

Ekosistemde Enerji Akışı ve Sürdürülebilir Çevre



Açık Uçlu Sorular

1. (0 Puan)

Bir araştırmacı kapalı sistem (dışarıyla madde alışverişi olmayan) bir ekosistem tasarlıyor. Amacı, bitkiler ve çevresel faktörler arasındaki madde döngüsünü modellemektir. Işık, ısı ve su döngüsü için uygun koşullar sağlanmış olmasına rağmen sistemin kendi kendine yetme kapasitesi bir süre sonra çöküyor.

Kapalı bir teraryum ekosisteminde (cam fanus) üç ay boyunca gözlem yapan bir grup öğrenci, içerideki bitkilerin hızla geliştiğini, ancak ikinci ayın sonunda yaprakların sararıp döküldüğünü ve nemli ortamda bu yaprakların çürümediğini fark etmiştir. Üçüncü ayın sonunda teraryumdaki bitkiler tamamen kurumuş ve ölmüştür. Öğrenciler fanusa başlangıçta yalnızca steril (mikroorganizmalardan tamamen arındırılmış) torf, temiz su ve sağlıklı bitki fideleri koyduklarını belirtmişlerdir. Aynı zamanda sıcaklık ve ışık şartlarının optimum olduğunu not etmişlerdir. Bu senaryoda bitkilerin neden öldüğünü, madde döngüsünün hangi aşamasının eksik olduğunu ve ayrıştırıcı canlıların madde döngüsündeki rolünü sentezleyerek detaylıca açıklayınız.

Doğru Cevap:

Teraryumdaki bitkiler, kapalı sistemdeki kullanılabilir mineral ve inorganik maddeleri tüketmiştir. Başlangıçta konulan toprağın steril olması, sistemde ayrıştırıcı (çürükçül) bakteri ve mantarların bulunmadığı anlamına gelir. Ayrıştırıcılar olmadığı için, dökülen sararmış yapraklar gibi organik atıklar parçalanamamış ve topraktaki inorganik madde (mineral, azot vb.) döngüsü durmuştur. Bu inorganik maddeler üreticiler tarafından tekrar kullanılmadığı için topraktaki mineral stokları tükenmiş ve bitkiler besin (fotosentez için gereken hammadde) eksikliğinden ölmüştür. Bu durum, ayrıştırıcıların organik atıkları inorganik bileşenlere dönüştürerek madde döngüsünün ve dolayısıyla besin zincirinin sürdürülebilirliğini sağlamadaki vazgeçilmez rolünü göstermektedir.

Değerlendirme Kriteri:

Bu soru, öğrencinin madde döngüsünde ayrıştırıcıların önemini sadece ezber bilgiyle değil, steril toprak kavramı üzerinden çıkarım yaparak analiz etmesini gerektirir. Işık ve sıcaklığın optimum olması gibi çeldirici/yanıltıcı bilgiler, sorunun odak noktasını bulmayı zorlaştırmaktadır. Öğrencinin 'steril torf' bilgisini kullanarak ayrıştırıcıların yokluğunu teşhis etmesi ve inorganik madde döngüsünün nasıl durduğunu, üreticilerin neden öldüğünü nedensellik bağı kurarak açıklaması beklenmektedir.

2. (0 Puan)

Bir tarım araştırma enstitüsü, izole edilmiş bir sera ekosisteminde toprağın mineral (inorganik madde) miktarını hızla artırmak için 'Hızlandırılmış Döngü Modeli'ni test etmektedir. Sistemde X (güneş ışığıyla fotosentez yapan), Y (yalnızca X ile beslenen) ve Z (X ve Y'nin kalıntılarını parçalayan) olmak üzere üç temel tür bulunmaktadır. Seranın sıcaklığı sabit 25°C tutulmaktadır. Araştırmacılar, Z türünün sayısını laboratuvar ortamında yapay olarak 10 katına çıkarıp seraya bırakmış ve X ile Y türlerinin sayısına dokunmamıştır. Sisteme dışarıdan hiçbir ek besin veya atık eklenmemiştir. Araştırmacıların hipotezi, daha fazla Z canlısının toprağa daha fazla inorganik madde sağlayacağı ve bunun toprağı uzun vadede daha sürdürülebilir kılacağı yönündedir. Ancak birkaç hafta sonra, ekosistemdeki tüm biyolojik döngü çökmüş ve sera tamamen kurumuştur.

Geliştirilen bu modelin neden başarısız olduğunu, X, Y, Z türlerinin ekosistemdeki (üretici, tüketici, ayrıştırıcı) rollerini ve bu hatanın sürdürülebilir kalkınma (özellikle tarımsal devamlılık) üzerindeki etkilerini, organik ve inorganik madde döngüsünü merkeze alarak analiz ediniz.

Doğru Cevap:

Öğrencinin modeli, ayrıştırıcı olan Z türünün sayısını artırarak inorganik maddelerin üretimini hızlandırmayı hedeflemiştir. Ancak hata, Z türünün ayrıştırabileceğı organik atık miktarının, ekosistemdeki üretici (X) ve tüketici (Y) sayısına doğrudan bağlı olmasının göz ardı edilmesidir. Sisteme fazladan dış organik atık eklenmeden sadece ayrıştırıcı sayısının yapay olarak artırılması, Z türünün kendi içinde rekabete girmesine ve popülasyonunun kısa sürede çökmesine neden olur. X (üretici) inorganik maddeleri fotosentez için kullanırken, Y (tüketici) bu bitkileri yer. Dengenin böyle bir müdahaleyle bozulması, inorganik madde döngüsünün durmasına, toprağın verimsizleşmesine ve biyolojik çeşitliliğın azalmasına yol açar. Sürdürülebilir kalkınma bağlamında, bu tür ekolojik döngülerin kapasitesinin dışına zorlanması (doğanın kendi yenileme hızına saygı gösterilmemesi), kısa vadede toprak verimliliğini tamamen yok edeceği için tarımsal sürekliliğı imkânsız hale getirir.

Değerlendirme Kriteri:

Yanıt, öğrencinin Z türünün (ayrıştırıcı) çalışabilmesi için organik atığa ihtiyaç duyduğunu kavramasını gerektirir. Sadece ayrıştırıcıların artırılması, atık miktarını artırmaz; dolayısıyla ekosistemin madde döngüsü ve sürdürülebilirliği, bileşenlerin birbiriyle uyumlu kapasitelerde olmasına bağlıdır. X üretici, Y tüketici, Z ise ayrıştırıcıdır. Yanıltıcı bilgi olarak verilen 25°C sıcaklık değerlendirme dışında bırakılmalıdır.

3. (0 Puan)

Bir grup araştırmacı, madde alışverişine tamamen kapalı şeffaf bir 'biyosfer fanusu' tasarlayarak kapalı uçlu bir ekosistem deneyi yapıyorlar. Fanusun içine nemli toprak, su göleti, eğreli otları (üretici) ve bu bitkilerle beslenen tırtıllar (tüketici) yerleştiriliyor. Fanus sabit 25°C sıcaklıkta tutuluyor, içerisindeki gaz oranları başlangıçta dünya atmosferiyle aynı seviyeye ayarlanıyor ve sisteme günde 14 saat bitki büyümesi için optimize edilmiş yapay güneş ışığı veriliyor. Ancak toprak, fanusa yerleştirilmeden önce yüksek ısıda bekletilip 'tamamen sterilize' edilerek içindeki tüm canlı hücrelerinden, mikroorganizmalardan ve mantar sporlarından arındırılıyor. Deneyin ilk aylarında bitkiler ve tırtıllar hızla büyüyor; fakat 6. ayın sonunda sistemde yeterli ışık, oksijen ve su bulunmasına rağmen önce toprağın üzerinde atıklar birikmeye başlıyor, ardından bitkiler sararıp ölüyor ve kısa süre sonra tırtıllar da yok oluyor.

Toprağın tamamen sterilize edilerek biyosfer fanusuna konulması kararının, sistemin tamamen çökmesine nasıl yol açtığını; madde döngüsündeki (özellikle mineral ve karbon döngüsündeki) tıkanma noktalarını ve eksik bırakılan ekolojik basamağın etkilerini nedensellik ilişkisi kurarak adım adım açıklayınız.

Doğru Cevap:

Sistemin çökmesinin temel nedeni toprağın sterilize edilerek ekosistemdeki 'ayrıştırıcılar' (çürükçül bakteri ve mantarlar) grubunun sistemden çıkarılmasıdır. Işık ve su gibi fiziksel şartlar uygun olsa bile, ayrıştırıcılar olmadığı için bitki kalıntıları, ölü böcekler ve dışkılar parçalanamamış; organik atıklar olarak sistemde birikmiştir. Atıklar inorganik maddelere (minerallere) dönüştürülemediğı için topraktaki inorganik besin tuzları hızla tükenmiştir. Topraktan yeterli mineral alamayan bitkiler fotosentez ve gelişimlerini sürdüremeyerek ölmüştür. Üretici basamağının yok olmasıyla tüketiciler de besinsiz kalmış; doğadaki kapalı madde döngüsü zinciri kırıldığı için sistemdeki yaşam tamamen sona ermiştir.

Değerlendirme Kriteri:

İdeal bir yanıtta öğrencinin şu adımları sentezlemesi beklenir: 1) Toprağın sterilize edilmesi detayıyla 'ayrıştırıcıların' (mantar ve bakteriler) yok edildiğinin tespit edilmesi. 2) 25°C, oksijen, su ve 14 saat ışık gibi verilerin (çeldirici ek bilgiler) fotosentez için yeterli olduğunu, sorunun fiziksel koşullar olmadığını fark etmesi. 3) Ayrıştırıcı eksikliğinin, organik maddelerin (atıkların) mineral ve diğeri inorganik maddelere dönüşmesini engellediğı ve sistemde çöp birikimine yol açtığını çıkarımı. 4) Topraktaki minerallerin yenilenememesi nedeniyle üreticilerin (bitkilerin), sonrasında ise tüketicilerin çöktüğü, madde döngüsünün durduğı bağılantısının kurulması.

4. (0 Puan)

Besin zincirlerindeki enerji ve madde akışı, üreticilerden tüketicilere doğru gerçekleşirken ekosistemin devamlılığı hem enerji aktarımındaki belirli kurallara (Örn: %10 kuralı) hem de maddelerin doğada geri dönüşümüne bağlıdır. Yapay ekosistemlerin sürdürülebilir olması, bu doğal kuralların eksiksiz simüle edilmesini gerektirir.

Bir öğrenci, kapalı bir fanus içinde kendi kendine yetebilen bir ekosistem (teraryum) tasarlamıştır. Bu fanusa 500 kJ enerji kapasiteli buğday bitkileri, 500 kJ kapasiteli çekirgeler ve 500 kJ kapasiteli bir kertenkele koymuştur. Öğrenci, bitkilerin ürettiği tüm enerjinin bir sonraki basamağa kayıpsız geçeceğini düşünerek her canlı türünden eşit biyokütle kullanmıştır. Fanus düzenli olarak güneş ışığı almakta ve sıcaklık sürekli 25°C'de sabit tutulmaktadır. Hastalıkları önlemek amacıyla toprak, projeye başlanmadan önce tüm mantar ve bakterilerden arındırılarak tamamen sterilize edilmiştir. Birkaç ay sonra su ve ışık yeterli olmasına rağmen bitkiler kurumuş ve sistem çökmüştür. Bu tasarımın çöküş nedenini öğrencinin yaptığı iki temel bilimsel hata (enerji aktarımı varsayımı ve sterilizasyon işlemi) üzerinden analiz ediniz. İdeal koşullarda bu ekosistemin hayatta kalması için başlangıç tasarımında ne gibi değişiklikler yapılması gerektiğini gerekçeleriyle açıklayınız.

Doğru Cevap:

Öğrencinin tasarımı iki büyük hata nedeniyle çökmüştür. İlk hata enerji akışı varsayımıdır: Besin zincirinde enerjinin tamamı üst basamağa geçmez, yaklaşık %90'ı canlıların solunum, hareket gibi yaşamsal faaliyetlerinde harcanır ve ısı olarak dışarı verilir. 500 kJ'lik bitki, 500 kJ'lik çekirge popülasyonunu besleyemez; piramidin tabanından yukarıya çıkıldıkça biyokütle ve aktarılan enerji azalmalıdır (örneğin 5000 kJ bitki, 500 kJ çekirge, 50 kJ kertenkele şeklinde olmalıydı). İkinci hata toprağın sterilize edilmesidir: Bu işlem, ölü atıkları inorganik maddelere çevirerek madde döngüsünü sağlayan ayrıştırıcıları (bakteri ve mantarlar) yok etmiştir. Ayrıştırıcılar olmadan topraktaki inorganik mineraller tükenir ve bitkiler fotosentez yapamaz hale gelir. Doğru bir tasarımda üretici miktarı en fazla olmalı ve toprakta ayrıştırıcı mikroorganizmalar mutlaka bulunmalıdır.

Değerlendirme Kriteri:

İyi biçimlendirilmiş bir yanıt şunları içermelidir: Sıcaklık ve ışığın yeterli olmasının (gürültü veri) sistemin çöküşünü engellemeyeceğinin fark edilmesi. Eşit biyokütle/enerji varsayımının yanlış olduğu ve her basamakta yaşamsal faaliyetler/ısı kaybı nedeniyle enerjinin azaldığının (%10 kuralı bağlamında) açıklanması. Sterilizasyon işleminin ekosistemdeki madde döngüsünün kilit canlıları olan ayrıştırıcıları yok ettiği, bu durumun üreticiler için gerekli inorganik minerallerin döngüsünü durdurduğu çıkarımının yapılması.

5. (0 Puan)

Bir grup araştirmacı, tamamen kapalı cam bir fanus içinde model bir ekosistem kuruyor. Fanusa isi işlem den geçirilmiş toprak, bazı özel bitki türleri, bitkilerle beslenen böcekler ve bu böcekleri avlayan küçük kertenkeleler ekleniyor. Araştırmacılar, ekosistemde hastalık oluşmasını kesinlikle engellemek amacıyla toprağa güçlü ve geniş spektrumlu bir antibakteriyel ile mantar öldürücü ilaç uyguluyor. Fanus içinde 14 saat boyunca özel mor ışık altında tutuluyor ve içeriye yalnızca periyodik olarak saf su ile oksijen/karbon dioksit dengesini sağlayacak temiz hava pompalanıp ortam sıcaklığı sabit tutuluyor.

Birkaç ay sonra, yeterli ışık, su ve hastaliksiz ortama rağmen fanustaki bitkilerin gelişimi duruyor ve ekosistem hızla çöküş sürecine giriyor. Bir öğrenci bu durumu 'Ortam sıcaklığı ve mor ışık, böceklerin metabolizmasını hızlandırdığı için bitkiler kısa sürede tüketilmiştir' şeklinde açıklıyor. Öğrencinin bu iddiasındaki hatayı belirleyerek, ekosistemin çökmesinin asıl biyolojik nedenini eklenen kimyasalların madde döngüsü üzerindeki etkisini analiz ederek detaylı bir şekilde gerekçelendiriniz.

Doğru Cevap:

Oğrencinin iddiası hatalıdır çünkü çöküşün asıl sebebi tüketicilerin fazla tüketimi değil, ortamda madde döngüsünün durmasıdır. Toprağa uygulanan antibakteriyel ve mantar öldürücü ilaçlar, ekosistemdeki ayrıştırıcı canlıları tamamen yok etmiştir. Ayrıştırıcılar, bitkilerin dökülen yapraklarını, hayvan atıklarını ve ölü organizmaları parçalayarak bu organik atıkları bitkilerin tekrar kullanabileceği inorganik minerallere dönüştürmekle görevlidir. Ayrıştırıcılar ortadan kalktığında, atıklar birikir ve toprağın mineral yapısı yenilenemez. Sonuç olarak, üretici olan bitkiler ışık ve suya sahip olsalar bile gerekli mineralleri alamadıkları için ölmeye başlar. Üreticilerin yok olması, besin zincirine bağlı olarak böceklerin ve kertenkelelerin de yok olmasına, yani tüm ekosistemin çökmesine neden olur.

Değerlendirme Kriteri:

Doğru bir yanıt, öğrencinin çöküş varsayımını redd ederek asıl problemin uygulanan ilaçların ayrıştırıcıları (bakteri ve mantarlar) yok etmesi olduğunu tespit etmelidir. Ayrıştırıcıların madde döngüsündeki dönüştürücü rolüne ve inorganik maddelerin üreticiler için gerekliliğine net bir şekilde vurgu yapılarak zincirleme reaksiyon analiz edilmelidir. Yanıt içerisinde gereksiz bilgilerin (mor ışık veya sıcaklık) eleldiği anlaşılmamalıdır.

6. (0 Puan)

Bilim insanları, izole bir alanda kapalı bir ekosistem (teraryum) tasarlamışlardır. Bu sisteme; sabit 25°C sıcaklık, günde 14 saat yapay güneş ışığı, yeterli su, oksijen, karbondioksit, çeşitli bitkiler (üreticiler), otçul böcekler (birincil tüketiciler) ve kurbağalar (ikincil tüketiciler) eklenmiştir. İlk 3 ay sistem sorunsuz çalışmış, ancak 4. aydan itibaren toprak yüzeyinde ölü bitki yaprakları ve böcek dışkıları birikmeye başlamıştır. Eş zamanlı olarak, sistemdeki bitkilerin yapraklarında sararma ve büyüme durması gözlemlenirken ortamdaki oksijen miktarının hala yeterli olduğu ölçülmüştür. Bir araştırmacı, bu sorunun 'sistemde kurbağalarla beslenecek üçüncül tüketicilerin (örneğin yılanların) bulunmamasından ve bu nedenle üst basamaklara enerji akışının sağlanamamasından' kaynaklandığını öne sürmüştür.

Araştırmacının ortaya attığı hipotezin geçerliliğini değerlendiriniz. Ekosistemdeki yaprak sararması ve atık birikiminin ardındaki temel bilimsel nedeni (eksik olan ekolojik grubu) belirterek, bu grubun üreticilerle olan ilişkisi bağlamında madde döngüsündeki rolünü ve müdahale edilmezse sistemin nihai sonunu sentezleyerek açıklayınız.

Doğru Cevap:

Araştırmacının hipotezi yanlıştır; üçüncül tüketicilerin eksikliği popülasyon dinamiğini etkilese de topraktaki atık birikimini ve bitki sararmasını açıklayamaz. Sistemdeki asıl eksiklik ayrıştırıcılarıdır. Ayrıştırıcılar, ölü yaprak ve atıklardaki organik maddeleri hücresel solunumla parçalayarak inorganik minerallere dönüştürür. Işık, CO₂ ve su tam olsa bile bitkiler, yaşamsal faaliyetleri ve protein üretimi için topraktan bu mineralleri almak zorundadır. Ayrıştırıcıların yokluğunda mineral dönüşümü gerçekleşmediğinden toprak fakirleşir, madde döngüsü tıkanır. Sonuç olarak üreticiler ölür ve besin zinciri çöker.

Değerlendirme Kriteri:

Yanıt, araştırmacının hipotezinin yanlışlığını enerji akışı ile madde döngüsü farkı üzerinden reddetmeli; asıl sorunun 'ayrıştırıcıların' eksikliği olduğunu tespit etmelidir. Ayrıca ayrıştırıcıların organik atıkları inorganik minerallere dönüştürerek üreticilere mineral sağladığı, ışık ve suya rağmen mineral eksikliğinin bitkiyi öldüreceği ve bu bağın kopması durumunda besin zincirinin çökeceği açıklanmalıdır. Sıcaklık, ışık ve tüketici detayları, odaklanılması gereken mineral döngüsünü perdelemek için verilmiş çeldiricilerdir.

7. (0 Puan)

Biyotop-X adlı kapalı ve kontrollü bir yapay ekosistem projesinde bilim insanları, alanı kısıtlı bu sistemde en üst düzey tüketiciyi hayatta tutmayı hedeflemektedir. Sistemde günlük 1.000.000 Joule güneş enerjisi girişi, %45 bağıl nem ve serbest toprak azotu ölçülmektedir. Proje ekibinden bir mühendis, piramidin en üstündeki canlıya daha fazla enerji ulaştırmak için bir hipotez öne sürer: Her basamakta enerjinin bir kısmı atık ve ölü dokular olarak toprağa düşmektedir. Eğer sistemdeki bakteri ve mantar gibi tüm ayrıştırıcı canlıları yok edersek, ölü dokulardaki enerjinin ayrıştırıcılar tarafından tüketilmesini engelleriz. Bu enerji de bir şekilde sistemde kalarak üst düzey etçillere aktarılmaya devam eder ve verim artar.

Mühendisin ayrıştırıcıları sistemden çıkarma ve atıklardaki enerjiyi üst basamaklara saklama fikrinin neden bilimsel olarak tamamen hatalı olduğunu analiz ediniz. Ayrıştırıcıların sistemden çıkarılmasının üreticilerden başlayarak tüm enerji akışını zamanla nasıl durduracağını ve besin zincirinde bir üst basamağa geçerken yaşanan asıl enerji kaybının hangi önlenemez hücresel mekanizmalardan kaynaklandığını sentezleyerek açıklayınız.

Doğru Cevap:

Mühendisin fikri hatalıdır çünkü ekosistemlerde enerji tek yönde akarken, madde döngüseldir. Ayrıştırıcılar atıklardaki enerjiyi alıp üst basamaklara iletmezler; aksine bu organik atıkları parçalayarak üreticilerin fotosentez yapması için zorunlu olan inorganik maddeleri (mineralleri) toprağa geri kazandırır. Ayrıştırıcılar sistemden çıkarılırsa organik atıklar birikir, üretici canlılar ihtiyaç duydukları inorganik maddeleri bulamaz ve ölür. Üreticilerin ölmesiyle sisteme güneş enerjisi girişi tamamen durur ve üst basamaklardaki tüketiciler dahil tüm ekosistem çöker. Ayrıca besin zincirindeki %10 kuralı olarak bilinen enerji kaybı, enerjinin çalınmasından değil; her trofik düzeydeki canlının kendi solunum, büyüme ve hareket gibi yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için enerjiyi kullanması ve bu sırada çevreye kaçınılmaz olarak ısı yaymasından kaynaklanır. Bu termodinamik durum herhangi bir mühendislik müdahalesiyle engellenemez.

Değerlendirme Kriteri:

Bu soruda öğrencinin enerji akışı ile madde döngüsü arasındaki kritik farkı değerlendirmesi ve ayrıştırıcıların enerji değil madde sağladığını bilmesi beklenir. İyi bir yanıt; ayrıştırıcıların organik atıkları inorganik bileşiklere çevirerek üreticilere sunduğunu, bu döngü durduğunda üreticilerin öleceği ve ekosisteme enerji girişinin kesileceği çıkarımını yapmalıdır. Ayrıca enerjinin her basamakta azalmasının asıl nedeninin ayrıştırıcılar değil, her canlının kendi solunum ve metabolik faaliyetleri sırasında harcadığı ve çevreye yaydığı ısı enerjisi olduğunu (yüzde 10 kuralı) belirtmelidir. Yanıt, mühendisin maddesel döngü ile tek yönlü enerji akışını karıştırdığı yönünde bir sentez içermelidir.

8. (0 Puan)

Sürdürülebilir gıda üretimi hedeflenerek kapalı ve yalıtılmış bir ekolojik alan olan 'Biyo-Kubbe' tasarlanmıştır. Bu dışa kapalı sistemde buğday (üretici), buğdayla beslenen böcekler (birincil tüketici), böceklerle beslenen tavuklar (ikincil tüketici) ile madde döngüsünü sağlamak için toprak solucanları ve çeşitli mantarlar (ayrıştırıcı) bulunmaktadır. Kubbedeki bağıl nem oranı sabit %60, sıcaklık ise fotosentez için ideal olan 25°C'de tutulmaktadır. Sistem ilk altı ay kusursuz çalışırken, araştırmacılar buğday yapraklarında sararmaya neden olan bir paraziti engellemek için ortama güçlü bir kimyasal mantar öldürücü (fungisit) püskürtmüştür. İki ay sonra, bol güneş ışığı ve ortamdaki ideal su ve sıcaklık değerlerine rağmen buğdayların büyümesinin tamamen durduğu, sistemdeki böcek ve tavuk popülasyonunun ise hızla azalarak açlık tehlikesiyle karşı karşıya kaldığı gözlemlenmiştir.

Bir teknisyen, buğdayların büyüme problemini çözmek için dışarıdan sisteme sürekli olarak kimyasal gübre takviyesi yapılmasını ve günlük aydınlatma süresinin 14 saatten 16 saate çıkarılmasını önermiştir. Teknisyenin çözüm önerisinin sistemin kuruluş amacına ve sürdürülebilir kalkınma ilkelerine neden aykırı olduğunu değerlendiriniz. Ayrıca, sistemdeki asıl ekolojik çöküşün biyolojik nedenini üretici, tüketici ve ayrıştırıcı ilişkileri üzerinden analiz ederek, sorunu içeriden çözecek kalıcı bir ekolojik müdahale önerisinde bulununuz.

Doğru Cevap:

Sistemdeki asıl çöküşün biyolojik nedeni, buğday hastalığını önlemek için sıkılan kimyasal ilacın ekosistemdeki mantarları (ayrıştırıcıları) da yok etmesidir. Ayrıştırıcıların yok olması madde döngüsünü durdurmuş; ölü atıklar parçalanamadığı için toprak mineral açısından fakirleşmiştir. İdeal nem ve sıcaklık koşulları ile bol ışık ve su bulunmasına rağmen, topraktan mineral alamayan buğdaylar (üreticiler) büyümemiş, bu da enerji akışını keserek böcek ve tavukların (tüeticilerin) aç kalmasına neden olmuştur. Teknisyenin sürekli dışarıdan kimyasal gübre ekleme önerisi, sistemin kendi madde döngüsüyle kendine yetebilmesi ilkesine (sürdürülebilirliğe) aykırıdır; sistemi dışa bağımlı hale getirir ve uzun vadede toprağın yapısını bozarak sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle çelişir. Aydınlatma süresini artırmak da asıl sorun olan mineral eksikliğini çözmez. Kalıcı ve ekolojik çözüm, kimyasal ilaç kullanımının durdurulması ve sisteme yeniden faydalı ayrıştırıcıların (örneğin sağlıklı mantar sporları veya ekstra toprak solucanları) aşılanarak biyolojik madde döngüsünün tekrar başlatılmasıdır.

Değerlendirme Kriteri:

İdeal bir yanıt, verilen senaryodaki çeldirici nitelikteki ideal koşulları (nem, sıcaklık, su, ışık) eleterek asıl sorunun mineral döngüsünde olduğunu tespit etmelidir. Öğrenci, mantar öldürücü ilacın ekosistemin ayrıştırıcı basamağını çökerterek madde döngüsünü durdurduğunu ve bunun üreticiden tüketiciye uzanan zincirleme etkisini analiz etmelidir. Aynı zamanda, dışarıdan kimyasal gübre eklemenin sürdürülebilirlik kavramıyla (dışa bağımlılık, döngünün bozulması) çeliştiğini değerlendirmesi ve döngüyü yeniden kuracak biyolojik bir onarım önermesi beklenmektedir.

9. (0 Puan)

Bilim insanları dış çevreye tamamen kapalı bir yapay ekosistem olan 'Biyosfer Z'yi tasarlamıştır. Sisteme hızlı büyüyen bir alg türü (üretici), küçük kabuklular (1. tüketici), küçük balıklar (2. tüketici) ve büyük avcı balıklar (3. tüketici) eklenmiştir. Ortamdaki sıcaklık sürekli 22°C'de sabit tutulmuş, ayrıca sistemin hava boşluğundaki azotu kullanılabilir forma dönüştürebilen özel bir siyanobakteri türü eklenmiştir. Sistem sürekli güneş ışığı almakta olup, başlangıçta sınırlı miktarda çözünmüş inorganik mineral içermektedir.

Altı ay sonra sistemdeki CO₂ ve güneş ışığı seviyeleri en üst düzeyde olmasına rağmen alg popülasyonu hızla çökmüş, kısa süre sonra en üst basamaktaki avcı balıklar ölmüştür. Bir öğrenci bu durumu: 'Algler, kabuklular tarafından tamamen tüketildiği için sistem çöktü.' şeklinde açıklamıştır. Yapay ekosistemin başlangıç koşullarını göz önüne alarak öğrencinin hipotezinin neden yetersiz olduğunu değerlendiriniz. Sisteme başlangıçta eklenmesi unutilan canlı grubunu belirleyerek, alg popülasyonunun asıl çöküş nedenini inorganik madde döngüsü bağlamında sentezleyiniz ve bu temel eksikliğin en üst düzey tüketiciye kadar uzanan etki mekanizmasını açıklayınız.

Doğru Cevap:

Öğrencinin hipotezi eksiktir çünkü CO₂ ve ışık varken alglerin üremesinin tamamen durması salt tüketimle açıklanamaz; asıl sorun yapıtaşı eksikliğidir. Sistemde unutilan canlı grubu 'ayrıştırıcılar'dır (saprofitler). Azot bağlayıcı bakteriler sistemde olsa da, diğer esansiyel inorganik minerallerin (ör. fosfor) geri dönüşümü sağlanamaz. Ayrıştırıcılar olmadığı için ölü organizmalar ve dışkılarıdaki organik atıklar parçalanıp inorganik maddelere dönüştürülemez. Başlangıçtaki inorganik mineraller tükenince algler büyüme ve çoğalma yeteneğini kaybederek ölür. Üreticilerin ortadan kalkmasıyla besin zincirine enerji girişi sıfırlanır, alt basamaklardaki tüketicilerin açlıktan ölmesiyle en üst basamaktaki avcı balıklara enerji aktarılamaz ve sistem tamamen çöker.

Değerlendirme Kriteri:

İyi biçimlendirilmiş bir yanıt şunları içermelidir: • Öğrencinin salt tüketim odaklı mantığının ekolojik döngüdeki madde sınırlamasını göz ardı ettiği için hatalı olduğunun tespiti • Sisteme eklenmeyen kilit grubun ayrıştırıcılar olduğunun (azot bağlayıcı bakterilerin veya sıcaklığın çeldirici niteliğinin fark edilerek) belirlenmesi • Ayrıştırıcı eksikliğinde organik maddelerin inorganik minerallere (fosfor vb.) dönüşememesinin üretici (alg) ölümüne yol açtığına açıklanması • Üretici kaybının enerji akışını tamamen keserek üst basamak tüketicilerinin ölümüne nasıl neden olduğunun ardışık analizi.

10. (0 Puan)

Mavi Göl ekosistemi, bölge halkı için en önemli ekonomik kaynak olan 'Kral Balığı' (ikincil tüketici) avcılığına dayanmaktadır. Göle dışarıdan karışan istilacı bir su mercimeği türü su yüzeyini kaplamaya başlayınca, yerel yönetim sorunu çözmek için otçul 'Gümüş Sazan' türünü göle bırakmıştır. Gümüş sazanlar su mercimeğini hızla tüketmiş, ancak aynı zamanda göldeki doğal fitoplankton ve dip yosunlarını (yerel üreticiler) da büyük ölçüde bitirmiştir. Bu süreçle eşzamanlı olarak bölgede kurulan yeni nesil rüzgar santralleri sayesinde ilçenin havadaki karbon emisyonları %15 oranında azalmıştır. İki yılın sonunda su yüzeyindeki istilacı bitki sorunu tamamen çözülmesine rağmen, Kral Balığı popülasyonu aniden çökmüş ve bölgenin balıkçılık ekonomisi tamamen iflas etmiştir.

Gümüş sazan türünün göle bırakılmasının sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından neden başarısız bir hamle olduğunu değerlendiriniz. Kral Balığı popülasyonundaki çöküşün enerji akışı ve besin ağındaki değişimi bağlamında nasıl gerçekleştiğini tersine mühendislik mantığıyla analiz ederek, bu ekolojik müdahalenin bölgenin ekonomik sürdürülebilirliğinde yarattığı onarılamaz maliyetleri gerekçeleriyle sentezleyiniz.

Doğru Cevap:

Gümüş sazanların, istilacı bitkiyle birlikte gölün asıl üreticileri olan doğal fitoplankton ve dip yosunlarını da tüketmesi, besin piramidinin tabanını çökerterek üst basamaklara aktarılan toplam enerjiyi kesmiştir. Üreticilerin azalması, Kral Balığı'nın beslendiği birincil tüketicilerin yok olmasına yol açmış ve enerji akışı koptuğu için en üst avcı olan Kral Balığı popülasyonu çökmüştür. Bölgedeki rüzgar santrali kaynaklı karbon emisyonu düşüşü olumlu bir gelişme olsa da göl içindeki sucul besin zincirinin çöküşünü durduracak bir faktör değildir. Sürdürülebilir kalkınma, ekonomik hedeflere ulaşılırken doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunmasını şart koşar. Kısa vadeli bir görünüm sorununu (su mercimeği) çözmek uğruna besin piramidinin altını oymak, bölgenin tek gelir kaynağı olan balıkçılık sektörünü tamamen bitirerek ekolojik felaketin devasa bir ekonomik yıkıma ve kalıcı gelir kaybına dönüşmesine neden olmuştur.

Değerlendirme Kriteri:

Öğrenciden beklenen, metindeki 'Flawed Application' (Hatalı Uygulama) senaryosunu analiz etmesidir. Yanıt; karbon salınımındaki düşüş bilgisinin (gürültü veri) sucul besin ağındaki çöküşle ilgisiz olduğunu ayırt etmeli, sazanların üretici basamağını yok etmesinin besin piramidindeki enerji akışını kestiği için Kral Balığı popülasyonunu çökerttiğini açıklamalıdır. Ayrıca ekosistemin temel işleyişini bozan müdahalelerin, sağladığı kısa vadeli faydalara rağmen uzun vadede ekonomik sürdürülebilirliği nasıl imkansız kıldığını (balıkçılığın bitmesi) sentezlemesi beklenmektedir.

11. (0 Puan)

Bir araştırmacı, kapalı bir ada ekosistemindeki enerji akışını inceliyor. Adadaki üretici bitki örtüsü yıllık 500.000 J enerji depolamaktadır. Mevcut besin zinciri sırasıyla çekirgeler, fareler ve yılanlardan oluşmaktadır. Araştırmacı, yılanlarla beslenecek yeni bir dördüncü dereceden tüketici türünün (kartal) adaya getirilmesi durumunda, üreticilerin depoladığı toplam enerjinin büyük bir kısmının en üst basamağa kadar ulaşarak kartal popülasyonunu hızla artıracakını iddia etmiştir. Raporda adanın yıllık ortalama sıcaklığının 22 santigrat derece, bağıl nem oranının ise %65 olduğu ve bu şartların besin zinciri kararlılığını artırdığı vurgulanmıştır.

Araştırmanın ekosisteme eklenecek dördüncü dereceden tüketici (kartal) ile ilgili iddiasındaki bilimsel mantık hatasını 'yüzde on yasası'nı uygulayarak değerlendiriniz. 500.000 J'lük başlangıç enerjisinin kartallara ne kadar aktarılabilceğini adım adım hesaplayarak, aktarılamayan enerjinin her basamakta hangi hücrel ve yaşamsal faaliyetler sonucunda ekosistemden hangi formda uzaklaştığını analiz ediniz.

Doğru Cevap:

Araştırmanın enerjinin büyük kısmının en üste ulaşacağı iddiası tamamen hatalıdır. Yüzde on yasasına göre, 500.000 J enerjinin birinci tüketicilere (çekirge) 50.000 J, ikinci tüketicilere (fare) 5.000 J, üçüncü tüketicilere (yılan) 500 J ve dördüncü tüketicilere (kartal) sadece 50 J'ü aktarılabilir. Aktarılamayan %90'lık devasa enerji kısmı, her basamaktaki canlının hücrel solunum, üreme, kas faaliyetleri ve boşaltım gibi yaşamsal metabolik süreçlerinde harcanır ve sistemden ağırlıklı olarak ısı enerjisi şeklinde dışarı atılır. Bu yüzden üst basamaklara gidildikçe enerji çok ciddi oranda azalır ve kartal popülasyonunun bu dar enerji havuzuyla hızla artması imkansızdır.

Değerlendirme Kriteri:

İdeal bir öğrenci yanıtı şu analizleri içermelidir: Adadaki sıcaklık ve nem gibi verilerin enerji aktarım kuralını değiştirmedeğinin (dikkat dağıtıcı veri) fark edilmesi. Araştırmanın hatalı hipotezinin tespiti ve 500.000 J üzerinden yapılan matematiksel modelleme ile kartallara sadece 50 J enerji ulaşacağını ispatı. Her basamaktaki kayıp enerjinin hücrel solunum ve metabolik işlevlerle harcandığının ve çevreye ısı olarak verildiğinin sentezlenerek besin zinciri uzunluğunun neden sınırlı olduğunun açıklanması.

12. (0 Puan)

Bir uzay araştırma merkezinde tasarlanan kapalı bir biyokürede ekosistem deneyi yapılmaktadır. Biyoküreye sırasıyla üretici bitkiler, otçul böcekler, etçil kurbağalar ve yılanlardan oluşan bir besin zinciri yerleştirilmiştir. Sensörler, ekosistemdeki su ve oksijen döngüsü ile mineral oranlarının tamamen optimum (kusursuz) seviyede olduğunu göstermektedir. Biyoküreye dışarıdan ulaşan güneş enerjisi 10.000 J olarak ölçülmüş, bitkilerin bu enerjinin 1000 J'lük kısmını fotosentezle besinlere aktardığı tespit edilmiştir. Aylar süren deneyin sonunda yılan popülasyonuna ulaşan enerjinin sadece 1 J olduğu görülmüştür. Sistemi inceleyen bir araştırmacı öğrenci, 'Her basamakta %10 aktarım oluyorsa bitkiden yılanlara kadar 1000 -> 100 -> 10 J enerji gelmeliydi. Yılanlara sadece 1 J ulaşması, yılanların genetik bir metabolizma sorunu yaşadığını gösterir.' sonucuna varmış ve sistem dengesini artırmak için ortama bir üst avcı olarak şahin eklemeyi önermiştir.

Öğrencinin enerji aktarımıyla ilgili yaptığı bu hesaplama ve çıkarımdaki bilimsel hatayı, beslenme basamaklarındaki canlıların hücresel süreçlerini gerekçe göstererek değerlendiriniz. Ayrıca, ekosistemdeki diğer abiyotik şartlar kusursuz olmasına rağmen sisteme tepe avcı olarak şahin ekleme girişiminin neden kesinlikle başarısızlıkla sonuçlanacağını enerji piramidi prensiplerine göre sentezleyerek açıklayınız.

Doğru Cevap:

Öğrencinin hatası, besin zincirindeki basamak sırasını eksik hesaplamasıdır. Sistemin aktarımı şu şekildedir: Bitkiler (1000 J) -> Böcekler (100 J) -> Kurbağalar (10 J) -> Yılanlar (1 J). Yılanlara 1 J ulaşması genetik bir kusur değil, kuralın doğasıdır. Enerjinin her basamakta %90'ı bir üst basamağa geçemez; çünkü canlılar bu enerjiyi solunum, büyüme, hareket gibi yaşamsal faaliyetlerinde kullanır ve enerjinin büyük bir kısmı ortama ısı olarak yayılır. Oksijen ve su gibi abiyotik faktörler ideal olsa bile, sisteme şahin eklendiğinde yılanlardan şahinlere aktarılacak enerji sadece 0,1 J olacaktır. Bu kadar düşük bir enerji miktarı, yeni ve daha büyük bir üst trofik düzeyi desteklemek için yetersiz kalacağı için şahinler hayatta kalamaz.

Değerlendirme Kriteri:

Mükemmel bir yanıt şunları içermelidir: 1) Basamak hesaplamasının doğru analizi (Bitki 1000 -> Böcek 100 -> Kurbağa 10 -> Yılan 1 J). 2) Aktarılamayan enerjinin akıbetini canlıların hücresel solunumu, ısı kaybı ve yaşamsal faaliyetleri üzerinden açıklama. 3) 'Su ve oksijen optimum' şeklindeki çeldirici veriyi eleterek, şahinlerin eklenmesi durumunda aktarılacak 0.1 J enerjinin ekolojik olarak üst düzey bir popülasyonu destekleyemeyeceği gerçeğini sentezleme.

13. (0 Puan)

Disariyla tamamen yalıtılmış kapalı bir cam fanus içinde bir ekosistem deneyi tasarlanmıştır. Ortam sıcaklığı sürekli 25 santigrat derecede tutulmuş ve bitkiler için ideal ısılandırma suresi sağlanmıştır. Başlangıçta steril (bakterisiz) topraga bol miktarda inorganik azotlu gübre eklenmiş ve içeriye yeterli CO₂ basılmıştır. Sistemde sadece üretici bitkiler ve onlarla beslenen otcul böcekler yaşamaktadır. Altıncı ayın sonunda ekosistem tamamen çökmüş; fanus içindeki CO₂ gazı miktarı sifıra yaklaşmış, topraktaki kullanılabilir azotlu bileşikler tükenmiş ve toprağın yüzeyinde hiç çürümemiş, kalın bir olu yaprak ile böcek yığını birikmiştir.

Bir öğrenci ekosistemin çökme nedenini 'ısı şiddetinin bitkilerin fotosentez hızına yetmemesi' olarak açıklamıştır. Bu açıklamanın neden hatalı olduğunu ortamdaki ipuçlarını kullanarak kanıtlayınız. Ardından, sistemdeki gerçek temel eksikliğin ne olduğunu tespit edip, bu eksikliğin hem karbon hem de azot döngüsünü aynı anda nasıl kilitlediğini, başlangıçta verilen ideal inorganik koşullara rağmen ekosistemin neden sürdürülemediğini detaylandırarak değerlendiriniz.

Doğru Cevap:

Oğrencinin açıklaması hatalıdır çünkü ısı ve sıcaklığın ideal olduğu bağlamda belirtilmiştir; ayrıca CO₂'nin sifıra inmesi, fotosentezin gerçekleştiğini ancak harcanan karbonun geri konmadığını gösterir. Temel eksiklik ortamda ayrıştırıcı (saprofit) organizmaların olmamasıdır. Ayrıştırıcılar olmadığı için, canlı formlarından olu forma geçen maddeler parçalanamamış ve yüzeyde birikmiştir. Bu durum, olu dokularındaki karbonun hücresel solunumla tekrar CO₂ olarak atmosfere donmesini engellemiş (karbon döngüsü durmuş) ve aynı zamanda atıklardaki proteinlerin amonyak ve nitrat formunda topraga aktarılmasını imkansız hale getirmiştir (azot döngüsü durmuş). Karbon ve azot olu canlı kütlelerinde hapsedildiğinden başlangıçtaki stoklar tükenmiş ve sistem çökmüştür.

Değerlendirme Kriteri:

Yanıt, sistemde biriken olu dokuların ve azalan CO₂'nin ayrıştırıcıların eksikliğinden kaynaklandığını belirlemelidir. Isının ideal olduğu bilgisinden (celdirici) yola çıkılarak sorunun fotosentezde değil, doğal madde aktarımında olduğu kanıtlanmalıdır. Ayrıştırıcıların yokluğunda karbonun atmosfere, azotun ise topraga dönemeyerek olu dokularda hapsedildiği (her iki döngünün kilitlenme noktası) sentezlenmelidir.

14. (0 Puan)

Bir araştırma ekibi, dış dünyadan tamamen yalıtılmış, cam fanus içinde kapalı bir ekosistem (Ekosfer-X) tasarlamıştır. Sistemde geniş yapraklı bitkiler, bu bitkilerle beslenen küçük otçul böcekler, azot bağlayıcı bakteriler ve çürükçül (ayrıştırıcı) mantarlar ile bakteriler bulunmaktadır. Ekosistemin sıcaklığı sürekli 25°C'de ve nem oranı %70'te tutulmaktadır. 30. günde sisteme sadece çürükçül mantar ve bakterileri hedef alan, diğer canlılara zarar vermeyen bir kimyasal madde ekleniyor. Sonraki günlerde sistemde yeterli su ve güneş ışığı olmasına, otçul böceklerin solunum yoluyla atmosfere gaz vermesine rağmen fanus içindeki karbondioksit (CO₂) seviyesi hızla düşüyor ve 60. günde ortamda hiç parçalanmamış atık yığınları oluşuyor.

Bir öğrenci, 60. günün sonunda bitki biyokütlesindeki hızlı azalmanın ve fotosentezin durmasının nedenini 'Ortamda biriken ölü madde miktarının bitkilere fiziksel alan bırakmaması ve azot bağlayıcı bakterilerin aşırı çoğalması' olarak açıklamaktadır. Öğrencinin bu iddiasını, karbon döngüsünün işleyişini ve kapalı ekosistemdeki enerji-madde akışını temel alarak değerlendiriniz. Öğrencinin hatasını ve sistemin asıl çöküş nedenini adım adım açıklayınız.

Doğru Cevap:

Öğrencinin iddiası hatalıdır çünkü ekosistemin çökmesinin asıl nedeni fiziksel alan darlığı veya azot bağlayıcı bakteriler değil, ayrıştırıcıların yok olması sonucu karbon döngüsünün durmasıdır. Başlangıçta otçulların solunumu bir miktar karbondioksit sağlasa da, zamanla dökülen yapraklar, dışkılar ve ölen otçulların yapısındaki karbon, ayrıştırıcılar olmadığı için parçalanamaz ve sistemde inorganik gaza (CO₂) dönüşmez. Karbon organik atıklarda hapsediği için havadaki CO₂ seviyesi kritik düzeyin altına düşer. Yeterli su, ışık ve azot bulunmasına rağmen, ana hammadde olan karbondioksit bittiği için fotosentez durur ve bu da bitki biyokütlesinin azalmasına yol açar. Azot bağlayıcı bakteriler azot döngüsü ile ilgili olup, sistemdeki karbon tıkanıklığını çözemezler.

Değerlendirme Kriteri:

İyi biçimlendirilmiş bir yanıt şunları içermelidir:

- Öğrencinin ileri sürdüğü 'alan darlığı' ve 'azot bağlayıcı bakteriler' gibi çeldirici veya ikincil bilgilerin asıl sorunun kaynağı olmadığı belirtilmesi.
- Karbonun ölü organik maddelerde hapsediği için (ayrıştırıcı faaliyetinin yokluğu) atmosfere geri dönemediğinin açıklanması.
- Otçul solunumunun toplam ekosistemdeki CO₂ dengesini tek başına sağlayamayacağının gerekçelendirilmesi.
- Havadaki CO₂ eksikliğinin (çevresel diğer şartlar olan ışık, nem, sıcaklık optimum olsa da) fotosentezi doğrudan durduracağı sonucuna varılması.

15. (0 Puan)

Yesilvadi Tarım Havzasında bugday rekoltesini artırmak için, yalnızca belirli bir bocek turunu (Tur X) hedef alan özel bir biyolojik ilaçlama yapılmış ve Tur X havzadan tamamen silinmiştir. Aynı bes yıllık dönemde bölgedeki ortalama yağış miktarı %5 artmıştır (meteorolojik verilere göre bu artış bitki gelişimini olumsuz etkileyecek boyutta değildir). Bes yılın sonunda ortaya çıkan tablo şudur: Havzadaki bugday verimi %50 düşmüş, bölgeye özgü kurbaga popülasyonu çokmuş ve önceden nadir görülen istilacı bir yabancı ot türü bütün tarlaları istila etmiştir. Havzayı inceleyen bir yerel tarım uzmanı şu raporu yayımlamıştır: 'İlaçlama sonucunda toprağın kimyasal bozulmuş ve kurbagalar doğrudan zehirlenerek olmuştur. Bu durumu düzeltmek ve ekonomiyi kurtarmak için topraga yoğun kimyasal gübre takviyesi yapmalı ve kurbaga popülasyonunu canlandırmak için komşu bölgelerden farklı bir kurbaga türünü havzaya tasimalıyız.'

Yerel uzmanın bu durum değerlendirmesindeki ve çözüm önerisindeki mantık hatalarını bilimsel olarak çürütünüz. Tur X'in ortadan kalkmasının besin ağında yarattığı gerçek zincirleme reaksiyonları ekosistem dengesi bağlamında açıklayarak, uzmanın dışarıdan kurbaga getirme ve kimyasal gübre kullanma önerisinin sürdürülebilir kalkınma ilkeleriyle (ekolojik ve ekonomik) neden temelden çeliştığını analiz ediniz.

Doğru Cevap:

İyi bir yanıt şu başlıkları içermelidir: 1. Ekosistem kaskat etkisinin doğru analizi: İlaçlama toprağı doğrudan zehirlenmemiş olabilir; Tur X'in yok olması, onunla beslenen kurbagaların acı kalarak yok olmasına ve Tur X ile rekabet eden istilacı otların kontrolsüz çoğalarak bugdayı boğmasına yol açmıştır (yağış artışı burada sadece aldatıcı bir veridir). 2. Uzmanın hatalı çözümünün eleştirisi: Dışarıdan başka tür kurbaga getirmek yerel ekosisteme yeni bir istilacı tür sokma riski taşıyabilir ve asıl av (Tur X) olmadığı için bu kurbagalar da yaşayamaz. 3. Sürdürülebilirlik boyutu: Ekosistem hizmetlerinin (doğal av-avcı dengesi) kimyasal gübrelerle yapay olarak sağlanmaya çalışılması uzun vadede toprağın tamamen tuzlanmasına, su kaynaklarının kirlenmesine (ekolojik zarar) ve çiftçinin sürekli gübre satın almak zorunda kalarak iflas etmesine (ekonomik zarar) yol açar. Bu durum sürdürülebilir kalkınmaya taban tabana zıttır.

Değerlendirme Kriteri:

Bu soru, öğrencinin besin zinciri, biyolojik çeşitlilik ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarını entegre ederek çok adımlı bir ekolojik analizi gerçekleştirmesini bekler. Öğrenci, yağış miktarındaki artış gibi celdirici bilgileri eleterek, kurbagaların zehirlenerek değil avları (Tur X) yok olduğu için olduğunu, yabancı otların ise rekabet ettikleri Tur X ortadan kalktığı için çoğaldığını (kaskat etkisi) tersine mühendislikle bulmalıdır. Ayrıca çözüm önerisinin neden sürdürülebilir olmadığını hem ekonomik maliyet hem de ekosistemin kendini onarma kapasitesine vereceği ek zararlar (yabancı tür getirmek, asiri gübre kullanmak) üzerinden sentezlemelidir.

Çoktan Seçmeli Sorular

16. (5 Puan)

Bir öğrenci, kapalı bir ekosistem modeli oluşturmak için içi toprak dolu iki cam fanus hazırlıyor. Her iki fanusa eşit büyüklükte birer saksı bitkisi ve belirli miktarda su koyuyor. Birinci fanusun toprağına, çeşitli böcek ölüler ve yaprak kalıntıları ile birlikte çok sayıda çürükçül (ayrıştırıcı) bakteri ekliyor. İkinci fanusun toprağına ise sadece ölü yaprak kalıntıları koyuyor ve bakterilerin üremesini engelleyici bir kimyasal sprey sıkıyor. İki fanusu da 25°C sıcaklıktaki aydınlık bir ortama yerleştiriyor ve 30 gün boyunca gözlemliyor. Öğrenci şu hipotezi kuruyor: 'Birinci fanustaki ayrıştırıcılar, organik atıkları parçalayarak doğrudan bitkinin kullanabileceği hazır organik besinleri (glikoz gibi) üretecek ve bitki çok daha hızlı büyüyecektir. İkinci fanustaki bitki ise hazır besin alamayacağı için ölecektir.' Deney sonucunda birinci fanustaki bitkinin büyüdüğü, ikinci fanustaki bitkinin ise gelişmediği görülüyor.

Buna göre öğrencinin kurduğu hipotezin ve düzeneklerle ilgili değerlendirmesinin hatalı olmasının temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Ayrıştırıcıların organik atıkları parçalayarak doğrudan fotosentez ürünlerine dönüştürdüğünü düşünmesi
- B) Bitkilerin gelişiminin sadece ortamdaki mineral miktarına bağlı olduğunu ve havadan karbon alamayacağını düşünmesi
- C) Ayrıştırıcıların fotosentez yapan canlıların ihtiyaç duyduğu organik hammaddeleri ürettiğini zannetmesi**
- D) Ayrıştırıcıların sadece nemli topraklarda inorganik madde üretebileceğini varsayması

Açıklama: Öğrenci birinci fanustaki bitkinin büyümesini doğru gözlemlemiş olsa da kurduğu mantık hatalıdır. Ayrıştırıcı canlılar (çürükçül bakteriler ve mantarlar) organik atıkları parçalayarak glikoz gibi organik besinler değil, bitkilerin fotosentezde kullanabileceği inorganik maddeler (mineraller, karbondioksit, su) üretirler. Madde döngüsünün temeli bu inorganik maddelerin üreticilere geri dönmesine dayanır. Bitki kendi organik besinini kendisi üretir.

17. (5 Puan)

Bir araştırmacı, kapalı bir teraryum ekosistemindeki enerji akışını bilgisayarda modellemiştir. Modele göre 1. basamakta yer alan 10.000 kJ enerjiye sahip bitkilerle beslenen otçul böcekler, 2. basamakta yer alır ve fareler böcekleri, yılanlar da fareleri tüketmektedir. Teraryum sıcaklığı 25°C olarak sabitlenmiş ve günlük 12 saat yapay güneş ışığı verilmiştir (sıcaklık ve ışık döngüsü bitki gelişimi için idealdir). Araştırmacı, modelinde yılanların hayatta kalabilmesi için yılan basamağında 1.500 kJ enerjiye ihtiyaç olduğunu belirlemiştir. Ancak simülasyon çalıştırıldığında sistem üçüncü basamakta çökmüş ve yılanlara yeterli enerji ulaşmadığı için yılanlar yok olmuştur. Araştırmacı bu duruma şaşırmıştır çünkü başlangıç enerjisinin yılanlar için fazlasıyla yeterli olduğunu düşünmüştür.

Yapılan modelleme hatasının temel nedeni aşağıdakilerden hangisiyle açıklanabilir?

- A) Böcek popülasyonunun başlangıç biyokütlesinin çok yüksek seçilmesi.
- B) Kurbağaların fareleri tüketebileceği alternatif bir besin ağı bağının modele eklenmemiş olması.
- C) Ayrıştırıcıların eksikliğinin zincirin devamlılığını kısa sürede engellemesi.
- D) Bitkilerden böceklerle ve sonrasında her basamakta enerjinin %90'ının ısı veya solunum yoluyla kaybedildiğinin hesaba katılmaması.**

Açıklama: Besin zincirinde bir üst basamağa enerjinin sadece yaklaşık %10'u aktarılır. Modelde 10.000 kJ enerjinin böceklerle 1000 kJ, farelere 100 kJ ve yılanlara 10 kJ olarak aktarılacağı öngörülmeliydi. Araştırmacının yılanlar için 1500 kJ beklentisi, enerji piramidindeki her basamakta gerçekleşen büyük enerji kaybını (%90) hesaba katmadığını gösterir. Sıcaklık ve ışık bilgileri dikkat dağıtıcıdır, temel sorun termodinamik enerji kaybı kuralının uygulanmamasıdır.

18. (5 Puan)

Bir ekosistemde kirlilik unsurları ve enerji transferi incelenirken genellikle ortam parametreleri ile canlılar arasındaki etkileşimlere bakılır.

Deniz bilimciler, bir bölgedeki mikroskobik algler, kriller, sardalya balıkları ve orkinoslardan oluşan bir besin zincirini inceliyor. Sudaki kurşun kirliliği seviyesi 2 birim ölçülüyor ve su sıcaklığının 15°C olduğu belirtiliyor. Orkinosların dokularında kg başına düşen ortalama kurşun miktarının sardalyalara göre çok daha yüksek olduğu, aynı zamanda bölgedeki toplam kril biyokütlesinin sardalyalardan belirgin şekilde fazla olduğu tespit ediliyor. Bir araştırmacı bu verilerden yola çıkarak şu değerlendirmeyi yapıyor: 'Üst basamaklara doğru aktarılan enerji miktarı azaldığı için birey sayısı ve biyokütle genellikle azalır, bu durum da kurşun gibi maddelerin azalan biyokütleyle daha yoğun dağılmasına (biyolojik birikime) neden olur.' Bu araştırmacının değerlendirmesi ve ekolojik prensipler dikkate alındığında, aşağıdaki çıkarımlardan hangisi doğrudur?

A) Araştırmacının biyolojik birikimin artış nedeni hakkındaki mantığı kısmen doğru olsa da, enerji piramidinde yukarı çıkıldıkça birey sayısının artması gerekirdi.

B) Su sıcaklığının düşük olması, biyolojik birikimi yavaşlattığı için krillerdeki zehirli madde orkinoslardan fazladır.

C) Piramitte yukarı çıkıldıkça enerji kaybindan dolayı toplam birey sayısı ve biyokütle azalırken, zehirli madde atılamadığı için üst tüketicilerde yoğunluğu artar.

D) Sardalyadan orkinosa aktarılan enerji miktarı azaldığı için, orkinoslardaki biyolojik birikim sardalyalardan daha az olmalıdır.

Açıklama: Besin piramidinde üreticilerden son tüketicilere doğru gidildikçe aktarılan enerji azalır (%10 kuralı), buna bağlı olarak genel birey sayısı ve toplam biyokütle azalır. Vücuttan atılamayan zehirli maddeler (örneğin kurşun) ise giderek azalan biyokütleyle daha yoğun oranda birikir (biyolojik birikim). Soruda verilen sıcaklık ve sudaki kurşun miktarı çeldirici verilerdir. Doğru analiz, azalan biyokütle/enerji ile artan zehir birikimi ilişkisini kurmayı gerektirir.

19. (5 Puan)

Bir ekosistemde iki farklı laboratuvar ortamı kuruluyor. I. ortamda toprak, bitkiler, otçullar, etçiller ve yalnızca mantar ile bakterilerden oluşan ayrıştırıcılar bulunuyor. II. ortamda ise aynı canlı grubuna ek olarak, sadece topraktaki mineral miktarını %5 oranında artıran inorganik bir gübre ekleniyor ve havadaki nem oranı %10 artırılıyor. Her iki ortamda da belirli bir süre sonra organik atık birikiminin durduğu, ancak I. ortamda bitkilerin gelişiminin bir süre sonra yavaşladığı, II. ortamda ise organik atıkların hızla parçalanmasına rağmen atmosferdeki karbondioksit oranının sabit kaldığı gözlemleniyor. Bir araştırmacı bu durumu, "I. ortamda ayrıştırıcılar organik atıklardaki azotu doğrudan bitkinin kullanabileceği gaza çevirmiştir; II. ortamda ise gübredeki inorganik maddeler ayrıştırıcıların karbon döngüsüne katkısını durdurmuştur." şeklinde yorumluyor. Araştırmacının bu yorumundaki hata ve ortamların gerçek durumu ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

A) Araştırmacının II. ortam hakkındaki yorumu yanlıştır; ayrıştırıcılar organik maddeleri parçalayarak karbondioksit üretir, karbondioksit oranının sabit kalması bitkilerin fotosentez hızının ayrıştırma hızına eşit olmasıyla açıklanabilir.

B) I. ortamda bitkilerin gelişiminin yavaşlaması, ayrıştırıcıların organik atıkları inorganik bileşiklere (minerallere) dönüştürememesi değil, ortamda havadaki serbest azotu toprağa bağlayan bakterilerin (azot bağlayıcıların) eksikliğinden kaynaklanabilir.

C) Araştırmacının "ayrıştırıcılar organik atıklardaki azotu doğrudan gaza çevirir" ifadesi doğrudur ve I. ortamdaki bitki gelişiminin yavaşlamasının temel nedeni ayrıştırıcıların sayısının yetersiz kalmasıdır.

D) II. ortama eklenen nem ve gübre, ayrıştırıcıların organik atık parçalama faaliyetlerini hızlandırarak madde döngüsünü sürdürmesine yardımcı olmuş, ancak atmosferin serbest azotunu toprağa bağlayan asıl mekanizmanın yerine geçememiştir.

Açıklama: Ayrıştırıcılar organik atıkları parçalayarak karbonun karbondioksit olarak atmosfere, azotun ise azotlu bileşikler (mineraller) olarak toprağa dönmesini sağlar; ancak organik atıklardaki azotu doğrudan atmosfere serbest azot gazı olarak değil, amonyak vb. şeklinde toprağa verirler. Ayrıca atmosferin serbest azotunu bağlayanlar ayrıştırıcılar değil, azot bağlayıcı bakterilerdir. I. ortamda azot bağlayıcı bakteri eksikliği bitki gelişimini yavaşlatabilir. II. ortamdaki karbondioksit dengesi bitkilerin (fotosentez) ve ayrıştırıcıların/solunum yapanların faaliyetlerinin dengesinden kaynaklanır. Araştırmacının yorumundaki "doğrudan gaza çevirir" ifadesi yanlıştır, bu nedenle doğru ifade kabul edilemez.

20. (5 Puan)

Mars'ta sürdürülebilir bir yaşam alanı kurmayı hedefleyen kapalı ekosistem deneyi 'Biyosfer-Alfa'da, dışarıdan sadece ışık alan bir yapay gölet oluşturulmuştur. Göletteki besin zinciri sırasıyla; X (mikroskobik algler), Y (otçul zooplankton), Z (küçük balıklar) ve W (büyük balıklar) canlılarından oluşmaktadır. Ayrıca sistemde madde döngüsünü sağlayan ayrıştırıcı bakteriler vardır. İkinci ayın sonunda göletteki su sıcaklığındaki ufak bir dalgalanma, W türünün yüzme hızını %5 yavaşlatmıştır. Üçüncü ayın başında ise gölete sızan bir virüs, üretici X türünün %80'ini yok etmiştir. Ekosistemin çökmesini engellemek isteyen araştırmacılar, sürdürülebilirliği sağlamak adına hatalı bir uygulama yaparak gölete fazladan ayrıştırıcı bakteri eklemiş (madde döngüsünü hızlandırmak için) ve laboratuvarıda ürettikleri çok sayıda Z türü küçük balığı gölete salmışlardır.

Araştırmacıların Biyosfer-Alfa projesini kurtarmak için uyguladıkları müdahalenin (ayrıştırıcıları ve Z türünü artırma) sistemi kurtarmayıp tamamen çökertmesinin temel bilimsel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Sisteme dışarıdan giren toplam enerjinin azalan X türü tarafından kimyasal enerjiye çevrilememesi ve madde döngüsünün hızlanmasının enerji yoksunluğunu çözememesi

B) Enerji piramidinde yukarıdan aşağıya doğru aktarılan enerji miktarının, Z türünün artmasıyla %10 kuralını ihlal ederek alt basamakları zehirlenmesi

C) Z türünün yapay olarak çoğaltılmasının, Y türü üzerindeki avlanma baskısını azaltarak Y'nin hızla çoğalıp kalan X'leri yok etmesine neden olması

D) Sisteme eklenen ayrıştırıcı bakterilerin ortamdaki çözünmüş oksijeni hızla tüketerek Z ve W türlerinin solunum yapmasını engellemesi

Açıklama: Sürdürülebilir bir ekosistemde ayrıştırıcılar inorganik madde döngüsünü sağlasa da ekosisteme yeni enerji üretmezler. Sisteme giren ışık enerjisini kimyasal enerjiye çeviren tek kaynak üreticilerdir (X türü). X türünün %80 oranında yok olması, sistemdeki toplam enerjiyi devasa ölçüde düşürmüştür. Araştırmacıların madde döngüsünü hızlandırması veya üst basamaktaki Z tüketici sayısını artırması, temel enerji girdisi (besin) olmadan hiçbir işe yaramaz; aksine mevcut az sayıdaki besinin daha hızlı tüketilip sistemin daha çabuk çökmesine yol açar. Diğer seçenekler hatalı kurgular (enerji aşağı doğru aktarılmaz, avlanma baskısı ters verilmiş) içermektedir.

21. (5 Puan)

Bir araştırmacı, endüstriyel kirlilikten etkilenen göl kenarı ekosistemindeki besin ağını inceliyor. Ağda yer alan X, Y, Z, T canlıları ve bir mantar türüyle ilgili şu verileri topluyor:

- X canlısının toplam biyokütlesi 50.000 kg, hücrelerinde inorganik maddeler organik maddelere dönüşüyor.
- T canlısının vücudundaki toksik madde birikim oranı diğer tüm canlılardan daha yüksek.
- Göl kenarında sıcaklık ortalamaları son on yılda 2 derece artmış.
- X'ten beslenen Y'nin popülasyonu azalırken, mantar türünün sporla üreme hızı sabit kalmıştır.
- Z türü, Y türünü avlayarak beslenmektedir.

Öğrenci bu verileri kullanarak enerji akışı ve madde döngüleri hakkında çıkarımlar yapıyor.

Buna göre öğrencinin çıkardığı sonuçlardan hangisi kavramsal bir hata içermektedir?

A) Mantar türü sayısı azalsa bile X türünün topraktan mineral alması için T türünün faaliyetleri yeterlidir.

B) Y türünün vücudunda sentezlenen enerjinin ancak %10'luk kısmı Z türüne aktarılabilir.

C) Z türünün biyolojik birikimi artarken, ekosisteme sağladığı toplam enerji Y türünden daha azdır.

D) Toprak altı su miktarının azalması, doğrudan X türünün ve dolaylı olarak Y, Z ve T türlerinin sayısını düşürür.

Açıklama: Ayrıştırıcılar (mantarlar ve bazı bakteriler) tüm besin basamaklarıyla etkileşim halindedir ve inorganik madde geri dönüşümünü sağlarlar. T türü son tüketici olsa da, inorganik madde döngüsünde ayrıştırıcıların yerini tutamaz. T türünün (son tüketici) faaliyetleri topraktaki mineral miktarını artırmaz; bu işlev ayrıştırıcılara (mantar vb.) aittir. Z'nin biyokütlesi Y'den azdır ve enerjisi daha düşüktür (A doğru). Enerji aktarımı kuralına göre C doğrudur. X üretici olduğundan su azalmasından etkilenir, bu da diğerlerini etkiler (D doğru). A seçeneği, ayrıştırıcıların işlevini son tüketiciye atfederek temel bir hata yapar. Sıcaklık verisi ise çeldirici bir 'gürültü' bilgisidir.

22. (5 Puan)

Bir göl ekosistemine karışan tarımsal bir ilacın (DDT) sudaki kalıntıları araştırılmaktadır. Bu göl ekosisteminde aynı besin zincirini oluşturan P, R, S ve T canlı türlerinden eşit sayıda örnek alınmıştır. Türlerin ortalama doku zehir oranı (ppm) ve ekosistemdeki toplam biyokütleleri aşağıda verilmiştir. (Canlıların ekosistemdeki ortalama yaşam süreleri parantez içinde belirtilmiştir, bu durum besin zinciri dizilimi için belirleyici değildir.)

P türü: 8,4 ppm zehir | Toplam Biyokütle: 5.000 kg (Ortalama Yaşam: 4 yıl)

R türü: 0,02 ppm zehir | Toplam Biyokütle: 1.000.000 kg (Ortalama Yaşam: 2 ay)

S türü: 28 ppm zehir | Toplam Biyokütle: 400 kg (Ortalama Yaşam: 12 yıl)

T türü: 1,3 ppm zehir | Toplam Biyokütle: 45.000 kg (Ortalama Yaşam: 2 yıl)

Buna göre tablodaki veriler kullanılarak oluşturulan ekoloji piramidi ile ilgili, aşağıdaki çıkarımlardan hangisi kesinlikle yanlıştır?

A) P türüne alt basamaktan aktarılan toplam enerji miktarı, T türüne aktarılan toplam enerji miktarından daha fazladır.

B) Ekosistemdeki zehirli maddenin vücut dokularındaki birikim oranı, canlıların yaşam süresinden bağımsız olarak trofik düzeye göre artmıştır.

C) S türünün bireyleri, enerji ihtiyacının büyük bir kısmını P türü canlıları tüketerek karşılayan en üst düzey etçil tüketicilerdir.

D) T türündeki bireylerin sayısının salgın bir hastalık sonucu hızla azalması, kısa vadede R türünün biyokütlesinde artışa neden olur.

Açıklama: Biyokütle (canlıların toplam kütlesi) üreticiden tüketiciye doğru azalırken, dokulardaki biyolojik birikim (zehir miktarı) artar. Tablo incelendiğinde; R türü en yüksek biyokütleye ve en az zehir oranına sahip olduğundan üreticidir. Besin zinciri biyokütledeki azalma ve zehir oranındaki artışa göre R (üretici) -> T (1. tüketici) -> P (2. tüketici) -> S (3. tüketici) şeklinde sıralanır. Yaşam süreleri ise sadece çeldirici bir veridir. Enerji piramidinde yukarı çıkıldıkça aktarılan enerji miktarı %10 kuralı gereği azalır. P canlısı (2. tüketici), T canlısının (1. tüketici) üst basamağında olduğu için ona aktarılan enerji T türüne aktarılan enerjiden çok daha azdır.

23. (5 Puan)

Ayrıştırıcıların madde döngüsündeki rolü ve sürdürülebilir kalkınma bağlamında ekosistem dengesi ile ilgili olaylar.

Kapalı ekosistem modeli tasarlayan bir öğrenci, fanus içine toprak, bitki, otçul böcek ve çeşitli mantarlar yerleştirmiştir. Fanus 20 gün boyunca dışarıdan hava almamıştır. 10. gün itibarıyla sistemdeki bir hata sonucu mantar popülasyonu hızla yok olmuştur. 10. gün ile 20. gün arasında fanusta oksijen seviyesinin hızla azaldığı ve böceklerin ölmeye başladığı gözlemlenmiştir. Öğrenci, 'Mantarlar (ayrıştırıcılar) oksijen tüketir, yok olduklarında sistemde oksijenin artması gerekirdi, hata bitkilerin fotosentez yapmamasından kaynaklanıyor' diyerek durumu yorumluyor.

Öğrencinin bu hatalı çıkarımı ile ilgili aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi doğrudur?

A) Öğrenci haklıdır; mantarlar oksijenli solunum yaptığı için onların yokluğunda fanustaki oksijen miktarı artmalı, böcek ölümleri zehirli gaz birikiminden kaynaklanmalıdır.

B) Öğrenci yanılmaktadır; böcekler oksijenin azalmasına adapte olamadığı için ölmüştür, mantarların azalması yalnızca organik atık birikimine neden olur.

C) Öğrenci yanılmaktadır; mantarlar inorganik madde üretmediği için bitkiler gerekli mineralleri alamamış, fotosentez hızı düşmüş ve sonuçta oksijen üretimi azalmıştır.

D) Öğrenci haklıdır; mantarlar karbondioksit üretir, karbondioksit azalınca bitkiler fotosentez yapamaz ve böcekler besinsizlikten ölür.

Açıklama: Ayrıştırıcılar (mantarlar ve bazı bakteriler), organik atıkları parçalayarak topraktaki inorganik maddeleri (mineralleri) artırır. Mantarların ortamdaki kalkması, topraktaki inorganik madde döngüsünü durdurur. Bitkiler fotosentez yapmak için inorganik maddelere ihtiyaç duyar. Mantarların yokluğunda mineraller tükenir, bitkilerin fotosentez hızı yavaşlar ve sonuç olarak oksijen üretimi düşer. Böcekler (otçullar) hem azalan oksijen hem de azalan besin (bitki) nedeniyle ölür. Öğrenci mantarların solunumu üzerinden tek taraflı düşünerek mantarların asıl görevi olan madde dönüşümünü göz ardı etmiştir.

24. (5 Puan)

Bir araştırmacı, hava geçirmez, kapalı ve şeffaf bir cam fanus tasarlayarak içine yüksek sıcaklıkta sterilize edilmiş (tüm mikroorganizma ve mantarlardan tamamen arındırılmış) toprak, üretici bir bitki türü, bir miktar su ve yalnızca bitkiyle beslenen otçul böcekler yerleştiriyor. Fanusa dışarıdan sadece sabit şiddette güneş ışığı girmesine izin veriliyor. Ortam sıcaklığı ise 25°C'de sabit tutuluyor. İlk birkaç hafta böceklerin bitkiyle beslendiği, bitkilerin fotosentez yaptığı ve sistemin sorunsuz çalıştığı gözlemleniyor. Ancak aylar geçtikçe fanus içindeki karbondioksit, su ve ışık miktarı yeterli olmasına rağmen bitkilerin büyümesinin durduğu, yapraklarının sarardığı ve ekosistemin çökerek tüm canlıların öldüğü tespit ediliyor. Araştırmacı bu durumu, "Fanus dışından sisteme yeni canlı girişi olmadığı için enerjinin böcekler tarafından tamamen tüketilerek bitmesi" şeklinde açıklıyor.

Buna göre, araştırmacının kurduğu düzenek ve ulaştığı sonuç ile ilgili aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi doğrudur?

A) Araştırmacının açıklaması hatalıdır; sistemin çökme nedeni böceklerin hücresel solunum sonucu ürettiği karbondioksitin fanusta birikerek bitkilerin fotosentez yapmasını tamamen engellemesidir.

B) Araştırmacının açıklaması doğrudur; çünkü kapalı sistemlerde dışarıdan sürekli güneş ışığı gelse bile, besin zincirinin her basamağında enerjinin sadece %10'u aktarıldığından sistemdeki toplam enerji mutlaka tükenir.

C) Araştırmacının açıklaması hatalıdır; ortamda ayrıştırıcı mikroorganizmalar bulunmadığı için böcekler bitkilerdeki besini yeterince sindirememiş ve bu durum biyolojik birikimi artırarak zehirlenmeye yol açmıştır.

D) Araştırmacının açıklaması hatalıdır; sistemin çökmesinin asıl nedeni steril topraktaki ayrıştırıcı eksikliği yüzünden organik atıkların inorganik maddelere dönüşmemesi ve madde döngüsünün kırılmasıdır.

Açıklama: Soru, madde döngüleri ve enerji akışı kavramlarının derinlemesine analizini gerektirir. Fanusa dışarıdan sürekli güneş ışığı girdiği için 'enerjinin tükenmesi' tezi hatalıdır (ışık olduğu sürece üreticiler enerji üretebilir). Sistemde asıl eksik olan, sterilize edilmiş toprakta bulunmayan ayrıştırıcılardır. Ayrıştırıcılar (bazı bakteri ve mantarlar) olmadığı için, ölen böcekler, bitki döküntüleri ve dışkılarıdaki organik maddeler inorganik minerallere dönüştürülemez. Su, ışık ve karbondioksit olsa bile, bitki topraktan azot gibi temel mineralleri alamadığı için gelişemez ve madde döngüsü durduğu için ekosistem çöker. Bu da enerji akışının durmasına yol açan dolaylı bir sonuçtur, ancak çöküşün kök nedeni madde döngüsünün (ayrıştırıcı eksikliği nedeniyle) kesintiye uğramasıdır.

25. (5 Puan)

Bir araştırma merkezinde tamamen dışa kapalı iki cam fanus (A ve B ekosistemleri) kuruluyor. İki fanusa da aynı miktarda toprak, su, bitki ve otçul böcek konuluyor. A fanusuna belirli tür mantar ve bakteriler (ayrıştırıcılar) eklenirken, B fanusuna hiçbir ayrıştırıcı eklenmiyor. Bir ayın sonunda bazı ölçümler tabloya kaydediliyor.

Ahmet tabloyu inceledikten sonra şu yorumu yapıyor: "B ekosisteminde gündüzleri CO₂ azalmaya devam ediyor ve O₂ oranı sabit kalıyor, demek ki karbon döngüsü ayrıştırıcılar olmadan da sorunsuz bir şekilde işleyebilir, sadece toprakta mineral eksikliği yaşanır."

Ahmet'in B ekosisteminde karbon döngüsünün nasıl etkilendiğiyle ilgili yaptığı hatalı çıkarımın temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

Parametre	A Ekosistemi (Ayrıştırıcı Var)	B Ekosistemi (Ayrıştırıcı Yok)
Toprak Mineral Miktarı	Sürekli değişiyor	Sabit kaldı
Atık Yaprak ve Dışkı	Azalıyor	Hızla birikiyor
Atmosferik O ₂ Oranı	%21	%21 (Değişmedi)
Gündüz CO ₂ Miktarı	Azalıyor	Azalıyor

A) B ekosisteminde solunum yapan hiçbir canlının kalmadığını ve karbonun tamamen organik atıklarda hapsedildiğini düşünmesi.

B) Gündüz CO₂ azalmasının karbon döngüsünü tamamlamak için yeterli olduğunu, atık birikiminin döngüyü etkilemediğini düşünmesi.

C) Oksijen oranının sabit kalmasının, karbon döngüsünün ayrıştırıcılar olmadan da eksiksiz devam ettiğinin kanıtı olarak görmesi.

D) Ayrıştırıcıların inorganik maddeleri organik maddeye çevirerek karbon döngüsünü başlattığını varsayması.

Açıklama: Ahmet, B ekosisteminde bitkilerin fotosentez yapmasıyla CO₂'nin azaldığını ve oksijen dengesinin şimdilik bozulmadığını görerek karbon döngüsünün sorunsuz devam ettiğini düşünmektedir. Ancak karbon döngüsünün tamamlanması için organik atıklardaki karbonun tekrar CO₂ olarak atmosfere dönmesi (ayırıştırıcı solunumu ile) şarttır. B ekosisteminde atık birikimi, karbonun organik maddelerde hapsedildiğini ve atmosfere geri dönemediğini gösterir. Ahmet, gündüzleri CO₂ azalmasının döngünün eksiksiz devam ettiğine kanıt olduğunu düşünerek, atık birikiminin karbon döngüsünün kesintiye uğradığının kesin bir işareti olduğunu göz ardı etmiştir. Oksijenin sabit kalması kısa vadeli bir sonuçtur (böceklerin ve bitkilerin oksijen kullanıp üretmesi dengesi) ve döngünün bütününe yansıtılmaz.

26. (5 Puan)

Bir ekosistemde bulunan K, L, M, N canlılarının oluşturduğu besin piramidinde ve madde döngüsünde görevli P canlısına ait şu veriler ölçülmüştür: En yüksek biyokütle K türü sahiptir. Dokulardaki biyolojik birikim (zehir) miktarı N türünde maksimumdur. L türünün toplam enerjisi, M türünün toplam enerjisinden fazladır. Araştırmacılar, bu alana uygulanan yağda çözünür, kalıcı bir tarım ilacının ve eş zamanlı olarak ortama karışan suda çözünebilir inorganik azotlu gübrenin etkilerini gözlemlemektedir. Bir öğrenci bu verileri inceleyerek şu hipotezi ileri sürmüştür: 'Zehirli ilaç K türünü hızla yok ederse, sistemin toplam enerjisi düşer. Av bulamayan piramidin tepesindeki N türü, yok olmamak için her basamakta bolca bulunan P türünü doğrudan tüketmeye başlar. Bu adaptasyon sayesinde N türü hem enerji ihtiyacını karşılar hem de birikim yönünü değiştirdiği için vücutundaki zehir oranı M türünün altına iner.'

Öğrencinin hipotezindeki hatalı çıkarımların bilimsel olarak çürütülmesinde aşağıdaki yargılardan hangisi kullanılmalıdır?

A) Ekosistemlerde enerji akışı üreticiden tüketiciye doğru tek yönlüdür; üst düzey tüketiciler ayrıştırıcıları temel besin olarak kullanamaz ve zehir birikimi üst basamakta azalmaz.

B) P türü klorofil taşımadığı için N türünün artan enerji ihtiyacını karşılayacak kadar biyokütle üretemez ve enerji yetersizliğinden dolayı zincir çöker.

C) Ortama eklenen azotlu gübre, tarım ilacının etkisini seyreleceği için N türündeki zehir birikimi azalır ancak enerji akışının yönü tersine dönmez.

D) K türünün azalması, L türü üzerindeki avcı baskısını ortadan kaldıracığı için L'nin sayısını artırır, böylece N türünün P'ye yönelmesine gerek kalmaz.

Açıklama: Verilen bilgilere göre K üretici, L birincil, M ikincil, N ise üçüncül tüketicidir; P ise her basamakta etkili olan ayrıştırıcıdır. Ortama eklenen inorganik azotlu gübre gürültü veridir ve yağda çözünen zehrin biyolojik birikimine etki etmez. Öğrencinin hipotezindeki temel hata, ekosistemde üreticiden tüketiciye doğru olan tek yönlü enerji akışını ve ayrıştırıcıların besin zincirindeki işlevini yanlış yorumlamasıdır. Üst düzey tüketiciler (N) aniden ayrıştırıcıları (P) besin piramidinin alt basamağı gibi kullanarak enerji akışını tersine çeviremez. Ayrıca, zehirli madde birikimi (biyolojik büyütme) piramidin üst basamaklarında her zaman en yüksek olma eğilimindedir. Seçeneklerdeki klorofil, seyrelme veya avcı baskısının kalkması gibi gerekçeler hatalı önkabullere (K üreticidir, azalır L artmaz tam tersi azalır) dayanmaktadır.

27. (5 Puan)

Sürdürülebilir kalkınma, doğal kaynakların ve biyolojik çeşitliliğin korunarak gelecek nesillere aktarılmasını hedefler. Bir ekosistemin sürdürülebilirliği, içindeki tür çeşitliliği, besin ağı karmaşıklığı ve madde döngülerinin istikrarı ile doğrudan ilişkilidir.

Bir bölge yönetiminin sürdürülebilir kalkınma uzmanı, yeni bir ekolojik yerleşim projesi için dört farklı ormanlık alanı incelemiştir. Uzmanın raporuna göre alanların özellikleri şöyledir:

- **I. Alan:** Yıllık ortalama sıcaklık 22°C. Fotosentez hızı bölge ortalamasının üstünde, ancak topraktaki azot bağlayıcı bakteri çeşidi çok düşük.
- **II. Alan:** Rüzgar enerjisi potansiyeli çok yüksek. Bitki ve hayvan tür çeşidi bölge ortalamasında, madde döngüleri kesintisiz devam ediyor.
- **III. Alan:** Ağaçlandırma çalışmasıyla tek tip çam ormanı oluşturulmuş, ağaç büyüme hızı çok yüksek. Ayrıştırıcı faaliyeti hızlı.
- **IV. Alan:** Farklı beslenme basamaklarından çok sayıda canlı türü barındırıyor, geri dönüşüm tesislerine yakınlık avantajı var, madde döngüleri doğal hızında.

Uzman bu raporunda sürdürülebilir kalkınma ilkeleri açısından en uygun alanın III. Alan olduğunu savunmuştur.

Buna göre uzmanın ulaştığı sonuç ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A) Hatalıdır; rüzgar enerjisi potansiyelinin yüksek olmasından dolayı yenilenebilir enerji yatırımı için II. Alan seçilmelidir.
- B) Doğrudur; ağaç büyüme hızının ve ayrıştırıcı faaliyetinin yüksek olması kendi kendine yetebilen bir sistem kurulduğunu gösterir.
- C) Hatalıdır; tek tip çam ormanı tür çeşitliliğini kısıtlayarak ekosistemin çevresel değişimlere karşı direncini zayıflatır.**
- D) Doğrudur; çünkü tek tip ormanlar endüstriyel hammadde üretimini hızlandırarak ekonomik kalkınmayı güvence altına alır.

Açıklama: Sürdürülebilir kalkınmada ekosistemin dirençliliği ve uzun vadede sağlığı, biyolojik çeşitlilikle doğru orantılıdır. Uzmanın seçtiği III. Alan'da ağaç büyüme hızı yüksek ve ayrıştırıcı faaliyeti iyi olsa da, burası tek tip (monokültür) bir ormandır. Tek tip bitki örtüsü, tür çeşitliliğinin çok düşük olması demektir. Düşük tür çeşitliliği, bir hastalık veya iklim değişiminde tüm sistemin çökme riskini artırır. Bu durum, ekosistemlerin sürdürülebilirliğini olumsuz etkiler. IV. Alan biyolojik çeşitlilik ve doğal madde döngüleri açısından daha sürdürülebilirdir. Geri dönüşüm tesisine yakınlık veya rüzgar potansiyeli gibi ek bilgiler çeldirici niteliktedir ve ekolojik sürdürülebilirliğin temeli olan biyoçeşitliliğin yerini alamaz. Ekonomik veya endüstriyel kazanımlar tek başına sürdürülebilir kalkınmayı sağlamaz.

28. (5 Puan)

Ekosistemdeki popülasyon değişimleri, besin zinciri dinamikleri ve madde döngülerinin sürdürülebilirlik ile ilişkisini analiz etmeye yönelik hipotetik bir proje senaryosu.

Bir araştırmacı, kimyasal kirlilik nedeniyle zarar gören bir ekosistemi rehabilite etmek için 5 yıllık bir 'Sürdürülebilir Dönüşüm Projesi' başlatıyor. Proje boyunca ekosistemdeki yıllık yağış miktarının değişmediği bilinmektedir. Araştırmacı, ortamdaki K, L, M ve N canlılarının birey sayılarındaki değişimi takip ederek aşağıdaki tabloyu oluşturuyor:

1. Yıl: K=5000, L=800, M=50, N=2000

2. Yıl: K=12000, L=2500, M=300, N=6000

(Not: N canlısının ortamdaki ölü organizmaları ve atıkları parçaladığı, K'nin ise kloroplast taşıdığı tespit edilmiştir. K, L ve M arasında bir besin zinciri bulunmaktadır.)

Bu verileri inceleyen bir öğrencinin ekosistemin sürdürülebilirliği ile ilgili yaptığı aşağıdaki değerlendirmelerden hangilerinde **bilimsel bir hata (yanılgı)** yapılmıştır?

- I. N canlısının popülasyonundaki artış, organik atıkların inorganik maddelere dönüşüm hızını artırarak üretici olan K türünün gelişimini desteklemiş ve madde döngüsünü onarmıştır.
- II. Ekosisteme giren güneş enerjisini kimyasal enerjiye çeviren asıl grup K canlılarıdır; bu nedenle biyolojik birikim (zehirli madde oranı) en fazla K canlısının dokularında gözlenir.
- III. Besin zincirinde üst basamaklara doğru aktarılan enerji miktarı azaldığı için M canlısının (ikincil tüketici) sayıca K'den az olması ekolojik piramit kurallarıyla çelişir ve sistemin sürdürülemez olduğunu kanıtlar.
- IV. L canlısında meydana gelebilecek ani bir yok oluş, N canlısının görevini üstlenerek doğrudan güneş enerjisini kullanmasını zorunlu kılar.

A) I ve III

B) I, II, III ve IV

C) II, III ve IV

D) I ve II

Açıklama: I. ifade doğrudur; N canlısı ayrıştırıcıdır ve organik maddeleri inorganik maddelere çevirerek üretici olan K canlısına hammadde sağlar, bu da sürdürülebilirliği destekler. II. ifade yanlıştır; kloroplast taşıyan K canlısı üreticidir, ancak biyolojik birikim (zehirli madde miktarı) üreticiden tüketiciye doğru artar, en fazla K'de değil M'de görülür. III. ifade yanlıştır; besin piramidinde üst basamaklara çıkıldıkça birey sayısının azalması (M'nin K'den az olması) beklenen ve dengeli bir durumdur, sistemin geliştiğini değil dengeli olduğunu gösterir. IV. ifade yanlıştır; tüketicilerin veya ayrıştırıcıların (N) güneş enerjisini doğrudan kullanarak fotosentez yapması (üretici konumuna geçmesi) mümkün değildir.

29. (5 Puan)

Kapalı ekosistemler, dışarıdan hiçbir madde alışverişinin olmadığı ancak enerji giriş çıkışına açık olan ve kendi kendini uzun süre idame ettirebilen sistemlerdir. Bu sistemlerin dengede kalması, içindeki canlıların madde ve enerji ilişkilerine bağlıdır.

Bir öğrenci, tamamen hava ve sıvı sızdırmaz cam bir fanus içine su yosunları (üretici), su pireleri (1. tüketici), küçük balıklar (2. tüketici) ve ayrıştırıcı bakteriler koyarak bir ekosistem modeli hazırlıyor. Fanusa sadece düzenli olarak ışık veriyor ve sistemdeki canlılık faaliyetlerinin aylarca dengede kaldığını gözlemliyor. Öğrenci bir süre sonra fanusun ışık almasını tamamen engelliyor ve şu çıkarımı yapıyor:

'Fanusa artık dışarıdan ışık enerjisi gelmese de sistem çökmeyecektir; çünkü balıklar ve pireler öldüğünde ayrıştırıcı bakteriler onları parçalayarak organik atıklardaki enerjiyi tekrar su yosunlarına aktaracak ve enerji içeride sonsuza dek dönecektir. Ayrıca %10 kuralına göre her basamakta enerji yoğunlaştığı için, ekosistem dengedeyken balıkların toplam biyokütlesi, su pirelerinin toplam biyokütlesinden her zaman daha fazla olmalıdır.'

Bu öğrencinin çıkarımındaki hatalar ve sistemin gerçek işleyişi hakkında yapılan aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi bilimsel olarak doğrudur?

A) Sistemde enerji akışının tek yönlü olduğu göz ardı edilmiştir, karanlık ortamda sistem hayatta kalamaz. Ancak öğrencinin biyokütle hakkındaki hipotezi hatalı değildir; yukarı çıkıldıkça birey sayısı azalsa da üst basamakta aktarılan enerjinin %10'u vücut kütlelerine kalıcı olarak eklenir.

B) Çıkarım bütünüyle hatalıdır. Enerji ekosistemlerde döngüsel değil tek yönlü akar ve büyük kısmı ısı olarak kaybedilir; ayrıştırıcılar enerjiyi değil maddeyi üreticilere sunar. Enerji kaybından dolayı üst basamaktaki balıkların toplam biyokütlesi su pirelerinden daha az olmalıdır.

C) Öğrencinin enerji döngüsü fikri hatalıdır çünkü ışık enerjisi olmadan üreticiler besin üretilmez. Ancak besin piramidinde yukarı çıkıldıkça avcı konumundaki canlılar enerjiyi kendi yapılarında daha uzun süre depoladığından, balıkların biyokütlesinin fazla olacağı fikri doğrudur.

D) Ayrıştırıcıların organik atıklardaki enerjiyi döngüye katarak su yosunlarına aktaracağı fikri doğrudur, ancak döngü sırasında sürekli bir ısı kaybı olduğu için karanlıkta sistem bir süre sonra çöker. Biyokütle ile ilgili varsayım ise enerji yoğunlaşması ilkesine uygundur.

Açıklama: Öğrencinin çıkarımında iki temel kavram yanlışlığı (hata) bulunmaktadır. Birincisi: Ekosistemlerde madde döngüseldir (ayrıştırıcılar inorganik maddeleri doğaya katarak geri dönüşüm sağlar) ancak enerji akışı tek yönlüdür. Üreticiden son tüketiciye doğru giden enerji tekrar başa dönmez, her basamakta ısı olarak çevreye yayılır. Bu yüzden ışık kesildiğinde ayrıştırıcılar enerjiyi geri çeviremez ve sistem çöker. İkincisi: Enerjinin her basamakta sadece %10'u aktarıldığı için üst basamaklara doğru toplam aktarılan enerji ve genellikle toplam biyokütle (canlı ağırlığı) azalır. Balıkların biyokütlesinin su pirelerinden fazla olması ekosistem dengesine terstir. Diğer seçeneklerdeki 'enerjinin geri dönüştürülmesi', 'üst basamakta biyokütlenin daha fazla olduğu' ya da 'enerjinin yoğunlaştığı' ifadeleri yaygın öğrenci yanlışlarını içermektedir.

30. (5 Puan)

Bir araştırmacı, bir tatlı su gölünde şu besin zincirini tespit etmiştir: Fitoplankton (Üretici) → Zooplankton (Otçul) → Gümüş Balığı (Etçil) → Turna Balığı (Üst Etçil). Gölde karışan ağır metaller (örneğin kurşun) sadece Turna balıklarında zehirlenme sınırına ulaşarak bu türün hızla azalmasına neden olmuştur. Bölgedeki suyun pH değeri ise 7.2 (nötr civarı) ölçülmüştür. Sema adlı bir öğrenci bu durumu inceleyerek şu raporu hazırlamıştır: 'Turna balığı azalırsa, gümüş balığı artar. Gümüş balığı çoğalınca zooplankton azalır. Zooplankton azalınca fitoplankton sayıca çok fazla artar.'

Sema'nın raporundaki çıkarımları inceleyen bir ekolog, zincirleme etkinin sonucunda göldeki oksijen miktarında ve madde döngüsünde meydana gelecek asıl durumu aşağıdakilerden hangisi gibi açıklar?

A) Zooplankton sayısı artacağı için fitoplanktonlar hızla tükenir, böylece güneş enerjisi sisteme giremez ve göldeki organik atık miktarı azalarak ayrıştırıcı faaliyeti tamamen durur.

B) Gümüş balıklarının artması zooplanktonların aşırı çoğalmasına neden olur, bu da sudaki mineral oranını artırarak göldeki madde döngüsünü hızlandırır ve çözünmüş oksijeni artırır.

C) Turna balıklarının yok olması, sadece gümüş balıklarının enerji alımını artırır. Ayrıştırıcılar artık turna balıklarını parçalayamayacağı için sudaki oksijen seviyesi sürekli yüksek kalır.

D) Turna balığı azalınca gümüş balığı artar, bu durum zooplanktonları azaltır. Sonuçta artan fitoplanktonlar gündüz fotosentezle suya aşırı oksijen verir, gece ise solunumla sudaki oksijeni tüketir; ölen fitoplanktonlar ayrıştırılırken suyun oksijeni tükenir.

Açıklama: Turna balığının (üçüncül tüketici) azalması, gümüş balıklarının (ikincil) artmasına, onların artması zooplanktonların (birincil) azalmasına neden olur. Zooplankton azalınca, üretici olan fitoplanktonlar aşırı çoğalır (alg patlaması/ötrofikasyon benzeri). Fitoplanktonlar fotosentez yapsa da gece oksijen tüketir ve kısa ömürlü oldukları için öldüklerinde ayrıştırıcılar tarafından parçalanırken sudaki oksijen hızla tükenir. B, C ve C seçenekleri besin zincirindeki dalgalanmayı yanlış yorumlar veya ayrıştırıcı faaliyetlerini ve oksijen döngüsünü eksik/hatalı değerlendirir. Ayrıca ağır metalin biyolojik birikimi gibi detaylar sorudaki çeldiricilere temel oluşturmaz, ancak senaryoya zenginlik ve gürültü (pH değeri) katar.

Doğru/Yanlış Soruları

31. (0 Puan)

Bir biyolog, fotosentezin gerçekleşmediği, üretici basamağını kemosentetik bakterilerin oluşturduğu ve tüketicilerin yalnızca kemosentetik bakterilerle beslendiği tüp solucanlarından oluştuğu kapalı bir hidrotermal baca ekosistemi modellemektedir. Modele sisteme dışarıdan inorganik madde girişinin tamamen durduğu ve enerji girişinin sadece kemosentez için gerekli inorganik bileşiklerle sağlandığı, ortamdaki sıcaklık değişimlerinin günlük 5°C ile sınırlandırıldığı bilgisi eklenmiştir.

Ayrıştırıcı canlılar, sadece ekosistemdeki karbon ve azot gibi temel elementlerin inorganik forma dönüşümünden sorumlu oldukları için, fotosentetik organizmaların bulunmadığı ancak kemosentetik üreticilerin ve sadece birincil tüketicilerin yer aldığı kapalı bir hidrotermal baca ekosisteminde madde döngüsünün devamlılığını sağlamak için piramidin her basamağıyla etkileşim kurmak zorunda değildir.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Üreticinin kemosentetik olduğu kapalı bir ekosistemde dahi ayrıştırıcılar, madde döngüsünü sağlamak için hem üretici kemosentetik bakterilerin hem de birincil tüketici tüp solucanlarının ölü atıklarını ve organik kalıntılarını parçalayarak sistemi inorganik madde açısından beslemek zorundadır. Ayrıştırıcıların her basamaktaki organizmayla (ölümleri ve atıkları üzerinden) etkileşime girme zorunluluğu ekosistem tipinden bağımsız olarak geçerlidir. Ortam sıcaklığı veya inorganik enerji kaynağının doğası bu zorunluluğu değiştirmez.

32. (0 Puan)

Besin zincirleri ve enerji akışı genelde karasal veya sıg su ekosistemleri üzerinden modellenir. Ancak ekosistemlerin temelini oluşturan üreticiler sadece fotosentez yapan canlılar olmak zorunda değildir. Bazı sıra dışı ekosistemlerde güneş enerjisi sistemi besleyen tek kaynak olmayabilir.

Bir araştırma gemisi okyanusun güneş ışığı almayan 3000 metre derinliğinde yeni bir hidrotermal baca ekosistemi keşfetmiştir. Bu ekosistemdeki besin ağında, kemotetrof bakteriler hidrojen sülfürü oksitleyerek elde ettikleri enerjiyle besin sentezlemekte ve tüp solucanları bu bakterilerle ortak yaşam sürerek beslenmektedir. Yüzey sularının sıcaklığı 22°C iken dip sıcaklığı 4°C'dir. Sadece güneş enerjisini kullanan canlılar bir besin zincirinin üreticisi olabileceğinden, bu derin deniz hidrotermal baca ekosisteminin kendine ait gerçek bir üretici basamağı yoktur.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Bir ekosistemde üretici (ototrof) canlılar, dışarıdan aldıkları inorganik maddeleri enerji kullanarak organik besine dönüştüren canlılardır. Bu enerji genellikle güneşten (fotosentez) sağlansa da, güneş ışığının ulaşmadığı hidrotermal baca gibi ortamlarda kemosentez yapan bakteriler kimyasal bağ enerjisini kullanarak üretici konumunda bulunurlar. Sorudaki çıkarım, yalnızca fotosentetik canlıların üretici olabileceği yanlılığına dayandığı için yanlıştır.

33. (0 Puan)

Ekolojik piramitlerde enerji akışı ve madde döngüsü karmaşık etkileşimler içerir.

Bir araştırmacı, tamamen kapalı ve yapay bir tatlı su ekosistemi kurmuştur. Ekosistemde mikroskobik algler, bu algleri yiyen su pireleri, su pirelerini yiyen küçük balıklar ve küçük balıkları yiyen daha büyük bir balık türü bulunmaktadır. Ortamın sıcaklığı sabit tutulmuş ve alglerin fotosentez yapması için gereken ışık şiddeti yapay olarak optimum seviyeye ayarlanmıştır. Araştırmacının raporunda, 'Büyük balığın biyokütlesini artırmak amacıyla ortama eklenen fazladan alglerin içerdiği kimyasal enerjinin tamamının zamanla büyük balığa ulaşarak onun kütle artışına eşit oranda yansıtacağı' öngörülmüştür. Enerji piramidindeki %10 yasası ve canlıların yaşamsal faaliyetleri sırasında çevreye ısı yayması dikkate alındığında, bu ekosistemde üreticiden son tüketiciye doğru gidildikçe aktarılan biyolojik enerji her basamakta artış göstererek birikmiş olacaktır.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Besin zincirinde enerji aktarımı her basamakta büyük bir kayba uğrar (yaklaşık %10 kuralı). Canlılar enerjinin bir kısmını yaşamsal faaliyetlerinde kullanır ve çevreye ısı olarak yayarlar. Ortama fazladan üretici eklense bile, enerjinin tamamı üst basamaklara ulaşamaz ve gidildikçe enerji miktarı artmaz, aksine giderek azalır. Araştırmacının enerjinin tamamının üst basamaklara ulaşacağı öngörüsü termodinamik ve ekolojik açıdan hatalıdır.

34. (0 Puan)

Bir araştırmacı, laboratuvar ortamında kapalı bir ekosistem (mezokozm) tasarlamıştır. Bu sisteme üretici olarak yonca, birincil tüketici olarak çekirge, ikincil tüketici olarak tarla faresi ve üçüncül tüketici olarak baykuş eklenmiştir. Araştırmacı ayrıca toprağa belirli bir saprofit (ayrıştırıcı) mantar türü aşılamaştır. Kurulan sistemde farelerin toplam biyokütlesi 5000 kJ enerjiye denk gelirken, baykuşların biyokütlesi %10 kuralına uygun olarak dengelenmiştir. Araştırmacı, mantarların tüketim faaliyetlerini inceleyerek ekosistemdeki enerji döngüsü hakkında veriler toplamayı hedeflemektedir.

Araştırmacının, ortamdaki mantarların hücresel solunum hızını ölçerek yalnızca baykuşların (üçüncül tüketici) ekosisteme bıraktığı organik atık miktarını net olarak hesaplaması teorik olarak mümkündür, çünkü enerji piramidinde mantarlar besin zincirinin en tepesinde konumlanarak sadece en üst basamaktan aktarılan kimyasal enerjiyi kullanırlar.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Enerji piramidinde ayrıştırıcılar (saprofit mantar ve bakteriler) sadece en üst basamakta veya belirli bir tüketici seviyesinde bulunmazlar. Piramidin her bir basamağındaki (yonca, çekirge, fare ve baykuş) organizmalar öldüğünde veya atık ürettiğinde, bu organik maddeler doğrudan ayrıştırıcılar tarafından hücresel solunumla parçalanır. Dolayısıyla mantarların solunum hızı yalnızca baykuşların atıklarını değil, tüm trofik düzeylerden gelen toplam organik madde parçalanmasını yansıtır.

35. (0 Puan)

Bir araştırmacı, sızdırmaz büyük bir cam fanus içine yalnızca su, yeterli ışık kaynağı, üretici bitkiler ve otçul böcekler (tüketiciler) koyarak kapalı bir ekosistem tasarlıyor. Hastalıkları önlemek amacıyla fanustaki toprak tamamen sterilize edilerek tüm mikroorganizmalardan (mantar ve bakterilerden) arındırılıyor. Araştırmacı, fanusa dışarıdan eklenen %5 oranındaki zenginleştirilmiş inorganik azot gübresinin de yardımıyla bitkilerin fotosentez yapacağını, böceklerin ise solunum yoluyla ihtiyaç duyulan karbondioksiti sürekli geri vereceğini belirterek şu hipotezi kuruyor: 'Bu kapalı sistem, üretici ve tüketici dengesi sayesinde karbon döngüsünü hiçbir kesintiye uğramadan sonsuza dek kendi içinde sürdürebilir.'

Araştırmacının bu hipotezi hatalıdır; çünkü ayrıştırıcıların olmaması, zamanla karbonun ölü biyokütle ve atıklarda hapsolmasına neden olacak, atmosferdeki karbondioksit tükendiğinde fotosentez ve dolayısıyla yaşam duracaktır.

☒ **Doğru** ☐ Yanlış

Açıklama: Kapalı bir ekosistemde sadece üretici ve tüketicilerin bulunması karbon döngüsünün devamlılığı için yeterli değildir. Ayrıştırıcılar (bakteri ve mantarlar) olmadan dökülen yapraklar, dışkılar ve ölen böceklerin yapısındaki organik karbon parçalanıp inorganik forma (karbondioksit) dönüştürülemez. Topraktaki azot gübresi fotosentezi bir süre desteklese de, sistemdeki karbon zamanla ölü maddelerde kilitli kalır ve ortamdaki karbondioksit hızla tükenerek döngü çöker.

36. (0 Puan)

Mars kolonisi için tasarlanan tam kapalı bir tarım modülünde, sistemin tüm elektrik ihtiyacı yüksek verimli güneş panelleriyle (%100 yenilenebilir enerji) karşılanmaktadır. Modülde besin üretimi için hızlı büyüyen bitkiler (üreticiler) ve kapalı havuzlarda onlarla beslenen otçul balıklar (tüketiciler) bulunmaktadır. Araştırmacılar, biyolojik riski azaltmak ve alan tasarrufu sağlamak amacıyla ekosisteme doğal ayrıştırıcı bakteriler ve mantarlar eklememiştir; bunun yerine balık ve bitki atıkları mekanik olarak depolanmakta, bitkilerin büyümesi için gerekli mineraller modül dışından kimyasal takviyelerle suya karıştırılmaktadır.

Bu tasarımdaki kapalı sistem, güneş panelleri sayesinde dışarıdan kesintisiz enerji aldığı ve bitkiler için gerekli mineraller dışarıdan eklendiğı için ayrıştırıcı canlılara ihtiyaç duymadan ekolojik sürdürülebilirliğini ve madde döngüsünü süresiz olarak tek başına koruyabilir.

☐ Doğru ☒ **Yanlış**

Açıklama: Sürdürülebilir bir ekosistemde yalnızca enerji akışı (güneş panelleriyle sağlanan enerji) yeterli değildir; madde döngülerinin de (karbon, azot, vb.) kesintisiz işlemesi şarttır. Sistemdeki ayrıştırıcıların eksikliği, üretici ve tüketici kaynaklı organik atıkların ayrıştırılamayıp birikmesine neden olur. Dışarıdan sürekli mineral takviyesi yapılması sistemi dışa bağımlı hale getirir. Ayrıştırıcılar olmadan kapalı bir ekosistem kendi kendini yenileyemez ve sürdürülebilirliğini koruyamaz.

37. (0 Puan)

Kapalı ve dışarıdan madde giriş çıkışı olmayan, sadece ışık alan bir ekosistem modeli tasarlanmıştır. Bu sistemdeki toprak, üretici bitkiler, otçul böcekler ve nem miktarı başlangıçta optimum seviyede tutulmaktadır. Sistemdeki üreticilerin fotosentez yapabilmesi için suya, karbondioksit ve inorganik minerallere ihtiyacı vardır.

Bir öğrenci kapalı bir teraryum ekosisteminde karbon salınımını azaltmak amacıyla topraktaki ayrıştırıcı canlıları özel bir ilaçla tamamen yok etmiş ve 'Ayrıştırıcıların yok olmasıyla solunum kaynaklı karbondioksit çıkışı azalacak, biriken bitki yaprakları toprağın nemini koruyacak ve üreticiler fotosentezle ekosistemdeki toplam biyokütleyi sürekli artıracaktır' hipotezini kurmuştur. Öğrencinin bu hipotezi ekosistem dinamikleri açısından geçerli ve doğru bir çıkarımdır.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Ayrıştırıcıların ortamdan kaldırılması, solunumla atmosfere verilen CO₂ miktarını ilk etapta düşürse ve dökülen yapraklar nemi korusa bile, organik atıklar inorganik minerallere (örneğin azot ve fosfor tuzlarına) dönüşemez. Üreticiler bu inorganik mineraller olmadan biyolojik moleküllerini sentezleyemezler. Dolayısıyla topraktaki mineral döngüsü kırıldığı için fotosentez ve büyüme zamanla durur, toplam biyokütle sürekli artamaz.

38. (0 Puan)

Bir tarım bölgesinde sürdürülebilir kalkınma projeleri kapsamında tarımsal verimi artırmak amacıyla yeni nesil bir tarım ilacı kullanılmaya başlanmıştır. İlaç, hedef zararlıları yok ederken yan etki olarak topraktaki saprofit (ayrıştırıcı) bakteri ve mantar popülasyonunu %80 oranında azaltmıştır. Projenin ilk iki yılında, bölgenin yıllık yağış ortalaması 450 mm'den 500 mm'ye çıkmış ve tarımsal üretici biyokütlesi %40 artarak bölge ekonomisine büyük katkı sağlamıştır. Ancak üçüncü yılda, dışarıdan kimyasal gübre takviyesi yapılmadığında, yağışlar normal seviyede olmasına rağmen tarlalardan neredeyse hiç ürün alınamamıştır. Bir tarım uzmanı raporunda, 'İlk iki yıldaki üretici biyokütlesindeki artış, besin zincirinin tabanını güçlendirdiğinden ekosistem dengesi başarıyla kurulmuştur; üçüncü yıldaki verim kaybı ekosistem içi bir sorundan kaynaklanamaz' sonucuna varmıştır.

Uzmanın bu değerlendirmesi hatalıdır; çünkü saprofitlerin (ayrıştırıcıların) zarar görmesi madde döngüsünü durdurduğu için, başlangıçtaki üretici artışına rağmen ekosistemin kendini yenileme kapasitesi kaybolmuş ve sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutu doğrudan çökmüştür.

☒ Doğru ☐ Yanlış

Açıklama: Sürdürülebilir kalkınma, ekosistemlerin madde döngülerini sürdürebilmesine bağlıdır. Parçada ayrıştırıcıların yok olması, topraktaki inorganik madde (mineral) döngüsünü kesintiye uğratmıştır. İlk yıllardaki üretici artışı (yağış ve mevcut mineraller sayesinde) yanıltıcıdır. Ayrıştırıcılar olmadan besin zinciri tamamlanamaz ve sistem dışarıdan müdahale (sunî gübre) olmadan devam edemez. Bu durum ekosistem dengesini bozduğu için uzmanın değerlendirmesi kesinlikle hatalıdır.

39. (0 Puan)

Bir araştırmacı, hava ve madde giriş çıkışına tamamen kapalı, sadece ışık geçiren bir cam fanus (mesokozm) içerisinde üretici bitkiler, otçul böcekler, etçil örümcekler ve ayrıştırıcı (saprofit) bakterilerden oluşan dengeli bir ekosistem modeli kurmuştur. Sistemdeki gaz oranları bir ay boyunca sabit kaldıktan sonra, ortama sadece ayrıştırıcı bakterilerin hücre dışı sindirim enzimlerini inaktif hale getiren, ancak diğerk canlıların hücresel solunum veya fotosentez reaksiyonlarına hiçbir etkisi olmayan kimyasal bir inhibitör eklenmiştir. Takip eden süreçte, fanusun iç sıcaklığı 2°C artırılıp ışık şiddeti %10 oranında yükseltilmesine rağmen; ilk haftalarda gaz dengesinin devam ettiğı, ancak ikinci ayın sonunda fotosentez hızının sıfıra inerek ekosistemdeki tüm yaşamın sonlandığı gözlemlenmiştir.

Araştırmacının elde ettiğı bulgulara dayanarak; 'Haftalar sonra üretici faaliyetlerinin durmasının asıl sebebi, inaktif hale gelen ayrıştırıcıların bitkilerin fotosentezde hazır olarak kullanması gereken organik yapıtaşlarını toprağı geri kazandıramaması ve madde döngüsünün bu basamakta kırılmasıdır.' şeklinde bir değerlendirme yapması bilimsel olarak doğrudur.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Ayrıştırıcılar, ekosistemde ölü organizma ve atıklardaki organik maddeleri parçalayarak bitkilerin kökleriyle alabileceğı inorganik maddelere (su ve mineraller) dönüştürür. Sorudaki değerlendirmede yer alan 'bitkilerin hazır olarak kullanması gereken organik yapıtaşlarını toprağı geri kazandıramaması' ifadesi büyük bir kavram yanılgısıdır. Üreticiler dışarıdan organik madde almazlar, ihtiyaç duydukları inorganik maddeleri (mineralleri) topraktan alıp kendi organik besinlerini sentezlerler. Enzimlerin inhibe edilmesi madde döngüsünü durdurmuş olsa da, sebep gösterilen mekanizma hatalı olduğı için ifade yanlıştır.

40. (0 Puan)

Araştırmacılar, endüstriyel atıklarla kirlenmiş kapalı bir koya yeni bir balık türü (X türü) bırakarak biyoakümüleyasyonu incelemiştir. Suyun sıcaklığı 22 derece, tuzluluk oranı ise binde 35 olarak ölçölmüştür. Ağır metaller ve pestisitler gibi kalıcı kimyasallar canlıların yağı dokularında birikme eğilimindedir.

Bir deniz ekosistemindeki besin ağında, A canlısının B canlısını, C canlısının ise hem B'yi hem de fotosentetik D canlısını tükettiğı bir durumda; su ortamına karışan ve yağda çözöünen, yıkıma uğramayan bir pestisit en yüksek doku konsantrasyonunun kesinlikle B canlısında ölçöleceğı iddia edilebilir.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Besin zincirinde veya ağında yukarı doğru çıkıldıkça biyolojik birikim artar (biyomagnifikasyon). D canlısı üretici, B canlısı birincil tüketici (D'yi yerse) veya genel olarak A ve C daha üst düzey tüketicilerdir. C canlısı D'yi yediğı için birincil, B'yi yediğı için ikincil tüketici olabilir. A canlısı ise B'yi yediğı için üst tüketicidir. Toksik madde birikimi her zaman üst trofik düzeylere gidildikçe artar. Bu nedenle en yüksek birikimin B'de olacağı iddiası yanlıştır; C veya A gibi daha üst basamaktaki canlılarda daha yüksek olmalıdır.

41. (0 Puan)

Bir araştırma ekibi, ağır metal kirliliğine maruz kalan kapalı bir göl ekosistemini incelemektedir. Göldeki besin zinciri; fitoplankton, zooplankton, küçük balık ve balıkçıl kuşlardan oluşmaktadır. Yapılan ölçümlerde, enerjinin her trofik düzeyde yüzde 10 oranında aktarıldığı ve balıkçıl kuşların toplam biyokütlesinin en düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca balıkçıl kuşların metabolizma hızının diğer canlılara göre çok daha yüksek olduğu verisi de rapora eklenmiştir.

Araştırmacılarından biri, rapordaki verilere dayanarak; 'Balıkçıl kuşlara ulaşan toplam enerji miktarının en düşük olması ve toplam biyokütlelerinin azlığı nedeniyle, dokularında gram başına biriken ağır metal derişimi zooplanktonlardan daha azdır.' sonucuna varmıştır. Bu araştırmacının çıkardığı sonuç doğrudur.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Enerji ve toplam biyokütle ekoloji piramidinde yukarı çıkıldıkça azalsa da, ağır metaller gibi zehirli maddeler canlı vücudundan atılamadıkları için her basamakta dokularda birikerek yoğunlaşır. Bu olaya biyolojik birikim denir ve üst basamaklardaki canlılarda gram başına düşen zehirli madde derişimi en yüksek seviyededir. Araştırmacının biyokütle ve enerji azalmasını zehir azalmasıyla ilişkilendirmesi hatalıdır.

42. (0 Puan)

Ekosistemlerde madde döngüsel bir yol izlerken enerji akışı tek yönlüdür ve geri dönüşümsüzdür. Üreticilerden tüketicilere doğru her trofik düzeyde enerjinin büyük bir kısmı metabolik faaliyetler ve hücresel solunum sonucu ısı olarak kaybedilir. Ayrıştırıcılar ise sistemdeki organik atıkları inorganik maddelere dönüştürerek sadece madde döngüsünü tamamlarlar.

Bir araştırmacı kapalı bir fanus içinde algler, su pireleri, küçük balıklar ve ayrıştırıcı bakterilerden oluşan bir ekosistem tasarlamış; fanustaki oksijen ve karbondioksit oranlarının uzun süre dengede kaldığını gözlemlemiştir. Bu ölçümlere dayanarak araştırmacının kurduğu, 'Ayrıştırıcı bakteriler, besin piramidindeki tüm canlıların atıklarını ve ölü bedenlerini parçaladığına göre, birim zamanda elde ettikleri toplam kimyasal enerji miktarı, ekosisteme güneşten giren ve başlangıçta algler tarafından tutulan toplam enerjiden kesinlikle daha fazladır, aksi takdirde madde döngüsü tıkanırdı' şeklindeki hipotez bilimsel olarak doğrudur.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Ayrıştırıcılar sistemdeki tüm basamaklardan enerji alsalar da, başlangıçta üreticilerin (alglerin) tuttuğu toplam güneş enerjisinden daha fazla enerji elde etmeleri termodinamik kurallarına (ve %10 yasasına) aykırıdır. Enerjinin her basamakta çevreye ısı olarak yayılması ve enerji akışının tek yönlü olması nedeniyle, ayrıştırıcılara ulaşan toplam enerji üreticilerin tuttuğu başlangıç enerjisinin çok altındadır; madde döngüsünün sürmesi enerjinin geri dönüştüğü anlamına gelmez.

43. (0 Puan)

Bir grup araştırmacı, kapalı bir ekosistem modeli tasarlayarak içerisine bitki, otçul böcekler ve protein bakımından zengin organik atıklar yerleştirmiştir. Sistemin sıcaklığı 25 derece, nemi ise yüzde 70 olarak sabitlenmiştir. Araştırmacılar, atıkları hızla parçalamaları için toprağa yalnızca yüksek oranda genel ayrıştırıcı (saprofit mantar ve bakteriler) ilave etmiş, ancak toprağı öncesinde azotu havaya aktaran bakterilerden (denitrifikasyon bakterileri) tamamen arındırmıştır.

Araştırmacıların kurduğu bu sistemde, ayrıştırıcıların organik atıklardaki azotu doğrudan serbest azot gazına dönüştürmesiyle kapalı sistemin atmosferindeki azot gazı oranının sürekli ve hızlı bir şekilde artması beklenir.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Sıcaklık ve nem gibi veriler sorunun zm için çeldiricidir. Ayrıştırıcı canlılar, organik atıklardaki azotu amonyak gibi inorganik bileşiklere dönüştürerek toprağa katar, doğrudan azot gazına evirmezler. Topraktaki azotlu bileşikleri azot gazına dönüştürerek atmosfere verenler denitrifikasyon bakterileridir. Ortamda bu bakteriler arındırıldığı için ayrıştırıcılar tek başlarına havadaki azot gazı oranını arttıramazlar.

44. (0 Puan)

Bir araştırmacı, ışık geçiren yalıtılmış cam bir fanusa sağlıklı bir üretici bitki ve nemli toprak koyarak kapalı bir ekosistem modeli kuruyor. Sisteme dışarıdan sadece düzenli olarak saf su ve %21 oranında ekstra oksijen gazı takviyesi yapılıyor. Dört ay süren takip sonucunda şu bulgular elde ediliyor: Bitkiden dökülen l yapraklar toprak yüzeyinde çürümeden kalın bir tabaka oluşturarak birikmiş, fanus içindeki karbondioksit gazı tamamen tükenme noktasına gelmiş ve bitkinin yeni açan yapraklarında fotosentez yapmayı engelleyen sararmalar (klorofil eksikliği) başlamıştır.

Araştırmacının, 'Sisteme eklenen ekstra oksijen, ayrıştırıcıların faaliyetlerini aşırı hızlandırmış ve organik atıkların çok hızlı parçalanmasına yol açarak topraktaki inorganik tuz miktarını toksik seviyelere çıkarmıştır; bitkideki sararmanın asıl nedeni bu inorganik madde artışıdır' şeklindeki değerlendirmesi doğru bir çıkarımdır.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Metinde l yaprakların çürümeden biriktiği açıkça belirtilmiştir. Bu fiziksel veri, ayrıştırıcıların (rkllerin) görevini yapamadığını, yani organik maddelerin inorganik tuzlara dönüşümünün gerçekleşmediğini doğrudan kanıtlar. Fanus içindeki karbondioksidin tükenmesi de solunum yapan ayrıştırıcı popülasyonunun inaktif olduğunu doğrular. Bitkideki sararma (klorofil eksikliği), ayrıştırıcıların hızlı çalışıp toprağı zehirlemesinden değil; aksine hiç çalışmamaları nedeniyle toprağın azot gibi elzem inorganik mineraller bakımından fakirleşmesinden (madde döngüsünün kırılmasından) kaynaklanmaktadır.

45. (0 Puan)

Kapalı bir biyosfer deneyinde, ortamın sıcaklığı 22 dereceden 25 dereceye çıkarılmış ve karbondioksit seviyesi 800 ppm olarak sabitlenmiştir. Bu koşullar altında üretici canlıların fotosentez hızı maksimuma ulaşmış ve ekosisteme giren toplam biyokütle enerjisi yüzde 300 oranında artmıştır. Bir araştırmacı, başlangıç enerjisindeki bu devasa artışa dayanarak, daha önce yalnızca üçüncül tüketicilere kadar ulaşabilen besin piramidine artık kesinlikle dördüncül bir tüketici basamağının ekleneceğini ileri sürmektedir.

Araştırmacının, sisteme giren toplam başlangıç enerjisinin miktarındaki artışın, besin zincirine doğrudan yeni bir trofik düzey eklenmesini garanti edeceği yönündeki çıkarımı doğru bir ekolojik değerlendirmedir.

☐ Doğru ☒ Yanlış

Açıklama: Bir ekosisteme giren toplam enerjinin (birincil üretimin) artması, besin zincirinin uzamasını garanti etmez. Karbondioksit veya sıcaklık gibi çevresel veriler (sorudaki çeldirici bilgi) üretimi artırsa da, yeni bir trofik düzeyin eklenmesi temelde enerjinin basamaklar arası aktarım verimliliğine (genellikle yüzde 10 kuralı) bağlıdır. Üretilen yüksek enerji, alt basamaklardaki canlıların sayısını artırabilir, ancak her basamaktaki devasa ısı ve metabolizma kayıpları nedeniyle en üst basamağa ulaşan enerji yine de yeni bir türü desteklemek için yetersiz kalabilir.

Boşluk Doldurma Soruları

46. (0 Puan)

Kapalı bir yapay ekosistem modelinde araştırmacılar su, karbon, azot döngülerini ve bir besin ağını simüle etmek istemektedir. Bu ekosisteme ototrof ve heterotrof organizmalar ile ortamdaki biyokütleyi inorganik maddelere dönüştürecek türler yerleştirilmiştir. Günde 12 saat yapay ışıklandırma yapılan bu sistemde, ışık kaynağı bir haftalığına kesildiğinde sistemdeki biyokütle azalmaya başlamış ve döngüler yavaşlamıştır. Çünkü sistemde güneş veya yapay ışık enerjisini bağlayarak organik bileşiklere çeviren ve tüm trofik düzeylere dışarıdan net enerji girişini sağlayan __üreticiler__ görevini yerine getirememiştir.

Açıklama: Işık kaynağının kesilmesi fotosentezin durmasına neden olur. Ekosisteme dışarıdan gelen enerjiyi kimyasal bağ enerjisine çevirip diğer canlıların (tüketiciler ve ayrıştırıcılar) kullanımına sunan canlı grubu üreticilerdir (ototroflar). Üreticilerin ışık yetersizliğinden dolayı faaliyetlerini durdurması tüm döngüleri ve enerji akışını yavaşlatır.

47. (0 Puan)

Kapalı bir fanus içinde hazırlanan yapay ekosistemde bir süre sonra bitkilerin sarardığı, topraktaki inorganik tuz ve mineral miktarının hızla azaldığı tespit edilmiştir. İnceleme sonucunda, güneş ışığının sabit, sıcaklığın 25°C olduğu ve ortamda yeterli su bulunduğu halde ekosistemin çöküşe geçtiği görülmüştür. Bu durumun temel nedeni, ortamdaki ölü yaprakları ve atıkları parçalayarak madde döngüsünü tamamlamakla görevli __ayrıştırıcılar__ grubuna ait canlıların ortamda bulunmamasıdır.

Açıklama: Kapalı ekosistemlerde güneş ışığı ve su yeterli olsa da, üreticilerin fotosentez yapabilmesi için topraktan gerekli inorganik maddeleri alması gerekir. Ortamda ayrıştırıcılar (mantarlar, bazı bakteriler) olmadığında, atıklar ve ölü dokular parçalanıp inorganik maddelere dönüşemez. Bu durum madde döngüsünün kesilmesine ve bitkilerin mineral yetersizliğinden sararıp ölmesine neden olur. Verilen senaryodaki inorganik tuz ve mineral miktarının azalması ve atıkların birikmesi, sorunun ayrıştırıcı eksikliğinden kaynaklandığını gösterir.

48. (0 Puan)

Bir araştırmacı, sadece küçük bir çatlaktan Güneş ışığı alan kapalı bir mağara ekosistemini inceliyor. Ortam sıcaklığı 15°C'den 18°C'ye çıktığında, böcek popülasyonunda ani bir düşüş yaşanmasına rağmen ışık alan bölgedeki karbondioksit miktarının hızla azaldığı ve mağaradaki toplam organik madde miktarının arttığı ölçülüyor. Araştırmacı, ekosistemdeki bu organik madde artışının nemli bölgede hızla üreyen mantarlar sayesinde gerçekleştiğini iddia ediyor. Bir öğrenci ise bu çıkarımın hatalı olduğunu, mantarların ancak var olan organik atıkları parçalayabileceğini, mağara sistemine dışarıdan gelen ışık enerjisini kullanarak inorganik maddelerden yeni organik madde üreten ve ekosisteme temel enerjiyi sağlayan asıl grubun __üreticiler__ olduğunu belirterek araştırmacıyı düzeltiyor.

Açıklama: Mantarlar (ayrıştırıcılar) var olan organik maddeleri inorganik maddelere dönüştürerek madde döngüsüne katkı sağlarlar da ışık enerjisini kullanarak yoktan organik besin üretemezler. Ekosistemdeki karbondioksit azalışı ve yeni organik madde (biyokütle) artışı, ışık enerjisini kimyasal enerjiye çeviren fotosentetik canlılar, yani üreticiler tarafından gerçekleştirilir. Ortamdaki sıcaklık veya tüketici sayısındaki dalgalanmalar bu temel enerji giriş mekanizmasını değiştirmez.

49. (0 Puan)

Projenin başarısız olması, sistemdeki madde döngüsünü tamamlamakla görevli olan __ayrıştırıcılar__ popülasyonunun yetersiz kaldığını ve bu durumun çevresel sürdürülebilirliği doğrudan çökerttiğini kanıtlamaktadır.

Açıklama: Projedeki temel sorun, ortamda bolca organik atık bulunmasına rağmen bu atıkların bitkilerin kullanabileceği inorganik minerallere (azot, fosfor vb.) dönüşmemesidir. Işık, su ve otçul böcek popülasyonundaki değişimler sistemin durmasını açıklamaz (bunlar çeldirici verilerdir). Organik maddeleri inorganik minerallere dönüştürerek madde döngüsünün ve dolayısıyla ekosistemin sürdürülebilirliğini sağlayan kilit canlı grubu ayrıştırıcılardır.

50. (0 Puan)

Bir ekolog, tamamen kapalı ve sadece güneş ışığı geçiren büyük bir cam fanus (ekosfer) tasarlıyor. İçine su, çeşitli bakteriler, küçük otçul karidesler ve yeşil algler yerleştiriyor. İki ay boyunca yapılan ölçümlerde, fanus içindeki oksijen seviyesinin gündüzleri artıp geceleri düştüğü, ayrıca su sıcaklığının sabit 23°C kaldığı saptanıyor. İçeriye hiçbir dış besin eklenmemesine ve karideslerin ortamdaki organik maddeleri tüketmesine rağmen, toplam biyokütlede enerji tükenimi kaynaklı bir çöküş yaşanmamıştır. Bu kapalı sistemde biyolojik işleyişin sonlanmamasının temel nedeni, sistemdeki ışık enerjisini yakalayarak diğer tüm canlılar için kullanılabilir kimyasal bağ enerjisine dönüştüren __üreticiler__ grubunun hayatta kalmasıdır.

Açıklama: Sıcaklığın sabit olması çeldirici bir bilgidir. Sisteme dışarıdan besin (madde) girişi olmadığı halde yaşamın sürmesi, dışarıdan giren tek kaynak olan ışık enerjisinin sistemdeki inorganik maddelerle organik besine dönüştürüldüğünü kanıtlar. Bu görevi fotosentez yoluyla yerine getirip ekosistemin temel enerji girişini sağlayan canlılar üreticilerdir.

51. (0 Puan)

Sadece inorganik madde, karbondioksit ve ışık enerjisi kullanarak kapalı sistemin biyokütlesini başlatan Tür X'in, bu fanustaki ekosistemde __üreticiler__ basamağını oluşturduğu kesin olarak söylenebilir.

Açıklama: Tür X, ortamdaki inorganik maddeleri (su ve karbondioksit) ışık enerjisi kullanarak organik besine çevirmiş ve yan ürün olarak oksijen gazı üretmiştir. İkinci tür (Y) ortama eklenmeden önce sistemde organik madde yokken canlılığın devam etmesi ve oksijen artışı, X canlısının fotosentez yaptığını kanıtlar. Bu olay, ışık enerjisini kimyasal bağ enerjisine çevirerek kapalı besin ağını başlatan organizmaların temel işlevidir. Sıcaklık ve hacim değerleri gibi ek bilgiler çeldirici niteliktedir; analiz edilmesi gereken asıl veri gaz değişimi ve inorganik ortamda yaşayabilme durumudur.

52. (0 Puan)

Kapalı bir biyosfer deneyinde, bitkilere sürekli optimum ışık, yeterli karbondioksit ve saf su sağlanmasına rağmen bir süre sonra fotosentez hızının dramatik şekilde düştüğü ve ekosistemin çöktüğü gözlemlenmiştir. Ortamdaki sıcaklık ve nem sabit tutulurken, analizler ölü yaprak ve hayvansal atıkların parçalanmadan biriktiğini göstermektedir. Bu ekosistem çöküşünün asıl sebebi, ortamda ayrıştırıcı mikroorganizmaların eksikliği nedeniyle, biriken organik atıkların üreticiler tarafından topraktan alınması zorunlu olan __inorganik tuzlar ve minerallere__ dönüştürülememesi ve madde döngüsünün kırılmasıdır.

Açıklama: Ayrıştırıcılar, ekosistemde madde döngüsünü sağlayarak ölü ve atık organik maddeleri inorganik maddelere ayrıştırırlar. Üreticiler (bitkiler) kendi besinlerini üretmek için güneş enerjisine, karbondioksit ve suya ihtiyaç duysalar da, sağlıklı gelişimleri ve enzim yapıları için topraktan azotlu tuzlar, fosfat ve çeşitli inorganik mineralleri hazır almak zorundadır. Ayrıştırıcılar çalışmadığında bu mineraller toprağa geri dönmaz. Üreticiler topraktan organik monomer veya kimyasal enerji almadıkları için diğer çeldiriciler yanlıştır. Ortamdaki ışık ve su (gürültü veriler) fotosentez için yeterli görünse de mineral eksikliği sistemi çökertir.

53. (0 Puan)

Uzman ekologa göre, X türü biyolojik enerjisini ekosistemdeki bitkisel dokulardan karşılayıp ikinci trofik düzeyde yer aldığı için, beslenme fizyolojisi bakımından kesinlikle __otçul__ bir canlıdır.

Açıklama: Sorudaki senaryoda asistan, X türünü güneş enerjisini kullanan bir üretici (fotosentetik) olarak değerlendirip hata yapmıştır. Uzmanın düzeltmesine göre X türü kloroplast taşımaz ve kendi besinini üretemez. Bağırsaklarında selüloz sindiren bakteriler bulunması ve sadece geniş yapraklı bitkilerle beslenip besin piramidinin ikinci basamağında (birinci dereceden tüketici) yer alması, enerjisini yalnızca üreticilerden sağladığını kanıtlar. Sadece bitkisel kaynaklarla beslenen ve enerjisini bu şekilde alan canlılara ekolojide otçul denir. Y türü etçil, Z türü ise ayrıştırıcıdır.

54. (0 Puan)

Kapalı bir yapay ekosistemde K, L ve M canlı türleri arasındaki madde ve enerji akışı incelenmektedir. Ortamın sıcaklık değerleri sabit tutulurken, dışarıdan müdahale ile ortamdaki karbon gazları ve ışık şiddeti aniden düşürülmüştür. Bu müdahale sonucunda dokularında biyolojik zehir birikimi en düşük, fakat toplam biyokütlesi en fazla olan K türünün popülasyonunda ani bir çöküş yaşanmış, bunu enerji akışında K'ye doğrudan bağımlı olan diğer türlerin azalması izlemiştir. Bir öğrenci, ortamdaki inorganik madde kısıtlamasının enerji piramidinin tepe noktasını doğrudan hedef aldığını iddia ederek yanılmıştır; oysa bu faktörler ilk olarak güneş enerjisini kimyasal bağ enerjisine dönüştürerek ekosistemin organik madde döngüsünü başlatan K türünü, yani __üreticiler__ grubunu vurmuştur.

Açıklama: Besin piramidinde dokulardaki biyolojik zehir birikiminin en düşük, toplam biyokütlenin ise en yüksek olduğu basamak en alt basamaktır. Işık şiddetinin ve inorganik maddelerin (karbondioksit gibi) azalmasından doğrudan etkilenecek popülasyonu çöken ve diğer tüm canlıların enerji kaynağı olan canlı grubu fotosentez yapan canlılardır. Ekosisteme enerji girişini sağlayan bu canlılara üreticiler denir.

55. (0 Puan)

Bir araştırmacı, sabit 25°C sıcaklıkta tutulan ve ışık geçiren kapalı bir cam fanus içinde bir ekosistem tasarlıyor. Sistemi kurarken sadece steril toprak, su ve gelişmiş bir bitki kullanıyor. İlk haftalarda bitki fotosentez yaparak karbondioksit miktarını dengiliyor ancak aylar sonra toprakta ölü yapraklar birikmeye başlıyor ve bitki mineral eksikliği belirtileri göstererek büyümeyi durduruyor. Sistemin çökmesini önlemek için araştırmacı fanusa saprofit (çürükçül) mantar ve bakteriler aşıyor. Bu ayrıştırıcı canlılar, toprak yüzeyinde biriken hücre çeperi, protein ve yaprak dokusu gibi atıkları hücredişı sindirimle hücresel solunumda parçalayarak, bitki köklerinin topraktan osmoz ve difüzyonla doğrudan emip yeni dokular sentezlemek için kullanmak zorunda olduğu __inorganik__ formdaki minerallere dönüştürmüş ve kapalı sistemde madde döngüsünün kilidini açmıştır.

Açıklama: Kapalı ekosistemlerde üretici canlıların yaşamını sürdürebilmesi için sadece su, ışık ve karbondioksit yeterli değildir; topraktan almaları gereken mineraller (azot, fosfor vb.) de şarttır. Ayrıştırıcı canlılar (saprofitler), ortamda biriken ölü organik atıkları (protein, selüloz gibi) parçalayarak kendi hücresel solunumlarında kullanırlar. Bu reaksiyonların sonucunda doğaya amonyak, su, karbondioksit ve serbest mineraller gibi maddeler salınır. Bitkilerin kökleriyle topraktan hazır almak zorunda oldukları bu besleyici bileşenler inorganik yapıdadır. Yanıltıcı çeldiriciler olan organik ve karbonlu yapılar ayrıştırıcıların kullandığı başlangıç atıklarını veya hücresel yapıtaşlarını temsil ederken, döngü sonucu toprağa dönen ve bitkinin kullandığı son ürün inorganiktir.

56. (0 Puan)

Bir öğrenci, kapalı bir teraryum tasarlayarak içine bitkiler, otçul böcekler, 100 gram nemli toprak ve bir miktar su eklemiştir. Teraryum her gün tam 12 saat aydınlatılmaktadır. Bir süre sonra böcekler ölmüş, ancak aylar geçmesine rağmen ölü vücut kütlelerinin değişmediği ve topraktaki inorganik mineral miktarının artmadığı analiz edilmiştir. Başlangıçta toprağın yüksek ısıyla tamamen sterilize edilmesi sonucunda ortamda hiç __ayrıştırıcılar__ bulunmaması, organik atıkların parçalanmasını engelleyerek madde döngüsünü durdurmuştur.

Açıklama: Toprağın başlangıçta sterilize edilmesi, içindeki bakteri ve mantar gibi ayrıştırıcı canlıları yok etmiştir. Günlük ışık miktarı veya ortamdaki su gibi faktörler çeldirici niteliktedir; ölü dokuların parçalanarak içerdikleri organik yapıların inorganik minerallere dönüşmesi ve ekosisteme geri kazandırılması doğrudan ayrıştırıcıların faaliyetine bağlıdır. Onlar olmadan madde döngüsü tıkanır.

57. (0 Puan)

Kapalı bir yapay ekosistem deneyinde, aydınlatma ve su miktarı ideal seviyede tutulmasına rağmen üçüncü haftadan itibaren bitki gelişiminin tamamen durduğu, havadaki karbondioksit ve topraktaki inorganik tuz oranının hızla düştüğü gözlemlenmiştir. Eş zamanlı olarak, zeminde sindirilmeyen bitki ve hayvan kalıntılarının kütlege biriktiği tespit edilmiştir. Bir öğrenci bu durumu, 'Sistemde ikincil tüketicilerin olmaması popölasyon dengesini ve enerji akışını bozmuştur' şeklinde hatalı yorumlamıştır. Gerçekte ise bu çöküşün nedeni; organik atıkları hücresel solunumla inorganik maddelere dönüştürerek ekosistemin kilitlenen madde döngüsünü yeniden başlatan __ayrıştırıcılar__ grubunun bu yapay ortamda bulunmamasıdır.

Açıklama: Sistemde karbondioksit ve inorganik tuzların azalırken ölü organik kalıntıların artması, madde döngüsünün kırıldığını gösterir. İkincil tüketicilerin (etillerin) eksikliği sadece av-avcı popölasyonunu etkiler, topraktaki inorganik tuz eksikliğini açıklayamaz. Organik kalıntıları hücre dışı sindirimle parçalayarak hücre içine alan ve solunum sonucu doğaya CO2 ile inorganik madde veren canlı grubu ayrıştırıcılardır. Öğrencinin yorumu, madde döngüsü ile enerji akışı kavramlarını birbirine karıştırmısından kaynaklanan kusurlu bir akıl yürütmedir.

58. (0 Puan)

Bir araştırmacı, kapalı bir cam fanus içine sterilize edilmiş toprak, su ve bitki tohumları koyup yeterli ışık altında, 25 derece sabit sıcaklıkta ve başlangıç pH değeri 6.8 olan kapalı bir ekosistem hazırlamıştır. Altı ay sonra bitki gelişiminin durduğu, fanus içindeki karbondioksit oranının hızla düştüğü ve dökülen yaprakların toprak yüzeyinde hiçbir değişime uğramadan biriktiği gözlemlenmiştir. Madde döngüsünün kesintiye uğramasına ve bitkilerin inorganik madde yetersizliği çekmesine neden olan temel biyolojik tasarım hatası, başlangıçta sisteme __ayırıştırıcılar__ grubuna ait canlıların eklenmemesidir.

Açıklama: Toprağın başlangıçta sterilize edilmesi, doğal olarak bulunan mikroskobik mantar ve bakterilerin yok edilmesi anlamına gelir. Dökülen yaprakların çürümemesi, toprağa mineral dönüşünün durması ve atmosferik karbondioksitin yenilenmemesi; organik atıkları parçalayıp inorganik maddelere dönüştüren ve böylece madde döngüsünü tamamlayan ayırıştırıcıların sistemde eksik olduğunu kesin olarak kanıtlar. Ortamın sıcaklığı ve pH değeri gibi veriler analizi zorlaştırmak için verilmiş çeldirici bilgilerdir.

59. (0 Puan)

İzole edilmiş yapay bir ekosistem deneyinde, ortamdaki ışık ve su miktarı ideal olmasına rağmen 3. haftadan itibaren dökülen ölü yaprakların toprak yüzeyinde biriktiği, topraktaki inorganik tuzların hızla tükendiği ve bitki gelişiminin tamamen durduğu ölçülmüştür. Araştırmacı, sorunu çözmek için ortama dökülen yaprakları yiyen böcekler eklemenin madde döngüsünü düzeltereğini savunmuştur. Ancak bu müdahale temelde eksiktir; çünkü sistemin çökmesinin asıl nedeni, ölü organik atıkları inorganik maddelere dönüştürerek döngüyü tamamlayan __ayırıştırıcıların__ ortamda yeterince bulunmamasıdır.

Açıklama: Kapalı bir ekosistemde organik atıkların (ölü yapraklar) birikmesi ve inorganik maddelerin (mineraller) tükenmesi, madde döngüsünde geri dönüşüm basamağının çalışmadığını gösterir. Otçul canlılar (böcekler) eklemek sadece organik maddelerin formunu değiştirir (yaprağı dışkıya çevirir), toprağa inorganik mineral sağlayamaz. Döngünün tamamlanıp üreticilere tekrar mineral sağlanabilmesi için organik atıkları inorganik bileşenlere parçalayan ayırıştırıcılara kesinlikle ihtiyaç vardır.

60. (0 Puan)

Bir araştırma ekibi, özdeş iklim koşullarına sahip kapalı bir biyosferde farklı trofik düzey sayılarına sahip üç besin zinciri (K: 3 düzey, L: 4 düzey, M: 5 düzey) oluşturmuştur. Her üç zincirin tabanında aynı tür ve eşit biyokütlede üretici bitkiler bulunmakta olup sisteme dışarıdan tek enerji girişi güneş ışığıdır. Canlıların üreme hızları ve ortamdaki nem toleransları gibi faktörler farklılık gösterse de, her düzeydeki canlının elde ettiği enerjinin biyokütleyle çevrilme oranı standart %10 kuralına uymaktadır. Bir öğrenci, M zincirindeki son tüketicinin daha fazla ara canlı ile beslendiği için toplamda daha fazla enerji biriktireceğini öne sürmüştür. Ancak bu varsayım hatalıdır; çünkü besin piramidinde üreticilerden son tüketiciye doğru gidildikçe araya giren her yeni basamakta enerjinin yaklaşık %90'ı yaşamsal faaliyetler ve ısı ile kaybedildiğinden, zincir uzadıkça en üst trofik düzeye aktarılabilen toplam net enerji miktarı kesinlikle __azalır__.

Açıklama: Öğrencinin ara canlı sayısının fazlalığının daha fazla enerji sağlayacağı yönündeki çıkarımı hatalıdır. Ekolojik piramitlerde '10 yüzde kuralı' gereği, üreticilerden tüketicilere doğru her basamak geçişinde enerjinin yaklaşık %90'ı canlılık faaliyetleri ve ısı olarak harcanır, yalnızca %10'u bir üst düzeye aktarılır. Bu nedenle besin zinciri ne kadar uzarsa, en tepeye ulaşan toplam kullanılabilir enerji miktarı da katlanarak düşer. Üreme hızları veya nem toleransı gibi verilen ekstra bilgiler enerji aktarım miktarını değiştiren ana faktörler değildir.