

**ZORUNLU EĞİTİM MÜFREDATINDA
EVRİMSEL BİYOLOJİ KONUSUNUN
YER ALMASININ VE KAPSAMININ ARTIRILMASININ
GEREKLİLİĞİ HAKKINDA**

Milli Eğitim Bakanlığı ve ilgili kurullarına sunulmak üzere hazırlanmıştır.

Ekoloji ve Evrimsel Biyoloji Derneği
Moleküler Biyoloji Derneği
Biyologlar Dayanışma Derneği
Ankara Üniversitesi Antropoloji Bölümü
Bilkent Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü
Boğaziçi Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü
Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü
Ortadoğu Teknik Üniversitesi Biyolojik Bilimler Bölümü

şubat 2017

ZORUNLU EĞİTİM MÜFREDATINDA EVRİMSEL BİYOLOJİ KONUSUNUN YER ALMASININ VE KAPSAMININ ARTIRILMASININ GEREKLİLİĞİ HAKKINDA

ÖZET

Bu metin, ilköğretimde Fen ve Teknoloji ile ortaöğretimde Biyoloji dersleri müfredatlarında evrimsel biyolojinin yer almasının ve ayrıntılı olarak işlenmesinin neden gerekli olduğunu açıklamaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından duyurulan 2017-2018 Biyoloji ortaöğretim taslak öğretim programında evrimsel biyoloji konusunda tespit etmiş olduğumuz eksikliklerden yola çıkarak hazırlanmıştır. Metinde ve ekinde, gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkenin (İngiltere, İran, Finlandiya vd.) biyoloji müfredatlarında evrim konusunun Türkiye’den çok daha kapsamlı bir biçimde işlendiği ortaya konmuştur. Türkiye’de evrimsel biyoloji konusunda araştırmalar gerçekleştiren bilim insanlarının, evrimsel biyoloji konusunun ilköğretim ve ortaöğretim derslerinde güncel bilgiler ışığında ne şekilde yer alması gerektiği konusunda Milli Eğitim Bakanlığı’na ve ilgili kurullarına her türlü desteğe hazır olduğu vurgulanmıştır.

Evrimsel Biyolojinin Modern Yaşam Bilimleri Araştırmalarındaki Yeri

Evrim kuramı temel bilimlerde yaygın olarak kabul gören “atom kuramı”, “görelilik kuramı” veya “kinetik kuram” gibi yaşadığımız evreni bilimsel olgularla açıklayan en önemli kuramlardan birisidir. Evrim kuramı, günümüzde “hücre kuramı” gibi yaşam bilimlerinin en temel paradigmaları arasında yer almaktadır.

Türkiye kamuoyundaki yaygın bir görüşün aksine günümüzde yaşam bilimleri alanında evrim konusunda herhangi bir belirsizlik veya tartışma bulunmamaktadır. Canlıların ortak kökeni ve mutasyon ve doğal seçim yoluyla zaman içinde değiştikleri temel birer **olgu** olarak görülmektedir. Yürütülen araştırmalar ise bu olgunun mekanizmalarını incelemekte ve açıklamaktadır.

Evrimsel biyoloji 21. yüzyılda yaşam bilimlerinin en hızlı gelişen alanlarından biridir. Evrim basit bir ‘hipotez’ değil, kanserle mücadelede robotiğe, nanoteknolojiden ekosistemlerdeki madde dönüşümüne çok çeşitli alanlarda uygulamaların temelini oluşturan veya bunlara ilham kaynağı olmuş bir kuramdır. Günümüzde, tarımdan nanoteknolojiye, tıp ve eczacılıktan doğanın korunmasına kadar birçok alanda katma değeri yüksek buluşlar evrimsel biyoloji bilim dalının bulgularına dayanmaktadır.

Yükseköğretim Kurulu’nun referans kabul ettiği Science Citation Index Expanded listesinde doğrudan evrimsel biyoloji konulu 32 akademik dergi yayınlanmaktadır, bunlar arasında onyıllardır basılan *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, *Evolution*, *Journal of Human Evolution*, *Journal of Molecular Evolution*, *Molecular Biology and Evolution*, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *Trends in Ecology & Evolution* sayılabilir. Bu dergi ve makalelerin sayısı yıldan yıla artmaktadır. Muteber doğa bilimleri dergisi *Nature*, 2017 yılında *Nature Ecology and Evolution* başlıklı yeni bir aylık dergi yayınlamaya başlamıştır. Bu gibi alana özel dergilerin dışında genel yaşam bilimleri ve fen bilimleri dergilerinde her yıl yayınlanan on binlerce makale de evrimsel biyoloji ve ilgili alanlarında yapılan çalışmaları

tanıtmaktadır. Web of Science veri tabanına göre yalnızca 2016 yılında evrimsel biyoloji konulu 75.012 makale yayınlanmıştır.

Evrimsel biyolojinin önemi, bu konuda bilimsel araştırmalara kamu ve özel kurumlarca aktarılan maddi ve akademik kaynaklardan da anlaşılabilir. Örneğin, Türkiye'nin de parçası olduğu Avrupa Konseyi Horizon 2020 programının en muteber bilimsel araştırma destek programı olan ERC'nin yaşam bilimleri alanındaki dokuz panelinden biri "Evrimsel Biyoloji ve Çevre Biyolojisi"dir. Bu panele 2008-2016 yılları arasında başvuran yaklaşık 2000 projeden 250'si, toplam 486 milyon avro bütçeyle desteklenmiştir. Almanya'da yalnızca evrimsel biyoloji araştırmaları için kurulmuş ve yılda on milyonlarca dolar bütçelere sahip araştırma enstitüleri mevcuttur (Max Planck Evrimsel Antropoloji Enstitüsü ve Max Planck Evrimsel Biyoloji Enstitüleri). ABD'de Harvard ve Princeton gibi üniversitelerin Evrimsel Biyoloji Bölümleri bulunmaktadır.

Türkiye'de ise 2015 TÜBİTAK ARBİS verilerine göre çalışma alanını "Evrimsel Biyoloji" olarak belirten 92 araştırmacı, ilişkili alanlardan "Popülasyon Biyolojisi" olarak belirten 284 araştırmacı bulunmaktadır. Bu sayı genç araştırmacılarla birlikte her geçen gün artmaktadır.

Evrimsel Biyolojinin Kapsamlı Öğretiminin Türkiye'nin Eğitim ve Kalkınma Hedefleri Açısından Önemi

İlköğretim Fen ve Teknoloji dersi ve ortaöğretim Biyoloji dersi müfredatlarının evrimsel biyolojiyi temel alarak düzenlenmesi için üç ana sebep bulunmaktadır:

1. Öğrencilerin canlıların ortak kökene sahip oldukları, zaman içinde değiştikleri, doğal seçim yoluyla çevre koşullarına adapte olabildikleri yönündeki olguları kavraması, yaşam bilimleri alanındaki temel kavramları (örneğin kalıtım, canlı çeşitliliği, ekoloji) bütünleştirmeleri ve daha önemlisi anlamaları için gereklidir. Örneğin müfredatta 9. ve 10. sınıflarda işlenen küresel iklim değişikliğinin ülkemizin canlı çeşitliliğine etkisinin kavranmasında evrimsel bakış açısı zorunludur. Öğrenciler, (1) türleşmenin nadir bir olay olduğunu, (2) türlerin adaptasyon hızlarının sınırlı olduğunu, (3) türlerin yok olabildiğini kavradıkça küresel iklim değişikliği ve canlı çeşitliliğinin azalmasının neden ülkemiz için bir tehdit oluşturduğunu anlayamayacaklardır. Milli Eğitim Bakanlığı'nın "biyoloji okuryazarlığının geliştirilmesi" hedefine yaklaşmak için, Fen ve Teknoloji dersi ile Biyoloji dersleri müfredat ve ders kitaplarında, evrimsel biyoloji konularının etkili ve eksiksiz bir şekilde anlatılması zorunludur. Öğrencilerimizin uluslararası düzeyde başarıları (örneğin PISA gibi testlerde performansları) açısından da evrim konusunda yetkin olmaları önemlidir.

2. Evrimsel mekanizmaların *toplum tarafından* doğru kavranması sağlık, ziraat, çevre koruma gibi birçok alanda maddi öneme sahiptir. Evrimsel biyolojinin farklı alanlarda uygulamalarına ve gelişkin bir evrim öğretiminin sağlayacağı kazanımlar için çok sayıda örnek verilebilir:

- a. Sağlık Bakanlığı'nın Ocak 2017'de duyurduğu üzere Türkiye, OECD ülkeleri arasında yanlış antibiyotik kullanımı konusunda başı çekmektedir; hatta Bakanlık bu nedenle "Akılcı Antibiyotik Kullanımı" başlıklı özel bir program başlatmak zorunda kalmıştır. Bu tehlikeli gelişmenin gerisinde ise hekimlerimizin evrimsel değişim mekanizmalarını

yeterince kavramadıkları gerçeği yatmaktadır. Oysa evrimsel süreçler hekimler ve toplum tarafından yeterince özümsemiş olsaydı bu pahalı önlemlere gerek duyulmayacaktı.

- b. Benzer bir sorun ülkemizde çiftçilerin aşırı antibiyotik veya pestisit kullanımınıdır. Bu gibi konuların Fen ve Teknoloji ve Biyoloji derslerinde izole vakalar şeklinde ve yüzeysel olarak, altyapılarını oluşturan evrimsel mekanizmalar anlatılmadan ele alınması yetersizdir.

Kısacası, sağlıktan çevreye kadar tüm konuların evrimsel biyoloji ekseninde ve birbirleriyle ilişkileri öne çıkarılarak anlatılması öğrencilerin ve toplumun bu konulardaki kavrayışını ve algı düzeyini artıracaktır. Bu da topluma ve ekonomiye katkı sağlayacaktır.

3. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından 2015 yılında yayınlanan Biyoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı'nda ifade edildiği gibi Türkiye önümüzdeki yıllarda yaşam ve sağlık bilimleri alanlarında uluslararası düzeyde öne çıkmayı, bilgi ve teknoloji üretir seviyeye gelmeyi hedeflemektedir. Bunun için dünyayla rekabet edebilecek çapta genç araştırmacı yetiştirilmesi zorunludur. Canlılığın kökeni ve değişim mekanizmalarını yeterince tanımayan, yani evrimsel biyolojiye hakim olmayan gençlerin uluslararası düzeyde bilim ve teknoloji üretiminde rekabet edemeyeceği açıktır. Türkiye'nin evrimsel biyoloji araştırmalarında öne çıkması, yukarıda bahsedilen Avrupa Horizon 2020 gibi uluslararası fonlardan ülkemize aktarılacak on milyonlarca avro değerindeki kaynaklardan yararlanmamızı sağlayacaktır. Aynı zamanda coğrafyamıza ait önemli sorunların çözülmesinin yolunu açacaktır. Örneğin:

- a. İnsan genetik hastalıklarının anlaşılması ve bunlara dönük tedaviler geliştirilmesi için evrimsel yöntemler şarttır. Örneğin Türkiye Sağlık Enstitüleri tarafından 2016 yılında duyurulan "Türk Genom Projesi"nde nadir genetik hastalık alellerinin haritalanması hedeflenmektedir. Bu işlemde insan genomunun akraba türlerin genomlarıyla karşılaştırması gerekecektir. Bu çalışmaları yürütecek bilim insanlarının evrim kuramını doğru kavramış olmaları bir zorunluluktur.
- b. Türkiye'nin insan popülasyon tarihinin ve yaygın gözükten genetik hastalıklarının tarihsel sebeplerinin anlaşılması için de popülasyon genetiği ve evrimsel biyoloji gereklidir. Örneğin bugün coğrafyamızda Akdeniz anemisi veya Ailevi Akdeniz Ateşi gibi hastalık alellerinin yüksek frekansta bulunmalarının muhtemel açıklaması geçmiş dengeleyici seçim süreçleridir.
- c. Kuş gribi, domuz gribi ya da KKKA gibi salgın hastalıkların kaynaklarının hızlı tespiti ve doğru önlem alınması için yine evrimsel biyolojiye hakim, hatta bu alanlarda yeni yöntemler geliştirecek donanımda araştırmacılara ihtiyaç vardır.
- d. Kanserin evrimini engelleyecek etkinlikte terapiler geliştirilmesi için evrimsel mekanizmaları iyi tanıyan hekimlere ihtiyaç vardır.
- e. Türkiye'nin sahip olduğu biyoçeşitlilik çok değerli bir kaynaktır. Örneğin ülkemizde 3000 endemik bitki tür bulunduğu tahmin edilmektedir. Bu türlerin tespiti, tanınması ve korunması için canlı türleri arasındaki evrimsel ilişkilerin analizi, ayrıca popülasyon genetiği modelleri geliştirilmesi temel önemdedir.
- f. Biyoteknolojinin pek çok dalında doğal seçim ilkeleri kullanılmaktadır. Örneğin eczada yeni moleküllerin geliştirilmesi için kullanılan protokollerde mutasyon ve seçim ilkeleri uygulanmaktadır.

Bu alanlarda genç araştırmacılarımızın yeni bilgi üretmelerini sağlayacak derinlikte bir kavrayış ve bilgi birikimi, ancak ilk ve ortaöğretim düzeyinde sağlam bir evrim öğretiminin

üzerine inşa edilebilir. Üniversite öğretimi yeterli olmayacaktır. Kısacası, Türkiye'nin yaşam ve sağlık bilimleri alanlarında ilerlemesi ve hedeflerine ulaşması ancak erken yaşta kuvvetli bir evrim eğitimi ile mümkündür.

Evrım konusunun ilköğretim ve ortaöğretim müfredatında durumu

Evrımsel biyolojinin yaşam bilimleri ve diğeri birçok araştırma alanındaki önemine rağmen, toplum tarafından yanlış ve/veya eksik kavranmasının genel olarak evrim konusunun öğretim programlarında yeterince yer bulmamasından kaynaklandığı son yıllarda birçok ülke tarafından kabul edilmiştir. Bu ülkelerde evrimsel biyoloji okul müfredatına ilkokul, hatta ana okuldan itibaren dahil edilmeye başlanmıştır.

Bu raporun ekinde evrimsel biyolojinin çeşitli ülke müfredatlarındaki yerine dair örnekler aktarılmaktadır. Bunlar Milli Eğitim Bakanlığı'nın 2017 Ocak ayında açıkladığı taslak müfredat planında konunun yer alışı biçimiyle karşılaştırıldığında, hem ilköğretim hem de ortaöğretim seviyesinde evrimsel biyolojinin Türkiye'de uluslararası standartlara kıyasla son derece eksik işlendiği ortaya çıkmaktadır.

Türkiye'de ilköğretim müfredatında evrimsel biyoloji

Türkiye'de 2013 yılına kadar yürürlükte kalan 8. sınıf Fen ve Teknoloji ders müfredatında yer alan ve 2013 yılında müfredattan çıkarılan "doğal seçilim, adaptasyon, mutasyon, modifikasyon" gibi evrimsel biyolojiye ait kavramlar, 2017 yılında önerilen taslak programa yeniden eklenmiştir. Bu kanımızca olumlu bir gelişmedir. Fakat 2013 yılında müfredattan çıkarılan "evrim kuramı" yeniden müfredata eklenmemiştir.

Türkiye'de ortaöğretim müfredatında evrimsel biyoloji

Türkiye'de 2013 yılından beri yürürlükte olan Biyoloji müfredatında sadece 12. sınıfta yer alan evrim kuramı konusu "Hayatın Başlangıcı ve Evrim" ana başlığı altında, halihazırda yetersiz bir şekilde yer alırken (toplam 9 saat), 2017 yılında önerilen taslak müfredatta "Hayatın Başlangıcı ve Evrim" ana başlığının tamamen çıkarıldığı görülmektedir. Söz konusu müfredatta, evrimsel biyolojiye ait bazı kavramların (adaptasyon, mutasyon, varyasyon, yapay seçilim) 12. sınıfın "Canlılar ve Çevre" ana başlığı altında yeterince detaylı ve sistematik olmaksızın yer aldığı, ancak "evrim" ve "doğal seçilim" kavramlarının müfredatın hiçbir yerinde geçmediği göze çarpmaktadır. Taslak programda bu ünitenin kazanımlarına bakıldığında;

"Çevre şartlarının genetik değişimlerin sürekliliğine olan etkisini açıklar.

a. Varyasyon, adaptasyon, mutasyon vb. kavramlar üzerinde durulur.

b. Bakterilerin antibiyotiklere karşı direnç geliştirmesinin nedenleri vurgulanır.

c. Herbisit ve pestisitlerin zaman içerisinde etkilerini kaybetmelerinin nedenleri üzerinde durulur."

Özellikle b ve c şıklarında yer alan kazanımların evrimsel biyolojiye dayanan bir arka planı olmadan öğrenciler tarafından anlaşılması mümkün değildir. Birinci şıkta yer alan kavramlar

doğal seçim mekanizmasına dair olmalarına rağmen “doğal seçim” teriminin kullanılmaması mantıksal bütünlüğü bozmaktadır. Ayrıca, kazanımlar arasında a şikkında yer alan kavramlar, aslında evrimsel biyolojiye ait terimlerdir, dolayısıyla bu terimlerin evrim kavramı (yani canlıların nesilden nesle değişimi) ekseninde anlatılması gerekmektedir.

Buna ek olarak, hayatın başlangıcı, türlerin oluşumu ve türlerin yok oluşu konuları taslak planda programdan tamamen çıkarılmıştır. Oysa ki evrimsel süreçlerin bütünsel olarak, hem mikro hem makro düzeylerde kavranması, örneğin öğrencilerin 9. sınıf konusu olan canlı çeşitliliğinin korunması gibi fen bilimlerinin diğer konularını kavramaları açısından temel önemdedir. Yalnızca evrim kuramını merkeze alan bir yaşam bilimleri müfredatı, hücre, kalıtım, canlı çeşitliliği, ekoloji gibi alanları birbirine mantıklı biçimde bağlayabilir. Kavramların eksik ya da birbirinden kopuk biçimde anlatılması ise öğrenmeyi olumsuz yönde etkileyerek bilimsel okuryazarlığın düşük kalmasıyla sonuçlanacak ve Türkiye’de bilimsel ve teknolojik gelişmeye ket vuracaktır.

Diğer ülkelerde evrim konusunun ilköğretim ve ortaöğretim kademelerindeki yeri

Farklı ülkelerin müfredatlarında evrim konusunun işlenişine dair yürüttüğümüz kısa bir derleme konunun ilköğretim ve ortaöğretim düzeylerinde işlendiğini göstermektedir. Evrimsel biyoloji hem kendi başına hem de başka konuların parçası olarak örnek olarak İngiltere, ABD, Gürcistan, Rusya, Kanada, İran, Portekiz, Finlandiya’da hem ilköğretimde hem ortaöğretimde, Ukrayna, Suriye, Mısır ve Pakistan’da ise ortaöğretimde öğretilmektedir (Ek 1).

Ek 1’de görüleceği üzere ilköğretim ve ortaöğretim müfredatları incelenen ülkelerin çoğunluğunda evrimsel biyoloji ilköğretimden itibaren yer almakta ve hepsinde lise biyolojisinde kapsamlı biçimde yer almaktadır. Evrim konusunun müfredatta yer almadığı bilinen tek örnek ise Suudi Arabistan’dır. Türkiye’nin evrim kuramı konusunda bu olumsuz örneği takip etmek istemeyeceği açıktır.

Genel değerlendirme ve öneriler

Türkiye’de hem ilköğretim hem de ortaöğretim eski ve yeni müfredatlarında evrim konusuna neredeyse hiç yer verilmemesi ve doğal seçim, türleşme ve evrim kavramlarının yer almaması, bilimsel okuryazarlığı geliştirmek ve bilim ve teknoloji üretimi hedefleriyle tezat oluşturmaktadır. Türkiye’nin gerek eğitimde gerekse bilim ve teknolojide gelecek dönem hedeflerine ulaşabilmesi için, Fen ve Teknoloji ile Biyoloji ders programlarının evrimsel biyoloji ekseninde oluşturulmasına ihtiyaç vardır.

Kanımızca eğitimde uluslararası düzeyde yüksek başarı gösteren ülkeler örnek alınmalı ve canlıların ortak kökeni ve evrim konusu ilköğretimin ilk aşamalarından itibaren müfredata girmelidir. İlköğretim çocukların canlılığa dair ilk genel bilgileri edindiği, çevreye karşı duyarlılık ve sağlıklı yaşam konusunda tutum geliştirdikleri önemli bir dönemdir. Bu kademede Fen ve Teknoloji dersi konuları öğrencilere evrimsel bir bakış açısını sağlayacak ve bu şekilde ileride görecekları konuları bütünleştirecek bir perspektifle sunulmalıdır. 5. sınıftan itibaren (“Canlılar ve Çevre” konusu) evrimsel biyoloji konuları müfredata girmelidir

(Ek-2). Canlı dünyasına evrim temelli bütünsel bakış açısının küçük yaşlarda nasıl kazandırılabileceği konusunda uluslararası eğitim literatüründe halihazırda birçok araştırma ve müfredat önerisi bulunmaktadır.

Ortaöğretimde ise 9. sınıf programında halihazırda yer alan “canlıların ortak özellikleri”, “hücre” ve “canlı çeşitliliği” konularıyla beraber “canlıların evrimi” konusu da müfredatta ayrı bir başlık olarak yer almalıdır. Evrim, 10. sınıfta yer alan “kalıtım”ın ve 11. sınıfta yer alan fizyoloji konusunun bir alt başlığı olarak yer almalı, örneğin eşeyli üremenin evrimsel önemi işlenmelidir. 12. sınıfta yer alan “Canlılar ve Çevre” başlığı “Evrım, Canlılar ve Çevre” olarak değiştirilmelidir (zira müfredatta bu bölümün içeriği canlılar ve çevre arasındaki *evrimsel* ilişkilerdir). Bu aşamada hem kısa erimli evrimsel değişimin farklı mekanizmaları, yani doğal seçim çeşitleri ve genetik sürüklenme, hem de uzun erimli evrimsel değişimin mekanizmaları, yani türlerin ortaya çıkışı, yok oluşu, karmaşık adaptasyonlar, körelmiş organlar gibi konular işlenmelidir. Ayrıca bu konular canlı çeşitliliği, iklim değişikliği, insan anatomisi, bulaşıcı ve genetik hastalıklar konularıyla da ilişkilendirilmelidir. Bu süreçte mümkün olduğunca Türkiye biyocoğrafyası bağlamında örnekler kullanılmalıdır. Evrim ile ilgili kavramların derste doğrudan incelenmesi bu konudaki yanlış algıların önüne geçecek ve “evrimin bilimsel olarak tartışmalı bir konu olduğu” yanlışını ortadan kaldıracaktır.

Bu öneriler doğrultusunda, evrimsel biyoloji dahil olmak üzere yaşam bilimleri konularının Fen ve Teknoloji ve Biyoloji programlarında işlenişini geliştirmek üzere Ekoloji ve Evrimsel Biyoloji Derneği, Moleküler Biyoloji Derneği, Biyologlar Dayanışma Derneği, ayrıca Ankara Üniversitesi Antropoloji Bölümü, Bilkent Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Biyolojik Bilimler Bölümü öğretim üyeleri olarak her türlü katkıyı koymaya, talep edilmesi halinde konu hakkındaki uluslararası literatür ve kaynakları derleyerek Milli Eğitim Bakanlığı yetkilileriyle paylaşmaya, müfredatın geliştirilmesi amacıyla ortak çalışmalar yürütmeye hazır olduğumuzu ifade etmek isteriz.

EK 1:

Finlandiya

Finlandiya'da doğa ve ekoloji eğitimi okul öncesi eğitimde başlamaktadır. Örneğin iklim olarak soğuk ve kış mevsiminin uzun geçtiği Finlandiya'da kış uykusuna yatan hayvanların bu adaptasyonu ve ekolojik avantajları basit evrim mekanizmaları anlatılarak öğretilmektedir.

2016 yılının Ağustos ayında revize edilen ilk ve ortaöğretim müfredatında, evrim kuramının sadece biyoloji dersinin konusu olmadığı, biyolojinin merkezinde olduğu bilgisi öne çıkarılmıştır. 7. sınıftan itibaren (13 yaş grubu) evrim kuramı kapsamlı ve detaylı bir biçimde irdelenmeye başlanır. Canlıların sınıflandırılması ve evrilmesi konusunun, öğrenciler için eğlenceli olan dinazorlar konusuyla bütünleştirilerek ele alınması dikkat çekmektedir.

Lise düzeyinde (16-18 yaş grubu) biyoloji eğitimi toplam beş kitaptan oluşmaktadır. Bunlardan ilki olan ve Lise 1 düzeyinde bütün öğrencilere mecburi okutulan BIOS1 kitabı, 2016 yılında yeni eğitim müfredat reformu ile evrim içeriği daha zenginleştirilmiş, biyoloji eğitimi evrim kuramı bağlamında yapılandırılmıştır. Kitabın "Canlılar Dünyası" (Fince: *Eliömaailma*) olan adı "Yaşam ve Evrim" (Fince: *Elämä ja evoluutio*) olarak değiştirilmiştir. BIOS1 kitabı biyolojik çeşitliliğin evrimsel ve uyumsal kökenlerini özellikle somut araştırma örnekleri üzerinden detaylı bir biçimde işlemektedir.

BIOS4 ise insan ve evrimi ağırlıklıdır. Bu kitapta, özetle insanın evrimi, anatomisi, fizyolojik karakterlerinin önemi ve nasıl çalıştığı, bu karakterlerin farklı coğrafi bölgelerde ne tür uyumsal farklılıklar gösterdiği, anatomik ve genetik düzeylerde işlenmektedir. Serinin diğer kitapları da biyolojideki diğer konuları evrim merkezli bir bakışla ele almaktadır.

Görüldüğü üzere 2017 yılında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından model olarak benimsendiği açıklanan Finlandiya müfredatında evrim konusunun işlenişi hem mevcut hem de önerilen yeni biyoloji müfredatıyla karşılaştırılamayacak düzeyde daha kapsamlıdır.

Finlandiya BIOS1 ve BIOS4 kitaplarının kapakları:



Kaynak: İnan Lise 4. Sınıf Biyoloji Kitabı (15. baskı). Yazarlar: Mohammad Karamudini, Behrouz Shahsavan Behboodi, Vahid Niknam, Elaheh Alavi, Ali Al Mohammad. Yıl: 1395 (2016-2017). Basım yeri: Tahran.

İngiltere

İlköğretim kademesinde 3. sınıfta fosillerle tanışan öğrenciler, 4. sınıftan itibaren canlıların sınıflandırılmasını, insan türünün de hayvanlar aleminin bir üyesi olduğunu öğrenmektedirler. Bu şekilde öğrencileri konuya hazırlayan öğretim programına evrim kuramı, “Evrime ve Kalıtım” ana başlığıyla dahil olmaktadır. Canlıların zaman içerisinde değiştiğini, adaptasyonun evrim sürecinin bir sonucu olduğunu öğreten program, ayrıca Charles Darwin ve Alfred Wallace’a yer vererek, bilim insanlarının canlılığın evrimi fikrine hangi çalışmalar sonucunda vardıklarını ve evrim kuramını nasıl açıkladıklarını ayrı bir kazanım olarak içermektedir.

İngiltere’de 7 ila 9. sınıflarda (“Key stage 3”), biyoloji konuları kapsamında “Genetik ve Evrim” ana başlığı altında; türleşme, varyasyon, doğal seçim, genetik sürüklenme gibi evrimsel mekanizmalara, bunu takip eden seviyede (“Key stage 4”) ise “Evrime, Kalıtım ve Varyasyon” başlığı altında genom ve çevre etkileşimi, genetik varyasyon, evrimin kanıtları ve yapay seçim konularına geniş yer verildiği görülmektedir.

Kaynak:

<https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study>

ABD

ABD, gelişmiş ülkeler arasında birbirine bağlı iki özelliğiyle diğerlerinden ayrılmaktadır: Birincisi, eğitim sisteminin ülke (federal) düzeyinde değil, eyalet ya da daha küçük okul bölgeleri düzeyinde düzenlenmesi, ikincisi ise evrim eğitiminin süregelen tartışma konusu olmasıdır. ABD okullarındaki müfredatlar eyaletten eyalete (bazen okul bölgesinden okul bölgesine) değişiklik göstermektedir. Ancak 2013 yılında, 26 eyalet ve Amerikan Öğretmenler Birliği, Ulusal Araştırma Konseyi (NRC) ve Amerikan Bilimi İlerletme Birliği (AAAS) gibi ülkenin önde giden bilim ve öğretim kurumları, ortaklaşa hazırladıkları Yeni Nesil Bilim Standartlarını yayınlamışlardır (Next Generation Science Standards: <http://www.nextgenscience.org>). Bu standartlarda evrim konusu, yaşam bilimlerinin dört ana fikrinden birisi olarak, ilkökul ikinci sınıftan itibaren işlenmektedir. İlkokulda vurgu, yaşamın çeşitliliği ve bütünlüğü temasına yönelirken, ortaokul düzeyinde evrim kapsamında dört ana temaya vurgu yapılıyor: (1) canlıların ortak atadan geldiklerinin kanıtı, (2) doğal seçim, (3) adaptasyon, (4) insanlar ve biyoçeşitlilik. Lise seviyesinde ise evrim mekanizmaları hakkında daha detaylı ve sayısal çıkarımlar yapmayı sağlayacak yeteneklerin kazandırılması öngörülmektedir. Kısacası, Amerikan bilim ve eğitim toplumunun ortak kanısı olan bu standartlarda evrim, yaşam bilimlerinin en temel konseptlerinden birisi olarak ele alınmaktadır.

Kaynaklar: <http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/teach/index.php>

<http://www.madison.k12.ga.us/downloads/hscurremaps/biology.pdf>
<http://lakesidehs.dekalb.k12.ga.us/BiologyStandardsResources.aspx>

Gürcistan

2004 yılında eğitim müfredatını revize etmiş olan Gürcistan, evrimsel biyolojiye her kademedede yer vermektedir. İlkokul 3. ve 4. sınıfta fosiller ve soyları tükenmiş türler hakkında bilgi sahibi olan öğrenciler, 5. sınıfta evrimin temel kavramını öğrenmektedir. Ortaöğretimde ise evrimin kanıtlarını içeren müfredatla öğrenciler, evrimsel sürecin işleyişini, doğal seçilimin evrimsel sürece etkisini ve farklı disiplinlerden kanıtların evrim kuramını nasıl desteklediğini öğrenmektedir.

Kaynak:

<https://richarddawkins.net/2016/03/evolution-in-georgia-a-job-for-the-teacher-institute-for-evolutionary-science/>

Kanada

Eyaletler arasında farklılık gösterse de genel olarak evrimsel kavramlara ilkokul kademesinden itibaren yer veren Kanada'da, 11 -12. sınıflarda "Evrimsel" konularına geniş ve detaylı bir biçimde yer verilmekte, öğrencilerin soyları tükenmiş ve soylarını devam ettirebilmiş canlıların geçirdikleri evrimsel süreçleri, bu süreçlerin arkasındaki evrimsel mekanizmaları ve aynı zamanda evrimsel bakış açısının günümüzde nasıl ve hangi alanlarda kullanıldığını kavraması amaçlanmaktadır. Programda evrime dair bilimsel kanıtların öğrenciler tarafından analiz edilebilmesinin de amaçlandığı görülmektedir.

Kaynak: http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/2009science11_12.pdf

Portekiz

Portekiz'de evrim konuları ilköğretim müfredatında yer almamakta, ancak ortaöğretimde verilmektedir. Portekiz'in ilköğretim müfredatındaki bu eksiklik 2013 yılında yapılmış bir çalışmaya konu olmuş ve çok sayıda ülkede (İngiltere, Amerika, Kanada, Brezilya, Fransa ve Mozambik) türler arası çeşitlilik, soy ağacı, genetik, kalıtım, doğal seçilim, genetik sürüklenme ve sistematik gibi evrimsel biyoloji konularının ilköğretim müfredatlarında yer aldığı rapor edilerek, Portekiz ilköğretiminde de bu konuların işlenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Kaynak: <http://link.springer.com/article/10.1186/1936-6434-6-25>

Mısır - Suriye - Pakistan - Malezya

Mısır, Suriye ve Pakistan'da devlet okullarının fen bölümündeki öğrencileri için 10. sınıfta zorunlu ders olan Biyoloji müfredatında evrim kuramının yer aldığı görülmektedir.

Malezya'da zorunlu eğitim yılları içerisinde evrim konusu müfredatta yer almazken, 12. ve 13. sınıflarda medikal eğitim müfredatında evrim kuramı yer almaktadır. Suriye'de 12. sınıf Biyoloji dersinde evrim kuramının detaylandırıldığı görülmektedir. Pakistan'da sadece medikal eğitim alanları içeren 12. sınıf müfredatında evrim kuramının yer aldığı görülmektedir. Dört ülkenin hepsinde de evrimsel biyolojinin tarihi, Darwin'in tanımladığı evrim kuramı, doğal seçilim, mutasyon, genetik sürüklenme ve kavramlarının yer aldığı görülmektedir.

Kaynak: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15507394.2014.855081>

Rusya

Rusya'da federal standartlara göre ders programında 6. sınıftan itibaren biyolojik ve jeolojik evrime referanslar yer almaktadır. Evrim kendi başına bir konu olarak ise 11. (son) sınıfta işlenmektedir. Standarda göre hazırlanmış 11. sınıf ders kitabında Darwin'in tarifiyle doğal seçilim, Darwin sonrasında genetik ve evrimin sentezi (ör. genetik sürüklenme), yapay seçilim, varyasyonun kaynakları, farklı seçilim türleri ve adaptasyon yer almaktadır. Ardından türleşme, makroevrim, gelişim ve evrim, körelmiş organlar gibi konular da işlenmektedir.

Kaynak: <https://drive.google.com/file/d/0B4aEGjdDhJiaT3RUNnM1blhnbUk/view> (sayfa 95-145)

Ukrayna

Ukrayna'da da evrim konusu Rusya'dakine benzer bir şekilde öğretilmektedir. Tek farklılık, konunun 7 saatlik "Evrimsel Teorisine Giriş" ve 4 saatlik "Yaşamın Tarihi ve Biyoçeşitliliğin Kökeni" olarak ikiye bölünmüş olmasıdır. Buna ek olarak, Ukrayna'daki ders kitaplarında modern sentez çok daha iyi açıklanmakta ve makroevrim ile kıta kaymalarına daha çok yer verilmektedir.

Kaynak: <http://pidruchnyk.com.ua/459-bologya-balan-verves-11-klas.html>

EK 2: İlköğretim ve ortaöğretim müfredat taslakları için öneriler.

İlgili konu başlıkları için değişiklik önerileri kırmızı ve altı çizili olarak gösterilmiştir.

İLKÖĞRETİM FEN VE TEKNOLOJİ DERSİ:

F.5.2. Canlılar Dünyası / Canlılar ve Yaşam

Bu ünite de öğrencilerin; canlıları, benzerlik ve farklılıklarına göre sını andırması, mikroskopyu, mikroskopik canlıları, mantarları, bitkileri, hayvanları tanımasına yönelik bilgi ve beceriler kazanması amaçlanmaktadır.

F.5.2.1. Canlıları Tanıyalım

Önerilen Süre: 12 ders saati

Konu/Kavramlar: Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop, hijyen, güvenlik tedbirleri

F.5.2.1.1. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler.

a. *Mikroskopun parçalarına değinilmez.*

c. *Mikroskopik canlıları gözlemlerken güvenlik ve hijyenle ilgili gerekli tedbirler alınır.*

F.5.2.1.2. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sını andırır.

a. *Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (âlem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır.*

b. *Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (âlem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır.*

c. *Tüm canlı türlerinin evrimsel akrabalığı vurgulanır.*

d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.

F.5.6. İnsan ve Çevre / Canlılar ve Yaşam

Bu ünite de öğrencilerin; çevre sorunlarının neden ve sonuçlarını sorgulayabilmeleri, biyoçeşitlilik, nesli tükenen ve tükenme tehlikesi olan canlıları ve bu canlı türlerini korumak için yapılması gerekenleri, insan faaliyetleri sonucu oluşan çevre sorunlarına karşı duyarlılık kazanması ve bu sorunların çözümüne yönelik bilgi ve beceriler kazanmaları amaçlanmaktadır.

F.5.6.1. Biyoçeşitlilik

Önerilen Süre: 6 ders saati

Konu/Kavramlar: Biyoçeşitlilik, doğal yaşam, nesli tükenen canlılar

F.5.6.1.1. Biyoçeşitliliğin doğal yaşam için önemini sorgular.

Ülkemizde ve Dünya'da nesli tükenen ya da tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan bitki ve hayvanlara örnekler verir.

Geçmişte yaşanmış kitlesel yokoluşlara örnekler verir. Yeni türlerin oluşumunun uzun zaman aldığı ve soy tükenmelerinin geri dönüşümsüz olduğu vurgulanır.

F.5.6.1.2. Biyoçeşitliliği tehdit eden faktörleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır.

F.5.6.2. İnsan ve Çevre İlişkisi

Önerilen Süre: 10 ders saati

Konu/Kavramlar: Çevre kirliliği, çevreyi koruma ve güzelleştirme, insan-çevre etkileşimi (insanın çevreye etkisi), yerel ve küresel çevre sorunları

F.5.6.2.1. İnsan ve çevre arasındaki etkileşimin önemini ifade eder.

Çevre kirliliğinin insanların sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerine değinilir.

F.5.6.2.2. Yakın çevresindeki veya ülkemizdeki bir çevre sorununun çözümüne ilişkin öneriler sunar.

F.5.6.2.3. İnsan faaliyetleri sonucunda gelecekte oluşabilecek çevre sorunlarına yönelik çıkarımda bulunur.

İnsan kaynaklı iklim değişikliğinin sonuçları tartışılır.

F.5.6.2.4. İnsan çevre etkileşiminde yarar ve zarar (iklim) durumlarını örnekler üzerinde tartışır.

F.8.2. DNA ve Genetik Kod / Canlılar ve Yaşam

Bu ünite de öğrencilerin; DNA ve genetik kod ile ilişkili kavramları açıklamaları ve aralarındaki ilişkileri keşfetmeleri, kalıtım, mutasyon, modifikasyon, adaptasyon, genetik mühendisliği ve

biyoteknoloji uygulamalarının farkında olmaları ve olumlu/olumsuz etkilerini tartışmalarına ilişkin bilgi ve beceriler kazanmaları amaçlanmaktadır.

F.8.2.1. DNA ve Genetik Kod

Önerilen Süre: 4 ders saati

Konu/Kavramlar: DNA'nın yapısı, DNA'nın kendini eşlemesi, nükleotid, gen, kromozom

F.8.2.1.1. Nükleotid, gen, DNA ve kromozom kavramlarını açıklayarak bu kavramlar arasında ilişki kurar.

a. Bazların isimleri verilirken pürin ve pirimidin ayrımına girilmez.

F.8.2.1.2. DNA'nın yapısını model üzerinde gösterir.

a. *Hidrojen, glikozit, ester, fosfodiester bağlarına girilmez.*

b. *DNA'daki hataların onarılıp onarılmadığı belirtilir.*

c. *DNA'daki nükleotid hesaplamaları verilmez.*

F.8.2.1.3. DNA'nın kendini nasıl eşlediğini ifade eder.

a. *Replikasyon ifadesi kullanılmaz.*

b. *Eşlenme deneyleri anlatılmaz.*

c. *Eşlenme ile ilgili hesaplama sorularına girilmez.*

[F.8.2.1.4. Dünyada tüm canlı türlerinin DNA temelli olduğu ve aynı genetik kodu kullandıkları vurgulanır.](#)

F.8.2.2. Kalıtım

Önerilen Süre: 8 ders saati

Konu/Kavramlar: Gen, genotip, fenotip, saf döl, melez döl, baskın, çekinik, çaprazlama, cinsiyet, akraba evlilikleri

F.8.2.2.1. Kalıtım ile ilgili kavramları tanımlar.

a. *Gen, fenotip, genotip, saf döl ve melez döl kavramlarına değinilir.*

b. *Baskın ve çekinik gen kavramlarına değinilir.*

F.8.2.2.2. Tek karakter çaprazlamaları ile ilgili problemler çözerek sonuçlar hakkında yorum yapar.

a. *Çaprazlamalarda sadece bezelye karakterleri kullanılır.*

b. *Diğer canlılarda da karakterlerin aktarımının benzer olduğu vurgulanır.*

c. *İnsanda doğacak çocuğun cinsiyetinin babadan gelen eşey kromozomu ile belirlendiği vurgulanır.*

F.8.2.2.3. Akraba evliliklerinin sonuçlarını tartışır.

F.8.2.3. Mutasyon ve Modifikasyon

Önerilen Süre: 3 ders saati

Konu/Kavramlar: Mutasyon, modifikasyon,

F.8.2.3.1. Örneklerden yola çıkarak mutasyonu açıklar.

F.8.2.3.2. Örneklerden yola çıkarak modifikasyonu açıklar.

F.8.2.3.3. Mutasyonla modifikasyon arasındaki farklar ile ilgili çıkarımda bulunur.

[F.8.2.3.4. Mutasyonların canlı için yararlı, zararlı veya etkisiz olabileceğini açıklar.](#)

[F.8.2.3.5. Akraba evliliğinin sonuçlarının çekinik zararlı mutasyonlarla ilişkisini açıklar.](#)

F.8.2.4. Adaptasyon (Çevreye Uyum)

Önerilen Süre: 3 ders saati

Konu/Kavramlar: Adaptasyon

F.8.2.4.1. Canlıların yaşadıkları çevreye uyumlarını gözlem yaparak açıklar. *Adaptasyonların kalıtsal olduğu vurgulanır.*

[F.8.2.4.2. Adaptasyonların yararlı mutasyonların nesilden nesle birikimi sonucu oluştuğunu açıklar.](#)

Genetik Mühendisliği ve Biyoteknoloji

Önerilen Süre: 4 ders saati

Konu/Kavramlar: Genetik mühendisliği, biyoteknolojik çalışmalar, biyoteknoloji uygulamalarının çevreye etkisi

F.8.2.5.1. Genetik mühendisliğini ve biyoteknolojiyi ilişkilendirir.

İslah, Aşılama, Gen aktarımı, Klonlama, Gen tedavisi örnekleri üzerinde durulur.

[F.8.2.5.2. Genetik mühendisliğinde farklı canlıların kullanıldığını açıklar.](#)

[Deneylerde mikrop, solucan, sinek, balık ve fare gibi türlerin kullanıldığı vurgulanır.](#)

F.8.2.5.3. Biyoteknolojik uygulamalar kapsamında oluşturulan ikilemelerle bu uygulamaların insanlık için yararlı ve zararlı yönlerini tartışır.

F.8.2.5.4. Gelecekteki genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarının neler olabileceği hakkında tahminde bulunur.

ORTAÖĞRETİM BİYOLOJİ DERSİ:

9.1.1.3. Biyolojinin tarihsel gelişim sürecine katkı sağlayan bilim insanlarını tanıtır.

a. Aristo, İbn-i Heysem, ez-Zehrâvî, İbn-i Sina, İbn-i Nefs, Robert Hooke, CarolusLinnaeus, [El Cahiz](#), [İbn-i Miskeveyh](#), [El Biruni](#), [İbn-i Tufeyl](#), [İbn-i Haldun](#), [Charles R. Darwin](#), [Alfred R. Wallace](#), Louis Pasteur, Gregor Mendel, Rosalind Franklin, James Watson, Francis Crick, Ian Wilmut, Mahmut Gazi Yaşargil, Aziz Sancar'ın biyolojiyle ilgili çalışmalarına değinilir.

9.1.2. Canlıların Ortak Özellikleri

9.1.2.1. Canlıların ortak özellikleri hakkında çıkarımlarda bulunur.

a. [Öğrencilerin çevrelerindeki canlıları gözlemleyerek ortak özelliklerini gösteren tablo ve akrabalık ilişkilerini gösteren soyağacı oluşturmaları sağlanır.](#)

b. Canlıların hücresel yapı, beslenme, solunum, boşaltım, hareket, uyarılara tepki, uyum, organizasyon, üreme, büyüme ve gelişme özellikleri üzerinde durulur.

9.3. Canlılar Dünyası

9.3.1. Canlıların çeşitliliği ve sınıflandırılması

9.3.1.1. Canlıların çeşitliliğinin anlaşılmasında sınıflandırmanın önemini açıklar.

9.3.1.2. Canlıların sınıflandırılmasında kullanılan kategorileri ve bu kategoriler arasındaki hiyerarşiyi örneklerle açıklar.

a. [Farklı canlı gruplarının farklı jeolojik dönemlerde ortaya çıktığı açıklanır, fosilleşmiş organizmalardan örnekler verilir.](#)

b. Canlıların sınıflandırılmasında sadece tür, cins, aile, takım, sınıf, şube ve âlem kategorilerinin genel özelliklerine değinilir; [tür, türleşme ve soyların yokoluşu kavramları irdelendir.](#)

c. Hiyerarşik kategoriler dikkate alınarak çevreden seçilecek canlı türleriyle ilgili ikili adlandırma örnekleri verilir.

10.1.2.2. Eşeyli üremeyi örneklerle açıklar.

a. Dış döllenme ve iç döllenme konusu verilmez.

b. Eşeyli üremenin temelini mayoz ve döllenme olduğu açıklanır.

c. [Eşeyli üremenin tür içinde çeşitliliği artırmak yoluyla türün soyunu sürdürme şansını artırdığı vurgulanır.](#)

10.2. Kalıtımın Genel İlkeleri

Kavramlar ve Terimler

alel, dihibrit, dominant, eş baskınlık, eşeye bağlı kalıtım, gonozom, hemofili, heterozigot, homozigot, monohibrit, mutasyon, otozom, Punnett karesi, rekombinasyon, renk körlüğü, resesif, soyağacı, varyasyon

10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik

10.2.1.1. Kalıtımın genel esaslarını açıklar.

a. Mendel ilkeleri örneklerle açıklanır.

b. Monohibrit, dihibrit ve kontrol çaprazlamaları, eş baskınlık, çok allellilik (Kan gruplarıyla ilişkilendirilir.) örnekler üzerinden işlenir. Eksik baskınlık ve pleiotropizme girilmez.

c. Eşeye bağlı kalıtım; hemofili ve kısmi renk körlüğü hastalıkları bağlamında ele alınır. Eşeye bağlı kalıtımın Y kromozomunda da görüldüğü belirtilir.

ç. Soyağacı örneklerle açıklanır.

d. Kalıtsal hastalıkların ortaya çıkma olasılığının akraba evlilikleri sonucunda arttığı vurgusu yapılır.

10.2.1.2. Genetik varyasyonların biyolojik çeşitliliği açıklamadaki rolünü sorgular.

Varyasyonların kaynaklarının (mutasyon, kromozomların bağımsız dağılımı ve krossingover) tartışılması sağlanır. Mutasyon çeşitlerine girilmez.

Türler arasındaki farkların genlerindeki farklardan kaynaklandığı açıklanır.

10.3. Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları

Kavramlar ve Terimler

asit yağmurları, ayrıştırıcı, besin ağı, besin piramidi, besin zinciri, biyokaçakçılık, biyolojik birikim, ekolojik ayak izi, ekosistem, endemizm, enerji piramidi, gen bankası, heterotrof, holozoik, karbon ayak izi, küresel iklim değişikliği, madde döngüsü, ototrof, sürdürülebilirlik

10.3.3. Doğal Kaynaklar ve Biyolojik Çeşitliliğin Korunması

10.3.3.1. Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin önemini açıklar.

a. Doğal kaynakların sürdürülebilirliği için Türkiye genelindeki başarılı uygulamalar örneklendirilerek çevre farkındalığının önemi vurgulanır.

b. Gelecek nesillere yaşanabilir sağlıklı bir dünya emanet edebilmek için doğal kaynakların israf edilmemesi gerekliliği vurgulanır.

10.3.3.2. Biyolojik çeşitliliğin yaşam için önemini sorgular.

a. Türkiye'nin biyolojik çeşitlilik açısından zengin olmasını sağlayan faktörlerin tartışılması sağlanır.

b. Endemik türlerin ülkemizin biyolojik çeşitliliği açısından değeri ve önemi üzerinde durularak sağlık ve ekonomiye katkılarına ilişkin örneklere yer verilir.

c. Biyolojik çeşitlilik ve endemik türlerin küresel ve millî bir miras olduğu vurgulanır.

ç. Tabiatla her canlının önemli işlevler gördüğü vurgulanarak biyolojik çeşitliliğe ve ekosistemin doğal işleyişine saygı göstermenin ve müdahaleden kaçınmanın önemi üzerinde durulur.

d. Türlerin oluşumunun uzun zaman aldığı vurgulanarak soyu tükenen türlerin geri dönüşümsüz olarak kaybolduğu açıklanır.

10.3.3.3. Biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik çözüm önerilerinde bulunur.

a. Türkiye'de nesli tükenme tehlikesi altında bulunan canlı türleri ile endemik türlerin korunmasına yönelik yapılan çalışmalar örneklendirilir.

11.1. İnsan Fizyolojisi

Kavramlar ve Terimler

alveol, antijen, antikor, aşı, B ve T lenfositleri, bağışıklık, boşaltım, böbrek nakli, bronş, büyüme, damar, diyabet, diyafram, diyaliz, duyu organları, eklem, emilim, endokrin sistem, gaz değişimi, gelişme, geri bildirim, geri emilim, hemoglobin, homeostazi, hormon, interferon, kan, kan bağıışı, kan dolaşımı, kas, kemik, kıkırdak, lenf dolaşımı, menstrual döngü, mesane, nabız, nefron, ödem, salgılama, serum, sindirim, sinir hücresi, solunum, süzülme, tansiyon, tendon, tüp bebek, ultrason, üreter, üretra, varis, yangısal tepki, model organizma

Konu, Kazanım ve Açıklamaları

11.1.4.5. Bağışıklık çeşitlerini ve vücudun doğal koruma mekanizmalarını açıklar.

a. Hastalık yapan organizmalar ve yabancı maddelere karşı deri, tükürük, mide öz suyu, mukus ve gözyaşının vücut savunmasındaki rolleri örneklendirilir.

b. Enfeksiyon ve alerji gibi durumların bağışıklık ile ilişkisi örnekler üzerinden açıklanır.

c. İmmünoglobulinler verilmez.

ç. Aşılmanın önemi üzerinde durulur.

d. Hastalık yapan organizmaların hızlı evrilmeleri nedeniyle sürekli insan sağlığına tehdit oluşturabildiği vurgulanır.

12.1.2. Genetik şifre ve Protein sentezi

12.1.2.1. Protein sentezinin mekanizmasını açıklar.

a. Genetik şifre ve protein sentezi arasındaki ilişki üzerinde durulur.

b. Protein sentezine ilişkin görsel materyallerden (resim, video, animasyon vb.) yararlanır.

c. Genetik şifrenin tüm canlılarda benzer olduğu vurgulanır.

d. Protein sentezinde mikroplar ve hayvanlar arasındaki farklılıkların ilaç geliştirmede kullanılabilmesini tartışır.

12.1.2.3. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarını açıklar.

a. Gen teknolojileri, DNA parmak izi analizi, kök hücre teknolojilerinin ve bunların kullanım alanlarının araştırılması ve sonuçlarının paylaşılması sağlanır.

b. İnsan genetik ve fizyolojisine farklı düzeylerde benzerlikleri sayesinde bakteri, maya, solucan, sinek, balık ve fare türlerinin genetik ve biyoteknolojik araştırmalarda model olarak kullanıldığını açıklar.

12.4. Canlılar ve evre

Kavramlar ve Terimler

adaptasyon, mutasyon, varyasyon, yapay seçilim

Konu, Kazanım ve Açıklamaları

12.4.1. Evrim, Canlılar ve evre

12.4.1.1. Evrim kavramını ve canlı çeşitliliğine etkisini açıklar.

Evrim, canlı türlerinin nesilden nesle genetik olarak değişmesi olarak açıklanır. Evrim sürecinde yeni türlerin ortaya çıktığı ve varolan türlerin soylarının tkenebildiği vurgulanır.

12.4.1.2. Doğal seçilimin mekanizmalarını açıklar.

a. Mutasyon, varyasyon ve adaptasyon olgularıyla beraber doğal seçilim kavramı açıklanır.

Doğal seçilimin canlı çeşitliliğini artıran evrimsel mekanizmalardan biri olduğu açıklanır.

b. Bakterilerin antibiyotiklere karşı direnç geliştirmesinin nedenleri doğal seçilim (mutasyon, varyasyon ve adaptasyon) erevesinde vurgulanır.

c. Herbisit ve pestisitlerin zaman içerisinde etkilerini kaybetmelerinin nedenleri üzerinde durulur.

Herbisit ve pestisitlerin etki kaybını doğal seçilim çerçevesinde açıklar.

12.4.1.3. Tarım ve hayvancılıkta yapay seçilim uygulamalarına örnekler verir.

Yapay seçilimi trleşmeye yol açabilen bir süreç olarak açıklar.