

## 1. TEMA: ENERJİ

### Biyoloji Dersi (10.Sınıf)

Bu temanın içeriğini canlı yaşamında enerjinin önemi, besinlerden enerji eldesi ve enerji metabolizması oluşturmaktadır. Tema kapsamında öğrencilerin canlı yaşamının devamlılığı için enerjinin neden gerekli olduğunu sorgulamaları, besinlerden elde edilen enerjinin metabolik süreçlere katkısına ve insanda enerji eldesi için sindirim, emilim ve taşımının gerekliliğine dair bilimsel çıkarım yapmaları, fotosentez ve fermantasyonla ilgili deney yapmaları, farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerini karşılaştırmaları, kemosentez hakkında bilgi toplamaları, fotosentez ve hücresel solunum reaksiyonlarıyla ilgili bilimsel model oluşturmaları, canlılarda sindirim çeşitlerini ve yapılarını sınıflandırmaları amaçlanmaktadır.

### Ders Saati

34

### Alan Becerileri

FBAB2. Sınıflandırma, FBAB7. Deney Yapma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, FBAB9. Bilimsel Model Oluşturma

### Kavramsal Beceriler

KB2.6. Bilgi Toplama, KB2.7. Karşılaştırma, KB2.8. Sorgulama

### Eğilimler

E1.1. Merak, E2.2. Sorumluluk, E3.3. Yaratıcılık, E3.4. Gerçeği Arama, E3.5. Açık Fikirlilik, E3.7. Sistematik Olma, E3.10. Eleştirel Bakma, E3.11. Özgün Düşünme

### ▷ Programlar Arası Bileşenler

### Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerileri

SDB1.1. Kendini Tanıma (Öz Farkındalık), SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliği, SDB2.3. Sosyal Farkındalık

### Değerler

D3. Çalışkanlık, D12. Sabır, D13. Sağlıklı Yaşam, D14. Saygı

### Okuryazarlık Becerileri

OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB2. Dijital Okuryazarlık, OB4. Görsel Okuryazarlık, OB7. Veri Okuryazarlığı

### Disiplinler Arası İlişkiler

Kimya, Fizik

## Beceriler Arası İlişkiler

KB3.1. Karar Verme

### Öğrenme Çıktıları ve Süreç Bileşenleri

#### **BİY.10.1.1. Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğini sorgulayabilme**

- a) Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili meraklısı ifade eder.
- b) Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili sorular sorar.
- c) Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili bilgileri toplar.
- ç) Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirdir.
- d) Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili topladığı bilgiler üzerinden çıkarım yapar.

#### **BİY.10.1.2. Fotosentez reaksiyonlarıyla ilgili bilimsel model oluşturabilme**

- a) Fotosentez reaksiyonlarının işleyişini modeller.
- b) Fotosentez reaksiyonlarının işleyişiyile ilgili gerektiğiinde birden fazla model oluşturur.
- c) Fotosentez reaksiyonlarının işleyişiyile ilgili oluşturduğu modeli daha önce oluşturulmuş farklı bilimsel modellerle karşılaştırır.
- ç) Karşılaştırma sürecinden elde ettiği bilgilerle hangi modeli seçeceğine karar verir.

#### **BİY.10.1.3. Fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelerle ilgili deney yapabilme**

- a) Fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelerle ilgili deney tasarılar.
- b) Tasarladığı deneyden elde ettiği sonuçların analizini yapar ve bu sonuçları fotosentezi açıklamak için kullanır.

#### **BİY.10.1.4. Kemosentez hakkında bilgi toplayabilme**

- a) Kemosentez hakkında bilgiye ulaşmak için kullanacağı araçları belirler.
- b) Belirlediği araçları kullanarak kemosentez ile ilgili bilgilere ulaşır.
- c) Kemosentez ile ilgili ulaştığı bilgileri doğrular.
- ç) Kemosentez ile ilgili ulaştığı bilgileri kaydeder.

#### **BİY.10.1.5. Canlılarda sindirim çeşitlerini ve yapılarını sınıflandırabilme**

- a) Canlılarda sindirim çeşitleri ve yapılarını sınıflandırmak için ölçütler belirler.
- b) Canlılarda sindirim çeşitleri ve yapılarını oluşturduğu ölçütler göre ayırtır.
- c) Canlılarda sindirim çeşitleri ve yapılarını grupperdirir.
- ç) Canlılarda sindirim çeşitleri ve yapılarını isimlendirir.

#### **BİY.10.1.6. İnsanda enerji eldesi için sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin gerekliliği ile ilgili bilimsel çıkarım yapabilme**

- a) İnsanda sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin niteliklerini tanımlar.
- b) İnsanda sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin besinlerden enerji eldesi için gerekliliğiyle ilgili bilgileri/verileri toplar ve kaydeder.
- c) İnsanda sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin besinlerden enerji eldesi için gerekliliğiyle ilgili topladığı bilgileri/verileri yorumlar ve değerlendirdir.

**BİY.10.1.7. Hücresel solunum reaksiyonlarıyla ilgili bilimsel model oluşturma**

- a) Hücresel solunum reaksiyonlarının işleyişini modeller.
- b) Hücresel solunum reaksiyonlarının işleyişile ilgili gerektiğinde birden fazla model oluşturur.
- c) Hücresel solunum reaksiyonlarının işleyişile ilgili oluşturduğu modeli mevcut bilimsel modellerle karşılaştırır.
- ç) Karşılaştırma sürecinden elde ettiği bilgilerle hangi modeli seçeceğine karar verir.

**BİY.10.1.8. Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerini karşılaştırabilme**

- a) Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerine ilişkin özelliklerini belirler.
- b) Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerine ilişkin benzerlikleri listeler.
- c) Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerine ilişkin farklılıklarını listeler.

**BİY.10.1.9. Fermantasyon ile ilgili deney yapabilme**

- a) Fermantasyon ile ilgili deney tasarılar.
- b) Tasarladığı deneyden elde ettiği sonuçların analizini yapar ve bu sonuçları fermantasyonu açıklamak için kullanır.

**BİY.10.1.10. Besinlerden elde edilen enerjinin canlılığın metabolik****süreçlerine katkısı ile ilgili bilimsel çıkarım yapabilme**

- a) Besinlerden elde edilen enerjinin özelliklerini tanımlar.
- b) Besinlerden elde edilen enerjinin canlılığın metabolik süreçlerine katkısı ile ilgili bilgileri/verileri toplar ve kaydeder.
- c) Besinlerden elde edilen enerjinin canlılığın metabolik süreçlerine katkısı ile ilgili topladığı bilgileri/verileri yorumlar ve değerlendirir.

**İçerik Çerçevesi****Güneşten Besinlere**

Canlılık İçin Enerjinin Önemi, ATP'nin Yapısı ve Enerji Aktarımında ATP'nin Rolü, Işık Enerjisi Kullanılarak Besin Sentezi (Fotosentez), Pigmentler, Işığa Bağlı Evre, Işıktan Bağımsız Evre, Fotosentez Hızına Etki Eden Çevresel Faktörler, Işık Enerjisi Kullanılmadan Besin Sentezi (Kemosentez)

**Besinlerden Enerjiye**

Sindirim (Hücre İçi Sindirim ve Hücre Dışı Sindirim), Canlılarda Sindirim Yapıları, İnsanda Sindirim, Emilim ve Taşınma, Besinlerden Enerji Elde Etme Yolları, Hücresel Solunum (Glikoliz, Sitrik Asit Döngüsü, Elektron Taşıma Sistemi), Besinlerin Solunuma Katılma Yolları, Fermantasyon (Laktik Asit Fermantasyonu, Etil Alkol Fermantasyonu), Enerji-Metabolizma İlişkisi

**Anahtar Kavramlar**

Işık enerjisi, kimyasal enerji, fotoliz, Calvin döngüsü, sindirim, sindirim sistemi, emilim, hücresel solunum, fermantasyon, elektron taşıma sistemi, ATP sentezi

**Öğrenme Kanıtları (Ölçme ve Değerlendirme)**

Öğrenme çıktıları: deney yapma, model oluşturma, broşür, performans görevi, öğrenme günlüğü, yapılandırılmış grid, sunum, araştırma raporu, bilgi görseli kullanılarak puanlama anahtarı, analistik ve bütüncül dereceli puanlama anahtarı ve öz değerlendirme ile değerlendirilebilir.

Öğrencilere fotosentez reaksiyonları hakkında bilimsel model oluşturmaya yönelik performans görevi verilebilir. Öğrencilerden oluşturacakları modeli sunmaları istenebilir. Performans görevi, bütüncül dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

Öğrencilere fotosentezde kullanılan, üretilen maddeler ve fermantasyonla ilgili deneyler yaparak deney sürecini ve sonucunu raporlaştıracakları performans görevi verilebilir. Öğrencilerin deney süreci ve sonucuna ilişkin hazırlayacakları raporlar, analitik dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir. Analitik dereceli puanlama anahtarında "deneyde olası hatalar için alınacak önlemler, deney süreci ve sonucu" gibi ölütlere yer verilebilir. Öğrencinin kendini deney süreci bakımından değerlendirmesi için öz değerlendirme formu kullanılabilir.

Öğrencilere insanda enerji eldesi için sindirim, emilim ve taşıma süreçlerine ilişkin varsayımda ve önermede bulunabileceği, örüntü oluşturarak karşılaştırma ve değerlendirme yapabileceği broşür oluşturmaya yönelik performans görevi verilebilir. Oluşturulacak broşür, bütüncül dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Öğrencilere hücresel solunum reaksiyonlarının işleyişine ilişkin model oluşturup bu modeli poster veya üç boyutlu model olarak sunmaya yönelik performans görevi verilebilir. Performans görevinin değerlendirilmesinde bütüncül dereceli puanlama anahtarı ve öğrencinin kendisini değerlendirmesi için öz değerlendirme formu kullanılabilir.

## ▷ Öğrenme-Öğretme Yaşantıları

### **Temel Kabuller**

Öğrencilerin sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini (7. sınıf), fotosentezin temel kavramlarını ve hücresel solunumun önemini (8. sınıf) fen bilimleri dersinde öğrendikleri kabul edilmektedir.

Öğrencilerin enerji üretimi ve tüketimi, inorganik bileşiklerin özellikleri, organik moleküller, kloroplast organeli, fotosentez yapan canlı örnekleri, metabolizma, mitokondri organeli, hücre zarından madde geçisi (9. sınıf) ile ilgili bilgileri biyoloji dersinde öğrendikleri kabul edilmektedir.

### **Ön Değerlendirme Süreci**

"Bitkiler fotosentez yapmak için nelere ihtiyaç duyar?" (BİY.10.1.2), "Canlıların besin sentezlemesi ortamda ışığın bulunması ile ilişkili midir?" (BİY.10.1.4), "Sindirilmeyen besinlerin hücre zarından geçmesi mümkün müdür?" (BİY.10.1.5), "Canlılar hayatı kalmak için ihtiyaç duydukları enerjiyi nereden elde eder?" (BİY.10.1.8), "Alınan her besin ögesi canlılarda aynı süreçlerden mi geçer?" (BİY.10.1.8) gibi sorularla öğrencilerin temel kabullere ilişkin öğrenme durumları değerlendirilebilir. Alınan cevaplar, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerini belirlemek amacıyla her bir öğrenme çıktıısı ile ilişkilendirilebilir. Öğrencilerden sorulara verdikleri cevaplardan hareketle kavram haritaları oluşturarak bilgilerini görselleştirmeleri istenebilir. Günlük yaşamdan fermantasyon örnekleri vermeleri ve bu örnekleri açıklamaları istenebilir (BİY.10.1.9).

Öğrencilerin enerjinin canlılık için gerekliliği (BİY.10.1.1), fotosentez (BİY.10.1.3), insanda enerji eldesi (BİY.10.1.6), hücresel solunum (BİY.10.1.7) ve metabolizma

(BİY.10.1.10) hakkında temel bilgilere sahip olup olmadıklarını ve bilgi düzeylerini belirlemek için açık uçlu sorulardan oluşan soru formları kullanılabılır.

## Köprü Kurma

Canlıların yaşamalarını sürdürmek için sürekli olarak enerjiye ihtiyaç duyması; araçların çalışmak için yakıt, araç bataryalarının şarj edilmeye ihtiyaç duyması ile ilişkilendirilebilir (BİY.10.1.1). Bitkilerin güneş enerjisiyle ürettiği besin maddelerinin bir dilim domates veya salatalık yendiğinde alındığı bilgisi verilerek günlük beslenme alışkanlıklarını fotosentez süreciyle ilişkilendirilebilir (BİY.10.1.2). Öğrencilerden okul bahçesindeki veya evdeki bitkileri gözlemlemeleri, gözlemlerinden hareketle bitkilerin ışığı alma/almama, sulanma/sulanmama, yağmurun yağması/yağmaması vb. durumlardan nasıl etkilendiğini fotosentez ile ilişkilendirmeleri beklenebilir (BİY.10.1.3). Öğrencilere derin deniz belgeselleri izletilebilir, öğrencilerin çöplüklerdeki metan gazı patlamalarının nedenleri ile kemosentez arasında ilişki kurmaları sağlanabilir (BİY.10.1.4).

Köpek ve koyunların mide yapılarının benzer ve farklı yönleri verilerek sindirim sisteminin yapı ve işlevlerindeki farklılaşmaya dikkat çekilebilir (BİY.10.1.5). Su arıtma tesislerinde içme sularının kirleticilerden arındırılması ve tekrar şebeke suyuna verilmesi süreci, vücutumuzda besin monomerlerinin emilim ve taşınması ile ilişkilendirilebilir (BİY.10.1.6). Yürüyüş, koşu, yüzme vb. fiziksel aktiviteler ile hücresel solunum süreci arasında ilişki kurulabilir (BİY.10.1.7). Portakal suyu, yumurta, tereyağı gibi besinlerin içindeki ana besin maddelerinin enerji verici tepkimelerde kullanılabileceği bilgisi verilerek öğrencilerin farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerini ilişkilendirmeleri sağlanabilir (BİY.10.1.8). Öğrencilere ferment edilmiş gıdaların sindirim sistemi sağlığına etkisi hakkında bilgi verilerek fermantasyonun önemi vurgulanabilir (BİY.10.1.9). Farklı besin gruplarının enerji değerleri, sağlıklı ve dengeli beslemeyle ilişkilendirilebilir (BİY.10.1.10).

## Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

### BİY.10.1.1

a) "Güneş olmasaydı canlılara ne olurdu?", "Fotosentez olmasaydı bundan sadece bitkiler mi etkilenirdi?", "Bir insan beslenmeden kaç gün yaşayabilir?" gibi sorularla öğrencilerin merak duygusu harekete geçirilir. Öğrencilerden sorular hakkında bireysel olarak düşünmeleri, cevaplarını arkadaşlarıyla paylaşmaları istenir. Öğrencilerin iletişim engellerine dikkat ederek etkin dinlemeleri, düşüncelerini ifade etmeleri ve grup iletişimine katılmaları sağlanır (**E1.1, SDB2.1**).

b-c) Öğrencilerden canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliği, ATP molekülünün yapısı ve enerji dönüşümlerindeki işlevi konularında merak ettiğleri soruları sormaları beklenir. Sordukları sorulara cevap bulmak amacıyla araştırma yapmaları ve bilgi toplamaları istenir. Bu süreçte ATP sentezinin hangi yollarla gerçekleştiği (substrat düzeyinde fosforilasyon, fotofosforilasyon, oksidatif fosforilasyon) verilmez.

ç-d) Öğrencilerden ulaştıkları bilgilerin doğruluğunu bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan, söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda ders kitabından yararlanarak değerlendirmeleri istenir (**D3.3, OB2**). Topladıkları bilgileri görsel ve şematik olarak sunmaları

istenir (**OB4**). Hazırladıkları sunulardan yararlanarak canlılık ve enerji ilişkisi hakkında çıkarım yapmaları beklenir.

Öğrencilerden canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğini ve önemini tanımladıkları, konu hakkında sorular sorarak sorularını cevapladıkları, topladıkları bilgilerin doğruluğunu değerlendirerek çıkarım yaptıkları bir öğrenme günlüğü oluşturmaları istenir. Öğrenme günlüğü, bütüncül dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir; öğrencilerin öz değerlendirme yapması sağlanır (**E3.5**).

#### **BİY.10.1.2**

a-b) Öğrencilere fotosentez reaksiyonlarının temel adımlarını gösteren slayt gösterisi veya kısa animasyon/video izletilebilir. Öğrencilerden fotosentezin genel aşamalarını (ışığa bağlı evre, elektron taşıma sistemi, ATP sentezi, suyun parçalanması, ışiktan bağımsız evre, Calvin döngüsü) gösteren bir modeli grup çalışmasıyla oluşturmaları istenir. Öğrenciler diyagram, şema, maket veya etkileşimli görsel iletişim uygulamaları kullanarak tasarladıkları modelleri dijital araçlarla, etkileşimli olarak arkadaşlarıyla paylaşır (**OB2**). Öğrencilerden gerektiğiinde fotosentez reaksiyonları için farklı bakış açılarıyla birden fazla model oluşturmaları istenebilir (**E3.3**). Bu süreçte pigmentlerin yapı ve çeşitleri, fotofosforilasyon olayının mekanizması, devirli ve devirsiz fotofosforilasyon, fotosistem çeşitleri, Calvin döngüsünün ara basamakları, CAM ve C4 bitkilerinde görülen farklı fotosentez türleri ve fotosenteze etki eden genetik faktörler verilmez.

c-ç) Bilim insanlarının geliştirdiği fotosentez reaksiyonu modelleri paylaşılarak öğrencilerden bu modelleri kendi hazırladıkları modellerle karşılaştırmaları istenir. Bu karşılaştırma sayesinde öğrencilerin aynı konuya ilişkin farklı bakış açılarını fark etmeleri sağlanır (**E3.10**). Öğrenciler, karşılaştırma sonucunda kendi modellerinden hangisinin kabul gören modele en yakın olduğuna karar verir.

#### **BİY.10.1.3**

a-b) "Bir bitki fotosentez esnasında hangi maddeleri kullanır ve üretir?" gibi sorularla konuya dikkat çekilir (**E1.1**). Öğrencilerin fotosentezin gerçekleşme sürecine ilişkin bilgi ihtiyaçlarını fark etmeleri sağlanır. Bilim tarihinde fotosentez ile ilgili yapılan çalışmalara (Jan Baptist van Helmont, Joseph Priestley, Jan Ingenhousz, Melvin Calvin, Robin Hill'in çalışmaları) ilişkin bilgiler verilir. Öğrencilerden bu bilgileri fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelere göre yapılandırmaları ve fotosenteze ilgili kontrollü bir deney tasarlama üzere kullanmaları istenir. Sentezledikleri bilgileri kullanarak tasarladıkları deneylerin amaçları ile bağlı ve bağımsız değişkenlerini tanımlamaları istenir. Deneylerini grup çalışması ile yapmaları beklenir. Öğrenciler, deneyi gerçekleştirirken dikkatlerini olumsuz etkileyen faktörleri kontrol etmeleri ve deneye devam etmek için isteklerini sürdürmeleri konusunda cesaretlendirilir (**SDB1.2, D3.4, D12.3**). Öğrenciler, deney sonuçlarının analizini yaparak ulaştıkları sonuçları fotosentez olayı ile ilişkilendirir; elde ettikleri verileri açıklamak için sunum veya rapor hazırlar. Öğrencilerden etkili iletişim becerilerini kullanmaları ve grup arkadaşlarına nazik davranışları istenerek saygı değeri vurgulanır (**D14.1, OB7, E3.7**).

#### **BİY.10.1.4**

a-b-c) Öğrencilerden "Işık enerjisi kullanılmadan besin sentezi nasıl gerçekleşir?" sorusuna cevap bulmaları istenir. Öğrenciler, bilgiye ulaşmak için kullanacakları araçları belirler. Öğrencilerden belirledikleri araçları kullanarak kemosentez

hakkında araştırma yapmaları, bilgi toplamaları (**OB1**) ve ulaştıkları bilgileri doğrulamaları istenir. Bu süreçte kemosentez tepkimelerine deðinmez.

ç) Öğrencilerden doğruladıkları bilgilere ve telif hakkı olmayan görsellere yer verdikleri bir bilgi görseli hazırlamaları istenir (**OB4, E2.2, D3.3**). Öğrencilerin oluşturacağı bilgi görseli, analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

#### **BÝY.10.1.5**

a-b) "Sindirim nedir?", "Sindirim nerede ve nasıl gerçekleşir?" gibi sorularla öğrencilerin sindirim konusundaki bilgi ihtiyaçlarını fark etmeleri sağlanır. Görseller kullanılarak öğrencilerden omurgalı canlıların mide ve dış yapılarını karşılaştırmaları, dış çeşitleri ile beslenme arasındaki ilişkiyi sorgulamaları, bağırsak uzunluklarının beslenme tipine göre değişip değişmediğine ilişkin soruları cevaplamları istenir. Öğrenciler, ulaştıkları bilgiler ışığında canlılarda sindirim çeşitlerini (hücre içi ve hücre dışı sindirim) ve sindirim yapılarını kuş, kurt, inek, insan örnekleri üzerinden sınıflandırmak için ölçütler belirler (**SDB1.2**). Elde ettikleri bilgileri özetleyerek sindirim çeşitlerini ve yapılarını oluşturdukları ölçütlerle (dişlerin yapısı, mide yapısı ve bağırsak uzunluğu) göre ayırtırır.

c-ç) Öğrencilerden tanımladıkları ölçütleri kullanarak canlılarda sindirim çeşitleri ve yapılarını sınıfaki arkadaşlarıyla iş birliği içinde ve saygı çerçevesinde gruplandırmaları istenir (**D14.1**). Yaptıkları gruplandırmaların bilimsel karşılığını güvenilir kaynaklardan bulmaları ve kendi gruplandırmalarını bilimsel gruplandırmalarla karşılaştırmaları beklenir. Öğrenciler, canlılarda sindirim çeşitlerini ve yapılarını isimlendirir. Öğrencilerden yaptıkları gruplandırmaları konunun daha iyi anlaşılmasına amacıyla posterle/modelle ya da uygun web araçlarını kullanarak yaratıcılıklarını ortaya koydukları farklı metodlarla sunmaları istenir (**OB1, OB2**). Öğrencilerin örnek olarak verilen canlılarda sindirim çeşitleri ve sindirimde görevli yapıların özelliklerine yönelik ölçütler oluşturarak sınıflama ve ayrıştırma yapmalarını sağlamak için yapılandırılmış grid kullanılabilir. Yapılandırılmış grid, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

#### **BÝY.10.1.6**

a) Öğrenciler gruptara ayrırlar. Her gruba "Vücutta su, ilaç, vitamin, karbohidrat, yağ, protein gibi moleküllerin sindirim, emilimi ve taşınımı nasıl gerçekleşir?", "Vücutta emilim süreci için hangi adaptasyonlar gelişmiştir?" gibi sorular sorularak öğrencilerin sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin nitelikleriyle ilgili düşünmeleri sağlanır (**E1.1**). Öğrencilerden bu soruların cevaplarını grup içinde tartışarak sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin niteliklerini tanımlamaları beklenir.

b) Grup üyelerinden bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynakları araştırarak besinlerden enerji eldesi için sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin gerekliliğine ilişkin bilgi toplamaları istenir (**OB7, D3.3**). Söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda ders kitabından yararlanılır. Bilgi toplama sürecinde sindirim basamaklarında görev alan enzim ve hormonlar verilmez. Sindirim ürünlerinin dolaþım sistemine katılırken kan ve lenf sisteminde izlediği yol ayrımlına deðinmez.

c) Gruplar, topladıkları bilgileri/verileri grafik, tablo veya diyagram gibi görsel formatlara dönüþürerek verilerin daha anlaşıllır hâle gelmesini sağlar. Öğrenciler, bazı bilgi/veri setlerini özetler veya daha anlamlı hâle getirir. Öðretmen; toplanan bilgilerin gruplandırılması, bilgi/veri setlerinin düzenlenmesi ve analiz edilmesi konularında öğrencilere rehberlik edebilir.

Öğrencilerden topladıkları ve kaydettikleri bilgilerin hangilerini kullanacaklarına karar vermeleri, bu bilgilerden hareketle emilim ve taşıma süreçleri ile enerji eldesi arasındaki ilişkileri belirlemeleri istenir. Topladıkları bilgileri yorumlamaları ve bu bilgilere dayanarak sindirim sistemi süreçlerinin nasıl çalıştığını değerlendirmeleri beklenir. Öğrencilerin bu süreçlerin vücutun sağlılıklı bir şekilde çalışması için neden önemli olduğunu düşünmeleri sağlanır (**OB7**).

#### BİY.10.1.7

a) Öğrencilere hücresel solunum reaksiyonlarının temel adımlarını (glikoliz, piruvatın oksidasyonu, Krebs döngüsü, elektron taşıma sistemi) gösteren bir slayt gösterisi yapılabılır veya kısa bir animasyon/video izletilebilir. Bu süreçte Krebs döngüsü ara reaksiyonlarının detayına değinmez, sadece karbon sayılarındaki değişim ve ürünlerin çıkışları verilir. Elektron taşıma sisteminde görev alan proteinlerin yapı ve isimleri, kimyasal ozmoz verilmez; süreç sonunda ATP üretildiği vurgulanır.

Öğrenciler, grup çalışması ile diyagram, şema, maket veya etkileşimli görsel iletişim uygulamaları kullanarak hücresel solunumun işleyişini gösteren bir model tasarlars.

b) Öğrencilerden farklı bakış açılarıyla hücresel solunum reaksiyonları hakkında gerekiğinde farklı bir model oluşturmaları istenir. Birden fazla model oluşturulması istenerek konunun daha iyi anlaşılmasına sağlanır (**E3.3**).

c-ç) Öğrencilerden grup çalışmasıyla oluşturdukları modelleri hücresel solunumla ilgili mevcut bilimsel modellerle ve diğer grupların modelleriyle karşılaştırılmaları istenir (**E3.10**). Öğrencilerin oluşturdukları modelleri değerlendirmeleri ve kendi modellerinden hangisinin genel kabul görmüş modele en yakın olduğu konusunda karar vermeleri sağlanır (**KB3.1, E3.4**). Bu değerlendirme sürecinde öğrencilerden kendisinin ve arkadaşlarının bakış açıları ve görüşlerini takip etmesi beklenir (**SDB1.1**). Karşılaştırmalar aracılığıyla hücresel solunum reaksiyonlarının farklı bakış açılarıyla değerlendirilmesi ve anlaşılması sağlanır.

#### BİY.10.1.8

a) "Besinlerin oksijenli solunumun hangi basamağında tepkimeye gireceği, içeriğindeki organik bileşigin karbon sayısına bağlı mıdır?", "Farklı besin monomerleri hücresel solunum tepkimelerine aynı basamaktan katılabilir mi?", "Hücresel solunumda kullanılan her besin Krebs döngüsüne girer mi?" gibi sorular kullanılarak öğrencilerin farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçleriyle ilgili bilgi ihtiyaçlarını fark etmeleri sağlanır (**OB1, D3.3**).

Öğrencilerden bu soruların cevapları hakkında bilgi toplamaları beklenir.

Topladıkları bilgileri sınıfta tartışarak farklı besin gruplarının hangi hücresel solunum basamağında hücresel solunuma dâhil olduğunu ve bu besin gruplarından enerji eldesi süreçlerine ilişkin özelliklerini belirlemeleri istenir. Bu süreçte yağ asitlerinin oksidasyonu (alfa, beta ve omega-oksidasyonu) ve amino asitlerin transdeaminasyonu reaksiyonlarına, farklı monosakkartlerin (fruktoz, galaktoz, mannoz vb.) glikolize nasıl girdigine ve oksijensiz solunum kavramına değinmez.

b-c) Öğrenciler, elde ettikleri bilgilerin özétini kullanarak farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerine ilişkin benzerlik ve farklılıklarını listeler (**OB1**). Öğrencilerden farklı besin gruplarından enerji elde edilmesi süreçlerini karşılaştırabilmeleri için uygun web araçlarıyla yaratıcılıklarını kullanacakları bir sunum oluşturmalari istenebilir (**OB2**). Öğrencilerin farklı besin gruplarından enerji elde edilmesi süreçlerini benzerlik ve farklılıklarına göre listelemelerini

sağlamak amacıyla yapılandırılmış grid kullanılabilir. Yapılandırılmış grid, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

#### BİY.10.1.9

- a) "Ekmeğin mayalanması, peynir ve yoğurt üretimi nasıl gerçekleşir?", "Fermantasyon sürecini etkileyen faktörler nelerdir?" gibi sorularla fermantasyon konusuna dikkat çekilerek öğrencilerin bu konuya ilgili bilgi ihtiyacını fark etmeleri sağlanır (**E1.1**). Öğrenciler, gruplar oluşturarak fermantasyon hakkında bilimsel kaynaklardan veya ders kitabından bilgi toplar ve topladıkları bilgileri özetleyerek enerji eldesi açısından yapılandırır. Bu bilgileri fermantasyon ile ilgili deney tasarlamak üzere sentezler (**OB1, E3.11**) ve fermantasyonla ilgili sınıf/ laboratuvar ortamında yapabilecekleri bir deney tasarılar. Saygı değerinin gereği olarak farklı düşünceler üzerinde uzlaşma sağlayıp hata kaynaklarını ortadan kaldıracak tedbirleri alır (**SDB2.2, D14.1**).
- b) Gruplardan deney sonuçlarının analizini yaparak fermantasyon ile yoğurdun, peynirin, kefirin ve ekmeğin mayalanması, turşu yapımı vb. arasında ilişki kurmaları ve fermantasyonu açıklamaları istenir. Fermantasyonun insan sağlığı açısından önemi vurgulanarak sağlıklı yaşam değerine dikkat çekilir (**D13.1**).

#### BİY.10.1.10

- a) "Farklı besinlerden nasıl ve ne kadar enerji elde edilebilir?" sorusu sorularak öğrencilerden enerjinin özelliklerini düşünmeleri istenir. Besin gruplarındaki farklı bileşenlerin besinin enerji değerlerini belirlediği ifade edilir. Öğrencilerden besinlerden elde edilen enerjinin vücuttaki hücresel faaliyetlerin sürdürülmesi, organların çalışması, vücut ısısının korunması ve günlük yaşam aktivitesinin sürdürülmesindeki rolünü açıklamaları beklenir (**E1.1**).
- b) Öğrencilerden bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynakları kullanarak besinlerden elde edilen enerjinin canlılığın metabolik süreçlerine (kas faaliyetleri, biyosentez, sinirsel iletim, aktif taşıma vb.) katkısıyla ilgili bilgi/veri toplamaları ve topladıkları bilgileri/ verileri kaydetmeleri istenir (**OB7, D3.3**). Söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda ders kitabından yararlanılır. Öğrenciler, topladıkları bilgileri öğretmen rehberliğinde tablo, grafik ve diyagram gibi görsel formatlara dönüştürerek daha anlaşılır hâle getirir.
- c) Öğrencilerden topladıkları bilgileri besinlerden elde edilen enerjinin canlıların metabolik süreçlerine etkisini ve katmasını belirlemek üzere yorumlamaları ve değerlendirmeleri beklenir. Hazır ve işlenmiş gıda tüketimi, tek tip besin tüketimi vb.nin metabolizmaya olan etkilerini tartışmaları istenir (**SDB2.3**).

#### ▷ Farklılaştırma

#### Zenginleştirme

Öğrenciler, farklı yaşam ortamlarındaki canlıların enerji kaynaklarını ve canının yaşadığı ortam özellikleri ile ilişkisini araştırıp rapor veya sunum hazırlayabilir. Öğrencilerden bitkilerde bulunan farklı pigmentleri kâğıt kromatografisi yöntemiyle tespit etmeleri istenebilir. Fotosentez reaksiyonlarında "minimum kuralını" gösteren deneyler tasarlamaları istenebilir. \*Fotosentez reaksiyonlarında fotosistemlerin yapısını, ışık enerjisinin nasıl soğrulduğunu, bu süreçte neden farklı pigment türlerine ihtiyaç duyulduğunu, ışık enerjisi kullanılarak ATP üretimi süreçlerini araştırmaları ve fotofosforilasyonla ilgili akış şeması oluşturmaları istenebilir. Farklı hidrojen kaynaklarını kullanan fotosentetik canlıların fotosentez süreçlerini karşılaştırmaları istenebilir.

Biyoremediasyon çalışmalarında kemosentetik canlıların rolü ile ilgili araştırma yapmaları istenebilir.

Öğrencilerden hücresel solunum reaksiyonlarıyla ilgili modelleri simülasyon şeklinde tasarlamları, eş zamanlı gerçekleşen olayları ve olay akışını somutlaştırmaları istenebilir. Öğrencilerin karbohidrat, yağ ve protein içerikli besinlerin kalori düzeyini ölçmek için kullanılan “bomba kalorimetre” cihazının çalışma prensibi ve kullanım alanları hakkında araştırma yapmaları sağlanabilir.  
\*Öğrencilerden fermantasyonun gıda ve ilaç endüstrisinde, biyoenerji üretiminde ve atık suların arıtılmasında nasıl kullanıldığını araştırmaları ve araştırmalarını raporlaştırmaları istenebilir. Fotosentez ve solunum tepkimeleri arasındaki ilişkileri ayrıntılı araştırarak bitkideki enerji metabolizmasını yapılandırmaları istenebilir.

### **Destekleme**

Fotosentez, sindirim ve hücresel solunumla ilgili görsel, işitsel vb. materyaller ve bilgi kartları kullanılabilir. Fotosentez ve fermantasyon deneylerinde düzenek kurma olanağının olmadığı durumlarda deney simülasyonlarından yararlanılabilir. Fotosentez ve solunum reaksiyonları ile ilgili modeller iki boyutlu olarak hazırlanabilir.