BİYOLOJİ

10. SINIF

YAZILIYA HAZIRLIK

1. DÖNEM - 1. ORTAK YAZILI · SENARYO 4 · 2. SÜRÜM

TYMM 2026-2027

Hazırlayan: **Murat Altun**

Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır.

1. Biyoloji kulübü üyesi Kuzey, "Kaslar kasılmak için gereken enerjiyi doğrudan hangi molekülden alır? Besinlerdeki enerji kas kasılmasında doğrudan kullanılabilir mi?" sorularına yanıt aramak için bir üniversitenin biyoloji laboratuvarında araştırmacıların rehberliğinde bir deney yapmıştır. Deneyde gliserinle işlenmiş iskelet kası lifleri kullanılmıştır. Bu işlemde kas hücreleri ölür ve hücre zarı geçirgen hâle gelir; ancak kasılmayı sağlayan proteinler sağlam kalır. (Bu metin soru için hazırlanmıştır.)

Deney

- 20 mm uzunluğundaki üç ince kas lifi demeti ayrı lamlara yerleştirilmiş, üzerlerine kasılma için gereken magnezyum ve potasyum iyonlarını içeren tuz çözeltisinden eşit miktarda damlatılmıştır.
- 1. lama saf su, 2. lama ATP çözeltisi, 3. lama glikoz çözeltisi eşit hacimlerde damlatılmış; lifler oda sıcaklığında stereo mikroskop altında 5 dakika gözlenmiş ve milimetrik cetvelle ölçülmüştür.

Gözlem ve Bulgular

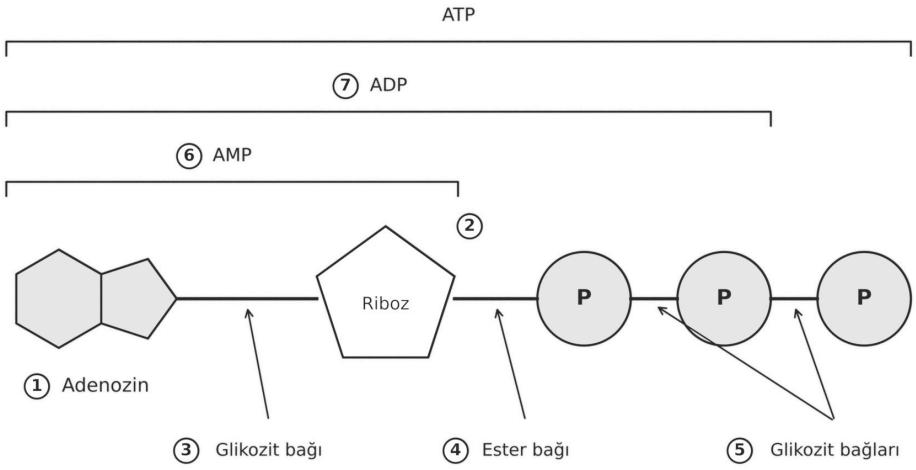
Lam	Eklenen madde	5 dakika sonraki uzunluk (mm)	Gözlem
1	Saf su	20	Değişiklik olmadı.
2	ATP çözeltisi	15	Lifler kısa sürede kısalıp kalınlaştı.
3	Glikoz çözeltisi	20	Değişiklik olmadı.

(Veriler kurgusaldır.)

1.1. Deney bulgularına dayanarak kas liflerinin kasılması için gereken enerjinin doğrudan hangi molekülden sağlandığını belirtiniz. 3. lamda glikoz bulunduğu hâlde liflerin kısalmamasının nedenini ATP'nin enerji aktarımındaki rolüyle ilişkilendirerek açıklayınız. (10 puan)

1.2. Kuzey deneyden sonra "ATP yalnızca kas hücrelerinde bulunur ve yalnızca hareket için kullanılır; sinir hücreleri gibi başka işler yapan hücreler farklı enerji molekülleri kullanır." sonucuna varmıştır. Kuzey'in açıklamasını ATP'nin özellikleri açısından değerlendiriniz. Deneyde ATP'deki enerjinin hangi enerji formuna dönüştüğünü belirtiniz ve bu enerjinin canlılarda dönüştürülebildiği diğer iki enerji formuna birer örnek veriniz. (10 puan)

2. Okulun bilim şenliği için ATP molekülünü anlatan bir model hazırlayan Zeynep, molekülün bölümlerini atık kartonlardan ve şişe kapaklarından yapmıştır. Zeynep'in modeli ile modele eklediği etiket ve açıklamalar aşağıda verilmiştir. Bu etiket ve açıklamalardan bazıları bilimsel olarak hatalıdır. (Bu model soru için hazırlanmıştır.)



No	Modeldeki etiket veya açıklama
1	Adenozin (altıgen ve beşgenden oluşan çift halkalı yapı)
2	Riboz (beşgen şeklindeki yapı)
3	Çift halkalı yapı ile şeker arasındaki bağ: Glikozit bağı
4	Şeker ile ilk fosfat grubu arasındaki bağ: Ester bağı
5	Fosfat grupları arasındaki bağlar: Glikozit bağları
6	Çift halkalı yapı + şeker: AMP
7	Çift halkalı yapı + şeker + iki fosfat grubu: ADP
8	ATP ile RNA'daki adenin nükleotidi arasında yapı bakımından hiçbir benzerlik yoktur.
9	ATP + H_2O → ADP + Pi + Enerji tepkimesi, enerji alan (endergonik) bir tepkimedir.
10	ATP, nükleotit yapıda bir moleküldür.

2.1. Zeynep'in modelinde bilimsel olarak hatalı olan etiket ve açıklamaların numaralarını belirleyiniz ve her birinin bilimsel olarak doğru hâlini yazınız. (10 puan)

2.2. Zeynep'in modelini tamamlamak için ATP döngüsünü bilimsel modele uygun şekilde modelleyiniz. Modelinizde ATP, ADP + Pi, H_2O, enerji, fosforilasyon ve defosforilasyon kavramlarına yer veriniz. Aşağıdaki olaylardan uygun olanları, ATP sentezi için enerji sağlayan ya da ATP'deki enerjiyi kullanan olay olarak modelinizde uygun tarafa yerleştiriniz; modelde yer almaması gereken olayı gerekçesiyle belirtiniz. (10 puan)

Olaylar: hücrede yağların yıkılması, karaciğer hücresinde glikozdan glikojen sentezlenmesi, soluk borusunu döşeyen hücrelerde kirpiklerin hareketi, pankreas hücresinden insülin hormonunun ekzositozla salgılanması, suyun ozmozla hücreye girişi

3. Biyoloji kulübü üyesi Elif, göç mevsiminde sosyal medyada şu paylaşımı görmüştür: "Göçmen kuşlar kanatlarını açıp rüzgârla süzülerek uçar; bu yüzden binlerce kilometrelik göç yolculuğunda hiç enerji harcamaz. Kıyıda dinlenen kuş sürülerini koşarak ya da köpekle kovalayıp uçurmak da onlara zarar vermez, nasılsa uçmak onları yormaz." Elif, paylaşımdaki bilgilerin doğruluğunu sınamak için güvenilir kaynaklardan göçmen bir kıyı kuşu olan kıyı çamurçulluğu ve kıyı kuşlarıyla ilgili aşağıdaki bilgileri toplamıştır. (Bu metin soru için hazırlanmıştır.)

Kıyı çamurçulluğunun Alaska'dan Yeni Zelanda'ya göçü

Özellik	Göçe hazırlanırken (Alaska kıyıları)	Göç yolculuğu sırasında
Beslenme	Göçten önceki haftalarda kıyıdaki çamur düzlüklerinde yoğun biçimde beslenir.	Yolculuk boyunca hiç konmaz ve beslenmez.
Vücut kütlesi	Yola çıkarken vücut kütlesinin yarısından fazlası yağdır.	Yeni Zelanda'ya ulaştığında vücut kütlesinin yaklaşık yarısını kaybetmiş olur.
Uçuş	Beslenme ve dinlenme alanları arasında kısa uçuşlar yapar.	Yaklaşık 11 000-12 000 km'lik yolu 8-10 günde kesintisiz uçar; süzülmek yerine sürekli kanat çırpar.

- Kuşlarda uçuş sırasında kalp atım sayısı ve soluk alıp verme sayısı, dinlenme durumuna göre kat kat artar.
- Kıyıda dinlenen ya da beslenen kıyı kuşları, yaklaşan bir insan ya da köpek yüzünden havalandığında enerji harcar ve havada kaldığı sürede beslenemez. Bu tür rahatsız edilmelerden en çok, göçe hazırlanan ya da göç yolculuğundan yeni dönmüş kuşlar etkilenir.

Bilgi: Göçe çıkan kıyı çamurçulluklarındaki yağ oranı, kuşlarda ölçülen en yüksek değerler arasındadır. Bu değerler yaklaşık değerlerdir; kuşun cinsiyetine, yaşına ve yolculuk sırasındaki rüzgâr koşullarına göre değişir.

3.1. Paylaşımın ilk cümlesindeki "göç yolculuğunda hiç enerji harcamaz" yargısını Elif'in topladığı bilgilerden en az iki kanıt kullanarak değerlendiriniz. Kıyı çamurçulluğunun göç yolculuğu sırasındaki enerji ihtiyacını hangi kaynaktan karşıladığını belirtiniz ve bu enerjinin kullanıldığı iki yaşamsal etkinliği verilerden yararlanarak yazınız. (8 puan)

3.2. Paylaşımın ikinci cümlesini enerji gereksinimi açısından değerlendiriniz. Göç mevsiminde köpeğiyle kumsalda yürüyüş yaparken kıyıda dinlenen bir kuş sürüsü gören kişiye bilimsel bilgilere uygun bir öneri yazınız. (6 puan)

3.3. Elif, göç ile enerji arasındaki ilişkiyi daha ayrıntılı araştırmak istemektedir. Topladığı bilgilerden yola çıkarak Elif'in yanıt arayabileceği, araştırılabilir nitelikte bir soru yazınız. Bu sorunun yanıtını bulmak için hangi verilerin nasıl toplanması gerektiğini belirtiniz. (6 puan)

4. Biyoloji kulübündeki öğrenciler, fotosentezde kullanılan ve üretilen maddeleri incelemek için karbondioksit sensörleriyle bir deney yapmıştır. Sensör, kapalı bir kaptaki havanın karbondioksit miktarını ppm (milyonda bir) birimiyle ölçer. (Bu metin soru için hazırlanmıştır.)

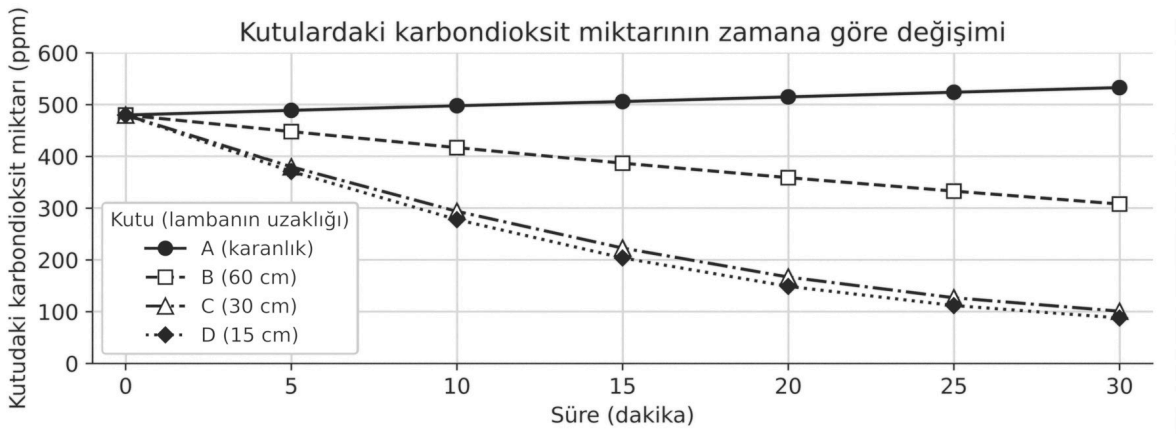
Deney

- Yaprak sayısı ve büyüklüğü birbirine yakın dört fasulye fidesi, toprak yüzeyi streç filmle kapatılmış saksılarıyla birlikte 10 litrelik dört şeffaf kutuya konmuştur. Her kutuya bir karbondioksit sensörü yerleştirilmiş, kutular hava almayacak şekilde kapatılmıştır.
- A kutusu ışık geçirmeyen siyah bir örtüyle örtülmüş; B, C ve D kutularına aynı türden birer LED lamba, fideye uzaklığı sırasıyla 60, 30 ve 15 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir. Lambaların ısısını tutmak için lamba ile kutu arasına su dolu şeffaf bir kap konmuştur.
- Deney 25 °C'deki bir odada yapılmış, kutulardaki sıcaklık 25 °C'de kalmıştır. Lambalar yakıldıktan sonra her 5 dakikada bir karbondioksit miktarı kaydedilmiştir.

Bulgular: Kutulardaki karbondioksit miktarı (ppm)

Süre (dk)	0	5	10	15	20	25	30
A (karanlık)	480	489	498	506	515	524	533
B (60 cm)	480	448	417	387	359	333	308
C (30 cm)	480	380	294	223	167	127	101
D (15 cm)	480	371	278	204	149	112	88

(Veriler kurgusaldır.) Bilgi: Kapalı ve kalabalık ortamlarda havadaki karbondioksit miktarı açık havadakinden yüksek olabilir.



4.1. Deneyin hipotezini; bağımsız değişkenini, bağımlı değişkenini ve sabit tutulan (kontrol) değişkenlerden ikisini yazınız. (10 puan)

Hipotez:

Bağımsız değişken:

Bağımlı değişken:

Kontrol değişkenleri:

4.2. A kutusunda karbondioksit miktarının artmasını, diğer kutularda ise azalmasını fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelerle ilişkilendirerek açıklayınız. C ve D kutularındaki sonuçların birbirine çok yakın olmasının nedenini açıklayınız ve D kutusunda fotosentez hızını artırmak için

deney düzeneğinde yapılabilecek bir değişikliği gerekçesiyle yazınız. (10 puan)

5. Bir öğrenci grubu, ışığın renginin fotosentez hızına etkisini incelemek için akvaryumlarda yaygın olarak kullanılan kabomba adlı su bitkisinden eşit uzunlukta beş dal kesmiş, her dalı 25 °C'de eşit hacimde su bulunan bir behere koymuştur. Deneyi karanlık bir odada yapmış; aralarına ışık geçirmeyen bölmeler konan beherlerin 10 cm uzağına, ışık şiddeti eşit ancak rengi farklı birer LED lamba yerleştirmiştir. Bitkiler ışığa 5 dakika alıştırıldıktan sonra dalların kesik ucundan çıkan gaz, dereceli ince bir cam boruda 20 dakika boyunca toplanmış ve hacmi ölçülmüştür. Gaz çıkışında yalnızca fotosentezin etkili olduğu kabul edilecektir. (Bu metin soru için hazırlanmıştır.)

Işığın rengi (yaklaşık dalga boyu)	Mor (420 nm)	Mavi (450 nm)	Yeşil (530 nm)	Sarı (590 nm)	Kırmızı (660 nm)
20 dakikada toplanan gazın hacmi (mL)	0,42	0,48	0,20	0,32	0,56

(Veriler kurgusaldır.)

5.1. Verileri kullanarak ışığın dalga boyu-fotosentez hızı grafiğini çiziniz. (6 puan)

5.2. Mavi ve kırmızı ışıkta fotosentez hızının yüksek, yeşil ışıkta ise en düşük olmasını nedenleriyle açıklayınız. (6 puan)

5.3. Deneyin bağımsız ve bağımlı değişkenlerini yazınız; deneyin karanlık bir odada yapılmasının amacını belirtiniz. (4 puan)

5.4. Kırmızı ışık alan bitkinin fotosentezle organik madde (nişasta) ürettiğini göstermek için yapılabilecek bir test öneriniz ve beklenen sonucu yazınız. (4 puan)

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE BECERİLER

SORU NO	ÖĞRENME ÇIKTISI	BECERİLER
1	BİY.10.1.1. Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğini sorgulayabilme	KB2.8. Sorgulama, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB2.7. Karşılaştırma, E1.1. Merak
2	BİY.10.1.1. Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğini sorgulayabilme	FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, FBAB9. Bilimsel Model Oluşturma, KB2.7. Karşılaştırma, E3.10. Eleştirel Bakma
3	BİY.10.1.1. Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğini sorgulayabilme	KB2.8. Sorgulama, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, OB7. Veri Okuryazarlığı, E3.10. Eleştirel Bakma, E1.1. Merak
4	BİY.10.1.3. Fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelerle ilgili deney yapabilme	FBAB7. Deney Yapma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB2.7. Karşılaştırma, OB7. Veri Okuryazarlığı
5	BİY.10.1.3. Fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelerle ilgili deney yapabilme	FBAB7. Deney Yapma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB2.7. Karşılaştırma, KB2.8. Sorgulama, OB7. Veri Okuryazarlığı

PUANLAMA TABLOSU					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**TOPLAM**
20	*20*	*20*	*20*	*20*	***100***

Bu sınav, 2026-2027 eğitim öğretim yılı 1. dönem konu-soru dağılım tablosundaki 1. ortak yazılı **Senaryo 4** dağılımına göre, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli 10. sınıf öğretim programı esas alınarak hazırlanmıştır. Bu kâğıt, aynı senaryonun 2. sürümüdür: öğrenme çıktıları, soru sayısı ve puanlar 1. sürümle aynı, sorular farklıdır. Hazırlayan: Murat Altun. Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır. Millî Eğitim Bakanlığının resmî yayını değildir; görseller Blender ile oluşturulmuştur.

ÇÖZÜMLER

1. Doğru cevap:

1.1. **(10 puan)**

- Kasılma için gereken enerjinin doğrudan ATP'den sağlandığını belirtir ve bunu yalnızca ATP damlatılan 2. lamdaki liflerin kısalması, saf su ve glikoz damlatılan lamlardaki liflerin uzunluğunun değişmemesi bulgularıyla gerekçelendirir. **(4 puan)**
- Glikozdaki kimyasal enerjinin kas kasılmasında doğrudan kullanılamadığını belirtir. **(3 puan)**
- Besinlerdeki kimyasal enerjinin yaşamsal faaliyetlerde kullanılabilmesi için önce canlı hücrede ATP'ye aktarılması gerektiğini; gliserinle işlenmiş kas hücreleri canlı olmadığı için glikozdaki enerjinin ATP'ye aktarılamadığını ve bu nedenle liflerin kısalmadığını açıklar. **(3 puan)**
- Kısmi puan: Yalnızca "Enerji ATP'den sağlanır." yazıp gerekçe belirtmezse 2 puan; glikozla ilgili açıklamayı eksik veya kısmen hatalı yaparsa ilgili ölçütten 1 puan verilir.

1.2. **(10 puan)**

- Kuzey'in açıklamasının bilimsel olarak hatalı olduğunu belirtir. **(2 puan)**
- ATP'nin tüm canlılarda (bitki, hayvan, mantar ve bakterilerde) ve tüm hücrelerde yaşamsal faaliyetler için kullanılan ortak enerji molekülü olduğunu; sinir hücrelerinin de uyarı iletimi için ATP kullandığını belirtir. **(3 puan)**
- Deneyde ATP'deki kimyasal enerjinin hareket (mekanik) enerjisine dönüştüğünü ve ATP'deki enerjinin hücrede farklı enerji formlarına dönüştürülebildiğini; hücreler arasındaki farkın kullanılan molekülde değil, ATP'deki enerjinin dönüştürüldüğü formda olduğunu açıklar. **(3 puan)** Yalnızca "Enerji harekete dönüşür." yazıp farklı formlara dönüşebilme özelliğine değinmezse 1 puan verilir.
- ATP'deki enerjinin dönüştürüldüğü diğer iki enerji formuna birer örnek verir: elektrik enerjisi (sinir hücrelerinde uyarı iletimi), ısı enerjisi (vücut sıcaklığının korunması, üşüyünce titreme), ışık enerjisi (bazı canlılarda ışık üretimi). **(2 puan)** Her doğru örnek 1 puandır. Örneği verilmeden yalnızca enerji formunun adı yazılırsa o örnek için puan verilmez.

Örnek doğru cevap:

1.1. Kas liflerinin kasılması için gereken enerji doğrudan ATP'den sağlanır. Çünkü yalnızca ATP damlatılan 2. lamdaki lif demeti 20 mm'den 15 mm'ye kısalmış, saf su ve glikoz damlatılan lamlardaki liflerin uzunluğu değişmemiştir. Glikozda kimyasal enerji bulunur ancak bu enerji kas kasılmasında doğrudan kullanılamaz. Besinlerdeki enerjinin yaşamsal faaliyetlerde kullanılabilmesi için önce canlı hücrede ATP'ye aktarılması gerekir. Gliserinle işlenmiş kas hücreleri canlı olmadığından glikozdaki enerji ATP'ye aktarılamamış, bu nedenle 3. lamdaki lifler kısalmamıştır.

1.2. Kuzey'in açıklaması hatalıdır. ATP yalnızca kas hücrelerine özgü değildir; bitkilerden bakterilere kadar tüm canlıların bütün hücrelerinde yaşamsal faaliyetler için kullanılan ortak enerji molekülüdür. Sinir hücreleri de uyarı iletmek için ATP kullanır. Hücreler farklı işler yaparken farklı enerji molekülleri kullanmaz; ATP'deki enerjiyi farklı enerji formlarına dönüştürür. Deneyde ATP'deki kimyasal enerji, liflerin kısalmasını sağlayan hareket enerjisine dönüşmüştür. ATP'deki enerji, sinir hücrelerinde uyarı iletimi sırasında elektrik enerjisine, üşüdüğümüzde titreyen kaslarda ise vücut sıcaklığını korumaya yardım eden ısı enerjisine dönüştürülür.

Yanlış cevap: Kasılma enerjisinin glikozdan doğrudan sağlandığını, glikozun "yeterince beklenmediği için" etki etmediğini söylemek; liflerin tuz çözeltisi nedeniyle kısaldığını yazmak (tuz çözeltisi üç lama da damlatılmıştır); Kuzey'in açıklamasını doğru bulmak; ATP'nin yalnızca hayvan hücrelerinde bulunduğunu

ya da her hücre türünün ayrı bir enerji molekülü kullandığını yazmak; enerjinin dönüşüm sırasında yok olduğunu söylemek. Cevap yok veya tamamen yanlış bilgi içeriyorsa 0 puan verilir.

2. Doğru cevap:

2.1. **(10 puan)** Hatalı olan 5 etiketin her birinin numarasını belirleme **(1 puan)** ve doğrusunu yazma **(1 puan)**:

- 1: Çift halkalı yapı adenozin değil, azotlu organik baz olan adenindir. Adenozin, adenin ile riboz şekerinin birleşmesiyle oluşur. **(2 puan)**
- 5: Fosfat grupları arasındaki bağlar glikozit bağı değil, fosfat bağlarıdır. Glikozit bağı adenin ile riboz arasında bulunur. **(2 puan)**
- 6: Adenin ve ribozdan oluşan yapı AMP değil, adenozindir. AMP (adenozin monofosfat), adenozine bir fosfat grubu bağlanmasıyla oluşur. **(2 puan)**
- 8: ATP, yapı olarak RNA'daki adenin nükleotidine benzer; ikisinde de adenin ve riboz bulunur. ATP'nin farkı, yapısında bir yerine üç fosfat grubu bulunmasıdır. **(2 puan)**
- 9: ATP'nin hidroliziyle fosfat bağının kırılması sonucu enerji açığa çıktığı için bu tepkime enerji veren (ekzergonik) bir tepkimedir. **(2 puan)**
- Doğru olan 2, 3, 4, 7 ve 10 numaralı etiketleri hatalı kabul edip bilimsel olarak yanlış bir "düzeltme" yazan öğrencinin her yanlış düzeltmesi için 1 puan düşülür (puan sıfırın altına inmez).

2.2. **(10 puan)**

- ADP + Pi + Enerji → ATP + H_2O yönünü fosforilasyon olarak gösterir. **(2 puan)**
- ATP + H_2O → ADP + Pi + Enerji yönünü defosforilasyon olarak gösterir. **(2 puan)**
- Hücrede yağların yıkılmasını, ATP sentezi için gereken enerjinin açığa çıktığı (enerji veren) olay olarak fosforilasyon tarafına yerleştirir. **(2 puan)**
- Glikojen sentezi, kirpiklerin hareketi ve insülinin ekzositozla salgılanmasından en az ikisini ATP'nin harcandığı (enerji alan) olaylar olarak defosforilasyon tarafına yerleştirir. **(2 puan)**
- Suyun ozmozla hücreye girişini modelde göstermez ve ozmozun derişim farkına bağlı olarak gerçekleşen, ATP harcanmayan bir olay olduğunu gerekçe olarak yazar. **(2 puan)**

Örnek doğru cevap:

2.1. 1 numaralı etiket hatalıdır; çift halkalı yapı adenindir. 5 numaralı etiket hatalıdır; fosfat grupları arasında fosfat bağları vardır. 6 numaralı etiket hatalıdır; adenin + riboz adenozindir, AMP'de bunlara ek olarak bir fosfat grubu bulunur. 8 numaralı açıklama hatalıdır; ATP, RNA'daki adenin nükleotidine benzer, farkı bir yerine üç fosfat grubu taşımasıdır. 9 numaralı açıklama hatalıdır; ATP'nin hidrolizinde enerji açığa çıktığı için bu tepkime ekzergoniktir.

2.2. Örnek model (döngü şeklinde çizilir): Hücrede yağların yıkılması (besinlerdeki kimyasal enerji açığa çıkar) → Enerji → ADP + Pi —fosforilasyon (H_2O açığa çıkar)→ ATP —defosforilasyon (H_2O kullanılır)→ ADP + Pi + Enerji → Enerji; glikozdan glikojen sentezinde, kirpiklerin hareketinde ve insülinin ekzositozla salgılanmasında kullanılır. Oluşan ADP ve Pi yeniden fosforilasyona katılarak döngü sürer. Suyun ozmozla hücreye girişi modelde yer almaz; çünkü ozmoz, suyun yarı geçirgen zardan derişim farkına bağlı olarak geçişidir ve bu sırada ATP harcanmaz.

Yanlış cevap: Doğru etiketleri (ör. riboz, glikozit bağı, ester bağı, ADP) hatalı göstermek; adenin, adenozin ve AMP kavramlarını karıştırmak; ATP hidrolizini enerji alan tepkime olarak kabul etmek; fosforilasyon ve defosforilasyonu ters yerleştirmek; yağların yıkılmasını ATP harcanan olay, glikojen sentezini ya da ekzositozu ATP üretilen olay olarak göstermek; ozmozu ATP harcanan olaylar arasına koymak. Cevap yok veya tamamen yanlış bilgi içeriyorsa 0 puan verilir.

3. Doğru cevap:

3.1. **(8 puan)**

- Yargının hatalı olduğunu belirtir: Kuş göç yolculuğunda beslenmez, ancak enerji harcamaya devam eder. **(1 puan)**
- Yargıyı çürüten iki kanıtı verilerden alıp enerji kullanımıyla ilişkilendirir (her biri 2 puan, 4 puan). Kabul edilen kanıtlar: yolculuk sonunda vücut kütlesinin yaklaşık yarısının kaybedilmesi (biriktirilen yağ enerji elde etmek için harcanır); süzülmek yerine 8-10 gün boyunca sürekli kanat çırpılması (kasların kasılması enerji gerektirir); uçuş sırasında kalp atım ve soluk alıp verme sayısının kat kat artması (bu etkinlikler enerji gerektirir); göçten önce yoğun beslenip yola çıkarken kütlesinin yarısından fazlasının yağ olması (yolculukta harcanacak enerji önceden depolanır). Kısmi puan: Kanıtı verilerden doğru alıp enerji harcanmasıyla ilişkilendirmezse o kanıt için 1 puan verilir.
- Enerji ihtiyacının göçten önce vücutta biriktirilen yağdan (depolanmış besinden) karşılandığını belirtir. **(1 puan)** Yalnızca "ATP'den" yazan cevap bu puanı almaz; "yağdan elde edilen enerjiyle ATP üretilir" şeklindeki cevap alır.
- Bu enerjinin kullanıldığı iki yaşamsal etkinliği verilerden yararlanarak yazar (her biri 1 puan, 2 puan): kanat kaslarının kasılması (sürekli kanat çırpma), kalbin çalışması (kalp kasının kasılması, kan dolaşımının sürmesi), soluk alıp verme (nefes alışverişi). Vücut sıcaklığının korunması da kabul edilir. Verilerle ilişkisi kurulmadan yazılan genel hücresel etkinlikler (ör. aktif taşıma, protein sentezi) puan almaz.

3.2. **(6 puan)**

- Paylaşımın ikinci cümlesinin hatalı olduğunu belirtir ve kuşun her havalanışında enerji harcadığını (uçuşta kalp atım ve soluk alıp verme sayısının kat kat artması, kanat kaslarının kasılması) verilerle açıklar. **(2 puan)** Yalnızca "Kuşları uçurmak zararlıdır." yazıp enerjiyle gerekçelendirmezse 1 puan verilir.
- Havalanma için gereken enerjinin depolanmış yağdan karşılandığını; havada geçen sürede kuşun beslenemediği için harcanan yağın yerine konamadığını; göçe hazırlanan kuşun yolculuk için yeterli yağı depolayamayabileceğini ya da yolculuktan yeni dönmüş, kütlesinin yarısını kaybetmiş kuşun toparlanamayabileceğini, bunun da kuşun yolculuğu tamamlamasını ve yaşamını tehlikeye atabileceğini açıklar. **(2 puan)** Kısmi puan: Yağ deposunun azalacağını belirtip bunun kuşun yaşamına ya da göçüne etkisini açıklamazsa 1 puan verilir.
- Kuş sürüsüne yaklaşmadan uzaktan izlemeyi, köpeği tasmalı tutmayı ve sürüye doğru koşturmamayı, kuşları havalandırmadan yolunu değiştirmeyi önerir. **(2 puan)** Yalnızca "Kuşları rahatsız etmeyin." yazıp nasıl davranılacağını belirtmezse 1 puan verilir. Kuşların dinlenme ve beslenme alanlarındaki uyarı levhalarına uyulması, bu alanlara girilmemesi gibi öneriler de bu ölçütte kabul edilir.

3.3. **(6 puan)**

- Göç ile enerji gereksinimi arasındaki ilişkiye yönelik bir soru yazar. **(1 puan)**
- Soru araştırılabilir niteliktedir: gözlem, ölçüm, deney ya da güvenilir bilimsel kaynaklardan bilgi toplama yoluyla yanıtlanabilir ve yanıtı verilen bilgilerde hazır değildir. **(1 puan)**
- Soruda karşılaştırılan durumları ya da incelenen ilişkiyi açık ve belirli biçimde ifade eder. **(1 puan)**
- Sorunun yanıtı için toplanması gereken veriyi (ölçülecek ya da gözlenecek nicelik: vücut kütlesi, yağ miktarı, havalanma sayısı, uçuş süresi, beslenme süresi vb.) belirtir. **(2 puan)** Toplanacak veri soruyla ilişkili değilse puan verilmez.

- Verinin nasıl ve ne zaman toplanacağını (ör. izinli araştırmacılarca yapılan bilimsel halkalama sırasında göçten önce ve sonra tartım, dürbünle uzaktan yapılan düzenli gözlem kayıtları, uydu vericisiyle izleme, güvenilir bilimsel kaynaklardan derleme) belirtir. **(1 puan)** Kuşlara zarar veren yöntemler (kasıtlı olarak ürkütmek, aç bırakmak) bu ölçütten puan almaz.
- Enerjiyle ilişkisiz (ör. "Kıyı çamurçulluğu kaç yıl yaşar?"), yanıtı verilen bilgilerde hazır bulunan (ör. "Kıyı çamurçulluğu Alaska'dan Yeni Zelanda'ya kaç günde uçar?") ya da değer yargısı içeren sorular soru ölçütlerinden puan almaz; bu durumda veri toplama ölçütleri de puanlanmaz.

Örnek doğru cevap:

3.1. Paylaşımdaki yargı hatalıdır; kıyı çamurçulluğu göç yolculuğunda beslenmese de enerji harcar. Yeni Zelanda'ya ulaştığında vücut kütlesinin yaklaşık yarısını kaybetmiş olması, yola çıkarken biriktirdiği yağı enerji elde etmek için kullandığını gösterir. Ayrıca kuş süzülmez, 8-10 gün boyunca sürekli kanat çırpar; kanat kaslarının kasılması enerji gerektirir. Kuş bu yolculuktaki enerji ihtiyacını göçten önce vücudunda biriktirdiği yağdan karşılar. Bu enerji kanat kaslarının kasılması ve kalbin çalışması için kullanılır.

3.2. Paylaşımın ikinci cümlesi hatalıdır. Ürkütülen kuş her havalandığında enerji harcar; uçuş sırasında kalp atım ve soluk alıp verme sayısı kat kat artar, kanat kasları sürekli kasılır. Bu enerji depolanmış yağdan karşılanır ve kuş havada kaldığı sürece beslenemez. Göçe hazırlanan bir kuş sık sık ürkütülürse yolculuk için yeterli yağı depolayamayabilir; yolculuktan yeni dönmüş bir kuş ise kaybettiği kütleyi geri kazanamayabilir. Bu durum kuşun yolculuğu tamamlamasını ve yaşamını tehlikeye atar. Öneri: Kuş sürüsüne yaklaşmadan uzaktan izlemek, köpeği tasmalı tutmak ve kuşları havalandırmayacak şekilde yolunu değiştirmek gerekir.

3.3. Soru: Göçe hazırlandığı dönemde kıyıda daha sık ürkütülen kıyı çamurçullukları, daha az ürkütülenlere göre göçe daha az yağla mı çıkar? Toplanacak veriler: İnsanların ve köpeklerin sık geldiği bir kıyıda ve az geldiği bir kıyıda, kuşların insan ya da köpek nedeniyle kaç kez havalandığı dürbünle uzaktan yapılan düzenli gözlemlerle kaydedilir. İzinli araştırmacıların yaptığı bilimsel halkalama sırasında iki kıyıdaki kuşların göçten hemen önceki vücut kütleleri ölçülür. Havalanma sayısı ile vücut kütlesi karşılaştırılır. (Başka örnek sorular: "Yolculuk sırasında arkadan esen rüzgâr, kuşun kaybettiği vücut kütlesini nasıl etkiler?" "Göçe daha fazla yağla çıkan kuşların yolculuğu tamamlama oranı daha mı yüksektir?")

Yanlış cevap: Kuşun süzülerek uçtuğu ve beslenmediği için enerji harcamadığını kabul ederek paylaşımdaki yargıyı doğru bulmak; kuşun yolculuktaki enerjisini yolda yakaladığı besinlerden karşıladığını yazmak; enerji kaynağını yalnızca "ATP" olarak belirtmek; kuşları uçurmanın onları güçlendirdiği ya da dinlendirdiği için yararlı olduğunu söylemek; kuşları yakından görmek için sürüye yaklaşmayı ya da kuşları beslemek için sürünün arasına girmeyi önermek; tabloda yanıtı hazır olan, enerjiyle ilişkisiz ya da araştırılamayacak sorular yazmak. Cevap yok veya tamamen yanlış bilgi içeriyorsa 0 puan verilir.

4. Doğru cevap:

4.1. **(10 puan)**

- Hipotez: Işık şiddeti belirli bir değere kadar arttıkça fotosentez hızı artar (kutudaki karbondioksit daha hızlı azalır). **(4 puan)** Yalnızca "Fotosentez için ışık gereklidir." şeklinde ilişki kurmayan bir hipotez yazarsa 2 puan verilir.
- Bağımsız değişken: Işık şiddeti (lambanın fideye uzaklığı). **(2 puan)**
- Bağımlı değişken: Belirli sürede kutudaki karbondioksit miktarında görülen azalma (fotosentez hızı). **(2 puan)**

- Kontrol değişkenleri: Fidelerin türü, yaprak sayısı ve büyüklüğü; kutuların hacmi; sıcaklık (25 °C); kutulardaki başlangıç karbondioksit miktarı; lambaların türü (ışığın rengi); ölçüm aralığı ve süresi; toprağın streç filmle kapatılması gibi değişkenlerden herhangi ikisi. (her biri 1 puan, 2 puan)

4.2. **(10 puan)**

- A kutusunda ışık olmadığı için fotosentezin gerçekleşmediğini ve karbondioksitin kullanılmadığını; karbondioksit miktarındaki artışın, fidenin karanlıkta da solunum yaparak karbondioksit vermesinden kaynaklandığını açıklar. **(2 puan)** Yalnızca "Işık olmadığı için fotosentez olmadı." yazıp artışı açıklamazsa 1 puan verilir.
- B, C ve D kutularındaki fidelerin karbondioksit ve suyu kullanarak ışık enerjisiyle fotosentez yaptığını, organik madde (glikoz) ve oksijen ürettiğini belirtir. **(2 puan)**
- Kutulardaki karbondioksit miktarının azalmasının, karbondioksitin fotosentezde kullanıldığını gösterdiğini; azalmanın hızının fotosentez hızını yansıttığını belirtir. **(1 puan)**
- C ve D'de ışık şiddetinin artık sınırlayıcı olmadığını; ışık şiddeti fotosentez hızını belirli bir değere kadar artırdığı için bu kutularda hızı miktarı yetersiz kalan başka bir faktörün, büyük olasılıkla kapalı kutuda giderek azalan karbondioksitin sınırladığını (minimum kuralı) açıklar. **(3 puan)** Sınırlayıcı faktörü gerekçesiyle sıcaklık olarak gösteren cevaplara 2 puan verilir.
- D kutusundaki karbondioksit miktarını artıran bir değişiklik önerir (ör. deneyin başında kutuya karbondioksit verilmesi, kutudaki havanın belirli aralıklarla karbondioksitçe zengin havayla yenilenmesi) ve sınırlayıcı faktör artırıldığında fotosentez hızının artacağını gerekçe olarak yazar. **(2 puan)** Sıcaklığı optimum değere (yaklaşık 33 °C) yaklaştırma önerisi de gerekçesiyle yazılmışsa kabul edilir.

Örnek doğru cevap:

4.1. Hipotez: Işık şiddeti arttıkça fotosentez hızı belirli bir değere kadar artar. Bağımsız değişken: Işık şiddeti (lambanın fideye uzaklığı). Bağımlı değişken: Belirli sürede kutudaki karbondioksit miktarının azalması (fotosentez hızı). Kontrol değişkenleri: Sıcaklık (25 °C), kutuların hacmi (10 L).

4.2. A kutusu karanlıkta olduğu için fide fotosentez yapamamış ve kutudaki karbondioksiti kullanmamıştır. Fide karanlıkta da solunum yaptığı için kutuya karbondioksit vermiş, bu nedenle karbondioksit miktarı artmıştır. B, C ve D kutularındaki fideler karbondioksit ve suyu kullanarak ışık enerjisiyle glikoz ve oksijen üretmiştir. Kutulardaki karbondioksit miktarının azalması, karbondioksitin fotosentezde kullanıldığını gösterir. Lamba yaklaştıkça (B'den C'ye) karbondioksit daha hızlı azalmıştır. C ve D'de sonuçların yakın olması, ışık şiddetinin fotosentez hızını belirli bir değere kadar artırdığını gösterir. Bu kutularda ışık artık sınırlayıcı değildir; fotosentez hızını miktarı yetersiz kalan başka bir faktör, büyük olasılıkla kapalı kutuda giderek azalan karbondioksit sınırlamaktadır (minimum kuralı). Nitekim C ve D'de karbondioksit azaldıkça azalmanın hızı da yavaşlamıştır. D kutusunda fotosentez hızını artırmak için deneyin başında kutuya karbondioksit verilebilir. Böylece sınırlayıcı faktör olan karbondioksitin miktarı artar ve fotosentez hızlanır.

Yanlış cevap: Bağımlı ve bağımsız değişkenleri yer değiştirmiş yazmak; karbondioksit miktarını ya da sıcaklığı bağımsız değişken olarak göstermek; kutulardaki karbondioksit azalmasını fidenin karbondioksit üretmesine bağlamak; A kutusundaki artışı fotosentezle açıklamak; C ve D'deki sonucu "fazla ışık fotosentezi durdurur" şeklinde yorumlamak; D kutusu için lambayı daha da yaklaştırmayı önermek. Cevap yok veya tamamen yanlış bilgi içeriyorsa 0 puan verilir.

5. Doğru cevap:

5.1. **(6 puan)**

- Yatay eksende ışığın dalga boyunu (nm), dikey eksende 20 dakikada toplanan gazın hacmini (mL) (fotosentez hızı) gösterir; eksenleri adlandırır ve birimleri yazar. **(2 puan)**
- Beş noktayı doğru işaretler. **(3 puan)**
- Noktaları birleştirerek mavi ve kırmızı bölgede yüksek, yeşil bölgede en düşük değerde olan bir eğri elde eder. **(1 puan)**

5.2. **(6 puan)**

- Fotosentezde ışık enerjisinin klorofil tarafından soğurularak kullanıldığını; klorofil mor, mavi ve kırmızı dalga boyundaki ışıkları daha çok soğurduğu için bu ışıklarda fotosentez için daha fazla enerji sağlandığını ve fotosentez hızının yüksek olduğunu açıklar. **(3 puan)**
- Klorofilin yeşil ışığı çok az soğurduğunu (büyük kısmını yansıttığını ya da geçirdiğini); bu nedenle yeşil ışıkta fotosentezde kullanılabilen ışık enerjisinin az olduğunu ve fotosentez hızının en düşük olduğunu açıklar. **(3 puan)** Yeşil ışıkta fotosentezin tamamen durduğunu yazan cevaplara bu ölçütten en fazla 1 puan verilir.

5.3. **(4 puan)**

- Bağımsız değişken: Işığın rengi (dalga boyu). **(1 puan)**
- Bağımlı değişken: 20 dakikada toplanan gazın hacmi (fotosentez hızı). **(1 puan)**
- Karanlık oda kullanılmasının, gün ışığı ya da oda lambası gibi dışarıdan gelen beyaz ışığın bitkilere ulaşmasını önleyerek her bitkinin yalnızca kendi lambasının renkli ışığını almasını sağlamak; böylece sonuçlardaki farkın yalnızca ışığın renginden kaynaklanmasını sağlamak amacıyla yapıldığını belirtir. **(2 puan)**

5.4. **(4 puan)**

- Bitkiden alınan yaprakların klorofili sıcak alkolde giderildikten sonra yapraklara iyot çözeltisi (Lugol) damlatılmasını önerir. **(2 puan)** Klorofil giderme basamağını yazmayan, yalnızca "Yaprağa iyot çözeltisi damlatılır." şeklindeki öneriler de kabul edilir.
- Yapraklarda mavi-mor renk oluşmasının nişasta bulunduğunu, yani bitkinin fotosentezle organik madde ürettiğini gösterdiğini yazar. **(2 puan)** Karşılaştırma için karanlıkta bekletilen bir bitkinin yapraklarının da test edileceğini ve bu yapraklarda mavi-mor renk oluşmayacağını belirten cevaplar da kabul edilir.
- Not: Testin güvenilir olması için bitkinin önceden bir iki gün karanlıkta bekletilerek yapraklardaki nişastanın tükettirilmesi ve testin bitki birkaç saat ışık aldıktan sonra yapılması gerekir. Bu ayrıntıları yazan öğrenciler ek puan almaz, yazmayanlardan puan düşülmez.

Örnek doğru cevap:

5.1. Yatay eksene ışığın dalga boyu (nm), dikey eksene 20 dakikada toplanan gazın hacmi (mL) yazılır. (420; 0,42), (450; 0,48), (530; 0,20), (590; 0,32) ve (660; 0,56) noktaları işaretlenip birleştirilir. Grafik mavi ışıkta yüksek bir değere ulaşır, yeşil ışıkta en düşük değere iner, sonra yeniden yükselerek kırmızı ışıkta en yüksek değere ulaşır.

5.2. Fotosentezde kullanılan ışık enerjisi klorofil tarafından soğurulur. Klorofil mor, mavi ve kırmızı ışığı daha çok soğurduğu için bu ışıklarda bitki daha fazla ışık enerjisi kullanabilir ve fotosentez hızı yüksektir. Klorofil yeşil ışığı çok az soğurur, büyük kısmını yansıtır. Bu nedenle yeşil ışıkta fotosentezde kullanılabilecek enerji azdır ve fotosentez hızı en düşüktür.

5.3. Bağımsız değişken ışığın rengi (dalga boyu), bağımlı değişken 20 dakikada toplanan gazın hacmidir (fotosentez hızı). Deney karanlık odada yapılarak dışarıdan gelen beyaz ışığın bitkilere ulaşması önlenir; böylece her bitki yalnızca kendi lambasının renkli ışığını alır ve sonuçlardaki fark yalnızca ışığın renginden kaynaklanır.

5.4. Kırmızı ışık alan bitkiden alınan yaprakların klorofili sıcak alkolde giderilir ve yapraklara iyot çözeltisi damlatılır. Yapraklarda mavi-mor renk oluşursa nişasta bulunduğu, yani bitkinin fotosentezle organik madde ürettiği anlaşılır.

Yanlış cevap: Eksenleri yer değiştirmiş ya da adlandırılmamış grafik çizmek; yeşil ışıkta fotosentez hızının yüksek olduğunu ya da bitkinin yeşil ışığı en çok soğurduğunu yazmak; yeşil ışıktaki düşüşü sıcaklık değişimiyle açıklamak; bağımlı ve bağımsız değişkenleri yer değiştirmiş yazmak; nişasta testi için Benedict çözeltisi önermek ya da iyotla oluşan rengi kiremit kırmızısı olarak yazmak; nişastayı glikozla karıştırmak. Cevap yok veya tamamen yanlış bilgi içeriyorsa 0 puan verilir.