


Makalenin Türü / Article Type : Araştırma Makalesi / Research Article
Geliş Tarihi / Date Received : 02.05.2019
Kabul Tarihi / Date Accepted : 15.07.2019
Yayın Tarihi / Date Published : 11.10.2019



 <https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2019.19.49440-559869>

11. SINIF BİYOLOJİ DERS KİTABINDAKİ KONULARIN BİLİMSEL İÇERİK BAKIMINDAN İNCELENMESİ

Ertunç GÜNDÜZ¹, Mehmet YILMAZ², Osman ÇİMEN³, Ferhat KARAKAYA⁴

ÖZ

Ders kitapları, öğretim programının içerisinde yer alan konuların planlı bir şekilde aktarılmasında ve öğrencilere kavramların öğretilmesinde kullanılan öğretim materyalleridir. Öğrencilerde kavram yanlışlarının oluşmaması için ders kitaplarında bilimsel içerik bakımından hataların yer almaması gerekmektedir. Bu çalışmada 2018-2019 eğitim öğretim yılı itibarı ile değişen öğretim programına uygun olarak Millî Eğitim Bakanlığı tarafından beş sene süre ile 11. sınıf biyoloji dersinde okutulması onaylanmış ders kitabındaki biyoloji öğrenme alanına ait konuların bilimsel içerik açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Veriler, doküman analizi yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Araştırmada, insan fizyolojisi ile komünite ve popülasyon ekolojisi ünitelerinde yer alan konular incelenmiştir. Bulgular, ünite ve bölümlere göre gruplandırılarak verilmiştir. Araştırma sonucunda, insan fizyolojisi, komünite ve popülasyon ekolojisi üniteleri ve ünite değerlendirme sorularında bilimsel hataların olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca tespit edilen bilimsel hatalara yönelik doğru bilgiler, uluslararası geçerliliği olan kaynaklardaki bilgiler ışığında verilmiştir.


Anahtar Kelimeler: Biyoloji, ders kitapları, bilimsel hatalar


EXAMINING OF SUBJECTS IN 11th GRADE BIOLOGY TEXTBOOK IN TERMS OF SCIENTIFIC CONTENT


ABSTRACT


Textbooks are the teaching materials used in the transfer of the subjects in the curriculum and teaching concepts to students in a planned way. In order to prevent misconceptions, scientific mistakes should not be included in textbooks. The aim of this study is to examine the topics in the 11th biology textbook, used for 2018-2019 academic year, approved by the Ministry of National Education of Turkey. Data were generated using the document analysis method. In the study, human physiology, community and population ecology units were examined. The results were grouped according to the units and chapters. As a result of the research, it was determined that there are scientific mistakes in human physiology, community and population ecology units and unit evaluation questions. In addition, the correct information for the identified scientific mistakes was given in the light of the information in internationally available sources.

Keywords: Biology, textbooks, scientific mistake

¹ Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, ertuncg@hacettepe.edu.tr,  <https://orcid.org/0000-0003-4957-1261>

² Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, fbmyilmaz@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0001-6700-6579>

³ Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, osman.cimen@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-6651-6849>

⁴ Yozgat Bozok Üniversitesi Eğitim Fakültesi, ferhatk26@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0001-5448-2226>

1.GİRİŞ

Bilginin hızla geliştiği ve değiştiği günümüzde, araştıran, sorgulayan ve elde ettiği bilgileri bütüncül yaklaşımla bir araya getirebilen bireylerin yetiştirilmesi önemli hale gelmiştir. Ancak yapılan araştırmalar, öğrencilerin sınıf ortamına getirdikleri ön bilgilerin hatalı olduğunu göstermiştir (Yeşilyurt, Gül, 2012). Bu durum hedeflenen bireylerin yetiştirilmesine engel olmaktadır. Çünkü yeni öğrenmeler, bireyin sahip olduğu ön bilgiler ile karşılaştığı yeni bilgilerin etkileşimi sonucu gerçekleşmektedir (Küçük, 2005). Öğrencilerin doğru bilgilere ulaşmaları ve bu bilgiler ışığında günlük yaşamlarında uygulayabilecek becerilerin kazandırmaları konusunda öğretmenlere büyük sorumluluk düşmektedir (Yılmaz, Gündüz, Üçüncü, Karakaya & Çimen, 2018). Öğretim programları ve ders kitapları öğretmenler için öğrencilere hangi bilimsel kavramların öğretilmesine yönelik yol göstermektedir. Ders kitapları, öğretim programlarında yer alan konulara ait bilgileri planlı ve düzenli bir biçimde inceleyip açıklayan, bilgi kaynağı olarak öğrenciyi dersin hedefleri doğrultusunda yönlendiren ve eğiten temel doküman (Ünsal ve Güneş, 2002) olarak da tanımlanmaktadır. Bir başka ifadeyle ders kitapları, öğretim programlarındaki derslerin içeriğiyle bilgileri öğretmen ve öğrencilere sunan (Toprak, 1993) ve eğitim sistemi içerisindeki paydaşlara bilgi akışı konusunda yol gösteren öğretim materyalleridir. Bu nedenle ders kitaplarında yer alan bilgilerin bilimsel olarak hatalı olmaması ve alternatif kavramlar içermemesi gerekmektedir. Gerek öğrenciler tarafından gerekse öğretmenler tarafından öğretim materyali olarak kullanılan ders kitaplarının belli kriterleri taşınması oldukça önemlidir. Nitekim, Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı 14 Ocak 2013 tarih ve 27040 sayılı karar ile taslak ders kitaplarının incelenmesinde değerlendirmeye esas olan dört temel kriter belirtmiştir. Bu kriterler: a. İçeriğin Anayasa ve kanunlara uygunluğu, b. İçeriğin bilimsel olarak yeterliliği, c. İçeriğin eğitim ve öğretim programının kazanımlarını gerçekleştirme yeterliliği, d. Görsel tasarımın ve içerik tasarımının, öğrenmeyi destekleyecek nitelikte ve öğrencilerin gelişim özelliklerine uygun olması (MEB TTKB, 2013).

Fen bilimlerinde kavram öğreniminin önemi ve sarmal yapısı nedeniyle öğrenilecek hatalı bir kavram ya da öğrenci zihninde oluşacak alternatif bir kavram aşamalı olarak her sınıf düzeyinde fen bilimleri alanındaki tüm öğrenmeleri etkileyecektir (Yılmaz vd., 2018). Fen bilimlerinde kavramların yanlış tanımlanması öğrencilerde kavram yanlışlarına neden olmaktadır. Araştırmalar, öğrencilerde oluşan kavram yanlışlarının giderilmesinin yeni kavramlar öğrenilmesinden daha zor olduğunu göstermiştir (Atıcı, Samancı ve Özel, 2007). Ders kitaplarındaki hataların öğrencilerin kavram öğrenmeleri üzerine olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir (Eyidoğan ve Güneysu, 2002; Gündüz, Yılmaz ve Çimen, 2016; Kurt, 2013; Ünsal ve Güneş, 2002; Yeşilyurt ve Gül, 2012; Yılmaz, Gündüz, Çimen ve Karakaya, 2017a).

Konu ile ilgili alanyazın incelendiğinde, ders kitaplarında bulunan bilimsel hataların, alternatif kavramların belirlenmesi ve düzeltilmesine yönelik araştırmaların olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, Atıcı vd. (2007) tarafından yapılan araştırmada, ilköğretim fen bilgisi ders kitapları bilimsel içerik, görsel unsurlar, dil özellikleri ve imla, hazırlık, değerlendirme etkinlikleri bakımından eleştirel bir analizi yapılmış ve öğretmenlerin kitaplar hakkında görüşleri tespit edilmiştir. Gündüz vd. (2016) tarafından yapılan araştırmada, 10. Sınıf biyoloji ders kitabındaki bilimsel hatalar tespit edilerek gerekli düzeltme önerileri sunulmuştur. Yılmaz vd. (2017a), 7.sınıf fen bilimleri ders kitaplarında yer alan biyoloji konularını bilimsel içerik bakımında incelemişler ve alternatif kavramların, öğrencileri yanlışla götürebilecek genellemelerin ve bilimsel hataların olduğunu belirlemişlerdir.

Yapılan araştırmalar öğrencilerde kavram yanlışını oluşturan nedenlerden birinin ders kitapları olduğunu göstermiştir (Tekkaya ve Balcı, 2003; Yeşilyurt ve Gül, 2012; Yılmaz vd., 2018; Yürük ve Çakır, 2000). Bu nedenle öğrencilerde kavram yanlışına neden olabilecek durumların, bilgilerin tespit edilmesi ve bu durumu ortadan kaldıracak çalışmaların yapılması oldukça önemlidir. Araştırmanın 11. sınıf Biyoloji ders kitabındaki bilimsel hataların tespiti ve düzeltilmesi açısından alanyazına, öğretmenlere ve öğrencilere katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 28.05.2018 tarihli ve 78 sayılı kararıyla 2018-2019 Öğretim Yılından itibaren 5 (beş) yıl süreyle ders kitabı olarak kabul edilen MEB 11. Sınıf Fen Liseleri Biyoloji Ders Kitabı yer alan ünitelerdeki ve ünite değerlendirme sorularındaki bilimsel hataların belirlenmesi ve düzeltilmesi amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, Fen Liselerinde okutulmakta olan 11. sınıf Biyoloji ders kitabında yer alan ünite/konuların bilimsel içeriğinin incelenmesinde betimsel model kullanılmıştır. Veriler doküman inceleme yöntemiyle analiz edilmiştir. Doküman incelemesi, araştırılması hedeflenen olgu veya olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizidir (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s. 187).

2.2. Verilerin Analizi

MEB Ortaöğretim 11. sınıf Biyoloji ders kitabında yer alan üniteler bilimsel içerik bakımından üç alan uzmanı tarafından doküman analizi yapılarak incelenmiştir. Bilimsel içeriğin değerlendirilmesinde dünya genelinde yaygın olarak kullanılan ve kabul gören güncel Campbell Biyoloji (Reece, Urry, Cain, Wasserman, Minorsky ve Jackson, 2013), Yaşam Biyoloji Bilimi (Sadava, Hillis, Heller ve Berenbaum 2014), Integrated Principles of Zoology (Hickman, Robert ve Larson, 2016), Ekoloji'nin Temel İlkeleri (Odum ve Barrett, 2008), Ecology (Molles, 2016), Elements of Ecology (Smith ve Smith, 2009), Ecology (Krebs, 2009), Campbell Essential Biology (Simon, Dickey, Hogan ve Reece, 2017); Human Anatomy (Marieb, Wilhelm ve Mallatt, 2017), Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (Hall, 2017), Human anatomy and physiology (Hole, 1993), Fundamental Anatomy & Physiology (Martini, 1995), Lehninger Biyokimyanın İlkeleri (Nelson ve Cox, 2005), Concepts of Human Anatomy and Physiology (Van De Graaff ve Fox, 1992), eserleri bilimsel kaynak olarak kullanılmıştır. Bir ifadenin neden hatalı olduğu, bu eserlerdeki ilgili konular incelenerek doğru şekliyle birlikte açıklanmıştır. İnceleme sonucunda tespit edilen bilimsel hatalar ve hatalarla ilgili açıklamalar eserlerdeki sayfa numaralarıyla birlikte her ünite için hazırlanan tablolarda verilmiştir.

3. BULGULAR

Bu bölümde, araştırma kapsamında elde edilen bulgular sunulmuştur. Araştırmada ilk olarak, insan fizyolojisi ünitesinde yer alan denetleyici ve düzenleyici sistem, duyu organları konuları incelenmiş ve elde edilen veriler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1.

Denetleyici ve düzenleyici sistem, duyu organları ilgili belirlenen bilimsel hatalar

Hatalı veya Tartışmalı İfade	Doğru Açıklama
Sayfa 21: “Bağ doku, kan, kemik, kas, kıkırdak ve vücut içi epitel doku için mezoderm tabakası; solunum yapıları, sindirim yapıları, karaciğer, pankreas, tükürük bezi ve tiroit bezini meydana getirmek için de endoderm tabakası görev alır”.	Böyle bir genellenin yapılması mümkün değildir; çünkü bağırsağın iç yüzünü astarlayan epitel, solunum yollarını astarlayan epitel, idrar kesesinin iç yüzünü astarlayan epitel mezoderm kökenli olmayıp endoderm kökenlidir. Sindirim yapılarından ne kast edildiği anlaşılacakla birlikte eğer sindirim kanalı denilmek istenmişse sindirim kanalının duvarındaki kaslar mezoderm kökenlidir (Hickman vd., 2016: s. 177).
Sayfa 22: Epitel doku anlatılırken “Bu dokunun hücreleri arasında kan damarı ve sinir bulunmaz” ifadesi kullanılmıştır.	Böyle bir genelleme yapılamaz; çünkü vücudumuzu kaplayan derinin epidermisindeki epitel hücreleri arasında serbest sinir uçları yer almaktadır (Hole, 1993: s. 417-418).
Sayfa 23: “Üzerinde etrafını bir kılıf gibi saran Schwann (şıvan) hücreleri vardır. Bu hücreler aksonu sararak besler, korur, onarır. Bazı sinir hücrelerinde Schwann hücreleri miyelin maddesini üretir”.	Bu ifadenin öğrencilerde yanlışlara yol açacağı düşünülebilir. Çünkü eğer akson çevresine Schwann hücresi sarılmışsa miyelin kılıf zaten oluşacaktır. Bu ifadede bazı sinir hücrelerinde Schwann hücreleri var fakat miyelin oluşturmaz anlamı da çıkmaktadır (Reece vd, 2013: s. 1054).
Sayfa 24: “Nöron hücresi tarafından sentezlenen ve impulsun iletiminde görev yapan taşıyıcı moleküllere nörotransmitter denir”.	Nörotransmitter maddeler, impuls iletimine aracılık eden maddelerdir. Nörotransmitter maddeleri taşıyıcı moleküller olarak tanımlamak bilimsel olarak doğru değildir. Nörotransmitter madde bilimsel olarak “bir nöronun sinaps yapmış ucundan salınarak sinaptik aralığa sızan ve postsinaptik hücreye bağlanarak onun cevap vermesini tetikleyen molekül” olarak tanımlanmaktadır (Reece vd, 2013: s. 24).
Sayfa 24: “Dendritten gelen uyarılar hücre gövdesinde değerlendirilerek gerekli yerlere iletilip iletilmeyeceklerine karar verilir. Eğer iletim gerçekleşecekse impuls, aksona aktarılır”.	Bu ifade bilimsel olarak hatalıdır; çünkü impulsun presinaptik nörondan postsinaptik nörona iletilmesinde belirleyici olan nöronun kendisi değil uyarının büyüklüğü olup eşik değeri aşılabacak olursa impuls iletilir (Reece vd, 2013; s. 1051; Hole, 1993: s. 340-341).
Sayfa 25: “Hem oluşan sodyum-potasyum iyon farkı hem de zarın, klor gibi küçük ve hücre içindeki proteinler gibi büyük anyonlara çok az geçirgen olmasından dolayı hücre dışının (+) yükü, hücre içinin (-) yükü yüklenmesine sebep olur”.	Klor (Cl ⁻) eksi yüklü bir iyon olup memeli nöronlarının iç kısmındaki konsantrasyonu 10 mM, dış kısmındaki 120 mM kadardır. Yani eksi yüklü bu iyonun hücrenin dış kısmındaki konsantrasyonu, iç kısmındakinden 12 kat fazladır. Durum böyle olunca Cl ⁻ iyonları, hücrenin dış kısmının (+) yükü, hücre içinin (-) yükü yüklenmesine nasıl sebep olabilir? Nöronun iç kısmının dış kısmına göre negatif olmasını sağlayan ana maddeler, zardan geçemeyen sülfat, fosfat iyonları ve eksi yüklü proteinlerdir. Ayrıca

	Na/K pompasının her defasında hücre dışına üç tane Na ⁺ iyonu pompalamasına karşın hücre içine iki tane K ⁺ iyonu pompalamasının ve hücre zarında sürekli açık durumda olan kapısız iyon kanallarından K ⁺ iyonlarının difüzyon yaptığı kanalların sayısının, Na ⁺ iyonlarının sızdığı kanallardan 50 kat fazla olmasının payı vardır (Reece vd, 2013: s. 1048-1049).
Sayfa 25: “Nöron, dinlenme durumunda, zardaki sodyum kanalları, hücre dışına sodyum iyonunu; potasyum kanalları ise hücre içine potasyum iyonlarını pompalar. Zardaki bu kanallar difüzyona karşı koyar, sodyum-potasyum pompalamak için enerji harcar, zarın yük farkını korur. Zar potansiyelini korumak için zarda çalışan bu mekanizmaya sodyum-potasyum pompası denir”.	Bu ifade bilimsel olarak hatalıdır. Sinir hücrelerinin zarında bulunan kanallar, pompa değildir ve iyon pompalama işini yapmaz, enerji harcamaları söz konusu değildir. İyon kanalları, iyonların zardan içeri-dışarı difüzyonuna olanak tanır (Reece vd, 2013: s. 1048).
Sayfa 27: “En sık bilinen nörotransmitter maddeler, asetilkolin, norepinefrin, histamin, dopamin, serotonin ve glutamattır. Bu kimyasal maddelere nörohormon da denir”.	Verilen tanımda, nörotransmitter maddelere nörohormon denildiği ifade edilmiştir. Bu ifade hatalıdır. Asetilkolin, monoaminler, bazı amino asitler veya amino asit türevleri ve bazı nöropeptidler nörotransmitter madde olarak kullanılır. Nörohormonlar, sinir hücrelerinin uçlarından kan dolaşımına salgılanırlar ve bu salgılanan maddeler kan yoluyla hedef hücreye taşınarak hormon işlevi görürler. Bu tip hormonlara örnek olarak antidiüretik hormon veya oksitosin verilebilir. Her nörotransmitter madde hormon değildir (Reece vd., 2013: s. 975).
Sayfa 27: “Nöronda ilerleyen uyarılar zaman zaman birbirini engeller. Bu durum iletim sinyallerinin karışmasını önler. Bazı durumlarda ise kolaylaştırabilir”.	Anlatım bilimsel yönden anlaşılmalıdır. Öğrencilerin zihninde “Nöronda ilerleyen uyarılar, birbirini nerede engelliyor? İletim sinyallerinin karışmasının önlenmesi ne demek?” soruları oluşacaktır. Eğer bir nöronun diğer nöronlarla yapmış olduğu kolaylaştırıcı veya engelleyici sinapslar anlatılmak isteniyorsa konu bilimsel bir dille anlatılması gerekir. (Sadava vd., 2014: s. 958).
Sayfa 35: “Kişinin yaşamı söz konusu ise refleks yayında duyu ve motor nöron olarak iki çeşit nöron kullanılabilir”.	Bu tanımlama öğrencilerde farklı algılamalara yol açabilir. İfade açık değil. Eğer kişinin yaşamı söz konusu değil ise refleks yayında duyu ve motor nöron kullanılmaz mı? Omurilik kordonu, beyinden bağımsız olarak vücudun belirli uyarılara karşı vermiş olduğu otomatik tepkiler olan refleksleri oluşturan basit sinir devreleri olarak da işlev görür. Doktorunuz, fiziksel bir muayenede, sinir sistemi işlevini test etmek için küçük bir çekiçle dizinize vurarak diz refleksini uyarır (Reece vd., 2013: s. 1064).
Sayfa 36: “Sindirim, dolaşım, boşaltım ve hormonal sistemlerin kontrolü; sempatik, parasempatik ve karın sinir ağı ile sağlanır”.	Karın sinir ağı terimi hatalıdır. Burada kast edilen şey, çevresel sinir sistemindeki enterik sinir sistemi bölümüdür. Enterik, Latince bağırsak anlamına gelir; yani karın demek değildir. Karın sinir ağı denildiğinde abdomen bölgesindeki sinir ağı anlaşılır ve enterik sistemden farklı anlam içerir. Dünya literatüründe kullanılan terimlerden vazgeçip bu şekilde yanlış ifadelerin kullanılması doğru değildir (Reece vd., 2013, s. 1066-1067).
Sayfa 36: “Parasempatik ve sempatik sinirler sadece cinsel davranışlar sırasında birlikte hareket eder”.	Bu ifade bilimsel olarak anlaşılammaktadır ve böyle bir genellemenin yapılması mümkün değildir. Eğer genital organları uyaran sempatik ve parasempatik sinirlerin işlevinin aynı olduğu düşünülüyorsa bu bir yanılgıdır. Çünkü bu organlara uyarı götüren parasempatik sinirler, genital organların ereksiyonunu sağlarken sempatik olanlar ejakülasyonu ve vajinal kasılmaları sağlar (Reece vd., 2013: s. 1066).
Sayfa 36: “Karın sinir ağı; sindirim kanalı, pankreas ve safra kesesinin çalışmasını düzenler. Sempatik ve parasempatik sinirlerin bu organlarda etkisi olmadığında bunların çalışmasını karın sinir ağı devam ettirir”.	Bu ifade bilimsel olarak hatalıdır. Öğrenciler bu durumda “Sempatik ve parasempatik sistemin bu organlarda etkisinin olmadığı zaman var mıdır?” sorusunu sorabilir. Normal olarak sempatik ve parasempatik sistem hem bu organlardaki aktiviteleri ve hem de enterik sistemi kontrol eder. Ancak enterik sistem bağımsız olarak da etkinlik gösterebilir (Reece vd., 2013: s. 1067).

Sayfa 42: “Melanosit uyarıcı hormon (MSH), deride bulunan melanin pigmentinin dağılımını kontrol eder” denilmiş ve verilen Görsel 1.21’de de insan derisini etkilediği gösterilmiştir.

Bu ifade hatalıdır. Zira endotermik (sıcakkanlı) hayvanlarda ergin bireylerde bu hormonun işlevi belli değildir. “Ön hipofizin orta lobunda üretilen tek hipofiz hormonu, melanosit uyarıcı hormondur (MSH). Kıkırdaklı ve kemikli balıklarda, amfibilerde ve sürüngenlerde MSH, melanositlerin içerisindeki melanin pigmentinin hücre içerisine yayılmasını doğrudan etkileyen ve derinin koyulaşmasına neden olan bir hormondur. Kuşlarda ve memelilerdeki MSH, orta lobdan ziyade ön hipofizdeki hücreler tarafından üretilir; fakat bu hormonun fizyolojik işlevi belirsizliğini korumaktadır. MSH’nin endotermilerdeki pigmentasyonla ilişkili olmadığı görülmektedir; ancak eğer insan dolaşım sistemine enjekte edilecek olursa derinin koyu renk kazanmasına yol açar. Birçok endokrinolog, yakın zamana kadar, memelilerdeki MSH’ı bir körelmiş hormon olarak düşünmekteydi, fakat hafızayı ve fetüsün büyümesini artırdığını gösteren çalışmalardan dolayı bu hormona olan ilgi yeniden canlanmıştır” (Hickman vd., 2016: s. 744). MSH, insanda fetal evrede hipofizin dar bir bölgesi olan orta lobundan (pars intermedia) salgılanır. Bu hormon, bu evrede deride, gözlerde ve beyinde bulunan melanin pigmentinin oluşumunu düzenler. Ancak prenatal evre boyunca hipofizin orta lobu atrofiye uğramakta ve ergin bireylerde körelmiş durumda varlığını sürdürmektedir (Hole, 1993: s.469). Ergin insanlarda adenohipofizin orta lobu belirgin değildir; ev eğer işlevi varsa ne olduğu iyi anlaşılmamıştır. Bu lob, balıklarda, iki yaşamlılarda ve sürüngenlerde melanosit uyarıcı hormonun farklı formlarını üretmektedir. Bu hormon bu hayvanlarda derinin koyulaşmasını sağlamakta ve koyu zeminlerde kamuflaja yol açmaktadır. Bu reaksiyon, insan derisinde olmayan bir hücre tipini gerektirir. MSH hormonunun dışarıdan insana enjekte edilmesi derideki melanosit hücrelerinde melanin hormonu üretimini uyarmasına karşın MSH, normal insan fizyolojisinde bu etkiye sahip olmadığı görülmektedir (Van De Graaff ve Fox, 1992: s. 496). MSH, bazı diğer omurgalı hayvanlarda deri pigmentasyonunda önemli bir düzenleyici olmasına karşın insanlarda MSH salgılanması ve bu hormonun işlevi çok iyi anlaşılamamıştır (Seeley vd., 1992: s. 553)

Sayfa 43: “ADH aynı zamanda damarları daraltarak kan basıncını artırır”.

Bu anlatım öğrencilerde ADH’nin vücutta sürekli olarak kan basıncını yükseltmede işlev gördüğü fikrini uyandıracaktır. Oysa ADH veya diğer adıyla vasopressin hormonu, sadece çok yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu bazı damarların duvarındaki düz kasların kasılmasını uyarak bu damarlarda kan basıncının yükselmesine yol açar. Ancak ADH, çok nadir durumlarda bu denli yüksek konsantrasyonlarda bulunur. ADH’nin kan basıncını yükseltme etkisi, vücuttan aşırı kan kaybına bağlı olarak kan basıncının düştüğü durumlarda ortaya çıkar (Hole, 1993: s. 462).

Sayfa 43: “Oksitosin, sadece dişilerde salgılanan bir hormondur”.

Bu ifade bilimsel olarak hatalıdır. İnsanda her iki eşeyde de bu hormon salgılanır. Testosteron, prolaktin ve oksitosin hormonlarının her biri hem erkekte hem de dişide cinsel aktiviteyi etkiler görülmektedir (Reece vd, 2013: s. 1011).

Sayfa 44: “Parathormon, besinlerden alınan ya da güneş ışığı yardımıyla deride sentezlenen inaktif D vitaminini karaciğerde ve daha sonra böbrekte aktif D vitamini hâline çevirir”.

Bu ifadede inaktif D vitamininin deride sentezlendiği ifade edilmiş. Oysa D vitamininin öncül formu (provitamin D yani 7-dehidrokolesterol) bağırsak enzimleri tarafından kolesterolden sentezlenir ve büyük ölçüde deride depolanır. Deride depolanan bu madde ultraviyole ışınları sayesinde vitamin D’ye (kolekalsiferol) dönüştürülür. Kolekalsiferol karaciğerde hidroksikolekalsiferole dönüştürülür. Bu madde böbreklerde dihidroksikolekalsiferole (aktif D vitamini) dönüştürülür (Hole, 1993: s. 481-482).

Sayfa 57: “Çubuk reseptörlerinde rodopsin adı verilen protein bulunur”.

Rhodopsin denilen molekülün opsin kısmı proteindir. Rhodopsinin yapısında protein olmayıp ışığı absorblama işlevi gören 11-cis-retinal vardır (Hole, 1993: s. 452).

Sayfa 57: “Rodopsin, A vitamini ile birlikte çalıştığından, A vitamin yetersizliğinde gece körlüğü sorunu ortaya çıkar”.	Rhodopsinin, A vitamini ile birlikte çalışması ifadesi bilimsel olarak uygun değildir. Rhodopsinin yapısında A vitamini türevi olan retinal vardır. Rhodopsinin çalışması için ayrıca A vitaminine gereksinim yoktur. Rhodopsinin oluşturulması için A vitamini gereklidir (Hole, 1993: s. 452).
Sayfa 58: “Görsel 1.31’de, Görmenin gerçekleşmesi, ışığın gözde izlediği yol” gösterilmiştir. Bu gösterimde ışığın camısı cisimden retinadaki fotoreseptörlere ve fotoreseptörlerden optik sinire geçtiği, devamında ise talamus ve beyin kabuğuna iletildiği gösterilmiştir.	Bu gösterimde hatalar mevcuttur: 1) İnsan gözünde göze giren ışık, sanıldığı aksine fotoreseptörlere ulaşmadan daha önce sinirlerin olduğu kısımdan geçer; çünkü sinirler ışığın geldiği tarafa doğru konumlanmıştır ve fotoreseptörler daha geride yer alır. 2) Verilen görselde görmenin gerçekleşmesi için ışığın talamus ve beyin kabuğuna kadar geçtiği algısı oluşturuluyor; bu ise bilimsel olarak mümkün değildir (Seeley vd., 1992).
Sayfa 61: “Östaki borusu, yutak ile orta kulak arasında uzanır. Yutak tarafındaki ucunda çoğu zaman kapalı duran bir kapakçık bulunur. Yutkunma esnasında bu kapakçığın açılıp kapanması kulak zarında hissedilebilir”.	Östaki borusunun yutağa açılan kısmında bir kapakçığın bulunduğu ifadesi bilimsel olarak tamamıyla yanlıştır ve bunun bir yanlışlığı olduğu düşünülmektedir. Anatomik olarak böyle bir kapakçığın bulunması söz konusu değildir (Seeley vd., 1992: s. 485-486).
Tablo 1’deki veriler incelendiğinde, denetleyici-düzenleyici sistemler ve duyu organlarına yönelik bilimsel hataların olduğu belirlenmiştir.	
Araştırmada, insan fizyoloji ünitesinde yer alan destek ve hareket sistemi konuları incelenmiş ve elde edilen veriler Tablo 2’de verilmiştir.	
Tablo 2. <i>Destek ve hareket sistemi ile ilgili belirlenen bilimsel hatalar</i>	
Hatalı veya Tartışmalı İfade	Doğru Açıklama
Sayfa 81: “Omuz kemeri, sağlı sollu iki köprücük kemiği ve iki adet kürek kemiğinden oluşur”.	Bu tanım hatalıdır. Çünkü omuz kemeri 1 adet köprücük kemiği ve 1 adet de kürek kemiği yer alır. İnsanda iki adet omuz kemeri vardır (Seeley vd., 1992: s. 210-211).
Sayfa 81: “Kalça kemikleri, omurganın bitiminde bulunur”.	İnsan omurgası 33 omurdan oluşur ve omurganın bittiği yer kuyruk sokumu omurlarının son omurudur. Kalça kemikleri kuyruk sokumu omurlarıyla bağlantılı değildir (Seeley vd., 1992: s. 215).
Sayfa 81: “Üstte kuyruk sokumu kemiğiyle 2. ve 3. kuyruk omurları, iki yandan ilye kemiği, alttan çatı kemiği ve oturak kemiğiyle sınırlandırılan boşluğa leğen boşluğu ya da pelvis boşluğu adı verilir”.	Kuyruk sokumu kemiği (coccyx) normal olarak 2. ve 3. kuyruk omurlarını içermektedir (Hole, 1993: s. 215).
Sayfa 81: “Üyeler iskeleti, kol ve bacak kemiklerinden oluşur. Üyeler iskeletinde, uzun ve kısa olmak üzere toplam 120 kemik bulunur. Kol ve bacağın her birinde otuzar kemik vardır (Tablo 1.6)”	Üyeler iskeleti (appendicular iskelet), sadece kol ve bacak kemiklerini içermez ilave olarak omuz ve kalça kemerlerini de içerir. Omuz ve kalça kemerleri, üyeler iskeletinin elemanları olup ayrı tutulamaz (Martini, 1995: s. 240-241).
Sayfa 83: “Az oynar eklem; boyun omurları, sırt omurları ve bel omurları arasındaki hareketi sınırlı olan eklem çeşididir”.	Boyun omurlarından atlas ve eksen omurları arasındaki eklem oynar eklemidir. Bu şekilde genelleme yapmak öğrencilerde yanlış oluşturabilir (Hole, 1993: s. 251).
Sayfa 84: Kas sistemi anlatılırken “Hücrelerin enerji ihtiyacı fazla olduğu için sarkoplazmada çok sayıda mitokondri ve sarkoplazmik retikulum bulunur”.	Düz kaslar için böyle bir genelleme yapılması mümkün değildir (Hole, 1987: s. 284).
Sayfa 84: “Hücrelerin enerji ihtiyacı fazla olduğu için sarkoplazmada çok sayıda mitokondri ve sarkoplazmik retikulum bulunur”.	Bu ifadeler birbiriyle çelişmektedir. Öğrencilerde çelişkilere ve yanlış öğrenmelere neden olabilir.
Sayfa 85: “Halter kaldırma, kısa mesafe koşma gibi sporlarla uğraşan kişilerde ise kaslar kısa süreli işler için geliştiğinden daha az mitokondri, kan damarı ve miyogloblin içerir”.	

Sayfa 85: Düz kaslar: “Uyartı, hücreden hücreye aktarıldığı için yavaş kasılırlar ve uzun süre kasılı kalabilirler”.

Düz kasların yavaş kasılmasının nedeni olarak uyartının hücreden hücreye aktarılıyor olması gösterilemez. Çünkü kalp kasında da uyartı hücreden hücreye aktarılmaktadır fakat kalp kası hızlı kasılıp gevşemektedir (Hole, 1993: s. 286).

Sayfa 86: “Miyozin ipliklerinin baş kısmında ATPaz enzimi bulunur ve aktini yakaladığında ATP’yi parçalar”.

Bu ifade hatalıdır. Çünkü miyozinin aktivasyonu, miyozin filamentin baş kısmı serbest olduğunda ATP’yi ADP’ye ve fosfat grubuna böldüğünde gerçekleşmektedir (Martini, 1995: s. 297).

Sayfa 86: “Aktinlerin bağlandığı zara Z çizgisi denir”.

Bu tanım tamamıyla hatalıdır. Sarkomerdeki aktinler herhangi bir zara bağlanmaz; iki komşu sarkomerin aktinleri Z çizgisinde birbirine bağlanır (Hole, 1993: s. 272).

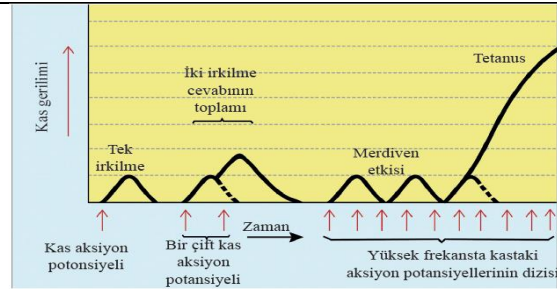
Sayfa 86: “I bandı daralır, H bandı kaybolur ve sarkomerin boyu kısalmır”.

Kasılma olduğunda I ve H bantları daralır denilmesi gerekir. Her kasılmada H bandının kaybolması söz konusu değildir.

Sayfa 87: “Depolarizasyon kas lifinin merkezine ulaştığında sarkoplazmik retikulumdaki kalsiyum iyonlarının aktin ve miyozin iplikleri arasına bırakılmasına neden olur”

Bu tanımlama, öğrencinin zihninde kas lifinde bir merkez olduğu algısını oluşturabilir.

Uyarılar iskelet kası hücresinde zarda yayılırken T tubüllerinin uç kısmına ulaştığında sarkoplazmik retikuluma iletilir ve sarkoplazmik retikulumdan Ca^{++} iyonlarının salınımı gerçekleşir (Van De Graaff ve Fox, 1992: s. 268).



Grafik 1.2: Kasta oluşan farklı aksiyon potansiyelleri

Grafik 1.2’de gösterilmiş olan merdiven etkisi (treppe) açıklayıcı değildir. Merdiven etkisinde birbirini izleyen kasılmalarda bir kas hücresinin ürettiği gerilim kuvvetinin artış göstermesi gerekir. Oysa grafikte verilen gösterimde, kas geriliminde herhangi bir artış yer almamaktadır (Hole, 1993: s. 282-283).

Sayfa 88: “İskelet kasları, yük kaldırmadığı zamanlarda daha hızlı kasılır. Yük arttıkça kasılma hızı azalır”.

Bu tanımlama öğrencilerde yanlış anlamalara ve değerlendirmelere yol açabilir.

Çünkü haltercilerin kaslarında beyaz kas oranı yüksektir ve yük kaldırılırken bu kaslar hızla kasılır. Bu durumda, haltercilerin kol kaslarının yük kaldırmadığında örneğin kolların yukarı kaldırıldığı sırada daha hızlı kasılması beklenmez.

Sayfa 90: İskelet kaslarında glikojen yıkımı anlatılırken “Glikojen hidrolizle glikoza parçalanır”.

Kas glikojeni, glikojen fosforilaz enzimi sayesinde α 1→4 glikozidik bağlar fosfat eklenerek yıkılır. Bu bir hidroliz olayı değil fosforoliz olayıdır (Nelson ve Cox, 2008: s. 595).

Sayfa 90: “Laktik aside dönüşüm iki açıdan önemlidir:

a. Pirüvik asit oluşumu, oksijenin yetersiz olduğu zamanlarda da gerçekleştiğinden üretilen enerjiyle kasılma devam eder.

b. Oksijensiz solunum reaksiyonlarında, hücrede oksijenle üretilen enerjiden çok daha hızlı enerji üretilir. Böylece bu dönüşüm reaksiyonlarıyla yaklaşık bir dakika daha kasın kasılması desteklenebilir”

Burada laktik asit fermantasyonunun önemi irdelenmek istenmiştir. Hücrede glikoliz olayı sonunda pirüvik asit oluştuğunda pirüvik asit, iskelet kaslarında ya oksijenli solunumda kullanılır veya laktik asit fermantasyonunda kullanılır. Glikoliz, oksijen kullanılmadan gerçekleşen bir süreç olup bu süreçte net 2 ATP sentezlenir. Pirüvik asit, fermantasyonla laktik aside dönüştürülürken ilave ATP sentezi olmaz. Bu sürecin önemi, indirgenmiş NADH moleküllerini NAD^{++} moleküllerine yükseltgeyerek glikolizde kullanılacak NAD^{++} moleküllerini hazırlamaktır. Aksi takdirde hücrede NAD^{++} molekülleri glikolizde NADH moleküllerine dönüşür ve elektron alacak molekül ortamda kalmaz ve glikoliz de durur (Reece vd., 2013: s. 177).

Sayfa 92: “Menisküsler, kaval kemiğinin ortasına bağlanarak bu kemiğin uyluk kemiğiyle temasını sağlar”.	Tanımlama bilimsel olarak tamamıyla yanlıştır. Menisküsler eklem bölgesinde kaval kemiğinin sinoviyal boşluğa bakan yüzeyine bağlanır (Martini, 1995: s. 263-264).
---	--

Tablo 2’deki veriler incelendiğinde, destek ve hareket sistemi konusu içerisinde yer alan kas çeşitleri ve iskelet kemikleri ile ilgili bilimsel hataların olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada, insan fizyoloji ünitesinde yer alan sindirim sistemi konusu incelenmiş ve elde edilen veriler Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3.

Sindirim sistemi ilgili belirlenen hatalar

Hatalı veya Tartışmalı İfade	Doğru Açıklama
Sayfa 108: “Kolonda ise su, safra tuzları, sodyum ve klor iyonları ve burada yaşayan bakteriler tarafından sentezlenen B ve K vitaminlerinin geri emilimi gerçekleşir”.	Burada gerçekleşen işlem geri emilim (reabsorbsiyon) değil emilim (absorbsiyon) olayıdır. Geri emilim ve emilim farklı olaylardır (Martini, 1995: s.918-919). Ayrıca safra tuzları ince bağırsağın ileum kısmında aktif olarak geri emilir ve kan yoluyla karaciğere geri gönderilir (Sadava vd., 2013: s. 1083).
Sayfa 109: “Karaciğer, karın boşluğunun sağ üst kısmında yer alan vücudun en büyük organıdır. Sağ ve sol olmak üzere 2 büyük loptan oluşmuştur”.	Verilen bilgi hatalıdır; karaciğerin sol lob, sağ lob, kuadrat lob ve kaudat lob olmak üzere dört lobu vardır (Martini, 1995: s. 909-910).
Sayfa 110: “Karaciğerde glikoz dengesinin düzenlenmesi” şeklinde ifade edilmiş olan Görsel 1.68’de yağ asitlerinden glikoz elde edildiği gösterilmiştir.	İnsan vücudunda böyle bir olay gerçekleşmez. Memeli hayvanlar yağ asitlerini glikoza dönüştüremez. Bu gösterim bilimsel olarak hatalıdır (Nelson ve Cox, 2008: s. 557).
Sayfa 115: “Örneğin, bağırsak boşluğundan epitel hücrelere fruktoz, amino asitler, vitaminler ve glikoz difüzyon ile geçebilirken amino asitler ve glukozun çoğu aktif de taşınabilir (Görsel 1.69)”.	İfade bilimsel olarak hatalıdır. Bu moleküller büyük olduğu için zardan difüzyonla değil kolaylaştırılmış difüzyonla veya aktif taşımayla taşınarak kana geçer (Reece vd., 2013: s. 134-135).

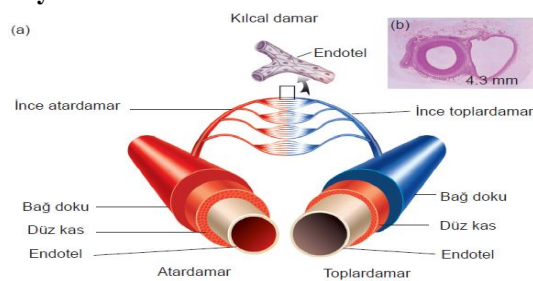
Tablo 3’deki veriler incelendiğinde, karaciğer, epitel hücreleri ve emilim konularında bilimsel hataların olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada, insan fizyoloji ünitesinde yer alan dolaşım ve solunum sistemi konusu incelenmiş ve elde edilen veriler Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4.

Dolaşım ve solunum sistemi ilgili belirlenen hatalar

Hatalı veya Tartışmalı İfade	Doğru Açıklama
Sayfa 127: “Kalpte bol miktarda otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilen otonom sinir lifleri bulunur”.	Otonom sinir sisteminin sinir lifini kontrol etmesi ifadesi bilimsel değildir. Kontrol edilen sinir lifleri değil kalbin atış hızıdır (Hole, 1993: s. 666-667).
Sayfa 133: “Görsel 1.78”	Atardamar, kılcal damar, toplardamar yapısı (a) ve mikroskopik görüntüleri (b)” incelendiğinde toplardamar duvarındaki bağ dokunun kalınlığı düz kas tabakasının 3 katı kadar; atardamar duvarındaki bağ doku kalınlığı ise düz kas tabakasının 2 katı kadar kalınlıkta olduğu görülüyor. Bu gösterim bilimsellikten tamamıyla uzak ve gerçek dışıdır (Hole, 1987: s.668; Martini, 1995: s. 721). Atardamar duvarları, çok miktarda hücre dışı kollajen ve elastin lif içerir; bunlar atardamarlara, kalp tarafından yaratılan yüksek kan basıncına karşı dayanabilme yeteneği verir. Toplardamarlar ise düşük basınç altında çalıştıklarından bazıları, kanın geri akısını önleyen kapakçıklara sahiptir (Sadava vd., 2013: s. 1089). Bu nedenle görselde atardamarlarda elastin tabaka ile toplardamarlarda kapakçık yapısının gösterilmesi yerinde olacaktır.



Sayfa 133: “Düz kas tabakası içerisinde yer alan elastik lifler de kasılıp gevşeme hareketinin gerçekleşmesine katkı sağlar”.	Eğer bu ifadede damar duvarında yer alan elastik doku kast ediliyorsa bu doku hem düz kas tabakasının hem de bağ dokunun altında yer alır (Hole, 1987: s. 668; Martini, 1995: s. 721; Sadava vd., 2013: s. 1059).
Sayfa 133: “Damarların ısı değişimleri karşısında büzülüp gevşemesini kolaylaştıran bu lifler, yaşlılığa ve beslenmeye bağlı olarak elastikiyetini kaybettiğinde damar sertliği (ateroskleroz) hastalığı gelişir”.	Aterosklerozun tanımı bilimsel kaynaklarda şu şekilde verilmektedir: “Ateroskleroz, arterlerin duvarında yağlı materyallerin özellikle kolesterolün birikmesiyle plak oluşması ve bunu takiben damar çapının daralmasına bağlı olarak kan akışının engellenmesiyle gelişen bir durumdur” (Hole, 1993: s. 676; Hall, 2017: s. 872).
Soru 134: “Kan kılcallarından geçip toplardamarlara erişen kanın akış hızı toplardamarlarda artar. Bunun nedeni yüzey alanlarının kılcal yüzey alanından daha az olmasıdır”.	Toplardamarlarda kan akış hızının fazla olması, sadece toplardamarın iç yüzey alanının görece küçük olmasıyla açıklanamaz. Toplardamarlarda kan akış hızının fazla olmasını iskelet kaslarının kasılması, nefes alıp verme hareketleri ve toplardamar duvarındaki kasların kasılması etkiler (Hole, 1993: s. 684).
Sayfa 139: “Örneğin bir öğrenci ders çalışırken beyni meşgul olduğundan kan, diğer bölgelerden baş bölgesine doğru sevk edilir ve beyinde yoğunlaşır”.	Diğer bölgelerden baş bölgesine kan nasıl sevk ediliyor? Olay öğrencilerin anlayacağı şekilde ifade edilmemiştir.
Sayfa 141: “Plazmada yer alan fibrinojenin çöktürülmesiyle elde edilen içeriğe serum denir”.	İçerik, çöken kısım mıdır? Bu tanımlama açık değildir. Öğrencilerde yanlış anlamlandırmalara neden olabilir. Serum pıhtılaşarak çökmüş olan kanın üst kısmında kalan sıvı kısmıdır (Hole, 1993, s. 633).
Sayfa 142: “Doğuma son bir ay kaldığında ve doğumdan sonra alyuvarlar yoğun olarak kemik iliğinde üretilir. Yirmi yaşından sonra ise omur, göğüs, kaburga, uyluk kemiği gibi kısımlarda üretilir”.	Bu ifadenin öğrencilerde yanlışlara yol açabileceği düşünülmektedir. Alyuvarların doğuma bir ay kaldığında ve doğumdan sonra kemik iliğinde üretildiği ifade edilmiş; yirmi yaşından sonra ise çeşitli kemiklerde üretildiği belirtilmiştir. Kemik iliği, tüm kemiklerin içini kaplar. Normal olarak sadece kırmızı kemik iliği aktif olarak kan hücreleri üretir (Hole, 1993: s. 193; Marieb vd., 2017: s. 163, 589). Alyuvarlar fetal hayatın 3.ayından 5. ayına kadar karaciğer ve dalakta yapılır. Fetal hayatın tahminen yarısından sonra ise kemik iliğinde kan yapılmaya başlanır (Noyan, 1998: s. 669).
Sayfa 142: “Alyuvarların ilk ve en önemli işlevi, akciğerlerden dokulara oksijeni ileten hemoglobin proteinini taşımaktır”.	Olay hatalı şekilde ifade edilmiştir. Alyuvarların işlevi, bünyelerindeki hemoglobin proteini sayesinde akciğerlerden dokulara oksijeni taşımaktır denilmesi öğrencilerin süreci doğru algılamaları bakımından önemlidir (Hole, 1993: s. 614).
Sayfa 142: “Bir hemoglobin yüzde yüz oksijen taşıdığına 1,34 ml oksijen taşır”.	Bir hemoglobin molekülü en fazla 4 tane oksijen molekülü taşır. Her eritrosit yaklaşık 250 milyon hemoglobin molekülü taşır, böylece bir eritrosit hücresinde yaklaşık 1 milyar tane oksijen molekülü taşınabilir (Reece vd., 2013: s. 911; Hickman vd., 2016: s. 673). Verilmiş olan 1,34 ml oksijen değeri, kanın mililitresinde mi yoksa 100 mililitresinde mi belli değil. Bu nedenle öğrencilerde yanlış öğrenmelere neden olabilir.
Sayfa 144: “Lenfositler, bağışıklığın sağlanmasında etkilidir. Humoral (sıvısal) ve hücresel bağışıklıktan sorumludur. Bunlar sarı ilikte üretilir”.	Bu bilgi tamamıyla yanlıştır. Zira sarı ilk yağ şeklinde bir doku olup kan hücresi üretimi görülmez. Lenfositler kırmızı kemik iliğinde ve lenf düğümlerinde üretilir (Hole, 1993: s. 183-184, 722; Marieb vd. 2017: s. 589-590).
Sayfa 146: İnsanda kan gruplarının gösterilmiş olduğu Tablo 1.8’de kan grubu antikorlarının serum içinde yer aldığı ifade edilmiş.	Bu ifade hatalıdır. Kan grubu antijenleri eritrositlerin zarında; bu antijenlerle ilgili antikorlar ise serum içinde değil kanın plazmasında yer alır (Hole, 1993: s. 636-637).
Sayfa 153: “Damar sertliğinde vücudun ısı düzenini sağlayan homeostatik hareketler gerçekleştirilemez. Yani sertleşen damar içinden geçen kanın sıcaklığı fazla ise damar bunu hissedemediğinden genişleyip vücudun	Termoregülasyon olayında kandaki sıcaklığın artışı ve düşüşünü kan damarları değil hipotalamustaki ısıyı algılama merkezi algılar (Reece vd., 2013: s. 867-868; Martini, 1995: s. 970).

ısının ayarlanmasına katkıda bulunamaz veya içinden geçen kanın sıcaklığı düşükse damar bunu hissedemez ve buna bağlı olarak damar büzüşmez”.

Sayfa 159: “Vücuda girmiş olan herhangi bir yabancı madde antijen adını alır”.

Bu tanım doğru değildir. Öğrencilerde kavram yanlışlarına neden olabilir. Vücut hücrelerinin antikor üretmesine yol açan maddelere antijen adı verilir. Örneğin insanların kullandığı vücuda giren, vücut için yabancı yüzlerce ilaç çeşidi var bunlar antijen midir? (Reece vd., 2013: s. 935).

Sayfa 175: “Hücelere kadar gelen besin monomerlerinin, hücrede oksijenli veya oksijensiz biçimde yıkılarak ATP üretilmesi olayı da hücresel solunum olarak adlandırılır”.

Bu tanımlama öğrencilerde yanlış öğrenmelere neden olabilir. Çünkü insan hücrelerinde gerçekleşen hücresel solunumda oksijen mutlaka kullanılır; oksijen kullanılmaması söz konusu değildir. İnsanda oksijen kullanılmadan enerji elde etme veya ATP üretme olayı oksijensiz solunum değil fermantasyondur (Reece vd., 2013: s. 177).

Sayfa 176: “Konuşma sadece solunum sistemiyle değil, sinir sistemi ile de kontrol edilir”.

Konuşmayı solunum sistemi kontrol etmez. Ses çıkarma ve konuşma aynı şeyler değildir. Birey nefes verirken ses çıkabilir ama bu konuşma değildir. Konuşmayı kontrol eden merkez beyinde yer alan Broca alanı ve Wernicke alanlarıdır. Konuşma merkezi, normal konuşma için gereken nefes alma ve seslendirme düzenlerini düzenler (Martini, 1995: s. 471).

Sayfa 177: “Bronşiyollerde kıkırdak tam halka şeklinde değildir”.

İfade bilimsel olarak hatalıdır; çünkü bronşiyoller kıkırdaktan yoksundur (Martini, 1995: s. 840; Seeley, vd., 1992: s.741).

Sayfa 178: “Diyafram kasıldığı zaman kubbemsi şekli düzleşerek karın boşluğunu ve organlarını aşağı iter, kaburgaları da yukarı iterek göğüs boşluğunu genişletir ve soluk alma gerçekleşir”.

Diyafram kasıldığında kaburgaları yukarı iter ifadesi yanlıştır. Kaburgaların nefes alma sırasında yukarı kaldırılmasını sağlayan şey, diyaframın itmesi değil kaburgalar arasındaki dış kasların kasılmasıdır (Martini, 1995: s. 851; Seeley vd., 1992: s.744).

Sayfa 180: “Soluk verme ise genellikle pasif bir işlemdir. Göğüs içi hacmini azaltmak için hiçbir kas kasılmaz”.

Bu bilgi eksiktir. Dinlenme durumunda nefes verme işlemi pasif bir işlemdir ve kasların kasılmasına gerek yoktur. Ancak egzersiz sırasında soluk verme işlemi için internal interkostal kaslar, rektus abdominis, transvers torasik ve serratus posterior inferior kasları kasılır (Seeley vd., 1992: s. 744).

Sayfa 187: “Yeterince havalanamayan akciğerlerde oksijene doygunluk azalır (Görsel 1.104)”.

Bu ifadeden “neyin” oksijene doygunluğu azaldığı anlaşılamamaktadır. Öğrencilerin doğru algılamaları için verilmek istenilen bilgi bilimsel anlamda açık olarak ifade edilmelidir. “Çeşitli faktörler, hemoglobinin O₂ bağlama/serbest bırakma özelliklerini, dolayısıyla dokulara O₂ sağlanmasını etkiler. Akciğer alveollerindeki kılcıl damarlarda olduğu gibi oksijen konsantrasyonu yüksek olduğunda, hemoglobin oksijeni bağlar; oksijen kısmi basıncının düşük olduğu dokularda ise hemoglobin oksijen rezervlerini salar” (Hickman vd., 2016: s. 689; Sadava vd., 2013: s. 1038).

Tablo 4’teki veriler incelendiğinde, dolaşım ve solunum sistemi içerisinde yer alan kalp, kan damarlar, kan hücreleri, soluk alıp-verme, diyafram gibi konularda bilimsel hataların olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada, insan fizyoloji ünitesinde yer alan üriner sistem, üreme sistemi ve embriyonik gelişim konusu incelenmiş ve elde edilen veriler Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5.

Üriner, üreme sistemi ve embriyonik gelişim ilgili belirlenen hatalar

Hatalı veya Tartışmalı İfade	Doğru Açıklama
Sayfa 228: “Embriyonik evre zigotun hücre yüzey alanını aşarak embriyonun büyüüp geliştiği evreleri kapsar”.	Zigotun hücre yüzey alanını aşması ifadesinden öğrencilerin bilimsel olarak doğru bilgiyi algılamaları beklenemez. İnsanda embriyonik evre, döllenmeyi izleyen ikinci haftadan başlar sekizinci haftanın sonuna kadar devam eder. Bu evrede belli başlı iç organlar oluşur dış vücut yapıları şekillenir (Hole, 1993: s. 860).
Sayfa 228: İnsanda gastrulasyon evresi anlatılırken “Gastrula boşluğu ileriki dönemlerde sindirim borusunu, blastopor ise ağız oluşturacaktır”.	Bu tanımlama bilimsel olarak yanlıştır. İnsan, Deuterostomia grubuna ait bir canlı türüdür ve blastopor ergin bireyde ağız oluşturmaz (Martini, 1995: s. 1115-1118).
Sayfa 229: “Görsel 1.128: Gastrulasyon (a), farklılaşma (b ve c)” verilmiş.	Bu görsel insana ait değildir. İnsandaki gastrulasyon süreci bu şekilde değildir. İnsanda blastula evresini izleyen süreç ve germ tabakalarının oluşumu özetle şu şekildedir. “Blastosist rahim duvarına implante olduktan sonra, içteki hücre kütlelerinin iç tarafında amniyotik boşluk meydana gelir ve boşluğun çevresi amniyon adı verilen hücre tabakasıyla çevrelenir. Amniyotik boşluğun oluşması içteki hücre kütlesinin blastosöle en yakın olan kısmının embriyonik disk adı verilen yassı bir disk şeklinde ayrılmasına neden olur. Bu embriyonik disk, iki hücre tabakasından oluşur: amniyotik boşluğa yakın olan ektoderm ve amniyonun karşısında disk tarafında yer alan endoderm” (Seeley vd., 1992: s. 952).
Sayfa 229: “Birçok organ, birden fazla embriyonik tabakadan meydana gelebilir. Örneğin sindirim borusunun ön ucu ağızdır ve ağız içi ektodermden köken alırken bağırsak epitelini endodermden köken alır. Buna embriyonik indüksiyon denir”.	Embriyonik indüksiyon, embriyonik hücrelerin komşu hücrelere temas etmesi ve komşu hücreler tarafından salgılanan büyüme faktörlerinin hedef hücrelere bağlanmasıyla hedef hücrelerde değişikliklerin meydana gelmesidir. Embriyonik indüksiyon, indükleyici bir hücre grubunun, yanıt veren başka bir hücre grubunun gelişimini yönlendirdiği embriyonik işlemi tarif eder (Reece vd., 2013: s. 367).
Sayfa 234: “Tek yumurta ikizliğinde; yumurtlama ve döllenme olayları normal olarak gerçekleşir ve rahime tek bir zigot gömülür”.	Tanımlama bilimsel olarak yanlıştır. Öğrencilerde yanlış öğrenmelere neden olabilir. İnsanda gebelik sırasında endometriyuma tutunan ve gömülen zigot değil blastosisttir (Hole, 1993: s. 858).

Tablo 5’teki veriler incelendiğinde, üreme sistemi ve embriyonik gelişim ile ilgili bilimsel hataların olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada, komünite ve popülasyon ekolojisi ünitesinde yer alan komünite ekolojisi ile popülasyon ekolojisi konuları incelenmiş ve elde edilen veriler Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6.

Komünite ve popülasyon ekoloji ile ilgili belirlenen hatalar

Hatalı veya Tartışmalı İfade	Doğru Açıklama
Sayfa 260: “Bir ekosistemin doğal bitki veya hayvan çeşitliliği içinde olmayıp bu bölgeye dışarıdan gelen yeni türlere istilacı türler adı verilir.”	Verilen ifade egzotik türleri tanımlamaktadır. İnsanlar seyahat ettiklerinde bazı türleri isteyerek ya da istemeyerek onların orijinal alanlarının dışına taşır. Bunlara egzotik (doğal olmayan; yabancı) türler denir (Sadava vd., 2014: s. 1249). Bu egzotik türlerin bazıları istilacıdır. İstilacı tür, kendi asıl çıkış noktasından çok daha uzakta yayılış gösteren ve uygun habitatlarda kolonileşip diğer türleri baskılayarak çevresel ve ekonomik zararlara sebep olan doğal olmayan bir türdür (Simon vd., 2014: s. 413).

4.TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmada, Ortaöğretim Fen Lisesi 11. Sınıf Biyoloji ders kitabında yer alan konular ve ünite değerlendirme sorularının bilimsel içerik bakımından incelenmesi ve belirlenen bilimsel hatalı bilgilerin düzeltilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, insan fizyolojisi ünitesinde yer alan denetleyici ve düzenleyici sistemler ve duyu organları ile ilgili bilimsel hataların olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen veriler incelendiğinde, dokular, sinir hücresinin yapısı, sinir hücresinde uyarının iletimi, sempatik sinirler, parasempatik sinirler ve duyu organlarıyla ilgili bilimsel tanımlamaların yanlış yapıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca 11. sınıf biyoloji ders kitabında konuyla ilgili çok fazla genellemelerin yapıldığı görülmüştür. Alanyazın incelendiğinde farklı sınıf düzeyinde hazırlanan ders kitaplarında benzer bilimsel hataların olduğu tespit edilmiştir (Gündüz vd., 2017; Yılmaz vd., 2018; Yılmaz vd., 2017a, b). Örneğin Yılmaz vd. (2017a), 7.sınıf fen bilimleri ders kitabında yer alan biyoloji ünitelerini incelediklerinde, sinir hücrelerinin yapısı, sinirlerin çıkış noktası ve çevresel sinir sistemiyle ilgili bilimsel hataların olduğunu belirlemişlerdir. Ders kitaplarında yapılan hataların, bilimsel bilgi eksikliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan araştırmalar sinir sistemi, iç salgı bezleri ve insan vücuduyla ilgili öğrencilerin zorlandıklarını ve kavram yanlışlarına sahip olduğunu ortaya koymuştur (Dalkıran ve Kesercioğlu, 2004; Prokop ve Faněovičová, 2006; Tekkaya, Özkan ve Sungur, 2000). Kabapınar (2007)'e göre, ders kitaplarında yapılan bilimsel hatalar, ilköğretimden lisans düzeyine kadar tüm öğrencilerdeki kavram yanlışlarının temel nedenidir.

Araştırmada, insan fizyolojisi ünitesi başlığı altında bulunan destek ve hareket sistemi konusuna yönelik ders kitabında bilimsel hataların olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda elde edilen veriler incelendiğinde (Tablo 2), kemiklerin yapısı, üyeler iskeleti, kaslarda enerji üretim mekanizmaları, kasların bantlaşması ve laktik asit fermantasyonu ile ilgili bilimsel hatalar ve genellemelerin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Oksijenli ve oksijensiz solunum konularına yönelik ders kitaplarında yer alan bilimsel hatalar ve alternatif kavramlar, öğrencilerde kavram yanlışlarına ve öğretilen kavramın yanlış anlaşılmasına neden olmaktadır (Yürük ve Çakır, 2000). Konu ile ilgili alanyazın incelendiğinde farklı çalışmalar yer almaktadır. Yılmaz vd. (2017b) tarafından yapılan araştırma sonucunda, sekizinci sınıf fen bilimleri ders kitabında oksijenli ve oksijensiz solunumla ilgili bilimsel hataların olduğu belirlenmiştir. 8. sınıf fen bilimleri ders kitabında oksijensiz solunumun az enerji üretilmesi yönüyle oksijenli solunumdan ayrıldığı yanlış tespit edilmiştir (Yılmaz vd., 2017b). Ayrıca 8. sınıf fen bilimleri ders kitabı incelendiğinde, oksijensiz solunumun fermantasyon ile aynı tepkimeler olarak anlatıldığı görülmektedir. Gündüz, Yılmaz ve Çimen (2016) tarafından yapılan araştırmada sonucunda, ortaöğretim biyoloji ders kitaplarında hücre solunum ile ilgili alternatif kavramların olduğu belirlenmiştir. Eğitimin devamlılık arz eden süreç olduğu düşünüldüğünde, bu durum ilköğretimden lisans eğitimine kadar tüm öğrencileri etkileyecektir. Nitekim Kırbaslar, Çingil Barış ve Ünal (2009), fen bilgisi öğretmen adaylarının fermantasyon kavramını en çok solunum kavramı ile karıştırdıklarını ifade etmişlerdir. Çetinkaya ve Taş (2018) yaptıkları araştırma sonucunda, altıncı sınıfta okuyan öğrencilerin kan hücreleri, kalp ve eklemler ile ilgili kavram yanlışlarının olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuçlar araştırma bulgularını desteklemektedir.

Araştırmada, insan fizyolojisi ünitesi başlığı altında bulunan sindirim sistemi konusuna yönelik ders kitabında bilimsel hataların olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde, karaciğerin yapısı, geri emilim mekanizmaları, karaciğerde glikoz dengesi ve madde geçişleri ile ilgili bilimsel hatalar ve genellemelerin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Alanyazın incelendiğinde, ders kitaplarında sindirim sistemi ile ilgili hatalı bilgilerin olduğunu tespit eden çalışmalar yer almaktadır. Yılmaz vd. (2017a) tarafından yapılan araştırmada, 7.sınıf ders kitabında sindirim sistemi ile ilgili bilimsel hataların olduğu belirlenmiştir. Yılmaz vd., (2017a)'a göre 7.sınıf fen bilimleri ders kitabında, besinlerin sindirim tanımı, mide öz suyunun görevleri, kalınbağırsaktaki emilim, yutağın görevleri, yağların fiziksel sindirimi ve karaciğerin sindirimdeki görevleri tanımlanırken hatalar yapılmıştır. Clément ve Tunnicliffe (2002)'e göre ders kitaplarında, sindirim sisteminin bir başlangıç bir sonu olan, arada hiçbir geçirgenliği olmayan bu nedenle de kana emilimi ile ilgili hiçbir çizime rastlayamadığımız bir tüp olarak tanımlanması ve sindirim sisteminde katı besinlerin sindiriminin gerçekleştiği şeklinde tanımlanması bu sistemin öğretiminde temel engellerdir. Carvalho, Silva ve Clement'in (2003), ders kitaplarında sindirim ve dolaşım sistemi organları arasındaki ilişkinin olmadığı, bu durumda öğrencilerde öğrenme engeli oluşturduğunu belirlemişlerdir. Güngör ve Özgür (2009) yaptıkları araştırmada sonucunda, Türkiye'deki öğrencilerin sindirim sistemiyle ilgili kavram yanlışlarının didaktik kökenli olduğu ve ders kitaplarının bu durumun nedenlerinden olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada, insan fizyolojisi ünitesi başlığı altında bulunan dolaşım ve solunum sistemi konularına yönelik ders kitabında bilimsel hataların olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda elde edilen veriler incelendiğinde, kalbin kontrolü, kan akış hızı, kan hücreleri ve yapıları, kan grupları, lenfositler, bağışıklık, soluk alıp verme mekanizmaları, diyafram kası ve yapısı ile ilgili bilimsel hatalar ve genellemelerin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ders kitaplarında yer alan bilimsel hatalar ve genellemeler öğrencilerde kavram yanlışlarına neden olmaktadır. Yeşilyurt ve Gül (2009) tarafından yapılan araştırma sonucunda ortaöğretim öğrencilerinin taşıma ve dolaşım sistemiyle ilgili birçok kavram yanlışının olduğu belirlenmiştir. Konu ile ilgili alanyazın incelendiğinde benzer

bulgular yer almaktadır (Kete, 2006; Sezen ve Çimer, 2009). Yapılan araştırmalar öğrencilerde oluşan kavram yanlışlarının ders kitaplarındaki bilimsel hatalı bilgiler ve genellemelerden kaynaklandığı göstermektedir (Özay ve Hasenekoğlu, 2006; Özay Köse, Pekel, ve Hasenekoğlu, 2009; Yılmaz vd., 2017a). Bu sonuçlar araştırmanın bulgularını desteklemektedir.

Araştırmada, insan fizyolojisi ünitesi başlığı altında bulunan üreme sistemi ve embriyonik gelişim konularına yönelik ders kitabında bilimsel hatalar olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen veriler incelendiğinde, embriyonik gelişim süreci, gastrulasyon evresi, gastrulasyon evresinin görseli ve tek yumurta ikizliği ile ilgili bilimsel hatalar ve genellemelerin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun oluşmasında, yanlış kelimelerin ve görsellerin etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerde kavram yanlışlarının oluşmasını engellemek için konuyu kapsayan doğru kelimelerin ve görsellerin seçilmesi gerekmektedir (Canpolat vd., 2004).

Araştırmada, komünite ve popülasyon ekolojisi ünitesi ile ilgili ders kitabında bilimsel hataların olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen veriler incelendiğinde, istilacı türün tanımıyla ilgili bilimsel hatanın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yılmaz vd. (2017a) yaptıkları araştırma sonucunda, ortaokul 7. sınıf fen bilimleri ders kitabında yer alan “İnsan ve Çevre İlişkileri Ünitesi” ile ilgili biyoçeşitliliği sadece tür çeşitliliği anlamında değerlendirilmesinin hatalı olduğu belirlenmiştir. Yılmaz vd. (2018) tarafından yapılan araştırmada ise, sekizinci sınıf fen bilimleri ders kitabında yer alan çevre bilimi ünitesiyle ilgili bilimsel hataların ve alternatif kavramların yer aldığı belirlenmiştir. Çobanoğlu, Şahin ve Karakaya (2009) araştırma bulgularında, 10. sınıf biyoloji test kitaplarında ekoloji ile ilgili konularda hataların olduğunu belirlemişlerdir. Benzer bulgular Tekkaya vd. (2000) tarafından da belirlenmiştir. Ürey, Şahin ve Şahin (2011) tarafından yapılan araştırmada, bazı ekoloji konuları ile ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip olduklarını ortaya çıkartmıştır. Bu sonuçlar araştırmanın bulgularını desteklemektedir.

Araştırmada, Fen Liselerinde okutulmakta olan 11. sınıf Biyoloji ders kitabında yer alan ünite değerlendirme soruları bilimsel içerik bakımında incelenmiş ve hataların olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular incelendiğinde, sorularda bilimsel bilgi, alternatif kavram, birden fazla cevap, bilimsel kurgu ve ölçme tekniği açısından hataların olduğu belirlenmiştir. Alanyazın incelendiğinde, ders kitaplarında yer alan ünite değerlendirme sorularıyla ilgili benzer bulguların yer aldığı çalışmaların olduğu görülmüştür (Gündüz vd., 2016; Yılmaz vd., 2017a; Yılmaz vd., 2017b; Yılmaz vd., 2018).

5.ÖNERİLER

Derslerde zorunlu ana kaynak olarak kullanılan kitaplarda önemli hataların olması öğrencilerde yanlış öğrenmelere neden olacağını göstermiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki önerilere yer verilmiştir:

- Biyoloji ve fen bilimleri ders kitaplarında belirlenen bilimsel hatalarla ilgili çalışmaların MEB tarafından öğretmenlere ulaşımının sağlanması yararlı olacaktır.
- Bu çalışmaların tüm sınıf düzeylerinde ve tüm ders kitaplarında yapılması yararlı olacaktır.
- Öğretmenlerin ders kitaplarındaki bir yanlış fark edebilmeleri için öncelikle kendilerinde kavram karşı yanlışlarının bulunmaması gereklidir. Bu nedenle öğretmenlerin alanyazında dünya ölçeğinde kabul görmüş eserleri incelemeleri ve sürekli olarak kendilerini yenilemelerinin çok önemli olduğu düşünülmektedir.
- Ders kitaplarındaki görsellerle ilgili hataların ortadan kaldırılması için görsellerin hazırlık aşamasında uluslararası kaynak kitaplardaki görseller dikkate alınmalı ve alan uzmanlarının görüşlerinden faydalanılmadır.
- Ölçme ve değerlendirme sorularına ilişkin hataların ortadan kaldırılması için sorulardaki bilimsel kurgu dikkatle oluşturulmalı, her hazırlanan doğru ve yanlış cevaplar oluşturulurken gerekçeleri bilimsel kaynaklarla desteklenmelidir.
- MEB tarafından öğretmen eğitimlerine yönelik çalışmalar planlanırken derslere yönelik belirlenen kavram yanlışları ve giderilmesine yönelik yöntem ve tekniklerin yer aldığı çalışmalara da yer verilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Atıcı, T., Samancı, N. K. ve Özel, Ç. A. (2007). İlköğretim fen bilgisi ders kitaplarının biyoloji konuları yönünden eleştirel olarak incelenmesi ve öğretmen görüşleri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 115-133.
- Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. E. (2006). *Life on Earth*. USA: Pearson Prentice Hall.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S., & Geban, Ö. (2004). Kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramalar. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 135-146.
- Carvalho, G. S., Silva, R., & Clément, P. (2003). *Epistemological and didactical learning obstacles identified in Portuguese primary school pupils (Synopsis)*, in ESERA 2003: Research and the Quality of Science Education. ESERA, Noordwijkerhout, CD.
- Chiras, D. D., & Reganold, J. P. (2005). *Natural Resource Conservation*. USA: Pearson Education, Inc.
- Clément, P., & Tunnicliffe, S. D. (2002). Digestion / Circulation / Excretion: *First results on the ontogenesis of the continuous tubing conception in U.K. pupils. Poster in Meeting ERIDOB, ENFA, Toulouse*.
- Çetinkaya, M., & Taş, E. (2018). Etkinlik temelli web materyalinin 6. sınıf “vücudumuzda sistemler” ünitesindeki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. *International e-Journal of Educational Studies (IEJES)*, 2(4), 92-113.
- Çobanoğlu, E., Sahin, B., & Karakaya, C. (2009). Examination of the biology textbook for 10th grades in high school education and the ideas of the pre-service teachers. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 2504-2512.
- Dalkıran, G., & Kesercioğlu, T. (2004). *İlköğretim öğrencilerinin ‘iç salgı sistemi ve sinir sistemi’ konularındaki kavram yanlışları, nedenleri ve çözüm önerileri*. VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 9-11 Ekim, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- Davis, M. L., & Cornwell, M. L. (2008). *Introduction to Environmental Engineering*. USA: Mc-Graw Hill International Edition.
- Doğan, N. (2016). Kısa Yanıtlı sınavlar. Atılğan, H. (Ed), *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*, Ankara: Anı
- Eichorn, S. E., & Evert, R. F. (2016). *Raven Bitki Biyolojisi*. (Çeviri Editörü: İ. Türkan). Ankara: Palme.
- Eyidoğan, F., & Güneysu, S. (2002). *İlköğretim fen bilgisi kitaplarındaki kavram yanlışlarının incelenmesi*. V. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Freeman, S., Allison, L., Black, M., Podgorski, G., Quillin, K., Monroe, J., & Taylor, E. (2014). *Biological Science*. USA: Pearson Education.
- Gündüz, E., Yılmaz, M., Çimen, O., & Şen, U. (2017). MEB ortaöğretim 11. sınıf biyoloji ders kitabının bilimsel içerik bakımından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(3), 1115-1140.
- Güngör, B., & Özgür, S. (2009). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin sindirim sistemi konusundaki didaktik kökenli kavram yanlışlarının nedenleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 149-177.
- Hall, J. E. (2017). *Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji*. (Çev: B. Ç. Yeğen). Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.
- Hickman, P. C., Roberts, S. L., Larson, A., I' Hanson, A., & Eisenhour, D. J. (2016). *Zooloji Entegre Prensipler*, (16.Baskıdan Çeviri Editörü: E. Gündüz). Ankara: Palme.
- Hole, J. W. (1993). *Human anatomy and physiology* (6th edition). Wm. C. Brown publishers, 962p., Iowa, USA.
- Kabapınar, F. (2007). Öğrencilerin kimyasal bağ konusundaki kavram yanlışlarına ilişkin literatüre bir bakış I: Moleküllü bağlar. *Millî Eğitim Dergisi*, 176, 18-35.
- Kete, R. (2006). 6. sınıf fen bilgisi biyoloji konularında kavram yanlışları. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 63-70.
- Kırbaşlar, F. G., Çingil Barış, Ç., & Ünal, M. (2009). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fermantasyon konusundaki yanlış öğrenmelerinin araştırılmasına yönelik bir çalışma. *H. Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36, 158 – 168.
- Krebs, J. C. (2009). *Ecology* (Sixth Edition). USA: Publishing as Benjamin Cummings, Pearson International Edition.
- Kurt, H. (2013). Biyoloji öğretmen adaylarının “bağışıklık” konusundaki bilişsel yapıları. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 242-264.
- Küçük, M. (2005). Farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin ve fen bilgisi öğretmen adaylarının yerçekimi kuvveti hakkında sahip oldukları kavramların incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 2(1), 32-45.
- Marieb, E. N., Wilhelm, P. B., & Mallatt, J. (2017). *Human Anatomy*. England: Pearson Education Limited.
- Martini, F.H. (1995). *Fundamental Anatomy & Physiology* (Third Edition). New Jersey: Prentice Hall International Inc.
- MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı [MEB TTKB]. (2013). “Taslak kitap incelemede değerlendirmeye esas olacak kriterler” konulu 27040 sayılı, 14.01.2013 tarihli yazı. Ankara: MEB
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018a). *Biyoloji Dersi Öğretim Programı*. <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/20182215535566-Biyoloji%20d%C3%B6p.pdf> (24.04.2019 tarihinde alınmıştır).

- Molles, C. M. (2005). *Ecology (Concepts and Applications)*. USA: McGraw-Hill.
- Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2005). *Lehninger Biyokimyanın İlkeleri*. (Çeviri Editörü: N. Kılıç). Ankara: Palme.
- Noyan, A. (1998). *Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji*. Ankara: Meteksan A.Ş.
- Odum, E. P., & Barrett, G. W. (2008). *Ekoloji'nin Temel İlkeleri*, (Çev. Ed.: Işık, K.). Ankara: Palme.
- Özay Köse, E., Pekel, O., & Hasenekoğlu, İ. (2009). Misconceptions and alternative concepts in biology textbooks: Photosynthesis and respiration. *Journal of Science Education*, 10(2), 91-93.
- Özay, E., & Hasenekoğlu, İ. (2006). Lise biyoloji dersi kitaplarının içeriklerinin bilimsel doğruluk açısından incelenmesi. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 5(9), 111-123.
- Prokop P., & Faněvičová, J. (2006) Students' ideas about the human body: do they really draw what they know? *Journal of Baltic Science Education*, 2,86-95.
- Reece, J. B, Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2013). *Campbell Biyoloji*, (Çev. Ed.: E. Gündüz & İ. Türkan). Ankara: Palme.
- Russell, P. J., Hertz, P. E., & McMillan, B. (2011). *Biology: The Dynamic Science, Brooks/Cole*. USA: Cengage Learning.
- Sadava, D., Hillis, M. D., Heller, H. C., & Berenbaum, M. R. (2014). *Yaşam bilimi biyoloji*, (Çeviri Ed.: E. Gündüz & İ. Türkan). Ankara: Palme.
- Seeley, R. R., Steohens, T. D. & Tate, P. (1992). *Anatomy and Physiology*, (2nd ed.). USA: St Louis Mosby Year Book, Inc.
- Sezen, G., & Çimer, A. (2009, Mayıs). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının insanda dolaşım sistemi konusundaki kavramları anlama seviyelerinin kavram haritası ve kelime ilişkilendirme testi ile belirlenmesi*. I. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresinde sunulan bildiri, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Simon, E. J., Dickey, J. L., Hogan, K. A. & Reece, J. B. (2017). *Campbell Temel Biyoloji*, (Çeviri Ed.: E. Gündüz & İ. Türkan). Ankara: Palme.
- Smith, M. T., & Smith, L. R. (2009). *Elements of Ecology*. USA: Pearson Benjamin Cummings.
- Teiz, L., & Zeiger, E. (2007). *Bitki Fizyolojisi* (Çev. Ed: İ. Türkan). Ankara:Palme.
- Tekkaya, C., & Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24: 101-107.
- Tekkaya, C., Özkan, Ö., & Sungur, S. (2001). Biology concepts perceived as difficult by Turkish high school students. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 145-150.
- Toprak, T. (1993). *İlkokul ders kitaplarının öğretim programına uygunluğunun değerlendirilmesi (Adana ilinde bir araştırma)*, Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Ünsal, Y. ve Güneş, B. (2002). Bir kitap inceleme çalışması örneği olarak MEB. İlköğretim 4. sınıf fen bilgisi ders kitabına fizik konuları yönünden eleştirel bir bakış. *G. Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(3) 110-120.
- Ürey, M., Şahin, B., & Şahin, N. F. (2011). Öğretmen adaylarının temel ekoloji kavramları ve çevre sorunları konusundaki yanlışları, *Ege Eğitim Dergisi*, 12(1), 22-51.
- Van De Graaff, K. M., & Fox, S. I. (1992). *Concepts of Human Anatomy and Physiology*, (3th Edition). USA: Wm. C. Brown Publishers.
- Widmaier, E. P., Raff, H., & Strang, K. T. (2016). *Vander's Human Physiology: The Mechanisms of Body Function*. USA: McGraw-Hill Education.
- Yeşilyurt, S., & Gül, Ş. (2012). Ortaöğretim öğrencilerinin taşıma ve dolaşım sistemleri ünitesi ile ilgili kavram yanlışları. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 5(1), 17-48.
- Yılmaz, M., Gündüz, E., Üçüncü, G., Karakaya, F., & Çimen, O. (2018). Sekizinci sınıf fen bilimleri ders kitabındaki biyoloji konularının bilimsel içerik bakımından incelenmesi. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 2(2), 1-16.
- Yılmaz, M., Gündüz, E., Çimen, O., & Karakaya, F. (2017a). Examining of biology subjects in the science textbook for grade 7 regarding scientific content, *Turkish Journal of Education*. 6(3), 128-142.
- Yılmaz, M., Gündüz, E., Diken, E., & Çimen, O. (2017b). 8. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki biyoloji konularının bilimsel içerik açısından incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 17-35.
- Yürük, N., & Çakır, Ö. S. (2000). Lise öğrencilerinde oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda görülen kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 185-191.

EXTENDED ABSTRACT

1. Introduction

Nowadays, it has become important to educate individuals who are researching, questioning and gathering the information they have gathered in a holistic approach. However, the researches showed that the students' preliminary information about the classroom environment is inaccurate (Yeşilyurt and Gül, 2012). This situation prevents the recruitment of targeted individuals. Learning is realized as a result of the interaction of the new knowledge that the individual has with the preliminary information (Küçük, 2005). Textbooks are defined as the basic documents that guide the students in a planned and orderly manner by explaining the information about the subjects in the curriculums and directing and educating the students in accordance with the objectives of the course (Ünsal and Güneş, 2002). In other words, textbooks are instructional materials that provide information to teachers and students about the content of the courses in the curricula (Toprak, 1993) and guide the flow of information to stakeholders within the educational system. Therefore, the information contained in the textbooks should not be scientifically erroneous and should not include alternative concepts. It is very important that textbooks used by both students and teachers as instructional materials have certain criteria. There are four basic criteria for a material to be a textbook. These criteria: a. Conformity of the content to the Constitution and laws, b. Scientific adequacy of content, c. Qualification of content to realize the gains of education and training program, d. Visual design and content design to support learning and to be appropriate to the development characteristics of students (MEB TTKB, 2013). Misidentification of concepts in science leads to misconceptions in students. Research has shown that the elimination of misconceptions in students is more difficult than learning new concepts (Atıcı, Samancı and Özel, 2007). It is known that the errors in the textbooks have negative effects on students' concept learning (Eyidoğan and Güneysu, 2002; Gündüz, Yılmaz and Çimen, 2016; Kurt, 2013; Ünsal and Güneş, 2002; Yeşilyurt and Gül, 2012; Yılmaz et al., 2017a). For this reason, it is very important to identify the situations that may cause misconceptions in students and to make studies to eliminate this situation. It is thought that this research will contribute to the literature, teachers and students in terms of determining and correcting the scientific errors in the 11th grade biology textbook. In this study, it is aimed to determine and correct the errors related to the unit and subjects in the 11th Grade Science High Schools Biology Textbook which is accepted as a textbook for 5 (five) years. It is also aimed to identify and correct scientific errors in unit evaluation questions.

2. Method

In this research, the descriptive model was used to examine the scientific content of the unit / subjects. Data were collected by document review method. Document analysis is an analysis of written materials containing information about the facts or facts that are intended to be investigated (Yıldırım and Şimşek, 2011, p.187). The subjects in the units were analyzed by three field experts in terms of scientific content by document analysis. In the evaluation of scientific content, the contemporary works which are widely used and accepted throughout the world have been used as scientific sources. The reason why an expression is faulty is explained with the correct form by examining the related subjects in these works. As a result of the examination, the explanations about the scientific errors and errors are given in the tables prepared for each unit together with the page numbers in the works.

3. Findings, Discussion and Results

In the research, it was determined that there are scientific errors related to the supervisory and regulatory systems and sensory organs in the human physiology unit. When the data obtained in the study were analyzed, it was determined that the scientific definitions related to the tissues, the structure of the nerve cell, the transmission of the stimulus in the nerve cell, the sympathetic nerves, the parasympathetic nerves and the sensory organs were made incorrectly. In addition, in the 11th grade biology textbook, many generalizations were made on the subject. When the literature is examined, it is determined that there are similar scientific errors in the textbooks prepared at different grade levels (Gündüz et al., 2017; Yılmaz et al., 2018; Yılmaz et al., 2017).

In the research, scientific errors were found in the textbook on support and movement system under the title of human physiology unit. When the data obtained in this context were examined, it was concluded that the structure of the bones, the skeleton of the members, the mechanisms of energy production in the muscles, the banding of the muscles, and the scientific errors and generalizations about the lactic acid fermentation were found. Scientific errors and alternative concepts in the textbooks for oxygenated and oxygen-free breathing topics cause misconceptions in the students and misconceptions (Yürük and Çakır, 2000). When the literature on the subject is examined, there are different studies. Yılmaz et al. (2017b), in the eighth grade science textbook, scientific errors related to oxygenated and oxygen-free respiration were determined.

In the research, scientific errors were found in the textbook on the digestive system in the human physiology unit. When the obtained data were examined, it was concluded that the structure of the liver, the mechanisms of reabsorption, the glucose balance in the liver and the scientific errors and generalizations related to the matter transitions. When the literature is reviewed, there are studies that have found incorrect information about digestive system in the textbooks. Yilmaz et al. (2017a), in the 7th grade textbook, scientific errors related to the digestive system were determined. Carvalho, Silva and Clement (2003), in the textbooks of the digestive and circulatory system organs in the absence of relationship between students in this case found that they create learning disabilities.

In the research, scientific errors were found in the textbook on the circulatory and respiratory system subjects in the human physiology unit. When the data obtained in this context are examined, it is concluded that there are scientific errors and generalizations about the control of the heart, blood flow rate, blood cells and structures, blood groups, lymphocytes, immunity, breathing mechanisms, diaphragm muscle and structure. Scientific errors and generalizations in the textbooks cause misconceptions in students. As a result of the research conducted by Yeşilyurt and Gül (2009), it has been determined that there are many misconceptions about the transportation and circulatory system of secondary school students. Similar findings are found in the literature (Kete, 2006; Sezen and Çimer, 2009).

In the research, scientific errors were found in the textbook on the reproductive system and embryonic development in the human physiology unit. When the data obtained in the study are examined, it is concluded that embryonic development process, gastrulation phase, visualization of gastrulation phase and scientific errors and generalizations related to the twinning of the eggs. Wrong words and visuals are thought to be effective in the formation of scientific errors.

In the research, scientific errors were found in the textbook on community and population ecology unit. When the data obtained within the scope of the study is examined, it is concluded that there is a scientific error related to the definition of invasive species. Yilmaz et al. (2017a) as a result of their research, anlam Human and Environmental Relations Unit ilgili included in the 7th grade science textbook of secondary school was found to be incorrect in evaluating biodiversity only in terms of species diversity. Yilmaz et al. (2018), it is determined that scientific errors and alternative concepts related to environmental science unit included in the eighth grade science textbook are included. In the research, unit evaluation questions included in 11th grade Biology textbook were examined in terms of scientific content and errors were found. When the findings were examined, it was determined that there were errors in terms of scientific knowledge, alternative concept, multiple answers, scientific fiction and measurement technique. When the literature is examined, it has been observed that there are similar findings about unit evaluation questions in the textbooks (Gündüz et al., 2016; Yılmaz et al., 2017a; Yılmaz et al., 2017b; Yılmaz et al., 2018).