

## 1. TEMA: TEPKİ

Biyoloji Dersi (11.Sınıf)

Bu temanın içeriğini canlıların uyartılara verdiği tepkiler oluşturmaktadır. Tema kapsamında öğrencilerin bitkilerde ve hayvanlarda tepki mekanizmalarını çözümlemeleri, bitkilerde hareketin sınıflandırılması deneylerini yapmaları; sinir sistemi farklılıklarını, refleks, bağılıklık ve alerji oluşumunu sorgulamaları ve farklı canlıların uyartılara karşı oluşturduğu tepki mekanizmalarıyla ilgili akıl yürütmenleri amaçlanmaktadır.

### Ders Saati

69

### Alan Becerileri

FBAB2. Sınıflandırma, FBAB7. Deney Yapma, FBAB9. Bilimsel Model Oluşturma, FBAB10. Tümeyerimsal Akıl Yürütme

### Kavramsal Beceriler

KB2.4. Çözümleme, KB2.8. Sorulama, KB2.14. Yorumlama, KB2.16. Analojik Akıl Yürütme, KB3.3. Eleştirel Düşünme

### Eğitimler

E1.1. Merak, E2.1. Empati, E2.3. Girişkenlik, E3.2. Odaklanma, E3.3. Yaratıcılık, E3.4. Gerçeği Arama, E3.5. Açık Fikirlilik, E3.6. Analistik Düşünme, E3.7. Sistematik Olma, E3.10. Eleştirel Bakma

▷ Programlar Arası Bileşenler

### Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerileri

SDB1.3. Kendine Uyarlama (Öz Yansıtma), SDB2.2. İş Birliği, SDB3.2. Esneklik

### Değerler

D3. Çalışkanlık, D4. Dostluk, D8. Mahremiyet, D13. Sağlıklı Yaşam, D14. Saygı, D16. Sorumluluk, D20. Yardımseverlik

### Okuryazarlık Becerileri

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

### Disiplinler Arası İlişkiler

Fizik, Kimya

## Beceriler Arası İlişkiler

KB2.10. Çıkarım Yapma

### Öğrenme Çıktıları ve Süreç Bileşenleri

#### **BİY.11.1.1. Farklı canlıların uyaranlara karşı oluşturduğu tepki mekanizmaları ile ilgili tümevarımsal akıl yürütебilme**

- a) Farklı canlıların çeşitli uyaranlara karşı oluşturduğu tepki mekanizmaları ile ilgili örüntü bulur.
- b) Farklı canlıların çeşitli uyaranlara karşı oluşturduğu tepki mekanizmaları ile ilgili genelleme yapar.

#### **BİY.11.1.2. Bitkisel hormonların meyve olgunlaşması ve bitki gelişimindeki etkileri hakkında analogik akıl yürütебilme**

- a) Meyve olgunlaşmasında etilenin, bitki gelişiminde absisik asidin etkilerini deney yaparak gözlemler.
- b) Meyve olgunlaşmasında etilenin, bitki gelişiminde absisik asidin etkilerini tespit eder.
- c) Meyve olgunlaşmasında etilenin, bitki gelişiminde absisik asidin etkilerinin benzerlikleri üzerinden çıkarım yapar.

#### **BİY.11.1.3. Bitkilerdeki tepki mekanizmalarını sınıflandırabilme**

- a) Bitkilerdeki tepki mekanizmalarını belirleyebilmek için durum değişikliği ve yönelim ölçütlerini kullanır.
- b) Bitkilerdeki tepki mekanizmalarını ayırtırmak için hareketin bir uyaranın yönüne bağlı olup olmadığını belirler.
- c) Bitkilerin oluşturduğu tepkileri uyaranın yönüne bağlı olanlar ve uyaranın yönüne bağlı olmayanlar olarak ayırtır.
- ç) Bitkilerdeki tepki mekanizmalarını gruplandırmak amacıyla “tepkinin uyaranın yönüne bağlı olması ve uyaranın yönüne bağlı olmaması” ölçütlerini belirler.
- d) Tepkileri “uyaranın yönüne bağlı olanlar” ve “uyaranın yönüne bağlı olmayanlar” şeklinde gruplandırır.
- e) Uyaranın yönüne bağlı olan ve uyaranın yönüne bağlı olmayan şeklinde gruplandığı tepki çeşitlerini adlandırarak bilimdeki karşılıklarıyla kıyaslar.

#### **BİY.11.1.4. Bitkilerde yönelme hareketlerini gözlemleyebilecegi deney yapabilme**

- a) Bitkilerde yönelme hareketlerini gözlemleyebilecegi bir deney tasarlars.
- b) Tasarladığı deneyden elde ettiği sonuçların analizini yapar ve bu sonuçları bitkilerde hareketi etkileyen faktörleri açıklamak için kullanır.

#### **BİY.11.1.5. Duyu reseptörlerini ve duyu reseptörlerinin bulunduğu duyu organlarını sınıflandırabilme**

- a) Duyu reseptörlerinin ve duyu organlarının niteliklerini belirler.
- b) Duyu reseptörlerini ve duyu organlarını niteliklerine göre ayırtır.
- c) Duyu reseptörlerini ve duyu organlarını belirlediği ölçütlerle göre gruplandırır.
- ç) Duyu reseptörlerini ve duyu organlarını belirlediği ölçütlerle göre etiketler.

#### **BİY.11.1.6. Hayvanlardaki sinir sistemi farklılıklarını ile ilgili analogik akıl yürütебilme**

- a) Hayvanlardaki sinir sistemi farklılıklarını inceler.
- b) Hayvanlardaki sinir sistemi farklılıklarını tespit eder.
- c) Hayvanlardaki sinir sistemi farklılıklarını üzerinden çıkarım yapar.

**BİY.11.1.7. İnsanda sinir sistemi yapısını çözümleyebilme**

- a) İnsanda sinir sistemi yapısına ilişkin parçaları belirler.
- b) İnsanda sinir sistemi yapısının parçaları arasındaki ilişkileri belirler.

**BİY.11.1.8. Refleks olayını yorumlayabilme**

- a) Güncel hayatı gerçekleşen farklı refleks olaylarını inceler.
- b) Örnek refleks mekanizmasını bağlamdan kopmadan yazılı ve sözlü ifadelere dönüştürür.
- c) Refleks olayının gerçekleşme sürecini anlamı değiştirmeyecek şekilde kendi cümleleriyle ifade eder.

**BİY.11.1.9. Harekete dayalı tepkinin oluşmasında iskelet, kas ve eklemlerin eş güdümlü çalışmasıyla ilgili eleştirel düşünübilme**

- a) Iskelet, kas ve eklemlerin eş güdümlü çalışmasının gerekliliğini sorgular.
- b) Iskelet, kas ve eklemlerin eş güdümlü çalışması konusunda akıl yürütür.
- c) Iskelet, kas ve eklemlerin eş güdümlü çalışması konusunda akıl yürütmeyle ulaştığı çıkarımları yansıtır.

**BİY.11.1.10. Iskelet kaslarının kasılma ve gevşeme mekanizması ile ilgili bilimsel model oluşturabilme**

- a) Iskelet kaslarının kasılma ve gevşeme mekanizmasını modeller.
- b) Gerektiğinde iskelet kaslarının kasılma ve gevşeme mekanizmalarını temsil eden birden fazla model oluşturur.
- c) Oluşturduğu modeli bilim insanların modelleriyle karşılaştırır.
- ç) Karşılaştırma sürecinden elde ettiği kanıtlarla modelini geliştirir.

**BİY.11.1.11. Bağılılığı sınıflandırabilme**

- a) Bağılılığı sınıflandırmak amacıyla bağılılığın niteliklerini tanımlar.
- b) Bağılılık sistemi yapılarını niteliklerine göre ayırtırır.
- c) Bağılılık sistemini grupperdirir.
- ç) Bağılılık sistemi ile ilgili yaptığı grupperlemeyi etiketler.

**BİY.11.1.12. Alerjik tepkilerin oluşumunu sorgulayabilme**

- a) Alerji ile ilgili merak ettiği konuları belirler.
- b) Alerji hakkında sorular sorar.
- c) Alerji hakkında bilgi toplar.
- ç) Alerji hakkında topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirir.
- d) Alerjik tepkilerin oluşumu ile ilgili çıkarım yapar.

**İçerik Çerçevesi****Canlılık ve Tepki****Bitkilerde Tepki**

Bitkilerde Hormonlar ve Tepki

Tropizma (Yönelim), Nasti (Irganım, İrkilme)

**Hayvanlarda Tepki**

Uyartıların (Işık, Sıcaklık, Mekanik Etki, Kimyasallar) Alınması, Nöronlar, Nöronlarda Sinyal İletimi, Nöronların İletişimi, Hayvanlarda Sinir Sistemi Farklılıklar, İnsan Sinir Sisteminin Yapısı (Merkezî ve Çevresel Sinir Sistemi, Refleks Yayı), Yaşam İçin Kaçınılmaz Tepkiler (Refleksler), Kemik, Eklem ve Kasların Hareketteki Rolü (Kasların Kasılma Mekanizması), Kemik ve Kasların Birlikte Çalışma İlişkisi, Kaslarda Kasılma Kontrolü, Bağılılık (Doğal Bağılılık, Kazanılmış Bağılılık, Aktif ve Pasif Bağılılık, Alerji)

## Anahtar Kavramlar

yönelme, ırkilme, duyu, aksiyon potansiyeli, bütünüleştirmeye, tepki, kasılma, hareket, bağışıklık

## Öğrenme Kanıtları (Ölçme ve Değerlendirme)

Öğrenme çıktıları; açık uçlu soruların yer aldığı çalışma yaprağı, deney yapma, kavram haritası, yapılandırılmış grid, öğrenme günlüğü, bilgi görseli, zihin haritası, model oluşturma, broşür, performans görevi kullanılarak dereceli puanlama anahtarı, öz değerlendirme ve akran değerlendirme ile değerlendirilebilir.

Çalışma yaprağında tepki mekanizmalarının çeşitleriyle ilgili örnek durum verilip, açık uçlu sorular yönetilerek öğrencilerden tepki mekanizmasına ilişkin örüntülerini bulmaları ve buldukları örüntüler hakkında akıl yürütümleri istenebilir. Öğrencilerin sorulara verdiği cevaplar, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

Öğrencilere iskelet kaslarının kasılma mekanizmasıyla ilgili üç boyutlu model oluşturmaya yönelik performans görevi verilebilir. Öğrencilerin oluşturacağı model, analitik dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir; öz değerlendirme formu kullanılabilir.

Öğrencilere bilgi toplama, topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirme, alerjik tepkilerin oluşumuna ilişkin çıkarımda bulunma, alerjiyi tanımlama basamaklarını içeren broşür hazırlayacakları performans ödevi verilebilir. Öğrencilerin oluşturacağı broşür, analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

## ▷ Öğrenme-Öğretme Yaşantıları

### Temel Kabuller

Öğrencilerin duyu organlarının çeşitleri ve yapısını (3. sınıf), destek ve hareket sisteminin yapısını (5. sınıf), hormonlara ilişkin temel bilgileri, sinir sisteminin merkezi ve çevresel sinir sistemi olarak sınıflandırıldığını ve sinir sistemini oluşturan yapıları (6. sınıf) fen bilimleri dersinde öğrendikleri kabul edilmektedir.

Öğrencilerin hareket ve tepkinin canlıların ortak özelliklerinden olduğunu, proteinlerin yapısını ve hücre zarında bulunan proteinlerin görevlerini (9. sınıf), hücrelerin ihtiyaç duyduğu enerji çesidinin ATP molekülü ile karşılandığını, ATP'nin yapım ve yıkım süreçlerini (10. sınıf) biyoloji dersinde öğrendikleri kabul edilmektedir.

### Ön Değerlendirme Süreci

“Uyarın nedir?”, “Siz ve çevrenizdeki canlılar hangi olaylara tepki veriyorsunuz?” (BİY.11.1.1), “Hormon nedir, hangi işlevlere sahiptir, hangi canlılarda üretilir?”, “Hücreler arasında haberleşme nasıl gerçekleşir?” (BİY.11.1.2), “Bitkilerin hareketine sebep olan faktörler nelerdir?” (BİY.11.1.3), “Bitkiler hangi uyarılara, ne şekilde yönelim davranışları gösterir?” (BİY.11.1.3, BİY.11.1.4), “Her uyarani algılayabilir misiniz?” (BİY.11.1.5), “Tüm hayvanların sinir sistemi var mıdır?” (BİY.11.1.6), “Nöron çeşitleri nelerdir, nerede bulunur?”

(BİY.11.1.7), "Refleks nedir?" (BİY.11.1.8), "Nasıl hareket edersiniz?" (BİY.11.1.9), "Hastalık etmeni mikroorganizmalardan nasıl korunursunuz?" (BİY.11.1.10), "İnsan vücudunda antikorların görevi nedir?", "Hücreler moleküllerini nasıl tanır?" (BİY.11.1.11), "Bahar aylarında alerjik tepkilerin artışının sebebi nedir?" (BİY.11.1.12) gibi sorularla öğrencilerin temel kabullere ilişkin öğrenme durumları değerlendirilebilir.

## Köprü Kurma

Öğrenciler, günlük yaşamda kendilerinin ve diğer canlıların maruz kaldığı uyarıları ve bu uyarınlara karşı kendilerinin ve diğer canlıların verdiği tepkileri gözlemlayabilir (BİY.11.1.1). Meyvelerin olgunlaşması, olumsuz koşullara maruz kalmış bitkilerin büyümeye ve gelişme süreçlerinin gözlemlenmesi sağlanarak öğrencilerden ulaştıkları sonuçları tarım ve tarımsal üretim ile ilişkilendirmeleri istenebilir (BİY.11.1.2). Evlerindeki ya da bahçedeki bir bitkinin güneşe doğru yönelmesini, akşamsefası bitkisinin çiçeklerini açıp kapatmasını gözlemlemeleri istenebilir (BİY. 11.1.3). Tarımsal uygulamaların sürdürülebilir ve çevre dostu bir şekilde devam etmesi için tropizma hareketlerinin önemine işaret edilebilir (BİY.11.1.4).

Görme reseptörleriyle ışığı algılama yeteneği, günlük yaşamda fotoğraf makinesinin sensörüne benzetilebilir. Duyma organlarının çalışması, mikrofonun sesleri algılamasına benzetilebilir (BİY.11.1.5). Sinir hücreleri ve sinapsların bir sosyal medya ağı gibi birbirine bağlı olması, bir kişi tarafından paylaşılan bilgilerin diğer kişilere ilettilmesiyle ilişkilendirilebilir. Sinir hücrelerindeki iletim, elektrik devrelerindeki bileşenlerin bir noktadan diğerine akım taşımasıyla açıklanabilir (BİY.11.1.7). Vücudun belirli bir bölgesine dokunulması sonucunda istem dışı oluşan kasılma veya tepki hareketlerinin, kapalı bir mekândan ışıklı bir ortama geçildiğinde gözlerin kırpılmasının, şiddetli bir sese veya ani bir harekete tepki olarak oluşan geri çekilme veya kaçma hareketlerinin, tadı veya kokusu kötü bir yiyeceğin ağıza alınmasından dolayı oluşan ani öğürmenin günlük hayatı sıkça karşılaşılan refleks tepkileri olduğu vurgulanabilir (BİY.11.1.8).

İskelet, kas ve eklemelerin birlikte çalışması, takım sporlarında oyuncuların birlikte çalışmasına benzetilebilir (BİY.11.1.9). Günlük yaşamda pek çok aktivitenin gerçekleştirilemesinde iskelet kaslarının kasılma ve gevşeme mekanizmalarının önemli olduğu vurgulanabilir (BİY.11.1.10). Bağışıklık sistemini güçlendirmek ve belirli enfeksiyonlara karşı koruma sağlamak için aşıları kullanmanın, vitamin ve mineral açısından zengin besinleri tüketmenin, düzenli egzersiz yapmanın ve kronik stresten kaçınmanın bağışıklık için önemine deðinilerek bağışıklık sistemi ile günlük yaşam ilişkilendirilebilir (BİY.11.1.11).

## Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

### BİY.11.1.1

a-b) Farklı canlıların çeşitli uyarınlara farklı tepkiler gösterdiği konusuna dikkat çekilir (**E1.1**). Canlılardaki tepki mekanizmalarıyla ilgili çıkarım yapmalarını sağlamak amacıyla öğrencilere bir doğa belgeseli, video veya animasyon izletilebilir. Bu süreçte öğrencilerden farklı canlıların uyarınlara verdiği tepkilerle ilgili notlar almaları istenir. Öğrencilerin canlıların tepki mekanizmaları örüntüsünü (uyaranı alma, işleme, tepkinin ortaya çıkışını)

keşfetmeleri sağlanır. Bitkilerde ve hayvanlarda üretilen, hedef hücre veya dokularda tepki oluşumunu sağlayan kimyasal haberciler olan hormonların düzenleyici görevleri öğretmen tarafından vurgulanır. Öğrenciler, keşfettikleriörüntülerden yola çıkarak farklı canlıların çeşitli uyaranlara farklı mekanizmalarla tepki vermesine ilişkin genelleme yapar (**OB1**).

### BİY.11.1.2

a) Öğretmen, sınıfı içinde çürük elmanın da bulunduğu bir poşet elma ve susuz ya da aşırı soğukta bırakıldığı saksı bitkisi getirir. Çürük elma çıkarılmazsa poşetteki diğer elmalara ne olacağını, susuz ya da aşırı soğukta bırakıldığı saksı bitkisinin toprağına toksik bir madde karışırsa bitkinin büyümeye ve gelişmesinde neler gözlemlenebileceğini sorar. Bu sorularla öğrencilerde söz konusu örneklerde gerçekleşen olayların sebepleriyle ilgili merak uyandırılır. Öğrencilerden bitkisel hormonların (oksin, giberellin, etilen ve absisik asit) etki mekanizmaları konusunda bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan araştırma yapmaları istenir (**OB2**). Söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda ders kitabından yararlanılır. Bu süreçte sitokinin hormonuna değinmez. Öğrencilere absisik asidin bitki gelişimine etkisini gözlemlemek amacıyla bir saksı bitkisi ve bir stres faktörü kullanarak deney tasarlama ve deneyi gerçekleştirmeye görevi verilir. Öğrencilerden etilen hormonunun meyve olgunlaşmasındaki etkisini gözlemlemek amacıyla elma, armut, muz vb. meyveleri kullanarak farklı bir deney tasarlamları ve deneyi gerçekleştirmeleri istenir. Deneyin tasarlanması gerçekleştirilmeye sürecinde öğrencilere görevlerini zamanında ve eksiksiz yerine getirmeleri hatırlatılarak sorumluluk değeri vurgulanır (**D16.3**).

b) Öğrenciler, deney sonuçlarını gözlemler ve elde ettikleri verileri kaydeder. Öğrencilerden deney sonuçlarından ve kaydettikleri verilerden yola çıkarak etilen hormonunun meyve olgunlaşmasına, kullanılan stres faktörü sebebiyle salgılanan absisik asidin ise bitki gelişimine etkilerinin neler olduğunu tespit etmeleri istenir (**E3.4**).

c) Öğrencilerden tespit ettikleri etkilerin benzerliklerini fark ederek bitkilerin salgıladığı hormonların farklı tür tepkilere yol açtığı, bitkisel hormonların tarım açısından gerekliliği ve bu hormonların tarımda ilave kullanımlarının avantaj ve dezavantajlarıyla ilgili çıksamıda bulunmaları istenir (**KB2.10**). Öğrencilerden deneye ilişkin rapor hazırlamaları istenebilir. Deney raporu, analistik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

### BİY.11.1.3

a) Bitki hareketlerini gösteren ve bitkilerdeki tepki mekanizmalarının gözlemlenebileceği animasyon/videolar izletilir veya sunum yapılır. Öğrencilerden sunumdaki görsellerde veya izledikleri animasyonda/videoda bitkilerde hangi tür hareketlerin görüldüğünü not etmeleri ve tepki mekanizmalarını sınıflandırabilecekleri ölçütleri (durum değiştirme ve yönelme) belirlemeleri istenir. Öğretmen, öğrencilerin ölçütleri belirlemelerine yardımcı olmak amacıyla bitkisel hareketlerinin belirgin şekilde gözlemlenebileceği küstüm otu ve aycıçığı gibi bitkileri seçebilir.

b-c) Öğrenciler, inceledikleri örneklerden yola çıkarak bitkisel hareketin gerçekleşmesine neden olan uyaranları tespit eder; tepkinin uyaranın yönüne bağlı olup olmadığını belirler. Öğrencilerden bu hareketleri "uyaranın yönüne bağlı olanlar" ve "uyaranın yönüne bağlı olmayanlar" şeklinde ayırtırmaları istenir (**E3.2**).

ç) Bitkilerdeki tepki mekanizmalarını gruplandırmak amacıyla öğrencilerden tepkinin "uyaranın yönüne bağlı olması" ve "uyaranın yönüne bağlı olmaması"

ölçütlerinin alt gruplarını tespit etmesi istenir. Bu süreçte ışık, sıcaklık, kimyasal etkisi, suyun varlığı (miktarı) ve sarsıntı ölçütlerinin öğrenciler tarafından belirlenmesi beklenir.

d) Öğrencilerden inceledikleri örneklerde yer alan bitkilerde meydana gelen tepkileri belirledikleri ölçütleri kullanarak gruplandırmaları istenir. Öğrenciler, uyaranın yönüne bağlı olan tepkilerde uyaranların ışık, kimyasal ve su olduğunu; uyaranın yönüne bağlı olmayan tepkilerde ise hareketin ışık, sıcaklık ve sarsıntıya dayalı gerçekleştigiğini belirleyerek bitkilerdeki tepki mekanizmalarını gruplandıracağı bir tablo oluşturur.

e) Öğrencilerden belirledikleri farklı tepki çeşitlerini bilimdeki karşılığı ile adlandırmaları beklenir. Bu süreçte bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan bilgi toplamaları; söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda ders kitabından yararlanmaları istenir.

Bitkilerde tepki mekanizmalarını bilimsel isimleri ile sınıflandıracakları kavram haritası hazırlamaları istenebilir. Kavram haritası, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

#### **BİY.11.1.4**

a) "Bitkilerin gövdesi yukarıya doğru büyürken kökleri neden toprağın derinliklerine doğru gelişir?" sorusu ile bitkilerdeki tropizma (yönelme) hareketleriyle ilgili merak uyandırılır. Bitki gövdesinin ışık uyaranına doğru yönelme hareketleri, bilim insanları tarafından gerçekleştirilen koleoptil deneylerinin bilimsel ve dijital kaynaklarda paylaşılan görselleri üzerinden açıklanır (**OB4**). Asimetrik büyümeye ve oksin hormonunun önemi vurgulanır. Pozitif ve negatif tropizma hareketlerini gösteren hızlandırılmış videolar izletilebilir. Gruplara ayrılan öğrenciler; ışık, su ve kimyasal uyaranlarının bitkideki tropizma hareketlerine etkilerini gözlemleyecekleri deney tasalar (**E3.3**). Deneyin gerçekleştirilme aşamasında oluşabilecek hataların neler olabileceği ve bunları önlemek için neler yapılması gerektiği ile ilgili sorular sorularak öğrencilerden deney adımlarını oluşturmaları ve tasardıkları deneyi gerçekleştirmeleri istenir (**E2.3**). Deney sırasında oluşabilecek hataların önüne geçmek için yapılması gerekenleri içeren kontrol listesi kullanılır.

b) Öğrenciler, deney sonunda elde ettikleri verileri kaydeder; kaydettikleri verileri analiz ederek bir deney raporu hazırlar ve deney sonuçlarını diğer gruplarla paylaşır. Paylaşım sırasında öğrencilerin birbirleriyle dayanışma içinde olmaları teşvik edilerek yardımseverlik değeri vurgulanır (**D20.2**). Deney sürecinde öğrencilerin birbirleriyle yardımlaşmaları, deney sonuçlarını yorumlarken diğerlerinin düşüncelerine saygı duymaları ve saygı çerçevesinde tartışarak uzlaştırmaları beklenir (**SDB2.2, D14.1**). Deney raporu, bütüncül dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir; öz değerlendirme ve grup değerlendirme formları kullanılabilir.

#### **BİY.11.1.5**

a) Öğrencilerden uyaran çeşitlerine örnekler vermeleri ve bu uyaranların duyu organlarıyla nasıl bağlantı kurduklarına ilişkin düşüncelerini ifade etmeleri istenir (**E3.5**). Duyu organları ve uyaranlar arasında bağlantıyı sağlayan yapıların ne olduğunu bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan araştırmaları istenir. Söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda ders kitabından yararlanılır. Öğrenciler, elde ettikleri bilgileri kullanarak nöronların yapısını ve niteliklerini keşfeder. Uyartı adı verilen zar potansiyeli değişiminin nöron boyunca nasıl taşındığını ve diğer nöronlara nasıl aktarıldığını fark ederek duyu reseptörlerinin ve duyu organlarının niteliklerini belirler (**OB1, E3.6**). Bu süreçte polarizasyon, depolarizasyon, repolarizasyon

kavramlarının tanımı yapılır; iyon kanalları, iyon pompalarının çeşitleri ve moleküler çalışma mekanizmaları verilmez. Sinaptik sinyal iletiminde nörotransmitter çeşitleri ile kimyasal sinyal iletiminin mekanizmalarına ve Glia hücrelerinin çeşitlerine degenilmez.

b) Öğrenciler, bilimsel kaynaklardan yaptıkları araştırmalardan hareketle duyu reseptörlerini "fiziksel, kimyasal ve elektriksel uyaranlar ile manyetik değişimlerin meydana getirdiği uyaranları algılayanlar" şeklinde ayırtırır. Öğrencilerden duyu organlarını duyu reseptörlerinin çeşitlerine, yapı ve işlevlerine göre ayırtırmaları beklenir.

c-ç) Öğrencilerden güvenilir kaynaklardan elde ettikleri bilgileri, görselleri, videoları veya sınıfta/laboratuvara bulunan maketleri kullanarak duyu organları ile duyu reseptörlerini gruplandırmaları ve etiketlemeleri beklenir (**OB2, D3.3**). Söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda ders kitabından yararlanılır. Bu süreçte göz uyumu ve görme kusurları verilmez. Denge mekanizması konusu işlenirken "dinamik ve statik harekete göre konum alma" olaylarına degenilmez.

Öğrencilerin duyu organlarını ve duyu reseptörlerini niteliklerine göre ayırtırması, duyu organlarını ve duyu reseptörlerini yapı ve işlevlerine göre gruplandırması amacıyla yönelik yapılandırılmış grid kullanılabilir. Yapılandırılmış grid, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

#### **BİY.11.1.6**

a-b-c) Öğrencilerin görseller, videolar, sunular ve oluşturulan modellerden yararlanarak omurgasız hayvanlardan süngerler, sölenterler, eklem bacaklılar, yassı ve yuvarlak solucanlar ile omurgalı hayvanlardan balıklar, sürüngenler, kuşlar ve memelilerde bulunan sinir sistemlerinin yapılarını sadece görsel olarak incelemeleri sağlanır (**OB4**). Öğrencilerden incelemelerinden elde ettikleri bilgileri kullanarak canlılardaki sinir sistemlerinin benzerlik ve farklılıklarını tespit etmeleri istenir. Öğrenciler, tespit ettikleri benzerlik ve farklılıklara dayanarak hayvanlardaki sinir sisteminin yapısı ve işlevi hakkında çıkarım yapar (**E3.7**).

Öğrencilerden konu hakkında öğrenme günlüğü oluşturmaları istenebilir. Öğrenme günlüğü, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

#### **BİY.11.1.7**

a-b) Öğrencilerden insanın sinir sistemini oluşturan yapılar ve bu yapıların görevleri hakkında bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan araştırma yapmaları istenir. Söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda ders kitabından yararlanılır. Öğretmen, öğrencilere insanda sinir sistemini oluşturan sinir hücrelerinin fonksiyonlarına bağlı olarak "duyu, ara ve motor nöronlar" olmak üzere üçe ayrıldığı bilgisine ulaşmaları konusunda rehberlik eder. Öğrencilere insan sinir sisteminin anatomik olarak bir bütün olduğu ancak fonksiyon bakımından parçalardan oluştuğunu keşfedecekleri görseller gösterilir. Öğrencilerin "Duyu nöronları aracılığıyla merkezî sinir sistemine ulaşan bilgiler, ara nöronlarda yorumlanır ve motor nöronlarla efektör organlara iletilir." bilgisinden ve refleks yayı örneklerinden hareketle sinir sistemini oluşturan parçalar arasında ilişki kurması beklenir. Bu süreçte beyin kabuğu loblarına, sempatik ve parasempatik sinir sistemi ayrimına degenilmez.

Öğrencilerden sinir sisteminin yapısal bileşenlerini ve bu bileşenler arasındaki ilişkileri gösteren bir bilgi görseli hazırlamaları istenebilir. Bilgi görseli, bütüncül dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

**BİY.11.1.8**

- a) Öğrencilerden göz bebeği, diz kapağı, yutkunma, emme refleksi olaylarının oluş sürecinde sinir sisteminin hangi yapılarının görev aldığıni görsellerden, izledikleri video ve animasyonlardan veya öğretmenin vereceği çalışma yapraklarından belirlemeleri istenir. Bu süreçte kazanılmış refleks ve doğuştan gelen refleks ayrimına girilmez.
- b) Öğrencilerden diz kapağı refleksinde görev alan yapıların çalışma mekanizmasını şema veya görsel olarak sunmaları beklenir (**E3.4**). Öğrenciler, oluşturdukları şema veya görseli bağlamdan kopmadan yazılı veya sözlü ifadelere dönüştürür.
- c) Öğrencilerden zihin haritası oluşturarak refleks olayın gerçekleşme sürecini anlam bütünlüğünü bozmadan kendi ifadeleri ile açıklamaları istenir. Zihin haritası, puanlama anahtarı ile puanlanabilir. Bu kapsamda öğrenciler, refleks davranışlarını yorumlar; yorumlarını sınıf arkadaşlarıyla paylaşır ve edindikleri bilgileri gelecek öğrenmelerinde nasıl kullanabileceklerini tartışır (**SDB1.3**).

**BİY.11.1.9**

- a-b) Öğrencilerden destek ve hareket sisteminin yapısı ve bu yapıların çalışma mekanizmaları hakkında bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan bilgi toplamaları istenir (**D3.3**). Söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda ders kitabında verilen video ve animasyonlardan yararlanılır. Öğrencilerin bu bilgilerden yola çıkarak kemik ve kıkırdak yapısı ile çeşitlerini, eklem ve kasların yapısını, çeşitlerini ve bulunduğu organları belirlemeleri; harekete dayalı tepkinin oluşmasında iskelet, kas ve eklemlerin eş güdümlü olarak çalışmalarının gerekliliğini sorgulamaları ve bu eş güdümün nasıl sağlandığı hakkında akıl yürütütmeleri beklenir.
- c) Öğrencilerden iskelet, kas ve eklemlerin eş güdümlü çalışması konusunda akıl yürütmeyle ulaştıkları çıkarımları bilgi görseli hazırlayarak yansımaları istenebilir.
- İskelet, kas ve eklemlerin eş güdümlü çalışması konusunda öğrencilerin akıl yürüterek cevaplayabileceğii açık uçlu sorular çalışma yaprağı ile sunulabilir. Öğrencilerin sorulara vereceği cevaplar, puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

**BİY.11.1.10**

- a-b) Öğrencilerden kasların (düz kas, çizgili kas, kalp kası) yapısı, işlevi ve tepkisel hareketle olan ilişkisi hakkında verilen bilgileri kullanarak iskelet kaslarının kasılma mekanizmasının işleyişini gösteren bir model oluşturmaları istenir. Öğrenciler, iskelet kaslarının kasılması ve gevşemesi sırasında A, I ve H bantları ile sarkomerde meydana gelen değişimleri maket, diyagram, şema veya etkileşimli görsel iletişim uygulamaları aracılığıyla modeller. Bu süreçte kas kasılmاسının hücresel moleküller mekanizmalarına ve kasılma için gerekli enerji kaynaklarına degenilmez. Öğrenciler, heterojen gruplar hâlinde çalışır ve grubun geliştireceği fikirlere göre gerektiğinde birden fazla model oluşturur (**E3.3**). Grup çalışmasında öğrencilerden iş birliği içinde çalışmaları, birbirleriyle yardımlaşarak çalışmaya etkin katılım göstermeleri, farklı fikirleri tartışarak uzlaşmaları, birbirlerine saygılı davranışları, grup olarak çalışmanın dostluğa katkısını fark etmeleri ve yaptıkları çalışmaları değerlendirmeleri beklenir (**SDB2.2, D4.2**).
- c) Öğrencilerden "kayan iplikler hipotezi" modelini video, animasyon, simülasyon ve çeşitli görseller yardımıyla incelemeleri ve hazırladıkları modelleri kayan iplikler hipotezi modeliyle karşılaştırmaları istenir (**E3.10**).

ç) Öğrencilerden oluşturdukları modelin bant yapıları (A, I ve H bantları), Z çizgisi, aktin ve miyozin filamentleri ve sarkomer kısımlarında bilimsel modellerle uyumlu olmayan yapıları güncelleyp modellerini yenilemeleri istenir (**E3.4**).

#### BİY.11.1.11

a) Öğrencilere "Günlük yaşantıda hemen hemen her an mikroorganizmalarla etkileşim içinde olduğunuz hâlde neden bazlarınız hasta olurken bazlarınız hasta olmaz?", "İnsan vücutu mikroorganizmalarla karşılaşlığında nasıl tepki verir?", "Hastalıklardan korunmak için neden aşı olursunuz?" gibi sorular sorularak bağışıklık sisteminin mikroorganizmala karşı oluşturduğu tepkinin önemi konusunda merak uyandırılır. Örnek durum ve olaylar sunularak bağışıklığın "sınıflandırılabilir olma; tanıma, aktivasyon ve tepki olmak üzere üç aşamada gerçekleşme" gibi özelliklerinin belirlenmesi sağlanır. Öğrenciler, Bağışıklığın Sınıflandırılması tablosunu kullanarak bağışıklığın nasıl geliştiğine dair fikirlerini belirtir ve sınıflandırmanın niteliklerini tanımlar.

b-c-ç) Öğrenciler, bağışıklıkla ilgili verilen örnekleri inceleyip bunları tüm insanlarda bulunan ve doğuştan gelen (doğal bağışıklık) ya da sonradan kazanılan (kazanılmış bağışıklık) bir bağışıklık biçimini olma durumlarına göre nitelendirerek ayırtırır; bağışıklık elemanlarını gruplandırarak doğal ve kazanılmış bağışıklığın karşılaştırmalı tablosunu oluşturur. Bu gruplandırma öğrencilerden doğuştan gelen ve kazanılmış bağışıklıkta görev alan moleküller ya da hücreleri, kazanılmış bağışıklığın iki farklı biçimini (aktif ve pasif bağışıklık), bağışıklık hafızasının oluşup oluşmadığını, bağışıklık sisteminin tepki şeklini ve tepkinin oluşma süresini belirtmeleri istenir. Bağışıklığın insan ve toplum sağlığı açısından önemi vurgulanarak sağlıklı yaşam değerine dikkat çekilir (**D13.4**). Bu süreçte savunma hatlarına, hücresel ve humarol bağışıklığı degenilmez. Öğrenciler, bağışıklık sistemi ile ilgili yaptıkları gruplandırmayı kullanarak bağışıklığın farklı çeşitlerini bilimsel tanımlamalara uygun olarak isimlendirir. Öğrencilerden bağışıklık elemanlarıyla ilgili kavram haritası oluşturmazı istenebilir. Kavram haritası, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

#### BİY.11.1.12

a) Öğrencilere alerji ve alerjik reaksiyonun vücuttaki etkileriyle ilgili kısa bir video veya animasyon izletilir. Öğrencilerden bu video veya animasyonda gördükleri durumları yorumlamaları, alerjiyle ilgili merak ettikleri konuları ve durumları belirlemeleri istenir.

b) Öğrencilere "İçinizde herhangi bir etkene karşı alerjik tepkisi olan var mı?", "Herhangi bir etkene karşı alerjisi olan birini tanıyor musunuz?" soruları yöneltilir. Öğrencilerden alerjisi olan kişi ile ilgili merak ettikleri soruları sormaları (5N1K) istenir. Sorular; alerjiye etki eden unsurun ne olduğu, alerjinin kişiyi nasıl etkilediği ve kişinin vücudunda oluşan alerjik tepkiye karşı nasıl bir önlem aldığı ile ilgili olmalıdır (**E2.1**).

c) Öğrencilerden alerji hakkında aldıları cevaplardan hareketle alerjik tepkinin oluşumuyla ilgili bilgi toplamak amacıyla kullanacakları kaynakları belirlemeleri ve bu kaynaklardan bilgi toplamaları istenir. Öğrenciler bilgi toplarken yazılı ve dijital kaynakları kullanır. Bu süreçte öğrencilere güvenilir kaynaklara nasıl ulaşacakları ve kişisel verilerin korunması amacıyla hangi tedbirleri almaları gerektiği hatırlatılır. Dijital mahremiyet değeri vurgulanır (**D8.2, OB2**).

ç) Öğrencilerden alerji ve alerji oluşumu hakkında elde ettikleri bilgilerin doğruluğunu ders kitabından ya da bilimsel kaynaklardan değerlendirmeleri istenir (**D3.3**).

d) Öğrencilere kendisinde var olan, yakın çevresindeki kişilerde gözlemlendiği ya da bilgi sahibi olduğu bir alerjik etkiden yola çıkararak buna hangi alerjenin neden olduğu, vücutundan bu alerjene karşı nasıl tepki verdiği, alerjik etki görüldüğünde ne yapması gerektiği, nerelerden yardım alabileceği ile ilgili çıkarımlarını içeren bir broşür hazırlamaya yönelik performans görevi verilir. Öğrencilerden hazırladıkları broşürleri arkadaşlarıyla paylaşmaları istenir (**SDB3.2**). Broşür, analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

#### ▷ Farklılaştırma

### Zenginleştirme

Öğrencilere göç eden canlıların dünyanın manyetik alanlarını algılayarak rotalarını nasıl bulduklarını ve bunun fizik bilimiyle ilişkisini araştırmaya yönelik proje ödevi verilebilir.

Öğrencilerden etilenin programlı hücre ölümü (apoptoz) ve yaprak absisyonu gibi etkilerini araştırarak meyve olgunlaşmasında aktif etki mekanizmalarıyla ilgili bir bilgilendirme afişi hazırlamaları istenebilir. Işık renginin ya da ışık miktarının fototropizmayı etkileyip etkilemediğini belirlemek ve fototropik tepkiyi engellemek için kesilmesi gereken minimum koleoptil boyunu tespit etmek amacıyla deney tasarlamaları istenebilir. \*Bitkilerde fototropizmanın "tarım ve seracılıkta verimin artırılması ve bitki büyümesinin yönlendirilmesi" süreçlerinde nasıl kullanılabileceğini araştırmaları istenebilir.

Öğrencilerden ışığın rodopsin reseptör proteinine etkilerini, fotosinyal iletiminin başlama mekanizmalarını ve renk körlüğünün moleküller nedenlerini araştırmaları istenebilir. \*Öğrencilere görme duyu organında oluşabilecek kusurların neler olduğunu ve bunların nasıl tedavi edileceğini araştırmaya yönelik proje ödevi verilebilir. İşitme ve denge kaybına neden olan rahatsızlıklar ve duyu organlarının sağlığını korunması için yapılması gerekenler hakkında araştırma ödevi verilebilir. Öğrencilerden multiple skleroz (MS), epilepsi, demans, alzaymır gibi sinir sistemi hastalıklarını neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde tartışmaları beklenebilir.

Öğrencilerden insanlarda sempatik ve parasempatik sinir sisteminin ne olduğunu somutlaştmak, bunların işlevsel benzerlik ve farklılıklarını ortaya koymak amacıyla kâğıt, karton, ip, makas gibi kolay ulaşılabilir malzemeleri kullanarak model oluşturmaları istenebilir. Sinir sistemini oluşturan sinir dokusu hücrelerinin yapı ve görevlerini araştırmaları istenebilir. Felç durumları, botoks uygulamaları ve lokal anestezinin sinir sistemi ile bağlantısının ne olduğunu araştırarak sunum hazırlamaları istenebilir.

Öğrencilere beyin diseksiyonu deneyi yaptırılabilir. Öğrenciler savaş ya da kaç reflekslerinin ne olduğunu, bu reflekslerin koordinasyonunda sinir ve endokrin sistemlerinin birlikte nasıl çalıştığını araştırabilirler. Öğrencilerden düz ve çizgili kasların kasılma mekanizmalarını karşılaştırmaları istenebilir. Anormal bağılıklık fonksiyonları (anaflaktik şok, otoimmün yetmezliği, sitokinin fırtınası vb.) ile ilgili bilgi toplamaları ve bu bilgilerle oluşturdukları bir posteri arkadaşlarıyla paylaşmaları istenebilir. Öğrencilere pandemi döneminde Prof. Dr. Aykut Özdemir ve ekibi tarafından geliştirilen inaktif COVID-19 aşısını (TURKOVAC) ve diğer Türk bilim insanların bu süreçte aşı geliştirme konusunda yaptığı çalışmaları konu alan bir proje ödevi verilebilir.

## Destekleme

Farklı uyaranların ve tepki göstermiş farklı canlıların görsellerinin yer aldığı kartlar verilerek öğrencilerden tepki ve uyaran eşleştirmesi yapmaları istenebilir. Deney videoları ve animasyonlar kullanılarak bitkisel hormonların etkilerinin ve bitkilerde meydana gelen tepkilerin gözlemlenmesi sağlanabilir. İşık, kimyasal, su, sıcaklık, sarsıntı gibi uyararlara ait görsellerin bulunduğu kartlarla fototropizma, kemotropizma, hidrotropizma, fotonasti, termonasti ve sismonasti hareketlerini gösteren bitki görsellerinin bulunduğu kartların eşleştirilmesi istenebilir. Aynı kartlar kullanılarak yönelmenin pozitif ya da negatif olarak belirlenmesi istenebilir.

Duyu organlarına ait görsellerin yer aldığı kartlar ile duyu reseptörlerinin adlarının yazılı olduğu kartların eşleştirilmesi istenebilir. Sinir sistemi farklı olan canlıların sinir sistemi yapısı, görseller ile gösterilebilir. İnsan sinir sisteminin yapı ve işlevini gösteren maket/ model incelenebilir. Refleks olayı ile ilgili verilen somut örnekler çeşitlendirilebilir.