru döldeki kıvrık yapraklar, 15°C sıcaklığın ve %40 nemin gen işleyişini bozmasıyla ortaya çıkan geçici bir modifikasyon durumudur, kalıtsal bir aktarım olmamıştır.
- C) Çıkarım kısmen doğrudur; X ışınları bitkinin vücut hücrelerinde mutasyona sebep olmuş, tozlaşma ile bu mutasyon yavru bitkiye geçerek kalıcı modifikasyon oluşturmuştur.

D) Çıkarım yanlıştır; 25°C'de dar yaprak oluşumu kalıtsal olmayan bir modifikasyondur, yavruların kıvrık yapraklı olmasının asıl nedeni X ışınlarının üreme hücrelerinde kalıtsal bir mutasyona yol açmasıdır.

Açıklama: Öğrenci, sıcaklığın gen yapısını değiştirdiğini iddia ederek yanılmıştır. Sıcaklık farklılıklarına bağlı geniş/dar yaprak oluşumu gen işleyişini değiştiren bir modifikasyondur ve kalıtsal değildir. Yavru bitkilerin 15°C'de geniş yapraklı olmak yerine kıvrık yapraklı olmasının gerçek sebebi, polenlerin alındığı atanın X ışınına maruz kalmasıdır. X ışını üreme hücrelerinde gen yapısını bozarak (mutasyon) bu yeni özelliği kalıtsal hale getirmiştir. Nemin %40 olması sabit tutulan bir kontrol değişkenidir (çeldirici veridir). Üreme hücrelerindeki mutasyonlar yavrulara aktarıldığı için doğru değerlendirme modifikasyon ve mutasyon farkını doğru kuran seçenektir.

22. (5 Puan)

Bir araştırmacı, memeli sınıfına ait K, L ve M türlerinin yaşam alanları, genetik yakınlıkları ve fiziksel özellikleri üzerine bir çalışma yapıyor. Tablodaki verileri elde ediyor:

- **K Türü:** Etçil beslenir. Gündüzleri sıcaklığın çok yüksek olduğu kurak çöl ortamında yaşar. Vücut yüzey alanı / hacim oranı oldukça yüksektir (büyük kulaklar ve ince uzun uzuvlar).
- **L Türü:** Otçul beslenir. K türü ile aynı kurak çöl ortamını paylaşır. Vücut yüzey alanı / hacim oranı yüksektir.
- **M Türü:** Otçul beslenir. Yılın büyük bir kısmında don olaylarının görüldüğü soğuk tundra ortamında yaşar. Vücut yüzey alanı / hacim oranı çok düşüktür (küçük kulaklar ve kısa uzuvlar).

Araştırmacının yaptığı DNA analizlerine göre L türü ile M türü yakın akrabadır, ancak K türünün bu iki türle genetik bir yakınlığı yoktur.

Bu verileri inceleyen bir öğrenci, "*Canlıların fiziksel görünümündeki benzerlikler, daima genetik akrabalık düzeylerine bağlıdır; genetik olarak yakın olanlar her koşulda birbirine daha çok benzer.*" şeklinde bir hipotez kuruyor.

Öğrencinin kurduğu hipotezin hatalı olduğunu ve temelindeki kavram yanlışını en iyi açıklayan gerekçe aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Canlıların fiziksel özellikleri yalnızca kalıtsal akrabalık derecelerine göre belirlenir; L ve M türleri akraba olmalarına rağmen farklı görünmeleri tamamen modifikasyon sonucudur.
- B) K ve L türlerinin aynı ekosistemde benzer vücut oranlarına sahip olmasının temel nedeni, aralarındaki besin zinciri ilişkisi ve beslenme alışkanlıklarının (etçil/otçul) farklı olmasıdır.
- C) Aynı ortamda uzun süre yaşayan K ve L türlerinin çevre şartlarının etkisiyle DNA dizilimleri zamanla birbirinin kopyası haline gelmiş ve bu durum mutasyonla kalıtsallaşmıştır.

D) Farklı ortamlarda yaşayan yakın akraba türler hayatta kalmak için farklı adaptasyonlar geliştirirken, aynı ortamı paylaşan akraba olmayan türler benzer çevresel baskılar nedeniyle benzer fiziksel özellikler kazanabilir.

Açıklama: Verilen araştırma durumu incelendiğinde, K ve L türleri akraba olmamalarına ve farklı beslenme şekillerine (etçil/otçul - bu bilgi dikkat dağıtıcıdır) sahip olmalarına rağmen, aynı sıcak ortamda yaşadıkları için ısı kaybını kolaylaştıran benzer adaptasyonlar (büyük kulaklar vb.) geliştirmişlerdir. Diğer yandan L ve M türleri yakın akraba olmalarına rağmen farklı iklim koşullarında yaşadıkları için birbirinden tamamen farklı fiziksel özellikler geliştirmişlerdir. Öğrencinin fiziksel benzerliği sadece genetik akrabalığa bağlayan hipotezi hatalıdır. Çevre koşulları, akraba olmayan türlerde benzer adaptasyonlara (seçici baskı) yol açabilirken; akraba olan türleri farklı adaptasyonlara zorlayabilir. Bu durumu en doğru ve kapsamlı şekilde ifade eden seçenek, farklı ortamların farklı, aynı ortamların ise benzer adaptasyonlara yol açabileceği gerçeğini açıklayan ifadedir. Modifikasyon, DNA diziliminin eşitlenmesi veya sadece beslenme alışkanlığına dayalı çıkarımlar konu ile ilgili kavram yanılgılarıdır.

23. (5 Puan)

Bir bilim merkezi, genetik materyallerin (kromozom, DNA, gen, nükleotid) hiyerarşisi ve işlevlerini içeren projeler için bir araştırma başlatmıştır.

Bir öğrenci, bir bakteri türünün antibiyotik direncini incelemek için bir laboratuvar deneyi kurguluyor. Öğrenci, bu bakterinin genomunda direnç geni olarak bilinen 450 baz çiftlik bir DNA dizisini (Gen-X) analiz ediyor. Öğrencinin laboratuvar defterinde şu çıkarımlar yer almaktadır:

- I. 'Gen-X'i oluşturan nükleotid dizilimi, bakterinin antibiyotiğe dirençli protein üretmesi için şifre verir.'
- II. 'Bu bakteride kromozom sayısı artarsa, antibiyotik direncinin etkinliği de kesinlikle artacaktır.'
- III. 'Eğer Gen-X dizisinde tek bir nükleotid bile değişirse, kromozomun yapısını oluşturan protein kılıfın yapısı doğrudan değişir.'
- IV. 'Gen-X, kendisini oluşturan fosfat, şeker ve organik bazların toplamından daha karmaşık ve büyük bir yapısal birimdir.'

Bakterilerde kalıtım materyalinin yapısı göz önüne alındığında, öğrencinin bu çıkarımlarından hangilerinde kavram yanılgısı (hata) bulunmaktadır?

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

Açıklama: I. öncül doğrudur, genler belirli özellikler için protein sentezi şifresi verir. II. öncülde kavram yanılgısı vardır; kromozom sayısının artması veya büyüklüğü, canlının gelişmişliği ya da belirli bir genin etkinliği (direnç gibi) ile doğrudan ilişkili değildir (kromozom sayısı - gelişmişlik ilişkisi kuralının hatalı uygulaması). III. öncülde kavram yanılgısı vardır; DNA dizisindeki (gen) bir nükleotid değişimi, sentezlenecek proteini (mutasyonla) etkileyebilir ancak kromozomun etrafını saran 'protein kılıfın' (histonların) yapısını doğrudan değiştirmez. IV. öncül doğrudur, bir gen (Gen-X) yüzlerce nükleotidden oluştuğu için, nükleotidi oluşturan temel kısımlardan daha büyüktür.

24. (5 Puan)

Kalıtsal materyaller hücre çekirdeğinde mikroskobik boyutlarda bulunmasına rağmen kendi içlerinde devasa bir paketlenme hiyerarşisine sahiptir. Bu yapıların doğru sıralanması, hücresel yönetim süreçlerinin ve genetik aktarımın anlaşılmasında kritik bir rol oynar.

Araştırmacılar bir canlının hücre çekirdeğinden K, L, M ve N ile simgelenen dört farklı kalıtsal yapıyı ayırıştırarak şu verileri elde etmişlerdir:

- **K yapısı:** Laboratuvar ortamında ayırıştırıldığında özel kılıf proteinleri ve L materyali elde edilmiştir.
- **L yapısı:** Üzerinde saç rengi, göz rengi gibi farklı biyolojik özellikleri şifreleyen çok sayıda M bölümü tespit edilmiştir.
- **N yapısı:** Fosfat, deoksiriboz şekeri ve organik bazın birleşmesinden oluşan yapı olup, M bölümlerini oluşturmak için binlercesinin uca eklendiği gözlemlenmiştir.

Bir öğrenci bu yapıları, karmaşıklık ve büyüklük derecelerine göre modellemek için iç içe geçen dört matruşka bebek (1 numaralı bebek en büyük ve dışta, 4 numaralı bebek en küçük ve içte) kullanmıştır. Öğrenci bebekleri sırasıyla dıştan içe doğru **1-K, 2-L, 3-N ve 4-M** şeklinde yerleştirmiştir.

Öğrencinin oluşturduğu modelleme ve içerdiği hata ile ilgili yapılan aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi bilimsel olarak doğrudur?

- A) Modelleme doğrudur; N yapısı yapısında üç farklı alt molekül (şeker, fosfat, baz) bulundurduğu için görev birimi olan M yapısını kapsayacak büyüklüktedir.
- B) Hatalıdır; 2. ve 4. bebek yer değiştirmelidir çünkü hücrenin tüm kalıtsal şifrelerini taşıyan asıl ana yönerge M bölümleri iken, L sadece tek bir genetik özelliği ifade eder.
- C) Hatalıdır; 3. ve 4. bebek yer değiştirmelidir çünkü belirli bir karakteri şifreleyen görev birimi olan M yapıları, çok sayıda yapı taşı olan N molekülünü içinde barındırır.**
- D) Hatalıdır; 1. ve 2. bebek yer değiştirmelidir çünkü kılıf proteinlerinden arındırılmış saf L molekülü, K yapısına göre her zaman daha büyük bir kütle ve karmaşıklığa sahiptir.

Açıklama: Verilen bilgiler analiz edildiğinde K'nin kromozom, L'nin DNA, M'nin gen ve N'nin nükleotid olduğu ortaya çıkar. Büyüklük hiyerarşisi dıştan içe doğru (büyükten küçüğe) Kromozom (K) > DNA (L) > Gen (M) > Nükleotid (N) olmalıdır. Öğrencinin sıralaması olan K > L > N > M şeklinde bir modellemede N (nükleotid) ve M (gen) moleküllerinin sırası yanlıştır. Nükleotidler genleri oluşturduğu için gen daha büyük ve karmaşıktır. Bu sebeple 3 ve 4 numaralı matruşka bebeklerin taşıdığı yapıların yer değiştirmesi gerekir.

25. (5 Puan)

Biyoteknoloji laboratuvarında çalışan bir ekip, ateş böceğinden aldıkları biyoluminesans (ışık saçma) genini bir şapkalı mantar türüne aktararak karanlıkta parlayan mantarlar elde etmeyi hedeflemiştir. Deney süresince ortam sıcaklığı 25 santigrat derece, nem oranı ise yüzde 75 olarak sabit tutulmuştur. Yapılan detaylı analizlerde, ilgili gen diziliminin mantarın DNA zincirine eksiksiz olarak entegre edildiği ve mantarın DNA'sındaki toplam nükleotit sayısının arttığı doğrulanmıştır. Buna rağmen, yetişen yeni mantarların karanlık ortamda hiçbir şekilde ışıık saçmadığı tespit edilmiştir.

Bu deneyin sonuçlarını inceleyen araştırmacıların yaptığı; I. Mantar DNA'sına yeni bir genin eklenmesi mantarın genetik yapısını değiştirmiş ancak bu değişim henüz fenotipe yansımamıştır. II. Mantarın ışık saçmamasının temel nedeni, ateş böceğinin DNA'sındaki nükleotit çeşitlerinin mantar DNA'sındaki nükleotit çeşitlerinden tamamen farklı olmasıdır. III. Işıık saçma özelliğinin fenotipte gözlenebilmesi için, aktarılan şifrenin mantar hücrelerinde o özelliği ortaya çıkaracak olan proteini sentezletmesi gerekirdi. değerlendirmelerinden hangileri bilimsel olarak doğrudur?

A) I, II ve III

B) I ve II

C) Yalnız I

D) I ve III

Açıklama: Mantar DNA'sına yeni bir genin eklenmesi canlının DNA dizilimini, yani genotipini kesinlikle değiştirir. Ancak deneyde görüldüğü gibi bu genin fenotipte (dış görünüşte) etkisini gösterebilmesi için genin aktif hale gelerek ilgili yapısal proteini sentezlemesi gerekir. Bu nedenle birinci ve üçüncü ifadeler bilimsel olarak doğrudur. İkinci ifade ise temel bir kavram yanılgısıdır; dünyadaki tüm canlıların DNA'larında bulunan nükleotit çeşitleri (Adenin, Timin, Guanin, Sitozin) evrensel olarak aynıdır. Canlıların birbirinden farklı olmasını sağlayan şey nükleotit çeşitleri değil, bu nükleotitlerin dizilimi ve sayısıdır. Ortam sıcaklığı ve nem gibi veriler ise sorunun biyoteknolojik odak noktasını test etmek amacıyla eklenmiş bağımsız bilgilerdir.

26. (5 Puan)

Bir öğrenci, canlıların genetik şifrelerinin işleyişini incelemek için bir bilgisayar simülasyonu tasarlıyor. Bu simülasyona canlıların gelişmişlik seviyesini tahmin etmeye çalışan bir algoritma ekliyor. Algoritmanın çalışma kuralı şu şekildedir:

Gelişmişlik Skoru = (Kromozom Sayısı) x (DNA'daki Nükleotid Çeşidi Sayısı) + (Toplam Nükleotid Sayısı)

Öğrenci bu programa üç farklı canlıya ait laboratuvar verilerini giriyor:

- **K türü:** 46 kromozomlu ve toplam 2 milyar nükleotide sahip bir memeli hayvan.
- **L türü:** 46 kromozomlu ve toplam 1.5 milyar nükleotide sahip bir ağaç türü.
- **M türü:** 500 kromozomlu ve toplam 800 milyon nükleotide sahip basit yapılu bir eğrelti otu.

Öğrencinin kurduğu bu algoritmanın, canlıların gerçek hayattaki biyolojik karmaşıklıklarını doğru yansıtamamasının ve hatalı sonuç vermesinin temel bilimsel nedeni aşağıdakilerden hangisinde en doğru şekilde açıklanmıştır?

A) Canlıların gelişmişlik skoru yalnızca toplam nükleotid sayısına bakılarak hesaplanmalıdır; kromozom sayıları eşit olan K ve L canlılarından gelişmiş olanın nükleotid sayısı kesinlikle daha fazla olmalıdır.

B) K ve L türlerinin fiziksel görünimleri tamamen farklı olduğundan, algoritmanın doğru çalışması için bu iki türün DNA'sındaki nükleotid çeşidi sayısının birbirinden farklı değerlerde girilmesi gerekirdi.

C) Kromozom sayısı aynı olan canlılar yakın akraba veya aynı tür sayıldığından, algoritma K ve L türlerini hesaplarken M türünden tamamen farklı bir formül kullanmak zorundadır.

D) Canlıların özelliklerini ve gelişmişliğini belirleyen şifre kromozom sayısında değil, nükleotidlerin diziliş sırasındadır; ayrıca tüm canlılarda nükleotid çeşidi aynı (4) olduğundan formüldeki bu çarpan türler arasında bir fark yaratmaz.

Açıklama: Sekizinci sınıf kalıtım müfredatına göre; canlıların kromozom sayısının fazla olması onların daha gelişmiş olduğunu veya vücut büyüklüğünün fazla olduğunu göstermez (M türü örneğindeki gibi). Ayrıca tüm canlıların DNA'sı aynı 4 çeşit nükleotidden (Adenin, Timin, Guanin, Sitozin) oluşur. K ve L canlılarında kromozom sayıları ve nükleotid çeşitleri aynı olmasına rağmen, bu canlıların farklı özelliklere sahip olmasının tek bilimsel nedeni DNA zincirindeki nükleotid dizilimlerinin (sırasının ve sayısının) birbirinden farklı olmasıdır. Algoritma, gelişmişliği kromozom sayısı ve sabit bir sayı olan nükleotid çeşidine bağlayarak temel bir bilimsel hata yapmaktadır. B seçeneğinde nükleotid çeşidinin farklı olması gerektiği yanlıgısı, A seçeneğinde gelişmişliğin kesinlikle nükleotid sayısına bağlı olduğu yanlıgısı, C seçeneğinde ise kromozom sayısı aynı olanların yakın akraba olduğu yanlıgısı çeldirici olarak kullanılmıştır.

27. (5 Puan)

Bir araştırmacı, bir kelebek türünün gelişimi üzerine yalıtılmış laboratuvar ortamında iki aşamalı bir deney tasarlıyor.

1. Deney: Tırtıllar, türün doğal yaşam alanı olan 25°C yerine 15°C'de büyütülüyor. Bu süreçte tırtılların tükettiği yaprak miktarı sabit tutuluyor. Gelişen kelebeklerin kanat renklerinin normalden daha koyu olduğu gözlemleniyor. Bu koyu kanatlı kelebekler tekrar 25°C'lik ortama alınıp çiftleştirildiğinde, yumurtadan çıkan yeni neslin tamamen açık renkli (normal) kanatlara sahip olduğu görülüyor.
2. Deney: Başka bir tırtıl grubunun standart besinine çok düşük dozda X kimyasalı ekleniyor. Bu grupta gelişen kelebeklerin antenlerinin küt ve kısa olduğu tespit ediliyor. Bu kısa antenli kelebekler, X kimyasalı içermeyen normal besinlerin bulunduğu bir ortamda çiftleştirildiğinde, yavruların da tamamen kısa antenli olarak geliştiği kaydediliyor.

Araştırmacı sonuç raporuna şu notu düşüyor: 'Her iki deneyde de dış ortam şartları (sıcaklık ve kimyasal madde) kelebeklerin DNA'sındaki nükleotid dizilimini değiştirmiş ve bu yeni hücresel yapılar canlının çevreye adaptasyonunu tetiklemiştir.'

Araştırmacının deney notlarında ulaştığı sonuç ile ilgili aşağıda yapılan değerlendirmelerden hangisi bilimsel olarak en doğrudur?

A) Ulaşılan sonuç hatalıdır; 1. deneyde çevre etkisiyle sadece genlerin işleyişi değişirken, 2. deneyde kalıtsal materyalin yapısında yavrulara da aktarılan kalıcı bir değişim meydana gelmiştir.

B) Her iki değişimin de temelinde genetik yapıdaki bozulmalar (mutasyon) yatar; ancak 1. deneydeki bozulma vücut hücrelerinde gerçekleştiği için yavrulara aktarılamamış ve araştırmacı yanılmıştır.

C) Sadece 1. deneyle ilgili çıkarım doğrudur; sıcaklık değişimi DNA dizilimini doğrudan değiştirerek mutasyona yol açarken, besindeki kimyasallar sadece genlerin işleyişini etkiler.

D) Ulaşılan sonuç bütünüyle doğrudur; her iki durumda da çevresel faktörlerin baskısıyla yeni özellikler ortaya çıkmış ve canlının değişen şartlara adapte olması sağlanmıştır.

Açıklama: Araştırmacı iki farklı olayı tek bir mekanizma ile açıklamaya çalışarak hata yapmıştır. 1. deneyde sıcaklık değişimi ile ortaya çıkan koyu kanat rengi, normal sıcaklıkta doğan yavrularda görülmediği için kalıtsal değildir; bu durum genetik yapının değil, yalnızca genlerin işleyişinin değiştiği bir modifikasyon örneğidir. 2. deneyde ise kimyasal maddenin yol açtığı kısa anten özelliği, etken ortadan kalkmasına rağmen yavrulara aktarıldığı için üreme hücrelerinde nükleotid dizilimini değiştiren bir mutasyondur. Araştırmacının 'her ikisi de nükleotid dizilimini değiştirmiştir' ifadesi, 1. deneydeki mekanizma ile çelişir.

28. (5 Puan)

Bir genetik laboratuvarında bilim insanları, yeni keşfedilen çok hücreli organizmaların genetik yapılarını analiz eden bir bilgisayar simülasyonu geliştirmektedir. Simülasyonda kalıtsal yapılar karmaşıklıktan basite doğru K, L, M ve N sembolleriyle ifade edilmiş ve belirli bir mantıksal algoritmaya bağlanmıştır.

Araştırmacılardan biri simülasyonun mantıksal çerçevesine şu kuralları eklemiştir: Kural 1: N sembolü fosfat, şeker ve organik bazdan oluşur ve tüm canlılar için dört farklı çeşidi bulunur. Kural 2: K sembolü, L sembolünün özel proteinlerle sarılmasıyla hücre bölünmesi aşamasında oluşur. Kural 3: Farklı habitatlarda yaşayan iki türün K sembolü sayıları eşit olarak girilirse, sistem bu iki türün M sembollerinin N dizilimlerini otomatik olarak birebir aynı kabul eder. Kural 4: M sembolü, L sembolünün üzerindeki belirli N birimlerinden oluşan ve canlıya ait özellikleri şifreleyen bölgelerdir. Simülasyon çalıştırıldığında, kromozom sayısı aynı olan tamamen farklı türlerin (örneğin insan ve moli balığı) genetik olarak birbirinin kopyası olduğu bir sistem hatası vermiştir. Buna göre, simülasyonun çökmesine neden olan temel biyolojik kavram yanılgısı aşağıdakilerin hangisinde doğru açıklanmıştır?

- A) Nükleotid çeşitlerinin doğadaki tüm canlılarda aynı olduğunun varsayılıp, canlı çeşitliliğinin nükleotid sayısına bağlanmaması.
- B) Kromozom oluşumunun sadece hücre bölünmesi sırasında gerçekleştiği bilgisinin eksik olup yaşam döngüsü boyunca korunması gerektiği.
- C) Farklı türlerin aynı sayıda kromozoma sahip olabileceği gerçeğinin göz ardı edilip, kromozom sayısının gen dizilimini doğrudan belirlediğinin zannedilmesi.**
- D) Genlerin DNA üzerindeki anlamlı şifreler olarak kodlanmasının, nükleotidlerin rastgele dizilimini engelleyerek varyasyonları sıfırlaması.

Açıklama: Soru, kalıtım birimlerinin hiyerarşisini ve kromozom sayısının canlının genetik yapısıyla ilişkisini sorgulayan tersine mühendislik ve hatalı uygulama kurgusudur. Kural 3'te verilen, kromozom sayısı (K) aynı olan türlerin gen (M) dizilimlerinin de aynı olduğu varsayımı bilimsel bir hatadır. Farklı türler (insan ve moli balığı gibi) aynı kromozom sayısına sahip olabilir ancak bu, nükleotid (N) dizilimlerinin ve genetik özelliklerinin aynı olduğu anlamına gelmez. Bu yanılğı, C seçeneğinde net olarak ifade edilmiştir.

29. (5 Puan)

Bir araştırmacı, özel bir böcek türü üzerinde üç farklı ortam şartı uygulayarak aşağıdaki verileri elde ediyor:

• **Uygulama K:** Böcekler kısa süreli X ışınına maruz bırakılıyor. Çoğunun anten şekli düzden kıvrık hale geliyor. Bu kıvrık antenli böcekler tamamen normal ortam şartlarına alınıp çiftleştirildiğinde, doğan tüm yavruların antenlerinin kıvrık olduğu tespit ediliyor.

• **Uygulama L:** Böcek larvaları yüksek asitli besinlerle büyütülüyor. Böceklerin kabuk rengi siyahtan kırmızı rengine dönüyor. Kırmızı renkli olan bu böcekler, normal asitlikte besinlerle beslenen ortama alınıp çiftleştirildiğinde doğan tüm yavruların siyah renkli olduğu gözlemleniyor.

• **Uygulama M:** Böceklerin bulunduğu alanın nem oranı %80'e çıkarıldığında böceklerin günlük yürüme mesafeleri yarı yarıya azalıyor.

Araştırma sonuçlarını inceleyen bir öğrenci şu sonuca varıyor:

"K ve L uygulamalarında gözlemlenen fiziksel değişimler, gen işleyişindeki geçici bozulmalardan (modifikasyon) kaynaklanmaktadır. Çünkü dışarıdan gelen radyasyon veya besin gibi çevresel etkiler, canlının DNA'sındaki nükleotit dizilimini doğrudan değiştirecek güce sahip değildir."

Öğrencinin bu değerlendirmesindeki yapısal hata ve olayların doğru açıklaması aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

A) Öğrenci, K ve L uygulamalarını doğru sınıflandırmış ancak kalıtım mekanizmasını yanlış kurmuştur. Her iki olayda da sadece gen işleyişi değişmiştir ancak K uygulamasındaki radyasyon, vücut hücrelerinde adaptasyon sağlayarak nesilden nesile aktarımı zorunlu kılmuştur.

B) Öğrenci, çevresel faktörlerin hiçbir zaman gen yapısını değiştiremeyeceğini düşünerek hata yapmıştır. K uygulamasında üreme hücrelerindeki DNA dizilimi değiştiği için olay kalıtsal bir mutasyondur; L uygulamasında ise sadece gen işleyişi değiştiği için bu bir modifikasyondur.

C) Öğrenci, radyasyonun nükleotit dizilimini değiştirdiğini doğru analiz etmiş ancak L uygulamasındaki sonucu yanlış yorumlamıştır. L uygulaması, asidik toprak şartlarında yaşama şansını artıran ve yavrulara aktarılan bir adaptasyon sürecidir.

D) Öğrenci, L uygulamasındaki değişimin genetik yapıya kalıcı olarak işlendiğini gözden kaçırmıştır. L uygulamasındaki asidik ortam genotipte mutasyona yol açmış, ancak yavrular nötr ortamda yetiştirildiği için çekinik genler fenotipe yansımamıştır.

Açıklama: Öğrencinin temel hatası, X ışını gibi mutajenik faktörlerin DNA'nın dizilimini değiştiremeyeceği yargısıdır. K uygulamasında özellik yavrulara aktarıldığı için bu kalıtsal bir değişimdir, yani üreme hücrelerinde gerçekleşen bir mutasyondur (DNA yapısı değişmiştir). L uygulamasında ise çevresel etken ortadan kalktığında yeni nesillerin eski özellikte doğması, bunun genotipte değil yalnızca gen işleyişinde meydana gelen bir modifikasyon olduğunu kanıtlar. Bu doğrultuda öğrencinin hem mutasyon mekanizmasını reddetmesi hem de L olayını hatalı genellemesi ilk seçenekte tam olarak düzeltilmiştir.

30. (5 Puan)

Kalıtım birimlerinin yapısı ve özellikleri

Aşağıdaki tabloda, laboratuvarında incelenen bir canlıya ait hücre çekirdeğinden izole edilen X, Y, Z ve T yapılarına ait bazı bulgular verilmiştir.

- **X:** Isıtıldığında binlerce parçaya ayrıldığı ve bu parçaların farklı dizilişlerinin yeni özellikler oluşturabildiği görülüyor.
- **Y:** Canlının türüne özgü olan ve bazı bireylerde aynı sayıda bulunmasına rağmen fenotiplerinin farklı olduğu gözlemleniyor. (İnceleme sırasında sitoplazmadaki ribozom sayısı 450 olarak ölçülmüştür.)
- **Z:** Kimyasal analizinde fosfat molekülü, deoksiriboz şekeri ve timin bazı içerdiği tespit ediliyor.
- **T:** Uzunluğu 500-2000 Z biriminden oluştuğu ve sadece saç rengi pigmentinin üretilmesini sağlayan şifreyi taşıdığı belirleniyor.

Bir araştırmacı bu yapılardan yola çıkarak bir deney tasarlıyor ve bir hipotez ileri sürüyor: "T yapısı, mutasyona uğradığında X'in yapısı değişmeyebilir, ancak canlının özelliklerinde değişiklik olabilir."

Araştırmacının tasarladığı deney ve kalıtsal yapılarla ilgili yapılan aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi bilimsel bir hataya dayanmaktadır?

A) X yapısı çift sarmallı molekülü temsil eder ve yapısında her biri Z olan yüzbinlerce birimi belirli bir düzen içerisinde barındırır.

B) T yapısı görev birimi olup mutasyona uğraması durumunda, Y yapısındaki gen dizilimi etkileneceğinden X molekülünün şifresi tamamen bozulur.

C) Kalıtsal yapıların karmaşıklık ve büyüklük sıralaması $Y > X > T > Z$ şeklindedir ve X'in kendini eşlemesi sürecinde ortamdan en çok Z moleküllerinden azalma beklenir.

D) Y yapısının sayısı canlıların gelişmişlik düzeyini belirlemediği gibi, aynı sayıda Y yapısına sahip olan canlılar her zaman aynı türe ait olmayabilir.

Açıklama: Verilen bilgilerin analizi: X yapısı büyük genetik molekül olan DNA'dır (binlerce parçadan oluşup özellikleri taşır). Y yapısı, sayıca türden türe değişebilen ama gelişmişliği göstermeyen kromozomdur. Z yapısı, fosfat, şeker ve baz içeren nükleotiddir (yapı birimi). T yapısı, belirli bir özellik taşıyan gendir (görev birimi). Büyüklük sırası Kromozom(Y) > DNA(X) > Gen(T) > Nükleotid(Z). T yapısı (Gen) mutasyona uğradığında, o gen dizilimi değişir ve belirli özellik etkilenir ancak DNA'nın tamamının (X) şifresi tamamen bozulmaz, DNA içindeki sadece o gen bölgesi değişir. Bu nedenle bir gen mutasyonu bütün DNA'yı tamamen bozmaz. Ribozom sayısı sadece dikkat dağıtıcı 'gürültü' verisidir.

Doğru/Yanlış Soruları

31. (0 Puan)

Bir biyoloji araştırma ekibi, Antarktika buzullarının derinliklerinden alınan örneklerde, genetik organizasyonu ökaryot hücrelere benzeyen ancak hücrel adaptasyon mekanizmaları farklı olan tek hücreli bir organizma (Cryo-1) izole etmiştir. Araştırma sürecinde Cryo-1'in laboratuvar ortamında çeşitli çevresel stres faktörlerine maruz bırakılarak hücre içi yapıların etkileşimi incelenmektedir.

Yeni keşfedilen tek hücreli bir organizmanın çekirdek benzeri yapısında, genetik materyalin 3 farklı boyutta organize olduğu gözlemlenmiştir: 'X' birimleri birleşerek anlamlı şifreler olan 'Y'leri oluşturur, 'Y'ler dizilerek 'Z' zincirini meydana getirir. Hücresel normal yaşam döngüsünde ortamdaki histon benzeri proteinlerin miktarı %40 azaltıldığında, 'Z' zincirinin işlevsel formunu koruduğu ancak bölünme aşamasına geçemediği tespit edilmiştir. Buna göre, Dünya'daki ökaryotik hücrelerle karşılaştırıldığında, 'Z' zinciri DNA'yı temsil ederken, protein miktarının azalması nedeniyle oluşamayan ve bölünmeyi engelleyen en karmaşık yapı kromozomdur.

☒ Doğru ☐ Yanlış

Açıklama: Metinde 'X' (nükleotid) birleşerek 'Y' (gen) şifrelerini, 'Y'ler dizilerek 'Z' (DNA) zincirini oluşturduğu anlatılmıştır. Kromozom, DNA'nın histon proteinlerine sarılmasıyla oluşan en karmaşık yapıdır. Ortamdaki protein miktarının azalması, DNA'nın kromozom formuna katlanmasını engeller ve hücrenin bölünme aşamasına geçişini durdurur. İfade doğrudur.

32. (0 Puan)

Bir araştırma ekibi, çevresel faktörlerin (sıcaklık, beslenme, radyasyon vb.) canlılar üzerindeki kalıcı ve geçici etkilerini (mutasyon ve modifikasyon) ayırt etmek amacıyla kontrollü bir çaprazlama deneyi tasarlamıştır.

Genetik olarak tamamen aynı olan iki fasulye bitkisinden A bitkisi yoğun UV radyasyonuna maruz bırakılarak yetiştiriliyor ve yapraklarının şeklinin asimetrik olduğu gözlemleniyor. B bitkisi ise yüksek sıcaklık ve düşük nem altında yetiştiriliyor; onun da yapraklarında kıvrılmalar meydana geliyor. Her iki bitkinin toprağına eşit miktarda demir ve magnezyum mineralleri ekleniyor. Bu bitkilerden alınan tohumlar ideal ve standart şartlarda ekildiğinde, sadece A bitkisinin yavrularının asimetrik yapraklı olduğu, B bitkisinin yavrularının ise normal yapraklı olduğu görülüyor. Bu deneyi inceleyen bir öğrencinin, 'A bitkisinde gözlemlenen durumun yavrulara aktarılması, UV radyasyonunun üreme hücrelerindeki genlerin nükleotit dizilimini değiştirdiğini (mutasyon) gösterirken, B bitkisindeki değişim yalnızca genlerin işleyişini etkileyen ve kalıtsal olmayan bir modifikasyondur' şeklindeki değerlendirmesi bilimsel olarak doğrudur.

☒ Doğru ☐ Yanlış

Açıklama: Metinde verilen karmaşık durumda mineral eklenmesi gibi çeldirici veriler (noise) bulunmasına rağmen odaklanılması gereken nokta değişikliklerin yeni nesillere aktarılıp aktarılmadığıdır. A bitkisindeki çevresel etkinin (UV) yavruya aktarılması bunun üreme hücrelerinde gerçekleşen bir mutasyon (gen yapısı değişimi) olduğunu, B bitkisindeki etkinin aktarılmaması ise bunun bir modifikasyon (gen işleyişi değişimi) olduğunu net bir şekilde kanıtlar. Bu nedenle öğrencinin çıkarımı doğrudur.

33. (0 Puan)

Derin deniz termal ventlerinde yeni keşfedilen üç canlı türü incelenmiştir. Tür X; 2 metre boyunda, karmaşık sinir, sindirim ve dolaşım sistemlerine sahip olup 46 kromozomludur (Yaşam derinliği: 1000m, üreme hızı: yavaş). Tür Y; 5 cm boyunda, hiçbir organ sistemi bulunmayan basit hücre katmanlarından oluşur ve 1500 kromozomludur (Yaşam derinliği: 1200m, üreme hızı: çok yüksek). Tür Z; 1 metre boyunda, sindirim ve basit sinir ağına sahip olup 46 kromozomludur (Yaşam derinliği: 500m, üreme hızı: orta). Bir araştırmacı bu ekosistem verilerini değerlendirerek türlerin gelişmişlik seviyeleri hakkında bir model oluşturmuştur.

Araştırmacının, 'Tür Y'nin kromozom sayısı Tür X ve Z'den çok daha yüksek olduğu için, hücresel organizasyonu ve biyolojik gelişmişliği en yüksek olan tür kesinlikle Tür Y'dir' şeklindeki çıkarımı bilimsel olarak doğrudur.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Canlıların biyolojik gelişmişlik düzeyi ile kromozom sayısı arasında hiçbir bilimsel ilişki bulunmamaktadır. Tür Y, 1500 kromozoma sahip olmasına rağmen sistemleri dahi bulunmayan oldukça basit yapılı bir canlıdır; oysa Tür X yalnızca 46 kromozomla karmaşık organ sistemlerine sahiptir. Yaşam derinliği, boy uzunluğu ve üreme hızı gibi çeldirici verilerin de kromozom sayısının canlının organizasyon düzeyini belirlediği yanılgısını destekleyici hiçbir yönü yoktur. Bu nedenle araştırmacının modeli hatalıdır.

34. (0 Puan)

Bir araştırmacı, izole bir ekosistemde yaptığı genetik çalışmada üç farklı tür keşfetmiştir: 15 yıl yaşayabilen ve karmaşık bir sinir sistemine sahip endemik bir memeli ($2n=46$), kök veya gövde farklılaşması tamamlanmamış basit yapılı bir eğrelti otu ($2n=1200$) ve yalnızca 2 ay ömrü olan parazit bir böcek ($2n=14$). Araştırmacı ayrıca, adadaki memeli türü ile aralarında hiçbir evrimsel bağ bulunmayan başka bir kıtadaki insan türünün de kromozom sayısının $2n=46$ olduğunu, parazit böceğin ise bölgedeki bir çalı türüyle aynı kromozom sayısını paylaştığını raporlamıştır.

Araştırmacının elde ettiği verileri kullanarak, eğrelti otunun kromozom sayısının ($2n=1200$) adadaki memeliden ($2n=46$) ve parazit böcekten ($2n=14$) daha yüksek olmasına dayanarak bu bitkinin hücresel organizasyonunun ve genetik yapısının diğer türlerden daha karmaşık ve gelişmiş olduğu sonucuna varması doğru bir çıkarımdır.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Bir canlının hücrelerindeki kromozom sayısı ile o canlının vücut büyüklüğü, yaşam süresi, sistemlerinin karmaşıklığı veya gelişmişlik düzeyi arasında bilimsel bir ilişki yoktur. Eğrelti otunun kromozom sayısı çok yüksek olmasına rağmen basit yapılıdır. Ayrıca insan ile adadaki memelinin aynı kromozom sayısına sahip olması, farklı türlerin aynı kromozom sayısını taşıyabileceğini gösterir. Dolayısıyla sadece kromozom sayısına bakılarak gelişmişlik hakkında karar verilemez.

35. (0 Puan)

Bir araştırmacı, normalde kırmızı çiçek açan bir bitki türünün tohumlarını 45°C sıcaklığa ve 5,5 pH değerine (normalden asidik) sahip bir ortamda bekletmiştir. Bu tohumlardan gelişen bitkilerin tamamının beyaz çiçekli olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmacı, daha sonra bu beyaz çiçekli bitkileri 25°C sıcaklık ve nötr pH gibi ideal koşullarda yetiştirip kendi aralarında tozlaştırdığında, elde edilen yeni nesil bitkilerin de tamamen beyaz çiçekli olduğunu tespit etmiştir.

Bu deneydeki bulgulara dayanarak; 'Tohum evresinde uygulanan yüksek sıcaklık, çiçek rengi geninin yalnızca işleyişini değiştirmiş (modifikasyon) ve olay üreme hücrelerini etkilediği için bu modifikasyon kalıcı hale gelerek yavru döllerle aktarılmıştır' yargısı bilimsel olarak doğrudur.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Modifikasyonlar çevresel faktörlerin (sıcaklık, pH, beslenme vb.) etkisiyle genlerin sadece işleyişinde meydana gelen ve asla kalıtsal olmayan değişimlerdir. Üreme hücrelerinde gerçekleşse dahi genetik yapıyı değiştirmezler. Beyaz çiçek özelliğinin, çevre şartları normale (25°C ve nötr pH) dönmesine rağmen yavru nesillere aktarılması, tohum evresindeki uygulamanın genlerin işleyişini değil, doğrudan genetik yapısını değiştirdiğini yani bir mutasyon olduğunu kanıtlar. Bu nedenle çıkarım yanlıştır.

36. (0 Puan)

Bir tarım araştırma enstitüsünde, pamuk bitkisini 'Z' zararlısına karşı korumak amacıyla *Bacillus thuringiensis* (Bt) bakterisinden alınan belirli bir gen, bitki hücrelerine aktarılmıştır. Eř zamanlı olarak tarlada damla sulama sistemine gečilmiş ve toprak pH'sı 6.5'te sabit tutulmuştur. Hasat döneminde sadece gen aktarımı yapılan pamukların Z zararlısına direnç gösterdiği, aynı şartlarda yetiştirilen gen aktarılmamış pamukların ise zarar gördüğu tespit edilmiştir. Raporda bir asistan, bu direnç artışının topraktaki su miktarının gen işleyişini değiştirdiği bir çevresel uyum (modifikasyon) olabileceğini öne sürmüştür.

Asistanın iddiası biyolojik olarak hatalıdır; çünkü pamuk bitkilerinin kazandığı direnç, çevresel şartların (sulama yöntemi veya toprak pH'sı) genlerin işleyişini değiştirmesiyle oluşan bir modifikasyon değil, biyoteknolojik yöntemle bitkinin DNA'sına yeni bir nükleotit diziliminin kalıcı olarak eklenmesi sonucu ortaya çıkan bir genotip değişikliğidir.

☒ Doğru ☐ Yanlış

Açıklama: Pamuk bitkisinin zararlıya karşı direnç kazanması, toprak pH'sı veya sulama sistemi gibi çevresel faktörlerin neden olduğu geçici bir gen işleyişi değişimi (modifikasyon) değildir. Bu durum, bakteriden alınan genin pamuğın DNA'sına dahil olmasıyla nükleotit diziliminin kalıcı olarak değişmesi (gen aktarımı) sonucudur. Çevresel faktörler soruda öğrencilerin genotipi değiştiren olaylarla çevre etkisini ayırt edip edemeyeceğini ölçmek için çeldirici veri olarak sunulmuştur.

37. (0 Puan)

Bir canlının hayatta kalmasını ve üremesini sağlayan adaptasyonlar, doğal seçim mekanizmasıyla popülasyonda yaygınlaşır. Ancak popülasyon içindeki kalıtsal özelliklerin zenginliği, yani varyasyon, türün değişen veya tamamen yeni şartlar karşısındaki sigortası niteliğindedir.

Bir adada yaşayan belirli bir böcek popülasyonunun yaşam alanına yeni bir avcı türü sonradan dahil edilmiştir. Avcının ortama girişinden on nesil sonra yapılan incelemede, yalnızca belirli bir zehirli salgıyı üretebilen ve genetik dizilimleri birbirine neredeyse tamamen benzeyen böceklerin hayatta kalarak çoğaldığı tespit edilmiştir. İklimin sabit kaldığı ve diğer avcılarının bulunmadığı bu adada, araştırmacılar şu değerlendirmeyi yapmıştır: 'Popülasyonda doğal seçim başarıyla gerçekleşmiş ve faydalı adaptasyon seçilmiştir. Bu nedenle, popülasyonun genetik havuzu daralmış olsa bile, türün gelecekte karşılaşabileceği küresel ısınma kaynaklı ani sıcaklık değişimlerine veya yeni patojenlere karşı neslini devam ettirme olasılığı artık çok daha yüksektir.' Bu araştırmacıların yaptığı değerlendirme doğru bir çıkarımdır.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Doğal seçim sonucunda popülasyonun yeni avcıya adapte olması, mevcut çevre şartlarında hayatta kalma şansını artırmıştır. Ancak, hayatta kalan bireylerin genetik olarak birbirine çok benzemesi (varyasyonun azalması), popülasyonun genetik çeşitliliğini düşürmüştür. Tür içindeki varyasyonun azalması, gelecekte ortaya çıkabilecek ani sıcaklık değişimleri veya yeni hastalıklar gibi bambaşka çevre koşullarına uyum sağlayabilecek farklı genetik kombinasyonların bulunma ihtimalini düşürür. Dolayısıyla, genetik çeşitliliğin daralması neslin devamlılık olasılığını artırmaz, aksine olası yeni krizlerde tükenme riskini yükseltir.

38. (0 Puan)

Bir araştırmacı, sıcak ve kurak olan X ekosisteminde yaşayan K faresi ve L kertenkelesi ile serin ve nemli Y ekosisteminde yaşayan M faresi türlerini inceliyor. İncelemede, K ve M farelerinin genetik olarak birbirine çok yakın olduğu ancak fiziksel olarak K ve L nin uzuv uzunlukları ve renk bağlamında birbirine daha çok benzediği saptanıyor. Araştırmacı K faresini Y ekosistemine getirdiğinde K nin kürk rengi veya uzuv yapısında yaşadığı süre boyunca hiçbir değişim olmadığını ve ortam koşullarına uyum sağlayamadığı için popülasyonunun kısa sürede yok olduğunu gözlemliyor.

K ve L canlılarının K ve M ye kıyasla daha benzer fiziksel özellikler sergilemesi ve K nin Y ortamında elenmesi, adaptasyonların farklı türlerde benzer çevresel baskılarla aynı yönde şekillenebileceğini ve bu uyum sürecinin canlının genetik yapısını değiştirmeyen kalıtsal olmayan geçici modifikasyonlar ile gerçekleştiğini gösterir.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Farklı türlerden olan K ve L canlılarının benzer özellikler geliştirmesi çevresel baskıların yönlendirdiği bir adaptasyon ve doğal seçim sürecidir. Ancak K faresinin Y ortamına alındığında fiziksel özelliklerinin ortama göre değişmemesi ve zamanla elenmesi, bu uyum özelliklerinin sonradan kazanılan geçici modifikasyonlar olmadığını, aksine kalıtsal genetik adaptasyonlar olduğunu kanıtlar. İfadeye modifikasyon denildiği için yanlıştır.

39. (0 Puan)

Kromozomlar, DNA moleküllerinin ve özel proteinlerin birleşmesiyle oluşan kalıtım materyalleridir. Farklı türlerdeki canlılar tamamen aynı sayıda kromozoma sahip olabilirler. Bir canlının vücut hücrelerindeki kromozom sayısı (2n), o canlının türünün özellikleri hakkında genetik bir kanıt oluşturmaz. Örneğin, insan ve moli balığı 46 kromozoma sahipken, eğrelti otu 500 kromozoma sahiptir.

Bir araştırmacı, insan (*Homo sapiens*) ve moli balığının (*Poecilia sphenops*) vücut hücrelerinde 46 kromozom bulunduğunu tespit ediyor. Ayrıca bir öğrenci bu veriye dayanarak, moli balığı ve insanın ortak atadan geldiğini ve nükleotid dizilişlerinin 48 kromozomlu şempanzelere (*Pan troglodytes*) kıyasla daha çok benzerlik göstermesi gerektiğini iddia ediyor. Bu durumda, öğrencinin 'farklı canlı türlerinin kromozom sayılarının aynı olması, bu canlıların genetik yapılarının ve türe ait özelliklerinin birbirine benzer olduğunu veya evrimsel olarak daha yakın akraba olduklarını kanıtlar' şeklindeki temel varsayımı kesinlikle doğrudur.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Kromozom sayısının aynı olması, iki canlının genetik veya fiziksel özelliklerinin benzediği, yakın akraba olduğu ya da gelişmişlik düzeylerinin aynı olduğu anlamına gelmez. Bir canlının genetik özelliklerini kromozom sayısı değil, o kromozomlardaki DNA üzerinde bulunan nükleotidlerin sayı, sıra ve dizilişi belirler. Öğrencinin iddia ettiği gibi kromozom sayısına bakılarak akrabalık veya genetik benzerlik bağı kurulamaz.

40. (0 Puan)

Bir araştırma ekibi, floresan ışımaya yapan denizanasından izole ettikleri geni bir mısır bitkisinin embriyosuna aktarıyor. Aynı zamanda mısırın yetiştiği toprağa, gövde uzunluğunu %30 artıran X minerali ekleniyor. Gelişen mısır bitkisinin hem karanlıkta yeşil ışık yaydığı hem de çok uzun gövdeli olduğu görülüyor. Bu bitkiden elde edilen tohumlar, X minerali içermeyen sıradan bir toprağa ekildiğinde çimlenen yeni nesil mısır bitkilerinin karanlıkta yeşil ışık yaydığı ancak standart gövde uzunluğuna sahip olduğu tespit ediliyor.

Bu deneydeki sonuçlar, mısır bitkisine yapılan gen aktarımının bitkinin genotipindeki nükleotid çeşidini artırarak genetik şifreyi değiştirdiğini ve çevresel faktörlerin neden olduğu fiziksel değişimlerin aksine bu yeni dizilimin yavru döllere kalıtıldığını kanıtlar.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Gen aktarımı bitkinin DNA'sındaki nükleotid dizilişini (sırasını) değiştirerek ona yeni bir genetik özellik (ışık yayma) kazandırır ve bu özellik yavru döllere aktarılır. Mineralin etkisiyle boy uzaması ise kalıtsal olmayan bir modifikasyondur. Ancak sorudaki ifade gen aktarımının 'nükleotid çeşidini' artırdığını öne sürmektedir. DNA'daki genetik şifre her zaman aynı 4 çeşit nükleotidden (Adenin, Timin, Guanin, Sitozin) oluşur. Gen aktarımı nükleotid çeşidini asla artırmaz, sadece mevcut çeşitlerin farklı bir kombinasyonunu (dizilimini) ekler. Bu ince kavram yanlışlığından dolayı ifade yanlıştır.

41. (0 Puan)

Kalıtsal materyallerin nükleotid, gen, DNA ve kromozom özelindeki hiyerarşik ilişkileri ile bu yapıların hücresel süreçlerdeki rolleri modellenmektedir. Model, yapıların karmaşıklık düzeylerini ve temsil ettikleri kalıtsal bilgilerin kapsamını analiz etmeyi amaçlar.

Bir fen laboratuvarında genetik yapıları inceleyen bir öğrenci grubu, keşfedilen yeni bir canlının kalıtım materyalini modellemektedir. Öğrenciler mavi, kırmızı ve dört farklı renkteki küçük taşları kullanarak büyük bir çift sarmal zincir ('Yapı X') inşa ederler. Daha sonra bu zincirin tamamını kilden yapılmış bir protein kılıf ile sıkıca kaplayarak hücre bölünmesi sırasında gözlemlenen en belirgin forma ('Yapı Y') dönüştürürler. Öğrenciler proje raporunda şu iddiada bulunur: 'Kilden kılıfla kaplı Yapı Y, kalıtsal materyalin hasar görmesini engelleyen en karmaşık organizasyondur; bu nedenle Yapı Y, yalnızca belirli bir karakterin (örneğin yaprak şekli) şifresini taşıyan bağımsız bir geni temsil etmektedir.' Öğrencilerin Yapı Y hakkındaki bu bilimsel çıkarımı doğrudur.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Modelde taşların birleşimiyle oluşturulan sarmal zincir Yapı X (DNA), kil ile kaplanmış ve paketlenmiş hal olan Yapı Y ise kromozomu temsil etmektedir. Kromozomlar sadece tek bir karakterin şifresini (geni) taşıyan basit birimler değil, aksine binlerce farklı geni üzerinde barındıran en karmaşık ve büyük kalıtsal yapılardır. Öğrencilerin protein kılıflı bu yapıyı gen olarak nitelendirmesi, karmaşıklık sıralamasına ve gen kavramının tanımına aykırıdır.

42. (0 Puan)

İzole bir adada yapılan kapsamlı bir ekosistem araştırmasında daha önce bilinmeyen üç farklı canlı türü keşfedilmiştir: 2 metre boyunda, adanın ormanlık alanlarının yüzde 80'ini kaplayan bir bitki olan Flora alba ($2n=1200$), 15 gramlık bir kuş türü olan Avis parvus ($2n=80$) ve karmaşık aletler yapabilen 80 kilogramlık bir memeli olan Mammalia magnus ($2n=46$). Ayrıca adanın ortalama nem oranının yıllık yüzde 75 olduğu ve türlerin tamamen bu iklime adapte olduğu raporlanmıştır.

Araştırma raporunda yer alan verilere göre, Flora alba'nın kromozom sayısının ($2n=1200$) Mammalia magnus'tan ($2n=46$) belirgin şekilde fazla olması, bu bitkinin söz konusu memeli türünden hücresel işlevler ve evrimsel bağlamda daha gelişmiş bir sisteme sahip olduğunu kanıtlar.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Kromozom sayısı ile bir canlının vücut büyüklüğü, zeka seviyesi veya hücresel gelişmişlik düzeyi arasında hiçbir bilimsel bağlantı (korelasyon) yoktur. Flora alba bitkisinin kromozom sayısının alet kullanabilen memeli türünden (Mammalia magnus) çok daha yüksek olması, bitkinin daha gelişmiş olduğunu kesinlikle göstermez. Metinde yer alan boy uzunluğu, popülasyon yayılım yüzdesi veya çevresel nem oranı gibi detaylar kromozom işlevini veya canlının gelişmişlik seviyesini değiştirmeyen çeldirici verilerdir.

43. (0 Puan)

Bir araştırma ekibi, kapalı bir serada aynı çevre koşullarına (eşit sıcaklık, 6.5 toprak pH'ı ve aynı ışık şiddeti) maruz bırakılarak yetiştirilen K ve L bitki türlerini inceliyor. Hücre analizlerinde her iki bitkinin de kök hücrelerinde $2n=46$ kromozom bulunduğu tespit ediliyor. Aynı şartlarda yaşamalarına rağmen K bitkisinin yapraklarında zehirli bir alkaloid üretilirken, L bitkisinde yalnızca tatlı bir nektar sentezlendiği görülüyor. Bulguları inceleyen bir öğrenci, kromozom sayılarının ve yetiştirilme ortamlarının tamamen aynı olmasına dayanarak şu çıkarımı yapıyor: 'K ve L bitkilerinin tamamen farklı kimyasal maddeler üretmesinin tek nedeni, DNA moleküllerini oluşturan organik baz çeşitlerinin birbirinden farklı olmasıdır.'

Öğrencinin K ve L bitkilerinin ürettiği maddelerdeki farklılığı açıklamak için kurduğu bu hipotez biyolojik olarak doğrudur.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Canlıların farklı fiziksel veya kimyasal özelliklere sahip olması, DNA'larındaki genetik kodların farklılığından kaynaklanır. Kromozom sayıları aynı olsa da nükleotid dizilimleri türleri birbirinden ayırır. Ancak öğrencinin hipotezinde düştüğü temel hata, farklılığın sebebini 'organik baz çeşitleri' olarak belirtmesidir. Tüm canlıların DNA'sında aynı dört çeşit organik baz (Adenin, Timin, Guanin, Sitozin) bulunur. Canlıları farklı kılan, bu bazların çeşidi değil, diziliş sırası ve sayısıdır. Çevre koşulları (toprak pH'ı vb.) ise burada genetik farklılığın etkisini vurgulamak için verilen sabit bir faktördür.

44. (0 Puan)

Bir biyoloji araştırma laboratuvarında, farklı ekosistemlerden toplanan üç farklı çok hücreli canlı (X, Y ve Z) hücre çekirdeklerinden DNA izolasyonu yapılarak genetik analizleri ve kromozom sayımları gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar kayıtlarında X ve Y'nin yaşam alanlarının farklı olduğu, ancak hücrelerindeki toplam kromozom sayılarının aynı olduğu tespit edilmiştir.

Bir öğrenci, vücut hücrelerinde 46'şar kromozom bulunan X (bir omurgalı hayvan) ve Y (bir çiçekli bitki) türleri ile 500 kromozomlu Z (bir tohumuz bitki) türünün nükleotid dizilimlerini ve fiziksel özelliklerini raporlamaktadır. Öğrencinin raporundaki 'X ve Y türlerinin kromozom sayıları eşit olduğu için bu iki canlı türü, yapısal proteinlerin sentezinde tamamen aynı DNA şifrelerini kullanır; ayrıca Z türünün kromozom sayısının X'ten oldukça fazla olması, onun X türüne göre hücresel organizasyon bakımından kesinlikle daha gelişmiş bir canlı olduğunu kanıtlar' şeklindeki değerlendirmesi biyolojik olarak doğrudur.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Kromozom sayısının farklı türlerde aynı olması (örneğin insan ve moli balığının 46 kromozoma sahip olması), bu canlıların genetik yapılarının veya protein şifrelerinin aynı olduğunu kesinlikle göstermez; çünkü türlerin genetik özellikleri kromozom sayısına değil, DNA'daki nükleotid dizilimine bağlıdır. Aynı şekilde, bir canlının kromozom sayısının fazla olması (örneğin 500 kromozomlu eğrelti otu), o canlının vücut yapısının daha karmaşık veya gelişmiş olduğunu kanıtlamaz. Raporun içerdiği her iki çıkarım da temel genetik kurallara aykırıdır.

45. (0 Puan)

Bir biyoloji laboratuvarında dört farklı canlı türüne (K, L, M ve N) ait hücre incelemeleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre diploit ($2n$) kromozom sayıları sırasıyla; K canlısı için 46, L canlısı için 78, M canlısı için 500 ve N canlısı için 46 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca raporda N canlısının tatlı suda yaşadığı, ortalama 3 yıl ömrü olduğu ve K canlısının karasal bir memeli olduğu belirtilmiştir. Bir araştırmacı yalnızca bu verileri ve hücre çekirdeği içeriklerini inceleyerek canlıların gelişmişlik düzeylerini sıralamak istemektedir.

Araştırmacının, 'M canlısı en yüksek kromozom sayısına sahip olduğu için hücresel ve dokusal bazda en karmaşık (gelişmiş) yapıya sahiptir; K ve N canlıları ise eşit kromozom sayısına sahip oldukları için genetik olarak aynı gelişmişlik düzeyine ve benzer biyolojik özelliklere sahiptir' şeklindeki hipotezi bilimsel olarak doğrudur.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Kromozom sayısı ile canlının gelişmişlik düzeyi, vücut büyüklüğü veya yaşam süresi arasında hiçbir bilimsel ilişki yoktur. M canlısı 500 kromozoma sahip (örneğin bir eğrelti otu) olmasına rağmen, 46 veya 78 kromozomlu canlılardan (insan, köpek vb.) daha ilkel bir yapıya sahip olabilir. Ayrıca iki farklı türün (K ve N) kromozom sayılarının eşit olması, onların aynı gelişmişlik düzeyinde olduğunu veya benzer genetik özellikler taşıdığını kesinlikle göstermez.

46. (0 Puan)

Bir biyoloji laboratuvarında incelenen yeni keşfedilmiş X tatlı su süngeri ve Y kınkanatlı böceğinin vücut hücrelerinde 46'şar kromozom bulunduğu, her iki canlının da hücrelerinde benzer oranda su ve mineral bulunduğu tespit edilmiştir. Bu raporu okuyan bir lise öğrencisi, "Kromozom sayıları ve hücresel su oranları aynı olmasına rağmen dış görünüşleri farklı olduğuna göre, X ve Y canlılarının DNA'larını oluşturan nükleotid çeşitleri kesinlikle birbirinden farklıdır." şeklinde bir değerlendirme yapmıştır.

Öğrencinin çıkardığı sonucun hatalı olmasının bilimsel nedeni; X ve Y canlılarının DNA'larında bulunan nükleotid çeşitlerinin aslında tamamen aynı olması ve türler arası fiziksel ile genetik farklılığı yaratan asıl unsurun bu nükleotidlerin diziliş sırası ve sayılarındaki benzersizlik olmasıdır.

☒ Doğru ☐ Yanlış

Açıklama: Dünyadaki tüm canlıların (virüsler hariç hücresel yapıdaki canlıların) DNA'larında Adenin, Timin, Guanin ve Sitozin olmak üzere sadece dört çeşit nükleotid bulunur. Kromozom sayıları aynı (örneğin 46) olan farklı türlerin birbirlerinden farklı özelliklere sahip olmasının nedeni nükleotid çeşitlerinin farklı olması değil, bu dört çeşit nükleotidin sayı, sıra ve dizilimlerinin birbirinden farklı olmasıdır. Dolayısıyla öğrencinin 'nükleotid çeşitleri farklıdır' varsayımı yanlıştır ve sorudaki açıklama bu hatanın doğru nedenini vermektedir.

Boşluk Doldurma Soruları

47. (0 Puan)

Öğrenciler bu verilerden yola çıkarak canlıların yaşadıkları ortamla ilgili analiz yaparlar. Bir öğrenci, K ve L canlılarının beslenme şekilleri farklı olsa bile vücut yüzey alanı / hacim oranlarının yüksek olmasının ve büyük kulaklara sahip olmalarının, vücut ısını hızla dışarı atmak için geliştirilmiş birer özellik olduğunu belirtir. Öğrencinin bu değerlendirmesine göre, K ve L canlıları büyük olasılıkla ısı kaybını maksimize etmenin hayatta kalmak için kritik olduğu __çöl__ ekosistemine uyum sağlamıştır.

Açıklama: Canlıların beslenme şekilleri veya ait oldukları sınıflar (K'nın böcekçil, L'nin otçul olması) bu soruda çeldirici olarak verilmiştir. Farklı türden canlıların benzer ortamlarda hayatta kalmak için benzer adaptasyonlar (büyük kulaklar, yüksek yüzey alanı/hacim oranı) geliştirmesi beklenir. Geniş vücut yüzeyi ve büyük kulaklar, canlının çevreye ısı yaymasını kolaylaştırarak vücut sıcaklığını düşürmeye yardımcı olur. Bu durum, ısı kaybını artırmanın zorunlu olduğu çok sıcak ortamlara, yani çöl ekosistemlerine özgü tipik bir adaptasyondur.

48. (0 Puan)

Bir araştırmacı, yeni keşfedilen bir su yosunu türünün vücut hücrelerinde $2n=1200$, yeni bir memeli türünde ise $2n=38$ kromozom bulunduğunu tespit etmiştir. Öğrencilerden biri, su yosununun memeliye göre daha fazla genetik paket taşıdığı için daha gelişmiş organ sistemlerine sahip olması gerektiğini iddia eder. Ancak mikroskobik incelemeler, 50 kg ortalama kütleyle sahip su yosununun sadece basit bir hücresel organizasyona sahip olduğunu; 2 kg kütleli memelinin ise karmaşık sinir ve dolaşım sistemleri barındırdığını göstermektedir. Fiziksel büyüklük ve kromozom sayısındaki bu devasa farklara rağmen ortaya çıkan anatomik tablo, organizmaların hücresel kromozom sayılarına bakılarak gelişmişlik düzeylerinin kıyaslanmasının bilimsel açıdan __geçersiz__ bir yaklaşım olduğunu kesin olarak kanıtlamaktadır.

Açıklama: Canlıların vücut hücrelerindeki kromozom sayısı ile o canlıların gelişmişlik düzeyleri, vücut büyüklükleri veya kütleleri arasında hiçbir doğrudan ilişki yoktur. Metindeki yosunun kromozom sayısının ve kütlesinin çok büyük olması gelişmiş olduğunu göstermez. Karmaşık sistemlere sahip memelinin daha düşük kromozom sayısına sahip olması, kromozom sayısını gelişmişlik ölçütü olarak kullanmanın mantıksız ve hatalı bir yöntem olduğunu ispatlar.

49. (0 Puan)

Bir araştırmacı, laboratuvar ortamında bölünen bir hücreye özel bir kimyasal madde ekliyor. Analizler sonucunda adenin ve timin eşleşmesinde sorun olmadığı (yüzde 30 oranında), kalıtsal özellikleri şifreleyen DNA parçalarının hasar görmediğı ve çift sarmallı dev molekülün uzun iplikler halinde çekirdekte korunduğı gözlemleniyor. Ancak bu uzun sarmal ipliklerin, hücre bölünmesi öncesinde özel proteinlerle birleşip yoğunlaşarak kalınlaşması işleminin gerçekleşmediğı ve hücre bölünmesinin durduğı saptanıyor. Verilen bulgulara göre, kimyasal maddenin hücrede engellediğı ve kalıtım materyalinin en karmaşık, yoğun hali olan __kromozom__ oluşmamıştır.

Açıklama: Soruda adenin-timin eşleşmesiyle nükleotidlerin sağlam olduğı, kalıtsal özellikleri şifreleyen yapıların varlığıyla genlerin korunduğı ve çift sarmallı ipliklerin varlığıyla DNA'nın bütünlüğünü sürdürdüğü ifade edilmiştir. Ancak hücre bölünmesi öncesi DNA'nın protein kılıfla kaplanıp kısalarak kalınlaşması evresinin gerçekleşmediğı belirtilmiştir. Kalıtım materyalinin en büyük ve karmaşık yapısı kromozomdur.

50. (0 Puan)

Bir araştırmacı, hızlı akan ve küçük avcı balıkların yoğun olduğı bir ekosistemde yaşayan iki farklı türü inceliyor. K türü, günlük enerjisinin büyük bir kısmını harcayarak akıntıya aynı anda milyonlarca küçük yumurta ve sperm bırakırken; L türü ise nehir tabanındaki yosunlar arasında geniş alanlar tarayarak yüksek kalori depolar ve tek seferde sadece birkaç büyük yumurtayı kayaların arasına gizleyerek korur. Bir öğrenci, K türünün enerjisini israf ettiğini ve L türünün stratejisinin daha evrimleşmiş ve avantajlı olduğunu iddia etmiştir. Ancak öğrencinin bu değerlendirmesi hatalıdır; çünkü dış döllenme yapan canlılarda dış ortamda hücrelerin birleşme ihtimalinin düşük olması ve av olma riskinin yüksekliğı göz önüne alındığında, K türünün çok sayıda gamet bırakması neslin devamlılığını sağlayan zorunlu bir __üreme__ adaptasyonudur.

Açıklama: Öğrencinin hatası, dış döllenme yapan canlıların karşılaştığı ekolojik zorlukları (akıntı, avcılar, döllenme olasılığının düşüklüğü) göz ardı etmesidir. K türünün çok sayıda yumurta ve sperm bırakması, beslenme veya hareket ihtiyacını değil, istatistiksel olarak döllenme şansını ve yavruların hayatta kalma ihtimalini artırarak neslin devamını sağlayan doğrudan bir üreme adaptasyonudur. L türünün stratejisi farklı koşullar için geçerli bir yöntem olsa da, K türünün davranışı kendi yaşam alanı için kritik öneme sahiptir.

51. (0 Puan)

Öğrencinin bu hatalı çıkarımı, adada aslında sıcaklığın değil avcı baskısının bir çevre şartı olarak işlediğı ve zayıf olanların elenip ortama kalıtsal olarak uyum sağlayanların ürettiğı __doğal seçim__ mekanizmasını göz ardı etmesinden kaynaklanmaktadır.

Açıklama: Araştırmacının yorumu, canlıların çevrenin etkisiyle sonradan özellik kazandığını iddia ettiğı için hatalıdır. Gerçekte artan sıcaklık (yanıltıcı veri) değil, ortama yeni giren avcı kuşlar bir çevre direnci oluşturmuştur. Kalın kabuklu olan avantajlı bireylerin hayatta kalarak üremesi, ince kabukluların ise elenmesi süreci türün çevreye adaptasyonunu sağlayan doğal seçim mekanizmasıdır. Modifikasyon kalıtsal olmayan değişim, mutasyon genetik hasar, varyasyon ise halihazırda var olan genetik çeşitliliktir.

52. (0 Puan)

Bir öğrenci, K ($2n=46$, vücut kütlesi: 70 kg), L ($2n=46$, vücut kütlesi: 0.02 kg), M ($2n=500$, vücut kütlesi: 0.5 kg) ve N ($2n=8$, vücut kütlesi: 0.001 kg) canlılarının özelliklerini incelemektedir. Öğrenci verileri incelerken K'nin insan, L'nin moli balığı, M'nin eğrelti otu ve N'nin sirke sineği olduğunu öğrenir. Öğrencinin başlangıçta kurduğu "Kromozom sayısı fazla olan canlı her zaman daha karmaşık doku organ sistemlerine sahiptir ve kromozom sayısı aynı olan canlılar benzer gelişmişlik seviyesindedir" hipotezi, K, L ve M verileri bir arada değerlendirildiğinde çökmektedir. Bu deneysel çıkarım, biyolojik sınıflandırma ve yapısal karmaşıklık değerlendirilirken kromozom sayısının gelişmişlik düzeyiyle __doğrusal veya yapısal bir ilişki barındırmadığını__ net bir biçimde kanıtlar.

Açıklama: İnsan (K) ve moli balığının (L) aynı kromozom sayısına ($2n=46$) sahip olması fakat farklı gelişmişlik düzeylerinde bulunması ve bir bitki olan eğrelti otunun (M) 500 kromozoma sahipken insandan çok daha basit bir hücresel/dokusal organizasyonda olması, kromozom sayısı ile vücut büyüklüğü veya gelişmişlik düzeyi arasında hiçbir doğrudan ilişki olmadığını ispatlar.

53. (0 Puan)

Bir araştırma ekibi, mısır bitkilerini yabani ot ilaçlarına karşı dirençli hale getirmek istemektedir. Bölgedeki toprak analizi yüksek oranda azot sülfat göstermesine rağmen, araştırmacılar bu faktörü göz ardı ederek ilaca dirençli bir bakteri türünden izole ettikleri spesifik bir DNA dizilimini, mısır bitkisinin embriyo hücrelerine entegre ederler. Büyüyen yeni bitkiler ilaçlandığında, sadece bu müdahaleye uğramış olanların hayatta kaldığı gözlemlenir. Bir öğrenci, süreci değerlendirirken ilacın sadece güçlü bitkileri seçtiğini belirterek bu durumun bir tür seçim olduğunu iddia eder. Ancak öğrencinin değerlendirmesinde atladığı nokta, mısırın doğal varyasyonlarında bulunmayan yepyeni bir genetik bilginin laboratuvar ortamında kasıtlı olarak eklenmesidir; genetik mühendisliğinde farklı bir türden alınan genin hedef canlının DNA'sına eklenerek ona yepyeni bir biyolojik özellik kazandırılması işlemine __gen aktarımı__ adı verilir.

Açıklama: Öğrencinin yapay seçim çıkarımı hatalıdır çünkü yapay seçim, popülasyonda zaten var olan özelliklerin insan eliyle seçilmesidir. Soruda bahsedilen durum, bir canlıdan alınan genetik materyalin başka bir canlıya aktarılarak doğal yollarla asla sahip olamayacağı yeni bir özellik (bakteriden mısıra ilaç direnci geni) kazandırılmasıdır. Bu spesifik biyoteknolojik yöntemin adı gen aktarımıdır. Topraktaki azot oranı bilgisi ise çeldirici bir veridir ve uygulanan genetik mühendisliği yönteminin türünü değiştirmez.

54. (0 Puan)

Bir araştırmacı, hücre döngüsünü incelerken ortama eklediği kimyasal bir maddenin, çift sarmallı genetik zincirin özel proteinlerle etkileşim kurmasını engellediğini fark etmiştir. Hücrede 4 farklı organik bazın sorunsuz sentezlendiği ve bu alt birimlerin birleşerek belirli özelliklerden sorumlu anlamlı sifreleri oluşturduğu tespit edilmiştir. Ancak hücre bölünme evresine geçmesine ve iğ iplikleri oluşmasına rağmen, ışık mikroskopunda X şeklinde görülmesi beklenen yapılar oluşmamış ve bölünme durmuştur. Bu duruma, DNA molekülünün kısalıp kalınlaşarak özel proteinlerle paketlenmesi sonucu oluşan ve genetik materyalin en geniş çaplı hiyerarşik düzeyini temsil eden __kromozom__ yapısının eksikliği neden olmuştur.

Açıklama: Sorudaki senaryoda organik bazların ve anlamlı genetik sifreler olan genlerin oluşumunda bir problem olmadığı, hücredeki iğ iplikleri gibi bileşenlerin de hazır olduğu (celtirici bilgiler) vurgulanmıştır. Ancak DNA'nın özel proteinlerle sarılıp kısalıp kalınlaşması engellendiğinden, bu hiyerarsinin en üst ve en karmaşık paketlenmiş hali olan kromozomlar oluşamamış, dolayısıyla bölünme durmuştur.

55. (0 Puan)

Bir grup araştırmacı, mısır bitkisinin kök kurdu adlı zararlı böceğe karşı direncini artırmak için, bir toprak bakterisinden (*Bacillus thuringiensis*) izole ettikleri zehir üreten bir gen dizilimini laboratuvar ortamında mısırın genomuna entegre etmiştir. Eş zamanlı olarak mısırları azot oranı yüksek gübrelerle besleyerek büyüme hızlarını da takip etmişlerdir. Sonuçta kök kurduna direnen mısırlar elde edilmiştir. Ekip lideri, elde edilen ürünleri en dayanıklılardan seçerek çoğalttıkları için sürecin baştan sona bir 'yapay seçim' başarısı olduğunu raporlamıştır. Ancak raporu değerlendiren biyotik kurulu, mısırların gübreyle büyüme hızındaki artışın genetik olmadığını ve en önemlisi bakteriye ait spesifik bir kodun, tamamen farklı bir tür olan mısırın DNA'sına laboratuvar koşullarında fiziksel olarak eklenmesiyle bitkiye yepyeni bir savunma özelliği kazandırılmasının raporda yanlış tanımlandığını belirtmiştir. Kurul, araştırmacının raporunu düzelterek farklı türler arasında belirli bir fenotipik özellik kazandırmak amacıyla yapılan bu doğrudan DNA ilavesi ve entegrasyonu işlemine __gen aktarımı__ dendiğini vurgulamıştır.

Açıklama: Soru, bir araştırmacının gerçekleştirdiği biyoteknolojik adımları ve çevresel etkileri analiz etmeyi gerektirir. Azotlu gübre kullanılması sadece fenotipte geçici bir etki (modifikasyon) yaratır ve kalıtsal değildir. Araştırmacı elde ettiği ürünleri seçtiği için sürecin tamamını yapay seçim zannetse de, bitkinin kök kurduna karşı zehir üretebilmesinin asıl nedeni başka bir canlıdan (bakteriden) alınan spesifik bir genin bitki DNA'sına eklenmesidir. Bir canlının DNA'sına farklı bir türden genetik bilgi transfer edilerek o canlıya yeni bir özellik kazandırılması işlemine gen aktarımı denir.

56. (0 Puan)

Bir araştırma ekibi, X faresinde kalıtsal körlüğe yol açan mutasyona uğramış RPE65 genini incelemektedir. Ekip, laboratuvar ortamında zararsız hâle getirilmiş bir virüs kullanarak, bu genin sağlıklı versiyonunu farenin retina hücrelerine taşıyor. İşlem sırasında, virüslerin hedefe ulaşıp ulaşmadığını takip edebilmek için hücrelere floresan (parlayan) bir protein de ekleniyor. Birkaç hafta sonra, farenin retina hücrelerinin floresan ışık yaydığı ve farenin ışığa tepki vererek görme yetisini kısmen kazandığı tespit ediliyor. Bu senaryoda farenin fenotipindeki iyileşmeyi sağlayan ve hastalığa neden olan hatalı genin işlevini düzeltmeyi amaçlayan asıl biyoteknolojik uygulama __gen tedavisi__ olarak adlandırılır.

Açıklama: Metinde bahsedilen işlemde floresan protein sadece takip amaçlı (ilgisiz veri/gürültü) kullanılmıştır. Farenin görme yetisini kazanmasının asıl nedeni, zararsız virüsler aracılığıyla hatalı genin işlevini yerine getirecek sağlıklı genin hücreye aktarılmasıdır. Hastalıklara neden olan genlerin etkisiz hâle getirilmesi veya düzeltilmesi amacıyla hücrelere sağlıklı genlerin aktarılması işlemine gen tedavisi denir. Yeni birey oluşturulmadığı için klonlama, insan eliyle üreme seçilmediği için yapay seçim değildir.

57. (0 Puan)

Araştırmacı, deniz seviyesinde beyaz çiçekli ve ince yapraklı olan A bitkisi tohumlarını, yoğun UV isini ve düşük sıcaklık içeren yüksek rakımlı bir bölgeye ekiyor. Yetisen bitkilerin tamamında yaprakların kalınlaştığı, yüzde besinde ise çiçek renginin kırmızıya dönüştüğü gözlemleniyor (toprak pH değeri her iki bölgede de 6.5 olarak sabit tutulmuştur). Bu bitkilerin tohumları tekrar deniz seviyesinde ekildiğinde, yeni çıkan tüm bitkilerin yapraklarının tekrar incelendiği fakat kırmızı çiçek özelliğinin aynen devam ettiği saptanıyor. Araştırmacı, yüksek rakımda gözlemlenen her iki değişimin de genlerin işleyişinde meydana gelen çevresel kaynaklı geçici farklılıklar olduğunu iddia ederek genelleme hatası yapmıştır. Yalnızca çiçek renginde gözlenen, yeni nesillere aktarılabilen ve üreme hücrelerindeki DNA nükleotid diziliminin UV isinimi gibi faktörlerle kalıcı olarak değişmesi sonucu ortaya çıkan bu durum, araştırmacının iddia ettiğinin aksine kesinlikle bir __mutasyon__ örneğidir.

Açıklama: Metinde yaprakların kalınlaşıp deniz seviyesinde tekrar incelmeleri gen işleyişindeki değişikliği (modifikasyon) gösterirken, çiçek rengindeki değişimin tohumlar aracılığıyla sonraki nesle aktarılması üreme hücrelerinde DNA diziliminin bozulduğunu kanıtlar. pH gibi kafa karıştırıcı veriler disandığında, kalıtsal olan ve gen yapısında meydana gelen bu kalıcı değişimin araştırmacının aksine modifikasyon değil, mutasyon olduğu açıkça görülür.

58. (0 Puan)

Bir grup öğrenci, tırtılın zehirli yılan görünümünü yalnızca kargaları gördüğü anda almasından yola çıkarak, bu durumun gen işleyişindeki geçici bir değişim olduğunu öne sürmüştür. Ancak 5 yıllık gözlem verileri ve yavruların da aynı tepkiyi göstermesi bu iddianın hatalı olduğunu kanıtlar. Bu veriler ışığında yılan taklidi, çevresel geçici bir tepki değil; kargaların avcı baskısı altında canlının __doğal seçiminde hayatta kalma ve üreme şansını artıran __kalıtsal bir adaptasyon sürecidir.

Açıklama: Soruda yer alan 22 derecelik sıcaklık ve %60 nem bilgisi çeldirici niteliktedir. Öğrencilerin iddiasındaki temel hata, canlının belirli durumlarda gösterdiği fiziksel tepkileri (yılan taklidi) geçici bir modifikasyon zannetmeleridir. Oysa 5 yıllık süreçte bu özelliğe sahip canlıların sayısının artması ve yavrularında da görülmesi, bunun genotipte yer alan ve hayatta kalma (doğal seçim) şansını kalıtsal olarak artıran bir adaptasyon olduğunu kanıtlar. Canlılar kendi istekleriyle mutasyon geçiremez veya adaptasyonlar geçici gen işleyişi değişimleri (modifikasyon) değildir.

59. (0 Puan)

Bir biyolog, vücut kütleleri eşit olan endemik K ve L memeli popülasyonlarına ait morfolojik verileri incelemiştir. K popülasyonunun yüzey alanı/hacim oranının çok düşük, L popülasyonunun ise belirgin kulak ve kuyruk eklentileri sayesinde bu oranının çok yüksek olduğunu hesaplamıştır. Bir öğrenci 'K popülasyonu sıcak çöle uyum sağlamıştır çünkü güneş ışınlarını absorbe edeceği yüzey alanı daha dardır' şeklinde hatalı bir çıkarım yapmıştır. Öğrencinin kurduğu bu hatalı mantığın aksine, L popülasyonunun yüksek yüzey alanı/hacim oranına sahip olması, onun kavurucu sıcaklıktaki çöl ortamında __genişleyen yüzey bölgesindeki kılcal damarlardan dış ortama gerçekleşen ısı kaybını artırarak __hayatta kalmasını sağlar.

Açıklama: Sıcak ortamlarda (örneğin çöllerde) memeliler için en kritik hayatta kalma sorunu, güneşten ve metabolik faaliyetlerden kaynaklı aşırı ısı birikimini önlemektir. Canlının vücut yüzey alanı/hacim oranının artması (L popülasyonundaki geniş kulak gibi yapılar), deri altı kan damarlarından çevreye daha fazla ısı aktarılmasını sağlar. Öğrencinin varsayımının aksine dar yüzey ısınmayı engellemez, aksine iç ısının atılmasını imkansızlaştırır; bu nedenle geniş yüzey alanı ısı atımını hızlandırarak adaptasyon sağlar.

60. (0 Puan)

Bir araştırma merkezinde bilim insanları, bir fare türünde sonradan ortaya çıkan ve kas erimesine yol açan bir gen mutasyonunu incelemektedir. Ekip, bu mutasyona sahip yetişkin farelerin kas dokusuna, zayıflatılmış bir taşıyıcı virüs aracılığıyla sağlıklı kas proteini sentezlettiren normal DNA dizilimini aktarır. Aynı laboratuvarında farelerin beslenme diyetlerine protein takviyesi de eklenmiştir (farelerin yaşam süresini uzattığı bilinmektedir). Deney raporunda genç bir araştırmacı, 'Bu süreçte fareler arasında en güçlü olanlar seçilmiş ve türün genetik kalitesi artırılarak gelecek nesillere aktarılmıştır' şeklinde bir not düşmüştür. Ancak proje yöneticisi, yapılan işlemin yeni nesiller elde etmek için yapılan kalıtsal bir çaprazlama veya seçim olmadığını; doğrudan hastalıklı bireyin mevcut somatik hücrelerindeki genetik bozukluğun DNA düzeyinde onarılmasını sağlayan bir __gen tedavisi __uygulanması olduğunu belirterek raporu düzeltmiştir.

Açıklama: Metinde araştırmacının 'güçlü olanların seçilip neslin kalitesinin artırılması' şeklindeki hatalı çıkarımı 'ıslah' (geleneksel seçim) yöntemini tarif etmektedir. Beslenme diyetine protein eklenmesi ise genetik bir değişiklik yapmayan, modifikasyon veya çevresel bir destektir ve çeldirici bir bilgidir (gürültü). Proje yöneticisinin düzelttiği durum, doğrudan hastalıklı genin işlevini düzeltmek için canlıya dışarıdan sağlıklı gen aktararak hastalığın iyileştirilmesidir. Hastalıkların hücresel düzeyde bu şekilde onarılması işlemine gen tedavisi adı verilir.