

Ekosistemde Enerji Akışı ve Madde Döngüleri



Açık Uçlu Sorular

1. (0 Puan)

Ekosistemlerde madde döngülerinin devamlılığı, canlı bileşenler arasındaki kesintisiz aktarıma bağlıdır. Yapay ekosistem deneylerinde bileşenlerden birinin işlevini yitirmesi tüm döngüleri etkiler.

Bir ekoloji laboratuvarında kapalı bir teraryum deneyi kuruluyor. Teraryumda A, B, C ve D türleri bulunmaktadır. Işık kaynağı ve sulama sabitken, başlangıçta toprak pH'ı 6.5, atmosferdeki karbondioksit oranı ise binde 4'tür. 3 aylık bir sürecin ardından teraryumda ölü organizma kalıntılarının hızla biriktiği, bitki büyümesinin durduğu, ortam sıcaklığının beklenenin aksine 2 derece düştüğü ve topraktaki inorganik azot (nitrat/amonyum) seviyesinin sıfıra yaklaştığı gözlemleniyor. Ayrıca teraryumda mantar türü bulunmadığı ve bakteri popülasyonunun sadece fotosentetik ve kemosentetik türlerle sınırlı kaldığı tespit ediliyor. Bu verilerden yola çıkarak, teraryumda gözlemlenen ekolojik çöküşün temel nedenini, eksik olan organizma grubunun madde döngülerindeki (karbon ve azot) spesifik rolü üzerinden tersine mühendislik yaklaşımıyla analiz edip açıklayınız.

2. (0 Puan)

Bir bilim insanı ekibi, dünyadan yalıtılmış tam bağımsız yapay bir ekosistem tasarlamış ve karbon, azot, su gibi temel madde döngülerinin kendi kendine işlediği bir ortam kurgulamıştır. Bu kapalı sistemde üreticiler, birincil tüketiciler ve ikincil tüketiciler yer almaktadır.

Kapalı bir sera ekosisteminde (Biosfer 2 benzeri) yapılan 10 yıllık bir deneyde, toprak nemi, ışık şiddeti ve bitki türleri ideal seviyelerde tutulmasına rağmen 3. yıldan itibaren bitkilerin büyüme hızında %60 düşüş gözlemlenmiştir. Ortamdaki atmosferik CO₂ seviyesi kademeli olarak azalmış, ancak toprak yüzeyinde ölü bitki örtüsü 40 cm kalınlığına ulaşmıştır. Deney sırasında dışarıdan yalnızca su eklenmiş olup karbon ve azot takviyesi yapılmamıştır. Bu sistemde soruna çözüm olarak araştırmacılar toprağa azotlu gübre eklemeyi önermiş, ancak beklenen verim artışı gerçekleşmemiştir.

Bu senaryodaki kök sorunu madde döngüleri ve enerji akışı bağlamında analiz ediniz. Azotlu gübrelemenin neden başarısız olduğunu değerlendirerek, ekosistemdeki madde döngüsünü yeniden başlatmak için geri mühendislik yaklaşımıyla ortama hangi biyolojik bileşenlerin eklenmesi gerektiğini karbon döngüsü ile ilişkilendirerek açıklayınız.

3. (0 Puan)

Besin ağı sadece lineer bir zincir değil, türlerin birbirini ve çevrelerini çok yönlü etkilediği bir denge sistemidir. Sürdürülebilir tarım uygulamaları, ekosistem hizmetlerini koruyarak uzun vadeli verimi hedeflemelidir.

Geliştirilmekte olan bir agroekolojik tarım projesinde, zararlı böcekleri kontrol etmek için kimyasal ilaç (pestisit) kullanımı tamamen durdurulmuş ve alana bu böcekleri avlayan kuş türleri (avcı B) çekilmek istenmiştir. Ancak, kuş popülasyonunu artırmak için alana ek olarak dışarıdan avcı B kuşları bırakılmıştır. Birkaç sezon sonra, kuşların sayısının hızla düştüğü, ancak başlangıçta hedeflenen zararlı böcek (otçul A) miktarının azalmadığı, aksine bazı istilacı ot türlerinin alana yayıldığı görülmüştür. Gözlemlerde, avcı B kuşlarının sadece otçul A böceklerini değil, aynı zamanda zararlı otlarla beslenen yerli otçul C böceklerini de yoğun olarak avladığı tespit edilmiştir.

Bu projede alınan "dışarıdan avcı B bırakma" kararının ekolojik piramit, biyolojik çeşitlilik ve enerji akışı çerçevesinde hatalı bir uygulama olduğunu; bu durumun ekolojik dengeyi nasıl bozduğunu ve tarımsal verimliliği düşürerek sürdürülebilir kalkınmayı neden engellediğini sistem yaklaşımıyla analiz ediniz.

4. (0 Puan)

Bir ekosistemde enerji akışı tek yönlü iken, maddelerin döngüsü sürekli. Kapalı ekosistemlerde (örneğin uzay istasyonlarındaki seralar veya bilimsel teraryumlar) dışarıdan madde girişi olmadığı için döngülerin kusursuz çalışması hayati önem taşır. Biyotik faktörlerin eksiksiz etkileşimi, bu döngülerin motorudur.

Bir araştırmacı, kapalı ve izole bir teraryum ekosistemi tasarlamış ve içine üreticiler, otçul tüketiciler ve etçil tüketiciler eklemiştir. Ortamdaki ışık, sıcaklık (25°C) ve su miktarı başlangıçta optimum seviyededir. İlk birkaç hafta boyunca ekosistemde canlılık faaliyetleri normal seyrinde devam etmiş, ancak üçüncü haftadan itibaren üretici canlıların büyümesinde yavaşlama, bitki yapraklarında sararma ve teraryum tabanında yoğun miktarda dışkı ve ölü organizma birikimi gözlemlenmiştir. Ortamdaki karbondioksit miktarının düştüğü, ancak oksijenin hızla tükendiği tespit edilmiştir. Araştırmacının tasarımında unuttuğu temel ekolojik unsuru belirleyerek, bu eksikliğin toprağın mineral yapısı ve karbon-oksijen döngüsü üzerindeki zincirleme etkilerini analiz ediniz. Eklenen etçil tüketicilerin ortamın ısısını artırdığı varsayımı, gözlemlenen çöküşü açıklamakta tek başına yeterli midir? Neden?

5. (0 Puan)

Ekosistemlerde madde döngüsü ve enerji akışı birbirine sıkı sıkıya bağlı süreçlerdir.

Bir adadaki orman ekosisteminde araştırma yapan bilim insanları, son 5 yılda ayrıştırıcı mantar ve bakteri popülasyonlarında %70 oranında bir azalma tespit etmişlerdir. Bu süre zarfında, adanın yıllık ortalama sıcaklığında 0.5 °C artış ve güneşlenme süresinde yıllık %5 oranında artış gözlemlenmiştir. Aynı dönemde bitkilerin birim alandaki biyokütlesi başlangıçta sabit kalırken, son 2 yılda üretici biyokütlesinde ani ve geri döndürülemez bir düşüş başlamıştır. Bu ekosistemde yer alan bir 'ot-çekirge-kertenkele-yılan' besin zincirini baz alarak; a) Üretici biyokütlesindeki bu düşüşün, artan güneşlenme süresi gibi olumlu görünen koşullara rağmen neden gerçekleştiğini madde döngüsü prensipleriyle açıklayınız. b) Bu değişimin yılan popülasyonuna aktarılan toplam enerji miktarını uzun vadede nasıl etkileyeceğini enerji piramidi kurallarıyla ilişkilendirerek gerekçelendiriniz.

6. (0 Puan)

Bir sahil kasabasında ekonomik kalkınmayı desteklemek amacıyla yeni bir tarım projesi başlatılmış ve kimyasal gübre kullanımıyla ilk yıl ürün veriminde %40 artış sağlanmıştır. Ancak tarlalardan sızan gübre kalıntıları komşu göle karışmıştır. (Bu yıl bölgede son 50 yılın en rüzgarlı mevsimi yaşanmıştır.) Göle karışan maddeler sudaki fitoplanktonların (mikroskobik algler) hızla ölüp dibe çökmesine neden olmuş, suda çözülmüş oksijen miktarı keskin şekilde düşmüştür. Göldeki sazan balıkları kitleler halinde su yüzeyine vurarak ölmeye başlamıştır. Aynı haftalarda göldeki balıkla beslenen pelikan kuşlarının sayısında rekor bir artış gözlemlenmiş ve bölgeye turist akını olmuştur.

Bir öğrenci bu projeyi değerlendirirken, 'Tarımsal üretim arttığı ve göldeki pelikan sayısı başlangıçta yükseldiği için bu proje sürdürülebilir kalkınma hedeflerine uygundur ve ekosistem dengesi başarıyla korunmuştur.' şeklinde bir çıkarım yapmıştır. Bu öğrencinin mantığındaki temel hataları, göldeki besin zinciri dinamiklerini (üretici-tüketici ilişkisi) ve sürdürülebilir kalkınmanın uzun vadeli kaynak aktarımı ilkesini kullanarak analiz ediniz.

7. (0 Puan)

Bir grup araştırmacı, tam kapalı ve dışarıyla madde alışverişi olmayan bir cam fanus içinde yapay bir ekosistem (Biyosfer Z) kuruyor. Fanusa sterilize edilmiş zengin toprak, çeşitli tohumlu bitkiler, otçul ve etçil böcekler, su ile hava ekleniyor. Ortamın sıcaklığı 25°C, nemi %60 seviyesinde sabit tutuluyor ve su düzenli olarak UV filtrelerinden geçirilip sisteme veriliyor (UV işlemi mikroorganizmaları yok etmektedir). Altı ayın sonunda; ortamdaki sıcaklık, nem ve su miktarının ideal olmasına rağmen bitki büyümesinin tamamen durduğu, havadaki karbondioksit oranının bitkilerin kullanamayacağı kadar düştüğü ve dökülen bitki yapraklarının toprak yüzeyinde hiçbir fiziksel veya kimyasal değişikliğe uğramadan kalın bir tabaka halinde biriktiği gözlemleniyor.

Araştırmacılardan biri, bitki gelişimini artırmak için fanusa verilen yapay ışık şiddetinin artırılması gerektiğini öne sürmüştür. Bu önerinin neden sorunu çözmeyeceğini, sistemde asıl eksik olan biyolojik bileşeni tespit ederek ve bu eksikliğin ortamdaki madde döngüleri (özellikle karbon döngüsü) ile besin zincirindeki enerji akışını nasıl tamamen durdurduğunu aşama aşama analiz ederek açıklayınız.

8. (0 Puan)

Sürdürülebilir kalkınma, doğal kaynakların gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde kullanılmasıdır. Madde döngüleri, besin zinciri, enerji akışı ve atık yönetimi birbiriyle doğrudan bağlantılı ekolojik süreçlerdir.

Bir şirket, ürettiği elektronik cihazların tamamını geri dönüştürülebilir plastikten üretmeye ve cihazların paketlenmesinde %100 biyobozunur malzemeler kullanmaya karar vermiştir. Aynı zamanda şirket, yıllık elektrik ihtiyacının tamamını satın aldığı karbon kredileri ile dengelemektedir (şirketin tükettiği enerji tamamen fosil yakıtlardan gelmeye devam etse de karbon salınımı kağıt üzerinde nötrlenmektedir).

Bu şirketin uyguladığı stratejiyi 'sürdürülebilir kalkınma' ve 'ekolojik denge' açısından değerlendiriniz. Şirketin geri dönüşüm/biyobozunur malzeme kullanımı ile enerji politikasının (fosil yakıt kullanımı + karbon kredisi) biyoçeşitlilik ve besin zincirleri üzerindeki uzun vadeli zıt etkilerini analiz ederek, bu modelin neden tam anlamıyla sürdürülebilir bir kaynak yönetimi olmadığını gerekçelendiriniz.

9. (0 Puan)

Mars'ta kurulması planlanan tam kapalı bir biyokübün (ekosistem) test aşamasında, sistemdeki ayrıştırıcı organizmaların (bakteri ve mantarlar) büyük bir kısmı çevresel bir hata nedeniyle ölmüştür. Üç hafta sonraki sensör verilerine göre: atmosferdeki karbondioksit (CO₂) oranı hızla düşmüş, argon gazı seviyesi değişmeden kalmış, toprakta ciddi miktarda ayrışmamış bitki atığı birikmiş ve canlı bitkilerin yapraklarında protein sentezi durma noktasına gelmiştir. Sistem mühendisi bu tablo karşısında, 'Besin ağının çökmesini engellemek için sisteme dışarıdan yapay azotlu gübre ekleyip atmosferine düzenli olarak oksijen (O₂) pompalamalıyız, böylece bitkileri ve döngüyü kurtarabiliriz' şeklinde bir rapor sunmuştur.

Mühendisin önerdiği çözümün, karbon ve azot döngülerinin kapalı sistemdeki birbirine bağlı işleyişi dikkate alındığında neden uzun vadeli bir çözüm olamayacağını değerlendiriniz. Ayrıştırıcıların yokluğunda, biyoküpteki madde döngüleri ve besin ağı arasındaki ilişkinin nihai olarak nasıl bir çöküş yaşayacağını, ortamdaki verileri analiz ederek sentezleyiniz.

10. (0 Puan)

Bir grup araştırmacı, dış ortamdan sadece ışık enerjisi alan tamamen kapalı bir yapay ekosistem (teraryum) kuruyor. İlk 4 ay boyunca sistemdeki bitkiler (üreticiler) ve otçul böcekler (birincil tüketiciler) sağlıklı bir gelişim gösteriyor. Ancak 6. aydan itibaren bitki biokütlesinde ani düşüşler ve yapraklarda sararmalar başlıyor. Araştırmacılar, ortamdaki nem oranının %80 olduğunu ve havada yeterli karbondioksit bulunduğunu ölçüyor. Enerji girdisini desteklemek amacıyla içeri verilen ışık şiddetini ve süresini artırıyorlar; ayrıca rekabeti azaltmak için ortama böcek popülasyonunu avlayacak küçük örümcekler ekliyorlar. Buna rağmen sistemdeki bitki ölümleri hızlanıyor. Yapılan detaylı toprak analizinde ise şu sonuçlara ulaşılıyor: Toprak yüzeyinde çok yüksek miktarda parçalanmamış yaprak ve ölü böcek kalıntısı birikmiş, topraktaki kullanılabilir inorganik mineral (azot ve fosfor) seviyesi ise bitkilerin yaşayabilmesi için gereken kritik sınırın altına düşmüştür.

Bir öğrenci bu deneyi inceleyerek, 'Sistemdeki enerji akışını sürdürmek için verilen ışık şiddeti artırıldığına göre, ekosistemin çökmesinin temel nedeni besin zincirinde üst düzey tüketicilerin olmamasıdır.' şeklinde hatalı bir çıkarım yapıyor. Bu öğrencinin hipotezinin neden yanlış olduğunu değerlendiriniz. Toprak analizi verilerini dikkate alarak sistemde gerçekte hangi canlı grubunun işlevini yerine getiremediğini belirleyiniz ve bu durumun madde döngüsü ile ekosistemdeki enerji akışının çökmesine nasıl yol açtığını neden-sonuç ilişkisi kurarak sentezleyiniz.

11. (0 Puan)

İzole edilmiş 'Biyoküre-Z' adlı kapalı bir ekolojik deney alanında sıcaklık sabit 22°C, nem ise %65 seviyesinde tutulmaktadır. Sistemde sadece üretici bitkiler, otçul böcekler ve toprak mikroorganizmaları bulunmaktadır. İkinci ayın sonunda bitkilere zarar veren parazitik bir mantar türünü yok etmek amacıyla toprağa geniş spektrumlu bir antimikrobiyal kimyasal uygulanır. İlaçlamadan 3 ay sonra ortam sıcaklığı ve sulama rejimi değişmemesine rağmen; toprak yüzeyinde ölü yaprak ve dışkıların parçalanmadan kalın bir tabaka halinde biriktiği, havadaki karbondioksit oranının hızla azaldığı ve bitkilerde azot eksikliğine bağlı büyüme durması gözlemlenmiştir.

Ortamdaki su, ışık, nem ve sıcaklık değerleri bitki gelişimi için ideal olmasına rağmen, sistemdeki bu ani çöküşün temel nedenini, uygulanan kimyasalın karbon ve azot döngülerinde hangi spesifik basamakları kopardığını detaylandırarak açıklayınız. Bu durumun ekosistemin madde dengesi üzerindeki nihai etkisini değerlendiriniz.

12. (0 Puan)

Mars kolonizasyonu için tasarlanan kapalı bir ekosistem prototipinde (Biyoküre-M), cam fanus içine nem oranı %65 olacak şekilde özel bir toprak konulmuş, ardından üretici bitkiler, otcul böcekler ve etçil örümcekler yerleştirilmiştir. Ortama dışarıdan hiçbir madde girişi yoktur. İçerideki gaz basıncı sabittir ve aydınlatma Dünya'dakinden %5 daha zayıftır. Proje mühendisi kurguyu başlatmadan hemen önce, toprağı hastalık yapıcı mikroplardan arındırmak amacıyla özel bir radyasyon işlemi uygulayarak topraktaki tüm mikroorganizmaları %100 oranında yok etmiştir.

Mühendis, 'Su, karbondioksit ve ısı sürekli sağlandığı için bitkiler besin üretmeye devam edecek, böcek popülasyonu da sabit kalacaktır. Sistem kusursuz işler.' tezini savunmaktadır. Mühendisin bu iddiasındaki temel mantık hatasını bularak, ekosistemdeki madde döngüsünün ve enerji akışının zamanla nasıl ve neden çökeceğini, üretici ve tüketiciler açısından asama asama analiz ediniz.

13. (0 Puan)

Bir tarım kasabasında, ekonomik kalkınma planı çerçevesinde kısa vadeli kazancı artırmak üzere ekosisteme radikal müdahaleler yapılmıştır. Belediye raporları, uygulanan ilaçlamanın sadece hedef canlıyı yok ettiğini ve artışı gösteren gübrelemenin tüm toprak ihtiyacını karşılayacağını savunmaktadır.

Bir tarım bölgesinde pamuk verimini artırmak amacıyla pamuk tırtılı olarak bilinen birincil tüketici böcek ilaçlarıyla tamamen yok ediliyor. Aynı dönemde üreticiler tarafından toprağı atılan gübre miktarı %20 artırılmasına rağmen, beş yıl içinde pamuk verimi yarıya düşüyor, yakınlardaki gölde balık popülasyonu tamamen çöküyor ve kasabanın temiz su kaynakları tükeniyor. Yerel yönetimin bu ekolojik müdahaledeki temel mantık hatasını analiz ediniz. Sadece bir tür tırtılın yok edilmesinin, besin ağı dinamiklerini nasıl bozarak kasabanın sürdürülebilir kalkınmasına ve doğal kaynakların gelecek nesillere aktarımına zararlar verdiğini adım adım açıklayınız.

14. (0 Puan)

Uzayda kurulacak bir kapalı ekosistem projesi için bir grup mühendis, 5 basamaklı bir besin zinciri (Bitki → Otçul Böcek → Kurbağa → Yılan → Yırtıcı Kuş) tasarlamışlardır. Sistemin sıcaklığı sabit 24°C olarak ayarlanmış ve günlük oksijen döngüsü için sisteme 50 kg su dahil edilmiştir. Ekip, en üst basamaktaki yırtıcı kuşların günlük toplam 1.000 Joule enerjiye ihtiyaç duyduğunu belirlemiş ve sistemi desteklemek için tabandaki bitkilerin günlük 5.000 Joule enerji üretmesinin yeterli olacağını hesaplayarak sistemi başlatmıştır. Ancak çok kısa süre içinde sistem çökmüş ve üst basamaklardaki tüketiciler enerji yetersizliğinden hayatta kalamamıştır.

Mühendislerin enerji akışı hesaplamalarındaki temel hatayı, ekoloji piramidindeki enerji aktarım kuralı bağlamında değerlendiriniz. Aktarılamayan enerjinin hangi biyolojik süreçlerde harcandığını belirterek, bu sistemin sürdürülebilir olması için besin zinciri uzunluğu veya üretici tabanı üzerinde nasıl bir revizyon yapılması gerektiğini analiz ediniz.

15. (0 Puan)

Bir ekosistemde enerji akışı ve madde döngüleri belirli bilimsel yasalara göre gerçekleşir. Tarım ilaçları gibi doğada parçalanmayan maddelerin ekosisteme karışması, farklı beslenme basamaklarındaki canlıları farklı oranlarda etkiler. Canlıların biyokütleleri ve dokularındaki atık madde miktarları, ekosistemdeki yerlerini belirlemede önemli verilerdir.

Bir ekolog, tarım ilaçlarının karıştığı bir göl ekosistemindeki K, L, M ve N canlı türlerini inceliyor. Elde ettiği veriler şu şekildedir: Toplam biyokütle (kg/m²) açısından K: 10000, L: 100, M: 1000, N: 10. Dokularındaki zehirli madde yoğunluğu (ppm) açısından K: 0.02, L: 2.0, M: 0.2, N: 20.0. Ekolog ayrıca N türünün yaşam süresinin K türünden üç kat daha uzun olduğunu tespit etmiştir. Ekolog bu verilere dayanarak şu çıkarımı yapar: 'N türü, besin zincirinin en altındadır çünkü daha uzun yaşar ve bu nedenle en fazla zehri biriktirir. L türü ise M türünden daha fazla enerji almaktadır çünkü dokusundaki madde derişimi daha yüksektir.' Ekoloğun oluşturduğu bu hipotezin neden tamamen hatalı olduğunu, besin zincirinin doğru sıralamasını (K, L, M, N) bularak ve %10 enerji aktarım yasası ile biyolojik birikim mekanizmalarını (canlıların enerji ihtiyaçlarını karşılama biçimleri üzerinden) sentezleyerek kanıtlayınız.

Çoktan Seçmeli Sorular

16. (5 Puan)

Kapalı bir ekosistemde araştırma yapan bir biyolog; P, K, L, M ve S canlı türlerinden oluşan bir besin ağı modelliyor. Bu ekosisteme düşük dozda biyolojik olarak birikebilen bir zehir veriliyor ve 1 yıl boyunca canlılardaki zehir oranları ile enerji akışı gözlemleniyor. Canlıların üreme hızları sırasıyla M, K, S, P ve L'dir.

Araştırmacı, zehirli madde miktarının M canlısında en fazla, enerjinin büyük kısmının ise P canlısından L canlısına aktarılırken sistemde ısı olarak kaybedildiğini belirlemiştir. S canlısı tüm trofik düzeylerdeki organik atıklarla beslenirken, sistemdeki ışık şiddeti 1 ay boyunca yapay olarak %50 azaltılmıştır. Bu verilere göre, enerji aktarımı ve ekolojik piramitle ilgili yapılan aşağıdaki yorumlardan hangisi kesinlikle yanlıştır?

- A) M canlısının dokularındaki zehir birikim oranı en yüksek olduğuna göre, piramitte M'ye aktarılan toplam enerji miktarı L'den fazladır.
- B) S canlısı, P, K, L ve M canlılarının tamamının sahip olduğu potansiyel enerjiden %10 kuralından bağımsız olarak faydalanabilir.
- C) P canlısının toplam biyokütlesindeki azalma, ekosistemdeki diğer tüm canlıların biyokütlesinde doğrudan azalışa neden olur.
- D) L canlısı ikincil tüketici konumunda ise, P canlısından K canlısına aktarılan enerji oranı, P'den L'ye aktarılandan teorik olarak daha fazladır.

17. (5 Puan)

Bir ekosistemde madde döngüleri, canlı ve cansız unsurlar arasında sürekli bir akış içindedir. Kapalı bir sistemde, maddelerin tekrar kullanılabilir hale gelmesi sistemin devamlılığı için kritik bir şarttır.

Bir öğrenci, kurduğu kapalı ekosistem modelinde üretici, otçul tüketici ve etçil tüketicilerin popülasyon boyutlarını sabit tutmayı başarmıştır. Sisteme düzenli ışık ve su vermesine, başlangıçta toprağa yeterli miktarda inorganik mineral eklemesine rağmen, 6 ay sonra bitkilerde büyümenin durduğu ve ölmeye başladıkları, ardından tüm sistemin çöktüğü gözlemlenmiştir. Sistemin çöküş nedenini araştıran öğrenci, başlangıçta sisteme karbon, oksijen ve azot döngüsünde görev alması gereken belirli bir canlı grubunu eklemeyi unuttuğunu fark eder. Bu modelin çökmesinin temel nedeni aşağıdakilerden hangisiyle en iyi açıklanır?

- A) Ekosistemdeki ışık şiddetinin zamanla azalması sonucunda üreticilerin fotosentez yoluyla ürettiği besin miktarının düşmesi
- B) Sistemdeki otçul canlı sayısının fazla olması nedeniyle üreticilerin yenilenme hızının tüketim hızını karşılayamaması
- C) Etçil canlıların enerji ihtiyacını karşılamak için sisteme dışarıdan organik besin takviyesi yapılmaması
- D) Organik atıkların ve ölü dokuların birikerek içerdikleri minerallerin ve inorganik maddelerin toprağa geri dönememesi

18. (5 Puan)

Kapalı bir ekosistemde madde döngüleri, canlıların (üretici, tüketici ve ayrıştırıcı) etkileşimi sayesinde devam eder. Ayrıştırıcılar, organik atıkları inorganik maddelere dönüştürerek madde döngülerinin kilit taşıını oluşturur.

Bir grup öğrenci, yapay olarak oluşturulan kapalı bir fanus ekosisteminde üç aylık bir gözlem yapıyor. Fanusta üretici bitkiler, otçul böcekler, etçil böcekler ve çeşitli bakteriler bulunuyor. İkinci ayın sonunda fanusa, sadece belirli bir mantar türünü (ayrıştırıcıları) yok eden kimyasal bir madde ekleniyor. Bakteriler ise bu durumdan etkilenmiyor ve fanustaki nem oranı sabit tutuluyor. Öğrenciler üçüncü ayın sonunda şu verileri kaydediyor:

- I. Topraktaki inorganik azot miktarında azalma
- II. Üretici bitkilerin biyokütlesinde artış
- III. Otçul böceklerin sayısında ani artış
- IV. Fanus içindeki karbondioksit miktarında düşüş

Öğrenciler verileri incelerken fanustaki madde döngülerinde bir bozulma olduğunu fark ediyorlar. Yukarıdaki verilerden yola çıkarak, kimyasal eklendikten sonra fanusta gözlenen bu değişimlerden hangileri ayrıştırıcı mantarların yok olmasının doğrudan bir sonucudur?

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

19. (5 Puan)

Ekolojik piramitlerde biyokütle, enerji aktarımı ve biyolojik birikim kavramları

Bir araştırmacı, kapalı bir tatlı su ekosisteminde dört farklı türün (P, R, S, T) biyokütlelerini ölçmüş ve ayrıca dokularında biriken zehirli bir kimyasalın (X maddesi) derişimlerini tespit etmiştir. X maddesinin doğada yıkıma uğramadığı bilinmektedir. Yapılan ölçümlerde şu veriler elde edilmiştir: P türünün biyokütlesi S türünden az ancak R türünden fazladır. X maddesinin en yüksek derişimi T türünün dokularında bulunurken, en düşük derişimi S türünde bulunmuştur. Ayrıca P türünün R türü üzerinden beslendiğini düşünen araştırmacının bu tahmini, biyokütle verilerine dayanmaktadır. Ekolojik piramitler ve biyolojik birikim kuralları dikkate alındığında, bu ekosistemdeki enerji akışı ve besin zinciri hakkında aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) Araştırmacının biyokütle verisine dayanarak P'nin R'den beslendiğini düşünmesi doğrudur, çünkü üst trofik basamaklara gidildikçe biyokütle genellikle azalır.
- B) S türü ekosistemdeki üretici organizmaları temsil eder, çünkü zehirli madde birikimi en azdır ve biyokütlesi P ve R'den fazladır.
- C) T türünden S türüne doğru gidildikçe aktarılan enerji miktarı artar, bu nedenle T türü en alt trofik basamakta yer almalıdır.
- D) P türü R türünün avcısıdır; biyolojik birikimin R'de P'den daha fazla olması beklenir.

20. (5 Puan)

Besin zincirinde enerji akışı ve madde birikimi (biyolojik birikim) prensipleri.

Bir araştırmacı, izole bir göl ekosistemine yeni karışan X toksik maddesinin besin zincirindeki etkilerini ve enerji aktarımını incelemektedir. Araştırmacı, sudaki X maddesi derişiminin 0.005 ppm olduğunu ölçüyor. Gölde bulunan P, R, S ve T türlerinin dokularında biriken X maddesi derişimleri ve vücutlarındaki toplam karbon kütleleri şöyledir:

- P türü: 2.1 ppm, Toplam karbon: 450 kg
- R türü: 0.05 ppm, Toplam karbon: 12.000 kg
- S türü: 85 ppm, Toplam karbon: 5 kg
- T türü: 12 ppm, Toplam karbon: 40 kg

Araştırma notlarında, R türünün biyokütlesinin çok fazla olduğu, gölün yüzeyine ulaşan güneş ışığının %95'inin bu tür tarafından kullanıldığı belirtilmektedir.

Öğrencilerden biri bu verileri analiz ederek, 'Bu besin zincirinde R → P → T → S şeklinde bir enerji aktarımı vardır ve enerji verimliliği her basamakta eşittir' sonucuna varıyor.

Bu öğrencinin ulaştığı sonuç ile ilgili aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi doğrudur?

- A) Hatalıdır; üretici R türü en yüksek enerjiye sahiptir, ancak güneş ışığı kullanım oranı dikkate alındığında dizilim T → P → S → R olmalıdır ve biyolojik birikim bu durumu destekler.
- B) Hatalıdır; P türünün vücut büyüklüğü T türünden daha fazla olduğundan ve güneş enerjisinden daha az faydalandığından dizilim R → T → P → S olmalıdır.
- C) Hatalıdır; biyolojik birikim değerlerine göre zincir R → P → T → S şeklinde olsa da, enerji aktarımı P'den T'ye geçerken T'den S'ye geçişten daha verimsizdir çünkü biyokütle azalma oranları aynı değildir.
- D) Doğrudur; sudaki zehirli madde en az R'de, en çok S'de birikmiştir, bu da güneş enerjisinin doğrudan R'den başlayarak S'ye kadar eşit oranda aktarıldığını kesin olarak kanıtlar.

21. (5 Puan)

Bir öğrenci, ışık renginin fotosentez hızına etkisini kanıtlamak için bir deney tasarlıyor. Özdeş X ve Y su bitkilerini alıyor. X bitkisini 25°C sıcaklıkta yeşil ışık altına, Y bitkisini ise 30°C sıcaklıkta mor ışık altına yerleştiriyor. İki düzeneğe de aynı miktarda su ve mineral ekleyip eşit sürede bekletiyor. Deney sonucunda Y bitkisinden çıkan gaz kabarcığı sayısının X bitkisinden daha fazla olduğunu gözlemleyerek 'Mor ışıktaki fotosentez hızı yeşil ışıktan yüksektir.' sonucuna varıyor.

Öğrencinin bu deneyi tasarlarken yaptığı hata ve fotosentez hızıyla ilgili çıkarımı hakkında hangisi doğrudur?

- A) Deneyde bağımsız değişken yanlış belirlenmiştir; çıkarım, klorofilin kırmızı ışığı mor ışıktan daha iyi soğurduğunu kanıtlar.
- B) Mor ışığın dalga boyu yeşil ışıktan kısa olduğu için deney doğrudur; sonuç, kısa dalga boylu ışıkların her zaman daha fazla fotosentez yaptırdığını gösterir.
- C) Sıcaklığın değiştirilmesi deneyi geçersiz kılmıştır; ancak veriler, ışık şiddetinin artmasının fotosentezi sürekli hızlandırdığını gösterir.
- D) Deneyde iki bağımsız değişken kullanıldığı için hatalıdır; fotosentez hızının hangi değişkenden (ışık rengi veya sıcaklık) etkilendiği kesin olarak bilinemez.

22. (5 Puan)

Kapalı ekosistemler ve madde döngüleri.

Kapalı bir ekosistem deneyinde (biyosfer), bilim insanları bitki (üretici), böcek (birincil tüketici), kurbağa (ikincil tüketici) ve toprak solucanları ile çeşitli mantarlardan (ayrıştırıcılar) oluşan bir denge kurmuşlardır. İki ay boyunca sıcaklık 25°C, nem %60 ve ışık şiddeti sabit tutulmuştur (ışık şiddeti 10.000 lüks). Üçüncü ayın başında toprağa sadece mantar ve bakteri gibi ayrıştırıcıları hedef alan ancak üretici ve tüketicilere zarar vermeyen bir kimyasal (fungisit/bakterisit) enjekte edilmiş ve ayrıştırıcı faaliyeti tamamen durdurulmuştur. Ortamdaki oksijen ve karbondioksit oranları elektronik sensörlerle izlenmeye devam etmiştir.

Buna göre, üçüncü ayın ortalarında ekosistemde aşağıdakilerden hangisinin gerçekleşmesi **beklenmez**?

- A) Topraktaki kullanılabilir azot bileşiklerinin miktarının zamanla azalması.
- B) Ekosistemdeki ölü bitki ve hayvan atıklarının birikmeye başlaması.
- C) Topraktaki inorganik mineral miktarının giderek artması ve bitki gelişiminin hızlanması.
- D) Atmosferdeki karbondioksit miktarının, ilk iki aya göre daha düşük bir seviyede dengelenmesi (veya azalması).

23. (5 Puan)

Bir araştırmacı kapalı bir ekosistem (teraryum) kuruyor. İçine X (üretici), Y (birincil tüketici) ve Z (ayrıştırıcı) canlılarını yerleştiriyor. Teraryuma 200 gram işaretlenmiş karbon (14C) içeren organik bileşikler ekliyor. Ayrıca ortamda yeterli miktarda azot (N₂) gazı bulunmaktadır.

Bir süre sonra yapılan ölçümlerde;

- Ortamdaki oksijen miktarının önce azalıp sonra dengelendiği,
- İşaretli karbonun (14C) önce Y canlısının dokularında, ardından yoğun olarak teraryumun havasındaki CO₂ moleküllerinde bulunduğu tespit ediliyor.

Bir öğrenci bu deneyden yola çıkarak "Teraryumdaki Z canlısı ortamdan çıkarılırsa, hava ile toprak arasındaki karbon akışı tamamen durur." hipotezini kuruyor.

Bu öğrencinin hipotezinin hatalı olduğunu ve deneydeki karbon döngüsünün işleyişini en iyi açıklayan ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- A) İşaretli karbonun Y canlısında görülmesi, karbonun sadece fotosentez yoluyla aktarıldığını kanıtlar, bu yüzden Z canlısına ihtiyaç yoktur.
- B) Azot gazının varlığı karbon döngüsünü hızlandırdığı için Z canlısı olmadan da atıklar hızla parçalanır.
- C) Z canlısı ortamdan çıkarılırsa organik atıklar birikir, ancak X ve Y canlıları hücresel solunum ile karbonu atmosfere geri döndürmeye devam eder.
- D) Z canlısı sadece inorganik maddeleri organik maddelere çevirdiği için ortamdan çıkarılması karbonun atmosfere geçişini etkilemez.

24. (5 Puan)

Kıyıtepe ilçesi son yıllarda balık ihracatından elde ettiği geliri artırmayı planlamaktadır. İlçenin nüfusu son bir yılda %10 oranında artmış ve altyapı ihtiyaçları çoğalmıştır. Yerel bir şirket, balıkların daha hızlı büyümesi için denize dışarıdan getirilen ve çok hızlı üreyen genetiği değiştirilmiş bir su yosunu türünün bırakılmasını ve aynı zamanda balık avlanma kotalarının %50 artırılmasını önermiştir. Şirket, bu yosunun balıklar için sınırsız bir besin kaynağı olacağını iddia etmektedir.

Bir üniversite öğrencisi bu projeyi inceleyerek şu değerlendirmeyi yapmıştır: 'Bu plan sürdürülebilir kalkınmanın en iyi örneğidir; çünkü hem biyolojik bir canlı olan su yosunu kullanılarak çevre dostu bir adım atılmış hem de ekonomik büyüme güvence altına alınmıştır.'

Bu öğrencinin değerlendirmesinde yaptığı temel mantık hatası aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Artan ilçe nüfusunun balık tüketim miktarını artıracağını hesaplamaması ve ithal yosunların sadece ekonomik gelire odaklı bir yatırım aracı olarak kullanıldığını fark etmemesi.
- B) Hızlı üreyen yosun türlerinin denizdeki oksijen miktarını sınırsız bir şekilde artırarak diğer canlıların hücresel solunumunu yavaşlatacağını öngörememesi.
- C) Sürdürülebilir kalkınmada ekonomik faaliyetlerin tamamen durdurulması gerektiğini bilmemesi ve doğada insan kaynaklı hiçbir üretim yapılmaması kuralını atlaması.
- D) Sürdürülebilirliğin sadece ekonomik büyüme olduğunu düşünmesi ve ekosistemin doğal yenilenme hızı ile besin ağı dengesinin dış müdahalelerle geri dönülmez şekilde bozulma riskini göz ardı etmesi.

25. (5 Puan)

Bir tarım havzasında ürün verimini artırmak isteyen üreticiler, geniş spektrumlu yeni bir tarım ilacı kullanmıştır. Uygulama sonucunda ürünü tüketen böcekler (birincil tüketici) azalmış; ancak toprakta organik atıkları parçalayan spesifik bir mantar türü ile böceklerle beslenen yerli kurbağa popülasyonu (ikincil tüketici) da zehirlenerek büyük oranda yok olmuştur. Havzada aynı zamanda son üç yılda ortalama rüzgâr şiddetinin %12 arttığı kaydedilmiştir.

Ekolojik çöküşü durdurmak ve tarımda sürdürülebilirliği sağlamakla görevlendirilen bir uzman, şu eylem planını sunmuştur:

'Kimyasal ilaç kullanımı derhal durdurulacaktır. Kurbağalar azaldığı için bölgede besin rekabeti kalmamıştır; bu fırsatı değerlendirerek havzaya sadece bahsi geçen böceklerle beslenen ve bölgeye yabancı olan avcı bir kuş türü bırakılacaktır. Kuşlar rekabetsiz ortamda hızla çoğalıp böcekleri baskılayacak, böylece bitkisel üretim artarak uzun vadeli ekonomik gelir güvence altına alınacaktır.'

Buna göre uzmanın eylem planı, aşağıdaki ekolojik veya sürdürülebilirlik ilkelerinden hangisi göz ardı edildiği için kesinlikle başarısız olacaktır?

- A) Sürdürülebilir tarım için üretici miktarını artırmanın tek yolunun, ekosisteme doğal olarak bulunmayan yeni nesil bitki tohumlarının ekilmesi olması
- B) Bölgeye yabancı bir türün doğal avcısı olmadan getirilmesinin popülasyon patlamasına yol açması ve ayrıştırıcıların yokluğunda madde döngülerinin tıkanarak tarım topraklarının verimsizleşmesi
- C) Rüzgâr şiddetindeki artışın, yeni getirilen kuş türünün bölgedeki yuvalanma ve üreme faaliyetlerini engelleyerek besin zincirine katılımını imkânsız hâle getirmesi
- D) Otçul böceklerin tamamen yok edilmesinin, besin piramidinde üreticilerden doğrudan ikincil tüketicilere doğru olan enerji akışını hızlandırarak bitki örtüsüne zarar vermesi

26. (5 Puan)

Bir biyosfer simülasyonunda araştırmacılar, enerji akışını gözlemlemek için kapalı bir kampa K bitkisini (üretici), sadece K ile beslenen L böceğini (otçul) ve sadece L ile beslenen M kuşunu (etçil) yerleştiriyor. Sisteme toprakta yaşayan ve tüm organik atıkları parçalayan N türü bakteriler (ayrıştırıcılar) de dâhil ediliyor. Ortamın ışık şiddeti 10.000 lüks, nem oranı ise %65 olarak sabitlenmiştir. Bir stajyer, ekosisteme yeni bir K bitkisi eklemeyen M kuşuna aktarılan toplam enerjiyi artırmak amacıyla bir deney kurguluyor. Stajyer, "Eğer N bakterilerini sistemden tamamen çıkarırsam, onların ölü atıklardan alacağı enerji besin zincirinde kalır. Böylece L böcekleri daha fazla besin bulur ve M kuşuna ulaşan enerji miktarı artar." diyerek ortamı sterilize edip ayrıştırıcıları yok ediyor.

Araştırmacının tasarladığı kapalı ekosistem modelinde stajyerin yaptığı bu uygulama ve gerekçesi değerlendirildiğinde, ekoloji kurallarına göre aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A) Doğrudur; ayrıştırıcıların her basamaktan aldığı ve ısı olarak kaybettiği büyük enerji miktarı, onlar sistemden çıkarıldığında doğrudan besin zincirinde kalır ve M canlısına ulaşan enerji miktarını artırır.
- B) Doğrudur; sistemdeki canlı türü sayısı (basamak sayısı) azaltıldığı için, %10 yasaına göre K bitkisinden M kuşuna aktarılan toplam enerji verimi matematiksel olarak yükselir.
- C) Yanlıştır; ayrıştırıcılar enerji üretmez veya üst basamağa enerji aktarmaz, sadece madde döngüsünü sağlar. Ortamdan çıkarılmaları K canlısının (üretici) ihtiyaç duyduğu inorganik maddelerin tükenmesine ve tüm besin zincirinin çökmesine neden olur.
- D) Yanlıştır; enerjinin temel kaynağı Güneş olduğu için N bakterilerinin ortamdan çıkarılması L böceğinin enerji ihtiyacını doğrudan karşılamasını sağlar, M kuşunu ise hiç etkilemez.

27. (5 Puan)

Bir ekosistemde aynı besin zincirini oluşturan K, L, M ve N canlı türleri üzerinde yapılan bir araştırmada; bireylerin dokularındaki ortalama tarım ilacı (DDT) birikimi, toplam biyokütleleri ve ortalama günlük su tüketimleri ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarına göre canlılar şu şekildedir: K türü: 0.05 ppm DDT, 10000 kg biyokütle, 12 litre su. M türü: 0.6 ppm DDT, 1000 kg biyokütle, 4 litre su. L türü: 5.4 ppm DDT, 100 kg biyokütle, 8 litre su. N türü: 48 ppm DDT, 10 kg biyokütle, 2 litre su. Bir araştırmacı, bu ekosistemde L türünde aniden ortaya çıkan ölümcül bir virüsün besin zincirindeki diğer basamaklara olan etkisini ve enerji aktarım verimliliğini tersine mühendislik yöntemiyle incelemektedir.

Araştırmacının elde ettiği veriler ve besin zincirindeki enerji akışı dikkate alındığında, aşağıdaki çıkarımlardan hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) K türünden N türüne doğru gidildikçe canlıların yaşam süresinin artması, biyolojik birikimin vücut büyüklüğüyle ters orantılı olduğunu kanıtlar.
- B) L türünün sayısındaki azalma, N türünde besin kıtlığına yol açarken; av baskısı azalan M türünün aşırı çoğalması K türünün tükenme riskini artırır.
- C) N türü, K türünü tüketerek besin ihtiyacını karşıladığında, aktarılan enerji miktarı L türünü tüketmesine kıyasla daha yüksek olacaktır.
- D) M türündeki salgın bir hastalık, K türünün popülasyonunu doğrudan tehdit ederek ekosistemdeki toplam üretici biyokütlesinin sürekli artmasına neden olur.

28. (5 Puan)

Sürdürülebilir kalkınma; doğal kaynakların kendini yenilemesine fırsat verecek oranda kullanılması ve biyoçeşitliliğin korunarak gelecek nesillere aktarılmasıdır. Sürdürülebilirlik sadece ekonomik veya tarımsal verimle ölçülmez, ekolojik dengenin devamlılığını gerektirir.

Aşağıdaki tabloda üç farklı kapalı tarım ekosisteminde son 10 yılda gerçekleşen bazı değişimler ve elde edilen ürün miktarları verilmiştir:

Bölge	Tür Çeşitliliği (10 Yıl Önce)	Tür Çeşitliliği (Günümüz)	Tüketilen YERALTI Suyu Miktarı	Yıllık Ortalama Sıcaklık Değişimi	Tarımsal Verim (Son 3 Yıl)
K Bölgesi	Yüksek	Çok Düşük	Başlangıca göre %80 fazla	+1.2 °C	Yüksek, ancak her yıl %5 düşüyor
L Bölgesi	Orta	Orta	Yıllık yenilenme hızına eşit	+0.5 °C	Orta ve sabit
M Bölgesi	Yüksek	Yüksek	Başlangıca göre %10 az	-0.1 °C	Çok Yüksek (Genetiği değiştirilmiş tek tip bitki ekimi ile)

Bir araştırmacı, tabloda verilen üç bölgeyi inceleyerek şu yorumu yapmıştır: 'M Bölgesi en yüksek tarımsal verime sahip olduğu ve tür çeşitliliği yüksek görüldüğü için sürdürülebilir kalkınma hedeflerine en uygun olanıdır.'

Araştırmacının bu çıkarımında yaptığı temel hata ve gerçekte hangi bölgenin sürdürülebilirlik ilkelerine uygun şekilde yönetildiği aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) M bölgesinde tek tip bitki ekimi besin ağını zayıflatacağı için uzun vadede biyoçeşitliliği desteklemez; aslında en sürdürülebilir olan L bölgesidir.
- B) M bölgesinde yeraltı suyu tüketiminin azalması tarımsal üretimi uzun vadede durdurur; artan sıcaklıklara rağmen yüksek verim alınan K bölgesi daha sürdürülebilirdir.
- C) K bölgesinde artan su tüketimi ve azalan tür çeşitliliğine rağmen başlangıçta çok yüksek ürün elde edilmiştir; hata K'nın dikkate alınmamasıdır.

D) L bölgesinde tarımsal verimin orta düzeyde kalması sürdürülebilirliği engeller; en sürdürülebilir olan teknolojik tarım yapan M bölgesidir.

29. (5 Puan)

Bir belediye, sanayi bölgesindeki yoğun karbon salınımını azaltmak ve kereste üretimini artırarak yerel ekonomiye katkı sağlamak amacıyla hızlı büyüyen yabancı bir ağaç türünü ormanlık alana ekliyor. İncelemelere göre bu yeni tür, yerel türlere göre %30 daha az su tüketmektedir. Ancak ağacın yapraklarındaki doğal bir kimyasal, bölgedeki otçul böceklerin ve memelilerin bu yaprakları yemesini engellemektedir. Bir grup araştırmacı, ağacın az su tüketmesini, karbon emilimini ve ekonomik getirisini öne sürerek projeyi "kusursuz bir sürdürülebilir kalkınma modeli" olarak raporluyor.

Araştırmacıların bu raporlamasındaki temel mantık hatası (kırılma noktası) aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Projeye azalan karbon miktarının yerel ısınmayı artırarak ekolojik ayak izini doğrudan büyütmesi.
- B) Sürdürülebilir kalkınma modellerinde ekonomik hedeflerin çevre hedeflerinden tamamen bağımsız olarak, sadece geri dönüşümle sağlanabileceği kuralını atlamaları.
- C) Hızlı büyüyen yabancı ağaç türlerinin, hücresel solunumda yerel ağaçlara göre daha fazla oksijen tüketerek atmosferdeki gaz dengesini kalıcı olarak bozması.
- D) Üretici basamağının birinci dereceden tüketiciler tarafından kullanılamamasının besin ağını çökerterek, uzun vadede ekosistemin kaynak sunma kapasitesini yok edeceğini göz ardı etmeleri.

30. (5 Puan)

Ekolojik dengesi bozulmamış bir ada ekosisteminde, aralarında beslenme ilişkisi bulunan ve K, L, M, N türlerinden oluşan bir besin zinciri bulunmaktadır. Araştırmacılar bu canlılarla ilgili şu verileri kaydetmiştir:

- K türünün dokularında biriken biyolojik zehir miktarı, L türünden fazla, N türünden ise azdır.
- M türünün bulunduğu beslenme basamağındaki toplam canlı kütlesi (biyokütle), ekosistemdeki en yüksek değere sahiptir.
- (Not: N türü çoğunlukla gece avlanırken, K ve L türleri gündüz aktiftir.)

Bir süre sonra bu adaya dışarıdan yalnızca L türüyle beslenen istilacı bir X türü gelmiş ve hızla çoğalmaya başlamıştır.

Buna göre adaya X türünün dahil olmasıyla yaşanacak değişimlerle ilgili aşağıdaki çıkarımlardan hangisi doğrudur?

- A) L türünün birey sayısı azalacağı için M türünün üzerindeki avlanma baskısı düşer ve M'nin toplam biyokütlesinde artış gözlenir.
- B) K türüne aktarılan enerji miktarı artacağından, K türünün birey sayısında ve ekolojik toleransında ani bir yükseliş yaşanır.
- C) N türü besin zincirinin en üstünde yer aldığından, alt basamaklardaki değişimlerden etkilenmez ve dokularındaki biyolojik birikim sabit kalır.
- D) X türü piramidin en üstüne yerleştiği için, X'in sahip olduğu toplam biyokütle adadaki diğer tüm türlerin biyokütlesinden fazla olur.

Doğru/Yanlış Soruları

31. (0 Puan)

Bir öğrenci, kapalı bir ekosistem modeli (teraryum) tasarlamaktadır. Sisteme üretici olarak eğrelti otu, birinci dereceden tüketici olarak otçul böcekler ve ikinci dereceden tüketici olarak küçük kertenkeleler eklemiştir. Ortam sıcaklığı sabit 25°C'de tutulmuş ve içerideki oksijen oranı başlangıçta %21 olarak ölçülmüştür. Öğrenci, teraryumda madde döngüsünün kesintisiz devam edebilmesi için sisteme çürükçül (ayrıştırıcı) mantarlar eklemeye karar verir. Ancak, mantar sporlarını ekosistemin geneline yaymak yerine, kertenkelelerin dışkılarını bıraktığı özel ve dar bir bölgeye ekmiştir.

Öğrencinin teraryum tasarımıdaki bu uygulaması, 'Çürükçül organizmalar ekosistemde yalnızca en üst basamaktaki tüketicilerin organik atıklarını inorganik maddelere dönüştürerek döngüye katar, diğer basamaklardaki organizmaların ölü ve atıkları üreticiler tarafından doğrudan kullanılır' varsayımına dayanmaktadır ve bu varsayım ekolojik olarak tamamen doğrudur.

☐ Doğru ☐ Yanlış

32. (0 Puan)

Bir öğrenci grubu, kapalı bir ekosistem modeli tasarlayarak içine sadece su, buğday bitkisi (üretici), bakteri ve mantarlar (ayrıştırıcı) ve belirli mineraller eklemiştir. Ekosisteme ayrıca bir miktar kalsiyum ve azot tuzları da ilave edilmiştir. Öğrenciler modeli gözlemlediklerinde bitkinin büyüdüğünü, bir süre sonra yaşanan yapraklarının döküldüğünü ve sistemin dışarıdan sadece ışık almasına rağmen dengede kaldığını fark etmişlerdir. Ancak bir öğrenci, sistemde otçul veya etçil hiçbir tüketici bulunmadığı için atık oluşmayacağını, dolayısıyla ayrıştırıcıların enerji bulamayıp yok olacağını iddia etmiştir.

Bu ekosistem modelinde tüketici canlıların bulunmaması, ayrıştırıcıların besin zincirinde üstlendikleri madde döngüsü işlevini yerine getirmelerini tamamen engeller.

☐ Doğru ☐ Yanlış

33. (0 Puan)

Bir ekolog, kapalı bir tatlı su ekosistemindeki besin ağını incelerken fitoplanktonların depoladığı enerjiyi ölçüyor ve aynı zamanda ortamdaki çözünmüş oksijen miktarının mevsimsel olarak değiştiğini kaydediyor. Ekolog, sisteme sonradan dâhil edilen ve normalde üçüncül tüketici olarak beslenen bir balıkçıl kuş türünün, çevre şartları değiştiğinde doğrudan birincil tüketici olan zooplanktonları avlayarak beslenmeye başlamasının kuş popülasyonuna ulaşan enerjiyi nasıl etkileyeceğini modellemektedir.

Bu hipoteze göre; besin zincirindeki basamak sayısının azalması, her aktarımda gerçekleşen %90'lık ısı ve metabolizma kayıplarının tekrar sayısını düşüreceği için son tüketicinin elde edebileceği net enerji miktarını artırır.

☐ Doğru ☐ Yanlış

34. (0 Puan)

İzole bir ada ekosistemine, tarımsal verimi artırmak ve ekonomik kalkınmayı hızlandırmak amacıyla fotosentez kapasitesi yerel bitkilere göre %30 daha yüksek olan yabancı bir bitki türü ekilmiştir. Bölgedeki toprak analizleri azot miktarının bitki gelişimi için ideal seviyelerde kaldığını göstermektedir. Ancak yapılan laboratuvar testlerinde, adadaki birinci dereceden tüketici böcek türlerinin bu yeni bitkinin yapraklarındaki özel bir enzimi sindiremediği tespit edilmiştir. Yerel yönetim, artan bitki örtüsünün karbon emilimini yükselteceğini savunarak projeyi onaylamıştır.

Yerel yönetimin, adaya getirilen ve fotosentez hızı çok yüksek olan yabancı bir bitki türünün yerel otçullar tarafından tüketilememesine rağmen, sisteme giren toplam biyokütle miktarını artırdığı için ekosistemin biyolojik çeşitliliğini destekleyeceği ve ekolojik ayak izini küçülterek uzun vadeli sürdürülebilir kalkınma hedeflerine doğrudan katkı sağlayacağı yönündeki çıkarımı ekolojik prensiplere göre doğrudur.

☐ Doğru ☐ Yanlış

35. (0 Puan)

Kapalı bir ekosistem simülasyonu olan bir biyofanus deneyinde, araştırmacılar güneş ışığı alan ortama yalnızca üretici bitkiler, bu bitkilerle beslenen otçul böcekler ve ortam sıcaklığını sabit tutan sensörler yerleştirmiştir. Birkaç ay boyunca fotosentez ve enerji akışı devam etse de, bir süre sonra böceklerin organik atıklarının ve ölen bireylerin toprak yüzeyinde birikmesiyle sistemdeki karbon ve azot döngüsü tıkanmış, bitkilerin büyümesi durmuştur. Bir öğrenci, bu çöküşü önlemek için sisteme böcek popülasyonunu kontrol edecek üst düzey etçil bir avcı türünün eklenmesi gerektiğini, böylece piramidin tamamlanacağını iddia etmiştir.

Bu deneyde madde döngüsünün tamamen durmasının temel nedeni, ekolojik piramidin her basamağından gelen organik atık ve ölüleri parçalayarak üreticilerin kullanabileceği inorganik maddeleri sisteme geri kazandıran ayrıştırıcıların fanusta bulunmamasıdır.

☐ Doğru ☐ Yanlış

36. (0 Puan)

Bilim insanları, dış ortamla madde alışverişi tamamen kesilmiş, yalnızca enerji (ışık) geçişine izin veren biyo-kapsül modelleri geliştirerek karbon ve su gibi döngülerin uzun vadeli stabilitesini incelemektedir. Bu kapsüllerin içine belirli oranlarda üretici ve tüketici türler yerleştirilip sensörlerle gaz derişimleri izlenmektedir.

Kapalı ve yalıtılmış bir fanus ekosisteminde, ortam sıcaklığı 25°C ve nem oranı %65 gibi ideal fizyolojik değerlerde sabit tutulmasına rağmen; zamanla atmosferik karbondioksit miktarının bitkiler için kritik seviyenin altına düşmesi ve yüzeyde hayvan/bitki kalıntılarının kalın bir tabaka halinde birikmesi, sistemdeki çürükçül bakteri ve mantarların faaliyetlerinin tamamen durduğunun doğrudan bir kanıtıdır.

☐ Doğru ☐ Yanlış

37. (0 Puan)

Bir tarım yöresinde 'Kalıcı Refah' adlı bir proje başlatılmıştır. Proje kapsamında geniş doğal çayır ekosistemleri ortadan kaldırılarak yalnızca genetiği iyileştirilmiş tek bir mısır türü (monokültür) ekilmiştir. Rekabeti önlemek amacıyla tarım ilaçları kullanılarak bölgedeki otçul böcek türlerinin %85'i ve çeşitli bitki türleri alandan uzaklaştırılmıştır. İlk üç yılda tarımsal enerji verimi %40 artmış ve artan gelir yöre halkının geleceği için bir fona aktarılmıştır.

Projedeki yüksek buğday rekoltesi ve artan ekonomik gelirin gelecek nesillere aktarılma hedefi dikkate alındığında; biyoçeşitliliğin azaltılarak besin ağının basitleştirilmesi, ekosistemdeki madde döngüleri ile enerji akışını daha verimli ve öngörülebilir kıldığı için sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin ekolojik, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla eksiksiz biçimde örtüşmektedir.

☐ Doğru ☐ Yanlış

38. (0 Puan)

Enerji akışı sadece tek yönde gerçekleşir ve her trofik düzeyde enerjinin büyük kısmı (yaklaşık %90'ı) canlının yaşamsal faaliyetleri (solunum, hareket vb.) ve çevreye verilen ısı nedeniyle kaybedilir, geriye kalan biyokütle ise bir sonraki basamağa besin olarak aktarılır. Çevresel koşullardaki değişiklikler bir basamağın net biyokütle üretimini etkilediğinde, bu etki zincirleme olarak üst basamaklara yansır.

Bir deniz ekosisteminde fitoplanktonların ürettiği 10.000 J enerjinin zooplanktonlara aktarılmasını inceleyen bir araştırmacı, su sıcaklığının 2 derece artmasıyla fitoplanktonların solunum hızının hızlandığını ve biyokütlelerinde depolanan enerjinin 8.000 J'e düştüğünü ölçmüştür. Bu yeni durumda, zooplanktonların avlanma verimliliği değişmemesine ve besin zincirine dışarıdan tür girişine rağmen, ekoloji piramidi kurallarına göre zooplanktonlardan küçük balıklara aktarılabilen teorik maksimum enerji miktarı azalmıştır.

☐ Doğru ☐ Yanlış

39. (0 Puan)

Tamamen kapalı, yalıtılmış bir laboratuvar ekosisteminde; sterilize edilmiş (tüm mikroorganizmalardan arındırılmış) toprak, yeterli su, optimum ışık ve karbondioksit kullanılarak canlı bitkiler ile yalnızca onlarla beslenen bir tür otçul böcek kilitli bir fanusa konulmuştur. Sistemin tabanına destekleyici olması amacıyla protein ve selüloz bakımından çok zengin, yine tamamen sterilize edilmiş ölü yaprak döküntüleri eklenmiştir. İki ay süren gözlemde; ışık şiddeti ve ortam nemi ideal seviyelerde (%60) sabit tutulmasına rağmen, fanus içindeki bitkilerde şiddetli gelişim geriliği başlamış ve topraktaki serbest inorganik tuz ile mineral seviyelerinin neredeyse sıfıra indiği tespit edilmiştir.

Toprağa eklenen steril ölü yaprak döküntüleri organik yapı bakımından çok zengin bir kaynak olmasına rağmen, ortamda bu atıkları hücresel dışı sindirimle parçalayarak inorganik minerallere dönüştürecek çürükçül organizmalar (ayrıştırıcılar) bulunmadığı için ekosistemdeki madde döngüsü tıkanmış ve üreticiler bu maddelerden faydalanamamıştır.

☐ Doğru ☐ Yanlış

40. (0 Puan)

Kapalı bir ekosistem olan bir tarım serasında, araştırmacılar karbon ve azot döngüsünü incelemek için kontrollü bir deney ortamı hazırlamışlardır. Sistemdeki sıcaklık 25°C, nem %70 olarak sabitlenmiş ve bir grup mantar türünün aktivitesi geçici olarak kimyasal bir maddeyle durdurulmuştur. Ortama ek olarak %10 oranında inorganik potasyum gübresi ilave edilmiştir.

Bir öğrenci, ayrıştırıcıların sayısının aniden azaldığı bir serada yaptığı deneyde, toprakta amonyak (NH₃) birikiminin hızla arttığını ancak bitkilerin büyüme hızının aynı şekilde artış gösterdiğini iddia etmiştir. Ayrıştırıcıların temel görevi düşünüldüğünde, organik maddelerin inorganik maddelere dönüşümü sırasında amonyak oluşumu beklense bile, nitrifikasyon bakterileri olmadan bitkilerin bu azot formunu doğrudan kullanamayacağı ve topraktaki yoğun organik atık birikiminin bitki gelişimini olumsuz etkileyeceği göz önüne alındığında öğrencinin bitki büyüme hızıyla ilgili iddiası doğru bir ekolojik çıkarımdır.

☐ Doğru ☐ Yanlış

41. (0 Puan)

Kapalı bir ekosistem simülasyonunda; yeterli su döngüsü, günde 14 saat güneş ışığı ve uygun başlangıç toprak yapısına rağmen üçüncü ayın sonunda bitki gelişiminin durduğu gözlemlenmiştir. İncelemelerde ortamda ölü bitki yaprakları ile hayvan dışkılarının parçalanmadan yığıldığı, topraktaki inorganik azot tuzlarının tükendiği ve atmosferdeki karbondioksit seviyesinin kritik eşiğin altına indiği saptanmıştır. Çözüm olarak bilim insanları, ortama daha fazla birinci dereceden tüketici eklemeye karar vermiştir.

Araştırmacıların ekosisteme yeni otçul canlılar eklemesi, biriken organik atık miktarını artırarak üreticiler için gerekli inorganik minerallerin doğrudan toprağa geçmesini sağlayacak ve bozulan madde döngüsünü tek başına yeniden başlatacaktır.

☐ Doğru ☐ Yanlış

42. (0 Puan)

Kapalı ekosistemlerde madde döngülerinin sürdürülebilirliği, farklı canlı gruplarının etkileşimine ve çevresel faktörlerin sürekliliğine bağlıdır.

Kapalı bir deneysel ekosistem (biyosfer) oluşturuluyor. İçerisinde ışık, su, uygun sıcaklık (25°C), bitkiler, otçul böcekler ve etçil kurbağalar bulunuyor. Ayrıca ekosisteme günlük 10 mg kalsiyum minerali ekleniyor. Bir virüs salgını sonucu bu ortamdaki tüm saprofit (ayrıştırıcı) bakteri ve mantarların faaliyetleri tamamen duruyor. Araştırmacılar, 'Sistemde dışarıdan kalsiyum takviyesi sürdüğü ve ortamda yeterli karbondioksit ile ışık bulunduğu için üreticiler fotosenteze kesintisiz devam eder, böylece karbon döngüsü kısa vadede aksasa da azot döngüsü bu durumdan bağımsız olarak işlemeyi sürdürür' şeklinde bir hipotez kuruyor. Bu hipotez tamamen doğrudur.

☐ Doğru ☐ Yanlış

43. (0 Puan)

Bir göl ekosistemine karışan ve canlı vücudunda parçalanamayan Z toksik maddesi tespit edilmiştir. Gölde 'Fitoplankton -> Zooplankton -> Küçük Balık -> Büyük Balık' besin zinciri bulunmaktadır. Ek olarak gölün yıllık ortalama su sıcaklığı son beş yılda 1,5 derece artmıştır ve sudaki çözünmüş oksijen miktarı dalgalanmalar göstermektedir. Bir araştırmacı bu ekosistemdeki trofik düzeyleri incelediğinde, üreticilerden son tüketiciye doğru aktarılan enerjinin her basamakta yaklaşık yüzde 90 oranında kayba uğradığını tespit etmiştir.

Araştırmacı, 'Besin zincirinde aktarılan enerjinin ve toplam biyokütlelerin büyük ölçüde ısı ve yaşamsal faaliyetler yoluyla kaybedilmesinden dolayı, en üst basamaktaki büyük balıkların dokularındaki Z maddesi yoğunluğunun (konsantrasyon) fitoplanktonlara göre daha az olacağı' çıkarımında bulunmuştur. Bu çıkarım doğrudur.

☐ Doğru ☐ Yanlış

44. (0 Puan)

Bir göl ekosistemini inceleyen araştırmacılar, dört basamaklı bir besin zincirinde (fitoplankton, zooplankton, gümüş balığı ve karabatak kuşu) enerji akışı ve madde birikimi verilerini toplamıştır. Ekosistemin ortalama su sıcaklığı ve pH değeri gibi fiziksel değişkenler de tabloya eklenmiştir. Analiz sonuçlarında, en üst basamaktaki karabatak kuşlarının dokularındaki DDT (tarım ilacı) oranının, fitoplanktonlara göre on binlerce kat daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Bu verileri yorumlayan bir öğrenci, karabataklardaki yüksek zehir birikiminin temel nedenini; 'Besin piramidinde üreticilerden tüketicilere doğru gidildikçe her basamakta enerjinin yaklaşık %90'ının ısı ve yaşamsal faaliyetler sonucu kaybedilmesine, dolayısıyla üst basamaktaki canlıların hayatta kalmak için oransal olarak çok daha yüksek miktarda alt basamak canlısı tüketmek zorunda kalmasına' bağlamıştır. Öğrencinin enerji transferindeki kayıplar ile biyolojik birikim mekanizmasını birbirine bağlayan bu çıkarımı, temel ekoloji yasalarına göre hatalıdır.

☐ Doğru ☐ Yanlış

45. (0 Puan)

Bir grup araştırmacı, izole bir ekosistem fanusu tasarlayarak içine sadece fotosentetik algler, otçul su pireleri ve saprofit mantarlar ekliyor. Fanus 25°C sıcaklıkta tutuluyor ve günde 12 saatlik periyotlarla özel bir LED ile aydınlatılıyor. Araştırmacılar, bu kapalı sistemde saprofit mantarların su pirelerinin atıklarını ve l dokuları parçalayarak inorganik maddeleri algler için geri kazanacağını, aynı zamanda parçalama işlemi sonucu açığa çıkardıkları enerjinin de alglerin organik besin sentezi için temel güç kaynağı olacağını iddia eden bir hipotez kuruyorlar.

Araştırmacıların teorisine göre, saprofit mantarların faaliyetleri sonucunda açığa çıkan kimyasal enerji ve ısı, kapalı sistemdeki algler tarafından tekrar kullanılarak ekosistemdeki enerji döngüsünün kesintisiz bir şekilde devam etmesini sağlar.

☐ Doğru ☐ Yanlış

Boşluk Doldurma Soruları

46. (0 Puan)

Kapalı bir sera ekosisteminde karbon, oksijen ve azot döngülerinin işleyişi takip edilmektedir. Sistemdeki bitki sayısı artırılıp ışık şiddeti maksimize edilmesine rağmen, zamanla bitki gelişiminin durduğu ve ortamdaki serbest inorganik azot (nitrat) miktarının sıfıra yaklaştığı tespit edilmiştir. Sistemde yeterince l bitki atığı ve dklen yaprak birikmesine rağmen döngünün tıkanmasına yol açan bu durum, ortamda _____ faaliyetinin yetersiz kaldığını gösterir.

47. (0 Puan)

Araştırmacının hazırladığı bu sistemin sürdürülebilir olmamasının ve besin ağının çökmesinin temel nedeni; ışık ve su gibi abiyotik faktörler bulunmasına rağmen, sistemde inorganik maddelerden organik madde sentezleyerek güneş enerjisini kimyasal bağ enerjisine çevirecek _____ canlının yer almamasıdır.

48. (0 Puan)

Araştırmacının kurduğu bu kapalı ekosistem modelinde, organik kalıntıların parçalanamaması nedeniyle inorganik madde döngüsünün kesintiye uğramasının ve sistemin çökmesinin temel nedeni, sisteme başlangıçta _____ grubunun eklenmesinin unutulmuş olmasıdır.

49. (0 Puan)

Kapalı ve izole bir ekolojik biyosfer modelini inceleyen bir grup araştırmacı, sistem içindeki besin ağında yer alan maddelerin miktarının yıllarca sabit kalmasına rağmen, dördüncü trofik düzeydeki tepe avcılarının toplam biyokütlesinin çok düşük olduğunu gözlemliyor. Araştırmacılardan biri, avcılarının uzun yaşam süreleri ve yüksek avlanma kapasitelerine rağmen bu durumun yaşanmasını, sistemden madde sızması olduğu yönünde hatalı bir şekilde yorumluyor. Gerçekte kapalı ekosistemlerde madde döngüsü tamdır; tepe avcılara ulaşan kaynağın kısıtlı olmasının ve piramidin üstüne doğru daralmasının asıl sebebi, üreticilerden tüketicilere doğru her basamakta metabolik faaliyetler ve ısı ile %90 oranında azalarak devam eden tek yönlü _____ akışıdır.

50. (0 Puan)

Bir sürdürülebilir tarım projesinde, ürün verimini artırmak için tarladaki yaprak bitlerine karşı kimyasal ilaçlama yapılmıştır. İlaçlama sonrası yaprak bitleri azalmış ancak onları tüketen uğur böcekleri de besinsiz kalarak bölgeyi terk etmiş, bunun sonucunda uğur böceklerinin doğal düşmanı olduğu diğer yaprak yiyen böceklerin popülasyonu hızla artarak tüm ekinleri yok etmiştir. Proje raporunda bölgedeki rüzgâr enerjisi santrali üretiminin bu süreçte %15 arttığı belirtilse de, ekolojik çöküş engellenememiştir. Bu projenin başarısızlığının temelinde, canlılar arasındaki doğrudan tüketim ve enerji aktarım basamaklarına yapılan müdahalenin _____ dengesini geri döndürülemez biçimde bozması yatmaktadır.

51. (0 Puan)

İzole bir ada ekosisteminde yapılan 10 yıllık gözlemlerde, yıllık ortalama sıcaklığın $0,8^{\circ}\text{C}$ arttığı ve adaya özgü bir otçul böcek türünün, bitkilere uygulanan hatalı bir tarım ilacı nedeniyle yok olma noktasına geldiği tespit edilmiştir. Bu otçul böcek beslenen endemik bir kuş türü, aç kalmamak için alternatif olarak adanın ana polen taşıyıcısı olan farklı bir arı türüne yönelmiş ve arı nüfusunu aşırı tüketmiştir. Sonuç olarak adadaki bitki örtüsünün üreme döngüsü durma noktasına gelmiştir. Çevre mühendisleri bu tabloyu 'Sürdürülebilirliğin Çöküşü' olarak raporlamıştır. Rapora göre, besin ağındaki tek bir halkanın kopmasının yol açtığı bu zincirleme felaketi önlemek ve doğadaki türlerin genetik varyasyonları ile yaşam alanı zenginliklerini gelecek nesillere aktarmak amacıyla yapılan tüm müdahaleler _____ korunması prensibine dayanır.

52. (0 Puan)

Bir araştırmacı; bitki, otçul böcekler, etçil canlılar ve ayrıştırıcı bakterilerin bulunduğu, madde giriş-çıkışına tamamen kapalı ancak şeffaf bir cam fanus ekosistemi tasarlamıştır. Bu sistemde haftalarca su ve karbon gibi madde döngülerinin kusursuz işlediği, gaz oranlarının sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Ancak fanusun üzeri ışık geçirmeyen opak bir örtüyle kapatıldığında, ortamda halen bol miktarda su ve mineral bulunmasına rağmen sistem birkaç gün içinde çökmüştür. Bu deneyden yola çıkarak, ekosistemlerde maddelerin döngüye girmesine karşın enerji akışının tek yönlü olduğu ve sistemin kendi kendini besleyemeyeceği çıkarımı yapılır. Sistemin çökmesinin asıl nedeni, ekosistemdeki enerji piramidinin temelini besleyen yegane ve sürekli dış enerji kaynağı olan _____ kesintiye uğramasıdır.

53. (0 Puan)

Araştırmacıların kurduğu bu laboratuvar modelinde, mineral dengesi ve nem oranının kusursuz korunmasına rağmen sistemin enerji akışı açısından çökmesi, besin zincirinde son tüketiciye kadar ulaşacak biyokimyasal enerjinin yegane kaynağının _____ olduğu gerçeğini doğrulamaktadır; çünkü madde döngüsü sürse bile bu dış kaynak olmadan inorganik maddeler organik besine dönüşmez.

54. (0 Puan)

Bir tarım bölgesinde buğday verimini artırmak için bitkilere zarar veren belirli bir tırtıl türü, özel bir kimyasal ile tamamen yok edilmiştir. İlk yıl buğday hasadı %25 oranında artarak beklenen ekonomik büyüme sağlanmıştır. Ancak takip eden yıllarda, tırtıllarla beslenen ötücü kuşların bölgeyi terk etmesiyle zararlı diğer böcekler hızla çoğalmış, aynı zamanda kuş dışkılarının toprağa sağladığı doğal mineral eksikliğinden dolayı tarım arazileri tamamen çoraklaşmış ve bölge ekonomisi çökmüştür. Kısa vadeli ekonomik büyüme uğruna, ekosistemdeki üretici, tüketici ve ayrıştırıcılar arasındaki madde ve enerji aktarımının koptuğu bu hatalı uygulama, _____ dengesinin gözetilmesinin sürdürülebilir kalkınma için ne kadar zorunlu olduğunu kanıtlamıştır.

55. (0 Puan)

Bir ada ülkesinde 2000-2020 yılları arasında milli gelir %40 artarken, yeraltı tatlı su rezervleri %30 azalmış, tarımsal kimyasalların kullanımında ise %25 artış gözlenmiştir. Aynı dönemde yerel hükümetin ihracatı teşvik eden kısa vadeli politikaları halkın alım gücünü geçici olarak artırsa da biyoçeşitlilik endeksi kritik bir seviyeye inmiştir. Uzmanlar, ekonomik verilerdeki olumlu tabloya rağmen adanın gelecekte kendi nüfusunu besleyemeyecek duruma geleceği uyarısında bulunarak sistemin _____ ilkelerine aykırı çalıştığını raporlamışlardır.

56. (0 Puan)

Bir araştırmacı kapalı bir fanus deneyinde sterilize edilmiş (mikroorganizma ve mantarlardan arındırılmış) toprak, üretici bitkiler, otçul böcekler ve %21 oksijen içeren sabit sıcaklıkta bir ekosistem kurmuştur. Işık ve nemin ideal seviyede tutulmasına rağmen, birkaç hafta sonra fanus tabanında dökülen yaprakların ve böcek ölülerinin parçalanmadan biriktiği, bitkilerin ise topraktaki inorganik mineral eksikliğinden ötürü kurumaya başladığı gözlemlenmiştir. Araştırmacı, popülasyon dengesini sağlamak için ortama böceklerle beslenen küçük bir kurbağa türü eklemenin ekosistemi toparlayacağı varsayımında bulunur. Ancak bu varsayım hatalıdır; çünkü madde döngüsünün tıkanmasının asıl sebebi, organik atıkları inorganik maddelere dönüştürerek besin ağının tüm basamaklarından enerji akışını tamamlamakla görevli _____ grubunun ortamda bulunmamasıdır.

57. (0 Puan)

Kapalı bir cam fanus içinde tasarlanan ekosistem deneyinde bitkiler, otçul böcekler ve sürekli aydınlık sağlayan yapay ışık kullanılmıştır. Ortam sıcaklığı sürekli 25 santigrat derecede tutulmuştur. İlk birkaç ay sistem dengeli çalışmış, ancak bir süre sonra ortamda karbondioksit ve su yeterli olmasına rağmen bitkilerin büyümesi durmuş, topraktaki inorganik azot ve fosfor miktarının sıfıra yaklaştığı tespit edilmiştir. Deneyi yapan kişi dışarıdan bir miktar suni gübre eklese de bu müdahale döngüyü kalıcı olarak düzeltmemiştir. Ortamdaki ölü yaprakların ve atıkların hiç çürümeden biriktiği göz önüne alındığında, bu kapalı ekosistemin dışarıdan hiçbir madde eklenmeden kendi kendine yetebilmesi için sisteme en baştan dahil edilmesi unutulmuş canlı grubu _____ canlılardır.

58. (0 Puan)

Bir araştırmacı, kapalı bir fanus içinde nemli toprak, çimen, otçul böcekler ve etçil böceklerden oluşan izole bir ekosistem kuruyor. Altı ay sonra fanustaki oksijen ve karbondioksit dengesinin korunduğu, sıcaklık ve nemin ideal olduğu, ancak toprak yüzeyinde çok sayıda ölü böcek ve dökülmüş yaprak biriktiği gözlemleniyor. Aynı zamanda çimenlerin yapraklarında mineral eksikliğine bağlı sararmalar başlıyor. Araştırmacı, "Sistemdeki su buharı yoğunlaşmadığı için fotosentez hızı düşmüştür" şeklinde hatalı bir hipotez kuruyor. Gerçekte sistemin çökme nedeni su değil, ölü organik kalıntıları inorganik maddelere dönüştürerek toprağı mineraller bakımından zenginleştirmesi gereken ve normalde besin zincirinin her basamağında aktif olan _____ adlı biyolojik unsurun fanus toprağında eksik olmasıdır.

59. (0 Puan)

Bir araştırmacı, kapalı bir cam fanusta kurduğu ekosistem modeline yalnızca üretici bitkiler, otçul böcekler ve steril toprak koymuştur. Nem, ışık ve sıcaklığın optimum olduğu bu ortamda bir süre sonra oksijen seviyesinin önce artıp sonra dengelendiği, ancak karbondioksit miktarının hızla düştüğu ölçölmüştür. Ayrıca bitki gelişimi durmuş ve dökölen ölü yapraklar toprak yüzeyinde hiçbir kimyasal parçalanmaya uğramadan birikmiştir. Araştırmacının modelindeki temel hata, organik atıkları inorganik maddelere dönüştürerek ekosistemdeki madde döngüsünü tamamlaması gereken _____ grubunu ortama eklemeyi unutmasıdır.

60. (0 Puan)

Bir bölgede sanayi tesislerinin enerji ihtiyacı rüzgâr gülleriyle karşılanmaya başlanmış ve ilk yıl istihdam %20 artmıştır. Ancak artan üretim kapasitesini desteklemek için yeraltı su kaynakları, doğal yağışlarla yenilenme hızının 5 katı oranında çekilerek kullanılmış ve çevredeki tarım arazilerinde geri döndürölemez tuzlanma başlamıştır. Bir ekonomistin 'Bu planlama, sadece bugünün ekonomik refahını maksimize ederken torunlarımızın temiz gıdaya ulaşma hakkını tamamen yok etmektedir' diyerek eleştirdiği ve bu hatalı modelin temelinden çeliştiği kavram _____ olarak adlandırılır.