



T.C. MİLLÎ EĞİTİM
BAKANLIĞI

ORTAÖĞRETİM

BİYOLOJİ DERSİ

ÖĞRETİM PROGRAMI

(9, 10, 11 VE 12. SINIFLAR)

TÜRKİYE YÜZYILI
MAARİF MODELİ

2026



İÇİNDEKİLER

1. BİYOLOJİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI	4
1.1. BİYOLOJİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN TEMEL YAKLAŞIMI VE ÖZEL AMAÇLARI	4
1.2. BİYOLOJİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN UYGULANMASINA İLİŞKİN ESASLAR	5
1.3. BİYOLOJİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN TEMA, ÖĞRENME ÇIKTISI SAYISI VE SÜRE TABLOLARI	10
1.4. BİYOLOJİ DERSİ KİTAP FORMA SAYILARI VE KİTAP EBATLARI	11
1.5. BİYOLOJİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN YAPISI	12
2. BİYOLOJİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI SINIF DÜZEYLERİNE AİT TEMALAR	14
9. SINIF	14
10. SINIF	28
11. SINIF	46
12. SINIF	67

1. BİYOLOJİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI

1.1. BİYOLOJİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN TEMEL YAKLAŞIMI VE ÖZEL AMAÇLARI

Bilimsel bilginin üretilmesi, kullanılması ve aktarılmasına ilişkin teknolojik gelişmeler biyoloji biliminde de birçok yeniliğin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Özellikle moleküler biyoloji ve biyoteknoloji alanında yaşanan gelişmeler ile biyoloji, günlük hayatın bir parçası hâline gelmiş ve bu durum biyoloji eğitimine yönelik gereksinimleri de artırmıştır.

Biyoloji eğitiminin konu alanını oluşturan biyolojik olaylar, ekosistemdeki canlı ve cansız tüm varlıklar arasında görülen ekolojik dengeye işaret eder. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortak Metni (TYMM) temel alınarak yapılandırılan *Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda* yer verilen her bir konu, öğrencilere canlıların yapısını ve yaşamın uyumunu görme fırsatı sunmaktadır. Program kapsamında öğrencilerin biyoloji biliminin kazandırdığı bilgi birikiminden hareketle yaşam üzerine düşünceleri, canlı ve cansız varlıkların yapı ve işlevleri arasındaki ilişkileri kavramaları amaçlanmaktadır.

Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda genelde bilimin, özelde biyolojinin insan hayatındaki rolüne ve gerek Türk-İslam bilim insanlarının gerekse diğer ulusların bilim insanlarının bilime sağladığı katkılara yer verilmiştir. Öğrencilerin bilim-teknoloji-toplum-çevre etkileşimine ilişkin bilgi, beceri, yeterlilik ve değerlerinin geliştirilmesi vurgulanmıştır.

Biyoloji, birçok disiplini barındıran bir bilimdir. Günlük yaşamın hemen hemen her alanında biyoloji biliminin derin etkileri görülebilir. Bilim ve teknolojinin toplumsal hayatın merkezinde olduğu 21. yüzyılda yaşamak; küresel boyutta biyolojik çeşitlilik krizi, iklim değişikliği ve sağlık sorunlarıyla yüzleşmeyi gerektirmektedir. Bu yüzleşme kaçınılmaz olarak biyoloji bilgisine sahip olmayı, biyoloji biliminin kapsamında yer alan problemlerin çözümü için gereken tutum ve davranışları geliştirmeyi zorunlu kılmaktadır.

Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nın temel amacı, öncelikle canlı dünyası ile ilgili merak uyandırmak ve biyoloji öğrenmenin niçin gerekli olduğunu ortaya koymaktır. Her öğrencinin biyolojiyi bir bilim olarak kavramasını ve bilim sürecini nesnel bilgi edinmenin güvenilir bir yöntemi olarak görmesini sağlamaktır. Program kapsamında çok sayıda kavram ve terim ile kelime dağarcığının genişletilmesi, günlük yaşam durumlarından yalıtılmış bilgilerin ezberlenmesi yerine canlıların yapısı ve işlevine ilişkin farkındalığın oluşturulması, biyoloji alanıyla ilgili genel bir anlayışın geliştirilmesi ve kanıtlara dayalı eleştirel bir yaklaşımın sergilenmesi hedeflenmektedir. *Biyoloji Dersi Öğretim Programı* ile geniş bir çerçevede kazandırılmak istenen anlayış ve beceriler, biyoloji biliminin kapsamında yer alan bireysel ve toplumsal sorunların çözümü için kullanıldığında yararlı olacaktır. Bu nedenle programda biyoloji alanının kavramsal yapısının derinleştirilerek detaylandırılması yerine biyoloji ile ilgili genel bir anlayışın geliştirilebilmesi için beceri odaklı bütüncül bir yaklaşıma yönelinmiştir.

Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda izlenen bütüncül yaklaşım, alan becerileri ve kavramsal beceriler ile bu becerileri destekleyen eğilimler, sosyal-duygusal öğrenme becerileri, değerler ve okuryazarlık becerilerinden oluşan programlar arası bileşenleri kapsar. Bütüncül yaklaşıma uygun olarak öğrencilerin kişisel-sosyal, eğitsel alanlarda ve kariyer alanında gelişimleri açısından önemli rol oynayan bu beceri, değer ve eğilimlerin kazandırılmasında öğrenme-öğretme yaşantılarının önemi büyüktür. Bu nedenle *Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda* dersin özel amaçları ile her bir öğrenme çıktısına ilişkin beceri, değer ve eğilimlerin kazandırılması için ayrı bir zaman ayırmaya gerek kalmayacak şekilde bütüncül anlayışla yapılandırılmış öğrenme-öğretme yaşantıları önerilmiştir.

Öğrenme çıktıları, öğrencilerin biyoloji dersinde edinmeleri beklenen alan becerileri, kavramsal beceriler ve biyoloji alanının temel konuları ile ilişkilendirilerek hazırlanmıştır. Programda her bir becerinin gelişim süreci, süreç bileşenleri olarak tanımlanmıştır. Süreç bileşenleri, öğrenme-öğretme yaşantılarının düzenlenmesi ve etkinliklerin tasarımında kullanılmıştır. Süreç bileşenleri aynı zamanda süreç ve ürün değerlendirme için öğrenme kanıtı işlevine sahiptir. *Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nın* içeriği, öğrencilerin gözlemlediği veya deneyimlediği günlük yaşam sorunlarıyla konuların ilişkilendirilmesine ve bu yolla öğrencilerin çıkarım yapmasının desteklenmesine özen gösterilerek yapılandırılmıştır. Böylece öğrenciler hem öğrenme çıktıları hem de programlar arası bileşenler kapsamında edindikleri bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirebileceklerdir.



1739 sayılı Millî Eğitim Temel Kanunu'nun 2. maddesinde ifade edilen "Türk Millî Eğitiminin Genel Amaçları" ile "Türk Millî Eğitiminin Temel İlkeleri" esas alınarak hazırlanan *Biyoloji Dersi Öğretim Programı*yla öğrencilerin

1. Biyoloji alanındaki gelişmelere ve çalışmalara merak duymaları,
2. Yaşamın temel süreçlerini bilimsel olarak yorumlamaları,
3. Biyoloji alanındaki olay ve olguları sorgulamaları,
4. Bilim insanlarının biyoloji alanında dönüm noktası olarak kabul edilen bilimsel araştırma ve buluşlarının yaşama katkılarını değerlendirmeleri,
5. Biyoloji biliminin sağlık, çevre, enerji ve gıda alanları ile ilişkisini kurmaları,
6. Bilimin doğasını biyoloji biliminin araştırma ve buluşları bağlamında yorumlamaları,
7. Bilimsel süreç becerilerini biyoloji disipliniyle ilgili problemlerin çözümünde kullanmaları,
8. Yaşamsal faaliyetlerin işleyiş sürecine yönelik bilimsel akıl yürütmeleri,
9. Yaşam ve enerji ilişkisini sorgulamaları,
10. Canlılığın sürdürülebilirliğine yönelik sorumluluk almaları,
11. Biyolojik çeşitliliği ve ekosistem dengesini sürdürmenin önemini sorgulamaları,
12. Doğadaki canlıları ve kendi sağlıklarını koruma konusunda duyarlı ve sorumlu davranmaları,
13. Canlı-cansız ve canlı-canlı etkileşimlerini/ilişkilerini analiz etmeleri,
14. Canlıların çevreye uyum sürecine yönelik tümevarımsal akıl yürütmeleri,
15. Ülkemizde ve dünyadaki canlı yaşamını etkileyen olay, durum, buluş ve uygulamaları değerlendirmeleri,
16. Biyoloji alanındaki olgu ve olayları bilim etiğine uygun olarak değerlendirmeleri,
17. Teknolojik gelişmelerin canlılar üzerindeki etkilerini sorgulamaları,
18. Genetik ve biyoteknoloji alanındaki araştırma ve uygulamaların insan yaşamına etkisini sorgulamaları amaçlanmaktadır.

1.2. BİYOLOJİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN UYGULANMASINA İLİŞKİN ESASLAR

Bu ders programının uygulanması sürecinde öğrenme çıktıları ve programlar arası bileşenlerle ilgili aşağıdaki açıklamalar esastır:

- *Biyoloji Dersi Öğretim Programı*, "Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortak Metni" temel alınarak yapılandırılmıştır. Bu ortak metin dikkate alınarak derslerin tasarlanması, ölçme ve değerlendirme süreçlerinin planlanması ve materyallerin hazırlanması gerekmektedir. Bütün eğitim öğretim faaliyetleri, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortak Metni'nde yer alan öğrenci profiline ulaşılmasını sağlayacak biçimde planlanmalı ve yürütülmelidir.
- *Biyoloji Dersi Öğretim Programı* kademeli olarak uygulanacağından bir önceki kademeyle ilgili ön öğrenme eksiklikleri zümre öğretmenlerince tespit edilir; bu eksiklikleri gidermeye yönelik içerik, eğitim öğretim yılı başında zümre toplantılarında karara bağlanır ve eğitim öğretim sürecinde uygulanır.
- Öğrenme çıktıları ve süreç bileşenlerine yönelik oluşturulan tüm süreçlerin öğrenme-öğretme yaşantılarında yürütülmesi esastır. Bununla birlikte öneri niteliğinde olan uygulamalarda ilgili temanın öğrenme çıktıları ve süreç bileşenleri başta olmak üzere ilişkilendirilen tüm eğilimler ve programlar arası bileşenler dikkate alınarak planlamalar yapılabilir ve uygulamalar bu doğrultuda farklılaştırılabilir.
- Eğitim öğretim süreçlerinde Türkçenin doğru ve etkili kullanımına, öğrencilerin söz varlığının ve dil becerilerinin geliştirilmesine özen gösterilmelidir.
- Öğrencilerin etkin katılımının sağlandığı bir öğrenme ortamı ve düşüncelerin özgürce paylaşılabilirdiği, sosyal-duygusal becerilerin gelişiminin desteklendiği bir sınıf iklimi oluşturulmalıdır.

- Araştırma ve sorgulama, deney, gözlem gibi bilimsel faaliyetler; disiplinler arası ve bağlam temelli bir yaklaşımla zümre öğretmenler kurulu tarafından planlanmalı ve işletilmelidir.
- Bilgi ve beceriler içerik çerçevesiyle yeni anlamlı bütünler oluştururken eğilimler ve programlar arası bileşenler (sosyal-duygusal öğrenme becerileri, değerler, okuryazarlık becerileri), öğrenmenin anlamlı bir parçası hâline getirilmelidir. Eğilimler, sosyal-duygusal öğrenme becerileri, değerler ve okuryazarlık becerilerinin notla değerlendirilmesi yerine gelişimi değerlendirmek amacıyla performans görevleri, ödev vb. ölçme araçlarında ve dereceli puanlama anahtarlarında dikkate alınan ölçütler arasında bu program bileşenlerine de yer verilmelidir.
- *Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda* yer alan öğrenme-öğretme yaşantıları; öğrencilere bütüncül bir bakış açısı kazandıran, kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesine hizmet eden, farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanılmasına alan açan, disiplinler arası ilişkileri görmeyi kolaylaştıran kapsamlı bir çerçevede sunulmuştur. Kitap yazım sürecinde öğrenme-öğretme yaşantıları dikkate alınarak güncel içeriklere ve farklı ilişkilendirmelere yer verilebilir.
- Öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyleri ve öğrenme profilleri göz önünde bulundurularak öğrenme çıktılarıyla tutarlı ve farklı öğretim materyalleri (bilgi notu, sunum, etkinlik, çalışma kâğıtları, okuma parçaları vb.) yapılandırılmalı ve kullanılmalıdır. Öğretim materyalleri hazırlanırken zümre öğretmenleri ve diğer branş öğretmenleriyle iş birliği yapılmalıdır.
- Ölçme ve değerlendirme yöntemleri; öğrencilerin yeteneklerine, ihtiyaçlarına ve özel durumlarına göre çeşitlendirilmelidir. Bilgi ve becerilerin ölçülmesi ve değerlendirilmesinde ilgi çekici, günlük yaşamla ilgili, uzak ya da yakın çevrede karşılaşılabilecek problemlere dair görevler verilmeli; öğrenciyi yargılayıcı nitelik taşımayan ve güdüleyen geri bildirimler sağlanmalı, dijital teknolojilerden yararlanılmalıdır.
- Farklılaştırma kapsamında zenginleştirme bölümünde yer alan öneri niteliğindeki uygulamalardan "*" ile işaretlenenlerin fen liselerinde gerçekleştirilmesi zorunludur. Zorunlu olan zenginleştirme uygulamalarına yıllık planlarda yer verilir.
- Farklılaştırma kapsamında zenginleştirme ve destekleme bölümlerinde yer verilen uygulamalara ("*" sembolü ile verilen uygulamalar dâhil) ders kitaplarında yer verilmez. Ancak materyal hazırlayıcılar tarafından "*" ile belirtilen uygulamalara yönelik e- içerik hazırlanır. Farklılaştırma kapsamındaki tüm uygulamalar; öğrencilerin ilgi, ihtiyaç ve istekleri göz önünde bulundurularak öğretmenler tarafından planlanır ve uygulanır.
- *Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda* biyoloji biliminin gelişimine katkı sağlamış önemli şahsiyetlere yer verilmektedir. Söz konusu şahsiyetlerin biyografileri verilirken ezber yönteminden kaçınılmalı, bu kişilerin biyoloji alanına katkıları ve ortaya koydukları eserler vurgulanmalıdır.
- Kavramsal beceriler ve alan becerileri temelinde oluşturulan öğrenme çıktılarına ilişkin süreç bileşenlerinde ve becerilerin gerçekleşmesi için deneyimlenmesi gereken eylemlerde ilgili dersin içeriği dikkate alınarak alana özgü uyarlamalar yapılabilir.
- *Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nın* öğrenme çıktıları ile öğrencilere biyolojiyle ilgili daha çok bilgi aktarmak yerine kamusal alanı ilgilendiren iklim değişikliği, nüfus, salgın hastalıklar, biyolojik çeşitlilik gibi durumlarda sergileyecekleri davranışları şekillendirmeye yönelik beceri kazandırmak amaçlanmalıdır.
- Programın uygulanma sürecinde okul bahçeleri, parklar, yakın çevredeki doğal ortamlar öğrenme alanı olarak kullanılmalıdır. Farkındalık oluşturmak için bilim merkezleri, müzeler, yaban hayatı merkezleri, botanik ve hayvanat bahçeleri ve sivil toplum kuruluşlarının faaliyetlerinden yararlanılmalıdır. Bilimsel kitaplar, bilim dergileri, doğal yaşamla ilgili televizyon programları ve belgesellerin sunduğu zengin öğrenme fırsatları değerlendirilmelidir.
- Türkiye'nin de ortak olduğu pek çok uluslararası anlaşma, iş birliği ve programa dikkat çekilmelidir. TÜBİTAK, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı projeleri tanıtılmalı; öğrenci katılımına uygun çalışmalar araştırılarak bunlara katılım teşvik edilmelidir. Türkiye'deki zengin ve eşsiz biyoçeşitliliğe dikkat çekilerek kültürümüzdeki doğal unsurlar ve ülkemizdeki endemik türler tanıtılmalıdır. Öğrencilerin ekosistemimizi paylaştığımız canlıları tanımaları sağlanmalıdır. Millî kültür ve değerlerin gelişimi desteklenmelidir.



- Türkiye'deki zengin ve eşsiz biyoçeşitliliğe dikkat çekilerek kültürümüzdeki doğal unsurlar ve ülkemizdeki endemik türler tanıtılmalıdır. Öğrencilerin paylaşılan ekosistemdeki canlıları tanımaları sağlanmalıdır. Millî kültür ve değerlerin gelişimi desteklenmelidir.
- *Biyoloji Dersi Öğretim Programı*, biyoloji alanında kariyer planı yapan öğrencilere kariyer seçeneği sunmalı; aynı zamanda bu alanda kariyer planlaması yapmayan öğrencilere hayat için gerekli bilgi ve becerileri kazandırmalıdır.
- *Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nın* eğilimler ile programlar arası bileşenlerini oluşturan sosyal-duygusal öğrenme becerileri, değerler ve okuryazarlık becerileri; öğrencilerin derslere etkin katılmasına, birbirlerine geri bildirim vermesine imkân sağlayan öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanılmasını ve olumlu bir sınıf iklimi oluşturulmasını gerekli kılmaktadır. Alternatif öğrenme-öğretme yaşantılarının kullanılması durumunda öğrenme çıktısı ile ilişkilendirilen eğilimlerin, sosyal-duygusal öğrenme becerileri, değerler ve okuryazarlık becerilerinin de kullanılmasına dikkat edilmelidir.

İçerik Çerçevesi

İçerik çerçevesi ile ilgili aşağıdaki açıklamalar esastır:

- *Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nın* içerik çerçevesinin oluşturulmasında TYMM'nin bütüncül program anlayışı temel alınmıştır. Bu bağlamda ünite yaklaşımından uzaklaşmış; daha önceki programlarda birbiriyle ilişkilendirilmeyen, farklı sınıf düzeylerine dağıtılan ve tekrar eden konular bilimsel bütünlük gözetilerek temalar altında birleştirilmiştir.
- *Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nın* içerik çerçevesini hem kendi içinde hem de diğer temalarla bütünlük sağlayan, her sınıf düzeyinde iki tane olmak üzere toplam sekiz tema oluşturmaktadır. Bu temalar; "Yaşam" ve "Organizasyon" (9. sınıf), "Enerji" ve "Ekoloji" (10. sınıf), "Tepki" ve "Homeostazi" (11. sınıf) ile "Üreme" ve "Gen"dir (12. sınıf).
- İçerik çerçevesinin oluşturulmasında öğrencilerin biyoloji bilimine merak duymalarına ve bu merakın sürdürülebilmesine öncelik verilmiştir. Bu nedenle temaların günlük yaşamla, biyoloji tarihiyle ve biyoloji alanındaki güncel araştırma ve gelişmelerle ilişkilendirilmesine özen gösterilmiştir.
- Programın içerik çerçevesi oluşturulurken tekrardan ve kavramsal yoğunluktan mümkün olduğunca kaçınılmıştır. Öğrencilerin biyoloji konusunda genel bir anlayış geliştirmeleri amaçlanmıştır. Disiplinler arası bütünlüğün oluşturulmasında coğrafya, matematik, fizik ve kimya derslerinin ortak konu ve/veya temalarıyla ilişkilendirmeler yapılmıştır. Programın köprü kurma ve öğrenme-öğretme yaşantıları bölümlerinde öğrencilerin biyolojinin sağlık, enerji ve gıda alanlarındaki kullanımları ile ilişki kurmaları sağlanmıştır.
- *Biyoloji Dersi Öğretim Programı* kapsamında öğretmenlerden öğrenme-öğretme yaşantılarını içinde buldukları koşulları da dikkate alarak programda sunulan örnek uygulamalardan hareketle yapılandırılmaları beklenmektedir çünkü bu uygulamalar, öğrenme çıktılarında hedeflenen öğrenmelerin gerçekleşmesini sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

Öğrenme Kanıtları (Ölçme ve Değerlendirme)

Öğrenme kanıtlarının (ölçme ve değerlendirme uygulamaları) yapılandırılmasıyla ilgili aşağıdaki açıklamalar esastır:

- *Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda* biyoloji alanıyla ilgili deney tasarlama, deney yapma, bilimsel model oluşturma gibi uygulamaların deney raporu, kontrol listesi, gözlem formu gibi ölçme ve değerlendirme araçları ile ölçülmesine yer verilmiştir. Öğrenciyi öğrenme konusunda motive eden, öğrenci performanslarının dikkate alınıp değerlendirildiği, öğrenme teorileriyle uyumlu; zamana, öğrenciye, derse göre değişkenlik gösterebilen ölçme ve değerlendirme yöntemleri kullanılmalıdır. Ölçme ve değerlendirme yöntemleri ölçme amacına, ölçülecek beceriye ve imkânlara uygun olarak seçilmelidir.
- Sürece yönelik değerlendirmeler öğrencinin güçlü ve zayıf yönlerini gösterir, öğrenme ihtiyacını sorgular. Eğitimin aksayan yönlerini ortaya çıkarmak, öğrenme eksikliklerini saptamak, öğrenci ve öğretmene geri bildirim sağlamak ve eksik öğrenmelerin öğretmen tarafından fark edilip giderilmesini sağlamak için süreç değerlendirmeye önem verilmeli ve süreç değerlendirme mutlaka yapılmalıdır.

- Öğrenme çıktılarının değerlendirilmesinde amaca, ölçülecek içeriğe, bilgi ve beceriye uygun olarak gözlem ve görüşme formları, kontrol listeleri, dereceli puanlama anahtarı, açık uçlu sorular, yapılandırılmış grid, öğrenme günlüğü, tanılayıcı dallanmış ağaç, öz değerlendirme ve akran değerlendirmeleri, grup değerlendirmeleri, performans görevleri, dönem sonu ve uygulama sınavları gibi ölçme ve değerlendirme uygulamaları kullanılabilir. Öğrencinin akademik gelişimi tek bir yöntemle veya teknikle ölçülüp değerlendirilmemeli, ölçme ve değerlendirme araçları çeşitlendirilmelidir. Farklı ölçme ve değerlendirme araçları kullanmak, öğrencilerin farklı özelliklerini ölçmenin yanı sıra başarı motivasyonunu da yükseltir. *Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda* ölçme araç ve yöntemleri öneri niteliğindedir. Öğretmenler ve materyal hazırlayıcıları, öğrenme çıktısı ve içerik çerçevesine uygun olmak kaydıyla farklı ölçme araç ve yöntemleri kullanabilirler.
- Programda öğrencilerden beklenen yalnızca bilgiyi hatırlaması değil üst düzey becerilerini de kullanarak bilgiyi analiz edebilme, değerlendirebilme, sentezleyebilme gibi pek çok beceriyi aynı anda kullanabilmesi ve günlük hayata transfer edebilmesidir. Bu nedenle bilgi ve becerilerin ölçülmesinde boşluk doldurma, doğru yanlış gibi geleneksel ölçme ve değerlendirme tekniklerinin yanı sıra bireyin çok yönlü gelişimsel özelliklerini dikkate alarak sürecin de değerlendirilmesine olanak tanıyan kontrol listeleri, anekdot kayıtları, dereceli puanlama anahtarları gibi tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme teknikleri de kullanılmalıdır. Geleneksel ve tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme yaklaşımları birbirinin tamamlayıcısı olarak düşünülmeli ve bu tekniklerden dengeli bir şekilde yararlanılmalıdır.
- Her temada biyoloji dersi kapsamında edinilen bilgi ve becerilerin yaşantıya transfer edilmesi, ölçme ve değerlendirme sürecine etkin katılımın sağlanması amacıyla öğrencilere poster, broşür, belgesel, araştırma raporu gibi ürünler ortaya koyacakları en az bir performans görevi verilmelidir.
- Performans görevlerinin günlük yaşamla bağlantılı ve öğrenci için anlamlı, okulun bulunduğu çevresel koşullara (sosyoekonomik, kültürel, doğal vb.) ve temadaki öğrenme çıktılarına uygun olmasına dikkat edilmelidir. Performans görevleri bireysel çalışma ya da grup çalışması şeklinde, kısa veya uzun süreli olabilir ancak bu görevlerin büyük kısmının ders içinde gerçekleştirilmesine özen gösterilmelidir.
- Farklılıkların desteklenmesi, ilgi ve motivasyonun artırılması amacıyla öğrencilerin ortaya koyacakları ürünler için resim, karikatür, animasyon, röportaj, drama, poster, afiş, dijital çalışmalar vb. seçenekler sunulmalıdır. Ayrıca uygun olması durumunda disiplinler arası ortak performans görevi kullanılabilir.
- Öğrencilerin performans görevleri ile ortaya koyacakları ürünler bilim şenlikleri, bilim köşeleri gibi ortamlarda sergilenmeli; bu yolla öğrencilerin motivasyonunun ve ilgisinin artmasına olanak sağlanmalıdır.
- Öz değerlendirme; öğrencinin özerkliğini, etkin olmasını, sorumluluk almasını, güçlü ve zayıf yönlerinin farkına varmasını, kendini nesnel bir şekilde değerlendirebilmesini sağlar. Akran değerlendirme ise öğrencinin etkin olmasını, sorumluluk almasını, iş birliği yapmasını, öğretmen ve akranlarıyla iletişim içinde olmasını sağlar. Bu nedenle öğrencilerin öz değerlendirme ve akran değerlendirme aracılığıyla ölçme ve değerlendirme uygulamalarına etkin katılımı sağlanmalıdır.
- Öğrencinin öğrenme sürecindeki gelişiminin izlenmesinde portfolyolardan yararlanılmalıdır. Öğrenciler tarafından belli bir dönem boyunca hazırlanan çalışmaların yer aldığı portfolyo, öğrencinin öğrenme sürecini ve bu süreç içerisindeki gelişimini gösterir. Portfolyo öğrencilere kendi çalışmalarını inceleme, sorgulama, kendisine ilişkin ileriye dönük hedefler belirleme ve gelişimini gözlemlene imkânı sunar. Portfolyoların içeriğinde grup proje raporlarına, araştırma ve deney raporlarına, gözlem raporlarına, öz değerlendirme formlarına, öğrencilerin çalışmalarına ilişkin fotoğraflara, model ve posterlere, ayrıca öğrencilerin katıldıkları sanatsal, sportif ve kültürel faaliyetlerle ilgili bilgilere yer verilebilir.

Öğrenme-Öğretme Yaşantıları

Öğrenme-öğretme yaşantıları ile ilgili aşağıdaki açıklamalar esastır:

- *Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nın* öğrenme-öğretme yaşantılarında öğrencilerin bütüncül gelişimini destekleyecek şekilde disiplinler arası ilişkileri, iş birliğini, iletişimi ve etkin öğrenme süreçlerini teşvik eden öğretim yöntemleri benimsenmelidir. Öğretim sürecinde öğrencilerin etkin katılımını sağlamak için sorgulama temelli, derin ve anlamlı öğrenmeye yönlendiren etkinliklerle bilgi ve becerilerin birlikte kullanılması amaçlanmalıdır.



- Öğrencilerin biyoloji dersinin alan becerileri ve kavramsal becerilerini kazanmaları için öğrenme-öğretme yaşantılarında araştırma ve sorgulama temelli öğrenme, deney yapma, bilimsel gözlem yapma gibi uygulamalara yer verilmelidir.
- Öğrenme-öğretme yaşantıları, öğrencilerin bilgiyi değerlerle anlamlı biçimde ilişkilendirmelerini ve bu değerleri eylemlerine yansıtılmalarını destekleyecek şekilde yapılandırılmalıdır. Değerler, öğretim sürecinde ayrı bir unsur olarak değil tema ve öğrenme çıktılılarıyla uyumlu biçimde programın diğer bileşenleriyle bütünlük olarak ele alınmalıdır.
- Öğrencilerin eğilimleri, sosyal-duygusal öğrenme becerilerini, değerleri ve okuryazarlık becerilerini kazanmalarına yönelik etkinlikler; biyoloji dersi alan becerileri için tasarlanan etkinlikler ile bütünleştirilerek uygulanmalıdır. Örneğin alan becerilerinden bilimsel sınıflandırma becerisini gerçekleştirmeye yönelik tasarlanan bir öğrenme-öğretme yaşantısı, iş birlikli grup çalışması ile yapılandırılarak sosyal-duygusal öğrenme becerilerinden iş birliği becerisi de gerçekleştirilebilir. Programda yer alan okuryazarlık becerilerinin de alan becerilerine ve kavramsal becerilere ilişkin etkinliklerle bütünleştirilerek öğrencilere kazandırılmasına özen gösterilmeli, ayrı bir yaşantı durumu planlanmamalıdır.
- Öğrencilerin temel eğitim sürecinde öğrendiği bilgiler, biyoloji dersine temel oluşturmaktadır. Bu nedenle öğretmenler öğrencilerin sahip olduğu ön bilgi ve becerileri temanın başında ve gerekli gördüğü durumda her öğrenme çıktısı için kontrol etmeli, eksikleri varsa tamamlayarak ön bilgi ve becerilerle yeni öğrenmeleri ilişkilendirmelidir. Öğrenme-öğretme yaşantıları, öğrencilerin ön öğrenmeleri dikkate alınarak düzenlenmelidir. *Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda* öğrenilen bilginin gerçek yaşamla ilişkilendirilmesi, disiplinler arası bağlantılar kurulması ve somut-soyut benzerlikler yoluyla bilgi transferinin desteklenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda önerilen ön değerlendirme ve köprü kurma etkinliklerinin yanı sıra, materyal hazırlayıcıları tarafından geliştirilebilecek özgün yaklaşımların her öğrenme çıktısı başında uygulanması esastır.
- Öğrencilerin bireysel farklılıkları, öğrenme-öğretme yaşantılarının tasarlanma sürecinde dikkate alınmalıdır. Öğrenme-öğretme yaşantılarında farklı öğretim yöntem ve tekniklerine, materyallere ve etkinliklere yer verilmelidir. Bütüncül program anlayışına uygun olarak öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini yönetmelerine izin verilmelidir.
- Öğrenme ortamlarının kullanılan yöntem ve teknikler ile öğretim materyalleri açısından zenginleştirilmesi; üst düzey öğrenme becerilerine, fen bilimleri alan becerilerine ve kavramsal becerilere dayalı öğrenme çıktılarına ulaşılabilmesi için önemlidir. Öğrenci ihtiyaçlarına yönelik ve öğrenci seçimlerini gözeterek bir süreç tasarlayabilmek için öğretimin farklılaştırılması yaklaşımı da benimsenmelidir.
- Uygun malzemelerin kullanıldığı ve kolay yapılabilen deney ve uygulamalar öğrenciler için pek çok fayda sağlayabilir. Dünyanın zengin öğrenme tecrübelerinin elde edilebileceği büyük bir laboratuvar olduğu dikkate alınarak doğal yaşamın gözlemlenmesi teşvik edilmelidir.
- Deney ya da uygulama yapılırken her öğrencinin bireysel olarak güvenlik tedbirlerini alması ve bunu alışkanlık haline getirmesi teşvik edilmelidir. Genel güvenliğin sağlanması için birlikte öğrenme ve sorumluluk alma desteklenmelidir.
- Deney ve uygulama yapma imkânı bulunmadığında çevrim içi ve çevrim dışı uygulamalar, programlar, teknolojik araçlar ya da hazır veri setleri kullanılarak öğrenme çıktılarında hedeflenen öğrenmelerin gerçekleşmesi sağlanmalıdır.
- Biyoloji derslerinde kullanılan tek öğretim materyali ders kitabı olmamalıdır. Kullanılan öğretim materyalleri; sınıf düzeyi, öğrenci özellikleri (ilgi, merak, hazır bulunuşluk durumu, öğrenme stilleri vb.), sınıf ve laboratuvar koşul ve olanakları göz önünde bulundurularak çeşitlendirilmelidir. Bu amaçla çalışma yaprakları, örnek olaylar, bilgi notu, sunum vb. kullanılabilir. Öğretim teknolojilerinin de derslerde etkin olarak kullanılması beklenmektedir.

Farklılaştırma

Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda yer alan farklılaştırma uygulamalarıyla ilgili aşağıdaki açıklamalar esastır:

- Öğretmen, programın bütüncül eğitim anlayışına uygun olarak öğrencilerin bireysel farklılıklarına önem verir. Öğrencilerin bireysel ilgi ve yetenekleri doğrultusunda gelişimlerini gözeterek onları mutlu ve özgür bireyler olmaları yönünde destekler.

- Zenginleştirme bölümünde biyoloji alanına özel ilgi duyan, öğrendiklerini daha farklı uygulamalarla bütünleştirme beklentisi ve farklı öğrenme ihtiyaçları olan öğrenciler; ele alınan biyoloji temasının içeriğine ilişkin daha fazla ve derinlemesine bilgi elde etmeye yönlendirilir. Öğrenme-öğretme yaşantılarında üst düzey becerilerin kazandırılmasına yönelik zenginleştirilmiş öğretim etkinlikleri uygulanır. Öğrencilerden üst düzey performans ürünleri beklenir.
- Destekleme bölümünde öğrencilerin ele alınan tema ile ilgili kavram ve ilkeleri öğrenmelerine yönelik temel içerik bilgisine yer verilir. Öğrenme-öğretme yaşantılarında görsel ve işitsel araçlar yardımı ile öğrenmeyi kolaylaştırıcı etkinlikler uygulanır. Temel bilgi ve becerileri ölçmeye yönelik ölçme uygulamaları yapılır.



1.3. BİYOLOJİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN TEMA, ÖĞRENME ÇIKTISI SAYISI VE SÜRE TABLOLARI

9. SINIF BİYOLOJİ DERSİ (2 SAAT)

TEMA	Öğrenme Çıktısı Sayısı	Süre	
		Ders Saati	Yüzde Oranı (%)
1. YAŞAM	8	44	61
2. ORGANİZASYON	6	24	33
OKUL TEMELLİ PLANLAMA*		4	6
TOPLAM	14	72	100

10. SINIF BİYOLOJİ DERSİ (2 SAAT)

TEMA	Öğrenme Çıktısı Sayısı	Süre	
		Ders Saati	Yüzde Oranı (%)
1. ENERJİ	10	34	47
2. EKOLOJİ	9	34	47
OKUL TEMELLİ PLANLAMA*		4	6
TOPLAM	19	72	100

11. SINIF BİYOLOJİ DERSİ (4 SAAT)

TEMA	Öğrenme Çıktısı Sayısı	Süre	
		Ders Saati	Yüzde Oranı (%)
1. TEPKİ	12	78	54
2. HOMEOSTAZİ	10	60	42
OKUL TEMELLİ PLANLAMA*		6	4
TOPLAM	22	144	100

12. SINIF BİYOLOJİ DERSİ (4 SAAT)

TEMA	Öğrenme Çıktısı Sayısı	Süre	
		Ders Saati	Yüzde Oranı (%)
1. ÜREME	10	69	48
2. GEN	10	69	48
OKUL TEMELLİ PLANLAMA*		6	4
TOPLAM	20	144	100

* Zümre öğretmenler kurulu tarafından ders kapsamında yapılması kararlaştırılan çalışmalar (okul dışı öğrenme etkinlikleri, araştırma ve gözlem, sosyal etkinlikler, proje çalışmaları, yerel çalışmalar, okuma çalışmaları vb.) için ayrılan süredir. Çalışmalar için ayrılan süre, eğitim öğretim yılı içinde planlanır ve yıllık planlarda ifade edilir.

Öğretim programlarında okul temelli planlama için ilgili sınıf düzeyinde belirlenen ders saatleri; okul dışı öğrenme etkinlikleri, araştırma ve gözlem, sosyal etkinlikler, proje çalışmaları, yerel çalışmalar, okuma çalışmaları gibi faaliyetlerin yanı sıra zümre öğretmenleri ve rehber öğretmenler tarafından öğrencilerin meslek seçimi ve kariyer planlaması yapabilmelerine rehberlik etmek amacıyla kullanılır. Bu kapsamda planlanan eğitim öğretim faaliyetleri, mesleki rehberlik ve kariyer danışmanlığı bağlamında yürütülür.

1.4. BİYOLOJİ DERSİ KİTAP FORMA SAYILARI VE KİTAP EBATLARI

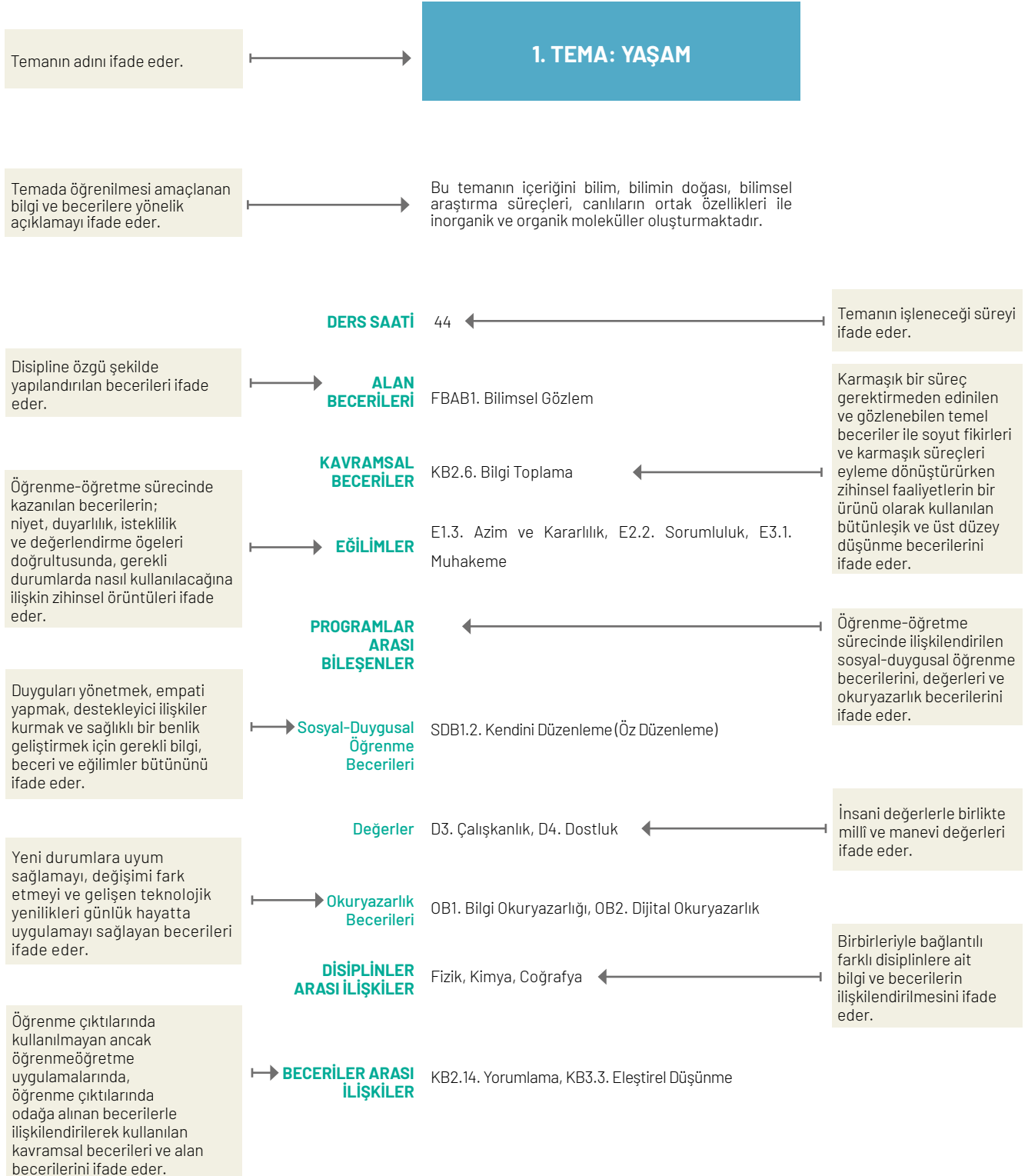
DERS KİTABI	FORMA SAYILARI	KİTAP EBADI
BİYOLOJİ 9	10-12	19,5 cm X 27,5 cm
BİYOLOJİ 10	10-12	19,5 cm X 27,5 cm
BİYOLOJİ 11	14-16	19,5 cm X 27,5 cm
BİYOLOJİ 12	14-16	19,5 cm X 27,5 cm



1.5. BİYOLOJİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN YAPISI

Tema temelli yaklaşımla hazırlanan *Biyoloji Dersi Öğretim Programı* 9 ve 10. sınıflarda 2 ders saati, 11 ve 12. sınıflarda ise 4 ders saati uygulanabilecek şekilde düzenlenmiştir.

Programdaki temaların yapısı ve bu yapıya ilişkin açıklamalar şematik olarak aşağıda sunulmuştur.



Öğrenme-öğretme yaşantıları sonunda öğrenciye kazandırılması amaçlanan bilgi, beceri ve becerilerin süreç bileşenlerini ifade eder.

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

BİY.9. 1. 1. Biyolojideki dönüm noktalarının insan hayatına katkılarını sorgulayabilme

a) Biyolojideki dönüm noktalarının insan hayatına katkılarını belirtir.

Dersin kodu
Sınıf seviyesi
Tema numarası
Öğrenme çıktısı numarası

İÇERİK ÇERÇEVESİ

Yaşam Bilimi: Biyoloji

Biyolojinin Önemi, Biyoloji Biliminin Gelişimindeki Dönüm Noktaları, Bilimin Doğası, Bilimsel Araştırma Süreçleri, Bilim Etiği, Canlıların Ortak Özellikleri (Hücresel Yapı, Organizasyon, Beslenme, Enerji Üretimi ve Tüketimi, Boşaltım, Büyüme ve Gelişme, Metabolizma, Uyarılara Tepki, Homeostazi, Üreme, Varyasyon ve Adaptasyon)

Öğrenme-öğretme sürecinde ele alınan bilgi kümesini (konuyu/alt konuya ilişkin sınırlar) ifade eder.

Disipline ait başlıca anahtar kavramları ifade eder.

Anahtar Kavramlar

bilimsel yöntem, bilim etiği, prokaryot

Öğrenme çıktıları, eğitim, programlar arası bileşenler, beceriler arası ilişkiler ve öğrenme kanıtları arasında kurulan ve anlamlı ilişkilere dayanan öğrenme-öğretme sürecini ifade eder.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller

Öğrencilerin bilimsel araştırmaların genel basamaklarını, canlıların ortak özelliklerini, inorganik ve organik bileşiklerin çeşitlerini fen bilimleri dersinden bildikleri kabul edilmektedir.

Öğrenme çıktılarının değerlendirilmesi ile uygun ölçme ve değerlendirme araçlarını ifade eder.

Yeni bilgi ve becerilerin öğrenilmesi için sahip olunması gereken ön bilgi ve becerilerin değerlendirilmesi ile öğrenme sürecindeki ilgi ve ihtiyaçların belirlenmesini ifade eder.

Ön Değerlendirme Süreci

Bilimsel araştırmaların genel basamaklarını ölçmek için sıralama etkinliği yapılabilir; canlıların ortak özelliklerine ilişkin genel bilgileri değerlendirmek için yapılandırılmış grid, inorganik ve organik bileşiklerin çeşitlerini belirlemek için kelime ilişkilendirme testi kullanılabilir.

Önceki öğrenme-öğretme süreçlerinden getirildiği kabul edilen bilgi ve becerileri ifade eder.

Köprü Kurma

Biyoloji disiplinde dönüm noktası olarak kabul edilen bilimsel araştırma ve buluşlarla ilgili örnekler verilerek biyoloji disiplininin bu araştırma ve buluşlar aracılığıyla sağlık, çevre, enerji ve gıda alanında yaşanan toplumsal sorunlar için ürettiği çözümler örneklendirilebilir (BİY.9.1.1).

Mevcut bilgi ve beceriler ile edinilecek bilgi ve beceriler arasında bağlantı oluşturma sürecinin yanı sıra edinilecek bilgi ve beceriler ile günlük hayat deneyimleri arasında bağ kurmayı ifade eder.

Hedeflenen öğrenci profili ve temel öğrenme yaklaşımları ile uyumlu öğrenme-öğretme yaşantılarının hayata geçirildiği uygulamaları ifade eder.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

BİY.9.1.1

a) Biyoloji disiplinde dönüm noktası olarak kabul edilen bilimsel araştırma ve buluşlarla ilgili örnekler [aşı, antibiyotik, DNA'nın yapısı, Crispr-Cas, kalıtım, klonlama, polimeraz zincir reaksiyonu (PZR), rekombinant DNA teknolojisi, insan genom projesi vb.] paylaşılır.

Öğrenme profilleri bakımından farklılık gösteren öğrencilere yönelik çeşitli zenginleştirme ve desteklemeye ilişkin öğrenme-öğretme yaşantılarını ifade eder.

FARKLILAŞTIRMA

Akranlarından daha ileri düzeydeki öğrencilere genişletilmiş ve derinlemesine öğrenme fırsatları sunan, onların bilgi ve becerilerini geliştiren öğrenme-öğretme yaşantılarını ifade eder.

Zenginleştirme

Öğrencilerden uygun web araçlarını kullanarak Nobel Ödülü almış bilim insanlarının (Robert Geoffrey Edwards, Katalin Kariko, Drew Weissman, Baruch Samuel Blumberg vb.) keşiflerini bilimin doğasının özellikleri ve bilimsel araştırma süreçleri bağlamında ele alan videolar ve animasyonlar hazırlamaları istenebilir.

Öğrenme sürecinde daha fazla zaman ve tekrara ihtiyaç duyan öğrencilere ortam, içerik, süreç ve ürün bağlamında uyarlanmış öğrenme-öğretme yaşantılarını ifade eder.

Destekleme

Öğrencilere biyolojideki önemli keşiflerle ilgili belgeseller veya kısa filmler gösterilebilir. Bilimin doğasının özelliklerinin anlaşılmasını kolaylaştırmak için eşleştirme kartları kullanılabilir.

Öğretmenin ve programın güçlü ve iyileştirilmesi gereken yönlerinin öğretmenlerin kendileri tarafından değerlendirilmesini ifade eder.

ÖĞRETİM YANSITMALARINI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.





2. BİYOLOJİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI SINIF DÜZEYLERİNE AİT TEMALAR

9. SINIF

1. TEMA: YAŞAM

Bu temanın içeriğini bilim, bilimin doğası, bilimsel araştırma süreçleri, canlıların ortak özellikleri ile inorganik ve organik moleküller oluşturmaktadır. Tema kapsamında öğrencilerin biyolojideki gelişmelerin insan hayatına katkılarını sorgulamaları, bilimin doğasını yorumlamaları, bilimsel araştırmaların bilim etiğine uygunluğu hakkında ve organik moleküllerin yapısı ve çeşitleriyle ilgili bilgi toplamaları, canlıların özelliklerini bilimsel olarak gözlemlemeleri, inorganik moleküllerin önemi hakkında bilimsel çıkarım yapmaları, besinlerin yapısında karbohidrat, yağ ve protein varlığının belirlenmesi ve enzim aktivitesini etkileyen faktörlerle ilgili deney yapmaları amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 44

ALAN BECERİLERİ FBAB1. Bilimsel Gözlem, FBAB7. Deney Yapma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım

KAVRAMSAL BECERİLER KB2.6. Bilgi Toplama, KB2.8. Sorgulama, KB2.14. Yorumlama

EĞİLİMLER E1.3. Azim ve Kararlılık, E1.6. Seçicilik, E2.2. Sorumluluk, E3.1. Muhakeme, E3.3. Yaratıcılık, E3.4. Gerçeği Arama, E3.5. Açık Fikirlilik, E3.6. Analitiklik, E3.7. Sistematiklik, E3.8. Soru Sorma

PROGRAMLAR ARASI BİLEŞENLER

Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerileri SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB2.2. İş Birliği

Değerler D3. Çalışkanlık, D4. Dostluk, D5. Duyarlılık, D10. Mütevazılık, D12. Sabır, D13. Sağlıklı Yaşam, D14. Saygı, D16. Sorumluluk

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

DİSİPLİNLER ARASI İLİŞKİLER Fizik, Kimya, Coğrafya

BECERİLER ARASI İLİŞKİLER KB3.3. Eleştirel Düşünme

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

- BİY.9.1.1. Biyolojideki dönüm noktalarının insan hayatına katkılarını sorgulayabilme**
- Biyolojideki dönüm noktalarının insan hayatına katkılarını belirtir.
 - Biyolojideki dönüm noktalarının insan hayatına katkılarıyla ilgili sorular sorar.
 - Biyolojideki dönüm noktalarının insan hayatına katkılarıyla ilgili bilgi toplar.
 - Biyolojideki dönüm noktalarının insan hayatına katkılarıyla ilgili topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirir.
 - Biyolojideki dönüm noktalarının insan hayatına katkılarıyla ilgili topladığı bilgiler üzerinden çıkarım yapar.
- BİY.9.1.2. Bilimsel araştırma süreçlerinde bilimin doğasını yorumlayabilme**
- Bilimsel araştırma süreçlerinde bilimin doğasının özelliklerini inceler.
 - Bilimsel araştırma süreçlerinde bilimin doğasıyla ilgili elde ettiği bilgileri bağlamdan kopmadan dönüştürür.
 - Bilimsel araştırma süreçlerinde bilimin doğasıyla ilgili elde ettiği bilgileri anlamı değiştirmeyecek şekilde kendi cümleleriyle yeniden ifade eder.
- BİY.9.1.3. Bilimsel araştırmaların bilim etiğine uygunluğu ile ilgili bilgi toplayabilme**
- Bilimsel araştırmaların bilim etiğine uygunluğunu tespit edebilmek için kullanacağı araçları belirler.
 - Belirlediği araçları kullanarak bilimsel araştırmaların bilim etiğine uygunluğu ile ilgili bilgilere ulaşır.
 - Bilimsel araştırmaların bilim etiğine uygunluğu ile ilgili ulaştığı bilgileri doğrular.
 - Bilimsel araştırmaların bilim etiğine uygunluğu ile ilgili ulaştığı bilgileri kaydeder.
- BİY.9.1.4. Çevresindeki canlıların özelliklerini bilimsel olarak gözlemleyebilme**
- Çevresindeki canlıların ortak özelliklerini gözlemleyerek tanımlar.
 - Çevresindeki canlıların ortak özelliklerini belirlemek üzere yaptığı gözlemlerden yararlanarak veri toplar ve topladığı verileri kaydeder.
 - Canlıların ortak özelliklerinden yola çıkarak virüslerin canlı veya cansız olarak sınıflandırılmama nedenlerini açıklar.
- BİY.9.1.5. İnorganik moleküllerin önemi hakkında bilimsel çıkarım yapabilme**
- İnorganik moleküllerin özelliklerini tanımlar.
 - Suyun genel özellikleri ve minerallerin görevleri ile ilgili bilgi/veri toplar ve topladığı bilgiyi/veriyi kaydeder.
 - İnorganik moleküllerin önemiyle ilgili verileri yorumlar ve değerlendirir.
- BİY.9.1.6. Organik moleküllerin yapısı ve çeşitleriyle ilgili bilgi toplayabilme**
- Organik moleküllerin yapısı ve çeşitleriyle ilgili bilgilere ulaşmak için kullanacağı araçları belirler.
 - Belirlediği araçları kullanarak organik moleküllerin yapısı ve çeşitleriyle ilgili bilgilere ulaşır.
 - Organik moleküllerin yapısı ve çeşitleriyle ilgili ulaştığı bilgileri doğrular.
 - Organik moleküllerin yapısı ve çeşitleriyle ilgili ulaştığı bilgileri kaydeder.
- BİY.9.1.7. Besinlerin yapısında karbohidrat, lipit ve protein varlığının belirlenmesiyle ilgili deney yapabilme**
- Besin maddelerinde karbohidrat, lipit ve protein varlığını belirlemek için deney tasarlar.
 - Tasarladığı deneyde ayraç kullanarak karbohidrat, lipit ve protein analizini yapar.



Bİ.Y.9.1.8. pH ve sıcaklığın enzim aktivitesini etkilediğini gösteren deney yapabilmek

- pH ve sıcaklığın enzim aktivitesini etkilediğini gösteren deney tasarlar.
- Tasarladığı deneyde pH ve sıcaklığın enzim aktivitesine etkilerini ölçer ve sonuçların analizini yapar.

İÇERİK ÇERÇEVESİ Yaşam Bilimi: Biyoloji

Biyolojinin Önemi, Biyoloji Biliminin Gelişimindeki Dönüm Noktaları, Bilimin Doğası, Bilimsel Araştırma Süreçleri, Bilim Etiği, Canlıların Ortak Özellikleri (Hücresel Yapı, Organizasyon, Beslenme, Enerji Üretimi ve Tüketimi, Boşaltım, Büyüme ve Gelişme, Metabolizma, Uyarılara Tepki, Homeostazi, Üreme, Varyasyon ve Adaptasyon)

Temel Bileşenler

İnorganik Moleküller (Su, Mineraller), Organik Moleküller (Karbohidratlar [Monosakkaritler (Riboz, Deoksiriboz, Fruktoz, Glikoz, Galaktoz)], Disakkaritler (Sükroz, Maltoz, Laktoz), Polisakkaritler (Glikojen, Nişasta, Selüloz, Kitin), Lipitler (Yağ Asitleri, Trigliseritler, Fosfolipitler, Steroitler), Proteinler (Amino Asitlerin Yapısı, Enzimler (Basit ve Bileşik Enzimler, Aktivasyon Enerjisi, Enzim-Substrat İlişkisi, Enzimatik Reaksiyonlara Etki Eden Faktörler), Nükleik Asitler (DNA ve RNA'nın Yapısı), Vitaminler (Yağda Çözünen Vitaminler, Suda Çözünen Vitaminler)

Anahtar Kavramlar bilimsel yöntem, bilim etiği, prokaryot, ökaryot, beslenme çeşitleri, adezyon, kohezyon, çözücülük, polimerizasyon, dehidrasyon, hidroliz, denatürasyon, indüklenmiş uyum, yüzey gerilimi

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme)

Öğrenme çıktıları; öğrenme günlüğü, zihin haritası, araştırma raporu, performans görevi, kontrol noktası, yapılandırılmış grid, açık uçlu soruların yer aldığı çalışma yaprağı, bilgi görseli kullanılarak dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Öğrencilerin bilimin doğasını incelerken elde edeceği bilgileri kendi ifadeleriyle aktarması için zihin haritası kullanılabilir. Öğrencilerin oluşturacağı zihin haritaları, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

Öğrencilere çevrelerinden seçtikleri canlıların özelliklerini gözlem formu kullanarak belirli süre gözlemlemeye, gözlem verisinden hareketle çıkarımlarda bulunacağı araştırma raporu hazırlamaya yönelik performans görevi verilebilir. Araştırma raporu, analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Öğrencilere inorganik moleküllerin özellikleri ve önemi, suyun genel özellikleri, minerallerin görevleri hakkında toplayacakları bilgileri içeren bir broşür hazırlamaya yönelik performans görevi verilebilir. Performans görevinin değerlendirilmesinde bütüncül dereceli puanlama anahtarı kullanılabilir, öz değerlendirme ile öğrencinin kendini değerlendirmesi sağlanabilir.

Öğrencilerden karbohidrat, yağ ve proteinleri tanımlamaya, farklı pH ve sıcaklık koşullarında enzimlerin etkinliğini incelemeye ve küçük moleküllerin hücre zarından pasif geçişine yönelik deney tasarımları ve deneylerin raporlarını oluşturmaları istenebilir. Öğrencilerin tasarlayacağı deneylerin raporları, analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir. Dereceli puanlama anahtarında "deney sürecinde karşılaşılabilecek hatalar, alınacak önlemler ve deney sürecinin aşamaları" gibi ölçütlere yer verilebilir. Öğrencilerin kendilerini değerlendirmeleri için öz değerlendirme formu kullanılabilir. Deneyler, öğrenciler gruplara ayrılarak yaptırılıyorsa öz değerlendirmeye ek olarak grup değerlendirme formları da kullanılabilir. Öğrencilerin raporları portfolyolarına eklenebilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller Öğrencilerin bilimsel araştırmaların genel basamaklarını, canlıların ortak özelliklerini, inorganik ve organik bileşiklerin çeşitlerini fen bilimleri dersinden bildikleri kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Bilimsel araştırmaların genel basamaklarını ölçmek için sıralama etkinliği yapılabilir; canlıların ortak özelliklerine ilişkin genel bilgileri değerlendirmek için yapılandırılmış grid, inorganik ve organik bileşiklerin çeşitlerini belirlemek için kelime ilişkilendirme testi kullanılabilir.

Köprü Kurma Biyoloji disiplninde dönüm noktası olarak kabul edilen bilimsel araştırma ve buluşlarla ilgili örnekler verilerek biyoloji disiplninin bu araştırma ve buluşlar aracılığıyla sağlık, çevre, enerji ve gıda alanında yaşanan toplumsal sorunlar için ürettiği çözümler örneklendirilebilir. Öğrencilerin fen bilimleri dersi kapsamında öğrendikleri “bilimin doğasının özellikleri” konusu hatırlatılarak biyoloji disiplninin fizik ve kimya disiplnlerinde olduğu gibi doğal dünyayı anlamak için deney ve gözlemlerden yararlandığı vurgulanabilir. “Bir aşı araştırması yapılırken sizce hangi etik kurallara uyulmalı?” ve “Acil durumlar (deprem, pandemi vb.) bilimsel etik kuralların gevşetilmesini haklı çıkarır mı?” gibi sorular yöneltilerek öğrencilerin bilimsel araştırmaların etik boyutunu güncel ve yaşanmış olaylar üzerinden değerlendirmeleri sağlanabilir.

Öğrencilerin günlük yaşam alanlarında (ev, okul bahçesi, park vb.) karşılaştığı canlıların gözle görülebilen ve gözle görülemeyen özelliklerine dikkat çekilebilir.

Hücrelerde ve vücutta en fazla bulunan molekülün su olduğu, su olmadan canlının yaşamına devam edemeyeceği hatırlatılarak suyun yaşam için önemi vurgulanabilir.

Beslenme sürecinde organik maddelerin yetersiz ve dengesiz alınmasının insan sağlığı üzerinde oluşturabileceği olumsuz durumlar ile ilgili örnekler verilerek organik maddelerin sağlıklı bir yaşam için gerekliliği vurgulanabilir. Marketlerden alınan gıdaların ambalajlarındaki besin etiketi bilgilerine ek olarak bu gıdalardaki karbohidrat, yağ, protein gibi bileşiklerin basit gözlemler ve testlerle tespit edilebileceği ifade edilebilir. Hamur mayalanırken ortam sıcaklığının düşük olması, mayadaki enzimlerin yeterince aktif çalışmamasına ve hamurun kabarmamasına neden olmasına benzer örnek bir durum üzerinden enzimlerin aktivitesi için optimal şartlara ihtiyaç duydukları açıklanabilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

BİY.9.1.1

a) Biyoloji disiplninde dönüm noktası olarak kabul edilen bilimsel araştırma ve buluşlarla ilgili örnekler [aşı, antibiyotik, DNA'nın yapısı, Crispr-Cas, kalıtım, klonlama, polimeraz zincir reaksiyonu (PZR), rekombinant DNA teknolojisi, insan genom projesi vb.] paylaşılır. Bu süreçte biyoloji disiplninin gelişiminde önemli katkıları bulunan Türk-İslam bilim insanlarından Akşemsetdin'in ve diğer bilim insanlarının çalışmaları örneklendirilir. Öğrencilerden bu araştırma ve buluşların insan yaşamına katkılarını farklı bakış açılarıyla değerlendirerek düşüncelerini açıklamaları istenir. Öğrencilerin toplumsal sorunların çözümüne yönelik duyarlı davranması ve sorumluluk alması sağlanır (**D5.1, D16.2**).

b) Öğrencilerden biyoloji disiplninde dönüm noktası olarak kabul edilen bilimsel araştırma ve buluşların toplumsal sorunlar için ürettiği çözümler ile ilgili “Ne Biliyorum?, Ne Bilmek İstiyorum?, Ne Öğrendim?” tablosunu doldurmaları istenir. Konuyla ilgili bilgi ihtiyaçlarını fark ederek merak ettikleri soruları sormaları beklenir. Tablonun “Ne Öğrendim?” kısmı bu süreçte doldurulmaz (**KB3.3, OB1**).



c-ç) Biyoloji disipliniinde dönüm noktası olarak kabul edilen bilimsel araştırma ve buluşların insan hayatına katkıları konulu büyük grup tartışması planlanır. Öğrencilerden bu tartışmaya katılmak için bilgi toplamaları istenir **(OB1)**.

Öğrencilere araştırma yaparken yararlandıkları kaynakları çalışkanlık değerinin bir gereği olarak not etmeleri, elde ettikleri bilgilerin doğruluğunu değerlendirmek için kaynakların güvenilir olup olmadığını belirlemeleri gerektiği hatırlatılır **(D3.3)**.

d) Öğrencilerden topladıkları bilgiler ışığında bilim insanlarının biyolojiye katkılarını tartışarak çıkarım yapmaları beklenir **(OB1)**. Öğrencilerden “Ne Biliyorum?, Ne Bilmek İstiyorum?, Ne Öğrendim?” tablosunun “Ne Öğrendim?” bölümünü doldurmaları istenir. Konuya ilişkin öğrenmelerini yansıtacak bir öğrenme günlüğü hazırlamaları istenebilir. Öğrencilerin hazırladığı öğrenme günlüğü öğrencinin portfolyosuna eklenebilir ve öğretmen tarafından bütüncül dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BiY.9.1.2

a-b) Öğrencilerden biyoloji disipliniyle ilişkilendirdikleri gözlem ve yaşantılarından, bu disiplinle ilgili merak ettikleri konulardan yola çıkarak grup çalışmasıyla bir problem tespit etmeleri, tespit ettikleri problemle ilgili araştırılabilir bir soru sormaları ve problemin çözümüne ilişkin hipotezler üretmeleri istenir **(E3.8, OB7)**. Fizik ve kimya disiplinlerinde de araştırmacıların benzer biçimde araştırma yaptıklarına dikkat çekilir. Öğrencilere belirledikleri problem ve soru ile ilgili biyoloji alanında bilimsel araştırmalar yapıp yapılmadığını doğru kaynaklardan araştırmaları konusunda rehberlik edilir **(D3.3)**. Farklı yaklaşımlara dayanan araştırmalar, öğrenciler veya öğretmen tarafından örneklendirilerek öğrencilerin bu araştırmalarda kullanılan bilimsel yöntem basamaklarını incelemeleri sağlanır.

Öğrencilerden inceledikleri bilimsel araştırma süreçlerinde bilimin doğasıyla ilgili hangi özellikleri tespit ettiklerini belirtmeleri ve ulaştıkları bilgileri kaydetmeleri istenir **(OB1)**. Bu süreçte öğrencilerden birbirlerinin fikirlerine saygı duymaları, ortak düşünceleri belirlemeleri, farklı fikirler üzerine tartışarak uzlaşmaları ve iş birliği içinde çalışmalarını beklenir **(SDB2.2)**.

c) Öğrencilerden araştırma ve incelemelerinden elde ettikleri sonuçları raporlaştırmaları istenir **(OB1)**. Öğrencilerin raporları, bütüncül dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir. Öğrencilerden öz değerlendirme ile kendilerini, grup değerlendirmesi ile grup arkadaşlarını değerlendirmeleri istenebilir. Değerlendirmede kullanılacak dereceli puanlama anahtarında “araştırmalarında güvenilir bilimsel kaynakları kullanabilme, elde ettikleri sonuçları doğru ifade edebilme, arkadaşlarını etkin dinleme ve tanımlanan görevleri zamanında yerine getirebilme” ölçütlerine yer verilebilir **(D4.2, D14.1, D16.3)**.

Öğrencilerden süreç boyunca neler öğrendiklerini, neleri yaparken zorlandıklarını, neden zorlandıklarını, zorlandıkları konularla baş etmek için hangi yöntemleri kullandıklarını, raporlarını tekrar yazmaları gerekirse hangi noktalara dikkat etmeleri gerektiğini içeren geri bildirimlerini öz değerlendirme formuyla yansıtmaları istenir. Öğrencilerin aldıkları görevleri özveriyle yerine getirmeleri beklenir **(SDB1.2, D16.3, D12.2)**.

BiY.9.1.3

a-b) Biyoloji disipliniinde bilimsel araştırmaların bilim etiğine uygunluğunun sorgulandığı örnek olaylar paylaşılır. Öğrencilerden küçük gruplar oluşturmaları, paylaşılan veya kendilerinin belirleyeceği örnek olaylardan birini seçerek seçtikleri olayın bilim etiğine uygunluğu ile ilgili bilgi toplamaları ve bu süreçte birbirlerine duyarlı davranmaları istenir **(OB1, D5.1, E1.6, E3.5)**.

c-ç) Öğrencilerden topladıkları bilgileri içeren bir rapor hazırlamaları ve raporlarını diğer gruplarla paylaşmaları istenir. Rapor hazırlama sürecinin planlı yürütülmesi, sürecin zamanında tamamlanması istenerek çalışkanlık ve sorumluluk değerleri vurgulanır **(D3.3, D16.3, OB1)**.

Öğrenciler, rapordaki bilgilerin doğruluğunu farklı ve güvenilir kaynaklardan doğrulamalıdır. Öğrencilerin hazırladığı araştırma raporları, analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir. Dereceli puanlama anahtarındaki değerlendirme basamaklarında "bilginin güvenilirliği, üzerinde çalışılan bilimsel araştırmaların bilim etiği ölçütleri kullanılarak doğru değerlendirilip değerlendirilmediği, değerlendirme yapılırken kanıt kullanılıp kullanılmadığı" gibi ölçütlere yer verilebilir.

BİY.9.1.4

a-b) Öğrencilerden, çevrelerinde en çok merak ettikleri iki farklı canlıyı seçmeleri ve bu canlıların duyularla ya da basit araçlarla belirlenebilen doğrudan gözlemlenebilir canlılık özelliklerini üç gün boyunca düzenli aralıklarla gözlemlenmeleri; gözlemleri doğrultusunda her iki canlının ortak canlılık özelliklerini öğretmen rehberliğinde tanımlamaları beklenir. Elde ettikleri verileri gözlem formuna kaydeden öğrencilerin, gözledikleri canlıların özelliklerindeki benzerlik ve farklılıkları keşfetmesi beklenir. Bu süreçte öğrencilerin kararlı ve istikrarlı davranarak sabır değerini kazanmaları sağlanır (**D12.3**). Öğrencilerden, doğrudan gözlenemeyen ancak ölçülebilir etkileri ve bilimsel çıkarımlarla tanımlanabilen dolaylı gözlemlenebilir canlılık özelliklerine ilişkin tahminlerde bulunmaları ve tahminlerini güvenilir kaynaklardan doğrulamaları istenir (**E3.4, D3.3, OB1**).

c) Belgesel, video, animasyon gibi görsel materyaller kullanılarak öğrencilerden virüslerin yapılarını ve çoğalma mekanizmalarını genel olarak tespit etmeleri istenir (**OB4**). Bu süreçte virüslerin neden olduğu hastalıklara örnekler verilebilir. Bakteriyofaj virüslerinin antibiyotiklere alternatif tedavi için sunduğu fırsatlar vurgulanabilir. Öğrenciler, canlıların ortak özelliklerinden yola çıkarak virüslerin canlılık ve cansızlık özelliklerini tartışır. Tartışmanın sonunda, öğrencilerden virüslerin canlı ve cansızlarla ortak özellikleri konusunda ulaştıkları sonuçları açıklamaları istenir.

Öğrencilere çevrelerinden seçtikleri canlıların özelliklerini gözlem formu kullanarak belirli süre gözlemlenmeye ve gözlem verisinden hareketle çıkarımlarını yansıtacakları araştırma raporu hazırlamaya yönelik performans görevi verilebilir. Araştırma raporu, analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

BİY. 9.1.5

a) Öğrencilere inorganik bileşiklerin canlı yaşamındaki yeri ve öneminin ele alındığı animasyon veya video izletilir ya da sunum yapılır. Öğrencilerden "İnorganik Bileşiklerin Genel Özellikleri" tablosunu animasyon, video veya sunumdan elde ettikleri bilgileri kullanarak doldurmaları istenir. Bu süreç sonunda öğrencilerin inorganik bileşikleri "sindirime uğrama, hücre sel solunumda kullanılma, canlılar tarafından üretilme/üretilmeme, hücre zarından geçiş, canlı yapısına katılma, yaşamsal faaliyetlerin düzenlenmesinde görev alma" gibi özellikler açısından değerlendirerek bu özellikleri tanımlamaları beklenir.

b) Öğrencilerden sınıfta/laboratuvarda basit deneyler yaparak suyun adezyon-kohezyon kuvveti, yüzey gerilimi, yoğunluğu, çözünürlüğü ve ısı tutma kapasitesi (öz ısı) ile ilgili veri toplamaları ve topladıkları verileri kaydetmeleri istenir. Minerallerin (Ca, Mg, P, Fe, Na, K, I, S, Zn, F, Cl) görevleri, buldukları besinler ve eksikliklerinde ortaya çıkabilecek sorunların işleneceği bir tablo verilir. Öğrencilerden tabloyu güvenilir kaynaklardan topladıkları bilgilerden yararlanarak doldurmaları ve tabloya işledikleri bilgilerle ders kitabındaki bilgileri karşılaştırmaları istenir. Öğrencilerin doğru bilgiye ulaşmayı sağlayacak yöntemler ve bilgi kaynaklarını kullanmaları ve değerlendirmeleri sağlanır (**OB1, D3.3, D12.3**).

c) Öğrenciler, su ile ilgili yaptıkları deneylerden elde ettikleri verileri kullanarak suyun canlılar için önemini yorumlar ve değerlendirir. Minerallerle ilgili edindikleri bilgileri kullanarak minerallerin eksikliğinde ortaya çıkabilecek sorunları en aza indirmek için yeterli ve dengeli beslenmenin önemini yorumlar ve değerlendirir. Öğrencilerden yorum ve değerlendirmelerini kendi beslenme alışkanlıklarıyla ilişkilendirmeleri, yeterli ve dengeli beslenmek için neler yapabileceklerini paylaşmaları beklenir. Bu bağlamda sağlıklı yaşam değeri vurgulanır (**E2.2, SDB1.2, D13.1**).



BİY.9.1.6

a) Öğrenme-öğretme sürecinde kullanılacak ayrılıp birleşme tekniği kapsamında öğrenci grupları oluşturulur. Grup üyeleri karbohidratlar, lipitler, proteinler ve nükleik asitlerin yapıları, genel özellikleri, işlevleri, çeşitleri; vitaminlerin ise sadece çeşitleri ve işlevleri ile ilgili bilgilere ulaşmak için kullanacakları araçları belirler. Öğrencilere araştırma sürecinde üç ve dört karbonlu monosakkaritlere, moleküllerin açık formüllerine, RNA çeşitlerine, B vitamini çeşitlerine yer vermemeleri gerektiği hatırlatılır. Her grupta aynı organik bileşik üzerinde çalışacak öğrenciler bir araya gelerek yeni bir uzmanlık grubu oluşturur. Grup çalışmasında öğrencilere sorumluluğun, birlikte hareket etmenin, anlayışlı ve nazik olmanın önemi hatırlatılır (**SDB2.2, OB1, D4.2, D16.3**).

b-c) Uzmanlık grupları, ilgili bilgilere ulaşmak için öğretmen rehberliğinde çalışır. Gruplardan belirledikleri araçları kullanarak karbohidratlar, lipitler, proteinler ve nükleik asitlerin yapıları, genel özellikleri, işlevleri, çeşitleri; vitaminlerin ise sadece çeşitleri ve işlevleri ile ilgili bilgi toplamaları istenir. Bu süreçte enzimlerin isimlendirilmesine, düzenlenme mekanizmalarına, enzim inhibitör ve aktivatörlerinin çalışma mekanizmalarına ve çeşitlerine değinilmez. Öğrencilerin edindiği bilgilerden hareketle insan sağlığını önemsenenin sağlıklı yaşam değeri açısından önemi vurgulanır (**E3.1, OB1, D13.4**). Gruplar, organik moleküllere ilişkin derledikleri bilgileri güvenilir kaynaklardaki bilgilerle karşılaştırır; yanlış ve doğru bilgileri ayırt eder, yanlışlarını düzelterek doğru bilgiye ulaşır ve ulaştığı bilgileri kaydeder.

ç) Öğrenciler, uzmanlık grubunda ilgili bilgilere ulaştıktan sonra esas gruplarına dönerler. Her grup üyesi, ulaştığı bilgilerle diğer grup üyelerini bilgilendirir. Grup çalışması sürecinde öğrencilerin insan ilişkilerinde yapıcı olması ve uyumlu davranması sağlanarak mütevazılık değeri vurgulanır (**D10.3**). Öğrencilerden ulaştıkları doğru bilgiler hakkında bir bilgi görseli oluşturmaları istenir (**OB7**). Öğrencilerin oluşturacağı bilgi görseli, puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir (**E3.7, SDB2.2**).

BİY.9.1.7

a) Karbohidrat, lipit ve proteinlerin varlığını anlamak ve tespit etmek için kullanılan araçlar sınıfta veya laboratuvarında tanıtılır. Öğrencilerden bu araçları kullanarak farklı besinlerin (ekmek, patates, süt, meyve, yumurta, peynir, nohut, mercimek, zeytinyağı, fındık, fıstık vb.) içeriğinde hangi organik bileşiklerin bulunduğunu niteliksel olarak gözlemlemek üzere deney tasarımları istenir (**OB7, D3.3, E3.3**).

b) Öğrencilerden tasarladıkları deneyleri küçük gruplara ayrılarak yapmaları istenir. Deney sonunda öğrenciler, içeriğini tespit etmek için kullandıkları besinlerde hangi organik bileşimin olduğunu analiz ederler (**E3.6**). Kullandıkları yöntem ya da deneysel hata nedeniyle sonuca ulaşamaz veya yanlış sonuçlara ulaşırlarsa deneyi tekrarlarlar. Bu süreçte öğrencilerden çalışmalarını yaparken sabır değeriyle ilişkili olarak sebat göstermeleri beklenir (**E1.3, D12.3, OB7**). Gruplar, deney sonuçlarını uygun web araçları aracılığıyla dijital ortamda paylaşır (**OB2**).

BİY.9.1.8

a) Öğrencilerden farklı pH ve sıcaklık değerlerinin enzim aktivitesine (katalaz, amilaz, lipaz enzimi vb.) etkisini gösterebilecekleri deney tasarımları istenir.

b) Öğrencilerden tasarladıkları deneyleri küçük gruplara ayrılarak yapmaları istenir. Öğrencilere deney sürecinde olası hata kaynaklarını en aza indirmek için gerekli tedbirleri almaları hatırlatılır. Deney sonunda öğrenciler, farklı pH ve sıcaklık değerlerinin enzim aktivitesine etkisini tablo ve grafikler kullanarak analiz eder (**E3.6**). Öğrencilerden yaptıkları deneylerden ulaştıkları sonuçları günlük yaşamdan örneklerle (mide asitliğini değiştirebilecek beslenme alışkanlıkları; peynir ve yoğurt mayalanmasında, gıdaların uzun süreli saklanmasında sıcaklığa dikkat edilmesi vb.) açıklamaları istenir (**OB7**).

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme Öğrencilerden uygun web araçlarını kullanarak Nobel Ödülü almış bilim insanlarının (Robert Geoffrey Edwards, Katalin Kariko, Drew Weissman, Baruch Samuel Blumberg vb.) keşiflerini bilimin doğasının özellikleri ve bilimsel araştırma süreçleri bağlamında ele alan videolar ve animasyonlar hazırlamaları istenebilir. *Bilim etiğine uymayan örnek durumlar (1962 Nobel Fizyoloji ve Tıp Ödülü'nü alanlar arasında Rosalind Franklin'e yer verilmemesi, HeLa hücrelerinin alınması ve çoğaltılması vb.) verilerek öğrencilerden bu durumlarda bilim etiğinin nasıl ihlal edildiğini çözümlenmeleri istenebilir. *Öğrencilere virüslerin canlı yaşamına olumlu katkılarını bilimsel kanıtlarla ortaya koyacakları proje yaptırılabilir. Öğrencilerden suyun yüksek öz ısıya sahip olmasının canlılar açısından önemini ve canlı sistemlerin oluşmasında rol oynayan biyomoleküllerin neden yüksek miktarda karbon atomu içerdiğini güvenilir kaynaklardan araştırmaları istenebilir.

Öğrencilere insanlar tarafından sindirilememesine rağmen selüloz içerikli gıdaların diyetisyenler tarafından tavsiye edilmesinin nedenleri ile ilgili proje yaptırılabilir. *Proteinlerin birincil, ikincil, üçüncül ve dördüncül yapılarını modelleyecekleri performans görevi verilebilir. Proteinlerin üç boyutlu yapısının bozulmasına neden olabilecek fiziksel ve kimyasal faktörlerle ilgili proje hazırlanabilir. *Öğrencilerden mantar zehirlenmelerini enzim-inhibitör ilişkisi üzerinden araştırarak elde ettikleri bilgileri sunmaları istenebilir. Öğrenciler; B vitamini çeşitlerinin yapı ve görevlerini, hangi besin gruplarında bulduklarını ve eksikliklerinde ortaya çıkan hastalıkları araştırıp raporlayabilir.

Destekleme Öğrencilere biyolojideki önemli keşiflerle ilgili belgeseller veya kısa filmler gösterilebilir. Bilimin doğasının özelliklerinin anlaşılmasını kolaylaştırmak için eşleştirme kartları kullanılabilir. Bilimsel araştırmaları konu edinen filmlerden kesitler alınarak öğrencilerden bu örneklerde bilim etiğine uygun olmayan durumları belirtmeleri istenebilir. Öğrencilere COVID-19, kuş gribi vb. salgınları konu alan belgesel veya videolar izletilerek virüs hastalıklarının nasıl yayıldığının anlaşılması sağlanabilir.

İnorganik ve organik bileşiklerin yapıları, çeşitleri ve canlı yapısındaki işlevlerinin daha iyi anlaşılması için görsel ve işitsel materyaller kullanılabilir.

Organik moleküllerin araçlarla belirlendiğini ve enzimlerin aktivitesinde pH ve sıcaklığın etkili olduğunu gösteren deneyler yapılırken güvenlik açısından gerekli görülürse deney simülasyonları kullanılabilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.





2. TEMA: ORGANİZASYON

Bu temanın içeriğini hücre ve hücresel organizasyon ile canlıların sınıflandırılması ve biyoçeşitlilik konuları oluşturmaktadır. Tema kapsamında öğrencilerin hücre alt birimlerini ve bu birimler arasındaki ilişkileri çözümlmeleri, hücre zarından madde geçişlerini sınıflandırmaları, hücre zarından madde geçişleriyle ilgili deney yapmaları, canlılardaki yapısal organizasyon hakkında tümevarımsal akıl yürütmeleri, üç üst âlem (domain) sisteminde yer alan canlıların özellikleri ile biyoçeşitliliği oluşturan unsurlara ilgili çıkarım yapmaları ve çevrelerindeki canlıları sınıflandırma ölçütlerine göre sınıflandırmaları amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 24

ALAN
BECERİLERİ FBAB2. Sınıflandırma, FBAB7. Deney Yapma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme

KAVRAMSAL
BECERİLER KB2.4. Çözümleme, KB2.10. Çıkarım Yapma

EĞİLİMLER E1.1. Merak, E3.2. Odaklanma

PROGRAMLAR ARASI BİLEŞENLER

Sosyal-Duygusal
Öğrenme Becerileri SDB2.1. İletişim

Değerler D3. Çalışkanlık, D12. Sabır, D14. Saygı, D16. Sorumluluk

Okuryazarlık Becerileri OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB2. Dijital Okuryazarlık, OB4. Görsel Okuryazarlık, OB5. Kültür Okuryazarlığı, OB7. Veri Okuryazarlığı

DİSİPLİNLER ARASI
İLİŞKİLER Fizik, Kimya

BECERİLER ARASI
İLİŞKİLER KB2.9. Genelleme, KB3.3. Eleştirel Düşünme

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

BİY.9.2.1. Hücre alt birimlerini ve bu birimlerin işlevleri arasındaki ilişkileri çözümleyebilme

- Hücre alt birimlerini ve bu birimlerin görevlerini belirler.
- Hücre alt birimlerini ve bunlar arasındaki bütüncül ilişkileri belirler.

BİY.9.2.2. Hücre zarından madde geçişlerini sınıflandırabilme

- Hücre zarından madde geçişlerine ilişkin nitelikleri belirler.
- Hücre zarından madde geçişlerini niteliklerine göre ayırır.
- Hücre zarından madde geçişlerini gruplandırır.
- Gruplandığı madde geçiş yöntemlerini adlandırır/etiketler.

BİY.9.2.3. Küçük moleküllerin hücre zarından pasif geçişi ile ilgili deney yapabilme

- Difüzyon ve ozmoz olaylarına ilişkin deney tasarlar.
- Difüzyon ve ozmozun günlük hayattaki etkilerini açıklamak için tasarladığı deneyde ölçme ve veri analizi yapar.

BİY.9.2.4. Canlıları sınıflandırabilme

- Canlıları sınıflandırmak için kullanacağı nitelikleri belirler.
- Belirlediği/tanımladığı niteliklere göre canlıları ayırır.
- Ayırıldığı canlıları belirli bir başlık altında gruplandırır.
- Modern sınıflandırmaya göre gruplandığı canlılara ilişkin adlandırmalarını bilimdeki karşılığıyla etiketler.

BİY.9.2.5. Üç üst âlem (domain) sisteminde yer alan canlıların özellikleri ile ilgili çıkarım yapabilme

- Üç üst âlem (domain) sisteminde yer alan canlıların özellikleri ile ilgili bilgilerinden hareketle varsayımda bulunur.
- Üç üst âlem (domain) sisteminde yer alan canlıların özellikleri ile ilgili örüntüleri listeler.
- Üç üst âlem (domain) sisteminde yer alan canlıların özellikleri ile ilgili karşılaştırma yapar.
- Üç üst âlem (domain) sisteminde yer alan canlıların özelliklerine ilişkin önerme sunar.
- Üç üst âlem (domain) sisteminde yer alan canlıların özelliklerine ilişkin değerlendirme yapar.

BİY.9.2.6. Biyoçeşitliliği oluşturan unsurlarla ilgili bilimsel çıkarım yapabilme

- Biyoçeşitliliği oluşturan unsurların niteliklerini tanımlar.
- Türkiyenin biyolojik çeşitliliği ile ilgili veri toplar ve kaydeder.
- Türkiyenin biyoçeşitliliği ile ilgili topladığı verileri biyoçeşitliliği oluşturan unsurlarla ilişkilendirerek yorumlar ve değerlendirir.

İÇERİK ÇERÇEVESİ

Hücrenin Organizasyonu

Prokaryot ve Ökaryot Hücre, Hücre Zarı, Sitoplazma, Sitoplazmik Yapılar, Organeller ve Çekirdek, Hücre Zarından Madde Geçişleri (Pasif Taşıma, Basit Difüzyon, Kolaylaştırılmış Difüzyon, Ozmoz, Aktif Taşıma, Endositoz, Ekzositoz)



Sınıflandırma ve Biyoçeşitlilik

Sınıflandırmada Temel Yaklaşımlar ve Modern Sınıflandırma (Linne ve İkili Adlandırma, Sınıflandırma Kategorileri), Üç Üst Âlem (Domain) Sisteminde Yer Alan Canlılar ve Genel Özellikleri [Bakteriler, Arkeler, Ökaryotlar (Protistler, Bitkiler, Mantarlar, Hayvanlar)], Biyoçeşitlilik

Anahtar Kavramlar endositoz, ekzositoz, aktif taşıma, pasif taşıma, organeller, sitoplazmik yapılar, sınıflandırma kategorileri, ikili adlandırma, domain, tür, arke, bakteri, protista, bitki, mantar, hayvan, endemik tür

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme)

Öğrenme çıktıları; deney, poster, broşür, performans görevi, bilgi görseli, yapılandırılmış grid, kavram haritası kullanılarak puanlama anahtarı, analitik ve bütüncül dereceli puanlama anahtarı, öz değerlendirme formu ve grup değerlendirme formu ile değerlendirilebilir.

Öğrencilere hücrenin yapısal bileşenlerini belirleyip bu bileşenler arasındaki ilişkiyi gözeterek hücreyi modelleyecekleri bir poster hazırlamaya yönelik performans görevi verilebilir. Posterin değerlendirilmesinde bütüncül dereceli puanlama anahtarı kullanılabilir, öz değerlendirme yapılabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller Öğrencilerin hücre ve hücre alt birimlerine dair temel bilgileri, bitki ve hayvan hücreleri arasındaki farklılıkları, laboratuvarında uyulması gereken temel güvenlik kurallarını, canlıların sınıflandırmasına dair temel bilgileri, biyoçeşitlilik kavramını öğrendikleri kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Öğrencilerin hücre ve hücre organelleri hakkındaki genel bilgileri kelime ilişkilendirme etkinliği, bitki ve hayvan hücreleri arasındaki farklılıklarına yönelik ön bilgileri karşılaştırma tablosu, laboratuvarında uyulması gereken temel güvenlik kuralları hakkındaki temel bilgilerini kontrol listesi, canlıların sınıflandırılması ve biyoçeşitlilik kavramına dair temel bilgileri açık uçlu sorularla değerlendirilebilir.

Köprü Kurma Hücre ve organizma düzeyinde işlevsel faaliyetlerin benzerlikleri; hücre çekirdeği ve insan beyni, golgi aygıtı ve kan damarları örnekleri verilerek vurgulanabilir. Mitokondrinin elektrik santrallerine, hücre zarının seçici geçirgenliğinin gümrük kontrol noktalarına benzetilmesi örneklerinde olduğu gibi hücrenin yapısal bileşenleri gerçek hayatın sürekliliğini sağlayan yapılara benzetilebilir. Bir binanın giriş-çıkış kapılarının veya bir şehrin trafik kontrol sistemlerinin belirli kuralları olduğu gibi hücreyi dış ortamdan ayıran zarın da maddeleri içeri alırken veya dışarı atarken kendine özgü "geçiş yöntemleri" kullandığı açıklanabilir. Salataya dökülen tuzun yayılması veya parfüm kokusunun odanın her tarafına dağılması gibi günlük yaşamdan örneklerle maddenin hareketi somutlaştırılabilir. Türkiye'deki biyolojik çeşitliliğe dikkat çekilerek canlılığın sınıflandırılması ile ilgili yapılan ulusal ve uluslararası bilimsel araştırmalara, Türkiye'deki coğrafi isimlerle ve Türk bilim insanlarının isimleriyle (Asuman Baytop, Muhtar Başoğlu, Tefik Karabağ, Bahtiye Mursaloğlu, İbnülbaytar vb.) anılan türlere örnekler verilebilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

BİY.9.2.1

a-b) Mikroskopta hazırlanan örnekler ya da hazır preparatlar kullanılarak prokaryot ve ökaryot hücre örnekleri incelenebilir. Öğrencilere prokaryot ve ökaryot hücre animasyonları veya videoları izletilebilir. Hücreyi oluşturan alt birimlerin görevlerinin analogilerle somutlaştırıldığı örnekler kullanılabilir. Öğrencilerden prokaryot, ökaryot hücrelerle ilgili bilgilerden hareketle hücreyi oluşturan alt birimleri, bu birimlerin görevlerini ve birbiriyle işlevsel ilişkilerini belirlemeleri istenir. Bu süreçte mikrofilament ve arafilament kavramlarına girilmez. Hücreyi oluşturan alt birimlerin yapılarını, görevlerini ve bu birimler arasındaki işlevsel ilişkileri güvenilir kaynaklardan doğrulamaları; bu ilişkileri gösteren bilgi görseli hazırlamaları ve sınıfta konuyla ilgi sunum yapmaları istenir (**D.3.3**). Sunum yapılırken öğrencilerden birbirlerini dikkatle dinlemeleri, birbirlerinin sözünü kesmemeleri ve varsa sorularını sunum sonunda saygı çerçevesinde sormaları istenir (**OB4, D14.1**). Fark ettikleri ilişkilerden yola çıkarak hücresel yapıların bütüncül ilişkilerini açıklamaları beklenir (**D16.3**).

BİY.9.2.2

a) Öğrenciler, hücre zarında gerçekleşen madde geçişleriyle ilgili görselleri inceleyerek veya video, animasyon vb. izleyerek madde geçişlerinin niteliklerini (molekül büyüklüğü, enerji kullanımı, molekülün geçiş yönü ve konsantrasyon farkı) öğretmen rehberliğinde ortaya koyar (**OB4**).

b-c) Öğrencilerden hücre zarından madde geçişlerini (basit difüzyon, kolaylaştırılmış difüzyon, ozmoz, aktif taşıma, endositoz ve ekzositoz) molekül büyüklüğü, enerji gereksinimi, geçiş yönü, ortamlar arası konsantrasyon farkına göre ayırtıp gruplandırılmaları istenir. Bu süreçte ikincil aktif taşıma, simport, antiport kavramlarına değinilmez.

ç) Öğrenciler görsel, video veya animasyonlardan elde ettikleri bilgilerle ayırtıp gruplandırdıkları taşıma çeşitlerini öğretmenin vereceği bilgi kartlarındaki bilimsel isimlerine göre adlandırır (**OB4**). Öğrencilerin hücre zarından madde geçişini sınıflandırmalarını sağlamak amacıyla yapılandırılmış grid kullanılabilir. Yapılandırılmış grid, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.9.2.3

a) Salatada kullanılan soğanın tuzlanarak bekletilmesi gibi günlük yaşam olaylarında meydana gelen değişimlerin nedeni sorularak merak uyandırılır (**E1.1**). Gruplara ayrılan öğrencilerden difüzyon ve ozmoz olaylarına ilişkin deney tasarımları istenir. Tasarlanan deneyler yapılırken laboratuvar kuralları hatırlatılır. Öğrenciler, deney bulgularının doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyebilecek olumsuz durumlar (aşırı ısıtma, ortamın akışkanlığının değişmesi vb.) için tedbirler alır. Bu süreçte engelleri aşmak için azimli davranmanın önemine dikkat çekilerek sabır değeri vurgulanır. Öğretmen, öğrencileri deneyi tamamlama konusunda motive eder (**E3.2, OB7, D3.1, D12.3**).

b) Öğrencilerden yaptıkları deneyin sonuçlarını analiz ederek diyaliz makinesinde kanın temizlenmesi, kuru ortamda sebzelerin buruşması, çiçeğin kokusunun yayılması gibi günlük yaşam olaylarının difüzyon ve ozmozun etkisiyle nasıl gerçekleştiğini açıklamaları beklenir (**OB7**).

BİY.9.2.4

a) Öğretmen tarafından beş veya altı kişilik çalışma grupları oluşturulur. Gruplardan çevrelerinde gördükleri canlıları listelemeleri istenir. Düşün-eşleş-paylaş tekniği kullanılarak öğrencilerin oluşturdukları listeleri diğer gruplarla paylaşması ve karşılaştırması sağlanır. Öğrencilerden öğretmen rehberliğinde belirleyecekleri dört canlı türüyle ilgili grup çalışması yaparak bilgi toplamaları istenir (**OB1**). Bu canlıları sınıflandırmak için kullanılacak özellikleri (morfolojik yapıları, yaşam alanları, beslenme farklılıkları vb.) belirlemeleri ve bu özelliklerle ilgili bir gruplama sistemi oluşturmaları istenir.

b-c) Öğrencilerden çevrelerinde gördükleri canlıları belirledikleri özelliklere göre ayırtmalarını ve ayırttıkları canlıları kendi oluşturdukları gruplama sistemine yerleştirmeleri istenir (**KB2.9**).



ç) Öğrencilerden listelerindeki canlıların modern sınıflandırma ölçütlerine göre nasıl sınıflandırıldığını incelemeleri istenir. Bu süreçte “analog ve homolog organ” terimleri ve “ampirik sınıflandırma” kavramı verilmez. Öğrenciler, kendi gruplama sistemleri aracılığıyla yaptıkları sınıflandırma ile modern sınıflandırmaya göre gruplandıkları canlılara ilişkin adlandırmalarını bilimdeki karşılığıyla kıyaslar. Canlıların günlük yaşamdaki isimleri ile bilimsel isimlerini karşılaştırır (**D3.3, E1.1**). Bu süreçte canlıların özellikleri aktarılırken “embriyonik gelişim, vücut simetrisi, organların kökenleri, boşaltım ürünleri” kavramları verilmez. Öğrencilerin canlıların benzerlik ve farklılıklarının belirlenmesine yönelik ölçütler oluşturarak sınıflama ve ayırıştırma yapmalarını sağlamak amacıyla tanılayıcı dallanmış ağaç kullanılabilir. Tanılayıcı dallanmış ağaç, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.9.2.5

a-b) Öğrencilere üç üst âlem (domain) sisteminde yer alan farklı canlı türlerini birbirinden ayıran özelliklerle ilgili bilgi kartları ve farklı canlı türlerinden örnekler içeren görseller verilir. Öğrencilerden örnek verilen canlıların özelliklerinden yola çıkarak bu canlıların hangi domaine ait olduğuna dair varsayımlarda bulunmaları istenir. Bu süreçte üç üst âlem içinde yer alan canlıların birbirinden farklı yönlerini gösteren görsel materyallerden yararlanır (**OB4**). Histon ve peptidoglikan kavramları verilir ancak bunların yapısına, çeşitlerine, görevlerine, hücre duvarı yapısından kaynaklanan farklılıklara değinilmez. Öğrencilerden “Üç Domaini Birbirinden Ayıran Temel Özellikler” tablosunu doldurmaları istenir. Tabloya işledikleri bilgilerden hareketle canlıların özelliklerine ilişkin örüntüleri tespit etmeleri ve listelemeleri beklenir (**OB7**). Bu süreçte bakterilerin, protistlerin, arkelerin, mantarların ve omurgasız canlıların kendi içindeki sınıflandırmasına değinilmez; bu gruplar görsellerle örneklendirilir.

Bakterilerin enerji metabolizması, üremesi, genetik bilgi aktarım mekanizmaları verilmez. Bitkilerde açık-kapalı iletim demeti, çenek ayrımı ve üreme mekanizmasına; omurgasız canlılarda dolaşım sistemleri, iskelet ve üreme çeşitlerine değinilmez.

c-ç) Öğrenciler, “Üç Domaini Birbirinden Ayıran Temel Özellikler” tablosundan elde ettikleri verilerden hareketle üç üst âlem sisteminde yer alan canlıları özellikleri açısından karşılaştırır. Öğrencilerden elde ettikleri bilgileri kullanarak söz konusu canlıların özellikleri ve biyolojik önemleri hakkında önermeler sunmaları istenir.

d) Öğrencilerden canlıların genel özellikleri hakkında sundukları önermelerin tümünün yer aldığı ve sınıfın ortak değerlendirmesini yansıtan bir rapor hazırlamaları istenebilir. Rapor hazırlama sürecinde öğrencilerin planlı ve düzenli çalışmaları istenerek onların çalışkanlık değerini kazanmaları desteklenir (**D3.2**). Rapor, sınıf/okul panosunda paylaşılır veya okul gazetesinde yayımlanır (**OB7**). Kullanılan bilgi kaynaklarının raporda belirtilmesi gerektiği vurgulanır. Öğrenciler, raporlarında yer alan önermelerini kendi yaşamlarıyla ilişkilendirir.

BİY.9.2.6

a) Biyoçeşitliliği oluşturan temel unsurlar vurgulanır. Türkiye ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’ndeki (KKTC) zengin ve eşsiz biyolojik çeşitliliğini ve biyoçeşitliliği oluşturan unsurları konu alan animasyon, video veya fotoğraflar paylaşılabilir. Öğrencilerden izledikleri/gördükleri canlılardan yola çıkarak biyolojik çeşitliliği oluşturan temel unsurları tanımlamaları beklenir (**OB4, OB5**).

b) Öğrencilerden küçük gruplar oluşturarak Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Veritabanı gibi güvenilir kaynaklardan Türkiye’deki biyoçeşitlilik ile ilgili bilgi toplamaları ve elde ettikleri verileri kaydetmeleri istenir (**OB1, OB2, OB7, D3.3**). Bu süreçte öğrencilerden saygı değerinin gereği olarak grup içinde arkadaşlarını nezaketle dinlemeleri, duygu ve düşüncelerini sözlü olarak ifade etmeleri ve iletişim engellerinin farkına varmaları beklenir (**SDB2.1, D14.1**).

c) Öğrencilerden Türkiye'nin biyoçeşitliliği ile ilgili topladığı verileri biyoçeşitliliği oluşturan unsurlarla ilişkilendirerek yorumlamaları ve değerlendirmeleri istenir. Öğretmen, toplanan verilerin yorumlanması sürecinde veriler arasındaki ilişkilerin nasıl düzenleneceği ve verilerin nasıl analiz edileceği konusunda öğrencilere rehberlik eder (**OB7**). Her gruptan bir bilgi görseli oluşturması istenir. Bilgi görseli çalışmasına grup üyelerinin her birinin katkıda bulunması beklenir ve grup çalışmalarında herkesin aktif rol almasının çalışkanlık değerinin gereği olduğu hatırlatılır (**D3.4**).

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme Öğrencilerden sinir veya kas hücresi gibi özelleşmiş hücrelerin alt birimlerinin, hücrenin özel fonksiyonlarına göre nasıl özelleştiğini araştırmaları ve seçecekleri bir hücrenin, görevi doğrultusunda nasıl şekillendiğini gösteren bir model hazırlamaları istenebilir. Öğrencilerden hücre iskeleti elemanları (mikrotübül, mikrofilament ve ara filament) ve hücre bağlantı noktaları hakkında (dezmozom, hemidezmozom, oluklu bağlantı vb.) araştırma yapmaları ve konuyla ilgili bilgi görseli oluşturmaları istenebilir. *Öğrencilerden ilaçların vücuttaki belirli hücreleri nasıl hedeflediğini veya virüslerin hedef hücreyi nasıl belirlediğini, hücre zarından madde geçişi kurallarıyla ilişkilendiren araştırma yapmaları ve araştırma bulgularını sunmaları istenebilir. Öğrencilere böbrek yetmezliği yaşayan hastaların kullandığı diyaliz makinesinin kan temizleme mekanizmasını zarlardan madde geçişiyle ilişkilendirecekleri veya beyin-kan bariyeri ve bazı ilaçların merkezî sinir sistemi üzerindeki etkilerini değerlendirecekleri bir proje yaptırılabilir. Tarih boyunca yanlış sınıflandırılan veya adlandırılan canlılara (denizati, yıldız balığı vb.) ilişkin örnekler verilerek, öğrencilerden bu adlandırmaların bilimsel doğruluk açısından araştırılması ve elde ettikleri araştırma sonuçlarını bir rapor hâlinde sunmaları istenebilir. *Öğrencilerden üç üst âlemden (Arkea, Bakteria, Ökaryot) seçilecek örnek canlıların yaşadıkları ortamları ve hayatta kalma stratejilerini araştırmaları, bu canlıların ekstrem koşullara uyumlarını açıklamaları ve bu özelliklerin insanlık yararına nasıl kullanılabileceğine (biyoteknoloji, çevre temizliği, enerji üretimi vb. alanlarda) dair yaratıcı çözüm önerileri sunmaları istenebilir. Öğrencilerden web araçları kullanarak Türkiye'deki canlıların ekolojik ve ekonomik önemi hakkında animasyon veya kısa filmler hazırlamaları istenebilir.

Destekleme Hücre maketi kullanılarak öğrencilerin hücre alt birimlerini ve bu birimlerin birbiriyle olan ilişkilerini görmeleri sağlanabilir.

Öğrencilere hücre zarından madde geçişlerini gösteren video ve animasyon izletilebilir. Madde geçişleri ile ilgili drama etkinlikleri yaptırılabilir.

Öğrencilere difüzyon ve ozmoz olaylarını gösteren video ve animasyon izletilebilir. Öğrencilerin difüzyon ve ozmozun özellikleri hakkında elde ettikleri bilgileri çalışma defterine aktarmaları sağlanabilir.

Renkli bilgi kartları, örnek maket veya modeller, farklı bitki örnekleri kullanılarak öğrencilerden canlıları sınıflandırmaları istenebilir. Öğrencilere canlıların yapısal özelliklerinin değişmesinin ekosisteme etkisini örnekleyen olaylarla ilgili görsel veya video gösterilebilir. Yakın çevredeki ağaçlar incelenebilir, Türkiye'deki ağaç türleri ile ilgili görsel veya dijital materyaller kullanılarak biyolojik çeşitliliği belirleyen unsurların anlaşılması sağlanabilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.





10. SINIF

1. TEMA: ENERJİ

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 taşımanın 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 SAATİ 34

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

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

EĞİLİMLER E1.1. Merak, E2.2. Sorumluluk, E3.3. Yaratıcılık, E3.4. Gerçeği Arama, E3.5. Açık Fikirlilik, E3.7. Sistematiçlik, E3.10. Eleştirel Bakma

PROGRAMLAR ARASI BİLEŞENLER

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

DİSİPLİNLER ARASI İLİŞKİLER Kimya, Fizik

BECERİLER ARASI İLİŞKİLER KB3.1. Karar Verme

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

- BİY.10.1.1. Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğini sorgulayabilme**
- Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili merakını ifade eder.
 - Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili sorular sorar.
 - Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili bilgileri toplar.
 - Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirir.
 - Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili topladığı bilgiler üzerinden çıkarım yapar.
- BİY.10.1.2. Fotosentez reaksiyonlarıyla ilgili bilimsel model oluşturabilme**
- Fotosentez reaksiyonlarının işleyişini açıklamak için model önerir.
 - Fotosentez reaksiyonlarının işleyişi ile ilgili önerdiği modeli bilimsel modellerle karşılaştır ve elde ettiği kanıtlarla modelini yeniler.
- BİY.10.1.3. Fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelerle ilgili deney yapabilme**
- Fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelerle ilgili deney tasarlar.
 - Tasarladığı deneyden elde ettiği sonuçların analizini yapar ve bu sonuçları fotosentezi açıklamak için kullanır.
- BİY.10.1.4. Kemosentez hakkında bilgi toplayabilme**
- Kemosentez hakkında bilgiye ulaşmak için kullanacağı araçları belirler.
 - Belirlediği araçları kullanarak kemosentez ile ilgili bilgilere ulaşır.
 - Kemosentez ile ilgili ulaştığı bilgileri doğrular.
 - Kemosentez ile ilgili ulaştığı bilgileri kaydeder.
- BİY.10.1.5. Canlılarda sindirim çeşitlerini ve yapılarını sınıflandırabilme**
- Canlılarda sindirim çeşitleri ve yapılarını sınıflandırmak için ölçütler belirler.
 - Canlılarda sindirim çeşitleri ve yapılarını oluşturduğu ölçütlere göre ayrıştırır.
 - Canlılarda sindirim çeşitleri ve yapılarını gruplandırır.
 - 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**
- İnsanda sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin niteliklerini tanımlar.
 - İnsanda sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin besinlerden enerji eldesi için gerekliliğiyle ilgili bilgileri/verileri toplar ve kaydeder.
 - İnsanda sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin besinlerden enerji eldesi için gerekliliğiyle ilgili topladığı bilgileri/verileri yorumlar ve değerlendirir.
- BİY.10.1.7. Hücre solunum reaksiyonlarıyla ilgili bilimsel model oluşturabilme**
- Hücre solunum reaksiyonlarının işleyişini açıklamak için model önerir.
 - Hücre solunum reaksiyonlarının işleyişi ile ilgili oluşturduğu modeli bilimsel modellerle karşılaştır ve elde ettiği kanıtlarla modelini yeniden yapılandırır.
- BİY.10.1.8. Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerini karşılaştırabilme**
- Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerine ilişkin özellikleri belirler.
 - Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerine ilişkin benzerlikleri listeler.
 - Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerine ilişkin farklılıkları listeler.



BİY.10.1.9. Fermantasyon ile ilgili deney yapabilme

- Fermantasyon ile ilgili deney tasarlar.*
- Tasarladığı deneyden elde ettiği sonuçların analizini yapar ve bu sonuçları fermantasyonu açıklamak için kullanır.*

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

- Besinlerden elde edilen enerjinin özelliklerini tanımlar.*
- Besinlerden elde edilen enerjinin canlının metabolik süreçlerine katkısı ile ilgili bilgileri/verileri toplar ve kaydeder.*
- Besinlerden elde edilen enerjinin canlının metabolik süreçlerine katkısı ile ilgili topladığı bilgileri/verileri yorumlar ve değerlendirir.*

İÇERİK ÇERÇEVESİ Güneşten Besinlere

Canlılık İçin Enerjinin Önemi (ATP'nin Yapısı ve Enerji Aktarımında ATP'nin Rolü), Işık Enerjisi Kullanılarak Besin Sentezi: Fotosentez (Işığın Kullanıldığı Tepkimeler, Işığın Kullanılmadığı Tepkimeler, 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, 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 ışık enerjisi, kimyasal enerji, pigment, fotoliz, Calvin döngüsü, sindirim, sindirim sistemi, emilim, hücresel solunum, fermantasyon, elektron taşıma sistemi, ATP sentezi

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme)

Öğrenme çıktıları; deney yapma, model oluşturma, broşür, performans görevi, öğrenme günlüğü, yapılandırılmış grid, sunum, araştırma raporu, bilgi görseli kullanılarak puanlama anahtarı, analitik 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 ölçütlere 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 YAŞANTILARI

Temel Kabuller Öğrencilerin fotosentezde kullanılan ve üretilen maddeleri, fotosentezi etkileyen faktörleri, sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini, hücre solunumunun canlılar için önemini fen bilimleri dersinden bildikleri ; mitokondri ve kloroplastın yapı ve görevlerini ise biyoloji dersi ön bilgilerinden edindikleri kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Öğrencilerin fotosentezde kullanılan ve üretilen maddeler ile fotosentezi etkileyen faktörler hakkındaki ön bilgileri tanılayıcı dallanmış ağaçla, sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevleri hakkındaki temel bilgileri organizasyon şeması ile hücre solunumunun canlılar için önemine dair ön bilgileri açık uçlu sorularla, mitokondri ve kloroplast organellerinin yapı ve görevlerine dair temel bilgileri ise görsel tamamlama yöntemiyle değerlendirilebilir.

Köprü Kurma Canlıların yaşamlarını sürdürmek için enerjiye ihtiyaç duyması; araçların yakıtı, bataryaların ise şarj edilmeye gereksinim duymasıyla ilişkilendirilebilir. Bitkilerin güneş enerjisiyle ürettiği besin maddelerinin bir dilim domates veya salatalıkla vücuda alındığı belirtilerek günlük beslenme alışkanlıkları ile fotosentez süreci arasında bağ kurulabilir. Öğrencilerden okul bahçesindeki veya evdeki bitkileri gözlemlenmeleri, gözlemlerinden hareketle bitkilerin ışığı alma/almama, sulanma/sulanmama, yağmurun yağması/ yağmaması vb. durumlardan nasıl etkilendiğini fotosentez ile ilişkilendirmeleri beklenebilir. Öğrencilere derin deniz belgeselleri izletilebilir, öğrencilerin çöplüklerdeki metan gazı patlamalarının nedenleri ile kemosentez arasında ilişki kurmaları sağlanabilir.

Köpek ve koyunların mide yapılarının benzer ve farklı yönleri verilerek sindirim sisteminin yapı ve işlevlerindeki farklılaşmaya dikkat çekilebilir. Glikoz, amino asit, yağ asidi vb. sindirim ürünlerinin ince bağırsakta emilerek kana geçmesi ve damarlar aracılığıyla doku ve hücrelere taşınması süreci, metro istasyonlarından yolcuların vagona binmesi ve metro hattı boyunca taşınarak nihai varış noktalarına ulaşmasıyla ilişkilendirilebilir.

Yürüyüş, koşu, yüzme vb. fiziksel aktiviteler ile hücre solunum süreci arasında ilişki kurulabilir. 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. Öğrencilere fermente edilmiş gıdaların sindirim sistemi sağlığına etkisi hakkında bilgi verilerek fermantasyonun önemi vurgulanabilir. Farklı besin gruplarının enerji değerleri, sağlıklı ve dengeli beslemeyle ilişkilendirilebilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

BİY.10.1.1

a) "Güneş olmasaydı canlılara ne olurdu?", "Fotosentezin olmamasından 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 yaşamının devam edebilmesi için enerjinin gerekliliği, ATP molekülünün yapısı ve enerji dönüşümlerindeki işlevi konularında merak ettikleri 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 ve bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan 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 yaşamının 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) Öğrencilere fotosentez reaksiyonlarının temel adımlarını gösteren slayt gösterisi veya kısa animasyon/video izletilebilir. Öğrencilerden fotosentezin genel aşamalarını (ışığın kullanıldığı tepkimeler, elektron taşıma sistemi, ATP sentezi, suyun parçalanması, ışığın kullanılmadığı tepkimeler, Calvin döngüsü) gösteren bir model grup çalışmasıyla önermeleri istenir. Öğrenciler diyagram, şema, maket veya etkileşimli görsel iletişim uygulamaları kullanarak önerdikleri modelleri dijital araçlarla, etkileşimli olarak arkadaşlarıyla paylaşır (**OB2, E3.3**). Bu süreçte pigmentlerin (klorofil, ksantofil, karoten, likopen vb.) fotosentez sürecindeki görevleri verilir. Pigmentlerin yapısına ve klorofil çeşitlerine girilmez. 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 verilmaz.

b) Bilim insanlarının geliştirdiği fotosentez reaksiyonu modeli paylaşarak öğrencilerden bu modeli kendi önerdikleri modellerle karşılaştırmaları istenir. Bu karşılaştırma sayesinde öğrencilerin aynı konuya ilişkin farklı bakış açılarını fark etmeleri sağlanır (**E3.10**). Öğrenciler, karşılaştırma sonucunda kendi modellerini yeniler.

BİY.10.1.3

a-b) "Fotosentezde bitkiler tarafından kullanılan ve üretilen maddeler nelerdir?" 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, Robert Hill'in çalışmaları) ilişkin bilgiler verilir. Öğrencilerden bu bilgileri fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelere göre yapılandırmaları ve fotosentezle ilgili kontrollü bir deney tasarlamak üzere kullanmaları istenir. Sentezledikleri bilgileri kullanarak tasarladıkları deneylerin amaçları ile bağımlı 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 davranmaları 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 değinilmez.

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.

BİY.10.1.5

a-b) "Sindirim nedir?", "Sindirim nerede ve nasıl gerçekleşir?" gibi sorularla öğrencilerin sindirim konusundaki bilgi ihtiyaçlarını fark etmeleri sağlanır. Sindirim çeşitleri (hücre içi ve hücre dışı sindirim) ile ilgili bilgi verilir. 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 cevaplamaları istenir. Öğrenciler, ulaştıkları bilgiler ışığında canlılarda sindirim yapılarını kuş, kurt, inek, insan örnekleri üzerinden sınıflandırmak için ölçütler belirler (SDB1.2). Elde ettikleri bilgileri özetleyerek sindirim yapılarını oluşturdukları ölçütlere (dişlerin yapısı, mide yapısı ve bağırsak uzunluğu) göre ayırır.

c-ç) Öğrencilerden tanımladıkları ölçütleri kullanarak canlılarda sindirim yapılarını sınıftaki 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 yapılarını isimlendirir. Öğrencilerden yaptıkları gruplandırmaları konunun daha iyi anlaşılması amacıyla posterle/modelle ya da uygun web araçlarını kullanarak yaratıcılıklarını ortaya koydukları farklı metotlarla sunmaları istenir (OB1, OB2). Öğrencilerin örnek olarak verilen canlılarda sindirim çeşitleri ve sindirimde görevli yapıların özelliklerine yönelik ölçütler oluşturarak sınıflama ve ayırıştırma yapmalarını sağlamak için yapılandırılmış grid kullanılabilir. Yapılandırılmış grid, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.10.1.6

a) Öğrenciler gruplara ayrılır. Her gruba "Vücutta su, ilaç, vitamin, karbohidrat, yağ, protein gibi moleküllerin sindirimi, 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). Bilgi toplama sürecinde sindirim basamaklarında görev alan enzim ve hormonlar verilmez. Sindirim ürünlerinin kan ve lenf sisteminde izlediği yollara değinilmez.

c) Gruplar, topladıkları bilgileri/verileri grafik, tablo veya diyagram gibi görsel formatlara dönüştürerek verilerin daha anlaşılır hâle gelmesini sağlar. Öğrenciler, bazı bilgi/veri setlerini özetler veya daha anlamlı hâle getirir. Öğretmen; 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 vücudun sağlıklı bir şekilde çalışması için neden önemli olduğunu düşünmeleri sağlanır (OB7).



BİY.10.1.7

a) Öğrencilere hücre solunum reaksiyonlarının temel adımlarını (glisikoliz, pirüvatın oksidasyonu, Krebs döngüsü, elektron taşıma sistemi) gösteren bir slayt gösterisi yapılabilir veya kısa bir animasyon/video izletilebilir. Bu süreçte Krebs döngüsü ara reaksiyonlarının detayına değinilmez, sadece karbon sayılarındaki değışim ve ürünlerin çıkışı verilir. Elektron taşıma sisteminde görev alan proteinlerin yapı ve isimleri, kimyasal ozmoz verilmmez; süreç sonunda ATP üretildiğı vurgulanır. Öğrenciler, grup çalışması ile diyagram, şema, maket veya etkileşimli görsel iletişim uygulamaları kullanarak hücre solunumun işleyişini gösteren bir model önerir **(E3.3)**.

b) Öğrencilerden grup çalışmasıyla oluşturdukları modeli hücre solunumla ilgili mevcut bilimsel modellerle karşılaştırmaları istenir **(E3.10)**. Öğrencilerin oluşturdukları modeli değerlendirmeleri ve tüm grupların oluşturduğu modellerinden hangisinin genel kabul görmüş bilimsel 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 hücre solunum reaksiyonlarının farklı bakış açılarıyla değerlendirilmesi ve anlaşılması sağlanır.

BİY.10.1.8

a) "Besinlerin oksijenli solunumun hangi basamağında tepkimeye gireceğı, içeriğindeki organik bileşimin karbon sayısına bağlı mıdır?", "Farklı besin monomerleri hücre solunum tepkimelerine aynı basamaktan katılabilir mi?", "Hücre 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 hücre solunum basamağında hücre solunuma dâhil olduğunu ve bu besin gruplarından enerji eldesi süreçlerine ilişkin özellikleri belirlemeleri istenir. Bu süreçte yağ asitlerinin oksidasyonu (alfa, beta ve omega-oksidasyonu) ve amino asitlerin transdeaminasyonu reaksiyonlarına, farklı monosakkaritlerin (fruktoz, galaktoz, mannoz vb.) glisikolize nasıl girdiğine değinilmez.

b-c) Öğrenciler, elde ettikleri bilgilerin özetini kullanarak farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerine ilişkin benzerlik ve farklılıkları listeler **(OB1)**. Öğrencilerden farklı besin gruplarından enerji elde edilmesi süreçlerini karşılaştırabilmeleri için uygun web araçlarıyla yaratıcılıklarını kullanacakları bir sunum oluşturmaları 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) "Ekmeğın mayalanması, peynir ve yoğurt üretimi nasıl gerçekleşir?", "Fermantasyon sürecini etkileyen faktörler nelerdir?" gibi sorularla fermantasyon konusuna dikkat çekilerek öğrencilerin bu konuyla ilgili bilgi ihtiyacını fark etmeleri sağlanır **(E1.1)**. Öğrenciler, gruplar oluşturarak fermantasyon hakkında bilimsel kaynaklardan bilgi toplar ve topladıkları bilgileri özetleyerek enerji eldesi açısından yapılandırır. Bu bilgileri fermantasyon ile ilgili deney tasarlamak üzere sentezler **(OB1, E3.3)** ve fermantasyonla ilgili sınıf/laboratuvar ortamında yapabilecekleri bir deney tasarlar. Saygı değerinin gereğı 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 ekmeğın 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 hücrel 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 canlıların metabolik süreçlerine (kas faaliyetleri, biyosentez, sinirsel iletim, aktif taşıma vb.) katkısıyla ilgili bilgi/veri toplamaları ve topladıkları bilgileri/verileri kaydetmeleri istenir (OB7, D3.3). 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 katkısını belirlemek üzere yorumlamaları ve değerlendirmeleri beklenir. Hazır ve işlenmiş gıda tüketimi, tek tip besin tüketimi vb.nin metabolizmaya olan etkilerini tartışmaları istenir (SDB2.3).

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme Öğrenciler, farklı yaşam ortamlarındaki canlıların enerji kaynaklarını ve canlıların 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 soğurulduğunu, 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 hücrel solunum reaksiyonlarıyla ilgili modelleri simülasyon şeklinde tasarlamaları, 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 hücrel 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.

**ÖĞRETMEN
YANSITMALARI**

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.





2. TEMA: EKOLOJİ

Bu temanın içeriğini ekosistemler ve ekolojik sürdürülebilirlik oluşturmaktadır. Tema kapsamında öğrencilerin ekosistemin bileşenleri arasındaki ilişkileri çözümlenmeleri, tür içi ve türler arası etkileşimleri sorgulamaları, ekosistemde madde ve enerji akışıyla ilgili akıl yürütmeleri ve madde döngüleri ile ilgili bilimsel model oluşturmaları, ekolojik sürdürülebilirliğin önemini yorumlamaları, atık yönetimiyle ilgili yapılan çalışmalar konusunda bilgi toplamaları, sürdürülebilirliği kısıtlayan durumlarla ilgili gözleme dayalı tahminler yapmaları, ekolojik ayak izini küçültebilen yollarını ve doğal kaynaklar ile biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemleri sorgulamaları amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 34

ALAN BECERİLERİ

FBAB9. Bilimsel Model Oluşturma, FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, FBAB13. Bilimsel Sorgulama

KAVRAMSAL BECERİLER

KB2.4. Çözümleme, KB2.6. Bilgi Toplama, KB2.8. Sorgulama, KB2.11. Gözleme Dayalı Tahmin Etme, KB2.14. Yorumlama

EĞİLİMLER

E1.1. Merak, E1.4. Kendine İnanma (Öz Yeterlilik), E1.5. Kendine Güvenme (Öz Güven), E1.6. Seçicilik, E2.2. Sorumluluk, E2.3. Girişkenlik, E3.3. Yaratıcılık, E3.4. Gerçeği Arama, E3.5. Açık Fikirlilik, E3.6. Analitiklik, E3.7. Sistemlilik

PROGRAMLAR ARASI BİLEŞENLER

Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerileri

SDB1.1. Kendini Tanıma (Öz Farkındalık), SDB2.1. İletişim, SDB3.1. Uyum, SDB3.3. Sorumlu Karar Verme

Değerler

D3. Çalışkanlık, D5. Duyarlılık, D8. Mahremiyet, D9. Merhamet, D13. Sağlıklı Yaşam, D14. Saygı, D16. Sorumluluk, D17. Tasarruf, D18. Temizlik, D19. Vatanseverlik

Okuryazarlık Becerileri

OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB2. Dijital Okuryazarlık, OB3. Finansal Okuryazarlık, OB4. Görsel Okuryazarlık, OB6. Vatandaşlık Okuryazarlığı, OB7. Veri Okuryazarlığı, OB8. Sürdürülebilirlik Okuryazarlığı

DİSİPLİNLER ARASI İLİŞKİLER

Coğrafya, Fizik, Kimya

BECERİLER ARASI İLİŞKİLER

KB3.3. Eleştirel Düşünme

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

BİY.10.2.1. Ekosistemin cansız ve canlı bileşenleri arasındaki ilişkileri çözümleyebilme

- Ekosistemi oluşturan cansız ve canlı bileşenleri belirler.*
- Ekosistemin cansız ve canlı bileşenleri arasındaki ilişkileri belirler.*

BİY.10.2.2. Komünitelerde ve popülasyonlarda görülen etkileşimleri ve değişimleri sorgulayabilme

- Popülasyon, komünite ve ekosistemlerde görülen etkileşimleri ve değişimleri tanımlar.*
- Popülasyon, komünite ve ekosistemlerde görülen etkileşimler ve değişimlerle ilgili sorular sorar.*
- Popülasyon, komünite ve ekosistemlerde görülen etkileşimler ve değişimlerle ilgili bilgi toplar.*
- Popülasyon, komünite ve ekosistemlerde görülen etkileşimler ve değişimlerle ilgili topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirir.*
- Popülasyon, komünite ve ekosistemlerde görülen etkileşimler ve değişimlerle ilgili topladığı bilgiler üzerinden çıkarım yapar.*

BİY.10.2.3. Ekosistemdeki enerji akışıyla ilgili tümevarımsal akıl yürütebilme

- Ekosistemdeki enerji akışıyla ilgili gözlem yapar.*
- Ekosistemdeki enerji akışıyla ilgili örüntüleri oluşturur.*
- Oluşturduğu örüntülerden yola çıkarak ekosistemdeki enerji akışıyla ilgili genelleme yapar.*

BİY.10.2.4. Madde döngüleri ile ilgili bilimsel model oluşturabilme

- Madde döngülerinin işleyişini açıklamak için model önerir.*
- Madde döngülerinin işleyişi ile ilgili önerdiği modeli bilimsel modellerle karşılaştırır ve elde ettiği kanıtlarla modelini yeniler.*

BİY.10.2.5. Ekolojik sürdürülebilirliğin önemini yorumlayabilme

- Ekolojik sürdürülebilirliğin önemini inceler.*
- Ekolojik sürdürülebilirliğin önemini bağlamdan kopmadan dönüştürür.*
- Ekolojik sürdürülebilirliğin önemini anlamı değiştirmeyecek şekilde yeniden ifade eder.*

BİY.10.2.6. Çevresinde sürdürülebilirliği kısıtlayan durumlarla ilgili gözleme dayalı tahmin yapabilme

- Çevresinde sürdürülebilirliği kısıtlayan durumları gözlem ve deneyimleriyle ilişkilendirir.*
- Çevresinde sürdürülebilirliği kısıtlayan durumlara ilişkin çıkarım yapar.*
- Çevresinde sürdürülebilirliği kısıtlayan durumlara ilişkin yargıda bulunur.*

BİY.10.2.7. Ekolojik ayak izini küçültebilme yollarını bilimsel olarak sorgulayabilme

- Ekolojik ayak izini küçültebilme yollarıyla ilgili araştırma sorusu belirler.*
- Ekolojik ayak izini küçültebilme yollarıyla ilgili araştırma sorusunu cevaplamak için bir tablo/model oluşturur.*
- Ekolojik ayak izini küçültebilme yollarıyla ilgili araştırma planlar.*
- Ekolojik ayak izini küçültebilme yollarıyla ilgili elde ettiği verileri analiz eder ve yorumlar.*



- d) Ekolojik ayak izini küçültebilme yollarıyla ilgili elde ettiği kanıtlara dayalı açıklama yapar ve ekolojik ayak izini küçültebilmeye yönelik çözüm üretir.
- e) Ekolojik ayak izini küçültebilme yollarıyla ilgili elde ettiği bilgileri değerlendirir ve paylaşır.

BİY.10.2.8. Doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemleri sorgulayabilme

- a) Doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemlere ilişkin merakını ifade eder.
- b) Doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemler ile ilgili sorular sorar.
- c) Doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemler ile ilgili bilgi toplar.
- ç) Doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemler ile ilgili topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirir.
- d) Doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemler ile ilgili topladığı bilgiler üzerinden çıkarım yapar.

BİY.10.2.9. Çevresinde atık yönetimi konusunda yapılan çalışmalarla ilgili bilgi toplayabilme

- a) Çevresinde atık yönetimi konusunda yapılan çalışmalarla ilgili bilgilere ulaşmak için kullanacağı araçları belirler.
- b) Belirlediği araçları kullanarak çevresinde atık yönetimi konusunda yapılan çalışmalarla ilgili bilgilere ulaşır.
- c) Çevresinde atık yönetimi konusunda yapılan çalışmalarla ilgili ulaştığı bilgileri doğrular.
- ç) Çevresinde atık yönetimi konusunda yapılan çalışmalarla ilgili ulaştığı bilgileri kaydeder.

İÇERİK ÇERÇEVESİ Ekosistemler

Ekosistemin Bileşenleri (Cansız ve Canlı Bileşenler, Popülasyon, Komünite, Ekosistem), Tür İçi ve Türler Arası Etkileşimler, Süksesyon, Popülasyon Dinamikleri, Ekosistemde Madde ve Enerji Akışı (Besin Zinciri, Besin Ağı, Ekolojik Piramitler, Biyolojik Birikim ve Etkileri), Madde Döngüleri (Su, Karbon, Azot Döngüsü)

Ekolojik Sürdürülebilirlik

Ekolojik Sürdürülebilirliğin Önemi, Ekolojik Sürdürülebilirliği Kısıtlayan/Engelleyen Durumlar (Habitat Kaybı/Parçalanması, Kirlilik ve Çevre Sorunları, Biyoçeşitlilik Kaybı), Ekolojik Sürdürülebilirliğin Sağlanması (Ekolojik Ayak İzinin Küçültülmesi, Doğal Kaynakların ve Biyoçeşitliliğin Korunması, Atık Yönetimi)

Anahtar Kavramlar rekabet, süksesyon, erozyon, endemik, iklim değişikliği, ötrofikasyon, çevre direnci, taşıma kapasitesi

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme)

Öğrenme çıktıları; zihin haritası, öğrenme günlüğü, çalışma yaprağı, performans görevi, proje, broşür, araştırma raporu kullanılarak puanlama anahtarı ve dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Çalışma yaprağı ile öğrencilere ekosistemdeki madde ve enerji akışıyla ilgili örüntüler içeren durumlar verilerek örüntüleri bulup genelleme yapabilecekleri açık uçlu sorular sorulabilir. Öğrencilerin cevapları, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

Öğrencilere madde döngüsü ile ilgili model oluşturmaya yönelik performans görevi verilebilir. Öğrencilerin oluşturacağı model, bütüncül dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir. Öğrencilerin kendilerini performans görevi açısından değerlendirmesi amacıyla öz değerlendirme formu kullanılabilir.

Öğrencilere ekolojik sürdürülebilirliğin önemine ve sürdürülebilirliği kısıtlayan durumlara ilişkin çıkarım yapıp yargıda bulunacakları bir araştırma raporu hazırlamaya ve hazırladıkları raporu sınıf içinde sunmaya yönelik performans görevi verilebilir. Hazırlanan raporun ve sunumun değerlendirilmesinde analitik dereceli puanlama anahtarı, öz değerlendirme ve akran değerlendirme kullanılabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller Öğrencilerin biyoçeşitlilik ve biyoçeşitliliği oluşturan unsurları, çevre ve sürdürülebilirlik ilişkisini; doğal yaşam, nesli tükenen canlılar, habitat, ekosistem, çevre kirliliği ve çevreyi koruma kavramlarını, yerel ve küresel çevre sorunlarını, besin zinciri, besin ağı, su ayak izi ve karbon ayak izi, üretici, tüketici, ayrıştırıcı, sürdürülebilir yaşam kavramlarını fen bilimleri ve biyoloji derslerinden öğrendikleri kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Öğrencilerin biyoçeşitlilik ve biyoçeşitliliği oluşturan unsurlar hakkındaki temel bilgileri kavram haritası, çevre ve sürdürülebilirlik ilişkisi zihin haritası, doğal yaşam, nesli tükenen canlılar, habitat ve ekosistem kavramlarına dair ön bilgileri açık uçlu sorular aracılığıyla değerlendirilebilir. Çevre kirliliği, çevreyi koruma, yerel ve küresel çevre sorunlarına dair temel bilgileri balık kılıcı diyagramı, besin zinciri ve besin ağı kavramlarına dair ön öğrenmeler yapılandırılmış grid ile belirlenebilir. Öğrencilerden su ve karbon ayak izi ile üretici, tüketici, ayrıştırıcı ve sürdürülebilir yaşam kavramlarını tanımlamaları beklenebilir.

Köprü Kurma Öğrencilerden günlük yaşamda canlı ve cansızlar arasında gözlemledikleri etkileşimler hakkında örnek vermeleri istenebilir. Günlük yaşamdan rekabet, av-avcı ilişkilerine örnekler verilebilir. Ekosistemdeki madde ve enerji akışı konusunda "Enerji" temasıyla ilişki kurulabilir. Termodinamik yasalarına değinilerek fizik dersi ile ilişkilendirme yapılabilir. Madde döngüleri ve çevre sorunları arasındaki ilişki vurgulanarak çevre sorunlarının günlük yaşamda ve küresel ölçekte coğrafi, ekonomik ve politik etkilerine değinilebilir. Birleşmiş Milletler "Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri"nin tanıtıldığı resmî internet sitesi inceletilerek öğrencilerden sürdürülebilirlik konusunun küresel çapta nasıl değerlendirildiği hakkında tartışmaları istenebilir.

Öğrencilerden günlük hayatlarında sürdürülebilirliği kısıtlayan/engelleyen durumları kendi çevrelerinden örnekler vererek açıklamaları istenebilir. Gıda ürünlerinin üretilmesi, işlenmesi, taşınması ve bu esnada oluşan atıkların zararsız hâle getirilmesi için yapılması gerekenler örneklendirilebilir; ekolojik ayak izinin günlük yaşamla ilişkisi kurulabilir. Türkiye'de nesli tükenme tehlikesi altında olan canlılarla ilgili görseller sunulabilir; gazete ve dergi haberleri, popüler bilim yazıları paylaşılabilir. Atıkların toplanma ve depolanma biçimlerinin doğa üzerindeki etkilerine Türkiye ve KKTC'den örnekler verilebilir.



Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

BİY.10.2.1

a-b) Yakın çevreye (çevredeki parklar, kent ormanları vb.) bir arazi gezisi düzenlenebilir. Öğrencilerden arazide gözlem yapmaları, gözlem sonunda ekosistemin cansız ve canlı bileşenlerini belirleyerek gözlem formuna kaydetmeleri, ekosistemin cansız ve canlı bileşenleri arasındaki ilişkileri belirleyip açıklamaları istenir. Sınıf ortamında kullanılan bilgisayar simülasyonları, animasyon, video vb. ile öğrencilerin ekosistemin bir bileşeninin ortadan kalkması durumunda ekosistemin kendisinin ve diğer ekosistemlerin nasıl etkileneceğini tahmin etmeleri ve bu konuya dair akıl yürütmeleri sağlanır (**E3.5**). Öğrencilerden ekosistemi oluşturan bileşenler arasındaki etkileşimin ekosistemin işleyişi üzerindeki etkisi hakkında açıklamalar yapmaları beklenir (**E3.4**).

Öğrencilerden ekosistemin cansız ve canlı bileşenleri ile bu bileşenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla bireysel olarak zihin haritası oluşturmaları istenir. Zihin haritaları, çeşitli uygulamalar aracılığıyla dijital olarak hazırlanabilir ve puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.10.2.2

a-b-c) Sınıf ortamında bir doğa belgeseli veya video izletilerek öğrencilerden tür içi ve türler arası etkileşimleri tespit etmeleri istenebilir. Komünite, popülasyon dinamikleri ve süksesyona ilişkin çeşitli örnek olaylar verilir. Öğrencilerden küçük gruplar hâlinde çalışarak verilen örnek olaylarda gördükleri etkileşim ve değişimleri tanımlamaları ve karşılaştırmaları istenir. Gruplardan örnek olaylardaki popülasyon, komünite ve ekosistemlerde görülen etkileşim ve değişimle ilgili sorular oluşturmaları, oluşturdukları sorularla ilgili araştırma yaparak bilgi toplamaları istenir.

ç-d) Öğrencilerin topladıkları bilgilerin doğruluğunu bilimsel kaynaklara başvurarak değerlendirmeleri, popülasyon, komünite ve ekosistemlerde görülen etkileşim ve değişimlerle ilgili çıkarım yapmaları sağlanır. Bu süreçte hayatta kalma eğrilerine değinilmez. Öğrencilerden yaptıkları çıkarımlardan elde ettikleri bilgileri kendi yaşamlarında karşılaştıkları sorunların (nüfus artışı, göç vb.) çözümünde nasıl kullanabileceklerini ifade etmeleri istenir (**SDB3.1**). Araştırma sonuçlarının gruplar tarafından sınıfta paylaşılması sağlanır. Öğrencilerin paylaşım sürecine etkin olarak katılmasına, birbirinin sözünü kesmemesine ve sözsüz iletişim unsurlarına dikkat etmesine özen gösterilerek saygı değeri vurgulanır (**SDB2.1, D14.1**). Bireysel olarak zihin haritası çizmeleri istenerek öğrencilerin ekosistemlerdeki etkileşimlerin çok boyutluluğu ve karmaşıklığını fark etmeleri sağlanır.

Öğrencilerden popülasyon, komünite ve ekosistemlerde görülen etkileşim ve değişimlere yönelik öğrenme günlüğü hazırlamaları istenebilir. Öğrenme günlüğü; "etkileşim ve değişimi tanımlama, bilgi toplama ve topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirme, çıkarım yapma" ölçütlerini içeren analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

BİY.10.2.3

a) Dersin başında öğrencilerden yakın çevrelerinde ya da okul bahçesinde çeşitli canlıların beslenme şekillerine ilişkin gözlem yapmaları istenir. Yapılan gözlemlerde beslenme şekillerine göre canlıları ve bu canlılar arasında nasıl bir enerji aktarımı olabileceğini not almaları beklenir. Sınıf dışı ortamlarda gözlem yapma imkânının olmadığı durumlarda öğrencilere farklı ekosistemlerde bulunan canlıların beslenme ilişkilerini konu alan kısa belgesel kesitleri izletilebilir.

b) Öğrencilerden gözlemlerinden yola çıkarak beslenme ilişkileri ve ekosistemlerde enerji akışını gösteren zihin haritası oluşturması istenebilir. Öğrencilere besin zincirlerinin basit görünürlükte olduğu, ekosistem içinde örtüşen çok sayıda besin zincirinin karmaşık besin ağlarını oluşturduğu, besin ağlarının da habitattaki tüm organizmalar arasındaki enerji aktarımını gösterdiği hatırlatılır. Sınıfta farklı türleri (üretici, tüketici, ayrıştırıcı) içeren listeler/kartlar dağıtılır. Öğrencilerden gruplara ayrılmaları ve bu türlerle besin zincirleri oluşturmaları istenir. Besin zincirinde her türün bulunduğu trofik basamak ve bu basamaktaki enerji eldesinin nedenleri hakkında sorular sorulur. Ekosistemlerdeki enerji akışının anlaşılmasına katkı sağlamak amacıyla konu, Termodinamiğin 1 ve 2. yasaları ile ilişkilendirilerek fizik alanı ile disiplinler arası bağlantı kurulabilir. Bu süreçte su ekosisteminde besin zinciri, parazit besin zinciri ve biyokütle piramidine değinilmez. Öğrencilerden oluşturdukları besin zincirini açıklamaları, grupça oluşturdukları besin zincirlerini bir araya getirerek besin ağlarına dönüştürmeleri (**E3.6**) ve besin ağlarındaki ilişki örüntülerini tanımlamaları beklenir.

c) Gruplardan tanımladıkları örüntüleri kullanarak ekosistemlerdeki enerji akışı hakkında genellemeler yapmaları istenir. Genelleme ve değerlendirme sürecinde çeşitli dijital uygulamalardan yararlanılabilir. Gruplardan yaptıkları genellemelerden hareketle enerji piramidi oluşturmaları, piramidin düzeylerini ve piramitteki organizmaların görevlerini açıklamaları istenir (**E3.7**). Gruplardan oluşturdukları piramidi diğer gruplarla paylaşmaları ve piramidlerini diğer grupların piramidleriyle karşılaştırmaları beklenir. Öğrencilerden enerji akışıyla ilgili oluşturdukları örüntüleri kullanarak biyolojik birikim kavramını tanımlamaları istenir. Biyolojik birikim ile ilgili kısa videolar izletilir ve örnek olaylar paylaşılır (OB4). Biyolojik birikimin organizmalar üzerindeki etkilerine dikkat çekmek için sorular sorulur. Bir biyolojik birikim sorunu seçilerek öğrencilerden bu soruna çözüm üretmeleri istenir. Öğrencilerin kendi beslenme alışkanlıklarının güvenilirliğini sorgulamaları sağlanır. Öğrencilerden yaptıkları çıkarımlar çerçevesinde kendi beslenme alışkanlıkları hakkında düşünmeleri, varsa olumsuz beslenme alışkanlıklarının sonuçlarını tahmin etmeleri ve bu konuda yaşadıkları sorunlara çözüm önerileri üretmeleri istenir (**SDB3.3, E2.2, D13.1, OB7**).

Öğrencilere; madde ve enerji akışıyla ilgili durumların sunulduğu, bu örüntüleri bularak genelleme yapmalarına imkân tanıyan ve açık uçlu sorulardan oluşan bir çalışma yaprağı verilebilir. Öğrencilerin çalışma yaprağına vereceği cevaplar puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

BİY.10.2.4

a) Ekosistemde enerji akışı olduğu gibi maddenin de bir akış hâlinde olduğu, döngüsel olarak çeşitli formlarda ekosistemin cansız ve canlı bileşenleri arasında yer değiştirdiği hatırlatılır. Su, karbon ve azot döngüsünde değişikliklere sebep olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerle ilgili sorular sorulur. Bu süreçte nitrifikasyon olayında gerçekleşen tepkimelerin kimyasal formüllerine değinilmez. Öğrenciler bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynakları, söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda ders kitabını kullanarak madde döngüsü modellerini araştırıp bilgi toplar (**OB1**). Öğrencilerden su, azot ve karbon döngüleri ile ilgili model önermeleri, önerdikleri modeli kullanarak madde döngülerini açıklamaları beklenir. Bu süreçte nitrifikasyon ve denitrifikasyon bakterileri hakkında bilgi verilmez.

b) Öğrenciler, inceledikleri bilimsel içerikli kaynaklarda yer alan madde döngüsü modelleri ile kendi önerdiği modeli karşılaştırır. Karşılaştırmalarında farklılık olduğu tespit edilirse öğrencilerden bu farklılıkların sebeplerinin neler olabileceğini açıklamaları istenir (**E1.4**). Öğrencilerin tespit edilen farklılıkların madde döngülerinin açıklanmasında bilimsel bir hataya sebep olup olmayacağını değerlendirerek modellerini yenilemeleri beklenir (**OB4, E3.3**).



BİY.10.2.5

a-b-c) Öğrencilere yenilenebilen ve yenilenemeyen doğal kaynakların ve sürdürülebilirliğin ne olduğu sorulur (**E1.1**). Öğrencilerden gruplara ayrılarak bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan sürdürülebilirlik hakkında araştırma yapmaları ve bilgi toplamaları istenir. Öğrencilere araştırma yaparken ve bilgi toplarken kişisel bilgilerin gizliliğini korumaya özen göstermeleri gerektiği hatırlatılır (**OB2, D8.2**). Yenilenebilen ve yenilenemeyen kaynaklara günlük hayatlarından örnekler vermeleri istenerek öğrencilerin bu kaynaklar ile sürdürülebilirliğin ilişkisini kurmaları sağlanır (**E3.4, D5.2, D18.3**). Öğrencilerden sürdürülebilirliğin önemi hakkındaki duygu ve düşüncelerini kendi ifadeleri ile açıklamaları istenir (**OB8**). Duygu ve düşüncelerinin benzerlik ve farklılıklarına dikkat çekilerek öğrencilerin bu farklılıkların nedenlerini sorgulamaları sağlanır (**SDB1.1**).

BİY.10.2.6

a-b) Öğrencilerden dünyada ve Türkiye’de sürdürülebilirliği kısıtlayan orman yangınları, deniz salyası (müsilaj) gibi çeşitli örnek olaylarla ilgili gözlem ve deneyimlerini paylaşmaları istenir. Çevre kirliliğine dikkat çekilir. Bu süreçte konuyla ilgili video veya animasyonlar izletilebilir. Öğrencilere sahip oldukları doğal kaynakları kullanırken özenli davranmanın ve bu konuda çevrelerine örnek olmanın önemi hatırlatılır (**D17.2, D18.3**).

Öğrencilere denizlerdeki tanker kazaları sonucu denize karışan petrol ve türevlerinin temizlenmesinde yürütülen biyoremediasyon çalışmaları hakkında araştırma görevi verilir. Öğrencilerden araştırmalarından elde ettikleri bilgileri kullanarak sürdürülebilirliği kısıtlayan diğer olaylar ve bu olaylarda insanın rolü hakkında çıkarımda bulunmaları istenir. İnsanın rolünü çevreye duyarlı olmak ve yaşadığı ülkenin doğal güzelliklerine sahip çıkmak açısından değerlendirmeleri istenerek duyarlılık ve vatanseverlik değerleri vurgulanır (**D5.2, D19.4**). Çıkarımlarını kendi davranışlarıyla ilişkilendirmeleri beklenir (**E1.6**). Öğrenciler, yaşantılarında sürdürülebilirliğe katkı sağlayacak davranışlar geliştirebilmeleri için gönüllü faaliyetlere katılmaları konusunda desteklenir. Gönüllü faaliyetlere katılmanın sorumluluk değerinin bir gereği olduğu hatırlatılır (**OB6, D16.2**).

c) Öğrencilerden sürdürülebilirliğin canlı çeşitliliği, madde döngüleri, canlılar arası beslenme ilişkilerine etkisi ve sürdürülebilirliğin sağlanamaması durumunda karşılaşılabilecek olumsuzluklar hakkında ulaştıkları sonuçları sunmaları istenir (**KB3.3, SDB3.3, OB8, D5.2**).

BİY.10.2.7

a-b) Web kaynakları kullanılarak öğrencilere bireysel ekolojik ayak izleri hesaplatılır. Hesaplama sürecinde karbon ve su ayak izi kavramlarına değinilmez. Bu hesaplamalarda öğrencilerden ekolojik ayak izi hesaplanırken nelerin değerlendirildiğini listelemeleri, kendi ekolojik ayak izlerini küçültmek için neler yapabilecekleri konusunda araştırma soruları belirlemeleri istenir. Oluşturdukları araştırma sorularından hareketle ekolojik ayak izini oluşturan etkenlerin etki büyüklüğüne göre sıralandığı tablo hazırlamaları istenir (**E3.7**).

c-ç-d) Öğrencilerden oluşturdukları tablolardan merak ettikleri bir etkeni seçmeleri ve bu etkenin ekolojik ayak izine etkisini azaltmak için araştırma planlamaları istenir. Örneğin “Türkiye, iklim değişikliğine bağlı riskler açısından yüksek riskli bir bölgede yer almaktadır. Artan sıcaklıklar ve değişen yağış örüntüsü neticesinde Türkiye’de su potansiyelinin referans döneme göre azalacağı öngörülmektedir.” bilgisi verilerek öğrencilere suyun başta kentlerde, tarımda ve endüstride olmak üzere akılcı, paylaşımcı, etkin, verimli şekilde ve hakkaniyetle kullanılması ile ilgili araştırma yaptırılır. Öğrencilere araştırma planına uygun olarak bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan bilgi toplama görevi verilir (**E2.2, OB1**). Söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda konuyla ilgili video/animasyon izletilir.

Öğrencilerden topladıkları bilgileri düzenlemeleri, rapor hâline getirmeleri ve raporlarını arkadaşlarına sunmaları istenir. Sunulan raporlardaki önerilerin ekolojik ayak izinin küçültülmesinde etkili bir yöntem olup olmadığı hakkında kanıta dayalı yorumlar yapmaları beklenir **(E1.5)**. Yapılan yorumların doğruluğunu değerlendirerek yeni ve özgün çözüm yolları üretmeleri istenebilir **(E3.6)**.

e) Üretilen yeni ve özgün çözüm yollarının her öğrenci tarafından sınıfta paylaşılması sağlanır. Bilinçli tüketim alışkanlıklarının benimsenmesinin tasarruf açısından önemi vurgulanır **(OB3)**.

Öğrencilere ekolojik ayak izini küçültme konulu broşür hazırlayacakları performans görevi verilebilir. Hazırlanan broşürler, bütüncül dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

BİY.10.2.8

a) Öğrencilere Türkiye Yüzyılı vizyonunun gerçekleşmesine katkı sağlayacak referans projeler arasında yer alan "Özel Çevre Koruma Bölgesi İlanı ile Ekosistem Koruma Projeleri" kapsamında "Özel Çevre Koruma Bölgesi" ilan edilen bölgeler tanıtılır. Bu bölgelerin doğal değerleri, ekolojik, sosyokültürel ve ekonomik süreçleri ile biyolojik çeşitliliklerinin tespitine yönelik çalışmaları konu alan bir sunum yapılarak veya belgesel, video ya da animasyon izletilerek doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemlere dikkat çekilir. Öğrencilerden doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunmasıyla ilgili uygulamalar hakkında merak ettiklerini ifade etmeleri istenir. Doğadaki tüm canlıların yaşam haklarını savunma ve doğayı koruma, merhamet değeri kapsamında vurgulanır **(D9.3)**.

b) Öğrencilerden Türkiye, KKTC ve dünyada doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemlerle ilgili merak ettikleri uygulamalardan biri hakkında "Ne?", "Neden?", "Nasıl?", "Nerede?", "Ne zaman?" ve "Kim?" sorularını sormaları istenir **(E1.1)**.

c) Öğrencilerden sordukları soruları cevaplamak üzere bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan araştırma yapmaları ve bilgi toplamaları istenir. Öğrencilere araştırmalarında kullandıkları kaynaklardan kişisel bilgilerin gizliliğini koruyarak yararlanmaları gerektiği hatırlatılır **(D8.2, OB2)**.

ç) Doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunmasına ilişkin önlemler hakkında merak ettikleri soruları cevaplamak amacıyla yaptıkları araştırma sonunda öğrencilerden yararlandıkları kaynakların güvenilirliğini ve topladıkları bilgilerin doğruluğunu kontrol etmeleri, sordukları soruların cevaplarını içeren bir rapor hazırlamaları istenir. Öğrencilere raporlarında kullandıkları bilgilerin kaynaklarını raporun kaynakça bölümünde ayrıca belirtmeleri gerektiği hatırlatılır **(D3.3)**.

d) Öğrencilerden raporlarında Türkiye'de ve KKTC'de doğal kaynaklar ile biyoçeşitliliğin, nesli tehlikede olan canlıların korunması için alınan önlemler hakkındaki çıkarımlarına yer vermeleri istenir. Alınan önlemlerin gelecekte topluma ve bilime katkılarını kendi bakış açılarıyla yorumlayarak söz konusu önlemlerin yeterli olup olmadığını vatanseverlik değeri bağlamında tartışmaları beklenir **(D19.3, OB8)**.

Öğrencilerin hazırladıkları raporlar; "alınan önlemlere ilişkin merakın ortaya konması, önlemlerle ilgili sorular sorularak cevap niteliğinde bilgiler toplanması, bu bilgilerin doğruluğunun değerlendirilmesi ve çıkarım yapılması" ölçütlerini içeren analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Öğrencilerden araştırma ve rapor hazırlama süreci ile ilgili öz değerlendirme formları doldurmaları ve kendi öğrenme durumlarını geliştirmeye yönelik görüşlerini paylaşmaları istenebilir.



BİY.10.2.9

a-b-c) Türkiye Yüzyılı vizyonunun gerçekleşmesine katkı sağlayacak referans projeler arasında yer alan "Sıfır Atık Projesi"yle Türkiye'de geri kazanım oranının önemli ölçüde yükseldiği hatırlatılarak öğrencilerden atığın kaynağında ayrı toplanması, geri kazanımının sağlanması ve geri kazanım oranının yükseltilmesi için neler yapılabileceği konusunda beyin fırtınası yapmaları istenir. Öğrencilere atık yönetimi konusunda sorumlu kurum ve kuruluşların hangileri olduğu sorulur. Öğrencilerden yaşadıkları yerde atık yönetimi konusunda sorumlu kurum ve kuruluşlarca (yerel yönetimler, okul idaresi vb.) yapılan çalışmalar hakkında bireysel rapor hazırlamak üzere araştırma yapmaları istenir. Öğrenciler, araştırmalarında bilgi toplamak için kullanacakları araçları (anket, görüşme formu vb.) belirleyerek ilgili kurum ve kuruluşların çalışmaları hakkında bilgi toplar **(OB6)**.

c) Yakın çevrede bulunan bir atık değerlendirme, geri dönüşüm veya bertaraf tesisi varsa bu tesise bir okul gezisi düzenlenir. Söz konusu tesislerin olmadığı durumlarda öğrencilere atık yönetimi içerikli videolar izletilir. Öğrencilerden topladıkları bilgilerden yola çıkarak yaşadıkları yerde atık yönetiminden sorumlu kurum ve kuruluşların yaptığı çalışmaları Türkiye'de ve dünyada atık yönetimi konusunda ortaya konan örnek uygulamalarla karşılaştırmaları istenir. Öğrencilerden elde ettikleri bilgileri tesiste gözlemledikleri uygulamalar veya videodan elde ettikleri bilgiler aracılığıyla doğrulamaları istenir. Atık yönetimi uygulamalarının çevreye olan etkileri ve ülke ekonomisine katkıları hatırlatılarak duyarlılık ve temizlik değerleri vurgulanır **(OB3, D5.2, D18.3)**.

ç) Öğrencilerden atık yönetimi konusunda ulaştıkları bilgileri çevre duyarlılığını artırmak ve farkındalık oluşturmak için bir proje tasarlamak üzere kaydetmeleri istenir **(D16.2)**. Öğrenciler, atık yönetimi konusunda yürütülen çalışmalara katılmaları yönünde desteklenir **(E2.3)**. Öğrencilere okulları bünyesinde grup çalışmasıyla atık yönetimi konulu proje hazırlamaya yönelik performans görevi verilebilir. Öğrencilerin projeleri, bütüncül dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir. Öz değerlendirme ve grup değerlendirme yapılabilir.

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme Farklı ülkelerin yaş piramitleri verilerek öğrencilerden bu ülkelere ait yaş dağılımını sorgulamaları ve ülkedeki insan popülasyonunun özellikleri ile ilgili çıkarım yapmaları beklenebilir. Türkiye'nin nüfus dağılımı verilerini kullanarak popülasyon büyüme projeksiyonu yapmaları ve bu projeksiyonu örnek verilen diğer ülkelerle karşılaştırmaları istenebilir. Türkiye'nin yakın ve uzak gelecekteki popülasyon özelliklerini belirlemeleri ve yaş piramitleri oluşturmaları istenebilir. Nüfus projeksiyonları verilerinden hareketle Türkiye'nin gelecekte karşılaşılabileceği sosyoekonomik sorun ve fırsatlar sınıfta tartışılabilir. *Orman, çayır, tatlı su gibi çeşitli örneklerle öğrencilerin karasal ve sucul biyomlardaki besin ağları üzerinden madde ve enerji akışını sorgulamaları sağlanabilir. *Öğrencilerden azot döngüsünde meydana gelen nitrifikasyon ve denitrifikasyon olaylarının kimyasal süreçlerini bilgi görseli aracılığıyla modellemeleri istenebilir. Kültürel miras olan siyez buğdayının besin değeri ve sindirimini araştırmaları, bu mirasın korunması için yapılan çalışmalar hakkında okul panosunda sergilenmek üzere poster hazırlamaları istenebilir. Öğrencilerden Türkiye Yüzyılı vizyonunun gerçekleşmesine katkı sağlayacak referans projeler arasında yer alan "Salda Gölü Koruma Projesi" kapsamında gerçekleştirilen alt projeleri araştırmaları ve araştırmalarından elde ettikleri verilere dayanarak Türkiye'de koruma altına alınan alanların sahip olduğu doğal kaynakların ve sosyoekonomik değerlerin gelecek nesillere ulaştırılmasının önemine ilişkin araştırma raporu hazırlamaları istenebilir.

Öğrencilerden ekolojik sürdürülebilirliği kısıtlayan doğal afetleri konu alan ve “13 Ekim Dünya Afet Risklerinin Azaltılması Günü” kapsamında gerçekleştirebilecekleri bir araştırma projesi oluşturmaları ve bu projeyi arkadaşlarıyla paylaşmaları istenebilir.

Destekleme Görsel ve işitsel örnekler kullanılarak popülasyon ve komünite kavramlarının ayırt edilip somutlaştırılması sağlanabilir. Besin zincirinde madde ve enerji akışının kolay anlaşılabilmesi için doğal yaşamdaki farklı örneklerden yararlanılabilir. Öğrencilerin kendi ekolojik ayak izlerini hesaplarken ölçekler, animasyon, simülasyon ya da interaktif uygulamalar kullanmaları sağlanabilir. Öğrencilerin sürdürülebilirlik ve sürdürülebilirliği etkileyen faktörleri öğrenmelerini kolaylaştırmak amacıyla doğal kaynaklar ve sürdürülebilirlik ile ilgili belgeseller izletilebilir.

**ÖĞRETMEN
YANSITMALARI**

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.





11. SINIF

1. TEMA: TEPKİ

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

DERS SAATİ 78

ALAN BECERİLERİ FBAB2. Sınıflandırma, FBAB7. Deney Yapma, FBAB9. Bilimsel Model Oluşturma, FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme

KAVRAMSAL BECERİLER KB2.4. Çözümleme, KB2.8. Sorgulama, KB2.14. Yorumlama, KB2.16. Muhakeme (Akıl Yürütme), KB3.3. Eleştirel Düşünme

EĞİLİMLER 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. Analitiklik, E3.7. Sistematiklik, E3.10. Eleştirel Bakma

PROGRAMLAR ARASI BİLEŞENLER

Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerileri SDB1.3. Kendine Uyarılama (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

DİSİPLİNLER ARASI İLİŞKİLER

Fizik, Kimya

BECERİLER ARASI İLİŞKİLER

KB2.10. Çıkarım Yapma

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

- BİY.11.1.1.** Farklı canlıların uyarılara karşı oluşturduğu tepki mekanizmaları ile ilgili tümevarımsal akıl yürütebilme
- Farklı canlıların çeşitli uyarılara karşı oluşturduğu tepki mekanizmaları ile ilgili örneği bulur.*
 - Farklı canlıların çeşitli uyarılara karşı oluşturduğu tepki mekanizmaları ile ilgili genelleme yapar.*
- BİY.11.1.2.** Bitkisel hormonların etkileri hakkında akıl yürütebilme
- Bitkisel hormonların etkilerini deney yaparak gözlemler.*
 - Bitkisel hormonların etkilerini tespit eder.*
 - Bitkisel hormonların etkilerinin benzerlikleri üzerinden çıkarım yapar.*
- BİY.11.1.3.** Bitkilerdeki tepki mekanizmalarını sınıflandırabilme
- Bitkilerdeki tepki mekanizmalarını ayırtmak için hareketin niteliklerini belirler.*
 - Bitkilerin oluşturduğu tepkileri uyarının yönüne bağlı olanlar ve uyarının yönüne bağlı olmayanlar olarak ayırır.*
 - Bitkilerde tepki mekanizmalarını uyarının yönüne bağlı olanlar ve uyarının yönüne bağlı olmayanlar şeklinde gruplandırır.*
 - Uyarının yönüne bağlı olan ve uyarının yönüne bağlı olmayan şeklinde gruplandığı tepki çeşitlerini adlandırarak bilimdeki karşılıklarıyla kıyaslar.*
- BİY.11.1.4.** Bitkilerde yönelme hareketlerini gözlemleyebileceği deney yapabilme
- Bitkilerde yönelme hareketlerini gözlemleyebileceği bir deney tasarlar.*
 - 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
- Duyu reseptörlerinin ve duyu organlarının niteliklerini belirler.*
 - Duyu reseptörlerini ve duyu organlarını niteliklerine göre ayırır.*
 - Duyu reseptörlerini ve duyu organlarını belirlediği ölçütlere göre gruplandırır.*
 - Duyu reseptörlerini ve duyu organlarını belirlediği ölçütlere göre etiketler.*
- BİY.11.1.6.** Hayvanlardaki sinir sistemi farklılıkları ile ilgili analogik akıl yürütebilme
- Hayvanlardaki sinir sistemi farklılıklarını inceler.*
 - Hayvanlardaki sinir sistemi farklılıklarını tespit eder.*
 - Hayvanlardaki sinir sistemi farklılıkları üzerinden çıkarım yapar.*
- BİY.11.1.7.** İnsanda sinir sistemi yapısını çözümlenebilme
- İnsanda sinir sistemi yapısına ilişkin parçaları belirler.*
 - İnsanda sinir sistemi yapısının parçaları arasındaki ilişkileri belirler.*
- BİY.11.1.8.** Refleks olayını yorumlayabilme
- Güncel hayatta gerçekleşen farklı refleks olaylarını inceler.*
 - Örnek refleks mekanizmasını bağlamdan kopmadan yazılı ve sözlü ifadelerle dönüştürür.*
 - 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 düşünebilme**
- İskelet, kas ve eklemlerin eş güdümlü çalışmasının gerekliliğini sorgular.*
 - İskelet, kas ve eklemlerin eş güdümlü çalışması konusunda akıl yürütür.*
 - İskelet, kas ve eklemlerin eş güdümlü çalışması konusunda akıl yürütmeye ulaştığı çıkarımları yansıtır.*
- BİY.11.1.10. İskelet kaslarının kasılma ve gevşeme mekanizması ile ilgili bilimsel model oluşturabilme**
- İskelet kaslarının kasılma ve gevşeme mekanizmasını açıklayan modeller önerir.*
 - İskelet kaslarının kasılma ve gevşeme mekanizması ile ilgili oluşturduğu modeli bilimsel modellerle karşılaştırır ve elde ettiği kanıtlarla modelini yeniler.*
- BİY.11.1.11. Bağışıklığı sınıflandırabilme**
- Bağışıklığı sınıflandırmak amacıyla bağışıklığın niteliklerini tanımlar.*
 - Bağışıklık sistemi yapılarını niteliklerine göre ayırır.*
 - Bağışıklık sistemini gruplandırır.*
 - Bağışıklık sistemi ile ilgili yaptığı gruplandırmayı etiketler.*
- BİY.11.1.12. Alerjik tepkilerin oluşumunu sorgulayabilme**
- Alerji ile ilgili merak ettiği konuları belirler.*
 - Alerji hakkında sorular sorar.*
 - Alerji hakkında bilgi toplar.*
 - Alerji hakkında topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirir.*
 - Alerjik tepkilerin oluşumu ile ilgili çıkarım yapar.*

İÇERİK ÇERÇEVESİ **Canlılık ve Tepki**

Farklı Canlıların Uyarılara Karşı Oluşturduğu Tepkiler

Bitkilerde Tepki

Bitkisel Hormonlar, Bitkilerde Tepki Mekanizmaları (Tropizma, Nasti)

Hayvanlarda Tepki

Uyartıların Alınması (Reseptörler, Uyarın Çeşitleri), Nöronların Yapısı, Nöronlarda Sinyal İletimi ve Sinaps, Duyu Organları, Uyarıların Yorumlanması, Hayvanlarda Sinir Sistemi Farklılıkları, İnsan Sinir Sisteminin Yapısı, Refleksler

Uyartıya Mekanik Tepki

Kemik, Eklem ve Kasların Hareketteki Rolü, Kemik ve Kasların Birlikte Çalışma İlişkisi, Kaslarda Kasılmanın Kontrolü, Kasların Kasılma Mekanizması

Bağışıklık

Doğal Bağışıklık, Kazanılmış Bağışıklık (Aktif ve Pasif Bağışıklık), Alerji

Anahtar Kavramlar yönelme, irkilme, duyu, aksiyon potansiyeli, bütünleştirme, tepki, kasılma, hareket, bağışıklık

ÖĞRENME KANITLARI (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 yöneltilerek öğrencilerden tepki mekanizmasına ilişkin örüntüleri bulmaları ve buldukları örüntüler hakkında akıl yürütmeleri 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 YAŞANTILARI

Temel Kabuller Öğrencilerin hormonlara ilişkin temel bilgileri, duyu organlarının görevlerini, sinir sisteminin merkezi ve çevresel sinir sistemi olarak sınıflandırıldığını, insanda sinir sistemini oluşturan yapıları, refleksin temel sürecini, destek ve hareket sisteminin yapısını fen bilimleri dersinde öğrendikleri kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Öğrencilerin sinir sisteminin merkezi ve çevresel sinir sistemi olarak sınıflandırılması ve hormonlara ilişkin temel bilgileri açık uçlu sorularla değerlendirilebilir. Öğrencilerin duyu organlarının görevlerine ilişkin temel bilgileri tanılayıcı dallanmış ağaçla, insanda sinir sistemini oluşturan yapıları ve destek-hareket sisteminin yapısıyla ilgili ön bilgileri organizasyon şemasıyla, refleksin temel süreci ile ilgili bilgileri ise sözlü ifade yoluyla değerlendirilebilir.

Köprü Kurma Öğrenciler, günlük yaşamda kendilerinin ve diğer canlıların maruz kaldığı uyarınları ve bu uyarınlara karşı kendilerinin ve diğer canlıların verdiği tepkileri gözlemleyebilir. Meyvelerin olgunlaşması, olumsuz koşullara maruz kalmış bitkilerin büyüme ve gelişme süreçlerinin incelenmesi sağlanarak öğrencilerden ulaştıkları sonuçları tarım ve tarımsal üretim ile ilişkilendirmeleri istenebilir. Evlerindeki ya da bahçedeki bir bitkinin güneşe doğru yönelmesini, akşamsefası bitkisinin çiçeklerini açıp kapatmasını gözlemlemeleri istenebilir. Seralar, tarlalar ve meyve bahçeleri başta olmak üzere tarımsal alanlardaki uygulamalarla bitkilerin ışığa yönelmesi bilgisini ilişkilendirmeleri istenebilir.

Görme reseptörleriyle ışığı algılama yeteneği, günlük yaşamda fotoğraf makinesinin sensörüne benzetilebilir. Duyma organlarının çalışması, mikrofونun sesleri algılamasına benzetilebilir. Öğrenmeyle sinir sisteminin gelişmişliği arasında ilişki kurmaları istenebilir. Sinir hücreleri ve sinapsların bir sosyal medya ağı gibi birbirine bağlı olması, bir kişi tarafından paylaşılan bilgilerin diğer kişilere iletilmesiyle ilişkilendirilebilir. Sinir hücrelerindeki iletim, elektrik devrelerindeki bileşenlerin bir noktadan diğerine akım taşımasıyla açıklanabilir. Vücudun belirli bir bölgesine dokunulması sonucunda istem dışı oluşan kasılma veya tepki hareketlerinin, kapalı bir mekândan ışıklı bir ortama geçildiğinde gözlerin kırılmasının, şiddetli bir sese veya ani bir harekete tepki olarak oluşan geri çekilme veya kaçma hareketlerinin, tadı veya kokusu kötü bir yiyeceğin ağza alınmasından dolayı oluşan ani öğürmenin günlük hayatta sıkça karşılaşılan refleks tepkileri olduğu vurgulanabilir.



İskelet, kas ve eklemlerin birlikte çalışması, takım sporlarında oyuncuların birlikte çalışmasına benzetilebilir. Günlük yaşamda pek çok aktivitenin gerçekleştirilmesinde iskelet kaslarının kasılma ve gevşeme mekanizmalarının önemli olduğu vurgulanabilir. 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 değinilerek bağışıklık sistemi ile günlük yaşam ilişkilendirilebilir. Bağışıklık sisteminin zararsız uyaranları tehdit olarak algılaması ve alerjik tepkiler vermesi; güvenlik sistemlerinin zararsız nesnelere için hatalı alarm vermesine benzetilebilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

BİY.11.1.1

a-b) Farklı canlıların çeşitli uyaranlara 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 uyaranlara verdiği tepkilerle ilgili notlar almaları istenir. Öğrencilerin canlıların tepki mekanizmaları örüntüsünü (uyaranı alma, yorumlama, tepkinin ortaya çıkışı) keşfetmeleri sağlanır. Öğrenciler, keşfettikleri örüntülerden yola çıkarak farklı canlıların çeşitli uyaranlara farklı mekanizmalarla tepki vermesine ilişkin genelleme yapar **(OB1)**.

BİY.11.1.2

a) Öğretmen, sınıfa içinde çürük elmanın da bulunduğu bir poşet elma veya susuz ya da aşırı soğukta bıraktığı saksı bitkisi getirebilir. Çürük elma çıkarılmazsa poşetteki diğer elmalara ne olacağını, susuz ya da aşırı soğukta bıraktığı bitkinin büyüme ve gelişmesinde neler gözlemlenebileceğini sorar. Bu sorularla öğrencilerde söz konusu örneklerde gerçekleşen olayların sebepleriyle ilgili merak uyandırılır. Öğrencilerden bitkisel hormonların (oksin, sitokinin, giberellin, etilen ve absisik asit) etkileri konusunda bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan araştırma yapmaları istenir **(OB.2)**. Bu süreçte oksin/sitokinin hormonu oransal etkilerine değinilmez. Öğrencilerden bitkisel hormonlardan herhangi birini seçerek bitkisel hormonların etkisini gözlemleyebileceği bir deney tasarımları ve deneyi gerçekleştirmeleri istenir. Deneyin tasarlanıp gerçekleştirilme 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 etkilerinin neler olduğunu tespit etmeleri istenir **(E3.4)**.

c) Öğrencilerden deney sonucunda tespit ettikleri etkileri bilimsel kaynaklardan yaptığı araştırma sonuçları ile kıyaslayarak bitkilerin salgıladığı hormonların farklı tür tepkilere yol açtığı, bitkisel hormonların tarım açısından gerekliliği ve bu hormonların tarımda ilave kullanımlarının avantaj ve dezavantajlarıyla ilgili çıkarımda bulunmaları istenir **(KB2.10)**. Öğrencilerden deneye ilişkin rapor hazırlamaları istenebilir. Deney raporu, analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

BİY.11.1.3

a-b) 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 tepkisel hareketlerinin belirgin şekilde gözlemlenebileceği küstüm otu ve ayçiçeği gibi bitkileri seçebilir. Öğrenciler, inceledikleri örneklerden yola çıkarak tepkisel 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 ayrıştırmaları istenir (**E3.2**).

c) 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, dokunma, yer çekimi ölçütlerinin öğrenciler tarafından belirlenmesi beklenir. 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 gerçekleştiğini belirleyerek bitkilerdeki tepki mekanizmalarını gruplandıracağı bir tablo oluşturur.

ç) Öğrencilerden belirledikleri farklı tepki çeşitlerini adlandırarak bilimdeki karşılığı ile kıyaslamaları beklenir. Bu süreçte bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan bilgi toplamaları 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 (**OB.4**). Asimetrik büyüme 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 tasarlar (**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 tasarladıkları 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 uzlaşmaları 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 farklı uyaran çeşitlerine (ışık, sıcaklık, mekanik etki, kimyasallar) örnekler vermeleri ve bu uyarıların önce reseptörler tarafından algılandığına ilişkin düşüncelerini ifade etmeleri istenir (**E3.5**). Ayrıca öğrencilerden duyu organları–reseptör–nöron ilişkisini ve nöronların yapısını, çeşitlerini ve görevlerini bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan araştırmaları istenir. Öğrenciler, elde ettikleri bilgileri kullanarak nöronların yapısını ve niteliklerini keşfeder. Uyarı 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 yapılar; iyon kanalları, iyon pompalarının çeşitleri ve moleküler çalışma mekanizmaları verilmez. Sinaptik sinyal iletiminde nörotransmitter çeşitleri ile kimyasal sinyal iletiminin mekanizmalarına ve Glia hücrelerinin çeşitlerine değinilmez.

b) Öğrenciler, bilimsel kaynaklardan yaptıkları araştırmalardan hareketle duyu reseptörlerini “fiziksel ve kimyasal uyarıyı algılayanlar” şeklinde ayırır. Öğrencilerden duyu organlarını duyu reseptörlerinin çeşitlerine, yapı ve işlevlerine göre ayırtmalarını beklenir.

c-ç) Öğrencilerden güvenilir kaynaklardan elde ettikleri bilgileri, görselleri, videoları veya sınıfta/laboratuvarda bulunan maketleri kullanarak duyu organları ile duyu reseptörlerini gruplandırma ve etiketlemeleri beklenir (**OB2, D3.3**). Bu süreçte göz uyumu ve görme kusurları verilmez. Denge mekanizması konusu işlenirken “dinamik ve statik harekete göre konum alma” olaylarına değinilmez.

Öğrencilerin duyu organlarını ve duyu reseptörlerini niteliklerine göre ayırtması, duyu organlarını ve duyu reseptörlerini yapı ve işlevlerine göre gruplandırma amacına yönelik yapılandırılmış grid kullanılabilir. Yapılandırılmış grid, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.11.1.6

a-b) Öğrencilerin video, animasyon ve görsellerden yararlanarak omurgasız hayvanlardan süngerler, sölemler, yassı solucanlar, eklem bacaklılar ile omurgalı hayvanlardan balıklar, sürüngenler, kuşlar ve memelilerde bulunan sinir sistemi yapılarını ve çeşitli uyarılara karşı verdiği tepkileri incelemeleri sağlanır (**OB4**). Bu süreçte, sinir sisteminin organizasyon düzeyine (sinir ağı, ganglion, sinir kordonu, merkezî sinir sistemi), özelleşmiş yapıların varlığına (beyin, duyu organları) ve canlıların uyarılara karşı verdiği örnek tepkilere odaklanmaları beklenir. Öğrencilerden gözlemleri doğrultusunda canlılardaki sinir sistemlerinin benzer ve farklı yönlerini ortaya koymaları istenir. Bu kapsamda; tüm canlılarda sinir hücrelerinin uyarı iletiminde ortak görevleri ile birçok hayvanda ağ yapısı oluşturma benzerliklerine değinilir. Buna ek olarak süngerlerden omurgalılara kadar basitten karmaşığa doğru değişen yapısal farklılıkların (solucanlarda gangliyon ve sinir şeritlerinin görülmesi, eklem bacaklılarda beyin ve karın sinir sisteminin gelişmiş olması, omurgalılarda beyin ve omuriliğin daha karmaşık yapıya sahip olması) belirlenmesi sağlanır.

c) Öğrencilerden belirledikleri farklılıkları inceleyerek sinir sistemi yapıları ile canlıların çevresel uyarılara verdikleri tepkiler arasındaki ilişkiye yönelik çıkarımlar yapmalarını istenir. Bu süreçte, sölemler gibi basit sinir ağına sahip canlıların tepkilerinin basit ve yaygın olduğu, ganglionlu canlılarda tepkilerin daha yönlendirilmiş ve belirgin hâle geldiği, merkezî sinir sistemine sahip canlılarda ise tepkilerin daha hızlı, özelleşmiş ve karmaşık davranışlarla sonuçlandığı vurgulanarak öğrencilerden yapısal farklılıkların işlevsel sonuçlarını da ilişkilendirilmeleri sağlanır (**E3.7**).

Öğrencilerden her hayvan grubunun sinir sistemi tipi, gözlenen benzerlikler ve farklılıklar ile bunlardan çıkardıkları işlevsel sonuçları konu alan öğrenme günlüğü hazırlamaları istenebilir. Öğrenme günlüğü, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.11.1.7

a-b) Öğrencilerden insanın merkezî ve çevresel sinir sistemlerini oluşturan yapılar ve bu yapıların görevleri hakkında bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan araştırma yapmaları istenir **(OB1)**.

Öğrencilere insan sinir sisteminin tek bir yapı olarak bütün hâlinde bulunduğunu fakat görevleri açısından farklı bölümlere ayrıldığını fark etmelerini sağlamak amacıyla hazırlanmış bilgi kartları sunulur. "Koşan bir insanın ayağı taşa takılıp düşüyor; bu sırada kasların hareketi, dengenin sağlanması, kalbin hızlanması," örneğiyle aynı olayda ortaya çıkan birden fazla tepkinin sinir sisteminin farklı bölümleri tarafından kontrol edildiği gösterilerek parçalar arasındaki işlevsel ilişkilerin ortaya çıkarılması sağlanır. Bu süreçte beyin kabuğu loblarına ya da sempatik-parasempatik ayırımına girilmez.

Öğrencilerin sinir hücrelerinin fonksiyonlarına göre duyu, ara ve motor nöronlar olarak sınıflandığını kavramaları sağlanır. Verilen örnekte, ayağın yere temasından doğan uyarıların duyu nöronları aracılığıyla merkezî sinir sistemine taşındığı; burada bulunan ara nöronlar tarafından gelen bilgilerin değerlendirilip uygun yanıtın oluşturulduğu; bu yanıtın motor nöronlar aracılığıyla hedef organlara iletiildiği belirtilir. Böylece kasların kasılması, dengenin korunması, kalp atışının hızlanması gibi tepkilerin bu süreçte eşgüdümü gerçekleştiği vurgulanır.

Öğrencilerden sinir sisteminin yapısal bileşenlerini ve bu bileşenler arasındaki ilişkileri gösteren bir bilgi görseli hazırlamaları istenebilir. Bilgi görseli uygun web2 araçlarıyla paylaşılabilir **(OB2)**. 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 aldığı görsellerden, izledikleri video ve animasyonlardan veya öğretmenin vereceği çalışma yapraklarından belirlemeleri istenir. Bu süreçte kazanılmış refleks ve doğuştan gelen refleks ayırımına 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 ifadelerle dönüştürür.

c) Öğrencilerden zihin haritası oluşturarak refleks olayının 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 yararlanır. Öğrencilerin bu bilgilerden yola çıkarak kemik ve kıkırdak yapısı ile bu yapıların 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 güdümlü nasıl sağlandığı hakkında akıl yürütmeleri beklenir.



c) Öğrencilerden iskelet, kas ve eklemlerin eş güdümlü çalışması konusunda akıl yürütmeye ulaştıkları çıkarımları yansıtacakları bilgi görseli hazırlamaları istenebilir.

İskelet, kas ve eklemlerin eş güdümlü çalışması konusunda öğrencilerin akıl yürüterek cevaplayabileceği açık uçlu sorular çalışma yaprağı ile sunulabilir. Öğrencilerin sorulara vereceği cevaplar, puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

BİY.11.10

a) Öğrencilerden iskelet kaslarının kasılma ve gevşeme mekanizmasının işleyişini gösteren bir model önermeleri 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 kasılmasının hücresel moleküler mekanizmalarına ve kasılma için gerekli enerji kaynaklarına değinilmez (**E3.3**). Grup çalışmasında öğrencilerden iş birliği içinde çalışmaları, birbirleriyle yardımlaşarak çalışmaya etkin katılım göstermeleri, farklı fikirleri tartışarak uzlaşmaları, birbirlerine saygılı davranmaları, grup olarak çalışmanın dostluğa katkısını fark etmeleri ve yaptıkları çalışmaları değerlendirmeleri beklenir (**SDB2.2, D4.2**).

b) Öğrencilerden “kayan iplikler hipotezi” modelini video, animasyon, simülasyon ve çeşitli görseller yardımıyla incelemeleri ve hazırladıkları modelleri kayan iplikler hipotezi modeliyle karşılaştırmaları istenir (**E3.10**). Öğrencilerden oluşturdukları modelin bant yapıları (A, I ve H bantları), Z çizgisi, aktin ve miyozin filamentleri ve sarkomer kısımlarında bilimsel modellerle uyumlu olmayan yapıları güncelleyip modellerini yenilemeleri istenir (**E3.4**).

BİY.11.1.11

a) Öğrencilere “Günlük yaşantıda hemen hemen her an mikroorganizmalarla etkileşim içinde olduğunuz hâlde neden bazılarınız hasta olurken bazılarınız hasta olmaz?”, “İnsan vücudu mikroorganizmalarla karşılaştığında nasıl tepki verir?”, “Hastalıklardan korunmak için neden aşı olursunuz?” gibi sorular sorularak bağışıklık sisteminin mikroorganizmalara 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 Sınıflandırılma” 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 biçimi olma durumlarına göre nitelendirerek ayırıştırır; bağışıklık elemanlarını gruplandırarak doğal ve kazanılmış bağışıklığın karşılaştırmalı tablosunu oluşturur. Bu gruplandırmada öğrencilerden doğuştan gelen ve kazanılmış bağışıklıkta görev alan molekülleri 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**). Öğrenciler, bağışıklık sistemi ile ilgili yaptıkları gruplandırmayı kullanarak bağışıklığın farklı çeşitlerini bilimsel tanımlamalara uygun olarak isimlendirir. Öğrencilerden bağışıklık elemanlarıyla ilgili kavram haritası oluşturması istenebilir. Kavram haritası, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.11.1.12

a) Öğrencilere alerji ve alerjik reaksiyonların vücuttaki etkileriyle ilgili video veya animasyon izletilir. Öğrencilerden bu video veya animasyonda gördükleri durumları yorumlamaları 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 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 aldıkları 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 bilimsel kaynaklardan değerlendirmeleri istenir **(D3.3)**.

d) Öğrencilere kendisinde var olan, yakın çevresindeki kişilerde gözlemlediği ya da bilgi sahibi olduğu bir alerjik etkiden yola çıkarak buna hangi alerjenin neden olduğu, vücudun 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.

FARKLILAŞTIRMA

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 absiyonu 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 tasarımları 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 moleküler 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 sağlığının 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 somutlaştırmak, 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 reflexlerinin ne olduğunu, bu reflexlerin koordinasyonunda sinir ve endokrin sistemlerinin birlikte nasıl çalıştığını araştırabilirler. Öğrencilerden düz ve çizgili kasların kasılma mekanizmalarını karşılaştırmaları istenebilir. Anormal bağışıklık fonksiyonları (anafaktik şok, otoimmün yetmezliği, sitokin fırtınası vb.) ile ilgili bilgi toplamaları ve bu bilgilerle oluşturdukları bir poster arkadaşlarıyla paylaşmaları istenebilir. Öğrencilere pandemi döneminde Türkiye'de geliştirilen inaktif COVID-19 aşısı (TURKOVAC) ve Türk bilim insanlarının bu süreçte aşı geliştirme alanında yürüttükleri çalışmaları konu alan bir proje ödevi verilebilir.



Destekleme Farklı uyarıların ve tepki göstermiş farklı canlıların görsellerinin yer aldığı kartlar verilerek öğrencilerden tepki ve uyarı eşleştirmesi yapmaları istenebilir. Deney videoları ve animasyonlar kullanılarak bitkisel hormonların etkilerinin ve bitkilerde meydana gelen tepkilerin gözlemlenmesi sağlanabilir. Işık, kimyasal, su, sıcaklık, sarsıntı gibi uyarılara 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.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



2. TEMA: HOMEOSTAZİ

Bu temanın içeriğini farklı düzeyde bileşenlerin (doku, organ, sistem) etkinliğiyle canlıların hayatta kalmasını sağlayan bir denge unsuru olan homeostazi, homeostatik süreçler ve homeostazideki olası aksaklıkların neden olabileceği sağlık sorunları oluşturmaktadır. Tema kapsamında öğrencilerin homeostazinin canlılar için önemi ile ilgili bilimsel çıkarım yapmaları, homeostatik süreçleri sorgulamaları, pozitif ve negatif geri bildirim mekanizmalarını karşılaştırmaları; sinir, endokrin, dolaşım, solunum, boşaltım sistemlerinin eş güdümlü çalışmasıyla ilgili eleştirel düşünceleri ve homeostazinin sağlanamadığı durumlarda oluşabilecek sağlık problemleri hakkında hipotez oluşturmaları amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 60

ALAN BECERİLERİ

FBAB6. Hipotez Oluşturma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, FBAB9. Bilimsel Model Oluşturma, FBAB12. Kanıt Kullanma

KAVRAMSAL BECERİLER

KB2.4. Çözümleme, KB2.7. Karşılaştırma, KB2.8. Sorgulama, KB3.3. Eleştirel Düşünme

EĞİLİMLER

E1.2. Bağımsızlık, E1.4. Kendine İnanma (Öz Yeterlilik), E1.5. Kendine Güvenme (Öz Güven), E2.4. Güven, E3.1. Uzmanlaşma, E3.4. Gerçeği Arama, E3.6. Analitiklik, E3.7. Sistemlilik, E3.10. Eleştirel Bakma

PROGRAMLAR ARASI BİLEŞENLER

Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerileri

SDB2.2. İş Birliği, SDB3.2. Esneklik

Değerler

D1. Adalet, D3. Çalışkanlık, D4. Dostluk, D13. Sağlıklı Yaşam, D14. Saygı, D15. Sevgi

Okuryazarlık Becerileri

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

DİSİPLİNLER ARASI İLİŞKİLER

Kimya, Fizik

BECERİLER ARASI İLİŞKİLER

KB2.18. Tartışma



ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

- BİY.11.2.1. Homeostazinin canlılar için önemiyle ilgili bilimsel çıkarım yapabilme**
- Homeostazinin işlevlerini tanımlar.
 - Farklı canlılardaki homeostaziye ilişkin verileri toplar ve kaydeder.
 - Farklı canlılardaki homeostaziye ilişkin topladığı verileri yorumlayarak değerlendirir.
- BİY.11.2.2. Homeostatik süreçleri sorgulayabilme**
- Homeostatik süreçlerle ilgili merakını ifade eder.
 - Homeostatik süreçlerle ilgili sorular sorar.
 - Homeostatik süreçlerle ilgili bilgi toplar.
 - Homeostatik süreçlerle ilgili topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirir.
 - Homeostatik süreçlerle ilgili topladığı bilgiler üzerinden çıkarım yapar.
- BİY.11.2.3. Pozitif ve negatif geri bildirim mekanizmalarını karşılaştırabilme**
- Pozitif ve negatif geri bildirim mekanizmalarının özelliklerini belirler.
 - Pozitif ve negatif geri bildirim mekanizmalarının benzerliklerini listeler.
 - Pozitif ve negatif geri bildirim mekanizmalarının farklılıklarını listeler.
- BİY.11.2.4. Homeostazinin sağlanmasında sinir sisteminin etkilerini çözümleyebilme**
- Homeostazinin sağlanmasında görev alan sinir sisteminin farklı yapılarını belirler.
 - Homeostazinin sağlanmasında sinir sisteminin farklı yapıları arasındaki ilişkileri belirler.
- BİY.11.2.5. Endokrin sisteminin homeostazi işlevine yönelik bilimsel çıkarım yapabilme**
- Endokrin sisteminin yapı ve görevlerini belirler.
 - Homeostazinin sağlanmasında endokrin sisteminin görevleriyle ilgili verileri toplar ve kaydeder.
 - Endokrin sistemi ve homeostazi ilişkisiyle ilgili topladığı verileri yorumlayarak değerlendirir.
- BİY.11.2.6. Dolaşım sistemi ve homeostazi arasındaki ilişki ile ilgili bilimsel model oluşturabilme**
- Dolaşım sisteminin işleyişi ve dolaşım sistemi-homeostazi ilişkisini açıklamaya yönelik model önerir.
 - Dolaşım sisteminin işleyişi ve dolaşım sistemi-homeostazi ilişkisi ile ilgili oluşturduğu modeli bilimsel modellerle karşılaştır ve elde ettiği kanıtlarla modelini yeniler.
- BİY.11.2.7. Solunum sisteminin homeostazinin sağlanmasındaki rolünü kanıtlarla ortaya koyabilme**
- Solunum sisteminin homeostazinin sağlanmasındaki rolüyle ilgili verileri toplar ve kaydeder.
 - Solunum sisteminin homeostazinin sağlanmasındaki rolüyle ilgili topladığı verileri düzenler.
 - Solunum sisteminin homeostazinin sağlanmasındaki rolüyle ilgili topladığı verilere dayanarak açıklama yapar.
- BİY.11.2.8. Boşaltım sisteminin homeostazi işlevine yönelik bilimsel çıkarım yapabilme**
- Boşaltım sisteminde nefronların yapı ve görevlerini tanımlar.
 - Homeostazinin sağlanmasında boşaltım sisteminin görevleriyle ilgili verileri toplar ve kaydeder.
 - Boşaltım sistemi ve homeostazi ilişkisiyle ilgili topladığı verileri yorumlayarak değerlendirir.

BİY.11.2.9. Homeostazinin sağlanmasında sistemlerin eş güdümlü çalışmasıyla ilgili eleştirel düşünebilme

- Sistemlerin eş güdümlü çalışmasını sorgular.*
- Sistemlerin eş güdümlü çalışması konusunda akıl yürütür.*
- Sistemlerin eş güdümlü çalışması konusunda akıl yürütmeye ulaştığı çıkarımları yansıtır.*

BİY.11.2.10. Homeostazinin sağlanamadığı durumlarda oluşabilecek sağlık problemleri hakkında hipotez oluşturabilme

- Homeostazinin sağlanamadığı durumlarda oluşabilecek sağlık problemlerine yönelik bir araştırma sorusu belirler.*
- Homeostazinin sağlanamadığı durumlarda oluşabilecek sağlık problemlerinin neden-sonuç ilişkisini belirler.*
- Homeostazinin sağlanamadığı durumlarda oluşabilecek sağlık problemlerinin bağımlı ve bağımsız değişkenlerini belirler.*
- Homeostazinin sağlanamadığı durumlarda oluşabilecek sağlık problemlerinin değişkenlerini belirlemek için gözlemler yapar.*
- Homeostazinin sağlanamadığı durumlarda oluşabilecek sağlık problemleriyle ilgili bilimsel kuramlardan yola çıkarak önermeler sunar.*

İÇERİK ÇERÇEVESİ Homeostazi ve Canlılar İçin Önemi

Farklı Canlı Türlerindeki Homeostatik Yapı ve Sistemler, Homeostatik Süreçler, Pozitif ve Negatif Geri Bildirim, Sinir Sistemi ve Homeostazi, Endokrin Sistem ve Homeostazi, Dolaşım Sistemi ve Homeostazi, Solunum Sistemi ve Homeostazi, Boşaltım Sistemi ve Homeostazi, Sistemlerin Es Güdümlü Çalışması

Homeostatik Süreçlerin Bozulması

Homeostazinin Sağlanamadığı Durumlarda Oluşabilecek Sağlık Problemleri (Diabetes Mellitus, Diabetes İnsipidus, Kan Basıncı Anormallikleri, Obezite)

Anahtar Kavramlar elektrolit dengesi, geri bildirim, enerji dengesi, ısı dengesi, kan basıncı dengesi, pH dengesi, su dengesi

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme)

Öğrenme çıktıları; video/animasyon, zihin haritası, balık kılçığı, kavram haritası, performans görevi, sunum, poster, araştırma raporu, öğrenme günlüğü, açık uçlu soruların yer aldığı çalışma yaprağı kullanılarak puanlama anahtarı, analitik ve dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Öğrencilerin pozitif ve negatif geri bildirim olayının özelliklerini, benzerliklerini ve farklılıklarını listelemeleri amacıyla balık kılçığı kullanılabilir. Balık kılçığı, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

Homeostazinin canlılar için önemiyle ilgili bilimsel çıkarım yapabilmeleri için öğrencilere gruplara ayrılarak video/animasyon hazırlayacakları bir performans görevi verilebilir. Öğrencilerin hazırlayacağı belgesel, analitik dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir; öz değerlendirme ve grup değerlendirme formu kullanılabilir.

Öğrencilere homeostazinin kurulmasında endokrin sisteminin yapı ve görevlerini belirleme, bu yapı ve görevler hakkında veri toplama, topladığı verilerin homeostazi ile ilişkisini yorumlama basamaklarını içeren poster oluşturacakları performans görevi verilebilir. Performans görevi, analitik dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir.



Öğrencilere dolaşım sistemi ve homeostazi ilişkisi hakkında bilimsel bir model oluşturup oluşturduğu bu modeli poster ile sunmaya yönelik performans görevi verilebilir. Öğrencilerin oluşturacağı poster, bütüncül dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir ve öğrencilerin portfolyosuna eklenebilir.

Öğrencilerin sistemlerin eş güdümlü çalışmasının önemi konusunda sorgulama ve akıl yürütmeyle ulaştıkları çıkarımları ortaya koymalarını sağlayacak açık uçlu soruların yer aldığı çalışma yaprağı kullanılabilir. Öğrencilerin cevapları, analitik puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller Öğrencilerin boşaltım sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini, endokrin bezlerini ve bu bezlerden salgılanan hormonların etkilerini, dolaşım ve solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini fen bilimleri dersinde öğrendikleri kabul edilmektedir. Öğrencilerin homeostazi kavramını 9. sınıf biyoloji dersinde öğrendikleri kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Öğrencilerin boşaltım sistemini oluşturan yapı ve organların görevleri hakkındaki temel bilgileri organizasyon şeması ile, endokrin bezleri ve bu bezlerden salgılanan hormonların etkileri ile ilgili ön öğrenmeleri 3-2-1 çıkış kartları ile dolaşım ve solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevleri hakkındaki bilgileri açık uçlu sorularla değerlendirilebilir. Öğrencilerden homeostazi kavramını sözlü olarak ifade etmeleri beklenebilir.

Köprü Kurma Öğrencilerden iç dengenin sağlanması için insan dışındaki canlıların ne tür yapı ve fizyolojik süreçlere sahip olabileceğine ilişkin örnekler (bitkilerde damlama, köpeklerde dilin dışarıda tutulması gibi) vermeleri istenebilir. Bu örneklerin insanda homeostazinin sağlanmasına yönelik hangi yapı ve süreçlere benzediğini belirlemeleri istenebilir. Kendilerinin veya tanıdıklarının yaşadığı "soğukta titreme, sıcakta terleme, aşırı su kaybı, kan şekerinin düşmesi vb." durumlarla ilgili deneyimlerini ifade etmeleri istenebilir. Öğrencilerden akıllı termostatların ortam ısısını düzenleme mekanizmaları ile homeostazinin geri bildirim mekanizmalarını ilişkilendirmeleri istenebilir. Stres durumları (sınav stresi, korku vb.) ile ilgili senaryolar verilerek öğrencilerin bu senaryolarda sinir sisteminde hangi homeostatik tepkilerin gerçekleşeceğini belirlemeleri sağlanabilir. "Boyunuzun yıllar içinde uzaması sizce vücudunuzdaki hangi mekanizmanın çalıştığını gösterir?" sorusu üzerinden öğrencilerin endokrin sisteminin günlük yaşamdaki rolünü düşünmeleri sağlanır. Bir şehirdeki ulaşım ağı veya su tesisatının karmaşık işleyişi ile vücuttaki dolaşım sisteminin (kalp, damarlar ve kan) benzerlikleri öğrenciler tarafından sorgulanabilir. "Nefesinizi tutarak solunumu durdurmanız mümkün müdür?" sorusu sorularak öğrencilerin solunumun bir refleks olduğunu ve solunumun yaşam fonksiyonlarına etkisini düşünmeleri sağlanabilir. Bir su arıtma tesisinin çalışma prensibi ile böbreklerin su ve atık dengesini sağlama görevi arasında karşılaştırma yapılarak bu benzerliğin öneminin öğrenciler tarafından anlaşılması sağlanabilir. Bir orkestrada, saatte ya da bilgisayar sisteminde bir bütünü oluşturan parçaların uyumlu çalışmalarının öneminin öğrenci tarafından sorgulanması sağlanabilir. Eski tanı koyma metotları ile günümüzde tanı konurken belirlenen parametreler arasındaki farklılıklar vurgulanabilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

BİY.11.2.1

a) Öğrencilerden İbni Sina, İbnünnefis, Ebu Bekir Razi, Walter Cannon ve Claude Bernard gibi bilim insanlarının homeostazinin vücuttaki denge unsuru olmasıyla ilgili çalışmalarını araştırarak homeostazinin işlevlerini ve bunun sistemlerle ilişkisini (dolaşım, boşaltım ve diğer sistemlerin) belirlemeleri istenir. Medeniyetin gelişmesine katkıda bulunan bilim insanlarının başarıları vurgulanarak vefalı olmanın öneminden bahsedilir **(D15.2)**.

b) Heterojen gruplar oluşturulur. Gruplardan bilimsel makale, kitap veya çevrim içi kaynakları; söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda ders kitabını kullanarak farklı canlılardaki homeostazinin sağlanmasında görevli yapılar (protistada kontraktıl kofullar, balıklarda solungaçlar, bitkilerde stomalar vb.) ile ilgili bilgi/veri toplamaları ve topladıkları bilgileri/verileri nasıl düzenleyeceklerine birlikte karar vermeleri istenir **(OB1, OB2)**.

c) Gruplardan farklı canlıların geliştirdiği homeostazi durumlarının canlılar için önemini iş birliği içinde yorumlamaları istenir. Grupların yaptığı çalışmalar, süreç sonunda sınıfa sunulularak birlikte değerlendirilir. Öğrencilerin grup olarak çalışmanın dostluğa katkısını fark etmeleri sağlanarak dostluk değeri vurgulanır **(D4.2)**.

BİY.11.2.2

a-b) Öğrencilerden homeostatik süreçlerle ilgili daha önce yaşadıkları bir durumu (aşırı susuz kalmak, aşırı uykusuz kalmak, yüksek sıcaklığa maruz kalmak vb.) düşünmeleri ve bu durumun onları nasıl etkilediği konusunda merak ettiklerini ifade etmeleri beklenir. Öğrencilerden belirtilen durum veya benzer örnekler üzerinden homeostatik süreçlerle ilgili merak ettikleri konulara ilişkin "Bu durumdaki bir kişide etkilenen homeostatik süreçler neler olabilir?", "Homeostatik süreçlerle ilgili sorun yaşamamak için ne gibi önlemler almalıyım?", "Homeostatik süreçlerde sorun yaşarsam bu sorunları nasıl aşabilirim?" gibi soruları sormaları beklenir.

c) Öğrenciler, sordukları soruların cevaplarına ulaşabilmek için bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan homeostatik süreçler (su ve elektrolit dengesi, metabolizma ve enerji dengesi, toksinlerin uzaklaştırılması, vücut ısısının kontrolü, kan basıncının kontrolü, vücut ağırlığının kontrolü vb.) ile ilgili bilgi toplar. Öğrencilerin kimya disiplindeki pH, elektrolitler ve çözeltilere ilişkin bilgilerinden yararlanmaları beklenir. Bu süreçte öğrenciler, motivasyonlarını sağlama konusunda desteklenir. Öğrencilerden elde ettikleri bilgileri kaydetmeleri istenir **(E3.4)**.

ç-d) Öğrenciler, homeostatik süreçlerle ilgili topladıkları bilgilerin doğruluğunu ders kitabını kullanarak değerlendirir. Öğrencilerden değerlendirme sonuçlarını kaydetmeleri istenir. Topladıkları bilgilerden yararlanarak kendi homeostatik dengelerini korumak için neler yapabilecekleriyle ilgili çıkarım yapmaları beklenir.

Öğrencilerden homeostatik süreçlerle ilgili topladıkları bilgilerden yola çıkarak zihin haritası oluşturmaları istenebilir. Öğrencilerin oluşturacağı zihin haritaları, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.11.2.3

a) Öğrencilerden termometre ile kendilerinin ve sınıftaki arkadaşlarının vücut sıcaklığını tespit ederek sınıftaki tüm öğrencilerin vücut sıcaklığı aralığını belirlemeleri istenir. İnsanların sabit vücut sıcaklığına sahip olduğu tespit edildikten sonra vücut sıcaklığının düzenlenmesini örnekleyen/sorgulatan "Ortam sıcaklığı arttığında neden terlersiniz?", "Terlemenin vücut sıcaklığınızın değişimine etkisi nedir?", "Ortam sıcaklığı arttığında kalp atış hızının nasıl değişir?" gibi sorular sorularak öğrencilerin ilgi ve meraklarını ifade etmeleri sağlanır **(E3.8, E3.9)**. Öğrenciler, sorulara verdikleri cevaplardan yola çıkarak geri bildirim mekanizmalarının özelliklerini belirler.



b-c) Öğrencilerden pozitif ve negatif geri bildirim mekanizmalarının her biri için araştırma yapmaları istenir. Elde ettikleri sonuçlarla pozitif ve negatif geri bildirim mekanizmalarını gösteren farklı diyagramlar hazırlamaları, hazırladıkları diyagramları karşılaştırarak diyagramların benzerlik ve farklılıklarını listelemeleri istenir.

BiY.11.2.4

a) İnteraktif araçlar, video veya animasyonlar kullanılarak öğrencilerin homesotazinin sağlanmasında görev alan sinir sistemi yapılarının homeostazi üzerindeki etkilerini belirlemeleri sağlanır.

b) Kanın ozmotik basıncının yükselmesiyle uyarılan hipotalamusun hipofiz bezini uyarmasına bağlı olarak salgılanan hormonların kanın ozmotik basıncını düşürücü etkiler gösterdiği örnek bir durum verilir. Örnek durumdan yola çıkılarak öğrencilerin homeostazinin sağlanmasında sinir sisteminin farklı yapıları arasındaki fonksiyonel ilişkileri belirlemeleri beklenir **(OB1)**.

Homeostazinin öneminin ve homeostazinin sağlanmasında sinir sisteminin nasıl etkili olduğunun anlaşılmasını sağlamak amacıyla öğrencilerden korku, endişe, heyecan vb. durumlarda sinir sisteminde meydana gelen değişiklikleri inceleyerek homeostazinin sağlanmasında sinir sisteminin farklı yapıları arasındaki ilişkileri gösteren bir kavram haritası oluşturmaları istenebilir. Kavram haritası, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BiY.11.2.5

a) Endokrin sistemi oluşturan bez (hipofiz, tiroid, paratiroid, pankreas, böbrek üstü bezleri, eşey bezleri) ve yapıların (yağ dokusu, mide- bağırsak sistemi) görevleri, hormonların hedef organlara etkisi ve geri bildirim mekanizmaları; etkileşimli materyaller, görseller ve örnek olaylar (insülinin kan şekerini düzenlemesi vb.) aracılığıyla sunulur. Bu süreç sonunda öğrencilerden endokrin sisteminin yapı ve görevlerini tanımlamaları istenir. Bu süreçte peptit, protein, steroit ve katekolamin yapıları hormonların moleküler etki mekanizmalarına değinilmez.

b) Öğrencilerden endokrin sisteminin [hipofiz bezi (kan basıncı, enerji dengesi, elektrolit dengesi, su dengesi, büyüme ve gelişme), tiroid bezi (metabolizma hızı, kan basıncı ve kalsiyum dengesi), paratiroid bezi (kalsiyum dengesi), pankreas (kan şekeri dengesi, metabolizma ve enerji dengesi), böbrek üstü bezleri (kan şekeri, mineral dengesi, su dengesi, metabolizma ve bağışıklık sistemi), mide-bağırsak sistemi ve yağ dokusu (açlık ve tokluk dengesi)] homeostazideki rolünü anlamalarına yardımcı olacak kaynakları (etkileşimli öğrenme materyalleri, diyagramlar, bilimsel makaleler, güvenilir sağlık siteleri, eğitim platformları, akademik kaynaklar, örnek vakalar vb.) kullanarak bilgi/veri toplamaları istenir. Öğrenciler topladıkları bilgileri/verileri not alır, özetler ve grafik, diyagram veya şemalar kullanarak kaydeder **(D3.3)**.

c) Öğrencilerden topladıkları bilgilerden yola çıkarak kan şekerinin düzenlenmesi, su ve elektrolit dengesinin kurulması, metabolizmanın kontrol edilmesi, açlık ve tokluk dengesinin ayarlanması, kan basıncının dengelenmesi süreçlerinde endokrin sisteminin işlevlerini yorumlamaları istenir. Öğretmen, toplanan verilerin yorumlanması sürecinde veriler arasındaki ilişkilerin nasıl düzenleneceği ve verilerin nasıl analiz edileceği konusunda öğrencilerine rehberlik eder **(E3.7)**.

BİY.11.2.6

a) Sınıfta heterojen öğrenci grupları oluşturulur. Gruplardan Starling hipotezinden yola çıkarak homeostatik dengeye sahip bir canlının dolaşım sisteminde besinlerin ve oksijenin hücrelere taşınmasının ve atık ürünlerin hücrelerden uzaklaştırılmasının genel hatlarını gösteren bilimsel bir model önermeleri istenir. Bu süreçte kalp, kan damarları ve lenf sisteminin yapısı ile dolaşım sisteminin homeostazi üzerine etkileri verilir; kalbin çalışma, kanın pıhtılaşma, karbondioksit ve oksijenin taşınma mekanizmalarına değinilmez. Öğrenciler; diyagram, şema, maket veya etkileşimli görsel iletişim uygulamalarını kullanarak tasarladıkları modelleri dijital araçlar aracılığıyla, etkileşimli bir şekilde arkadaşlarıyla paylaşır **(OB2)**. Öğrencilerden dolaşım sistemi modelini birlikte tasarlarken sürece katkılarının farkına varmaları beklenir **(E1.4, E1.5)**.

b) Öğrenciler, oluşturdukları modelleri bilimde dolaşım sistemiyle ilgili kabul görmüş modeller ve sınıftaki diğer grupların oluşturduğu modellerle karşılaştırır. Yapılan karşılaştırmalarla farklı bakış açılarının anlaşılması sağlanır **(E3.10)**. Grup çalışmalarında öğrencilerin iş birliği içinde çalışması, farklı düşüncelere saygı göstermesi, çalışmaya etkin katkı sağlaması beklenir **(SDB2.2, D3.3, D14.1)**. Öğrencilerden oluşturdukları modelleri değerlendirmeleri ve kendi modellerinden hangisinin kabul gören modele en yakın olduğu konusunda karar vererek modellerini yenilemeleri istenir.

BİY.11.2.7

a) Öğrencilere alveollerin yapısını (kılcal damarlarla birlikte) gösteren bilgi görselleri, videolar, animasyonlar, görseller vb. sunulur. Öğrencilerden bu görsel materyallerden yola çıkarak homeostatik dengeye sahip bir canlıda alveollerin yapısının gaz alışverişine etkilerini kanıtlarla ifade etmeleri istenir **(OB1)**. Alveol ve kılcallar arasındaki gaz değişiminde difüzyon olayının nasıl gerçekleştiğini hücre zarından madde geçişleri konusunda ilişki kurarak ifade etmeleri istenir. Bu süreçte karbondioksitin taşınma mekanizmasındaki kimyasal reaksiyonlara değinilmez. Öğrenciler, üç ya da dört kişilik heterojen gruplara ayrılır ve kendi aralarından birer grup sözcüsü seçerler **(D1.4)**.

Her gruba oksijen, karbondioksit, pH ve vücut sıcaklığı dengelenmesinin solunum sistemi aracılığıyla nasıl gerçekleştiği konusuna ilişkin araştırma görevi verilir. Öğrenciler, bilimsel kaynaklardan (dergi, makale, kitap vb.) araştırma konularıyla ilgili veri toplayarak topladıkları verileri kaydeder.

b) Grup üyelerinden seçtikleri konuyla ilgili kaydettikleri verileri incelemeleri; araştırma sorusuna cevap oluşturabilecek, kanıt olarak kullanılacak verileri bir araya getirerek düzenlemeleri istenir. Grup üyeleri, veriler arasındaki ilişkileri belirleyerek bireysel çalışmalarını tamamlar. Daha sonra her gruptan aynı konuyu çalışan üyeler bir araya getirilerek uzman grupları oluşturulur. Uzman gruplarına mensup üyeler, kendi yaptıkları çalışmaları ve belirledikleri kanıtları birbirleriyle paylaşır **(E1.2)**. Fikir alışverişi yaparak hemfikir oldukları kanıtları içeren bir rapor oluşturur ve oluşturdukları raporu kaydeder **(E3.1, OB7)**. Öğretmen, verdiği süre tamamlandıktan sonra uzman gruplarına mensup öğrencilerin kendi gruplarına dönmelerini ister.

c) Gruptaki her öğrenciden uzman gruplarında solunum sisteminin homeostazinin sağlanmasındaki rolü (oksijen alımı, karbondioksitin atılması, asit-baz dengesi, vücut sıcaklığının kontrolü vb.) ile ilgili oluşturdukları raporu arkadaşlarına sunması istenir **(SDB2.2)**. Her üyenin anlatımı ve paylaşımı tamamlandığında öğrencilere konuların tamamını kapsayan sorular yöneltilir. Tüm grup üyeleri uzman grubu raporlarındaki verileri de dikkate alarak değerlendirme yapar ve yöneltilen soru için kanıtlara dayalı ortak bir cevap hazırlar **(E3.6)**. Sorunun cevabını içeren bir elektronik sunu grup üyelerince oluşturulur. Grup sunuları, grup sözcüleri tarafından sınıfta paylaşılır **(OB2)**.



Gruplardan solunum sisteminin homeostazinin sağlanmasındaki rollerinden birini seçerek seçtikleri konuyla ilgili bir araştırma raporu hazırlamaları ve hazırladıkları raporu sınıfta sunmaları istenir. Öğrencilerin oluşturacağı rapor, bütüncül dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir; öz değerlendirme, akran değerlendirme ve grup değerlendirme formu kullanılabilir.

BİY.11.2.8

a) Öğrencilerden nefronların yapısı ve boşaltım sistemindeki görevlerini içeren video, animasyon veya görsellerden faydalanarak nefronların yapı ve görevlerini tanımlamaları beklenir. Bu süreçte emilim ve geri emilim olaylarında emilen maddelerin bölgesel ayırımına değinilmez.

b-c) Öğrencilerden nefronun homeostazi ile ilişkisi hakkında araştırma yapmaları istenir. Öğrenciler; araştırma yaparken bilimsel makaleler, çevrim içi kaynaklar, çeşitli vaka çalışmaları, anekdotlar vb. kaynaklardan yararlanabilir. Bu süreçte öğretmen, öğrencilere doğru bilgilere ulaşmaları için rehberlik eder. Söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda nefronun homeostazi ile ilişkisini içeren bilgiler öğrencilere çalışma yaprağında veya ders kitabında verilebilir. Öğrenciler, araştırma sonunda elde ettikleri verileri kullanarak boşaltım sisteminin homeostatik süreçler (atık maddeler ve fazla suyun vücuttan uzaklaştırılması, su ve elektrolit dengesi, asit-baz dengesi, kan basıncı vb.) açısından önemini yorumlar.

Öğrencilerden boşaltım sisteminin homeostaziyle ilişkisini gösteren öğrenme günlüğü hazırlamaları istenir. Öğrenme günlüğü, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.11.2.9

a) Öğrencilere “Açık bir alan veya ormanda yalıtımı ve ısınması olmayan bir kulübede kaldınız. Dışarıda kar fırtınası var ve hava gittikçe soğuyor.” şeklinde bir örnek olay verilerek “Bu durumda vücudunuzda hangi değişiklikler gerçekleşir?”, “Neler hissedersiniz?” gibi sorular sorulabilir. Bu yolla öğrencilerin dikkati konuya çekilebilir. Öğrencilerden bu sorulara cevap aramak için düşünmeleri ve derste öğrendikleri bilgilerden hareketle homeostazinin sağlanmasında sistemlerin eş güdümlü çalışmasının gerekliliğini sorgulamaları beklenir.

b) Öğrencilerden yanındaki arkadaşı ile eşleşerek böyle bir durum karşısında neler yapabileceklerini listelemeleri istenir (**E2.4**). Öğrencilerin belirlediği başa çıkma yollarının homeostazinin sağlanmasındaki etkileri tartışılarak en uygun yöntemler belirlenir (**KB2.18**). Öğrencilerden tartışılan yöntemlerin hangi sistemlerle ilişkili olduğu, sistemlerin homeostazi sürecinde nasıl eş güdümlü çalıştıkları konusunda akıl yürütmeleri beklenir (**SDB3.2**).

c) Öğrencilerden ulaştıkları bilgilere ilişkin akıl yürütmeleri ve farklı sistemlerin ilişkileri hakkında çıkarım yapmaları beklenir. Ulaşılan sonuçlar sınıfa sunulur ve sınıf panosunda paylaşılır.

BİY.11.2.10

a) Öğrencilerden kendi yaşantılarında veya sosyal yaşamda (televizyon, sosyal medya, çevresindeki kişiler vb.) duydukları, gördükleri sağlık problemlerinden yola çıkarak homeostazinin sağlanamadığı durumlarda oluşabilecek sağlık sorunları ile ilgili “Hipertansiyon hastalarının baş ağrısı, bulantı, nefes darlığı, bulanık görme şikâyetlerini yaşamalarının nedeni nedir?” örneğinde ifade edildiği gibi araştırılabilir bir problem cümlesi belirlemeleri istenir.

b-c) Öğrencilerden belirledikleri problem durumuyla ilgili güvenilir kaynaklardan bilgi toplayarak problem durumuna yönelik neden-sonuç ilişkilerini “Baş ağrısı hipertansiyon belirtisidir çünkü yüksek kan basıncı sonucunda kan damarlarında meydana gelen gerilme, zorlanma ya da hasar nedeniyle beyindeki kan akışı düzensizleşir.” örneğinde ifade edildiği gibi belirler (**OB2, E1.5**). Öğrencilerden problem sorusuna ilişkin bağımlı ve bağımsız değişkenleri belirlemeleri istenir.

ç) Öğrencilerden yakın çevrelerinde bulunan şeker, yüksek tansiyon hastası veya obez kişilerin bir günlük yaşamlarını gözlemlemeleri ya da bu kişilerle hastalıkları nedeniyle yaşadıkları durumlara ilişkin bir görüşme yapmaları istenir. Bu amaçla gözlem formu ya da görüşme soruları hazırlanabilir.

d) Öğrenciler, homeostazinin sağlanamadığı durumlarda oluşabilecek sağlık problemlerinin nedenlerini tespit etmek amacıyla yaptıkları literatür taraması ve vaka çalışmalarından yola çıkarak sağlık problemlerine yönelik “Eğer kişi sık idrara çıkıyor, aşırı su tüketiyorsa şeker hastasıdır.” örneğinde ifade edildiği gibi önermeler sunar (**D13.4**).

Öğrencilere homeostazinin sağlanamadığı durumlarda oluşabilecek bir sağlık problemi senaryosunu ele alıp çözümlenmeye yönelik sunum hazırlayacakları performans görevi verilebilir. Performans görevi kapsamında öğrencilerden “senaryo seçimi, analiz ve tanı, müdahale planı, güvenli ve etkili müdahale değerlendirmesi, sosyal ve psikolojik etkileşimleri değerlendirme” adımlarını izleyerek bir sunum hazırlamaları istenebilir. Sunum, analitik dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir. Öz değerlendirme formu ile öğrencinin kendini değerlendirmesi sağlanabilir.

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme Öğrencilerden termal regülasyon ve nem yönetimi gibi özelliklere sahip akıllı kumaşların homeostazi ile ilişkisini araştırmaları istenebilir. Homeostazinin sağlanmasında negatif/ pozitif geri bildirim işleyiş mekanizmasını gösteren animasyon hazırlamaları beklenebilir. Bir diyabet hastasının kan şekeri seviyelerinin gün içinde değişiminin düzenli takibini yapmaları ve topladıkları verileri istatistiksel olarak analiz edip yorumlamaları istenebilir.

Öğrencilerden tansiyon aleti ile sınıf arkadaşlarının kan basıncını ölçmeleri, koşma gibi aktiviteler sonucunda oluşacak “kalp atım sayısı, kan basıncı” değişimlerini not almaları ve bu verilerden yola çıkarak tüm sınıfa ait grafikler oluşturmaları istenebilir. *Öğrencilerin Holter cihazının işleyişi ve kullanım amacını araştırarak dolaşım sisteminin homeostazi ile ilişkisi hakkında beyin fırtınası yapmaları sağlanabilir.

Öğrencilerden son yıllarda solunum yolu hastalıklarında görülen artışın hava kirliliği ile ilişkisini bilimsel kaynaklardan araştırmaları, tütün ürünlerinin kullanımının akciğer kanserini artırdığına dair bilgiler toplayıp topladıkları bilgileri değerlendirmeleri istenebilir. Diyaliz makinesine bağlı hastalarla ilgili araştırma yapmaları istenebilir. *Doku mühendisliği ürünlerinden biyonek böbrek konusunda yapılan çalışmaları araştırmaları istenebilir. Homeostazinin sağlanmasında organ ve sistemlerin eş güdümlü çalışması ile ilgili bilimsel model tasarımları istenebilir.

Destekleme Farklı canlılardaki ilginç homeostazi örnekleri (köpeklerin aşırı ısındıklarında vücut ısılarını düzenlemek için ağızlarını açarak tükürüklerini buharlaştırmaları vb.) verilebilir. Farklı canlılardaki (balık, kuş, sürüngen vb.) homeostazi örnekleri ile ilgili araştırma yaptırılabilir. Farklı canlılardaki homeostazi örneklerine ilişkin öğrenme halkası etkinliği uygulanabilir. Öğrencilerin homeostatik süreçleri ve bu süreçlerin etkili olduğu durumları ilişkilendirebilmeleri için eşleştirme kartlarından yararlanılabilir. Homeostazi kavramını açıklamak ve sinir sisteminin bu süreçteki rolünü vurgulamak amacıyla örnek olaylar ve senaryolar kullanılabilir.



Öğrencilerin endokrin sisteminden salgılanan ana hormonların görevlerini ve bunların homeostaziyi nasıl düzenlediğini anlamalarını sağlamak için konuya ilişkin görsel/işitsel materyaller veya animasyonlar kullanılabilir.

Öğrencilerden dolaşım sistemi modellerini defterlerine çizmeleri ya da renkli kartonlar kullanarak model oluşturmaları istenebilir. Öğrencilere kan basıncı ölçümü ve değişimi ile ilgili hazır veri setleri verilebilir.

Öğrenmeyi kolaylaştırmak amacıyla görsel, işitsel vb. materyaller kullanılarak öğrencilerin böbreğin yapısını ve böbreğin canlıdaki işlevlerini daha iyi anlamaları sağlanabilir.

Alanında uzman kişilerle problem durumuyla ilgili röportaj yapılırken kendini ifade etmek konusunda desteğe ihtiyaç duyan öğrenciler için aile veya öğretmen rehberliği alınabilir ya da heterojen röportaj grupları oluşturularak bu öğrencilerin grup arkadaşlarıyla birlikte röportaj yapmaları sağlanabilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



12. SINIF

1. TEMA: ÜREME

Bu temanın içeriğini canlılarda üremenin önemi ve canlılarda üreme çeşitleri oluşturmaktadır. Tema kapsamında öğrencilerin hücre bölünmesinin ve üremenin canlılar için önemini yorumlamaları, hücredeki genetik materyalin organizasyonunu çözümlenmeleri, hücre döngüsünü sorgulamaları, kromozomlarda ayrılmamanın sonuçları ile eşeysiz ve eşeyli üremeyle ilgili bilimsel çıkarım yapmaları, üreme hücrelerinin oluşum süreci ve yapılarını karşılaştırmaları, erkek ve dişi üreme sistemlerinin yapış, işleyişi ve embriyonik gelişimle ilgili bilgi toplamaları, çiçeğin kısımları ve görevleriyle ilgili bilimsel gözlem yapmaları ve çimlenmeyi etkileyen faktörleri gözlemleyecekleri deneyler yapmaları amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 69

ALAN BECERİLERİ FBAB1. Bilimsel Gözlem Yapma, FBAB7. Deney Yapma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma

KAVRAMSAL BECERİLER KB2.4. Çözümleme, KB2.6. Bilgi Toplama, KB2.7. Karşılaştırma, KB2.8. Sorgulama, KB2.14. Yorumlama

EĞİLİMLER E1.1. Merak, E2.2. Sorumluluk, E2.5. Oyunseverlik, E3.6. Analitiklik, E3.7. Sistematiçlik, E3.8. Soru Sorma

PROGRAMLAR ARASI BİLEŞENLER

Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerileri SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliğı

Değerler D3. Çalışkanlık, D5. Duyarlılık, D13. Sağlıklı Yaşam, D14. Saygı, D15. Sevgi, D16. Sorumluluk

Okuryazarlık Becerileri OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB4. Görsel Okuryazarlık

DİSİPLİNLER ARASI İLİŞKİLER Fizik, Kimya

BECERİLER ARASI İLİŞKİLER KB3.1. Karar Verme



ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

BİY.12.1.1. Hücre bölünmesinin ve üremenin canlılar için önemini yorumlayabilme

- Hücre bölünmesini inceler.
- Hücre bölünmesinin nedenlerini kendi cümleleriyle ifade eder.
- Hücre bölünmesinin üreme, büyüme ve gelişme için önemini yorumlar.

BİY.12.1.2. Hücredeki genetik materyalin organizasyonunu çözümlayebilme

- Genetik materyalin organizasyonunu belirler.
- Genetik materyalin organizasyonunda görevli bileşenler arasındaki ilişkileri belirler.

BİY.12.1.3. Canlılarda hücre döngüsü ve hücre bölünmesini sorgulayabilme

- Yeni hücrelerin oluşumunda hücre döngüsü sürecini tanımlar.
- Mitoz ve mayozla yeni hücrelerin oluşum süreci hakkında sorular sorar.
- Mitoz ve mayoz ile ilgili bilgi toplar.
- Mitoz ve mayozda gerçekleşen hücre döngüsü ile ilgili topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirir.
- Topladığı bilgilerden yola çıkarak tür içi kalıtsal çeşitliliğin sağlanmasında mitoz ve mayozun önemi ile ilgili çıkarım yapar.

BİY.12.1.4. Kromozomlarda ayrılmamanın sonuçlarıyla ilgili bilimsel çıkarım yapabilme

- Kromozomlarda ayrılmama ile ilgili özellikleri tanımlar.
- Kromozomlarda ayrılmama ile ilgili bilgileri/verileri toplar ve kaydeder.
- Kromozomlarda ayrılmama olayının sonuçlarını yorumlar ve değerlendirir.

BİY.12.1.5. Üreme hücrelerinin oluşum süreci ve yapılarını karşılaştırabilme

- Üreme hücrelerinin oluşum sürecinin özelliklerini belirler.
- Üreme hücrelerinin oluşum süreci ve yapılarının benzerliklerini listeler.
- Üreme hücrelerinin oluşum süreci ve yapılarının farklılıklarını listeler.

BİY.12.1.6. Eşeyli ve eşeysiz üreme ile ilgili bilimsel çıkarım yapabilme

- Canlılarda eşeysiz ve eşeyli üremeye ilgili nitelikleri tanımlar.
- Canlılarda eşeysiz ve eşeyli üreme arasındaki benzerlik ve farklılıklara ilişkin bilgileri toplar ve kaydeder.
- Eşeyli ve eşeysiz üremeyi sağladıkları avantaj ve dezavantajlar açısından yorumlar ve değerlendirir.

BİY.12.1.7. Erkek ve dişi üreme sistemlerinin yapısı ve işleyişiyle ilgili bilgi toplayabilme

- Erkek ve dişi üreme sistemlerinin yapısı ve işleyişiyle ilgili bilgilere ulaşmak için kullanacağı araçları belirler.
- Belirlediği araçları kullanarak erkek ve dişi üreme sistemlerinin yapısı ve işleyişiyle ilgili bilgilere ulaşır.
- Erkek ve dişi üreme sistemlerinin yapısı ve işleyişiyle ilgili ulaştığı bilgileri doğrular.
- Erkek ve dişi üreme sistemlerinin yapısı ve işleyişiyle ilgili ulaştığı bilgileri kaydeder.

BİY.12.1.8. Embriyonik gelişimle ilgili bilgi toplayabilme

- Embriyonik gelişimle ilgili bilgilere ulaşmak için kullanacağı araçları belirler.
- Belirlediği araçları kullanarak embriyonik gelişimle ilgili bilgilere ulaşır.
- Embriyonik gelişimle ilgili ulaştığı bilgileri doğrular.
- Embriyonik gelişimle ilgili ulaştığı bilgileri kaydeder.

BİY.12.1.9. Çiçeğin kısımları ve görevleriyle ilgili bilimsel gözlem yapabilme

- Tam çiçeğin kısımlarını tanımlar.*
- Tam çiçeğin kısımları ile ilgili verileri toplar ve kaydeder.*
- Elde ettiği verileri bitkilerde tozlaşma, dölleme, tohum ve meyvenin oluşumunu açıklamak için kullanır.*

BİY.12.1.10. Çimlenmeyi etkileyen faktörleri gözlemleyebileceği deney yapabilme

- Çimlenmeyi etkileyen faktörleri gözlemleyebileceği deney tasarlar.*
- Deneyden elde ettiği sonuçların analizini yaparak sonuçları çimlenme, dormansinin kırılması gibi olayları açıklamak için kullanır.*

İÇERİK ÇERÇEVESİ Hücre Bölünmeleri ve Üreme

Hücre Bölünmesinin Canlılar İçin Önemi, Kromozom Yapısı ve Özellikleri, Hücre Döngüsü (İnterfaz, Mitoz ve Sitokinez, Mayoz), Kromozomlarda Ayrılmama

Üreme Çeşitleri

Eşsüz Üreme (İkiye Bölünme, Tomurcuklanma, Sporla Üreme, Rejenerasyon, Partenogenez, Vejetatif Üreme), Eşyü Üreme (Gametogenez, Dölleme), Eşsüz ve Eşyü Üreme Arasındaki Farklar

Üreme ve Gelişme

İnsanda Üreme ve Gelişme (Dişi ve Erkek Üreme Sistemlerinin Yapısı, Menstrual Döngü, Dölleme, Kısırlık ve Tedavi Teknikleri, Embriyonik Gelişim), Bitkilerde Eşyü Üreme ve Gelişme (Çiçeğin Kısımları ve Görevleri, Çiçekli Bitkilerde Tozlaşma, Dölleme, Tohum ve Meyvenin Oluşumu, Çimlenme)

Anahtar Kavramlar eşsüz üreme, eşyü üreme, gametogenez, oogenez, spermatogenez, dölleme, çimlenme, dormansi

**ÖĞRENME
KANITLARI
(Ölçme ve
Değerlendirme)**

Öğrenme çıktıları; öğrenme günlüğü, 3-2-1 çıkış kartları, organizasyon şeması, balık kılıcı, performans görevi, araştırma raporu, sunum, poster, animasyon, deney yapma, bilgi görseli kullanılarak dereceli puanlama anahtarı, grup değerlendirme ve öz değerlendirme formu ile değerlendirilebilir.

Öğrencilere hücre döngüsü sürecini, mitoz ve mayoz ile yeni hücre oluşumunu ve tür içi kalıtsal çeşitliliğin önemini ortaya koyacakları poster hazırlamaya yönelik performans görevi verilebilir. Öğrencinin hazırlayacağı poster, analitik dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir. Öz değerlendirme formu ile öğrencinin kendisini değerlendirmesi sağlanabilir.

Kromozomlarda ayrılmama konusunu araştırmak için gruplara ayrılan öğrencilerden araştırma yaparak elde ettikleri bilgileri raporlaştırmaları, raporlarını sınıfta sunmaları istenebilir. Öğrencilerin sunumları, akran değerlendirme formu ile değerlendirilebilir. Grupların kendi çalışmalarını değerlendirmeleri için grup değerlendirme formu, öğrencilerin kendilerini değerlendirmeleri için öz değerlendirme formu kullanılabilir. Öğrencilerin araştırma raporları ise analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Öğrencilere eşyü ve eşsüz üremenin benzer ve farklı özellikleriyle ilgili yaptıkları araştırmalara yönelik poster hazırlayacakları performans görevi verilebilir. Öğrencilerin hazırlayacağı poster, analitik dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir.



Öğrencilere gruplara ayrılarak bir bitkinin yaşam döngüsünü gösteren animasyon hazırlayacakları performans görevi verilebilir. Öğrencilerin hazırlayacağı animasyon, bütüncül dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir; grup değerlendirme formu kullanılabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller Öğrencilerin hücre bölünmelerinin üreme, büyüme ve gelişme ile ilişkisi; nükleotit, gen, kromatit ve kromozom kavramları ile genetik materyalin organizasyonu hakkında temel bilgilere fen bilgisi dersinden sahip oldukları kabul edilmektedir. Ayrıca öğrencilerin mitoz ve mayoz arasındaki farklılıkları bildikleri, eşeysiz ve eşeyli üreme hakkında temel bilgilere sahip oldukları ve dişi ile erkek üreme sistemlerinin genel yapısını bildikleri kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Öğrencilerin hücre bölünmeleri ile üreme, büyüme ve gelişme arasındaki ilişkiye dair ön bilgileri bir kavram haritası aracılığıyla değerlendirilebilir. Genetik materyalin organizasyonu ile dişi ve erkek üreme sistemlerinin genel yapısına ilişkin temel bilgiler ise bir organizasyon şeması ile ele alınabilir. Ayrıca mitoz ile mayoz arasındaki benzerlikler ve farklılıklar için bir T-tablosu, eşeysiz ve eşeyli üremenin karşılaştırılmasına yönelik ön bilgilerin sunumu içinse bir karşılaştırma tablosu kullanılabilir.

Köprü Kurma Öğrencilerden hasarlı dokuların yenilenmesi, yaraların iyileşmesi, fiziksel büyüme ya da üreme hücrelerinin oluşması ile organizmaların yaşam döngüsünün birçok yönünü etkileyen temel bir süreç olan hücre bölünmesi arasında ilişki kurmaları istenebilir.

"Genomun bir kitap olduğunu hayal ediniz. Bu kitapta 46 bölüm vardır. Her bölümde birçok hikâye bulunur. Her hikâye yüzlerce harf ile yazılmıştır." şeklinde bir metin verilerek öğrencilerden kromozom, gen ve nükleotit kavramlarını metindeki hangi ifadelerle eşleştirmeleri gerektiğini bulup metni yeniden kurgulamaları istenebilir. İnsan vücudunda oluşan bir yaranın iyileşme süreciyle mitoz arasında ilişki kurmaları beklenebilir. Sınıftaki her bir öğrencinin genetik özellikleri ve dış görünüşünün farklı olması ile mayoz arasında ilişki kurmaları istenebilir. 21 Mart Dünya Down Sendromu Günü tanıtılarak kromozom bozukluklarına dikkat çekilebilir."

Genel olarak kadınlarda her ay bir yumurta üretilirken erkeklerde milyonlarca sperm üretilmesi ile döllenme şansını artırma arasında ilişki kurmaları beklenebilir. Eşeysiz üreyen bir türün yavrularının birbirleri ve ataları ile tıpatıp aynı olmasından, eşeyli üreyen bir türün yavrularının ise birbirinden ve atalarından farklı özelliklere sahip olmasından yola çıkarak üreme çeşitlerinin kalıtsal çeşitlilikle ilişkisini kurmaları istenebilir. Dişi ve erkek üreme sistemlerinin sağlığını korumasının dengeli beslenme, hijyen ve düzenli sağlık kontrolleriyle sağlanabileceği vurgulanabilir. Gebelik sürecinde annenin radyasyon, kimyasallar, alkol, sigara vb. sağlığa zararlı etmenlerden uzak durması ile sağlıklı bir embriyonik gelişim arasında ilişki kurmaları istenebilir.

Alerjik yapıya sahip bireylerin ilkbahar mevsiminde artan polen miktarına bağlı olarak neden daha fazla alerjik tepki gösterdiklerinin açıklanması sağlanabilir. Yağışların yetersiz olduğu bir bölgede tohumların çimlenememesi veya bazı bitki tohumlarının çimlenebilmesi için kış mevsiminden önce ekilmesi gerektiği şeklinde örnekler verilerek çimlenmeye etki eden faktörlerin günlük yaşamla ilişkisi kurulabilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

BİY.12.1.1

a) Amip hücresinin bölünmesi ile ilgili animasyon veya videolar izletilerek öğrencilerden bölünen hücrelerin niteliklerini belirlemesi istenir. Öğrenciler “Hücrelerin boyutlarında mı sayılarında mı değişim oldu?” sorusuna cevap verir.

b) Animasyon ya da video aracılığıyla hücre bölünmesini inceleyen öğrencilere “Sitoplazması azalan amip neden bölünmez?”, “Çekirdeksiz kalan amip neden ölür?”, “Bölünme olgunluğuna erişen amip, sitoplazması kesilmesine rağmen neden bölünür?” soruları sorulur. Öğrencilerden sorulara cevap vererek hücre bölünmesinin nedenlerini ifade etmeleri beklenir.

c) Öğrencilere hücre bölünmesinin tek hücreli canlılarda üreme, çok hücreli canlılarda üreme, büyüme, gelişme ve onarım süreçlerini açıklayan görsel, video veya animasyonlar sunularak hücre bölünmelerinin bu süreçlerdeki önemini keşfetmeleri beklenir. Öğrenciler elde ettikleri bilgileri çalışma yaprağına kaydeder ve bu bilgileri yorumlar. Böylece hücre bölünmesinin yalnızca yeni hücre oluşumunu değil aynı zamanda canlıların üremesini, büyümesini, dokuların gelişmesini ve hasar gören bölgelerin onarılmasını sağladığını fark ederler (OB1). Öğrencilerden çalışma yaprağındaki bilgilerden yararlanarak hücre bölünmesinin üreme, büyüme, gelişme ve onarım olaylarıyla ilişkisine yönelik olarak verilen 3-2-1 çıkış kartını doldurmaları istenir. Öğrencilerin oluşturduğu 3-2-1 çıkış kartı, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.12.1.2

a) Öğrencilere, insan hücresinde bulunan bir kromozomdaki DNA'nın hücre boyutuna kıyasla olağanüstü derecede uzun bir yapıya sahip olduğu bilgisi verilir ve ardından “Bu kadar uzun bir DNA, yalnızca birkaç mikrometre büyüklüğündeki bir hücreye nasıl sığar?” sorusu yöneltilir. Bu soru aracılığıyla öğrencilerde merak uyandırılır (E1.1). Öğretmen genetik materyaldeki organizasyona ait görseli tahtaya yansıtır veya konuyla ilgili video/animasyon izletir. Öğrenciler; video, animasyon veya görseli inceler ve soru-cevap tekniği ile görseldeki genetik materyalin organizasyonunu belirler (OB4).

b) Öğrenciler, inceledikleri genetik materyalin organizasyonunu temsil edecek bir modelle ip, kil, yapı oyuncacı gibi materyaller kullanarak oluşturur (E2.5). Öğrencilerin model ve görselde bulunan yapılar (nükleotit, gen, kromozom) arasındaki ilişkileri belirlemesi istenir (OB4).

Öğrencilerden genetik materyalin organizasyonunda yer alan bileşenler arasındaki ilişkilere yönelik organizasyon şeması hazırlamaları istenebilir. Organizasyon şeması, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.12.1.3

a-b) “Var olan hücrelerin bölünmesiyle yeni hücreler meydana gelir.” ifadesinden yola çıkarak öğrencilerin kendilerine sunulan görsel, video veya animasyonları incelemeleri istenir (OB4). Konuyla ilgili “Her hücrede hücre döngüsü görülür mü?”, “Hücre döngüsünün kontrolünde sorun olursa neler olabilir?”, “Hücre döngüsünün insanın büyüme ve gelişimine etkileri nelerdir?” gibi sorular sorulabilir. Öğrencilerden inceledikleri materyal aracılığıyla elde ettikleri bilgilerden hareketle hücrenin hücre döngüsünde oluşumundan bölünmesine kadar geçirdiği süreçleri (hücrelerin büyümesi, DNA eşlenmesi, mitoz ve sitokinez) tanımlamaları beklenir. Hücre döngüsünün şematik bir modeli gösterilerek öğrencilerden şemayı incelemeleri istenir. Bu süreçte hücre döngüsünü kontrol eden moleküllerin isimlerine ve döngünün kontrol noktalarına değinilmez. Öğrenciler, bir hücreden yeni hücrelerin oluşmasında mitoz ve mayoz hakkında merak ettikleri soruları sorar (E3.8).



c-ç) Öğrenciler gruplara ayrılır. Hücre döngüsü süreçlerine ait görsellerin yer aldığı bilgi kartları öğretmen tarafından hazırlanarak öğrenci gruplarına verilir. Öğrencilerden hücre döngüsüne ait süreçlere, mitoz ve mayozun evrelerine ve bu süreçlerin canlı yaşamındaki önemine ilişkin bilgileri güvenilir kaynaklardan toplamaları; elde ettikleri bilgileri bilgi kartlarına işlemeleri beklenir. Öğrencilerden bilgi kartlarını hücre döngüsünün süreçlerini açıklayacak şekilde hiyerarşik olarak sıralamaları ve hücre döngüsü bileşenlerinin ilişkilerini belirlemeleri istenir (**KB3.1**). Bu süreçte öğrencilerin mitoz ve mayoz arasındaki temel farklılıkları listelemeleri beklenir. Grup çalışmalarında öğrencilerin birbirleriyle yardımlaşmaları ve sorumluluk değerinin bir gereği olarak çalışmaya etkin katılım sağlamaları beklenir (**D16.3, SDB2.1, SDB2.2, E2.2**).

Öğrenciler, ulaştıkları bilgilerin doğruluğunu bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan inceleyerek öğretmen rehberliğinde değerlendirir.

d) Gruplardan topladıkları bilgilerden yola çıkarak mitozun ve mayozun büyüme, gelişme, onarım, üreme, tür içi kalıtsal çeşitlilik açısından önemiyle ilgili çıkarım yapmaları ve yaptıkları çıkarımları birlikte değerlendirmeleri beklenir.

BİY.12.1.4

a) Kromozomların yapısı ve hücre bölünmesi sırasında kromozomların nasıl ayrıldıkları anlatıldıktan sonra öğrencilerin rol yapma (dramatizasyon) tekniğiyle “kromozomların ayrılması” olayını canlandırmaları sağlanır (**E2.5**). Çeşitli faktörlere bağlı olarak ortaya çıkan “kromozomlarda ayrılmama” olayının da canlandırılması istenerek öğrencilerin iki olay arasındaki farkı, oluşan yeni hücrelerdeki kromozom sayıları açısından görmeleri sağlanır. Öğrenciler, bu etkinliğin sonunda kromozomlarda ayrılmama ile ilgili özellikleri tanımlar.

b-c) Öğrenciler gruplara ayrılır. Öğrencilerden güvenilir kaynaklardan iş birliği içinde araştırma yaparak kromozomlarda ayrılmama çeşitleriyle (monozomi, trizomi vb.) ilgili bilgi toplamaları istenir ya da kromozomlarda ayrılmama çeşitleriyle ilgili bilgiler öğrencilere öğretmen tarafından sunulur. Öğrencilerin araştırmalarından, çalışma yaprağı ya da ders kitabından edindikleri bilgileri yorumlayıp değerlendirerek kromozomlarda ayrılmama olayının gerçek hayatta çeşitli hastalıklara sebep olacağı sonucuna varmaları beklenir. Bu hastalıklara sahip olanlara karşı duyarlı olmanın, insanları farklılıklarıyla kabul edip onlara şefkat ve anlayışla yaklaşmanın gerekliliği vurgulanarak öğrencilere duyarlılık ve sevgi değerleri kazandırılır (**D5.1, D15.1**).

BİY.12.1.5

a) Üreme hücrelerinin oluşum süreçleriyle ilgili animasyonlar izletilir veya görseller verilir. Öğretmen tarafından “Üreme hücreleri hangi olaylar sonucunda oluşur?”, “Vücut hücreleri ile üreme hücrelerinin kromozom sayıları aynı mıdır?”, “Genetik aktarım, üreme hücreleri aracılığıyla nasıl gerçekleştirilir?” gibi sorular sorulur.

Öğrencilerden video, animasyon veya görsel aracılığıyla sunulan ya da ders kitabında verilen bilgileri değerlendirmeleri, bu bilgilerden hareketle erkek ve dişi üreme hücrelerinin oluşum süreçlerinin (spermatogenez ve oogeneze) ve yapılarının (hücre büyüklüğü, sitoplazma ve organel çeşitleri) özelliklerini belirlemeleri istenir (**OB4**).

b-c) Öğrencilerden edindikleri bilgilerden yola çıkarak erkek ve dişi üreme hücrelerinin oluşum süreçlerinin benzer (mayoz içermesi, genetik çeşitlilik sağlaması, kromozom sayısının yarıya düşmesi vb.) ve farklı (sürecin başlangıcı ve sıklığı, hücre sayısı ve oluşum hızı vb.) yönlerini listeledikleri bir tablo oluşturmaları istenir. Bu tabloda erkek ve dişi üreme hücrelerinin yapısal benzerliklerinin (hücre zarı ve hücresel yapılar, genetik materyal vb.) ve farklılıklarının (hücre büyüklüğü, sitoplazma ve organel yapıları vb.) da listelenmesi beklenir.

Öğrencilerden üreme hücresinin oluşumu, yapıları ve bu yapıların benzerlik ve farklılıklarına ilişkin balık kılıçığı oluşturmaları istenebilir. Öğrencilerin oluşturacağı balık kılıçığı, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.12.1.6

a) “Üremede her zaman iki ataya ihtiyaç var mıdır?”, “Tüm üreme çeşitlerinde çeşitlilik görülür mü?”, “Tüm üreme çeşitlerinde döllenme görülür mü?” gibi merak uyandırıcı sorularla öğrencilerin eşeyli ve eşeysiz üreme konusundaki bilgi ihtiyaçlarını fark etmeleri sağlanır (**OB1, E1.1**). Soru-cevap tekniği kullanılarak öğrencilerden eşeysiz ve eşeyli üremenin özelliklerini tanımlamaları istenir.

b) Öğretmen tarafından gruplar oluşturularak gruplardan eşeysiz ve eşeyli üreme arasındaki benzerlik ve farklılıkları araştırmaları istenir. Bu çalışmayı yaparken öğrencilere bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan yararlanmaları önerilir. Çalışma yaprağı verilerek öğrencilerden topladıkları bilgileri bilimsel bakış açısıyla yazmaları istenir (**D3.3**).

c) Öğrencilerden topladıkları bilgilerden hareketle eşeysiz ve eşeyli üreme arasındaki benzerlik ve farklılıkları, bu üreme türlerinin canlılara sağladığı avantaj ve dezavantajları yorumlayıp değerlendirmeleri beklenir. Eşeyli ve eşeysiz üremenin benzerlik ve farklılıklarının, avantaj ve dezavantajlarının anlaşılıp anlaşılmadığının belirlenmesi amacıyla balık kılıçığı tekniği ya da karşılaştırma tablosu kullanılabilir. Balık kılıçığı ve karşılaştırma tablosu, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.12.1.7

a) “Erkek ve dişi üreme sistemlerinin yapısı aynı mıdır?”, “Testislerin vücut dışında, yumurtalıkların ise vücut içinde yer almasının biyolojik avantajı nedir?” gibi sorularla öğrencilerin erkek ve dişi üreme sistemlerinin yapısı ve işleyişi konusundaki bilgi ihtiyaçlarını fark etmeleri sağlanır. Öğrencilerden erkek ve dişi üreme sistemlerinin yapısı ve işleyişiyle ilgili yapacakları araştırma için gereken araçları belirlemeleri istenir.

b-c) Öğrencilerden belirledikleri araçları kullanarak erkek ve dişi üreme sistemlerinin yapısı, işleyişi ve dişilerde menstrual döngü ile ilgili bilgilere ulaşmaları istenir. Öğrenciler, ulaştıkları bilgileri öğretmen gözetiminde bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan doğrular ve özetler. Bu süreçte bilgiye ulaşma yollarını dikkatlice izleyerek bilimsel ve güvenilir olmayan kaynakları fark eder (**D3.3**).

ç) Öğrenciler, erkek ve dişi üreme sistemlerinin yapısı, işleyişi ve dişilerde menstrual döngü hakkında doğruladıkları bilgileri kaydeder (**OB1, E3.7**). Menstrual döngüde görev yapan hormonların değişim grafiklerini ve döngüye etkilerini gösteren görseller hazırlayabilir. Bu süreçte öğrencilerden ulaştıkları bilgileri kendi yaşamları ile ilişkilendirmeleri beklenir (**SDB1.2**).

Öğrencilerden kaydettikleri bilgilerden yola çıkarak üreme organlarının yapısını oluşturan bölümleri, erkek ve dişi üreme sistemlerinin işleyişlerinin düzenlenmesinde görev alan hormonların etkilerini gösteren bir bilgi görseli hazırlamaları istenebilir. Bilgi görseli, analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

BİY.12.1.8

a) “Hastanelerde röntgen çekilen alanlara ‘Hamilelerin ve hamilelik şüphesi olanların girmesi yasaktır.’ şeklinde uyarı levhalarının asılmasının nedeni ne olabilir?”, “Hamilelik döneminde ilaç kullanımından olabildiğince uzak durulmasının sebebi ne olabilir?” gibi sorular sorularak öğrencide merak uyandırılır ve öğrencilerin bilgi ihtiyaçlarını fark etmeleri sağlanır (**OB1, D13.4, E1.1**).



Öğretmen rehberliğinde gruplar oluşturulur ve gruplardan iş birliği yaparak embriyonik gelişimle ilgili yapacakları araştırma için gereken araçları belirlemeleri istenir.

b) Gruplardan belirledikleri araçları kullanarak embriyonik gelişimin aşamaları (dölllenme, bölünme, gastrulasyon ve organogenez) ve embriyonik gelişim sürecinde meydana gelen değişimlerle ilgili bilgilere ulaşmaları istenir. Bu süreçte öğretmenin vereceği çalışma yaprağından, video ve animasyonlardan faydalanılabilir. Embriyonik tabakalardan meydana gelen organlar ve embriyonik indüksiyona değinilmez, fetüsün gelişim evreleri verilmez. Araştırma sürecinde elde edilen bilgiler sınıfta paylaşılır **(SDB2.2)**. Öğrencilerden farklı bilgiler üzerinden ortak bir sonuca ulaşmaları beklenir **(E2.2)**.

c-ç) Gruplardan embriyonik gelişimle ilgili ulaştıkları bilgileri öğretmen gözetiminde bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan doğrulamaları istenir **(D3.3)**. Gruplar, araştırma yaparak buldukları ve belli ölçütlere göre doğruladıkları bilgileri özetler ve kaydeder **(OB1)**. Öğrencilerden embriyonik gelişimin aşamalarıyla ilgili öğrenme günlüğü hazırlamaları istenebilir. Öğrenme günlüğü, analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

BİY.12.1.9

a) "İlkbaharda etrafınızda gördüğünüz çiçeklerin farklı renklere sahip olmasının nedeni nedir?", "Tüm bitkilerde çiçek oluşumu görülür mü?" gibi sorularla öğrencilerde çiçeğin kısımları ve görevleriyle ilgili merak uyandırılır. Çiçeğin kısımlarının üreme için önemi vurgulanarak öğrencilerin güdülenmesi sağlanır. Çiçeğin kısımlarının incelenmesine yönelik bir gözlem etkinliği tasarlanır. Gruplara ayrılan öğrencilerden sınıfa çiçek örnekleri getirmeleri istenir. Getirilen çiçek örnekleri gruplar arasında paylaştırılarak öğrencilerden çiçeğin kısımlarını tanımlamaları istenir **(OB4)**.

b-c) Öğrencilerden takım çalışması yaparak çiçeğin kısımları ve görevleri hakkında topladıkları bilgileri gözlem formuna kaydetmeleri istenir **(D16.3)**. Öğrenciler, kaydettikleri bilgiler çerçevesinde çiçeğin kısımlarının görevlerini yorumlayarak bu kısımların tozlaşma, döllenme, tohum ve meyve oluşumundaki işlevleriyle ilgili açıklama yapar **(E3.7)**.

BİY.12.1.10

a) "Tohum ekiminden önce toprağın sürülerek havalandırılmasının nedeni nedir?", "Çimlenmenin oluşabilmesi için ilkbahar yağmurları neden önemlidir?", "Sonbaharda ekilen buğday tohumlarının ilkbaharda çimlenmesinin nedeni nedir?" gibi sorular sorularak öğrencilerin konuya dikkati çekilir **(E1.1)**. Çimlenme olayı ile ilgili animasyon veya videolar izletilerek öğrencilerden çimlenmeyi etkileyen faktörlere ilişkin soruların cevaplarını bulmaları istenir **(OB4)**.

Öğrencilerden çimlenmeye etki eden faktörlerden birini (sıcaklık, oksijen, su vb.) inceleyebilecekleri deney tasarımları ve deneyi yapmaları istenir **(E3.7)**.

b) Öğrenciler, deneyden elde ettikleri sonuçların analizini yaparak yaşadıkları bölgede yetiştirilen tohum örnekleri üzerinden çimlenme ve dormansinin kırılması olaylarını açıklar **(E3.6)**. Öğrencilerden yaptıkları deneyin raporunu oluşturmaları istenir. Deney raporları, analitik dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilebilir.

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme *Öğrencilerden hücre döngüsünün kontrol mekanizmasının hücrenin yaşam döngüsü için önemini ve bu kontrol mekanizmasında görülen aksaklıkların kanser oluşumu ile ilgisini araştırmaları istenebilir. Araştırma sürecinde öğrencilere hücre bölünmelerinin evrelerini gösteren bir maket yapmaları ya da protoonkogen ve onkogenlerin yapısı, çeşitleri, işlevleri ve hücre döngüsüyle ilişkilerini araştırarak sunum hazırlamaları önerilebilir.

Öğrencilerden hücre bölünmesinin yaşlanma süreciyle ilişkisini ve kan hücrelerinin bölünebilme özelliklerini araştırmaları ve raporlaştırmaları istenebilir. Hücrelerde genetik materyalin organizasyonunda rol oynayan, kromozomların hücre bölünmesi sırasında doğru bir şekilde organize edilmesini ve ayrılmasını sağlayan proteinleri araştırmaları istenebilir.

Öğrencilerden kromozom sayısı anomalisi çeşitlerini araştırmaları, telif hakkı bulunmayan görseller kullanarak uygun bir dijital uygulama/program aracılığıyla kromozom sayısı anomali çeşitlerini konu alan animasyon veya video hazırlamaları istenebilir. Farklı tür canlılar arasında üremenin önlenmesi ile ilgili geliştirilen adaptasyonların neler olduğunu araştırmaları istenebilir. *Yardımcı üreme tekniklerinden in vitro fertilizasyon (tüp bebek yöntemi) tekniğinin ne olduğunu ve hangi alanlarda kullanıldığını araştırarak sunum hazırlamaları ve sunumlarını sınıf arkadaşlarıyla paylaşmaları istenebilir. Amniyosentez uygulamasına hangi durumlarda başvurulduğunu, testin içeriğini ve testte hangi hastalıkların tespit edildiğini araştırarak sunum hazırlamaları ve sunumlarını sınıf arkadaşlarıyla paylaşmaları istenebilir. Dormansi ve çimlenme ilişkisini, bu olaylarda görev yapan hormonları araştırarak bu hormonların çimlenme üzerine etkilerini gösterecekleri deney tasarımları ve deneyi yapmaları istenebilir.

Destekleme Hücre döngüsü süreci sadeleştirilmiş bir öyküye dönüştürülerek hücrelerin yaşamları boyunca hangi süreçleri geçirdiği anlatılabilir. Bu yolla öğrencilerin konuyu daha iyi kavramaları sağlanabilir. Şemalar, resimler veya basit çizimler kullanılarak hücre bölünmesinin nasıl gerçekleştiği somutlaştırılabilir.

Nükleozomlar ve kromozomlar arasındaki ilişkiyi fark etmelerini sağlamak amacıyla öğrencilerden basit modeller yapmaları istenebilir. Hücre döngüsü ve hücre bölünmesi, görsel materyallerle (şemalar, animasyonlar vb.) desteklenmiş örnekler kullanılarak somutlaştırılabilir. Öğrencilerin üreme hücrelerinin oluşum sürecine yönelik bilimsel model oluşturmaları sağlanabilir.

Eşesiz üremenin çeşitlerinin daha kolay anlaşılabilmesini sağlamak amacıyla bilgi kartları kullanılabilir. Embriyonik gelişim süreciyle ilgili video ve animasyonlar izletilebilir. Çimlenme olayı için deney simülasyonları kullanılabilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.





2. TEMA: GEN

Bu temanın içeriğini nükleik asitler, gen ifadesi, kalıtımın temel ilkeleri ve biyoteknolojinin uygulama alanları oluşturmaktadır. Tema kapsamında öğrencilerin nükleik asitlerin yapısını ve canlılıktaki rolünü sorgulamaları, DNA replikasyonunun bilimsel modelini oluşturmaları, genetik bilginin ürüne dönüşüm sürecini çözümlenmeleri, genetik yapıdaki değişikliklerin canlı yaşamına etkileri hakkında eleştirel düşünceleri, kalıtımla ilgili genetik problemleri çözmeleri, eş baskınlık ve çok alellilikle ilgili deney yapmaları, eşeye bağlı kalıtıma ilişkin tümevarımsal akıl yürütmeleri, biyoteknolojinin uygulama alanları hakkında bilgi toplamaları ve biyoteknolojik uygulamaların etik boyutunu eleştirel düşünceleri amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 69

ALAN BECERİLERİ

FBAB7. Deney Yapma, FBAB9. Bilimsel Model Oluşturma, FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme

KAVRAMSAL BECERİLER

KB2.4. Çözümleme, KB2.6. Bilgi Toplama, KB2.8. Sorgulama, KB3.2. Problem Çözme, KB3.3. Eleştirel Düşünme

EĞİLİMLER

E1.1. Merak, E1.2. Bağımsızlık, E1.3. Azim ve Kararlılık, E1.6. Seçicilik, E2.2. Sorumluluk, E3.2. Odaklanma, E3.3. Yaratıcılık, E3.5. Açık Fikirlilik, E3.6. Analitiklik, E3.7. Sistematiçlik, E3.8. Soru Sorma, E3.9. Şüphe Duyma, E3.10. Eleştirel Bakma

PROGRAMLAR ARASI BİLEŞENLER

Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerileri

SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliği, SDB2.3. Sosyal Farkındalık, SDB3.3. Sorumlu Karar Verme

Değerler

D2. Aile Bütünlüğü, D5. Duyarlılık, D13. Sağlıklı Yaşam, D14. Saygı, D16. Sorumluluk

Okuryazarlık Becerileri

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

DİSİPLİNLER ARASI İLİŞKİLER

Fizik, Kimya, Matematik, Coğrafya

BECERİLER ARASI İLİŞKİLER

KB3.1. Karar Verme

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

BİY.12.2.1. Nükleik asitlerin yapısını ve canlılıktaki rolünü sorgulayabilme

- Nükleik asitlerin yapısı ve canlılıktaki rolü hakkında merak ettiği konuları belirler.
- Nükleik asitlerin yapısı ve canlılıktaki rolü hakkında sorular sorar.
- Nükleik asitlerin yapısı ve canlılıktaki rolü ile ilgili bilgi toplar.
- Topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirir.
- Topladığı bilgilerden hareketle çıkarım yapar.

BİY.12.2.2. DNA replikasyonunun bilimsel modelini oluşturabilme

- DNA replikasyonunu açıklamaya yönelik model önerir.
- DNA replikasyonunu ile ilgili oluşturduğu modeli bilimsel modellerle karşılaştır ve elde ettiği kanıtlarla modelini yeniden yapılandırır.

BİY.12.2.3. Genetik bilginin ürüne dönüşüm sürecini çözümleyebilme

- Genetik bilginin ürüne dönüşüm sürecine ilişkin temel bileşenleri ve bunların işleyişlerini belirler.
- Genetik bilginin ürüne dönüşüm sürecine ilişkin temel bileşenler arasındaki ilişkileri belirler.

BİY.12.2.4. Genetik yapıdaki değişikliklerin canlı yaşamına etkileri hakkında eleştirel düşünebilme

- Genetik yapıdaki değişikliklerin canlı yaşamına etkilerini sorgular.
- Genetik yapıdaki değişikliklerin canlı yaşamına etkileri hakkında akıl yürütür.
- Akıl yürütmeye ulaştığı çıkarımları yansıtır.

BİY.12.2.5. Mendel kalıtım ilkelerinin geçerli olduğu genetik problemleri çözebilme

- Mendel kalıtım ilkelerinin geçerli olduğu genetik problemleri yapılandırır.
- Mendel kalıtım ilkelerinin geçerli olduğu genetik problemleri özetler.
- Mendel kalıtım ilkelerinin geçerli olduğu genetik problemlerin çözümünü verilere dayalı olarak tahmin eder.
- Mendel kalıtım ilkelerinin geçerli olduğu genetik problemlerin çözümünde önermeler üzerinden akıl yürütür.
- Mendel kalıtım ilkelerinin geçerli olduğu genetik problemlerin çözümüne ilişkin değerlendirmelerde bulunur.

BİY.12.2.6. Eş baskınlık ve çok alellilikle ilgili deney yapabilme

- Kan gruplarıyla ilgili deney tasarlar.
- Deneyden elde ettiği sonuçların analizini yaparak eş baskınlık ve çok alelliliğin niteliklerini tespit eder.

BİY.12.2.7. Eşeye bağlı kalıtıma ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme

- Eşeye bağlı kalıtıma ilişkin örüntüyü soyağacında modeller.
- Soyağacı modelini yeni gözlem verileri üzerinden test eder.
- Soyağacı modellemeleri üzerinden genellemeler yapar.
- Soyağacı modelleriyle farklı veri setlerini yorumlar.
- Genellemelerini bilim insanlarının genellemeleri ile karşılaştırır.
- Yeni verilerle genellemelerini geliştirir.



BİY.12.2.8. Genetik testlerin ve genetik danışmanlığın önemini sorgulayabilme

- Genetik testlerin ve genetik danışmanlığın önemi ile ilgili merak ettiği konuyu tanımlar.
- Genetik testlerin ve genetik danışmanlığın önemi ile ilgili sorular sorar.
- Genetik testlerin ve genetik danışmanlığın önemi ile ilgili bilgi toplar.
- Genetik testlerin ve genetik danışmanlığın önemi ile ilgili topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirir.
- Genetik testlerin ve genetik danışmanlığın önemi ile ilgili topladığı bilgiler üzerinden çıkarım yapar.

BİY.12.2.9. Biyoteknolojinin uygulama alanları ile ilgili bilgi toplayabilme

- Biyoteknolojinin uygulama alanları ile ilgili bilgi toplamak için kullanacağı araçları belirler.
- Biyoteknolojinin uygulama alanları ile ilgili bilgilere ulaşır.
- Biyoteknolojinin uygulama alanları ile ilgili ulaştığı bilgileri doğrular.
- Biyoteknolojinin uygulama alanları ile ilgili ulaştığı bilgileri kaydeder.

BİY.12.2.10. Biyoteknolojik uygulamaların etik boyutunu eleştirel düşünebilme

- Biyoteknolojik uygulamaları etik açıdan sorgular.
- Biyoteknolojik uygulamaların etiği hakkında akıl yürütür.
- Akıl yürütmeyle ulaştığı çıkarımları yansıtır.

İÇERİK ÇERÇEVESİ Nükleik Asitler ve Gen İfadesi

Nükleik Asitlerin Canlılıktaki Rolü, DNA ve RNA'nın Moleküler Yapısı, DNA Replikasyonu, Gen İfadesi (Gen, Genetik Kod, Transkripsiyon, Translasyon), Genetik Yapıdaki Değişiklikler

Kalıtım

Kalıtımın Temel İlkeleri (Monohibrit Çaprazlama, Dihibrit Çaprazlama, Kontrol (Geri) Çaprazlama), Mendel Kalıtımından Farklılıklar (Eş Baskınlık, Çok Alellilik), Eşeye Bağlı Kalıtım (Eşeyin Kromozomal Temeli, X Bağlı Kalıtım, Y Bağlı Kalıtım), Soyağacı Analizi, Genetik Testler ve Genetik Danışmanlık

Biyoteknoloji

Biyoteknolojinin Tıp Alanındaki Uygulamaları (İlaç Üretimi, Hücre Kültürü, Kök Hücre, Rekombinant Aşılar, Protein ve Hormon Üretimi), Biyoteknolojinin Tarım Alanındaki Uygulamaları, Bitki Doku Kültürü, Ökaryotik Hücrelere Gen Aktarımı, Biyoteknolojinin Endüstri, Çevre ve Adli Tıp Alanlarındaki Uygulamaları, Biyoteknoloji ve Etik

Anahtar Kavramlar DNA replikasyonu, gen ifadesi, fenotip, genotip, rekombinant DNA teknolojisi

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme)

Öğrenme çıktıları; öğrenme günlüğü, animasyon, poster, araştırma yazısı, üç boyutlu model oluşturma, performans görevi, balık kılçığı, açık uçlu soruların yer aldığı çalışma yaprağı, deney yapma, kavram haritası kullanılarak dereceli puanlama anahtarı, puanlama anahtarı, öz değerlendirme ve akran değerlendirme formu ile değerlendirilebilir.

Öğrencilere DNA replikasyonuna ilişkin animasyon veya üç boyutlu model hazırlayacakları performans görevi verilebilir. Performansın değerlendirilmesinde analitik dereceli puanlama anahtarı kullanılabilir.

Öğrencilerden gen, genetik kod, transkripsiyon, translasyon arasındaki ilişkileri ortaya koyacakları örümcek ağı oluşturmaları istenebilir. Örümcek ağı, puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Öğrencilerden gruplara ayrılarak eş baskınlık ve çok alellilikle ilgili deney yapmaları, deney sürecini ve sonucunu raporlaştırmaları istenebilir. Deney süreci ve sonucuna ilişkin hazırlanan raporlar, analitik dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir. Dereceli puanlama anahtarında “deneyde olası hatalar için alınacak önlemler, deney süreci ve sonucu” gibi ölçütlere yer verilebilir. Öğrencilerin kendilerini deney süreci açısından değerlendirmesi için öz değerlendirme ve grup değerlendirme formu kullanılabilir.

Öğrencilere eşeye bağlı kalıtımı soyağacı modelinde gösterecekleri poster hazırlamaya yönelik performans görevi verilebilir. Performans görevi, analitik dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller Öğrencilerin gen, genetik kod, genotip, fenotip, mutasyon kavramları ile genetik testler ve genetik danışmanlığın önemi hakkındaki temel bilgileri fen bilimleri dersinde öğrendikleri kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Öğrencilerin gen, genetik kod genotip, fenotip, mutasyon kavramlarını açıklamaları istenebilir. Genetik testler ve genetik danışmanlığın önemi hakkındaki temel bilgileri açık uçlu sorularla değerlendirilebilir.

Köprü Kurma Öğrencilere vücutta olgun alyuvarların çekirdeklerinin olmadığı bilgisi verilerek “Buna göre alyuvarlar hangi metabolik faaliyetleri gerçekleştiremez?” sorusu sorulabilir ve öğrencilerin DNA’nın hücredeki rolünü ön bilgileriyle tahmin etmeleri beklenir.

Öğrencilere deri kesildiğinde oluşan yaranın kapanması için hücrelerin bölündüğü bilgisi verilerek “Sizce yeni oluşan deri hücreleri, hasar gören hücrelerle aynı özelliklere mi sahiptir, cevabınız evetse bu nasıl mümkün olur?” soruları yöneltilebilir. Sorular aracılığıyla öğrencilerin hücre bölünmeleri ile DNA replikasyonu arasında bağlantı kurmaları istenebilir.

1899’da Shattock ve 1900’de Karl Landsteiner tarafından insanların farklı kan grubuna sahip olduğu keşfedilene kadar hastalara rastgele kan verildiği ve bu durumun bazı hastaların ölümüne neden olduğu bilgisi verilerek öğrencilere “Kan gruplarını belirlemede DNA’nın rolü nedir?” sorusu sorulabilir. Bu soruyla öğrencilerin DNA’daki genetik bilgi ile bu bilgiden sentezlenen yapısal moleküllü ilişkilendirmeleri istenebilir.

Öğrencilere 1986 yılında yaşanan Çernobil faciası ile ilgili belgesel izletilerek “Çernobil’deki patlama sonrasında Türkiye’de özellikle Karadeniz Bölgesi’nde hangi sağlık problemlerinde artış görülmüştür?”, “Bu durumu ne ile açıklarsınız?” soruları sorulabilir. Öğrencilerden izledikleri belgeselden hareketle sorulara cevap vermeleri istenebilir. Öğrencilere facianın gerçekleştiği yer ile Türkiye’de sağlık problemlerinin artış gösterdiği bölge arasında ilişki kurabilmeleri için coğrafya disiplininden, radyoaktivite konusunda ise kimya ve fizik disiplinlerinden yararlanmaları gerektiği hatırlatılır.

Mendel’in bezelye bitkileri üzerinde yaptığı deney, video veya animasyon aracılığıyla gösterilebilir. Farklı renk, şekil ve büyüklükteki bezelye tohumları kullanılarak öğrencilerin bezelyelerde farklı kombinasyonların oluşabileceğini düşünmeleri sağlanabilir.

A kan grubuna sahip bir anne ile B kan grubuna sahip babanın iki çocuğundan birinin O, diğerinin AB kan grubuna sahip olduğu örneği verilerek öğrencilerden bu ailedeki bireylerin kan grubu genotiplerini tahmin etmeleri ve bu genotiplerin çocukların kan gruplarını nasıl belirlediğini açıklamaları istenebilir.



“Renk körlüğü ve hemofili gibi bazı hastalıkların toplumda görülme sıklığı cinsiyete göre neden değişir?” sorusu kullanılarak eşeye bağlı kalıtıma dikkat çekilebilir.

Genetik testleri konu alan video, animasyon veya simülasyonlar izletilerek genetik mirasın nasıl incelendiği ve farklı genotiplerin nasıl belirlendiği gösterilebilir.

Öğrencilere Nobel Bilim Ödülü'ne layık görülmüş çalışmalara örnekler verilerek biyoteknolojinin önemine dikkat çekilebilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

BİY.12.2.1

a-b) Öğrencilere bir aile görseli sunulur. Öğrencilerin görselde yer alan aile üyelerinin fiziksel olarak birbirine benzeyen ve benzemeyen yönlerini tespit ederek bu benzerlik ve farklılıkların nedenleri üzerinde düşünmeleri sağlanır. Öğrencilerden tespitlerinden hareketle nükleik asitlerin yapısı ve canlılıkta oynadığı rol ile ilgili merak ettikleri konuları belirlemeleri ve konuyla ilgili “Bir toplumun atalarının genetik geçmişi, bireylerin genetik geçmişini nasıl etkiler?”, “DNA'nın canlı organizmalardaki temel rolü nedir?”, “DNA ve RNA moleküllerinin yapısal farklılıkları nelerdir?” gibi sorular sormaları beklenir. Bu sorular, nükleik asitlerin günlük yaşamla olan ilişkisini somut hâle getirerek öğrencilerin konuyu daha ilgi çekici bulmasına yardımcı olur (**E1.1**).

c-ç) Öğrenciler, sordukları sorulara cevap bulabilmek amacıyla bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan bilgi toplar (**OB1**). Söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda ders kitabından yararlanır. Topladıkları bilgileri yorumlayarak nükleotitlerin üç ana bileşeninin nasıl bir araya geldiği, nükleik asitlerin tek zincir yapısının nasıl meydana geldiği, nükleik asitlerin hücre bölünmesi, kalıtım ve organizmanın işlevselliği üzerine etkisi konularında öğrencilerin tartışmaları ve çıkarım yapmaları beklenir. Bu süreçte öğrencilerin birbirlerini etkin şekilde dinleyerek düşüncelerini ifade etmeleri ve grup iletişimine katılmaları sağlanır (**D14.1, SDB2.1**).

Öğrencilerden nükleik asitlerin yapısı ve canlılıktaki rolünü tanımlayabileceği, konu hakkında merak ettiği soruları sorup cevaplayabileceği, topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirerek çıkarım yapabileceği bireysel öğrenme günlüğü oluşturmaları istenebilir. Öğrenme günlüğü, bütüncül dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.12.2.2

a) Öğrencilere DNA replikasyonunun temel adımlarını gösteren kısa bir video veya animasyon izletilebilir. Heterojen gruplar oluşturulduktan sonra gruplardan DNA replikasyonunun yarı korunumlu (semi konservatif) modeli üzerinden kesintisiz ve kesikli zincirde DNA eşlenmesinin nasıl gerçekleştiğini gösteren bir model önermeleri istenir. Bu süreçte tek zincire bağlanan proteinler, topoizomeraz, helikaz, ligaz enzimlerinin isimleri ve çeşitleri verilmez. Öğrencilerin grup çalışmalarına etkin bir şekilde katılmaları ve farklı fikirleri tartışarak ortak bir anlayışa ulaşmaları beklenir (**SDB2.2**). Öğrencilerden diyagram, şema, maket veya etkileşimli görsel iletişim uygulamalarını kullanarak tasarladıkları modelleri sınıfta paylaşmaları istenir (**OB2**). Öğrencilerin birlikte çalışmanın hazırladıkları modellere farklı yorumlar getirmelerine katkıda bulunduğunu fark etmeleri sağlanır (**D16.3, E3.3, E3.5**).

b) Öğrencilerden bilimsel DNA replikasyonu modellerini güvenilir kaynaklardan araştırmaları ve modeli oluşturan temel yapıları inceleyerek bu yapıları kendi modellerini oluşturan bileşenler ile karşılaştırmaları istenir (**E3.10**). Kendi modellerinden hangisinin şu an kabul gören modele en yakın olduğuna karar vermeleri ve elde ettiği kanıtlara göre modellerini yenilemeleri beklenir (**KB3.1**).

BİY.12.2.3

a) Öğrencilere “Her gen bir ürün oluşturur mu?”, “Her genin sadece bir ürünü mü vardır?”, “Genetik bilginin ürüne dönüşüm süreçlerinde gen, genetik kod, transkripsiyon ve translasyon arasında nasıl bir hiyerarşik bağlantı vardır?” soruları sorularak konu hakkında merak uyandırılır (**E1.1**). Genetik bilginin yapısal birimlere dönüşüm sürecini gösteren interaktif araçlar, bilgisayar tabanlı simülasyonlar, basit öğrenme şemaları, videolar/animasyonlar veya ders kitabı kullanılarak öğrencilerin genetik bilginin yapısal birimlere dönüşüm sürecinde görev alan temel bileşenleri ve bu bileşenlerin işleyişini (transkripsiyon ve translasyon) belirlemeleri sağlanır (**OB4**).

b) Öğrencilerden belirledikleri temel bileşenler ve bu bileşenlerin işleyişinden yola çıkarak gen, genetik kod, transkripsiyon ve translasyon sürecinde etkili yapısal ve fonksiyonel bileşenleri belirlemeleri beklenir. Bu süreçte promotor bölgelerinin dizileri (TATA ve TAAT), transkripsiyon faktörleri ve ökaryotik mRNA işlenmesi süreçlerine değinilmez. Öğrencilerden gen ifadesinin oluşmasında transkripsiyon ve translasyon süreçlerinin eş güdümlü olarak çalışmalarının gerekliliğini sorgulamaları, bu eş güdümlü nasıl sağlandığı hakkında akıl yürütmeleri ve belirledikleri temel bileşenler arasındaki hiyerarşik bağlantıları tespit etmeleri istenir (**E3.6**).

BİY.12.2.4

a) Kalıtsal hastalıklar ve genetik mutasyonlarla ilgili vaka çalışmaları sunularak, gerçek hayattan örnekler verilerek, genetik yapıdaki değişikliklerin canlı yaşamına etkileri ve DNA’da meydana gelen her hasarın kalıcı olup olmadığıyla ilgili sorular sorularak öğrencilerde merak uyandırılır (**E3.10**). Ultraviyole (UV) ışığın neden olduğu DNA hasarının nasıl tamir edildiğini gösteren bilimsel çalışma öğrencilere sunulur. Öğrencilerden genetik yapıdaki değişiklikler ve bu değişikliklerin canlı yaşamına etkileriyle ilgili verilen örnekleri bu çalışma bağlamında sorgulamaları istenir.

b-c) Heterojen gruplar oluşturulur. “Mutasyonlara neden olan etmenler nelerdir?”, “Mutasyonların etkileri nasıl gerçekleşir?”, “Yüksek rakımlı bölgelerde yaşayan insanların oksijen kullanımındaki farklılıklar mutasyonlarla açıklanabilir mi?”, “Bazı bireylerin COVID-19 gibi enfeksiyonlara karşı daha dayanıklı olması genetik farklılıklarla ilişkili olabilir mi?”, “Aynı ilacı kullanan iki kişide ilacın farklı etki göstermesi genetik mutasyonlarla ilişkili olabilir mi?” gibi sorular sorularak öğrencilerden soruların cevaplarını bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan araştırmaları istenir. Öğrencilerin elde ettikleri bilgiler ışığında, genetik yapıdaki değişikliklerin olumlu ve olumsuz etkilerini değerlendirmeleri beklenir. Ayrıca bu değişikliklere yol açan faktörleri analiz ederek neden-sonuç ilişkileri kurmaları hedeflenir (**OB1**). Bu süreçte mutasyon çeşitlerine değinilmez. Her gruptan akıl yürütme sonucunda ulaştıkları çıkarımları kullanarak rapor hazırlamaları ve hazırladıkları raporları sunmaları istenir. Rapor ve sunum; öz değerlendirme, grup değerlendirme ve akran değerlendirme ile değerlendirilebilir (**E3.5**).

Öğrencilerden bireysel olarak genetik yapıdaki değişikliklerin canlı yaşamına etkilerine yönelik öğrenme günlüğü hazırlamaları istenebilir. Öğrenme günlüğü, puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BİY.12.2.5

a) Heterojen gruplar oluşturulur. Gruplara Mendel kalıtım ilkelerinin geçerli olduğu farklı genetik problemler verilir. Öğrencilerden grup içinde problemlerle ilgili sorular sormaları ve problemlerin olası sonuçlarını düşünmeleri istenir (**E3.8, OB7**). Çalışma yaprağında veya ders kitabında Mendel’in kalıtımla ilgili monohibrit çaprazlama, dihibrit ve kontrol çaprazlamaya ilişkin genel ilkeleri verilerek öğrencilerden verilen problemleri bu ilkeler çerçevesinde yapılandırmaları istenir.



b-c-ç-d) Öğrenci gruplarından; problemlerde verilen genotip ve fenotip özelliklerini, aileler arasındaki baskınlık-çekiniklik durumlarını ve çaprazlamalar sonucu oluşabilecek genotip/fenotip oranlarını özetlemeleri istenir. Öğrencilerden problemlerde verilen çaprazlama ile ortaya çıkacak genotip ve fenotip oranlarını tahmin etmeleri, problemlerin çözümünde Mendel'in kalıtımla ilgili ilkelerini akıl yürüterek yorumlamaları, problemlerin çözümü için değerlendirmede bulunmaları, problemlerle ilgili çaprazlamaları yapmaları, genotip ve fenotip oranlarını belirlemeleri ve problemleri çözmeleri beklenir (**E3.2**). Öğrenci gruplarından problemlerin çözümüne ilişkin değerlendirmede bulunmaları, problemlerin farklı çözümlerinden hareketle kalıtımla ilgili yeni bilgilerini yapılandırmaları istenir (**OB7, E3.7**). Bu süreçte epistasi, pleiotropi ve epigenetik kavramlarına değinilmez. Öğrencilerden verilen durumları/problemleri "yapılandırma, özetleme, veriye dayalı tahmin etme, çözüme yönelik tahmin etme, akıl yürütme ve çözüme ilişkin değerlendirme" basamaklarını içerecek şekilde cevaplamaları istenir. Cevaplar, bu basamakların ölçüt olarak yer aldığı analitik dereceli puanlama anahtarı ile puanlanabilir.

BiY.12.2.6

a) "Anne ve baba arasındaki kan grubu uyumsuzlukları gebelikte ve doğumda sorun oluşturur mu?", "Kan nakillerinde farklı kan gruplarına sahip bireyler arasında alışveriş mümkün mü?" gibi sorularla konuya dikkat çekilir (**E1.1**). Öğrencilerin kan gruplarının niteliklerine ilişkin bilgi ihtiyaçlarının farkına varmaları sağlanır.

Öğrenciler gruplara ayrılır. Gruplardan kan grubu uyumsuzluğu olabilecek durumların tespit edilmesi için kan gruplarını belirlemeye yönelik sorular oluşturmaları ve deney tasarımları istenir. Öğrenciler, kan gruplarının nitelikleri ile ilgili verilen çalışma yaprağından veya ders kitabından bilgileri toplar; topladıkları bilgileri özetler ve kan grupları ile ilgili deney yapmak üzere sentezler (**OB1, OB7**). Öğrencilerden tasarladıkları deneyleri gerçekleştirerek kan grubu uyumsuzluğunu tespit etmek için kan gruplarını belirlemeleri istenir. Gruplar, iş birliği içinde kan gruplarını belirleme deneyini yaparken olası hata kaynaklarını en aza indirmek için alabilecekleri tedbirler hakkındaki düşüncelerini grup arkadaşları ile paylaşır. Farklı düşünceler üzerinde saygı çerçevesinde uzlaşma sağlayıp hata kaynaklarını ortadan kaldıracak tedbirleri alır (**SDB2.2, D14.1**).

b) Öğrenciler, deney sonuçlarının analizini yapar. Sonuçları bir deney raporu hazırlayarak sunar. Kan gruplarını belirleme deneyi sonunda gruplardan deney sonuçlarının eş baskınlık ve çok alellilikle ilgili günlük yaşam durumlarıyla ilişkisini kurmaları istenir.

BiY.12.2.7

a-b) Öğrencilerden verilen örnek aile soyağaçlarını incelemeleri ve soyağacında kalıtımın eşeye bağlı olarak gerçekleşebileceğini göstermeleri beklenir. Farklı soyağaçlarını modelleyerek soyağacında atalardan aktarılan kalıtsal özellikler ile ilgili verileri toplamaları ve topladıkları verileri kullanarak oluşturdukları modelleri düzenlemeleri istenir (**E3.3**). Eşeye bağlı olarak kalıtılan farklı özellikleri modeller üzerinden test etmeleri ve oluşturdukları soyağacı modellerini birbirleriyle paylaşmaları istenir (**OB4, D16.3**).

c) Öğrencilerden soyağacı modellerini üzerinden elde ettikleri sonuçlara dayanarak genellemeler yapmaları beklenir. Örneğin öğrenciler, belirli bir özelliğin aile içinde nasıl aktarıldığına dair genel bir kural oluşturabilirler.

ç-d-e) Öğrenciler, farklı ailelerin veya grupların soyağaçlarını kullanarak kalıtım desenlerini karşılaştırabilir ve bu desenlerdeki farklılıkları inceleyebilirler. Öğrencilerden eşeye bağlı kalıtım sonuçlarıyla ilgili genellemeler yapmaları istenir. Eşeye bağlı kalıtsal özellikleri bilim insanlarının şu an kabul gören genellemeleriyle karşılaştırmaları ve kendi yaptıkları genellemeleri geliştirmeleri beklenir.

BİY.12.2.8

a-b) Fenilketonüri, spinal müsküler atrofi (SMA) ve kistik fibrozis gibi farklı genetik hastalıklarla ilgili örnek bir durum sunulur. Öğrencilerden bu hastalıkların ortaya çıkmasını engelleme konusunda genetik testlerin ve genetik danışmanlığın önemi ve rolü ile ilgili merak ettikleri konuları belirlemeleri ve sorular oluşturmaları istenir (**E3.8**). Öğrenciler, oluşturdukları soruları birbiriyle paylaşarak araştıracakları temel sorulara dönüştürür.

c-ç-d) Öğrenciler, genetik testler ve genetik danışmanlık konusunda sordukları soruların cevaplarını bulmak için bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan bilgi toplar veya Genetik Hastalık Tanı Merkezinden sınıfa davet edilecek genetik uzmanları ile görüşme yapar (**OB1, OB2**). Öğrencilerden genetik uzmanından aldıkları bilgilerin doğruluğunu bilimsel kaynaklarda veya ders kitabında yer alan bilgilerle karşılaştırarak değerlendirmeleri istenir. Bu süreçte, akraba evliliklerinin otozomal resesif hastalıkların görülme sıklığını artırabileceği ve bu nedenle genetik risklerin belirlenmesinde genetik danışmanlığın kritik bir rol taşıdığı vurgulanır.

Öğrenciler, topladıkları bilgileri analiz ederek genetik testlerin ve genetik danışmanlığın genetik bozukluklar ve bu bozuklukların neden olduğu hastalıklar ile ilgili problemlerin çözümünde nasıl bir öneme sahip olduğuna ilişkin çıkarım yapar (**E3.6, D13.4**). Öğrencilerin yaptığı çıkarımlar, günlük hayatta benzer durumlar ile ilişkilendirilir (**SDB2.3**). Öğrenciler, genetik bozukluklara ilişkin edindikleri bilgileri aileleriyle paylaşmaları konusunda teşvik edilir (**D2.2**).

Öğrencilere seçecekleri genetik bir bozukluk hakkında bilimsel veri ve bilgilerden yararlanarak araştırma yazısı yazmaya yönelik performans görevi verilebilir. Bu araştırma yazısında öğrencilerden belirledikleri genetik bozukluğun Türkiye'de görülme oranına, nedenlerine ve bu bozukluğa ilişkin alınması gereken önlemlere yer vermeleri; genetik testlerin ve genetik danışmanlığın önemini vurgulamaları beklenir. Öğrenciler, yazıda ele aldıkları genetik bozukluğun tedavisini genetik danışman rolünde açıklamalı ve ortaya koydukları tüm fikirleri bilimsel bilgi ve verilerle desteklemelidir. Araştırma yazısı, analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

BİY.12.2.9

a-b) Öğrenciler gruplara ayrılır. Her bir gruptan geleneksel ve modern biyoteknolojinin çevre, ziraat, tıp, endüstri gibi uygulama alanlarından birini seçmeleri istenir (**E1.2**). Gruplar, seçtiği alana ait uygulamalar (ilaç, aşı, hormon üretimi, hücre ve doku kültürü, adli tıp vb.) hakkında bilgi toplamak için kullanacağı araçları belirler. Öğrencilerden belirledikleri biyoteknoloji uygulama alanlarıyla ilgili bilgileri toplamaları beklenir.

c-ç) Öğrencilerden bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan elde ettikleri bilgiler arasında ilişki kurarak bilgilerin doğruluğunu değerlendirmeleri istenir (**OB1**). Öğrencilerin değerlendirme sonucunda doğruladıkları bilgileri kaydetmeleri sağlanır. Öğrenciler, öğrendikleri bilgileri kullanarak biyoteknoloji ve uygulamaları ile ilgili bilgi görseli oluşturur ve oluşturdukları bilgi görsellerini sınıf ortamında paylaşır (**OB4**). Hazırlanan bilgi görselleri, puanlama anahtarları ile değerlendirilebilir.

BİY.12.2.10

a-b-c) Öğrenci grupları oluşturulur. Gruplardan genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO), canlı klonlama, yeni nesil aşılarda, embriyo araştırmaları, CRISPR-Cas uygulamaları, kök hücre teknolojileri gibi farklı biyoteknolojik uygulamalardan birini seçmesi ve seçtikleri konuyu etik açıdan sorgulamaya yönelik araştırma yapması istenir (**E1.6, E3.9, D5.1**). Paylaşılan konular arasından bir münazara konusu belirlenerek gruplar oluşturulur. Öğrenciler, etik açıdan sorgulayacakları konu ile ilgili görüşlerini destekleyen bilgi ve kanıtlar toplamaları konusunda yönlendirilir (**E1.3, E2.2**). Münazara sürecinde öğrencilerden biyoteknoloji uygulamalarının etik ilkelere uygunluğu konusunda akıl yürütmeleri ve çıkarımlarını yansıtılmaları beklenir (**SDB3.3, E3.10**). Münazara süreci kontrol listesi ile değerlendirilebilir.



FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme Öğrencilerden DNA izolasyonu, polimeraz zincir reaksiyonları ve DNA analizi işlemlerinin yer aldığı bir animasyon filmini alt yazılı veya seslendirmeli olarak hazırlamaları istenebilir. *DNA replikasyonunda kromozom uçlarında meydana gelen problemin ne olduğunu, bu problemin önlenmesi için hücrelerde oluşturulan mekanizmaları ve kanser hastalığının uç problemiyle ilişkisini araştırmaları istenebilir. Öğrencilere biyolojik verilerin toplanması, depolanması, analizi ve yorumlanması için biyoinformatik disiplinin kullanım alanlarının ve toplumsal faydalarının araştırılmasına yönelik proje ödevi verilebilir ve öğrencilerden elde ettikleri bilgileri kullanarak bilgi görseli hazırlamaları istenebilir.

*Öğrencilere ökaryotik mRNA'ların transkripsiyon sonrası olgunlaşma sürecinde ne tür değişikliklere uğradıklarını, bu süreçte ribozimlerin görevlerini, intron ve ekzon kavramlarını içeren araştırma projesi verilebilir.

Öğrencilerin genetik bilgideki mutasyon çeşitlerini (nokta mutasyonları, çerçeve kayması, baz ekleme/çıkarma, translokasyon vb.) sınıflandırarak hücrelerin bu mutasyonlar için geliştirdikleri tamir/koruma mekanizmalarını artırılmış gerçeklik uygulamaları ile incelemeleri sağlanabilir.

Öğrenciler; kalıtımda epistasi, pleiotropi ve epigenetik kavramlarını örnekleriyle araştırarak sınıfta konuyla ilgili sunum yapabilir.

Öğrencilerden eş baskınlık ve çok alellilik örneklerini günlük yaşam durumlarıyla ilişkilendirmeleri istenebilir. Örneğin hastalık direnci, adaptasyon ve türler arası etkileşimler gibi konularda bu genetik özelliklerin nasıl rol oynayabileceğini araştırabilirler.

Öğrencilerden mitokondriyal kalıtımı, mitokondriyal DNA'nın nesilden nesile nasıl geçtiğini ve mitokondriyal hastalıkların nasıl oluştuğunu araştırmaları istenebilir. Genetik testlerin farklı türlerini, bu testler aracılığıyla genetik risk faktörlerinin, hastalıkların ve genetik özelliklerin nasıl belirlenebileceğini araştırmaları istenebilir. Öğrencilerin genetik testlerin sağlık hizmetlerine (hastalıkların erken teşhisi, kişiselleştirilmiş tedavi planları ve genetik yatkınlığın belirlenmesi vb.) nasıl katkıda bulunduğunu tartışmaları sağlanabilir.

Öğrencilerden biyoteknolojinin farklı uygulama alanlarına yönelik bir tasarım ve inovasyon projesi hazırlamaları istenebilir.

Destekleme Nükleik asitlerin bileşenlerinin ve farklı türlerinin yer aldığı görseller veya animasyonlar kullanılabilir.

DNA replikasyonu, drama tekniği kullanılarak gösterilebilir. Bu yolla DNA replikasyonunun somutlaştırılması ve daha kolay anlaşılması sağlanabilir.

Transkripsiyon ve translasyon animasyonları kullanılarak kod, kodon, antikodon, anlamlı zincir kavramları ile mRNA, tRNA, rRNA gibi yapıların görevleri somutlaştırılabilir.

Kan gruplarının belirlenmesi için gerekli materyallerin temin edilemediği durumlarda sanal laboratuvarlardan video, animasyon ve örnek simülasyonlar gösterilerek konunun daha iyi anlaşılması sağlanabilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



