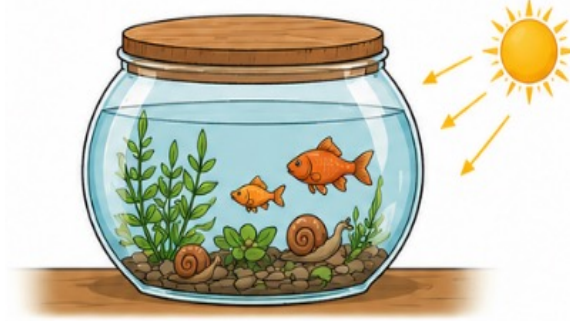
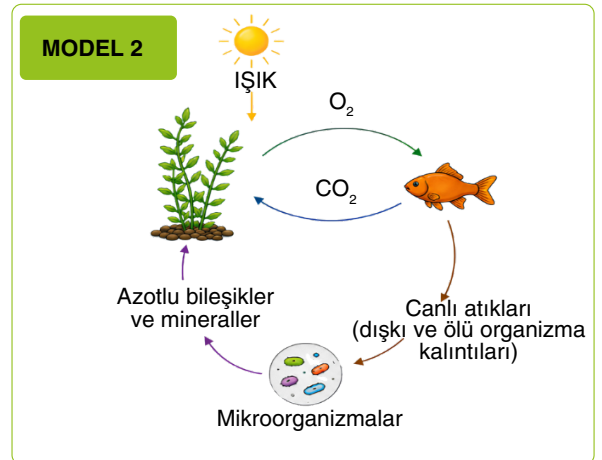
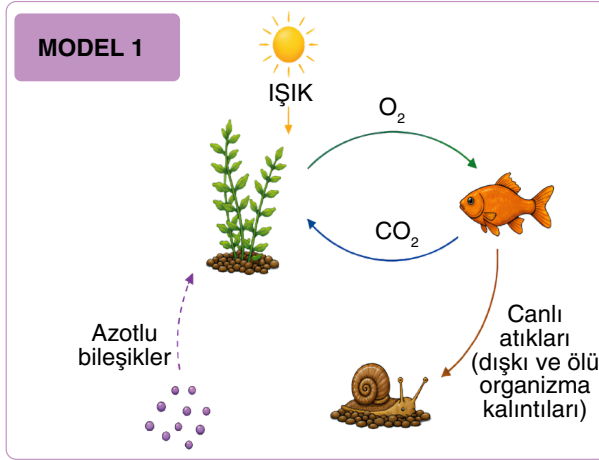


1. Fen Bilimleri Kulübü'ne katılan Ece, kendi kendini sürdürebilen kapalı bir yaşam sistemi tasarlamak istemektedir. Bu amaçla cam bir fanusun içerisine su, küçük balıklar, su bitkileri ve birkaç salyangoz yerleştirir. Fanusun ağzını hava almayacak şekilde kapatarak sistemi yalnızca güneş ışığı alan bir ortamda gözlemlemeye başlar. İlk günlerde canlıların sağlıklı görüldüğünü ve hareketliliklerinde herhangi bir değişim olmadığını gözlemler. Ancak bir süre sonra cam fanusun dibinde balık dışkılarının, çürüyen bitki yapraklarının birikmeye başladığını, ekosistem modelindeki mevcut dengenin bozulduğunu, suyun bulanıklaştığını ve canlı ölümlerinin başladığını fark eder.



Ece, bu durumu anlamlandırmak amacıyla iki farklı model tasarlayarak bazı açıklayıcı notlar almıştır.



- 1.1. Ece'nin oluşturduğu kapalı yaşam sisteminde zamanla ekolojik dengenin bozulmasının olası iki nedenini madde döngülerinin işleyişiyle ilişkilendirerek gerekçeleri ile açıklayınız.

- 1.2. Model 1 ve Model 2'yi karşılaştırarak hangisinin bilimsel modele daha uygun olduğunu gerekçesiyle açıklayınız.

2. Türkiye'nin elektrik üretiminde kullanılan kaynaklar son yıllarda ekolojik sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda değişime uğramıştır. 2010 yılında elektrik ihtiyacının büyük bir kısmı kömür ve doğal gaz gibi yenilenemeyen kaynaklardan karşılanırken 2024 yılına gelindiğinde rüzgâr, güneş ve jeotermal gibi yenilenebilir kaynakların kullanım oranı artmıştır. Bu değişim, karbon salınımını azaltmak ve gelecek nesillerin enerji ihtiyacını güvence altına almak amacıyla atılmış stratejik bir adımdır.

Türkiye'nin 2010 ve 2024 yıllarındaki elektrik üretiminde, enerji kaynaklarının kullanım oranları aşağıdaki tabloda karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.

		2010 Yılı Kullanım Oranı (%)	2024 Yılı Kullanım Oranı (%)
Enerji Kaynağı Grubu	Yenilenemeyen Kaynaklar (Kömür, Doğal gaz)	75	58
	Yenilenebilir Kaynaklar (Güneş, Rüzgâr vb.)	25	42

- 2.1. Türkiye'nin elektrik üretimi için yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranlarındaki değişimin ekolojik sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini, sürdürülebilirliğin önemi açısından iki madde hâlinde açıklayınız.

- .....  
.....  
.....  
.....
- .....  
.....  
.....  
.....

- 2.2. Türkiye'de 2010 ve 2024 yılları arasında enerji kaynaklarının kullanım oranlarında meydana gelen değişimi, ekolojik sürdürülebilirliğin önemi ile ilişkilendirerek kendi cümlelerinizle açıklayınız.

3. Aşağıda, bir araştırma ekibinin "Kızılçam Vadisi" üzerinde 1995 ve 2025 yıllarında yaptığı saha çalışmalarına ait karşılaştırmalı bulgular yer almaktadır. Bölgede bu süre zarfında bir "Teknoloji Geliştirme Bölgesi" kurulmuş ve vadinin içinden geçen geniş bir viyadüklü yol inşa edilmiştir.

Gözlem Alanı	1995	2025
<b>Orman Yapısı</b>	Ekosistem bütünlüğünü koruyan, tek parça hâlinde kesintisiz yeşil bir ormanlık alan mevcuttur.	Viyadüklü yol ve teknoloji geliştirme bölgesi inşasıyla ormanlık alan, birbirinden kopuk küçük ağaç kümelerine dönüşmüştür.
<b>Toprak Analizi</b>	Bitki köklerinin sıkıca tuttuğu, verimli bir üst tabakaya sahip toprak yapısı bulunmaktadır.	Koruyucu bitki örtüsünün yok olmasıyla verimli üst tabaka kaybedilmiş, kayalık zemin açığa çıkmış ve yağmur sonrası yüzey akışına geçen çamurlu su miktarı artmıştır.
<b>Kimyasal Ölçüm</b>	Toprak ve çevredeki kimyasal bileşenler, ekosistemin doğal sınırları ve taşıma kapasitesi içerisindeydi.	Topraktaki kurşun, kadmiyum ve endüstriyel atık konsantrasyonu doğal sınırları aşarak %400 oranında artış göstermiştir.
<b>Fauna Gözlemi</b>	120 farklı kuş ve memeli türü aktif üreme döngüsünde sağlıklı bir şekilde yaşamını sürdürmektedir.	Tür sayısı 120'den 12'ye düşmüş ve alanda yalnızca kentsel yaşama ve kirliliğe uyum sağlayabilen sınırlı sayıda tür varlığını sürdürebilmiştir. Kalan 108 tür bölgede gözlenememiştir.

- 3.1. Saha araştırma verilerine göre Kızılçam Vadisi'nde ekolojik sürdürülebilirliği kısıtlayan durumların neler olduğunu belirleyiniz ve bu durumları vadideki değişimlerle ilişkilendirerek açıklayınız.

- 3.2. Vadideki bu değişimlerin devam etmesi hâlinde, bölgedeki canlı çeşitliliği ve beslenme ilişkileri gelecekte bu durumdan nasıl etkileneceğini açıklayınız?

4. Lise öğrencisi Ezel, yaşam tarzının ekosistem üzerindeki yükünü merak ederek iki farklı ailenin ekolojik ayak izini oluşturan bazı etkenlerin temel tüketim verilerini karşılaştırarak aşağıdaki tabloyu oluşturmuştur.

Ekolojik Ayak İzi Etkeni	1. Aile	2. Aile
<b>Enerji Kaynağı</b>	Fosil yakıtlı (kömür/doğal gaz) ısınma ve yüksek klima kullanımı	Çatı tipi güneş panelleriyle elektrik ve ısı enerjisi üretimi
<b>Ulaşım Tercih</b>	2 adet dizel/benzinli araç ile her gün bireysel ulaşım ve sık yapılan uçak yolculukları	1 elektrikli araç ve yoğun toplu taşıma/ bisiklet kullanımı ve nadir uçak yolculuğu
<b>Beslenme Tarzı</b>	Paketli, işlenmiş ve ithal gıdaların tüketimi	Yerel ve mevsimsel beslenme
<b>Atık Yönetimi</b>	Çöplerin ayrıştırılmadan tek bir poşette atılması	Metal, plastik, cam ve organik atıkların kaynağında ayrıştırılması

Tablodaki verilere göre hangi ailenin yaşam tarzının ekolojik ayak izini küçültme konusunda daha etkili olduğunu her bir etken için gerekçesiyle açıklayınız.

*Enerji Kaynağı:*

*Ulaşım Tercih:*

*Beslenme Tarzı:*

*Atık Yönetimi:*

SORU NO	ÖĞRENME ÇIKTISI	BECERİLER
1	Bİ.Y.10.2.4. Madde döngüleri ile ilgili bilimsel model oluşturabilme	FBAB9. Bilimsel Model Oluşturma
2	Bİ.Y.10.2.5. Ekolojik sürdürülebilirliğin önemini yorumlayabilme	KB2.14. Yorumlama
3	Bİ.Y.10.2.6. Çevresinde sürdürülebilirliği kısıtlayan durumlarla ilgili gözleme dayalı tahmin yapabilme	KB2.11. Gözleme Dayalı Tahmin Etme
4	Bİ.Y.10.2.7. Ekolojik ayak izini küçültebilme yollarını bilimsel olarak sorgulayabilme	FBAB13. Bilimsel Sorgulama

PUANLAMA TABLOSU							
1		2		3		4	TOPLAM
1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2		
15	15	15	15	10	10	20	100

### ÇÖZÜMLER

#### 1.1 TAM PUAN (15 PUAN)

Madde döngülerinin işleyişiyle ilişki kurarak iki bilimsel gerekçe belirtir.

Ayrıştırıcıların bulunmaması nedeniyle organik atıkların parçalanamaması, bitkiler mineralleri alamadığı için fotosentez durması, oksijenin azalması sonucu oksijen-karbondioksit dengesinin bozulması, azot döngüsünde görev alan canlıların eksik olması, azotlu atıkların minerale dönüştürülememesi, üreticilerin ihtiyaç duyduğu minerallerin zamanla azalması, kapalı sistemde atıkların uzaklaştırılmaması, atık maddelerin birikmesi, kapalı sistemde ayrıştırma faaliyeti olmadığı için karbonun döngüye katılmaması ve bunun sonucunda ekosistem dengesinin bozulması gibi durumlar

#### KISMİ PUAN

Yalnızca bir doğru bilimsel gerekçe belirtmiştir ya da iki gerekçeden biri hatalıdır.

Döngüler arasında ilişki kuramaz, kapalı sistem etkisine değinmez.

Her iki döngüden bahseder madde döngüsü ile ekolojik denge arasında ilişki kurar ancak ayrıştırıcıların rolünü açıklayamaz.

#### SIFIR PUAN

Cevap yok veya tamamen yanlış bilgiler içermektedir.

#### 1.2 TAM PUAN (15 PUAN)

Model 2'nin bilimsel modele daha yakın olduğunu doğru şekilde belirtir ve gerekçe olarak üretici-tüketici-ayrıştırıcı ilişkilerinin, azotlu maddelerin ve fosfor gibi elementlerin bitkiye geri dönüşünü yansıttığını veya ekosistem bileşenlerinin daha doğru ve kapsamlı gösterildiğini açıklar.

Model 1'in yalnızca O<sub>2</sub>- CO<sub>2</sub> alışverişini gösterdiğini, azot döngüsü ve ayrıştırıcıları içermediğini, minerallerin bitkilere yeniden kazandırılmadığını, biyolojik bileşenlerin eksik olmasını bilimsel modele kıyasla açıklar.

Model 2'nin su döngüsünün, azot döngüsü ve ayrıştırıcıların madde döngülerinde rolünün yüzeysel olduğunu bilimsel modele kıyasla açıklar.

#### KISMİ PUAN

Doğru modeli seçmiş ancak gerekçesi eksik/yetersizdir ya da yanlış modeli seçerek kısmen doğru bir gerekçe belirtir.

Karşılaştırma yüzeysel, bilimsel model bağlantısı kuramaz.

#### SIFIR PUAN

Cevap yok veya tamamen yanlış bilgiler içermektedir.

**2.1. TAM PUAN (15 PUAN)**

Yenilenemeyen kaynak kullanımının azaltılmasının karbon salınımını düşürerek iklim değişikliğiyle mücadeleye katkı sağladığını ve yenilenebilir kaynakların tükenmez doğası sayesinde gelecek nesillerin enerji ihtiyacını güvence altına aldığını belirtir.

Örnek Yanıt: Yenilenebilir kaynaklar doğada tükenmedikleri için enerji sürekliliği sağlar. Ayrıca fosil yakıtların aksine karbon salınımını azaltarak ekosistemin dengesini korur.

**KISMİ PUAN**

Sadece bir madde yazarak gerekçesini doğru açıklar ya da iki maddeyi de bilimsel derinlikten uzak, yüzeysel ifadelerle belirtir.

**SIFIR PUAN**

Cevap yoktur ya da tamamen yanlış bilgiler içermektedir.

**2.2. TAM PUAN (15 PUAN)**

Tablodaki değişimi (yenilenemeyen kaynakların kullanımının azalması, yenilenebilir kaynakların kullanımının artması) doğru okuyarak bu değişimin sürdürülebilir bir gelecek için yaşamı güvence altına aldığını anlamı bozmadan açıklar.

Örnek Yanıt: Tabloda verilen yıllarda yenilenebilir kaynakların kullanım oranının artması, Türkiye'nin çevresel kirlilik riskinin yüksek olduğu bir süreçten uzaklaştığını gösterir. Bu durum doğal kaynakların korunması, ekosistem dengesinin sağlanması ve sürdürülebilirliğin etkisiyle gelecek kuşakların enerji ihtiyacının karşılanması adına büyük önem taşır.

**KISMİ PUAN**

İfadelerden yalnızca birine değinir. Sadece sayısal artış ya da azalıştan bahseder. Sürdürülebilirliğin önemiyle ilişkilendirerek gelecek nesil/yaşam güvencesi vurgusunu eksik bırakır. Kendi cümleleriyle ifade etmek yerine doğrudan bağlamdaki cümlelerin aynısını yazar.

**SIFIR PUAN**

Tablodaki değişimin tersi yönünde yorum yapar, öznel ve bilimsel olmayan bir yorum yazar ya da cevap yoktur.

**3.1. TAM PUAN (10 PUAN)**

Saha araştırma verilerini kullanarak ekolojik sürdürülebilirliği kısıtlayan dört temel durumu doğru ekolojik kavramlarla ilişkilendirir.

Viyadüklü yol ve yapılaşma nedeniyle ormanın birbirinden kopuk küçük ağaç kümelerine dönüşmesi habitat parçalanmasıyla ilişkilendirilir.

Bitki örtüsünün kaybı sonucu verimli üst tabakanın yok olması ve alttaki kayalık zeminin açığa çıkması erozyon ve toprak bozunumu ile ilişkilendirilir.

Topraktaki ağır metal (kurşun, kadmiyum) ve endüstriyel atık miktarının %400 oranında artış göstererek doğal sınırları aşması kimyasal kirlilik ile ilişkilendirilir.

Tür sayısının 120'den 12'ye düşmesi ve yerel popülasyonların izinin silinmesi biyoçeşitlilik kaybıyla ilişkilendirilir.

**KISMİ PUAN**

Sürdürülebilirliği kısıtlayan durumları (habitat kaybı, kirlilik vb.) doğru isimlendiren ancak saha verileriyle (yüzdesel artışlar, tür sayıları vb.) yeterli ilişkiyi kuramayan veya yalnızca iki durumu eksiksiz açıklayan cevaplar verir.

**SIFIR PUAN**

Cevap yoktur veya tamamen yanlıştır.

**3.2. TAM PUAN (10 PUAN)**

Her iki alanı da ekolojik gerekçelerle açıklar.

Orman bütünlüğünün bozulması (habitat parçalanması), canlıların hareket alanını daraltır ve zamanla türlerin yok olmasına yol açarak bölgedeki biyoçeşitliliği ve ekosistemin direncini geri dönülmez şekilde azaltır.

Topraktaki kurşun ve kadmiyum gibi ağır metaller, besin zinciri boyunca üreticilerden tüketicilere doğru taşınarak üst trofik basamaklardaki canlıların dokularında artan oranlarda toplanır ve toksik etki yaratır (biyolojik birikim). Bu durum, zehirlenmelere ve besin ağının tamamen çökmesine neden olur.

**KISMİ PUAN**

Gelecekteki ekolojik yıkıma değinir ancak olayları yalnızca bir boyutuyla (sadece canlı çeşitliliği ya da sadece beslenme ilişkileri) açıklar.

Yorumlarında bilimsel temellendirme zayıftır. Habitat parçalanması, biyolojik birikim, besin ağı, trofik basamak gibi akademik kavramları kullanmadan genel ifadelerle açıklama yapar.

**SIFIR PUAN**

Cevap yoktur veya tamamen yanlıştır.

**4. TAM PUAN (20 PUAN)**

Tablodaki verilerden yola çıkarak 2. ailenin yaşam tarzının 1. aileye göre ekolojik ayak izini küçültme konusundaki etkinliğini her bir etken için analiz ederek bilimsel açıdan doğru yorumlar.

*Enerji Kaynağı:*

1. aile fosil yakıtlara (kömür/doğal gaz) bağımlı bir ısınma ve yüksek klima kullanımı tercih ederken, 2. aile çatı tipi güneş panelleriyle kendi elektriğini ve ısısını üretmektedir. Fosil yakıt kullanımı atmosferdeki karbon salınımını artırarak ekolojik ayak izini büyütürken; güneş enerjisi gibi yenilenebilir kaynakların kullanımı, ekolojik ayak izini küçülten en önemli faktörlerden biridir.

*Ulaşım Tercih Analizi:*

1. aile iki adet içten yanmalı (dizel/benzinli) araçla bireysel ulaşımı tercih ederek yüksek miktarda karbon salınımına neden olmaktadır. 2. aile ise elektrikli araç kullanarak fosil yakıt tüketimini azaltmakta; toplu taşıma ve bisiklet tercihiyle de birey başına düşen enerji tüketimini ve hava kirliliğini minimize etmektedir. Bu davranışlar, ulaşım kaynaklı ekolojik yükün azaltılmasında kritik rol oynar.

*Beslenme Analizi:*

1. aile'nin paketli, işlenmiş ve ithal gıda tüketimi, gıdanın üretiminden sofraya gelene kadar geçen süreçte kullanılan ulaşım ve paketleme enerjisini artırmaktadır. 2. aile'nin yerel ve mevsimsel beslenme tercihi hem enerji tasarrufu sağlar hem de biyolojik çeşitliliği destekler.

*Atık Yönetimi Analizi:*

1. aile atıklarını ayrıştırmayarak tüm çöplerin depolama alanlarına gitmesine ve kaynak israfına neden olmaktadır. 2. aile'nin atıkları kaynağında ayrıştırması, maddelerin geri dönüşüm döngüsüne katılmasına ve ham madde ihtiyacının azalmasına olanak sağlar. Bu durum ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanması için temel bir adımdır.

2. ailenin yaşam tarzı, sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyumludur. Ekolojik ayak izi; gıda, konut, ulaşım ve atık gibi faktörlerin doğaya yüklediği toplam alanla ölçülür. 2. aile; yenilenebilir enerji, düşük emisyonlu ulaşım, yerel tüketim ve geri dönüşüm alışkanlıklarıyla doğanın kendini yenileme kapasitesine çok daha az zarar vermektedir.

**KISMİ PUAN**

Tablodaki verilerden yola çıkarak ikinci ailenin yaşam tarzının birinci aileye göre ekolojik ayak izini küçültme konusundaki etkinliğini bazı etkenler için analiz ederek bilimsel açıdan doğru yorumlar.

**SIFIR PUAN**

Cevap yok veya tamamen yanlış bilgiler içermektedir.