

Doğada Enerji Akışı, Madde Döngüleri ve Çevre Bilinci



Çoktan Seçmeli Sorular

1. (5 Puan)

Besin zincirinde enerji akışı ve madde döngüsü birbirine bağlı olarak işler. Ekosistemlerdeki bozulmalar tüm basamakları etkileyebilir.

Kapalı bir ekosistem deneyinde, sadece bir tür su bitkisi, su pireleri, küçük balıklar ve bir bakteri türü bulunmaktadır. Deneyin birinci haftasında, ekosisteme giren ışık miktarı sabit tutulmuş ve ortam sıcaklığı 25°C olarak ayarlanmıştır. Üçüncü haftanın sonunda küçük balıkların popülasyonunda ani bir düşüş gözlenirken, su pirelerinin sayısında belirgin bir artış ve sudaki mineral miktarında azalma tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bu durumu açıklamak için iki farklı hipotez kurmuştur:

Hipotez 1: Bakteri türünün faaliyetleri durmuş, bu da madde döngüsünü kesintiye uğratarak üst basamaklara enerji aktarımını tamamen durdurmuştur.

Hipotez 2: Su pireleri enerji ihtiyaçlarını karşılamak için doğrudan ışık enerjisini kullanmaya başlamış, bu da üreticilerin yok olmasına neden olmuştur.

Buna göre, bu ekosistemdeki enerji iletimi ve canlıların rolleri göz önüne alındığında, aşağıdaki çıkarımlardan hangisi doğrudur?

- A) Su pirelerinin artışı, güneş enerjisini kimyasal bağ enerjisine çevirme verimlerinin yükseldiğini ve üreticilerin yerini aldıklarını kanıtlar.
- B) Bakterilerin faaliyetinin yavaşlaması veya durması, ortamdaki inorganik madde miktarının artmasına neden olarak su bitkilerinin aşırı çoğalmasına yol açmış olabilir.
- C) Ekosistemdeki mineral miktarının azalması, enerji akışının piramidin tabanından tepesine doğru daha verimli hale geldiğini gösterir.
- D) Küçük balıkların azalması, su pirelerinin üzerindeki avlanma baskısını azaltmış, ancak bakterilerin madde döngüsündeki rolünü yerine getirememesi sistemin uzun vadede çökmesine neden olacaktır.

2. (5 Puan)

Sürdürülebilir kalkınma ve ekosistem dengesi

Bir öğrenci, sürdürülebilir kalkınma hedeflerini değerlendirmek için üç farklı bölgenin verilerini inceliyor. Bölge X'te sadece güneş panelleri kullanılarak tüm enerji üretilmesine rağmen tarımda vahşi sulama yapılıyor. Bölge Y'de geri dönüşüm tesisleri tam kapasite çalışarak atık miktarını %80 oranında düşürüyor ve orman kesimi durduruluyor, ancak elektrik kömür santrallerinden sağlanıyor. Bölge Z'de ise damla sulama yapılıyor ve kağıt tüketimi çok düşük; fakat plastik ürünler doğrudan doğaya bırakılıyor. Öğrenci bu verilere dayanarak şu sonucu çıkarıyor: 'Bir bölgede sürdürülebilir kalkınmanın tam anlamıyla sağlanıp ekosistem dengesinin korunabilmesi için hem madde döngülerine hem de enerji kaynaklarına aynı anda müdahale edilmelidir.' Öğrencinin bu değerlendirmesinin temelini hangi gerekçe en doğru şekilde açıklar?

- A) Sürdürülebilir kalkınma, doğal kaynakların bütüncül olarak korunmasını gerektirdiği için herhangi bir alandaki aşırı tahribat genel ekosistem dengesini bozar.
- B) Bölgelerdeki uygulamaların sadece atık azaltımı üzerine odaklanması, ekolojik ayak izini küçültmede enerji tasarrufundan daha etkilidir.
- C) X bölgesindeki vahşi sulama, güneş enerjisinin sağladığı sera gazı düşüşünü engellediği için sürdürülebilir kalkınmayı doğrudan durdurur.
- D) Sadece Y bölgesindeki enerji üretimi iklim değişikliğine yol açacağından, geri dönüşümün ekosisteme olan olumlu etkisi tamamen sıfırlanır.

3. (5 Puan)

Bir araştırmacı, tarım ilacı (DDT) kirliliğine maruz kalan bir göl ekosistemindeki K, L, M ve N canlı türlerini inceliyor. Canlıların dokularındaki DDT birikimi analiz edildiğinde şu sonuçlar elde ediliyor: K canlısında 25 ppm, L canlısında 0.04 ppm, M canlısında 125 ppm, N canlısında ise 2.5 ppm DDT saptanıyor. Ayrıca araştırmacı, bu ekosistemde ortalama sıcaklıkların son 5 yılda 1.2 derece arttığını ölçüyor. Bilim insanı, bu verilere dayanarak şu hipotezi kuruyor: 'Sıcaklık artışının ekosisteme etkisi göz ardı edilirse, N canlısının popülasyonunun hızla artması, L canlısının azalmasına ve K canlısının artmasına neden olacaktır.'

Verilen bulgulara göre, bilim insanının hipotezi ve canlıların ekoloji piramidindeki (I: En alt, II, III ve IV: En üst) konumlandırılması ile ilgili hangi seçenekteki değerlendirme kesinlikle doğrudur?

- A) M canlısı I. basamakta yer alır; biyolojik birikimi en az olan canlı olduğu için besin zincirinin en altındadır.
- B) N canlısı II. basamakta yer almalıdır, çünkü popülasyonundaki artışın III. basamaktaki K'yi artırması ve L'yi azaltması beklenir.
- C) Bilim insanı hipotezinde yanılmıştır; biyolojik birikim verilerine göre M canlısı IV. basamakta, K canlısı ise II. basamakta yer almalıdır.
- D) L canlısı üretici olup I. basamakta yer alır; N canlısının birey sayısındaki azalma doğrudan K canlısını olumsuz etkiler.

4. (5 Puan)

Ekosistemlerde madde döngüsü ve enerji akışı belirli canlı gruplarının ortak çalışmasıyla gerçekleşir.

Bir ekosistemde X ve Y bakteri türleri inceleniyor. X türü, organik atıkları parçalarken hücre dışı enzimlerini kullanarak inorganik mineraller oluşturuyor. Y türü ise ışık enerjisini kullanarak karbondioksit ve suyu besine çeviriyor. Kapalı bir cam fanusa belirli miktarda toprak, su, ışık kaynağı ve ölü bitki kalıntıları konuluyor. Ancak fanusta sadece Y bakterileri bulunuyor ve zamanla sayıları hızla düşüyor. Fanus içine bir süre sonra toprağın nem oranını artırmak için su ilave ediliyor (bu işlemin bakteri sayısına etkisi olmuyor). Fanus ortamı analiz edildiğinde, ölü bitki miktarının sabit kaldığı ve ortamdaki inorganik minerallerin tükendiği gözleniyor. Buna göre, Y bakterilerinin sayısının düşmesinin ve ekosistemin çökmesinin temel nedeni aşağıdakilerden hangisi ile en iyi açıklanır?

- A) Y bakterilerinin ölü bitki kalıntılarını doğrudan besin olarak kullanamaması ve organik atıkların zehirli madde etkisi yaratması.
- B) Tüketici canlıların bulunmaması nedeniyle besin zincirinde enerji akışının Y bakterilerinden ileriye gidememesi.
- C) Işık miktarının ve ortam sıcaklığının Y bakterilerinin üremesi için yetersiz kalması.
- D) Ayrıştırıcı olan X bakterisinin yokluğunda, üretici olan Y bakterisinin ihtiyaç duyduğu inorganik maddelerin toprağa geri kazandırılmaması.

5. (5 Puan)

Bir bilim ekibi, madde döngülerinde yer alan canlıların karşılıklı etkileşimini araştırmak için kontrollü seralarda kapalı ekosistem deneyleri tasarlıyor.

Araştırmacılar, üç farklı izole ekosistemde (K, L, M) ayrıştırıcı popülasyonlarının etkinlik düzeylerini değiştirmişlerdir. K'de ayrıştırıcılar tamamen yok edilmiş, L'de doğal miktarında bırakılmış, M'de ise fotosentetik bakterilerin sayısı iki katına çıkarılırken ayrıştırıcılar yarı yarıya azaltılmıştır (ortam sıcaklığı her üçünde de 25°C'dir). Altı ay sonunda yapılan ölçümlerde K ekosisteminde üretici biyokütlesinin hızla düştüğü gözlemlenmiştir. M ekosisteminde ise başlangıçtaki geçici bir biyokütle artışından sonra, üretici gelişiminin de yavaşladığı tespit edilmiştir. Buna göre, araştırmacıların elde ettiği bu sonuçlardan yola çıkarak ayrıştırıcıların madde döngüsündeki işlevi ve K, M ekosistemlerindeki üretici azalmasının asıl nedeni hakkında hangi sonuca ulaşılması en doğrudur?

- A) Ayrıştırıcılar topraktaki serbest azotu havaya verir; K'de azot fiksasyonu durmuş, M'de ise sıcaklığa bağlı olarak denitrifikasyon hızlanmıştır.
- B) Ayrıştırıcılar güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürür; K'de enerji akışı kesilmiş, M'de ise artan fotosentetik bakteriler enerjiyi tüketmiştir.
- C) Ayrıştırıcılar organik atıkları parçalar; K'de toprak minerallerinin, M'de ise karbondioksit miktarının yetersiz kalması üreticileri olumsuz etkilemiştir.
- D) Ayrıştırıcılar organik maddeleri inorganik maddelere çevirir; K ve M'de organik atık birikimi toprağın mineral döngüsünü aksattığı için üreticiler azalmıştır.

6. (5 Puan)

Doğal ekosistemlerde üreticilerin fotosentezle bağladığı enerji, besin zinciri yoluyla aktarılırken, enerjinin büyük bölümü (%90) organizmaların yaşamsal faaliyetleri sırasında ısı olarak kaybedilir veya ayrıştırıcılara (dışkı, döküntü, ölü doku yoluyla) geçer. Ayrıştırıcılar maddeyi döngüye katarken açığa ısı çıkarırlar.

Bir araştırmacı kurduğu ekosistem modelinde üretici canlılardan başlayarak üç basamaklı bir besin zinciri (Üretici -> Otçul -> Etçil) oluşturuyor. Üreticilerin yıllık 100.000 kJ enerji bağladığını ölçüyor. Aynı ekosisteme, zincirin farklı basamaklarında beslenen ve sadece yaşamsal faaliyetleriyle ilgilenen ayrıştırıcıları da ekliyor. Daha sonra araştırmacı, etçil canlının vücudunda biriken biyokütle enerjisinin beklenenden (%1 kuralına göre hesaplanan 1.000 kJ yerine) çok daha az olduğunu, ancak ayrıştırıcı faaliyetinin beklenenden fazla ısı açığa çıkardığını not ediyor. Bu durumun nedenini açıklamak için öne sürülen aşağıdaki argümanlardan hangisi hem veriyle uyumlu hem de besin zincirindeki enerji akışı prensiplerine (yüzde on kuralı) uygun bir analizdir?

- A) Üreticilerden otçullara ve oradan etçillere enerji aktarılırken her basamakta sadece %10 enerji aktarılır; bu nedenle etçillere teorik olarak 1.000 kJ ulaşmalıydı. Ancak ayrıştırıcılar güneş enerjisinin büyük kısmını baştan tükettiği için aktarım bozulmuştur.
- B) Besin zincirinde üst basamaklara çıkıldıkça enerji miktarı artar, bu nedenle etçillere daha fazla enerji ulaşması gerekirken ayrıştırıcılar enerjiyi geri kazanarak tekrar üreticilere vermiştir.
- C) Her aktarımda enerjinin %90'ı ısı ve metabolik faaliyetlere harcanır; etçillere ulaşması beklenen enerji 1.000 kJ'dir, ancak otçulların ve üreticilerin döküntüleri (yaprak, dışkı vb.) doğrudan ayrıştırıcılara geçtiği için etçile aktarılan net enerji daha düşük hesaplanmış ve ayrıştırıcı faaliyetleri artmıştır.
- D) Ayrıştırıcılar sadece otçul ve etçillerden gelen enerjiyi aldıkları için etçillere ulaşan enerji azalmıştır.

7. (5 Puan)

Sürdürülebilir kalkınma, doğal kaynakların tüketim hızının doğanın kendini yenileme kapasitesini aşmamasını, böylece ekonomik büyümenin çevresel yıkıma yol açmadan devam etmesini ifade eder.

Aşağıdaki tabloda, endüstriyel üretimleri ve nüfusları birbirine eşit olan K ve L ülkelerinin kaynak kullanımı ve atık yönetimi raporu verilmiştir:

Veri (Yıllık)	K Ülkesi	L Ülkesi
Tüketilen Toplam Su (Milyar m ³)	5,2	18,4
Üretilen Katı Atık Miktarı (Milyon Ton)	40	45
Geri Dönüşüme Gönderilen Atık Oranı (%)	80	15
Yeniden Kullanılan Endüstriyel Su Oranı (%)	75	5
Kişi Başına Düşen Milli Gelir (\$)	28000	29500

Bir çevre mühendisi bu tabloyu inceleyerek şu yorumu yapıyor: 'L ülkesinin kişi başına düşen milli geliri biraz daha yüksek olmasına rağmen, sürdürülebilir kalkınma modeli açısından K ülkesi çok daha başarılıdır ve L ülkesinin bu politikaları gelecekte kendi ekonomisine de zarar verecektir.'

Buna göre, çevre mühendisinin ulaştığı bu çıkarımı doğrulayan temel argüman aşağıdakilerden hangisi olamaz?

- A) K ülkesindeki toplam atık miktarının az olması ve geri dönüşüm oranının yüksekliği, ekolojik ayak izinin doğrudan ve tamamen sıfırlanmasını sağlamıştır.
- B) K ülkesinin suyun yeniden kullanım oranı ve katı atık geri dönüşüm yüzdesi yüksek olduğundan, doğadaki biyolojik birikim L ülkesine göre daha yavaş gerçekleşir.
- C) L ülkesindeki düşük su geri kazanım oranı, yakın gelecekte yaşanabilecek kuraklık senaryolarında üretim sürekliliğini tehdit edecektir.
- D) L ülkesinin ham maddeyi sürekli doğadan temin etmek zorunda kalması, üretim maliyetlerinin ileride katlanarak artmasına yol açacaktır.

8. (5 Puan)

Bir adadaki kapalı bir ekosistemde yaşayan K, L, M ve N canlı türlerinin belirli özellikleri uzun yıllar süren bir araştırma sonucunda aşağıdaki gibi tespit edilmiştir:

- K türünde dokularda biriken zehirli madde oranı, N türünden fazla ancak M türünden azdır.
- Adadaki toplam biyokütlesi en fazla olan tür L'dir ve üreme hızları oldukça yüksektir.
- M türünün popülasyon yoğunluğu çok düşüktür; M türünün yok olması durumunda K türünün popülasyonunda ani bir artış, ardından besin kıtlığı gözlemlenmiştir.
- Ek olarak bölgenin yıllık sıcaklık ortalaması 22°C, yıllık yağış miktarı 1200 mm'dir (bu durum türlerin kış uykusuna yatmadığını gösterir).

Ekosistem dengesinde yer alan bu türler tek bir besin zinciri oluşturmaktadır.

Öğrencilerden biri bu ekosisteme ağır metaller karıştığında M türündeki bireylerin kitlesel olarak öleceğini, çünkü enerji ihtiyacı için çok fazla tüketim yaptıklarını iddia etmiştir. Diğer bir öğrenci ise N türündeki genetik bir mutasyonun en hızlı L türünün sayısını artıracaklarını savunmuştur. Tablodaki veriler ve öğrencilerin iddiaları birlikte değerlendirildiğinde, bu ekosistemdeki besin ağı ilişkileri ve zehirli madde birikimi hakkında aşağıdaki çıkarımlardan hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) L, enerji akışının ilk basamağındadır ve ağır metallerin besin zincirine giriş yaptığı ana kaynaktır; bu nedenle zincirin son halkası M'dir.
- B) K canlısı üretici konumunda olup, fotosentez ile bağladığı enerjinin çok küçük bir kısmı M'ye ulaşır; bu da M'de biyolojik birikimin az olmasına yol açar.
- C) M canlısı, besin piramidinin en üstündedir çünkü birey sayısının azlığı enerjiyi en verimli şekilde kullandığını gösterir, ağır metal birikimi L'de daha yıkıcıdır.
- D) N canlısı etçil olup L canlısı ile beslenmektedir; N'nin sayısındaki azalma M türünde biyolojik birikimi doğrudan durdurur.

9. (5 Puan)

Bir biyoloji laboratuvarında kapalı bir ekosistem inceleniyor. Başlangıçta sistemde sadece fotosentez yapan X bitkisi, X ile beslenen L böceği ve ölü organik atıkları parçalayan Z mantar türü bulunmaktadır. Sonradan sisteme L böceği ile beslenen M örümceği ekleniyor. Laboratuvar ortamı sabit 25°C sıcaklıkta tutulmaktadır ve günlük ışık süresi 12 saattir. Bir grup araştırmacı, bu sistemdeki değişimleri ve enerji aktarımlarını yorumlamak için çeşitli çıkarımlarda bulunmuştur.

Yapılan çıkarımlardan hangisinin gerekçesinde hata vardır?

- A) Araştırmacı B: T bölgesinden alınan toprak örneklerinde amonyak (NH₃) miktarının sıfıra inmesi durumunda, Z mantar türünün faaliyeti durmuş olabilir, çünkü Z tüm basamaklardan beslenir.
- B) Araştırmacı A: Ekosisteme bir etçil olan N canlısı dahil olursa, kısa vadede X bitkisinin biyokütlesi artar, çünkü M canlısının sayısı azalacağından L canlısı üzerindeki baskı kalkar.
- C) Araştırmacı D: Sisteme sonradan giren ve sadece X bitkisiyle beslenen istilacı bir tür, tüm besin ağının biyokütle piramidini daraltır, çünkü üretici basamağından enerji çalar.
- D) Araştırmacı C: Y ortamındaki besin zincirinde son tüketiciye aktarılan zehirli madde miktarı daha azsa, Y'deki zincir K'dakine göre daha az basamak içeriyor olabilir.

10. (5 Puan)

Sürdürülebilir kalkınma; kaynakların verimli kullanımı, atık yönetimi ve ekosistem dengesinin korunmasını birlikte ele alan entegre bir süreçtir. Doğal kaynak tasarrufu tek başına ekonomik ya da verim odaklı olduğunda ekolojik sürdürülebilirlik sağlanamayabilir.

Biyoçeşitliliğin yüksek olduğu ancak tatlı su kaynaklarının azaldığı bir tarım bölgesinde, çiftçiler birliği iki yeni strateji uygulamıştır:

Strateji A: Sulama suyunun buharlaşmasını azaltmak için bitkilerin çevresi özel bir yalıtım malzemesiyle örtülmüş, artan bütçe ile yüksek verimli genetiği değiştirilmiş tohumlar kullanılmıştır.

Strateji B: Tarlaların belirli bölümlerine yerel ekosisteme ait ve su tutma kapasitesi yüksek doğal çalılıklar ekilmiş, ayrıca atık sular arıtılarak damla sulama sistemiyle sadece ürün köklerine verilmiştir.

Bir araştırmacı, bu iki stratejinin beş yıl sonundaki sonuçlarını incelemiştir. Bölgenin genel sıcaklık ortalaması 2°C artmış olmasına rağmen (bu bilgi stratejilerden bağımsız iklimsel bir veridir), araştırmacı Strateji B'nin uygulandığı tarlalarda yer altı su seviyesinin dengelendiğini ve topraktaki faydalı böcek türlerinde artış olduğunu raporlamıştır.

Araştırmacının ulaştığı sonuca göre, Strateji A'nın sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından 'eksik veya hatalı' bulunmasının TEMEL nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Strateji A'nın yalnızca tarımsal verimliliği artırmaya odaklanıp, doğal madde döngüleri ve ekolojik dengeyi (biyoçeşitliliği) koruyucu entegre bir yaklaşım sunmaması.
- B) Genetiği değiştirilmiş tohumların yer altı su kaynaklarını daha fazla tüketerek tatlı su döngüsünü bozması.
- C) Strateji A'da buharlaşmayı azaltma çabasının, artan genel bölge sıcaklığı nedeniyle etkisiz kalması ve su tasarrufu sağlayamaması.
- D) Strateji A'da kullanılan yalıtım malzemesinin toprak sıcaklığını artırarak yerel biyolojik çeşitliliğe zarar vermiş olması.

11. (5 Puan)

Bir biyolojik gözetim raporunda, göl ekosistemindeki kirliliği önlemek amacıyla dışarıdan müdahale edilmiştir.

Bir araştırmacı, kirlilikten etkilenen göl ekosistemini kurtarmak için biyolojik mücadele deneyi planlar. Göle, su bitkileriyle (K) beslenen ve kirlilikle mücadele eden özel bir balık türü (L) bırakılır. L balıklarını ise etçil bir kuş türü (M) avlamaktadır. Araştırmacı ayrıca göle yapay çözücüler ekleyerek ölü organik maddelerin parçalanma hızını %30 artırır; bu da doğal ayrıştırıcıların (N) üremesini hızlandırır. İlk ayın sonunda M kuşlarının popülasyonu iki katına çıkmış, fakat göldeki oksijen oranı tehlikeli düzeyde düşmüştür. Araştırmacının bir öğrencisi bu durumu şöyle açıklar: 'N canlılarının aşırı artışı organik maddeleri çok hızlı parçalayarak inorganik maddeleri çoğalttı. M kuşlarındaki ani artışın sebebi ise L popülasyonundan gelen enerji miktarının %10 kuralını aşıp %50'ye ulaşmasıdır.' Öğrencinin bu değerlendirmesindeki temel mantık hatası aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Besin zincirinde üst basamaklara doğru enerji aktarım veriminin artabileceğini iddia etmesi.
- B) M kuşlarının sayısındaki artışın, K bitkilerinin miktarını doğrudan artıracağını varsayması.
- C) Ayrıştırıcıların üremesiyle oksijen seviyesi arasında hatalı bir bağlantı kurması.
- D) İnorganik maddelerin çoğalmasının su bitkilerine zarar verdiğini düşünmesi.

12. (5 Puan)

Sürdürülebilir kalkınma, çevre, ekonomi ve toplum arasında bir denge kurarak gelecek nesillerin kaynaklarını tüketmeden bugünün ihtiyaçlarını karşılamaktır. Sadece ekonomik getiri veya sadece yenilenebilir enerji kullanmak tek başına sürdürülebilirlik için yeterli değildir; ekolojik tahribatın da önlenmesi gerekir.

Bir belediye, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda üç farklı projeyi değerlendirmektedir. Proje K: Organik atıklardan biyogaz üreterek belediye otobüslerine yakıt sağlamayı hedeflemektedir; ancak bu sistemin kurulum maliyeti 15 milyon TL'dir ve amortisman süresi 8 yıldır. Proje L: Şehirdeki ormanlık alanı keserek yerine yıllık 50 milyon TL gelir getirecek büyük bir rüzgâr santrali kurmayı planlamaktadır. Proje M: Yağmur sularını ve gri suları arıtarak şehir peyzajında kullanmak üzere altyapı inşa etmeyi öngörmektedir. Belediye meclisinde bir üye, 'Proje L en yüksek ekonomik getiriyi sağladığı için sürdürülebilir kalkınma ilkelerine en uygun projedir' yorumunu yapmıştır. Bu yorumun değerlendirmesi ve sürdürülebilir kalkınma açısından projelerin durumu ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Üyenin yorumu kısmen doğrudur; ekonomik getiri önemlidir ancak yenilenebilir enerji kaynağı kullanıldığı için Proje L çevreye zarar vermez.
- B) Üyenin yorumu yanlıştır; sürdürülebilir kalkınma için projelerin amortisman süresi 5 yıldan kısa olmalıdır, bu nedenle hiçbirisi uygun değildir.
- C) Üyenin yorumu yanlıştır; Proje L biyoçeşitliliğe ve ekolojik dengeye zarar verdiği için sürdürülebilir değildir, sadece Proje K ve M uygulanmalıdır.
- D) Üyenin yorumu doğrudur; ekonomik büyüme sürdürülebilirliğin temel şartıdır, bu yüzden Proje L seçilmelidir.

13. (5 Puan)

Bir adadaki kapalı orman ekosisteminde, toprağa karışan zehirli bir kimyasal sızıntısı sonucu sadece saprofit (ayırıştırıcı) mantarlar ve bakteriler tamamen yok olmuştur. Araştırmacılar 6 ay boyunca şu verileri kaydetmiştir:

- Topraktaki inorganik Mineral M miktarı başlangıçta sabit kalmış, sonra hızla düşmüştür.
- Orman tabanında biriken dökülmüş yaprak ve ölü hayvan kalıntılarının kütlesi (organik atık) sürekli artmıştır.
- Üretici canlıların toplam biyokütlesinde ilk 2 ay değişim olmamış, sonrasında %40'lık bir azalma görülmüştür.
- Bu süreçte adanın yıllık ortalama yağış miktarı normal seviyelerde seyretmiştir.

Bir öğrenci bu durumu inceleyerek şu hipotezi kurar: 'Ayrıştırıcıların yok olması, topraktaki organik madde miktarını artırmıştır. Organik maddeler toprağı zenginleştirdiğinden, üreticilerin azalmasının sebebi ayrıştırıcı eksikliği değil, ortama yayılan zehirli kimyasalın bitkilerin terleme hızını doğrudan düşürmesidir.'

Yukarıdaki veriler ışığında, kurulan hipotezin yanlış olmasının temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- I. Mineral M miktarının sabit kalmasının, azot bağlayıcı bakterilerin etkinliğini artırarak sorunu çözdüğünün düşünülmesi.
- II. Toprakta biriken organik madde miktarının artışının, üretici biyokütlesi için doğrudan bir besin kaynağı olarak yorumlanması.
- III. Ortamdaki su döngüsünün kesintiye uğramasının ayrıştırıcı faaliyetleriyle ilişkilendirilmemesi.

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

14. (5 Puan)

Bir bölgedeki canlıların beslenme ilişkileri ve enerji akışı, biyolojik birikim gibi verilerle incelenebilir.

Kapalı bir yapay ekosistemde yapılan bir deneyde X, Y, Z ve T canlı türlerinin popülasyon yoğunlukları ve dokularında biriken biyolojik birikim miktarları (ppm) bir tablo ile kaydediliyor. Ayrıca ortamın sıcaklığının gün içinde 15°C ile 25°C arasında değiştiği belirtiliyor. Tablodaki verilere göre dokularında en fazla birikim olan canlı türü T, en az olan tür ise X olarak ölçülmüştür. Bu ekosistemde aniden başlayan bir hastalık sonucu Y canlısının sayısı hızla azalıyor ve bir süre sonra Z canlısının sayısında artış, T canlısının sayısında ise azalış gözleniyor. Bu verilere dayanarak oluşturulan enerji piramidi ve ekosistem dinamikleri hakkında aşağıda yapılan çıkarımlardan hangisinin gerekçesi bilimsel olarak hatalıdır?

- A) X canlısı ekosisteme enerji girişini sağlayan temel basamaktır, çünkü biyolojik birikim en az bu canlıda tespit edilmiştir.
- B) T canlısı enerjiden en fazla faydalanan gruptur, çünkü biyolojik birikimin en fazla olduğu üst basamakta yer alması onun daha fazla enerji ürettiğini gösterir.
- C) Y canlısı birinci dereceden tüketicidir, çünkü onun sayısının azalması, avladığı veya rekabet ettiği canlılar üzerindeki baskıyı değiştirmiştir.
- D) Z canlısının artışı, Y canlısının besini olduğu için avcı baskısının kalkmasından kaynaklanmıştır, çünkü Y ve Z doğrudan besin ilişkisi içindedir.

15. (5 Puan)

Bir araştırmacı, hava almayan kapalı fanuslarda iki yapay ekosistem (X ve Y) kuruyor. Her iki fanusa eşit miktarda üretici bitki, otçul böcek, su ve düzenli güneş ışığı sağlıyor (fanuslardaki başlangıç oksijen ve karbondioksit oranları eşittir). X fanusundaki toprak ormandan alındığı haliyle kullanılırken, Y fanusundaki toprak kullanmadan önce yüksek sıcaklıkta tamamen sterilize ediliyor (tüm mikroorganizmalar öldürülüyor). Birkaç ay sonra X fanusunda yaşam döngüsü sorunsuz devam ederken, Y fanusunda ölü bitki ve böcek kalıntıları hızla birikiyor, topraktaki inorganik tuz ve mineral miktarı sıfıra yaklaşıyor ve canlılık tamamen bitiyor. Bu durumu inceleyen bir asistan, "Y fanusuna en baştan daha fazla otçul böcek ekleseydik dışkı miktarı artar ve bitkiler için gerekli besin sağlanırdı, böylece sistem çökmezdi" çıkarımında bulunuyor.

Asistanın tezindeki kavram yanılığı ve Y fanusunda yaşamın sona ermesinin ardındaki temel neden aşağıdakilerin hangisinde en doğru şekilde ifade edilmiştir?

- A) Tüketici atıklarının üreticiler tarafından doğrudan besin olarak kullanılabilmesi yanılığıdır; temel neden organik kalıntıları inorganik yapı taşlarına parçalayacak ayrıştırıcıların sterilizasyonla yok edilmesidir.
- B) Böceklerin organik atık üretememesi yanılığıdır; temel neden ölü dokulardaki inorganik minerallerin bitkiler tarafından doğrudan emilememesidir.
- C) Otçul sayısının artışının fotosentezi yavaşlatacağı yanılığıdır; temel neden enerji döngüsünün kesintiye uğraması sonucu ayrıştırıcıların yeterli oksijen üretememesidir.
- D) Böceklerin topraktaki serbest azotu hızla tüketmesi yanılığıdır; temel neden havadaki azotu toprağa bağlayacak olan bakterilerin Y fanusunda bulunmamasıdır.

16. (5 Puan)

Ekosistemlerde enerji akışı ve madde döngüleri, canlıların üstlendikleri roller aracılığıyla belirli kurallar çerçevesinde gerçekleşir. Enerji ve madde piramitlerindeki değişimler tüm sistemi etkiler.

Bir öğrenci kurduğu kapalı su ekosisteminde fitoplankton (50.000 kcal), zooplankton, küçük balık ve büyük balıktan oluşan bir besin zinciri oluşturuyor. Ekosistemdeki suyun sıcaklığı 22 derece ve pH değeri 7.4 olarak ölçülüyor. Bir süre sonra sisteme dışarıdan bulaşan bir virüs sadece ekosistemdeki tüm ayrıştırıcı bakterileri yok ediyor. Öğrenci bu durum üzerine şu hipotezi kuruyor: 'Ayrıştırıcıların yok olması, piramitte onların harcayacağı enerjinin üst basamaklara kalmasını sağlar, böylece enerji döngüsü hızlanarak büyük balıklara ulaşan enerji miktarı 50 kcal'in üzerine çıkar.' Öğrencinin bu çıkarımındaki temel bilimsel hata aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Enerji aktarımı sırasında her basamakta enerjinin %90'ı ısı olarak kaybedildiği için, ayrıştırıcıların ortamdan çekilmesi enerji kaybını engeller ve hipotez aslında tümüyle doğrudur.
- B) Ayrıştırıcılar her zaman besin piramidinin sadece en üst basamağında yer aldığı için, onların yokluğunda sistemdeki zehirli madde birikimi doğrudan üreticilere geçer.
- C) Enerji ekosistemde döngüye girmez, tek yönlü akar; ayrıştırıcıların asıl görevi inorganik madde döngüsünü sağlamaktır ve yokluklarında üreticiler madde bulamayacağı için sistem çöker.
- D) Hastalık sadece ayrıştırıcıları etkilediği için fitoplanktonların fotosentez hızı artar, ancak %10 kuralına göre büyük balıklara aktarılan enerji her zaman tam olarak 5.000 kcal olmak zorundadır.

17. (5 Puan)

Bir araştırmacı, tamamen hava sızdırmaz cam bir fanusun içine 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık periyodu uygulanan bir yapay ekosistem kurmuştur. Fanusun içine 'tamamen sterilize edilmiş (tüm mikroorganizmalardan arındırılmış) toprak', bir miktar can suyu, yeşil bir bitki ve otçul bir ekirge konulmuştur. Fanusta karbon, su ve azot dlerinin gerçekleşmesi beklenmektedir. Ancak yaklaşık üç hafta sonra ortamdaki karbondioksit oranının gündüzleri sıfıra yaklaştığı, bitki yapraklarının sarardığı ve ardından çekirgenin öldüğü gözlemlenmiştir.

Deneyi yapan ğrenci, çekirgenin ölmesini 'ortamdaki oksijenin hızla tükenmesine' bağlamış ve kaba dışarıdan düzenli oksijen gazı verilmesi durumunda sistemin yıllarca kendi kendine yetebileceğini iddia etmiştir. Öğrencinin bu varsayımındaki temel hata ve kapalı ekosistemin çökmesine neden olan asıl eksiklik aşağıdakilerin hangisinde doğru açıklanmıştır?

- A) Toprakta azot bağlayıcı bakterilerin olmaması havadaki serbest azotun bağlanması durdurmuştur; sistemin çökmesinin nedeni fotosentezin değil, solunumun durmasıdır.
- B) Kapalı sistemde fotosentez hızı hücresel solunum hızından yüksek olduğu için ortamdaki su buharı hızla tükenmiştir; oksijen yerine ortama sürekli su ve inorganik tuz ilave edilmelidir.
- C) ekirge sayısının yetersiz olması bitkinin ürettiği tüm besinin tüketilmesini engellemiş ve organik madde birikimine yol açmıştır; ortama daha fazla tüketicisi eklenmesi dengeyi sağladı.
- D) Ekosistemde ayrıştırıcı (saprofit) canlının bulunmaması, organik atıkların bitkinin kullanabileceği minerallere ve fotosentez için gereken karbondioksit dönüşümünü engellemiştir; sadece oksijen eklemek madde döngüsünü sağlamaz.

18. (5 Puan)

Bir ğrenci, tamamen kapalı ve hava almayan şeffaf bir cam fanus içine nemli toprak, birkaç küçük bitki ve birkaç otçul böcek koyarak bir teraryum hazırlamıştır. Kurulum sırasında toprağa dışarıdan hiçbir mineral gübresi veya kompost eklememiş, sadece düzenli ışık ve sıcaklık sağlamıştır. İki ay boyunca fanusun kapağı hiç açılmamıştır. İlk ay her şey normal görünürken, ikinci ayda böcek dışkılar ve dökülen yaprakların biriktiği ancak toprağa karışmadığı gözlemlenmiştir. Bitkiler fotosentez için ışık ve su (terlemeyle geri dönen) bulmalarına rağmen zamanla sararmış ve ölmeye başlamıştır.

Ahmet'in hazırladığı kapalı teraryumda ilk başta canlılar sağlıklı büyümüş ancak ikinci ayın sonunda üretici canlının yapraklarının sarardığı ve ekosistemin çöktüğü grlmştir. Ahmet durumu kurtarmak için ortama ışık ve su takviyesi yapsa da çöküş engellenememiştir. Bu durumun asıl nedeni ve olası sonuçlarıyla ilgili aşağıdaki yorumlardan hangisi doğrudur?

- A) Su ve ışık miktarının yetersiz kalması fotosentezi durdurmuştur, asıl sorun enerji akışının baştan kesilmesidir.
- B) Ortamda l atıkların artması sadece fiziksel bir sorun yaratmış, topraktaki inorganik minerallerin bitkiler tarafından alınmasına bir engel oluşturmamıştır.
- C) Birincil tüketicilerin artması üreticileri tketererek yok etmiştir, madde döngüsünden ziyade besin zinciri dengesi bozulmuştur.
- D) Ekosistemdeki inorganik madde döngüsü, ayrıştırıcıların eksikliği veya yetersizliği nedeniyle durmuş ve topraktaki mineral tükenmiştir.

19. (5 Puan)

Bir biyolog, karasal bir ekosistemde kirliliğin izlenmesi amacıyla geniş çaplı bir deney tasarlıyor. Araştırma sahasında yulaf, otobur böcekler, küçük ötücü kuşlar ve yılanlardan oluşan bir besin zinciri bulunmaktadır. Ayrıca bölgedeki toprağa, sadece üreticilerin kökleri tarafından emilebilen zehirli bir ağır metal düşük dozda (10 ppm) eklenmiştir. Yıl sonunda sıcaklık ve yağışın normalin üzerinde gerçekleşmesi nedeniyle yulaf üretiminde %40 artış kaydedilmiştir. Bölgedeki yırtıcı kuş göçlerinin bu sene erken başladığı ve yılan popülasyonu üzerinde baskı kurmadığı da raporlanmıştır.

Yapılan bir hatayı inceleyerek, bu araştırma sahasındaki canlıların biyokütle piramidinde aşağıdan yukarıya doğru hangi değişimin gerçekleşmesi BEKLENMEZ?

- A) Ayrıştırıcıların tüm beslenme basamaklarından enerji akışı sağlamaya devam etmesi
- B) Ekosistemdeki zehirli maddenin, yılanlarda kuşlara oranla daha fazla birikmesi
- C) Otobur böceklerin sayısındaki hızlı artışın, kuş popülasyonunu olumlu etkilemesi
- D) Bitkilerdeki artışın, en üst basamaktaki canlıya ulaşan enerjiyi doğrudan ve eksiksiz ulaştırması

20. (5 Puan)

Bir ekosistemde besin zinciri ve enerji akışı, hem canlıların birbirleriyle olan etkileşimleri hem de madde döngüleri ile ayrılmaz bir bütündür. Bu süreçte bazı maddelerin dokularda birikimi basamaklar arası farklılık gösterir.

Bir araştırmacı, kirlilikten arındırılmış kapalı bir tatlı su ekosisteminde besin ağı üzerindeki etkileri incelemek için bir deney tasarlıyor. Sisteme bir miktar radyoaktif karbon (^{14}C) izotopu ile işaretlenmiş karbondioksit veriliyor ve sistem güneş ışığı alan bir ortama bırakılıyor. Ayrıca, ekosisteme sonradan sistemin sıcaklığını sabit tutmak için eklenen termostat cihazının yaydığı zayıf manyetik alanın türlerin üremesine etki etmediği raporlanıyor. 1 ay sonra yapılan ölçümlerde, SX türünde radyasyon yoğunluğu en az iken, toplam biyokütlesi en fazla olan tür olduğu; SY türünün sadece SZ türü ile beslendiği ve dokularındaki toksik madde birikim oranının SX türüne göre daha yüksek olduğu; SW türünün ise sistemdeki tüm ölü organizmalar üzerinde faaliyet gösterdiği saptanıyor. Buna göre, SY türünün sayısındaki ani bir azalışın ve sistemdeki enerji akışının durumu ile ilgili aşağıdaki öğrenci yorumlarından hangisi hem bilimsel olarak doğru hem de mantıksal gerekçelendirmesi eksiksizdir?

- A) Y türünün azalması Z türü üzerindeki avlanma baskısını azaltır, bu da Z türünün çoğalarak üretici olan X türünü hızla tüketmesine yol açabilir. Ekosistemde enerji akışı tek yönlüdür ve her basamakta azalarak ilerler, biyolojik birikim ise Y'de X'ten fazladır.
- B) X türü en yüksek biyokütleyle sahip olduğu için son tüketicidir. Y'nin azalması Z'nin rekabet gücünü artırır ve enerjinin %10'luk aktarım kuralı nedeniyle Y'nin aldığı enerji doğrudan X'e geçer.
- C) X türü üreticidir çünkü en az radyasyona sahiptir, bu nedenle güneşten aldığı enerjinin %10'unu Y'ye aktarır. Y'nin azalması W'nin sadece X ve Z'den enerji almasına neden olur.
- D) Y türünün azalması, Z türünün artmasına ve sonuçta X türünün aşırı otlatılmasına neden olur. W türü, her basamakta bulunduğu için toplam aktarılan enerjinin çoğunu bir üst basamağa iletir.

21. (5 Puan)

Bir ekolog, dışa kapalı bir su ekosisteminde yaşayan ve aralarında beslenme ilişkisi bulunan X, Y, Z ve W türleri üzerinde araştırma yapmıştır. Araştırma sonucunda türlerin toplam biyokütleleri, dokularındaki ortalama ağır metal konsantrasyonları ve ortalama yaşam süreleri ölçülerek aşağıdaki tablo oluşturulmuştur.

Tür | Toplam Biyokütle (kg) | Ağır Metal Oranı (ppm) | Ort. Yaşam Süresi (Yıl)

X | 12.000 | 0.02 | 1

Y | 12 | 18.50 | 9

Z | 1.200 | 0.35 | 3

W | 120 | 2.10 | 6

(Not: Ağır metallerin ortamdan atılamadığı ve sadece beslenme yoluyla aktarıldığı kabul edilmektedir.)

Tablodaki verilere dayanarak oluşturulacak besin piramidi ve olası ekolojik değişimlerle ilgili aşağıdaki çıkarımlardan hangisi bilimsel olarak doğrudur?

- A) Besin zinciri $X \rightarrow Z \rightarrow W \rightarrow Y$ şeklinde sıralanır ve bu zincirde yukarı doğru gidildikçe aktarılan enerji miktarı artarken, birey sayısı sürekli azalır.
- B) Enerji akış yönü $Y \rightarrow W \rightarrow Z \rightarrow X$ şeklindedir; çünkü ortalama yaşam süresi uzun olan canlılar piramidin tabanında yer alarak daha fazla güneş enerjisi depolar.
- C) Ortama yalnızca X ile beslenen istilacı ve rekabetçi yeni bir türün hızla çoğalması durumunda, biyolojik birikimin en yüksek olduğu Y türünün popülasyonu olumsuz etkilenir.
- D) Z türü besin zincirinde 2. dereceden tüketici konumundadır; dokularındaki toksik madde oranının W türünden düşük olmasının tek nedeni yaşam süresinin kısa olmasıdır.

22. (5 Puan)

Bir araştırmacı, kapalı ve şeffaf bir cam fanus içine önceden sterilize edilmiş (tüm mikroorganizmalardan tamamen arındırılmış) toprak, su ve bir saksı bitkisi koyarak tam kapalı bir ekosistem modeli oluşturuyor. Fanus günde 12 saat optimum ışık almaktadır ve iç sıcaklık 25 derece olarak sabit tutulmaktadır. İlk birkaç hafta bitki hızla büyür, ancak daha sonra dökülen yapraklar toprak yüzeyinde çürümeden birikmeye başlar ve bitkinin gelişimi durarak yaprakları sararır. Araştırmacı, 'Fanus tamamen kapalı olduğu için içerideki karbondioksit bitki tarafından tüketildi ve fotosentez durdu. Sistemi kurtarmak için dışarıdan karbondioksit pompalamalıyım.' çıkarımını yapıyor.

Araştırmacının bu çıkarımındaki temel hata ve sistemin çökmesinin asıl nedeni aşağıdakilerden hangisinde doğru analiz edilmiştir?

- A) Çıkarım hatalıdır; sorun gaz miktarında değil, kapalı sistemde bitkinin terleme ile kaybettiği suyun atmosferde asılı kalarak toprağa geri dönememesidir.
- B) Çıkarım hatalıdır; asıl sorun steril toprakta ayrıştırıcıların bulunmaması nedeniyle biriken organik atıkların inorganik minerallere dönüşmemesi ve madde döngüsünün kilitlenmesidir.
- C) Çıkarım hatalıdır; sistemin çökmesinin nedeni cam fanusun güneş ışığının kırılma açısını değiştirerek enerji akışını yavaşlatması ve besin üretimini durdurmasıdır.
- D) Çıkarım doğrudur; kapalı sistemlerde üreticiler daima ortamdaki karbondioksiti tamamen tükettiği için dışarıdan düzenli gaz takviyesi yapmak zorunludur.

23. (5 Puan)

Bir araştırmacı, hava sızdırmaz cam bir fanus içinde ışık alan, nemi sabit tutulan ve içinde üretici bitkiler, tüketici canlılar (otçul ve etçil böcekler) ile topraktaki ayrıştırıcı mantar ve bakterilerden oluşan kapalı bir ekosistem kuruyor. 1. ayın sonunda sistem dengedeysen, ekosisteme sadece ayrıştırıcı mikroorganizmaları hedef alıp yok eden özel bir ilaç enjekte ediliyor (bitkiler ve böcekler bu ilaçtan etkilenmiyor). Ortamdaki etçil böcek sayısının deney başından beri yavaşça azaldığı da kayıtlara geçiyor. İlacın enjektesinden 3 hafta sonra, fanustaki nem ve ışık şartları tamamen aynı kalmasına rağmen üretici bitkilerin sarardığı, yeni yaprak veremediği ve zamanla öldüğü gözlemleniyor.

Bir öğrenci, ışık ve su yeterli olmasına rağmen 1. aydan sonra bitkilerin neden öldüğünü açıklamak için çeşitli değerlendirmeler yapmıştır. Madde ve enerji döngüleri dikkate alındığında, öğrencinin yaptığı aşağıdaki açıklamalardan hangisi ekosistemin çöküşünün temel nedenini doğru tespit etmiştir?

- A) Organik atıkların içindeki kimyasal enerjinin, ayrıştırıcılar tarafından doğrudan üreticilerin kullanımına sunulamaması sonucu fotosentezin enerji yetersizliğinden durması.
- B) Etçil böceklerin sayısındaki düşüşün, otçul böceklerde aşırı artışa neden olarak bitkilerin yenilenme hızından daha hızlı tüketilmesine yol açması.
- C) Ölü dokulardaki ve atıklardaki organik yapıların, bitkilerin kullanabileceği inorganik minerallere dönüştürülemeyip toprakta birikmesi ve toprağın fakirleşmesi.
- D) Tüketici böceklerin solunum hızının düşmesiyle ortama verilen karbondioksit miktarının azalması ve üreticilerin besin üretebilmek için ihtiyaç duyduğu gazı bulamaması.

24. (5 Puan)

Bir ekosistemde araştırma yapan bir öğrenci, P, R, S, Ş ve T popülasyonları ile ilgili aşağıdaki verileri toplamıştır:

1. S popülasyonundaki bireylerin toplam biyokütlesinin, diğer tüm popülasyonların toplamından daha fazla olduğu ölçülmüştür.
2. Ekosisteme karışan ağır metallerin dokulardaki birikim oranları incelendiğinde P türünün, R türüne göre daha yüksek oranda toksin taşıdığı tespit edilmiştir.
3. Ş türündeki bireylerde meydana gelen salgın bir hastalık sonucu Ş popülasyonu hızla küçülmüş, bu durum R popülasyonunda ani bir besin kıtlığına, S popülasyonunda ise patlamaya yol açmıştır.
4. R türünün ortalama vücut kütlesi (kg), P türünden daha büyüktür.
5. T popülasyonu, her trofik düzeydeki hücre dışı sindirim faaliyetleri sonucu oluşan amonyağı doğaya geri kazandırmaktadır.

Öğrenci bu verileri kullanarak canlıları bir enerji piramidine yerleştirecektir.

Buna göre öğrencinin oluşturduğu ekoloji piramidinde aşağıdan yukarıya doğru canlıların dizilimi hangi seçenekteki gibi olmalıdır?

- A) S - R - Ş - P
- B) T - S - Ş - R
- C) S - Ş - P - R
- D) S - Ş - R - P

25. (5 Puan)

Bir biyolog, endüstriyel atıkların karıştığı kapalı bir göl ekosistemindeki besin zincirini incelemektedir. Araştırmacı, suda çözünmeyen ve canlı dokularında biriken zehirli 'M-Tox' kimyasalının dört farklı canlı türündeki (K, L, M, N) derişimlerini ölçmüş ve şu sonuçları kaydetmiştir:

- K türü: 0.05 ppm
- L türü: 18.4 ppm
- M türü: 3.2 ppm
- N türü: 0.4 ppm

Ayrıca göl suyunun ortalama sıcaklığının 15°C olduğu ve ekosistemde bulunan S türü bir mikroskopik canlının, K, L, M ve N'nin bulunduğu her derinlikte yaşayabildiği ve organik kalıntılarla beslendiği gözlemlenmiştir. Araştırmacı, göldeki avlanma yasaklarına rağmen L türünün sayısının hızla azaldığını raporlamıştır.

Verilen bu verilere ve araştırmacının notlarına göre, aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi yanlıştır?

- A) Ekosistemdeki canlıların biyokütleleri arasındaki ilişki $K > N > M > L$ şeklinde sıralanır ve enerji akışı bu yönde gerçekleşir.
- B) L türünün birey sayısındaki azalma, zincirleme bir etkiyle doğrudan M türünün artmasına ve dolaylı olarak N türünün azalmasına neden olur.
- C) L türünün dokularında en yüksek toksik maddenin ölçülmesi, piramidin tepe noktasında yer almasından ve her basamaktaki enerjinin büyük bir kısmını almasından kaynaklanır.
- D) S türü, ekosistemdeki madde döngüsünün devamlılığını sağlayarak K türünün fotosentez için ihtiyaç duyduğu inorganik maddeleri üretir.

26. (5 Puan)

Kapalı ve şeffaf bir fanusta K, L, M ve N canlı türlerinden oluşan izole bir besin zinciri incelenmektedir. Ortam sıcaklığı sabit 25°C olup, fanusa dışarıdan sadece Güneş ışığı girmektedir. Araştırmacılar, bu canlı türlerinin yaşamsal faaliyetleri (solunum, hareket vb.) sırasında her bir beslenme basamağında çevreye yaydıkları ve sistemden çıkan ısı enerjisi miktarlarını şu şekilde ölçmüştür:

- K türü: 90 J
- L türü: 900 J
- M türü: 9 J
- N türü: 9000 J

Bir öğrenci bu verileri inceleyerek raporunda şu ifadeler yer vermiştir: *"Eğer bu ekosisteme çözünmeyen zehirli bir kimyasal madde karışırsa, biyolojik birikimin (zehir miktarının) en fazla N türünde olması beklenir. Çünkü N türü piramidin tabanında en yüksek toplam enerjiye sahiptir ve enerjinin harcanan bu kısmı, sistemdeki ayrıştırıcılar tarafından sürekli tekrar döngüye katıldığında yine N türüne geri dönecektir."*

Öğrencinin bu hipotezindeki temel bilimsel hatalar hangi seçenekte en doğru şekilde tespit edilmiştir?

- A) Çevreye en az ısı yayan M türü üretici olduğu için enerjinin başlangıç noktasıdır, bu yüzden zehirli madde en çok N türünde birikir; ancak öğrencinin ayrıştırıcıların enerjiyi tekrar üreticilere sunduğu varsayımı doğrudur.
- B) N türü üretici olduğu için zehir birikiminin en az olduğu canlıdır, fakat öğrenci ısı kaybı ile depolanan enerjiyi karıştırdığı için enerjinin döngüsel olduğunu ve ayrıştırıcıların ısıyı geri kazandığını düşünmekte haklıdır.
- C) Isı kaybı en yüksek olan canlılar besin zincirinin her zaman en üstünde yer alır, bu nedenle N türü son tüketicidir ve zehir birikim tahmini doğrudur; öğrencinin tek hatası ayrıştırıcıların madde yerine sadece enerjiyi döngüye kattığını sanmasıdır.
- D) Zehirli madde birikimi enerji kaybının en yüksek olduğu üreticide (N) değil, en düşük olduğu son tüketicide (M) zirveye ulaşır; ayrıca ayrıştırıcılar maddeleri döngüye katsa da enerjiyi asla sisteme geri kazandıramaz, enerji akışı tek yönlüdür.

27. (5 Puan)

Bir göl ekosistemindeki dört farklı canlı türünün (K, L, M, N) dokularında biriken kimyasal tarım ilacı (DDT) konsantrasyonları ölçülmüştür. Bu değerler; K canlısında 12,5 ppm, L canlısında 0,04 ppm, M canlısında 2,8 ppm ve N canlısında 0,5 ppm olarak bulunmuştur. Ayrıca bu canlıların ortalama yaşam sürelerinin $K > M > N > L$ şeklinde sıralandığı kaydedilmiştir. Verileri inceleyen bir öğrenci, canlıları bir ekoloji piramidine yerleştirdikten sonra şu bilimsel çıkarımı yapmıştır: "Dokularındaki zehir miktarı en fazla olan K canlısı, besin zincirinin en üst basamağında yer alan son tüketicidir. Hayatta kalmak için daha alt basamaklardaki canlıları çok sayıda tüketmesi gerektiğinden, L canlısının sisteme kattığı biyolojik enerjiden toplamda en fazla miktarda faydalanan tür K'dir."

Öğrencinin bu çıkarımındaki kavram yanlışlığı aşağıdakilerden hangisinde doğru ifade edilmiştir?

- A) Kimyasal madde birikiminin sadece beslenme yoluyla değil, uzun yaşam süresi boyunca doğrudan çevreden de emilebileceğini atlayarak aktarılan enerji ile zehir miktarını karıştırmaması.
- B) Besin zincirinde tepe noktada yer alan etçil canlıların, artan enerji ihtiyaçlarını karşılamak adına piramidin tabanındaki üreticilerle doğrudan da beslenebildiğini göz ardı etmesi.
- C) Ortalama yaşam süresi en uzun olan K canlısının aynı zamanda biyolojik birikiminin de yüksek olmasını, alt basamaklara göre birey sayısının daha fazla olmasıyla hatalı şekilde ilişkilendirmesi.
- D) Piramitte üst basamaklara çıkıldıkça biyolojik birikim artarken, enerjinin büyük kısmı her basamakta kaybedildiği için en üst basamağa aktarılan toplam enerji miktarının en düşük düzeyde kaldığını dikkate almaması.

28. (5 Puan)

Bir bölgede ekolojik denge incelenirken, canlıların beslenme ilişkileri ve biyolojik birikim seviyeleri belirleniyor.

Bir ekosistemde yapılan araştırmada dört farklı canlı türü (K, L, M, N) tespit ediliyor. K türünün dokularında ölçülen kurşun birikimi L'den fazla, M'den azdır. M türünün midesinden alınan örneklerde K'nın parçalarına, K türünün midesinde ise N'nin parçalarına rastlanıyor. L türünün güneş ışığını doğrudan kullandığı tespit ediliyor. Aynı ekosistemde gerçekleşen bir avlanma yasağı sonrası L ve N'nin birey sayısı artış hızı izleniyor. Buna göre M canlısından N canlısına doğru inildikçe (M'den N'ye gidildikçe) aşağıdaki grafiklerden hangisinin çizilmesi beklenmez?

- A) Toplam biyokütleinin sürekli olarak artması.
- B) Aktarılan enerji miktarının giderek artması.
- C) Birey başına düşen vücut büyüklüğünün sürekli küçülmesi.
- D) Dokulardaki zehirli madde oranının giderek azalması.

29. (5 Puan)

Bir tatlı su ekosistemine sızan ağır metallerin besin zincirindeki hareketleri ve enerji akışı üzerindeki etkileri araştırılmaktadır.

Bir öğrenci, sanayi atıklarıyla kirlenmiş kapalı bir tatlı su ekosistemindeki P, R, S ve T canlı türlerini incelemiştir. Yapılan ölçümlerde bu türlerin dokularındaki ortalama ağır metal birikimi (ppm), bir bireyin ortalama kütlesi (kg) ve popülasyonun sahip olduğu toplam enerji (kJ) tespit edilmiştir. Tablo verileri şöyledir: P türü (0.05 ppm, 0.1 kg, 1000000 kJ) -- R türü (12.0 ppm, 2.5 kg, 10000 kJ) -- S türü (1.5 ppm, 0.05 kg, 100000 kJ) -- T türü (85.0 ppm, 15 kg, 1000 kJ). Öğrenci bu ekosistemde sadece bu canlılardan oluşan bir besin zinciri modellemek istemektedir. Öğrencinin bu verileri kullanarak ulaştığı aşağıdaki sonuçlardan hangisi ekoloji piramitleri ve enerji akışı kurallarına göre yanlıştır?

- A) Zehirli madde birikim oranının en yüksek olduğu T canlısı piramidin en üst basamağında yer almakta olup, bu ekosistemde destekleyebildiği toplam popülasyon enerjisi diğer türlere kıyasla en azdır.
- B) R türünün ortamdaki tamamen yok olması durumunda av-avcı dengesi bozulacak, kısa vadede S türünün sayısında azalma ve buna bağlı olarak P türünün toplam biyokütlesinde artış gözlemlenecektir.
- C) Besin piramidinin her bir basamağında enerjinin yaklaşık yüzde onu bir üst trofik düzeye aktarılmış, geri kalan büyük kısım ise ısı kaybı ve yaşamsal faaliyetler sonucu kullanılamaz hale gelmiştir.
- D) Canlıların bireysel vücut kütleleri besin zincirindeki sıralamayı belirlemede tek başına yeterli değildir; örneğin 0.05 kg ortalama kütleyle sahip S türü, kendisinden daha ağır olan P türünü tüketerek beslenmektedir.

30. (5 Puan)

Bir ekosistemde enerjinin büyük bir kısmı ısı olarak kaybedilirken, besin piramidinde üst basamaklara çıkıldıkça biyolojik birikim artar.

Bir deniz ekosistemindeki besin zincirini oluşturan beş farklı canlı türünün dokularındaki bir tarım ilacı (DDT) birikim oranları ve aktarılan enerji miktarları incelenmiştir. Araştırma ekibi aşağıdaki tabloyu oluşturmuş ancak bir satırın verilerini eksik kaydetmiştir (X canlısı). Ek olarak, Y canlısının popülasyon yoğunluğunun Z canlısından fazla olduğu bilinmektedir.

Canlı	Tarım İlacı Yoğunluğu (ppm)	Mevcut Toplam Enerji (J)
T	0,04	1.000.000
Y	0,5	100.000
Z	2,0	10.000
X	?	?
V	25,0	100

Bir öğrenci, tablodaki verilere bakarak X canlısının her iki değerini de tahmin etmek için şöyle bir akıl yürütür: 'V canlısına aktarılan enerji 100 J olduğuna göre, %10 yasa gereği X canlısına ait enerji 1.000 J olmalıdır. Biyolojik birikim ise enerjiyle ters orantılı arttığından, X canlısının DDT yoğunluğu 2,0 ppm (Z) ile 25,0 ppm (V) arasında bir değer olmalıdır. Bu yüzden X canlısında DDT birikimi 5,0 ppm olabilir.'

Bu öğrencinin akıl yürütmesindeki aşamalar incelendiğinde aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi en uygundur?

- A) Öğrenci %10 kuralını yanlış uygulamıştır, X canlısının toplam enerjisi 10.000 J olmalıdır.
- B) Öğrencinin enerji ve biyolojik birikim tahmini için kullandığı prensipler doğrudur, X canlısı besin zincirinde Z ve V arasında yer alır.
- C) Öğrenci biyolojik birikim ile enerji aktarımı arasındaki ilişkiyi doğru kurmuş ve hatasız bir sonuca ulaşmıştır.
- D) Öğrencinin enerji tahmini doğru olmakla birlikte, Z ve X aynı trofik düzeyde olduğu için DDT yoğunlukları eşit olmalıdır.

31. (5 Puan)

Bilim insanları, gelecekte uzay kolonilerinde kullanılmak üzere tasarlanan kapalı bir biyosfer modelinde madde döngülerinin sürdürülebilirliğini test etmektedir. Sistemde; üreticiler, çeşitli tüketiciler ve toprak florası bulunmaktadır.

Kapalı bir biyosfer deneyinde (Biyosfer X), yapay ekosistemdeki toprak nem oranı %40'ta sabit tutulmuş, sıcaklık ise 22°C olarak ayarlanmıştır. Araştırmacılar, bitki örtüsünün hızla zayıfladığını ve topraktaki inorganik tuz ile kullanılabilir azot formlarının kritik seviyenin altına düştüğünü tespit etmiştir. Oksijen seviyesi ise başlangıçta %21 iken zamanla hafifçe artmıştır. Analizler sonucunda, ekosistemdeki belirli bir canlı grubunun faaliyetinin tamamen durduğu anlaşılmıştır. Bu bulgular ışığında, ortamda gerçekleşen sorunun kaynağı ve sonuçları ile ilgili aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi yanlıştır?

- A) Ortamda mantar ve çürükçül bakterilerin eksikliği, toprağın verimini düşürerek madde döngülerinde kalıcı hasara yol açmıştır.
- B) Canlı kalıntılarının yapısındaki karbon, karbondioksit olarak atmosfere geri dönmediği için üreticilerin fotosentez hızı zamanla düşer.
- C) Sorun çözülmediği takdirde, bitkilerin biyokütlesindeki azalma nedeniyle birinci dereceden tüketicilerin enerji ihtiyacı karşılanamaz.
- D) Sistemde organik atıkların inorganik maddelere dönüşüm süreci hızlanarak, atmosferdeki serbest azot gazı oranını artırmıştır.

32. (5 Puan)

Bir biyolog, ağır metal kirliliği nedeniyle çürükçül (ayrıştırıcı) bakteri ve mantarların tamamen yok olduğu, ancak azot bağlayıcı bakterilerin (kök nodüllerindekiler hariç serbest yaşayanlar) hayatta kaldığı kapalı bir orman ekosistemi modeli tasarlıyor. Ekosisteme ilk etapta suni bir organik gübre takviyesi yapılmıyor.

Ayrıştırıcıların yok olduğu bu ekosistemle ilgili bir öğrenci şu iddialarda bulunuyor:

- I. Otçul hayvanların sayısının hızla artması nedeniyle, başlangıçta topraktaki organik madde birikimi yavaşlar ancak sonrasında durdurulamaz bir şekilde artar.
- II. Karbon döngüsündeki kırılma nedeniyle atmosferdeki karbondioksit oranı kısa sürede sifıra iner ve bitkiler fotosentez yapamaz hale gelir.
- III. Azot bağlayıcı bakterilerin çalışmaya devam etmesine rağmen, bitkiler topraktan yeterli nitrat tuzlarını alamayacağı için üretici biyokütlesi zamanla çöker.

Öğrencinin ileri sürdüğü bu durumlardan hangilerinin gerçekleşmesi ekosistemdeki enerji ve madde akışı kurallarına göre doğru bir bilimsel çıkarımdır?

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

33. (5 Puan)

Bilim insanları bir tatlı su ekosistemindeki farklı beslenme seviyelerinde (trofik düzeyler) depolanan ve kaybedilen enerji miktarlarını ölçerek aşağıdaki verileri elde etmişlerdir.

Bir öğrenci grubu, farklı bölgelerdeki iki ayrı ekosistem için yıllık enerji akışını gösteren bir model geliştiriyor:

Ekosistem K (Göl): Fitoplankton (300.000 J üretir) → Zooplankton → Küçük Balık → Büyük Balık

Ekosistem L (Orman): Ot (1.000.000 J üretir) → Çekirge → Fare → Yılan → Şahin

Her iki ekosistemde de, bir üst basamağa enerji aktarım veriminin %10 olduğu biliniyor. İlgili bölgelerdeki ortalama su ve toprak sıcaklıkları Ekosistem K'de 15°C, Ekosistem L'de 20°C olarak ölçülmüştür.

Öğrencilerin kurduğu enerji akışı modellerini inceleyen bir araştırmacı, sistemlerin işleyişi hakkında aşağıdaki değerlendirmelerden hangisini yaparsa biyolojik bir hata işlemiş olur?

- A) Sıcaklık farklarına rağmen her iki ekosistemde de bir üst basamağa geçildikçe kaybolan enerjinin oranı sabittir.
- B) Ekosistem L'de biyolojik birikim potansiyeli en yüksek olan canlı türü, aynı zamanda başlangıç enerjisine oranla en az enerjiyi alan canlıdır.
- C) Ekosistem L'de dördüncü trofik düzeydeki canlının depoladığı enerji, Ekosistem K'de dördüncü trofik düzeydeki canlının depoladığından daha fazladır.
- D) Ekosistem K'de büyük balıklara ulaşan enerji miktarı, fitoplanktonların ürettiği enerjinin %0,1'idir.

34. (5 Puan)

Kapalı bir ekosistemde yaşayan V, W, X, Y ve Z türleri ile ilgili şu veriler elde edilmiştir: V türünün kloroplast organeli sayısı ve yüzey alanı çok geniştir. Z, yalnızca V türü ile beslenir. X türü, Z'yi avlarken aynı zamanda Y'nin atıklarını da parçalamaktadır (Y'nin sindirim enzimlerinin yetersiz olduğu bilinmektedir). W türü, yaşam döngüsünü tamamladığında diğer tüm türlerin organik atıklarını inorganik forma çeviren mikroskobik canlılardır. Bir grup araştırmacı, bu türler arasında kurgulanabilecek besin ağlarına dair dört farklı hipotetik model (Model I, II, III ve IV) ve gerekçeler geliştiriyor. Ayrıca ortamda bulunan ve herhangi bir biyolojik fonksiyonu olmayan bir kimyasal boyanın sistemde birikim oranları inceleniyor.

Yapılan modellemede hangi öğrencinin ileri sürdüğü gerekçe ekosistemdeki madde döngüsü ve enerji akışı kurallarına göre bilimsel olarak geçersizdir?

- A) Model I: Z türü otçuldur ve popülasyonu aniden azalırsa, kısa vadede Y'nin gelişimi hızlanır, ancak uzun vadede toprak fakirleşebilir.
- B) Model II: W'nun ortamdaki tamamen çekilmesi, yalnızca X'in popülasyon büyüklüğünü kontrol eden mekanizmaları bozarak üst basamakları çökertir.
- C) Model III: W popülasyonunda görülen biyolojik birikim, V türünden yüksek olmasına rağmen, W'nun besin zincirindeki enerji verimi daha yüksektir.
- D) Model IV: V türünün ortamdaki yoğunluğu fotosentez hızına bağlıdır ve sistemdeki diğer tüm türlerin varlığı dolaylı olarak V'nin faaliyetlerine dayanır.

35. (5 Puan)

Kapalı bir teraryum modelinde sıcaklık artışı sonucu ayrıştırıcıların tamamen yok olduğu bir durum incelenmektedir. Aydınlatma süresi günde 12 saat olarak sabit tutulmuştur.

Bir öğrenci, kapalı bir teraryum tasarlayarak ekosistem dinamiklerini incelemektedir. Teraryumda bitkiler, otçul böcekler ve etçil örümcekler bulunmaktadır. Ayrıca teraryumun aydınlatması 12 saat açık, 12 saat kapalı olacak şekilde programlanmıştır. Bir süre sonra öğrenci teraryumun toprak sıcaklığını artırmak için toprağa yerleştirdiği ısıtıcı kabloyu yanlışlıkla çok yüksek ayarda bırakır ve topraktaki tüm mikroorganizmalar (bakteri ve mantarlar) ölür. Ancak bitkilerin kökleri bu sıcaklık artışından zarar görmez. Bu olaydan 3 ay sonra teraryumda; bitki gelişiminin durduğu, böcek ve örümcek sayısının hızla azaldığı ve toprak yüzeyinde ölü böcek ile dökülmüş yaprakların biriktiği gözlemleniyor. Öğrenci bu durumun nedenlerini araştırırken aşağıdaki çıkarımları yapıyor:

- I. Bitkiler fotosentez için gerekli ışığı yeterince alamadıkları için gelişimleri durmuştur.
- II. Ayrıştırıcı canlılar öldüğü için topraktaki inorganik madde (mineral) döngüsü durmuş, bitkiler besin üretmez hale gelmiştir.
- III. Ekosistemde enerji akışı tersine döndüğü için tüketiciler hızla azalmıştır.

Bu öğrencinin gözlemleri ve çıkarımları değerlendirildiğinde, ekosistemin çökmesinin asıl nedeni ile ilgili hangisi söylenebilir?

- A) Sadece I numaralı çıkarım doğrudur; bitkilerin fotosentez hızı ışık süresine bağlıdır ve ışık yetersizliği ekosistemi çökertmiştir.
- B) II ve III numaralı çıkarımlar doğrudur; ayrıştırıcıların yokluğu hem madde döngüsünü durdurmuş hem de enerji akışının yönünü değiştirmiştir.
- C) Sadece II numaralı çıkarım doğrudur; ayrıştırıcıların yok olması madde döngüsünü durdurmuş, bu da üreticilerden başlayarak tüm besin zincirini etkilemiştir.
- D) I ve II numaralı çıkarımlar doğrudur; hem ışık yetersizliği hem de madde döngüsünün durması bitki gelişimini engellemiştir.

36. (5 Puan)

Besin zincirinde enerji akışı ve madde döngüleri, biyolojik birikim ile birlikte ekosistemin dengesini belirler. Çevre kirliliği gibi etkenler bu dengede çok yönlü değişimlere yol açar.

Kapalı bir göl ekosisteminde yapılan beş yıllık bir çalışmada şu veriler elde edilmiştir: İlk yıl sisteme azotlu gübre karışmasıyla yüzeydeki alg miktarı %400 artmış, gölün alt kısımlarına ışık geçirgenliği %10'a düşmüştür. Üçüncü yılda oksijen seviyesinin kritik eşiğin altına düşmesiyle alglerin %95'i yok olmuş ve dipte organik atık birikimi başlamıştır. Beşinci yılda suda yaşayan otçul balık türleri ve su piresi sayıları %90 oranında azalmıştır. Buna göre, araştırmacıların göl ekosistemiyle ilgili kurduğu aşağıdaki hipotezlerden hangisi sistemin enerji piramidi mantığıyla bağdaşmaz?

- A) Birinci yılda artan algler biyolojik birikimi seyrelttiğinden, etçil balıklardaki toksik madde oranının azalması ekosistemin sağlıklı bir şekilde dengeye ulaşacağını gösterir.
- B) İlk yıl ışık geçirgenliğinin düşmesiyle dipte yaşayan diğer üreticilerin fotosentezi durmuş, alglerin ölümünün ardından ise sistemin enerji kaynağı tamamen kesilmiştir.
- C) Üçüncü yıldan sonra ayrıştırıcı popülasyonu hızla artmasına rağmen, üreticilerin yokluğu nedeniyle sisteme yeni enerji girişi durduğundan sistemde uzun vadeli bir çöküş yaşanmaktadır.
- D) Alglerin başlangıçtaki aşırı artışı, besin zincirinin üst basamaklarına daha fazla enerji aktarılmasını sağladığından otçul balıkların beşinci yıldaki azalmasının sebebi besin eksikliği değil, oksijen yetersizliğidir.

37. (5 Puan)

Bir ekosistemde enerji akışı, güneş enerjisinin kimyasal bağ enerjisine dönüştürülmesiyle başlar ve besin zinciri yoluyla tek yönde ilerler.

Araştırmacılar, canlılar arası enerji transferi oranlarını incelerken genellikle %10 kuralını baz alırlar ve sistemin sürdürülebilirliğinde canlı gruplarının rollerini analiz ederler.

Bir öğrenci X (üretici), Y (otçul), Z (etçil) ve T (mantar) canlılarından oluşan bir ekosistem modeli için hazırladığı raporda aşağıdaki çıkarımları yapmıştır:

- T canlısı, sadece besin zincirinin en üstünde yer alan Z canlısının atıklarını ayrıştırarak sistemdeki madde döngüsünü tamamlar.
- X canlısının bünyesinde depolanan toplam kimyasal enerji 100.000 Joule ise, Z canlısının dokularına doğrudan yaklaşık 10.000 Joule enerji aktarılır.
- Bölgedeki güneş ışığı süresinin iki katına çıkması (diğer şartlar sabitken) sadece X canlısının ürettiği enerjiyi artırır; aktarım oranı sabit kaldığı için Z canlısına ulaşan toplam enerji miktarı değişmez.

Öğrencinin hazırladığı bu rapordaki hataların temel nedeni ve doğrusu aşağıdakilerden hangisinde tam olarak açıklanmıştır?

- A) X'ten Z'ye aktarılan enerjinin 10.000 Joule olduğu doğru bir tespittir ancak T canlısının ekosistemdeki görevi sadece üreticilerden gelen enerjiyi tüketmek olarak düzeltilmelidir.
- B) Işık miktarındaki artışın Z'ye ulaşan enerjiyi etkilemeyeceği çıkarımı doğrudur, çünkü enerjinin %90'ı her aşamada ısı olarak kaybedilir; hata sadece T'nin beslenme türündedir.
- C) Z canlısındaki enerji tahmini hatalıdır (100 Joule olmalıdır); ancak ayrıştırıcıların sadece tepe noktasındaki avcılardan enerji elde ettiği kuralı doğrudur ve rapora uygun yansıtılmıştır.
- D) Enerji piramidinde basamak atlanarak hesap yapılmıştır, Z canlısına 1.000 Joule ulaşır; ayrıca ayrıştırıcılar zincirin sadece en üstündeki değil, tüm basamaklarındaki organik atıkları kullanır.

38. (5 Puan)

İzole bir adadaki ekosistemde şu besin ağı bulunmaktadır: Güneş enerjisini kullanan otları tavşan, çekirge ve fare tüketmektedir. Kurbağalar sadece çekirgelerle beslenir. Yılanlar ise hem kurbağa hem de fareleri yer. Ekosistemin en üstünde bulunan kartallar, yılan ve tavşanları avlar. Ayrıştırıcı mantarlar tüm seviyelerdeki atıkları ayrıştırır. Adaya yıllık ortalama yağış miktarı 600 mm, sıcaklık ortalaması ise 22°C'dir.

Bu adaya sadece böcek öldürücü ilaç (pestisit) uygulandığında, çekirge popülasyonu hızla tükenmiştir. İlacın doğrudan etkilemediği ancak besin ağı üzerinden etkilenen popülasyonlar incelenmiş ve bir öğrenci şu iddiayı öne sürmüştür:

"Çekirgeler yok olduğu için üreticiler olan otlar aşırı çoğalacak, tavşan ve farelerin sayısı da ot arttığı için kısa sürede iki katına çıkacaktır. Kurbağalar tamamen yok olurken, yılanlar sadece farelerle beslenmeye başlayacağı için yılan sayısı artacak ve en sonunda kartallar da yılanları tüketerek sayılarını koruyacaktır."

Öğrencinin bu akıl yürütmesindeki temel mantık hatası veya hatalı çıkarımı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kartalların sadece yılanlarla beslendiğini varsayması yanlıştır; kartallar aynı zamanda çekirgeleri de yediği için doğrudan olumsuz etkilenir.
- B) Çekirgelerin azalmasının, otların artmasına neden olacağını düşünmesi yanlıştır; çünkü otları yiyen başka tüketiciler de vardır.
- C) Tavşan ve farelerin, otların artmasıyla iki katına çıkacağını iddia etmesi doğru bir çıkarımdır, ancak kurbağaların yok olacağı tamamen yanlıştır.
- D) Yılanların sadece farelerle beslenerek sayılarının artacağını varsayması yanlıştır; yılanın besin çeşitliliği daraldığı ve av (fare) üzerindeki baskı artacağı için yılan popülasyonu da zamanla azalma eğilimi gösterir.

39. (5 Puan)

Bir bölgedeki kalkınma ajansı, sanayi ve yerleşim alanlarında 'Yeşil Dönüşüm' projesi başlatmış ve uygulamaların 1 yıllık sonuçlarını raporlamıştır. Raporda, bölge nüfusunun %15 artmasına rağmen çevresel baskının azaldığı belirtilmiştir.

Faaliyet / Alan	Geleneksel Uygulama	Yeni (Yeşil) Uygulama	Kaynak Değişimi
Tarımsal Sulama	Vahşi sulama (150 m ³ /dekar)	Damla sulama (40 m ³ /dekar)	%73 Su tasarrufu
Aydınlatma	Akkor flamanlı lamba (500 kWh)	LED teknolojisi (100 kWh)	%80 Enerji tasarrufu
Kâğıt Üretimi	Odun selülozundan üretim (7000 kWh)	Atık kâğıttan üretim (4200 kWh)	%40 Enerji tasarrufu

(Not: Veriler 1 ton ürün veya eşdeğer alan/süre baz alınarak hesaplanmıştır.)

Tablodaki verileri ve elde edilen sonuçları değerlendiren bir araştırmacının raporunda yer alan aşağıdaki analizlerden hangisi, sürdürülebilir kalkınma ilkeleri açısından hatalı bir çıkarımdır?

- A) Kâğıt üretiminde %40 oranında enerji tasarrufu sağlanması önemli bir adım olsa da, ekolojik dengenin tam anlamıyla korunabilmesi için tesisin ihtiyaç duyduğu 4200 kWh enerjinin de yenilenebilir kaynaklardan karşılanması hedeflenmelidir.
- B) Aydınlatmada yüksek verimli teknolojilere geçilmesi, yalnızca doğrudan enerji tasarrufu sağlamakla kalmaz; aynı zamanda elektrik üretmek için kullanılan fosil yakıt miktarını düşürerek sera gazı emisyonlarının azalmasına dolaylı katkı yapar.
- C) Tarımsal faaliyetlerde birim alandaki su tüketiminin %73 oranında düşürülmesi, bölgedeki su döngüsüne müdahaleyi azaltarak yer altı ve yer üstü su rezervlerinin doğal yenilenme kapasitesini korumasına fırsat tanır.
- D) Atık kâğıtların geri dönüştürülmesi işlemi de azımsanmayacak miktarda (4200 kWh) enerji gerektirdiğinden bu durum ekolojik ayak izini artırır; bu sebeple kâğıt atıklarının doğada kendiliğinden çözünmeye bırakılması ekosistem sağlığı için her zaman daha verimlidir.

40. (5 Puan)

Bir öğrenci, kapalı ve özdes dört ekosisteme (K, L, M, N) eşit miktarda kuru yaprak (organik atık) bırakıyor. Sadece L ekosistemine inorganik maddeleri hızla tüketerek buyuyan otsu üretici bitkiler ekliyor. Aylar sonra su ölçümleri yapıyor: K sisteminde yaprak kütlesi yarıya inmiş, inorganik madde seviyesi orta düzeydedir. L sisteminde yaprak kütlesi tamamen yok olmuş ancak inorganik madde seviyesi çok düşük bulunmuştur. M sisteminde yapraklar neredeyse hiç parçalanmamıştır. N sisteminde yaprakların çoğu kaybolmuş ve inorganik madde seviyesi en yüksek değere ulaşmıştır. Öğrenci, 'En fazla inorganik madde N sisteminde olduğu için ayrıştırıcıların en hızlı çalıştığı sistem N ekosistemidir' sonucuna varıyor.

Verilen bilgilere göre öğrencinin hipotezi ve ayrıştırıcı faaliyetleri hakkında yapılan aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi en doğrudur?

- A) Öğrencinin hipotezi tamamen doğrudur; çünkü bir ekosistemdeki ayrıştırıcı hızı yalnızca üretilen inorganik madde miktarı ile doğrudan ölçülebilir.
- B) K ekosistemindeki yaprak yıkım oranı L'den daha yavaş olduğu halde inorganik madde miktarının L'den fazla olması, ayrıştırıcıların K'de daha verimli çalıştığını kanıtlar.
- C) N ekosisteminde hem kalan yaprak miktarının az olması hem de mineral miktarının en yüksek olması, üretici canlıların buradaki ayrıştırıcı faaliyetini yavaşlattığını gösterir.
- D) Öğrencinin değerlendirme kriteri eksiktir; L ekosisteminde yaprak kalıntısının çok az olması ayrıştırıcıların en hızlı çalıştığını, mineral azlığı ise bu minerallerin üreticiler tarafından hızla kullanıldığını gösterir.

41. (5 Puan)

Kapalı bir yapay ekosistem tasarlayan üç öğrenci (Ahmet, Burak, Cansu) dört farklı canlı türü (M, N, P, R) kullanıyor. Gözlemler: M canlısının biyokütlesi piramitteki diğer tüm canlıların toplamından fazladır. N canlısı, M'nin hücrelerindeki depolanmış nişastayı tüketerek yaşar. P canlısının bağırsak yapısı sadece et sindirimine uygundur ve N canlısını avlar. R canlısı ise ortamdaki ışık şiddeti sıfıra düştüğünde dahi sayısını hızla artırabilmekte, ancak bulunduğu kapta amonyak (NH₃) birikimi artmaktadır.

Öğrenciler tasarım hatalarını tartışırken şu iddialarda bulunuyorlar:

Ahmet: 'R canlısı besin ağının temelidir, çünkü sayıca çok hızlı artıyor, tüm canlılar onu tüketmeli.'

Burak: 'M canlısı dışarıdan hazır besin alarak enerji piramidine giriş yapıyor olmalı, çünkü en büyük biyokütle onda.'

Cansu: 'Eğer ortama P canlısının yavruları daha çok eklenirse, N canlısının sayısı artar ve sistem dengeye gelir.'

Yapılan modellemede hangi öğrencinin yaptığı hata veya eksiklik ekosistemin çökmesine neden olan temel hatadır?

- A) Ahmet, ayrıştırıcıları sadece ototroflara bağlayarak enerji akışını bozmuştur.
- B) Ahmet, N'nin beslenme şeklini yanlış yorumlayarak piramidin üst basamaklarındaki enerji miktarını yapay olarak artırmıştır.
- C) Cansu, P'nin artışının N'ye etkisini hatalı kurarak ikincil tüketicilerin yok olmasına neden olmuştur.
- D) Burak, R canlısının enerji ihtiyacını karşılama yolunu yanlış yorumlayarak inorganik maddelerin organik maddeye dönüşümünü engellemiştir.

42. (5 Puan)

Bir tarım arazisinde aynı besin zincirini oluşturan P, R, S ve T türlerine ait bireylerin dokularında biriken yıkıma uğramayan X tarım ilacının konsantrasyonları ve bu türlerin ortalama yaşam süreleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Canlı Türü	X İlacı Birikimi (ppm)	Ortalama Yaşam Süresi (Yıl)
P	16.00	2
R	0.04	1
S	350.00	8
T	1.20	0.5

Araştırmacılar, dışarıdan müdahale edilmeyen bu alanda yıllar içindeki popülasyon değişimlerini incelemektedir.

Tablodaki veriler analiz edildiğinde, bu ekosistemdeki enerji akışı ve popülasyon dinamikleriyle ilgili aşağıdaki çıkarımlardan hangisi bilimsel olarak doğrudur?

- A) Ekoloji piramidinde biyolojik birikimin en az olduğu basamaktan en fazla olduğu basamağa gidildikçe popülasyonların toplam biyokütlesi ve aktarılan enerji miktarı düzenli olarak artar.
- B) Ekosisteme dışarıdan P canlısını avlayan istilacı yeni bir türün girmesi, ilk aşamada T popülasyonunun artmasına ve dolaylı olarak R popülasyonunun daralmasına neden olur.
- C) Besin zincirinde enerjinin ilk kaynağı ortalama yaşam süresi en kısa olan T canlısıdır ve ekosistemdeki enerji akışı T'den S'ye doğru gerçekleşir.
- D) P canlısının dokularındaki ilaç birikiminin T'den fazla olmasının temel nedeni, P'nin enerji ihtiyacını doğrudan üretici olan R canlısından karşılamasıdır.

43. (5 Puan)

Işık alan tamamen kapalı bir fanus içinde bitki, otçul böcekler ve toprak solucanları ile dengeli bir ekosistem simülasyonu kuruluyor. 20. günde toprağa sadece ayrıştırıcı bakteri ve mantarların hücresel solunumunu durdurarak onları yok eden spesifik bir kimyasal ekleniyor. Bu süreçte fanus camında biriken terleme suyunun damla sayısı da günlük olarak kaydediliyor. 20. günden sonra ortamdaki karbondioksit miktarının hızla düştüğü, toprak yüzeyinde ölü canlı atıklarının biriktiği ve düzenli sulamaya rağmen bir süre sonra bitkilerin sarararak öldüğü gözlemleniyor. Bir araştırmacı bu verileri inceleyerek, 'Eklenen kimyasal doğrudan bitkilerin kloroplastlarını tahrip etmiş ve bu nedenle ortamdaki karbondioksit hızla düşerek bitkileri öldürmüştür' sonucuna varıyor.

Araştırmacının bu yorumunun bilimsel olarak hatalı olduğunu ve ekosistemdeki çöküşün asıl kaynağını gösteren en kapsamlı açıklama aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Fanus camında biriken su miktarının değişmesi toprağın nem dengesini bozmuş, ayrıştırıcılar inorganik maddeleri organik atıklara çeviremediğinden besin zinciri kırılmıştır.
- B) Madde eklendikten sonra ayrıştırıcılar ortamdaki karbondioksiti kullanarak oksijen üretmeyi bıraktığı için canlılar boğularak ölmüş, madde döngüsü oksijensizlikten durmuştur.
- C) Ayrıştırıcıların faaliyetinin durması toprağa inorganik mineral dönüşümünü kesmiş ve solunumla ortama verilen karbondioksidi azalttığı için bitkilerin fotosentez yapması imkansız hale gelmiştir.
- D) Ayrıştırıcıların yok olmasıyla ölü organizmalar organik besinlere dönüştürülemedi, bitkiler kökleriyle ihtiyaç duydukları glikozu topraktan alamadıkları için ölmüştür.

44. (5 Puan)

Bir öğrenci, kapalı ve ışık alan büyük bir cam fanus içine tamamen sterilize edilmiş (mikroorganizmalardan arındırılmış) toprak, bir canlı bitki ve birkaç otçul böcek koyarak yapay bir ekosistem oluşturuyor. Deney boyunca ortam sıcaklığı 25°C, nem oranı ise %60 seviyesinde sabit tutularak kontrol altına alınıyor.

Üç ay sonra fanusta bitki döküntülerinin parçalanmadan biriktiği, topraktaki inorganik mineral miktarının hızla azaldığı ve ortamdaki karbondioksit (CO₂) gazının tükenme noktasına gelip bitki gelişiminin durduğu gözlemleniyor. Araştırmacı bu durumu inceledikten sonra, 'Sisteme sadece havadaki serbest azotu toprağa bağlayan bakteriler eklersem tüm ekosistem dengesi tekrar sağlanır' sonucuna varıyor.

Araştırmacının bu çıkarımındaki temel mantık hatası aşağıdakilerden hangisiyle en iyi açıklanır?

- A) Çıkarımı tamamen doğrudur; çünkü kapalı sistemlerde organik atıkları yalnızca azot bağlayıcı bakteriler parçalayarak ekosistemi temizleyebilir.
- B) Bitki döküntülerinin birikmesi ve döngülerin durması ayrıştırıcıların eksikliğini gösterir; azot bağlayıcı bakteriler organik atıkları inorganik maddelere dönüştüremez.
- C) Ekosistemde tüketici canlı sayısı yetersiz kalmıştır; döngüyü sağlamak için ayrıştırıcılar yerine sadece daha fazla otçul ve etçil hayvan eklenmelidir.
- D) Karbondioksit azalması ortamdaki nem oranının fazlalığından kaynaklanır; sisteme bakteri yerine ortam nemini azaltacak bir sistem kurulmalıdır.

45. (5 Puan)

Su stresi çeken ve karbon emisyonları sınır değerlerin üzerinde olan bir sanayi kentinde, yerel yönetim ekolojik restorasyon için üç aşamalı bir eylem planı tasarlamıştır. Şehrin nüfusu son beş yılda %12 artmış olup, rüzgâr enerjisi potansiyeli bölge ortalamasının altındadır. Planda yer alan adımlar şunlardır:

- I. Sanayi bölgelerinde kullanılan ağır metal ve kimyasal içerikli atık suların sadece fiziksel olarak çöktürülüp doğrudan tarım arazilerinde sulama amaçlı kullanılması.
- II. Karbon emilimini hızlandırmak amacıyla, kuraklaşan bölgeye çok hızlı büyüyen ancak bölge florasına ait olmayan, aşırı su tüketen istilacı bir ağaç türünün ormanlaştırma için topluca dikilmesi.
- III. Evlerden toplanan ıslak mendil, plastik ambalaj ve sentetik boyalı kâğıt gibi geri dönüştürülemeyen karma atıkların, toprak kalitesini artırması amacıyla doğrudan kompost tesislerine gönderilip tarım alanlarına yayılması.

Çevre bilimci, hazırlanan bu planı sürdürülebilir kalkınma ilkeleri ve ekosistem dengesi açısından incelediğinde aşağıdaki değerlendirmelerden hangisini yapması bilimsel olarak en doğru olur?

- A) II. uygulama biyoçeşitliliği artırmak için mükemmel bir adım olup, ağaçların hızlı büyümesi yer altı su rezervlerinin daha hızlı dolmasını sağlayarak ekolojik onarımı garantiler.
- B) III. uygulama, evsel atıkların tamamını sıfır atık prensibine uygun şekilde organik gübreye dönüştürecek için karbon ayak izini doğrudan ve kalıcı olarak sıfırlar.
- C) Tüm uygulamalar birbirini destekler niteliktedir; çünkü enerji, su ve atık yönetimindeki bu adımlar iklim değişikliğiyle mücadelede bütüncül bir ekosistem restorasyonu sağlar.
- D) I. uygulama su tasarrufu gibi görünse de yer altı sularında ve tarım toprağında ağır metal/toksin birikimine yol açarak madde döngülerini bozacağından sürdürülebilir değildir.

46. (5 Puan)

Sürdürülebilir kalkınma, ekonomik büyüme sağlanırken doğal kaynakların bilinçli kullanımı, biyolojik çeşitliliğin korunması ve madde döngülerinin sürekliliği arasında kopmaz bir ilişki kurmayı hedefler.

Bir sanayi bölgesindeki üç fabrika (X, Y ve Z), "Sürdürülebilir Üretim" sertifikası almak için uygulamalarını denetim komitesine raporlamıştır:

- **X Fabrikası:** İhtiyaç duyduğu ham maddenin %80'ini atık malzemelerin geri dönüşümünden sağlamaktadır. Bu sistem, fabrikanın aylık işletme maliyetini bölge ortalamasına göre %15 artırmıştır.
- **Y Fabrikası:** Tesisin elektrik ihtiyacının tamamını kömür yerine rüzgâr türbinlerinden karşılamaya başlamıştır. Ancak atık suyu arıtma teknolojileri çok yer kapladığı için, üretim hattında sürekli olarak yer altı tatlı su kaynaklarından yeni su çekip kullanılmış suyu toprağa deşarj etmektedir.
- **Z Fabrikası:** Üretim esnasında oluşan zehirli gaz salınımını bacalarına taktığı karbon filtrelerle tamamen durdurmuştur. Fakat bu filtrelerde haftalık olarak biriken katı zehirli kimyasalları açık alanda yakarak imha etmekte, yakma işlemi için yüksek miktarda petrol türevi yakıt kullanmaktadır.

Denetim komitesi değerlendirme sonucunda sadece X fabrikasına sertifika vermiş, Y ve Z fabrikalarının kısmi 'çevreci' adımlarını sürdürülebilir kalkınma anlayışına temelden aykırı bularak başvurularını reddetmiştir.

Buna göre komitenin Y ve Z fabrikalarını reddetmesinin temel gerekçesi, sürdürülebilir kalkınmanın hangi kuralının yanlış yorumlanmasından kaynaklanmaktadır?

- A) Geri dönüşüm süreçlerinde enerji verimliliğine odaklanılmaması; hem Y hem de Z fabrikalarının atık üretimini azaltmak yerine mevcut atıkları sadece fabrikadan uzaklaştırmak için fosil yakıt merkezli taşıma yapması.
- B) Sürdürülebilirliğin bir bütünsellik gerektirmesi; Y'nin yenilenebilir enerji kullanırken su döngüsüne zarar vermesi, Z'nin ise hava kirliliğini önlerken yenilenemez kaynak tüketerek başka tür bir kirlilik yaratması.

C) Ekonomik dengenin gözetilmemesi; X fabrikasının artan üretim maliyetlerinin bölgesel kalkınmayı hızlandırmasına karşın, Y ve Z fabrikalarının altyapı yatırımlarında ticari kârı tamamen ikinci plana atması.

D) Doğal yaşam alanlarının fiziksel olarak tahrip edilmesi; Y'nin rüzgâr türbinleriyle kuş göç yollarını kapatması, Z'nin ise kullandığı filtre sistemlerinin çok fazla ham madde gerektirmesi.

47. (5 Puan)

Bir araştırmacı, kapalı bir tatlı su gölü ekosisteminde yaşayan K, L, M ve N canlı türleri ile her ortamda bulunabilen P türünü incelemektedir. Göle dışarıdan sızan ve canlı vücudunda parçalanmayan X kimyasalının birikim oranlarını ölçen araştırmacı, aynı zamanda gölün ortalama su sıcaklığının yıl boyunca 15 ile 20 derece arasında değiştiğini not etmiştir. Elde edilen enerji ve biyokütle verilerine göre araştırmacı en altta L, onun üstünde N, onun üstünde K ve en tepede M türünün bulunduğu bir besin piramidi çizmiştir. P türünün ise diğer tüm türlerin atıklarını kullanarak yaşamını sürdürdüğü bilinmektedir.

Araştırmacının oluşturduğu doğru piramit kurgusuna göre, sistemle ilgili yapılan aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi ya da hangileri kesinlikle doğrudur? I. Dokularındaki X kimyasalı birikim oranı en düşük olan tür L'dir ve piramitteki her basamak bir üst basamağa sahip olduğu enerjinin yaklaşık yüzde onunu aktardığı için, M türüne aktarılan toplam enerji miktarı en azdır. II. P canlısı, besin zincirinin her basamağındaki organik atıkları parçalayarak sistemden enerji alırken, P türünden L türüne yalnızca inorganik madde aktarımı gerçekleşir; enerji döngüye katılmaz. III. N türünde baş gösteren ölümcül bir hastalık sonucu bu türün popülasyonu aniden azalırsa, K türü hayatta kalmak için mecburen doğrudan L türü ile beslenmeye başlar ve sistemin dengesi korunur.

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

48. (5 Puan)

Bir biyolog, başlangıçta eşit miktarda organik atık barındıran kapalı iki farklı orman ekosistemini (K ve L) 12 ay boyunca gözlemliyor. K Ormanı: Yıllık ortalama sıcaklık 28 derece, nem yüzde 85, güneşlenme süresi uzundur. Yıl sonunda yüzeyde hiç ölü organik tabaka kalmadığı, ancak yapılan toprak analizinde toprağın inorganik mineral açısından 'neredeyse tamamen boş' olduğu tespit ediliyor. L Ormanı: Yıllık ortalama sıcaklık 4 derece, nem yüzde 60. Yıl sonunda yüzeyde çok kalın bir bozulmamış ölü yaprak tabakası ölçülüyor. Bu verileri inceleyen bir öğrenci şu hipotezi kuruyor: 'K ormanında yüksek sıcaklık ve nem ayrıştırıcıları yok ettiği için organik atıklar yok olmuş, madde döngüsü durmuş ve toprak mineralsiz kalmıştır. Bu yüzden K ormanında üreticilerin enerji akışına katkısı bitmek üzeredir.'

Öğrencinin bu hipotezindeki temel mantık hatasını ve K ormanındaki gerçek ekolojik işleyişi en doğru analiz eden ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- A) K ormanında ayrıştırıcılar çok hızlı çalıştığı için oluşan inorganik mineraller yoğun üretici tabakası tarafından anında fotosentezde kullanılıp biyokütleyle dönüştürülmüştür; bu nedenle enerji akışı yavaşlamamış, aksine kesintisiz ve hızlıdır.
- B) L ormanındaki kalın organik tabaka karbon döngüsünün K'den daha hızlı olduğunu kanıtlar, ancak K'de ışık şiddeti ayrıştırıcı bakterilerin enzimatik faaliyetini durdurduğundan madde döngüsü kilitlenmiştir.
- C) Öğrencinin hatası, inorganik minerallerin ayrıştırıcılar tarafından değil doğrudan birincil tüketiciler tarafından üretildiğini ve K ormanında tüketici sayısının azaldığını hesaba katmamasıdır.
- D) K ormanındaki inorganik mineral eksikliğinin sebebi yüksek nem oranının topraktaki azotu gaz formunda atmosfere taşıması ve üreticilerin madde döngüsüne katılmasını tamamen engellemesidir.

49. (5 Puan)

Bir tatlı su ekosisteminde yer alan K, L, M ve N canlı türlerinin dokularında biriken kurşun (ağır metal) miktarları ölçülmüş ve şu veriler elde edilmiştir: K (0,02 mg/kg), L (8,50 mg/kg), M (0,15 mg/kg), N (1,80 mg/kg). (Not: K türünün ortalama yaşam süresi 2 yıl, L türünün ise 15 yıldır). Bir araştırmacı bu verilere dayanarak bir enerji piramidi modeli kurmuş ve şu hipotezi öne sürmüştür: "Ortama giren bir hastalık sadece N türünün sayısını hızla azaltırsa, L türünün besin bulması zorlaşır ve aynı zamanda K türünün sahip olduğu toplam biyokütle giderek artar."

Buna göre, araştırmacının kurduğu modelde yaptığı hata ve ekosistemdeki gerçek işleyiş aşağıdakilerin hangisinde doğru açıklanmıştır?

- A) Araştırmacı M ve N'nin yerini karıştırmıştır; N türünün azalması M üzerindeki avlanma baskısını azaltarak M'yi artırır, bu da K'dan M'ye aktarılan toplam enerjiyi yükseltirken K popülasyonunu küçültür.
- B) Araştırmacı enerji akış yönünü doğru kurmuş ancak N'nin azalmasının K'yı olumsuz etkileyeceğini düşünerek hata yapmıştır; gerçekte N azalırsa M de azalır ve K'nın sayısı hızla artar.
- C) Araştırmacı zehir birikim yönünü ters almıştır; L türü üreticidir ve N'nin azalması L'ye aktarılan enerjiyi artıracığından ekosistemdeki besin ağı tamamen çöker.
- D) Araştırmacı biyolojik birikimin vücut büyüklüğüyle azaldığını atlamıştır; L'nin azalması N'nin artmasına yol açar ve enerjinin %10'luk aktarım kuralı gereği K popülasyonu sabit kalır.

50. (5 Puan)

Öğrenciler, bir ekosistemdeki enerji akışı, biyokütle değişimi ve biyolojik birikim kurallarını anlamak için kapalı bir biyosfer deneyi üzerinde çalışmaktadırlar. Sistemdeki tüm canlılar birbirine bağımlı bir besin ağı oluşturmaktadır.

Kapalı bir sera ekosisteminde gözlemlenen K, L, M, N ve P canlı türlerine ait çeşitli veriler toplanmıştır. Dokularda biriken zehirli madde oranları büyüktür küçüğe M, N, L, K şeklindedir. P türünün ortamdaki tüm ölü organik dokuları parçalayarak amonyak gibi inorganik bileşikler ürettiği ve bu süreçte sistemdeki su tüketiminin %40'ını gerçekleştirdiği saptanmıştır (su tüketim verisi diğer canlılarda ölçülmemiştir). Bir grup araştırmacı, sistemi hızlandırmak için N canlısını ortamdan çıkararak M canlısının doğrudan L ile beslenmesini sağlamaya karar vermiştir. Buna göre yapılan araştırmadaki durum ve canlılarla ilgili aşağıdaki çıkarımlardan hangisi doğrudur?

- A) P canlısı besin piramidinin sadece en üst basamağında yer alarak M ve N canlılarının sayısını kontrol eder, bu nedenle N'nin çıkarılması P'nin sayısını hızla azaltır.
- B) Zehirli madde birikimi en fazla K canlısında görülürken, L canlısı güneş enerjisinden doğrudan faydalandığı için M canlısına göre biyokütlesi daha azdır.
- C) P canlısı madde döngüsünü sağlarken diğer canlılara ihtiyaç duydukları enerjiyi doğrudan aktarır, N canlısının çıkarılması bu enerji transferini hızlandırır.
- D) Besin zincirinde K üretici, M ise 3. tüketicidir; N canlısının sistemden çıkarılması M'nin ulaşabileceği kullanılabilir enerji miktarını artırabilir ancak sistemin ekolojik dengesini bozar.