



Secondary School Students' Misconceptions About the "Transportation and Circulatory Systems" Unit*

Selâmi YEŞİLYURT** Şeyda GÜL***

Received: 26 June 2011

Accepted: 25 October 2011

ABSTRACT: The purpose of this study was to determine secondary school students' misconceptions about the "Transportation and Circulatory Systems" unit in biology course. The study was conducted with totally 78 students who were 11th graders being taught in three secondary schools in Erzurum. In the study, a valid and reliable "Misconception Diagnosis Test" was administered to students to determine their misconceptions about the "Transportation and Circulatory Systems" unit. Data were analyzed by means of SPSS 12.0. Findings showed that students had various misconceptions about the "Transportation and Circulatory Systems" unit such as osmotic pressure and water absorption, transpiration and cohesion force, open and closed circulation, structure of the heart and heart bumping, blood vessels, blood and blood cells, blood pressure, relation of the circulatory system to other systems, lymphatic system, defense and immune. At the end of the study, recommendations were made to remove students' misconceptions.

Key words: misconception, secondary school, biology, transportation and circulatory systems.

SUMMARY

Purpose and Significance: A student's prior knowledge on any topic mostly affects his/her learning since new learning occurs through interaction of students' existing prior knowledge with forthcoming knowledge with which they are faced. In recent years, several studies in the field of science education have indicated that prior knowledge brought by students to learning environment may be sometimes incorrect and this incorrect prior knowledge may make arriving at scientifically true knowledge difficult for students. Generally, this incorrect knowledge is called as a misconception or alternative conception. In recent years, a number of studies have been conducted on misconceptions. In those studies, it has been emphasized that misconceptions are caused by different reasons such as student, teacher, language, textbook, teaching-learning environment. It is known that biology is a field in which students have difficulty in learning and teachers in teaching. Besides, it is emphasized that this causes students' having difficulty in learning and misconceptions about different concepts. In addition, in many studies on biology education, topics such as photosynthesis, evolution, genetics, osmosis-diffusion, cell divisions have mostly been focused, but the "Systems" unit has been less paid attention. "Transportation and Circulatory Systems" is one of the units which is important and difficult to understand in biology. However, when studies in Turkey and abroad on this topic examined, it is seen that there are not too many studies on this topic, but the majority of those have focused on "human circulatory system". Therefore, it may be suggested that further studies on this topic should include all topics related to the "Transportation and Circulatory Systems" unit. Therefore, the purpose of this study is to determine secondary school students' misconceptions about the "Transportation and Circulatory Systems" unit in biology course.

* This article is a part of the second author's Ph.D dissertation titled "The Effect of Course Software Based on 5E Model on Students' Achievements, Attitudes and Remedy of Misconceptions".

** Assist. Prof. Dr., Ataturk University, Kazim Karabekir Faculty of Education, Department of Biology, selamiy@hotmail.com

*** Corresponding Author: Dr., Ataturk University, Kazim Karabekir Faculty of Education, Department of Biology, seydagul@atauni.edu.tr

Methods: This study was a descriptive study aimed at determining 11th graders' misconceptions about the "Transportation and Circulatory Systems" unit. The study was conducted with totally 78 students who were 11th graders being taught in three secondary schools in Erzurum which were selected through convenience sampling. In the study, a valid and reliable "Misconception Diagnosis Test" was administered to students to determine their misconceptions about the "Transportation and Circulatory Systems" unit. Students were asked to take the "Misconception Diagnosis Test" in 40 minutes. Data obtained from students after administration were analyzed by means of SPSS 12.0. Multiple-choice questions in the "Misconception Diagnosis Test" were examined one by one according to students' responses and results were reported in frequencies and percentages. Besides, open-ended questions in the "Misconception Diagnosis Test" were analyzed by means of Abraham-Williamson's 5-point understanding level scale and results were reported in frequencies and percentages.

Results: When data were analyzed by means of SPSS 12.0, important findings on the "Transportation and Circulatory Systems" unit were achieved. Findings revealed that students had various misconceptions about the "Transportation and Circulatory Systems" unit such as osmotic pressure and water absorption, transpiration and cohesion force, open and closed circulation, structure of the heart and heart bumping, blood vessels, blood and blood cells, blood pressure, relation of the circulatory system to other systems, lymphatic system, defense and immune..

Discussion and Conclusions: This study was significant in terms of guiding further studies as providing students' misconceptions about the "Transportation and Circulatory Systems" unit offered in the 11th grade biology curriculum. At the end of this study, it was seen that students had lots of misconceptions about the "Transportation and Circulatory Systems" unit. In light of the findings of the study, the following recommendations to remove students' misconceptions should be taken into account:

- Attention should be paid to use words and expressions which best describe the meaning of concepts in teaching process.
- Lesson plans should be organized in a way that relationships of a topic intended to be taught are established with any other topics.
- Concepts should be taught by establishing relationships not only among units of biology, but also different lessons including overlapping content with units to be taught (e.g., chemistry).
- Difficulties in teaching abstract concepts should be compelled by multimedia supplies and other audio-visual materials.
- To eliminate misconceptions, textbooks should be prepared taking views of students and field experts into account.
- In addition, analogy should be more used for teaching biology topics, and further studies should be conducted in this way.

Ortaöğretim Öğrencilerinin Taşıma ve Dolaşım Sistemleri Ünitesi ile İlgili Kavram Yanılgıları*

Selâmi YEŞİLYURT **

Şeyda GÜL ***

Makale Gönderme Tarihi: 26 Haziran 2011

Makale Kabul Tarihi: 25 Ekim 2011

ÖZET: Bu çalışmanın amacı, ortaöğretim öğrencilerinin biyoloji dersine ait “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri” ünitesi ile ilgili kavram yanılgılarını ortaya çıkarmaktır. Çalışma, Erzurum ilinde uygun örnekleme yöntemi ile belirlenmiş 3 ortaöğretim kurumunun 11. sınıfında öğrenim gören toplam 78 öğrenci üzerinde yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak, geçerliği ve güvenilirliği sınanmış bir “Kavram Yanılgısı Teşhis Testi” kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen veriler, SPSS istatistik paket programıyla analiz edilmiş ve analiz sonucunda öğrencilerde “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri” ünitesi ile ilgili bitkilerde osmotik basınç ve su emilimi, terleme ve kohezyon kuvveti, açık ve kapalı dolaşım, kalbin yapısı ve çalışması, kan damarları, kan ve kan hücreleri, kan basıncı, dolaşım sisteminin diğer sistemlerle ilişkisi, lenf sistemi ve savunma ve bağışıklık konularında çok sayıda kavram yanılgısının olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonunda, belirlenen kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: kavram yanılgısı, ortaöğretim, biyoloji dersi, taşıma ve dolaşım sistemleri.

GİRİŞ

Bir öğrencinin derste herhangi bir konu ile ilgili sahip olduğu ön bilgiler, öğrenmesini büyük ölçüde etkilemektedir. Zira, yeni öğrenmeler, bireyin sahip olduğu ön bilgiler ile karşılaştığı yeni bilgilerin etkileşimi sonucu gerçekleşmektedir (Küçük, 2005).

Son yıllarda, özellikle fen öğretimi alanında yapılan bazı çalışmalar, öğrencilerin sınıf ortamına getirdikleri ön bilgilerin bazen hatalı olabildiğini ve hatalı ön bilgilerin, bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgilere ulaşmayı engellediğini veya zorlaştırdığını göstermektedir. Bu durum, öğrencilerin değişik kavramlarla ilgili taşıdıkları bilgilerin araştırılmasını zorunlu hâle getirmektedir (Kırkkaya & Güllü, 2008; Yakışan, Selvi, & Yürük, 2007). Zira, etkili bir fen öğretimi, bilginin ezberlenmesi ile değil, kavramlar düzeyinde anlamlı öğrenilmesiyle mümkün olabilir. Yapılan birçok çalışmada (Balcı, Çakıroğlu, & Tekkaya, 2004; Michael ve diğerleri, 2002; Özay & Öztaş, 2003; Özay Köse, Pekel, & Hasenekoğlu, 2009; Selvi & Yakışan, 2004; Sinan & Yıldırım, 2004) fen bilimlerinde kavram öğretiminin oldukça önemli olduğu vurgulanmaktadır. Nitekim, söz konusu çalışmalar, öğrencilerin kavram öğreniminde bazı alternatif fikirleri zihinlerinde oluşturma yoluna gidebildiklerini ve bunun sonucunda bazen bilgiyi yanlış yorumlayabildiklerini ortaya koymaktadır. Bu yanlış fikirler, genel olarak kavram yanılgıları veya alternatif kavramlar olarak adlandırılmaktadır.

Son yıllarda kavram yanılgıları üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Söz konusu çalışmalarda kavram yanılgılarının öğrenci, öğretmen, kullanılan dil, ders kitabı, öğrenme ve öğretme ortamı gibi değişik nedenlerle meydana geldiği vurgulanmaktadır. Bunun yanında, kavram yanılgılarının, hem yeni konuların anlaşılmasını zorlaştırdığı, öğrenciler değişime karşı direnç gösterdiği için, hem de düzeltilmelerinin oldukça zor olduğu belirtilmektedir (Hançer,

* Bu makale ikinci yazarın “5E Modeline Dayalı Olarak Hazırlanan Ders Yazılımının Öğrencilerin Başarılarına, Tutumlarına ve Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi” adlı doktora tezinden hazırlanmıştır.

** Yrd. Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Biyoloji Bölümü, selamiy@hotmail.com

*** Sorumlu Yazar: Dr., Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Biyoloji Bölümü, seydagul@atauni.edu.tr

2007; Sebitosi, 2007; Sinan, Yıldırım, Kocakülâh, & Aydın, 2006; Tekkaya, Çapa, & Yılmaz, 2000; Thompson & Logue, 2006; Türkmen, Çardak, & Dikmenli, 2002).

Fen bilimleri alanlarından birisi olan biyolojinin, öğrencilerin anlamakta, öğretmenlerin ise anlatmakta güçlükler yaşadıkları bir alan olduğu bilinmektedir. Bu güçlüklerin nedenleri üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında, biyolojinin içerdiği konuların soyut olması, öğretmenlerin kullandıkları teorik veya ezberci yöntemlerden dolayı bireylerde oluşan başaramama korkusu ve konuların öğrenilmesinde zorluk çekileceği endişesi şeklinde sebepler ileri sürüldüğü görülmektedir (Akpınar, 2006; Kılıç & Sağlam, 2004). Ayrıca bu durumun, öğrencilerin biyolojinin çeşitli konularında öğrenme güçlükleri çekmelerine ve farklı kavramlarla ilgili birçok yanlış geliştirmelerine neden olduğu vurgulanmaktadır (Çetin & Ertepinar, 2004; Dalkıran & Kesercioğlu, 2004; Kılıç & Sağlam, 2004; Klymkowsky & Doxas, 2008; Kwen, 2005; Özay, 2008; Sungur & Tekkaya, 2003; Tekkaya ve diğerleri, 2000; Türkmen ve diğerleri, 2002; Yürük & Çakır, 2000).

Biyoloji konuları, kavramlar açısından zengin bir potansiyele sahiptir (Selvi & Yakışan, 2004). Literatürde biyoloji ile ilgili olarak fotosentez, osmoz-difüzyon, hücre bölünmeleri, ekoloji, evrim, sindirim sistemi, solunum sistemi, boşaltım sistemi, sinir sistemi ve hormonlar, dolaşım sistemi, enzimler ve genetik konularında öğrenme güçlüğü çekildiğini ve bu konularda kavram yanlışlarının olduğunu ortaya koyan çalışmalar vardır (Cerrah, Özsevegç, & Ayas, 2005; Kwen, 2005; Michael ve diğerleri, 2002; Pelaez, Boyd, Rojas, & Hoover, 2005; Sebitosi, 2007; Selvi & Yakışan, 2004; Tekkaya ve diğerleri, 2000; Yıldırım, Nakipoğlu, & Sinan, 2004). Ancak biyoloji alanında yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunda, fotosentez, evrim, genetik, osmoz-difüzyon ve hücre bölünmeleri gibi konular üzerinde yoğunlaştığı, ancak “Sistemler” konusuna ait ünitelere daha az yer verildiği görülmektedir (Bahar, 2002).

Biyoloji dersinde “Sistemler” ile ilgili önemli ve kavranması güç olan ünitelerden biri de “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri”dir (Michael ve diğerleri, 2002; Sungur & Tekkaya, 2003). “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri” ünitesindeki kavram yanlışlarının ele alındığı çalışmalar, öğrencilerin bu konuda çok sayıda kavram yanlışına sahip olduklarını göstermektedir (Michael ve diğerleri, 2002; Pelaez ve diğerleri, 2005). Ancak gerek yurt içinde gerekse yurt dışında bu konuya yönelik çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmaların az sayıda olduğu ve çoğunlukla, sadece “İnsanda Dolaşım Sistemi” konusu üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Sungur, Tekkaya & Geban, 2001; Sungur & Tekkaya, 2003). Halbuki, Türkiye’de söz konusu ünitenin yer aldığı biyoloji dersi 11. sınıf öğretim programı incelendiğinde, “Lenf Sistemi” ve “Bağışıklık Sistemi” gibi önemli ünitelerin de “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri” ünitesi içinde ayrı birer konu olarak yer aldığı görülmektedir. Sinan ve Yıldırım (2004)’ın da ifade ettiği gibi, öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının ve öğrenme güçlüklerinin neler olduğunun belirlenmesi, nedenlerinin ortaya çıkarılması ve gerekli öğretim faaliyetlerinin düzenlenmesi öğretimde önemli bir yer teşkil ettiğinden, “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri” ünitesi ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik yapılacak çalışmaların bütün üniteyi içerecek şekilde ele alınarak detaylı sorgulanması, öğrenme sürecinde öğretim eksikliklerinin kavramsal kargaşaya yer vermeyecek şekilde giderilerek başarının artırılabilmesine önemli ölçüde katkı sağlayabilir.

Buradan hareketle, bu çalışmada ortaöğretim 11. sınıf öğrencilerinin biyoloji dersi 11. sınıf öğretim programında yer alan “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri” ünitesi ile ilgili kavram yanlışlarının ortaya çıkartılması amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Çalışma, 11. sınıf öğrencilerinin “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri” ünitesindeki kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik betimsel bir çalışmadır.

Evren ve Örneklem

Çalışma, Erzurum il merkezinde, olasılıksız örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi (convenience sampling) ile belirlenmiş 3 ortaöğretim kurumunun 11. sınıfında öğrenim gören toplam 78 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrencilerin seçiminde, biyoloji dersinde “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri” ünitesini işlemiş olmaları dikkate alınmıştır.

Veri Toplama Araçları

Çalışmada, “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri” ünitesine yönelik öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının tespiti amacıyla araştırmacılar tarafından geliştirilen, geçerliği ve güvenilirliği sınanmış bir “Kavram Yanılgısı Teşhis Testi”nden yararlanılmıştır.

Testin Geliştirilmesi

Kavram Yanılgısı Teşhis Testi, başlangıçta bir yönergenin yer aldığı 10 adet çift ve beş adet tekli olmak üzere toplam 25 sorudan oluşmaktadır. Her bir çift soru iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım, beş seçenekli çoktan seçmeli sorunun bulunduğu kısım olup seçeneklerden biri doğru cevabı içerirken kalan dört seçenek, öğrencilerin kavram yanlışını ortaya çıkarmaya yönelik çeldiricilerden oluşmaktadır. Testin ikinci kısmı ise çoktan seçmeli soruya verilen cevabın nedeninin açıklanacağı kısımdır. Bu kısım, çeldiricilerden yola çıkarak öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarını daha detaylı bir şekilde ortaya çıkarmak amacıyla hazırlanmıştır. Buna göre, 1, 3, 5, ..., 19 şeklinde tek numaralı sorular, çoktan seçmeli sorulardan oluşmakta; 2, 4, 6, ..., 20 şeklinde çift numaralı açık uçlu sorularda ise tek numaralı sorulara verilen cevapların nedenleri istenmektedir. Kalan beş adet tekli soru (21-25. sorular) ise sadece açık uçludur.

Testte yer alan sorulara ait geçerlik çalışmaları, öncelikle alanında uzman akademisyenler yardımıyla yapılmıştır. Bu amaçla, test, öncelikle Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesinde görev yapan 4 öğretim elemanı (1 profesör, 1 doçent ve 2 yardımcı doçent) tarafından kapsam geçerliği açısından incelenmiştir. Uzman görüşünden sonra hazırlanan test, konuyu daha önce işlemiş ve ortaöğretim son sınıfta öğrenim gören 34 öğrenciye uygulanarak soruların anlaşılabilirliği gözden geçirilmiştir. Daha sonra testte yer alan toplam 10 adet çoktan seçmeli madde için madde analizi yapılmıştır.

Madde analizi yapılırken öncelikle öğrencilerin testten aldıkları puanlar hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken, testte her doğru cevap için “1” puan, yanlış cevaplar için ise “0” puan verilmiştir. Daha sonra öğrencilerin aldıkları puanlar en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır. Bu sıralamanın sonucunda en yüksek ve en düşük puana sahip olanlar arasından dokuzar ($34 \times 27 / 100$) öğrenci belirlenmiştir. Daha sonra madde güçlüğü, $p = (Dü + Da) / 2N$ formülünden, ayırt edicilik ise $d = (Dü - Da) / N$ formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır (N: Tüm grubun % 27’si, Dü: Doğru yapan üst grup, Da: Doğru yapan alt grup) (Çalık & Ayas 2003). Sonuç olarak, test maddelerine ait madde güçlüğü ve ayırt edicilik değerleri Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Alt ve Üst Gruptaki Öğrencilerin Doğru Cevap Sayısına Göre Madde Analizi

Soru No	Dü	Da	p	d	Soru No	Dü	Da	p	d
1	9	1	0.56	0.89	11	9	0	0.50	1
3	8	1	0.50	0.78	13	8	3	0.61	0.56
5	9	1	0.56	0.89	15	5	1	0.33	0.44
7	7	0	0.39	0.78	17	9	2	0.61	0.78
9	8	1	0.50	0.78	19	9	1	0.56	0.89

Dü: Doğru yapan üst grup (%27 lik= toplam 9 kişi),

Da: Doğru yapan alt grup (%27 lik= toplam 9 kişi),

p: madde güçlüğü

d: madde ayırt ediciliği

Madde analizi sonucunda ayırt edicilik kriteri değerlendirilirken, Çalık ve Ayas (2003)'ın belirttiği kriterler dikkate alınmıştır;

Tablo 1 incelendiğinde, çalışmada kullanılan “Kavram Yanılgısı Teşhis Testi”nin ortalama madde güçlüğü 0.51 civarında olduğu görülmektedir. Bu ise testin ortalama güçlükte bir test olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, testin ortalama ayırt ediciliği ise yaklaşık olarak 0.78 civarındadır. Bu değerler, Çalık ve Ayas (2003)'ın belirttiği kriterlere göre, testin ayırt ediciliğinin oldukça iyi olduğunu ve maddelerin düzeltilmeden kullanılabilceğini göstermektedir.

Madde analizinde ayrıca alt ve üst % 27 arasındaki farkın anlamlılığına ilişkin t testi yapılmıştır. Alt ve üst % 27 arasındaki farkın anlamlılığını belirlemek için yapılan t testine ait analiz sonuçları, başarı testinin alt ve üst grupları ayırt etmede yeterli olduğunu göstermiştir ($t = -26.222$, $sd = 16$, $p < 0.05$).

Madde analizi yapıldıktan sonra testin güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda testin KR-20 güvenilirlik katsayısı, 0.872 olarak hesaplanırken; ortalaması 4.71 ve standart sapması ise 3.44 olarak hesaplanmıştır.

Testin Uygulanması

Geliştirilen test, dersin öğretmeninin gözetiminde, araştırmacı tarafından öğrencilere uygulanmıştır. Testin cevaplandırılmasında öğrencilere 40 dakika süre verilmiştir. Uygulama sonrası analizlerin yapılmasında SPSS istatistik paket programından yararlanılmıştır.

Teste ait çoktan seçmeli sorular, öğrencilerin verdikleri cevaplara göre tek tek incelenmiş, sonuçlar frekans ve yüzde olarak değerlendirilmiştir.

Testin açık uçlu soruları ise, Yıldırım ve diğerleri (2004)'nin çalışmalarında ifade ettikleri Abraham-Williamson'un 5'li anlama düzeyi skalasına göre değerlendirilerek analiz edilmiş ve elde edilen bulgular, frekans ve yüzde olarak verilmiştir. Kullanılan skala şöyledir:

1. Tam Doğru Cevap: Geçerli cevabın bütün bileşenlerini içeren cevaplar
2. Kısmen Doğru Cevap: Bütün bileşenleri olmamakla birlikte geçerli cevabın bir kısmını içeren cevaplar
3. Kısmen Doğru/Kavram Yanılgısı Var: Bir kavram yanılgısına ait açıklamaları olan fakat kavramın anlaşıldığını gösteren cevaplar
4. Kavram Yanılgısı Var: Doğru olmayan ve ilgisiz bilgiyi kapsayan cevaplar

5. Cevap Yok: Yanlış, ilgisiz veya açık olmayan cevap (sorudaki seçeneğin aynen tekrar edilmesi, boş, bilmiyorum, vs).

Bütün soruların cevapları yukarıdaki skalaya göre analiz edildikten sonra, belirlenen kavram yanlışlığı ifadeleri dokuz başlık altında toplanarak Tablo 18’de toplu olarak gösterilmiştir.

BULGULAR

Kavram Yanlışlığı Teşhis Testinden elde edilen bulgular şöyledir: Öğrencilerin Kavram Yanlışlığı Teşhis Testinde yer alan çoktan seçmeli sorulara verdikleri cevapların analiz sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Öğrencilerin Çoktan Seçmeli Sorulara Verdiği Cevapların Analiz Sonuçları

Soru	Doğru Cevap	A		B		C		D		E		Boş	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	E	4	5.1	-	-	21	26.9	12	15.4	41	52.6	-	-
3	B	18	23.1	39	50.0	5	6.4	6	7.7	9	11.5	1	1.3
5	D	14	17.9	-	-	12	15.4	31	39.7	21	26.9	-	-
7	A	16	20.5	47	60.3	2	2.6	7	9.0	4	5.1	2	2.6
9	D	27	34.6	1	1.3	8	10.3	37	47.4	4	5.1	1	1.3
11	E	26	33.3	8	10.3	16	20.5	9	11.5	15	19.2	4	5.1
13	C	15	19.2	4	5.1	39	50.0	9	11.5	10	12.8	1	1.3
15	D	5	6.4	17	21.8	9	11.5	15	19.2	20	25.6	12	15.4
17	E	2	2.6	-	-	11	14.1	21	26.9	43	55.1	1	1.3
19	E	8	10.3	21	26.9	9	11.5	1	1.3	37	47.4	2	2.6

n=78

Öğrencilerin çoktan seçmeli sorulara verdikleri cevapların nedenlerinin sorulduğu açık uçlu sorulara verdikleri cevapların analiz sonuçları Tablo 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12’de gösterilmiştir. Buna göre; “Ağaçlarda yaprağın emme kuvvetini aşağıdakilerden hangisi artırır?” şeklindeki çoktan seçmeli sorunun (Soru 1) nedeninin sorgulandığı açık uçlu soruda (Soru 2) Tablo 3’de gösterilen kavram yanlışlıkları tespit edilmiştir.

Tablo 3. İkinci Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	38	48.72
Kökten su ve suda çözülmüş minerallerin alınabilmesi için yapraklardan su kaybı olması gerekir. Su, terleme ile yapraklardan atıldıkça, her yaprak hücresinin osmotik basıncı da artar ve dolayısıyla emme kuvveti de artmış olur. Emme kuvvetinin de etkisiyle kök emici tüylerinin osmotik basıncı toprağın osmotik basıncından fazla olacağından, su osmozla kök emici tüylere geçer. Bu nedenle, terleme ile yapraklar su kaybettikçe emme kuvveti de artar.	-	-
Kısmen Doğru Cevap	1	1.28
Terleme ile su kaybedildiğinde derişim artar.	1	1.28
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	-	-
Kavram Yanılgısı Var	33	42.31
Topraktaki suyun emici tüylere geçmesi emme kuvvetini artırır.	11	14,10
Stomalar gece kapanınca fotosentez olmadığı için bitki besinleri topraktan alır. Bu da emme kuvvetini artırır.	2	2.56
Emici tüylerdeki osmotik basınç azalırsa, emme kuvveti artar.	18	23.08
Osmotik basıncın azalması su yoğunluğunu artırır. Böylece emme kuvveti artar.	1	1.28
Su terleme ile çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçer.	1	1.28
Cevap Yok	6	7.69
Boş	3	3.85
İlgisiz Cevap	3	3.85

“Bir bitkinin terleme kohezyon kuvveti ile yapraklara doğru çektiği su miktarını, aşağıdakilerden hangisi etkilemez?” şeklindeki çoktan seçmeli sorunun (Soru 3) nedeninin sorgulandığı açık uçlu soruda (Soru 4) Tablo 4’te gösterilen kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Tablo 4. Dördüncü Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	9	11.54
Işık: Işık şiddetinin artışı gözeneklerin açılmasına etki ederek terlemeyi hızlandırır. Yaprak Alanı: Toplam yaprak alanı ne kadar fazla ise o kadar terleme hızı artar. Stomaların sayısı: Gözenek sayısının fazla olması daha fazla su kaybına neden olacağından terlemeyi hızlandırır. Emici tüyler: Kökün toprakla olan temas yüzeyini artırarak su emilimini artırır, bu durum terlemeyi etkiler.	9	11.54
Bunların dışında; nem, sıcaklık, rüzgâr, topraktaki su miktarı gibi bazı çevresel faktörler ile stomaların yapısı ve büyüklüğü, yaprağın yapısı, kutikula kalınlığı, yapraktaki tüy miktarı, yaprak hücrelerinin osmotik basıncı, stoma hücrelerinin turgor basıncı vs. gibi bitkisel faktörler terleme ve dolayısıyla kohezyon kuvvetini etkileyebilirler.		
Kısmen Doğru Cevap	11	14.10
Bitki O ₂ üretir ve bunu dışarı verir. Bu nedenle O ₂ nin terleme kohezyon kuvveti ile ilgisi olmaz.	11	14.10
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	4	5.13
Terleme kohezyon kuvveti, odun borularında suyun taşınmasıyla olur. Bu nedenle yaprak yüzeyi ile bir ilişkisi yoktur	4	5.13
Kavram Yanılgısı Var	7	8.97
Terleme kohezyon kuvvetinde su hidrojen molekülleri hâlinde sınıksız bir halka gibi yukarı çekilir.	1	1.28
O ₂ fotosentezde kullanılır. Bu nedenle terleme ile ilgisi yoktur	4	5.13
Emici tüy sayısı suyun kökten emilim hızını artırır, alınan su miktarını etkilemez.	2	2.56
Cevap Yok	47	60.26
Boş	8	10.26
İlgisiz Cevap	39	50.00

“Toplardamarda kanın yüreğe dönmesinde aşağıda verilenlerden hangisi/hangileri etkilidir?” şeklindeki çoktan seçmeli sorunun (Soru 5) nedeninin sorgulandığı açık uçlu soruda (Soru 6), Tablo 5’te gösterilen kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Tablo 5. Altıncı Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	9	11.54
Toplardamarlar içerisinde kanın hareketi; kulakçıklardaki gevşeme ile oluşan kalbin negatif emme basıncı, iskelet kaslarının kasılması, soluk alma sırasında göğüs bölgesindeki basıncın azalması, yapılarıdaki düz kasların kasılması, tek yöne açılan kapakçıkların bulunması ve üst kısımlardaki damarlarda yer çekiminin etkisi gibi faktörlerle sağlanır.	9	11.54
Kısmen Doğru Cevap	16	20.51
Kalp gevşeme (diastol) durumuna geçince kalbe kan gelir.	13	16.67
Kalp gevşeyince emme kuvveti oluşur.	1	1.28
İskelet kaslarının kasılması kanın hareketine yardımcı olur.	1	1.28
Kalp kasılırsa kan vücuda dağılır.	1	1.28
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	1	1.28
Kalbin kasılmasından doğan basınç sonucu kalp gevşer ve kanla dolar.	1	1.28
Kavram Yanılgısı Var	31	39.74
Kalbin kasılması sonucu oluşan basınçla kalbe kan pompalanır.	24	30.77
Kalbin kasılması sonucu toplardamar kasılır ve kan geri dönmez.	1	1.28
İskelet kası kasılırsa toplardamar gevşemesi yani diastol olur ve kan yüreğe döner.	1	1.28
Kanın kalbe dönmesi kalbin kasılmasıyla değil, atardamardan doğan basınçla olur.	1	1.28
İskelet kaslarının kasılması sonucu damarda basınç oluşur ve bu kanın vücutta yukarı doğru akışını sağlar.	1	1.28
Kalp gevşediğinde sistol olur ve kan bütün vücuda dağılır.	1	1.28
Kalp diastol duruma geçince kasılır ve kalbe kan gelir.	2	2.56
Cevap Yok	21	26.92
Boş	8	10.26
İlgisiz Cevap	13	16.67

“Kalbin karıncıklarından pompalanan kan hacmi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi/hangileri doğrudur?” şeklindeki çoktan seçmeli sorunun (Soru 7) nedeninin sorgulandığı açık uçlu soruda (Soru 8) Tablo 6’da gösterilen kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Tablo 6. Sekizinci Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	-	-
Sağ karıncıktan akciğer atardamarı ile çıkan kan akciğerlere, daha sonra kalbin sol kulakçığına gelir ve buradan sol karıncığa geçerek vücuda dağılır. Bu nedenle her iki karıncıktan pompalanan kan eşit hacimde olur.	-	-
Kısmen Doğru Cevap	-	-
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	30	38.46
Sol karıncık daha kaslı bir yapıya sahiptir. Bu nedenle daha fazla basınç yapar ve böylece daha çok kan pompalanır.	7	8.97
Sol karıncıktan pompalanan kan tüm vücuda dağılırken, sağ karıncıktan pompalanan kan akciğerlere gider. Bu nedenle sağ karıncıktan daha az kan pompalanır.	23	29.49
Kavram Yanılgısı Var	12	15.39
Sağ karıncık sol karıncıktan daha kaslı bir yapıya sahip olduğu için hacmi küçüktür. Bu nedenle sağ karıncıktan daha az kan pompalanır.	9	11.54
Vücudun temiz kana daha çok ihtiyacı vardır. Sağ karıncıkta da kirli kan bulunduğu için sol karıncığa göre daha az hacimde kan pompalanır.	3	3.85
Cevap Yok	36	46.15
Boş	10	12.82
İlgisiz Cevap	26	33.33

“Aşağıdaki damarların hangisinde kan aynı konsantrasyondadır?” şeklindeki çoktan seçmeli sorunun (Soru 9) nedeninin sorgulandığı açık uçlu soruda (Soru 10) Tablo 7’de gösterilen kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Tablo 7. Onuncu Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	9	11.54
Kan akciğer toplardamarı ile kalbin sol kulakçığına gelir. Aynı kan buradan sol karıncığa geçerek aort ile vücuda dağılır. Bu nedenle akciğer toplardamarı ile aorttaki kan aynı konsantrasyondadır.	9	11.54
Kısmen Doğru Cevap	-	-
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	17	21.80
Hem aort hem de akciğer toplardamarı temiz kan taşıdığı için aynı konsantrasyondadır.	15	19.23
Hem aort hem de akciğer toplardamarında besin olduğu için ikisinde de kan aynı konsantrasyondadır.	2	2.56
Kavram Yanılgısı Var	22	28.21
Aort ile akciğer atardamarı kalpten çıkarken aynı miktarda kan taşıdıkları için her iki damarda da kan aynı konsantrasyondadır.	3	3.85
Akciğer toplardamarı kirli kan taşır ve bu kan aortta temizlenir.	1	1.28
Akciğer atardamarında temiz kan taşınır.	9	11.54
Aort ile akciğer atardamarı kalpten çıkan damarlar olduğundan aynı basınçla kan pompalar.	3	3.85
Karaciğer toplardamarı ile böbrek toplardamarının her ikisi de toplardamar olduğu için ikisinde de kan aynı konsantrasyondadır.	2	2.56
Hem karaciğer toplardamarı hem de böbrek toplardamarı kanın temizlenmesini sağlar.	1	1.28
Akciğer toplardamarı kalpten kanı götüren damardır.	3	3.85
Cevap Yok	30	38.46
Boş	8	10.26
İlgisiz Cevap	22	28.21

“İnsanda dolaşım sistemi ile ilgili aşağıdaki damarların hangisinde üre/ürük asit oranı en yüksek, hangisinde en düşüktür?” şeklindeki çoktan seçmeli sorunun (Soru 11) nedeninin sorgulandığı açık uçlu soruda (Soru 12) Tablo 8’de gösterilen kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Tablo 8. On İkinci Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	-	-
Karaciğerde amonyak üre/ürik asite dönüşür. Bu nedenle karaciğer toplardamarında üre/ürik asit oranı en yüksektir. Aorttan gelen kan ise O ₂ bakımından temiz/zengin, üre vb. maddeler bakımından kirlidir. Aortla kan böbreğe geldiğinde üre/ürik asit burada süzülür. Bu nedenle 4'te yani böbrek toplardamarında süzölmüş kan olduğu için burada üre/ürik asit oranı en düşüktür.	-	-
Kısmen Doğru Cevap	26	33.33
İçinde üre bulunan kan böbrekte süzölür. Bu nedenle böbrek toplardamarında üre oranı azdır.	12	15.39
Üre karaciğerde üretilir.	12	15.39
Aortta üre oranı fazla olduğu için böbrek atardamarında yüksek, böbrekte ise üre süzöldüğü için böbrek toplardamarında en düşüktür.	2	2.56
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	15	19.23
Karaciğer amonyağı üre ve ürik asite dönüştürür. Bu nedenle karaciğer toplardamarında üre oranı yüksektir. Böbrek ise üreyi amonyağa dönüştürdüğü için böbrekten çıkan damarda yani böbrek toplardamarında en düşüktür.	11	14.10
Üre karaciğerde parçalandığı için karaciğer toplardamarında üre oranı en düşük, böbrekte ise süzölerek atılacağı için böbrek toplardamarında üre oranı en yüksektir.	2	2.56
İçinde üre bulunan kan dokularda temizlenir ve böbreklerde de süzölür. Bu nedenle böbrek toplardamarında üre oranı en düşük, diğerk dokulara kan götüren damarlarda ise üre oranı en yüksektir.	2	2.56
Kavram Yanılgısı Var	13	16.67
Aortta üre oranı yüksek olduğu için karaciğer atardamarında en yüksek, karaciğerde ise üre gibi zararlı maddeler temizlendiğı için karaciğer toplardamarında en düşüktür.	1	1.28
Aort temiz kan taşıdığı için böbrek atardamarında üre oranı en düşüktür. Üre böbreklerden atıldığı için ise böbrek toplardamarında en yüksektir.	4	5.13
Atardamardaki kan akciğerde temizlendiğı için üre oranı karaciğer atardamarında en düşüktür. Alt ana toplardamar ise vücuttan kirlı kanı getirdiğı için karaciğer toplardamarında en yüksektir.	6	7.69
Üre aortla karaciğere geldiğinden karaciğer atardamarında yüksek, karaciğerde üre depo edildiğı için karaciğer toplardamarında üre oranı en düşüktür.	1	1.28
Böbrek üreyi amonyağa dönüştürür.	1	1.28
Cevap Yok	24	30.77
Boş	12	15.39
İlgisiz Cevap	12	15.39

“Dolaşım sisteminin her yerinde kan basıncı aynı olsaydı ne olurdu?” şeklindeki çoktan seçmeli sorunun (Soru 13) nedeninin sorgulandığı açık uçlu soruda (Soru 14) Tablo 9'da gösterilen kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Tablo 9. On Dördüncü Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	24	30.77
Vücutun atardamar sisteminde, kalbin kasılması ve gevşemesiyle basınç değişimleri meydana gelir. Bu basınç değişimleri ise bütün sistemde akışa sebep olur. Dolayısıyla basınç aynı olursa kan hareket etmez.	24	30.77
Kısmen Doğru Cevap	3	3.85
Vücutun farklı yerlerindeki basınçlar birbirine kuvvet uygular ve kan akımı durur.	3	3.85
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	4	5.13
Basınç sayesinde kalp kasılıp gevşer. Basınç aynı olursa kasılma ve gevşeme olmaz ve kan akımı durur.	4	5.13
Kavram Yanılgısı Var	23	29.49
Basınç farkı sayesinde madde alış-verişi sağlanır. Eğer basınç aynı olursa madde alış-verişi azalır ve bu da kan akış hızını artırır.	3	3.85
Basınç her yerde aynı olursa kanın damar içindeki akışı hızlanır.	10	12.82
Basınç her yerde aynı olursa kan daha fazla pompalanır ve bu da kasılmadan kaynaklanan sistolik basıncı artırır.	6	7.69
Basınç sabit olursa kan yer çekimi yönünde hareket eder.	2	2.56
Basınç aynı olursa kalp kasılır yani diastolik basınç artar. Bu da kalbe sürekli kan gelmesine sebep olur ve kalp yorulur.	2	2.56
Cevap Yok	24	30.77
Boş	12	15.39
İlgisiz Cevap	12	15.39

“Yemekten sonra sağlıklı bir insanın karaciğerine ait damarlarında taşıdığı kanda, aşağıdaki durumlardan hangisi gözlenmez?” şeklindeki çoktan seçmeli sorunun (Soru 15) nedeninin sorgulandığı açık uçlu soruda (Soru 16) Tablo 10’da gösterilen kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Tablo 10. On Altıncı Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	2	2.56
Karaciğerde alkol ve toksik maddeler zararsız hâle getirilir. Yemekten sonra bağırsaklardan gelen ve kapı toplardamarı yoluyla karaciğere giden kan, sindirilmiş şekerlerden dolayı bol glikoz taşır. Karaciğer kandaki bu şekeri alır ve glikojen biçiminde depolar. Amonyagi üre/ürik asit gibi daha az zararlı maddelere çevirir. Lenf yolu ile dolaşıma katılan A vitamini aort ile taşınarak karaciğere gelir. Karaciğer de A vitamini fazlasını depo eder.	2	2.56
Kısmen Doğru Cevap	2	2.56
Üre karaciğerde oluşturulur. Bu nedenle kapı toplardamarına göre karaciğer toplardamarında üre fazladır.	1	1.28
İhtiyaç duyulduğunda karaciğerde depo edilen glikojen glikoza dönüştürülerek kana verilir.	1	1.28
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	21	26.92
Toplardamarlar kirli kan taşıdığı için karaciğer toplardamarında toksik madde miktarı fazladır.	1	1.28
Karaciğer amonyağı birer toksik madde olan üre ve ürik aside çevirdiği için karaciğer toplardamarında toksik madde miktarı fazladır.	1	1.28
Aortta temiz kan bulunduğu için karaciğer atardamarında A vitamini yüksek, karaciğer toplardamarında düşüktür.	2	2.56
Karaciğer glikozu glikojene çevirir ve vücuda dağıtır. Bu nedenle karaciğer toplardamarında glikojen azdır.	17	21.80
Kavram Yanılgısı Var	16	20.51
Üre karaciğerde depo edilir. Bu nedenle kapı toplardamarında üre fazla karaciğer toplardamarında azdır.	1	1.28
Üre karaciğerde parçalanır. Bu nedenle kapı toplardamarında üre fazla karaciğer toplardamarında azdır.	3	3.85
Ürenin atılımı böbrekle ilgili olduğu için karaciğerin üre ile ilgili bir görevi yoktur.	1	1.28
Kan karaciğerde temizlenir ve temiz kanda glikoz bulunur. Bu nedenle karaciğer toplardamarında glikoz fazla kapı toplardamarında az olmalıdır.	3	3.85
Yemekten sonra alınan vitaminler mideden vücuda taşındığı için karaciğerin A vitamini ile ilgili bir görevi yoktur.	4	5.13
Aort temiz kan taşıdığı için aorttaki kanda üre bulunmaz.	3	3.85
Glikoz karaciğerde parçalanır.	1	1.28
Cevap Yok	37	47.44
Boş	18	23.08
İlgisiz Cevap	19	24.36

“Sağlıklı bir çocuğun, mikrobik hastalığa yakalanıp iyileşmesi sırasında, kanındaki akyuvar sayısının zamana göre değişimini gösteren grafikteki değişimler dikkate alınır, hangi zaman aralığında çocuğun iyileştiği söylenebilir?” şeklindeki çoktan seçmeli sorunun (Soru 17) nedeninin sorgulandığı açık uçlu soruda (Soru 18) Tablo 11’de gösterilen kavram yanlışları tespit edilmiştir.

Tablo 11. On Sekizinci Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	39	50.00
Grafikteki aralıkların anlamları; I-II. aralık , vücutta akyuvar sayısının normal düzeylerini göstermektedir. III. aralıkta , herhangi bir hastalık sonucu büyük sayıda zararlı bakteri kanda çoğaldığında, vücutta akyuvar sayısı artmaya başlar. IV. aralıkta , belirli bir süre sonra, kan bakterileri yok edecek ölçüde akyuvara sahip olacaktır ve böylece mikropla savaş başlar. V. aralıkta (Doğru cevap), mikroplar etkisiz hale gelince de akyuvar sayısı normal seviyeye inmeye başlar, bu da iyileşme başlaması anlamına gelir.	39	50.00
Kısmen Doğru Cevap	1	1.28
IV’te mikroplar ölmüş, V’te iyileşme başlamıştır.	1	1.28
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	-	-
Kavram Yanılgısı Var	11	14.10
Antikor üretimi arttıkça hastalık ta artar. Akyuvarlar antikor ürettiği için 5’te azalma varsa iyileşme başlar.	1	1.28
Akyuvar sayısının azalması mikroplarla savaşılmaya başlandığını gösterir.	2	2.56
III’te akyuvar sayısı arttığına göre iyileşme başlamış demektir.	8	10.26
Cevap Yok	27	34.62
Boş	6	7.69
İlgisiz Cevap	21	26.92

“İnsan vücudunda, derideki bir kesikten mikroorganizmalar girdikten sonra, ilk olarak aşağıdaki olaylardan hangisi meydana gelir?” şeklindeki çoktan seçmeli sorunun (Soru 19) nedeninin sorgulandığı açık uçlu soruda (Soru 20) Tablo 12’de gösterilen kavram yanlışları tespit edilmiştir.

Tablo 12. Yirminci Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	30	38.46
Bir yerimiz kesildiği zaman zararlı mikroorganizmalar açılan deriden vücudumuza girer. Bağışıklık sistemi deri kendisini onarana kadar bu bölgede faaliyetini artırır ve içeri girenleri elimine eder. Kesilen bir yerden zararlı mikroorganizmalar girince, fagositler oluşur ve hastalık etkenini yok etmeye çalışır.	30	38.46
Kısmen Doğru Cevap	6	7.69
Antikor oluşması lazım. Bu nedenle akyuvarlar önce kesilen bölgede toplanır.	3	3.85
Kan kaybını azaltmak için kan dolaşımı yavaşlar.	3	3.85
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	-	-
Kavram Yanılgısı Var	18	23.08
Pıhtılaşmanın sağlanması için akyuvarlar kesilen bölgede toplanır.	11	14.10
Kanın pıhtılaşması için hemoglobin miktarı artar.	5	6.41
Yaranın çabuk iyileşmesini sağlamak için öncelikle antikor oluşur.	2	2.56
Cevap Yok	24	30.77
Boş	10	12.82
İlgisiz Cevap	14	17.95

Öğrencilerin 21, 22, 23, 24 ve 25 numaralı açık uçlu sorulara verdikleri cevapların analiz sonuçları Tablo 13, 14, 15, 16 ve 17’de gösterilmiştir. “Emici tüylerdeki osmotik basıncın su emilimine etkisi ne olabilir? Açıklayınız” şeklindeki açık uçlu soruda (Soru 21) Tablo 13’te gösterilen kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Tablo 13. Yirmi Birinci Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	27	34.62
Suyun ve içindeki minerallerin topraktan emici tüylere alınması osmoz ve difüzyon kurallarına göre gerçekleşir. Emici tüylerde glikoz gibi organik maddelerin miktarı fazladır. Bu durum emici tüylerin osmotik basıncının toprağa göre daha yüksek olmasını sağlar. Kök hücrelerinin ve emici tüylerin osmotik basıncının yüksek olması topraktaki su ve minerallerin enerji harcanmadan bitkiye alınmasını sağlar.	27	34.62
Kısmen Doğru Cevap	11	14.10
Topraktan su ve minerallerin alınması ve yapraklara taşınması osmotik basınçla olur.	11	14.10
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	-	-
Kavram Yanılgısı Var	22	28.21
Emici tüylerde osmotik basınç azalır emilim artar.	13	16.67
Osmotik basınç suyun taşınması olayıdır.	3	3.85
Osmotik basınçta su az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçer ve bu da emilimi artırır.	4	5.13
Osmotik basınç suyun derişimi ile ilgilidir. Osmotik basınç azalır su yoğunluğu da azalır ve bu durum emilimi sağlar.	2	2.56
Cevap Yok	18	23.08
Boş	6	7.69
İlgisiz Cevap	12	15.39

“Kalbin çalışması için impuls üreten yapılar nelerdir?” şeklindeki açık uçlu soruda (Soru 22) Tablo 14’te gösterilen kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Tablo 14. Yirmi İkinci Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	16	20.51
Kalbin kasılmasını sağ kulakçığın arka duvarının üst kısmında bulunan SA düğümü sağlar. Buradan yayılan impulslar kulakçıkların kasılmasına sebep olur. Kasılma, karıncıkların üzerinde iki kulakçık arasında bulunan AV düğümüne geçer. AV düğümünden çıkan his demetleri kasılmayı karıncıklara yayar.	16	20.51
Kısmen Doğru Cevap	3	3.85
Atrioventriküler düğüm	3	3.85
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	-	-
Kavram Yanılgısı Var	22	28.21
Miyokart	2	2.56
Beyin	3	3.85
Nörotransmitter maddeler	10	12.82
Duyu sinirleri, somatik sinirler, parasempatik sinirler	2	2.56
Kafein, nikotin ve bazı hormonlar (östrojen vs)	3	3.85
Nöron, sinaps boşluğu, akson, dentrit	2	2.56
Cevap Yok	37	47.44
Boş	23	29.49
İlgisiz Cevap	14	17.95

“Çekirgede açık dolaşım sistemi, toprak solucanında ise kapalı dolaşım sistemi bulunur. Dolaşım sistemindeki bu farklılığın toprak solucanına sağladığı yararlar nelerdir?” şeklindeki açık uçlu soruda (Soru 23) Tablo 15’te gösterilen kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Tablo 15. Yirmi Üçüncü Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	6	7.69
Kapalı dolaşımını açık dolaşıma göre üstün kılan özellikler; oksijen ve besin taşıma kapasitesinin yüksek olması, kan akışının hızlı olması, plazma akışkanlığının yüksek olması şeklinde sıralanabilir. Ayrıca açık dolaşıma sahip canlıların birçoğunda gaz alışverişi trake ile sağlandığı için, kan oksijen ve karbondioksit taşımaz. Kapalı dolaşımda, açık dolaşıma oranla, kanın dağıtımı üzerinde daha fazla kontrol vardır ve kan çok daha yüksek bir basınca sahip olabilir.	6	7.69
Kısmen Doğru Cevap	14	17.95
Kapalı dolaşım sayesinde kanın oksijen tutma kapasitesi artar.	5	6.41
Kapalı dolaşım sayesinde kan akışı hızlı olur.	6	7.69
Kapalı dolaşımda kandan farklı olarak doku sıvısı bulunur. Kapalı dolaşım sayesinde bu sıvılar birbirine karışmaz.	1	1.28
Kapalı dolaşımda kan oksijen ve karbondioksit taşır. Açık dolaşımda bu görülmez.	2	2.56
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	4	5.13
Kapalı dolaşımda kan damar içinde taşınır. Bu nedenle canlı daha fazla yaşama imkânına sahip olur.	4	5.13
Kavram Yanılgısı Var	15	19.23
Çekirge açık dolaşıma sahip olduğu için toprak yüzeyinde bulunmak zorundadır. Ancak kapalı dolaşıma sahip olan toprak solucanı toprak altında da bulunabilir ve rahat solunum yapabilir.	6	7.69
Kapalı dolaşıma sahip canlılar toprak altındaki nemi daha iyi kullanırlar.	1	1.28
Kapalı dolaşıma sahip canlılar sıcakkanlıdır. Böylece bu canlıların vücut sıcaklığı çevre sıcaklığından etkilenmez.	3	3.85
Kapalı dolaşım sayesinde temiz ve kirli kan birbirine karışmaz.	3	3.85
Kapalı dolaşım derinin nemli olmasını ve su kaybının azalmasını sağlar.	1	1.28
Kapalı dolaşımda kan damar içinde taşındığı için kirli kan dışarı atılmaz ve vücut içinde temizlenir.	1	1.28
Cevap Yok	39	50.00
Boş	17	21.80
İlgisiz Cevap	22	28.21

“Lenf dolaşım sisteminin işlevleri nelerdir? Lenfoid organlara 3 örnek veriniz” şeklindeki açık uçlu soruda (Soru 24), Tablo 16’da gösterilen kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Tablo 16. Yirmi Dördüncü Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	3	3.85
<ul style="list-style-type: none"> • Bağırsaktan emilen yağ asitleri, gliserol ve A, D, E, K vitaminlerini dolaşıma katar. • Lenfositleri çoğaltıp olgunlaştırır, kana verir. Böylece savunma sistemimizin temel yapısına katkı sağlar. • Doku sıvısının fazlasını kana taşır. Kanın sıvı miktarının düzenlenmesine yardımcı olur. Bu sistemle kılcal damarlar ile alınamayan doku sıvısı içindeki maddeler yeniden dolaşım sistemine dahil edilir. <p>Lenfoid organlara; bademcikler, lenf düğümleri, kemik iliği, timus, dalak, apendiks örnek verilebilir.</p>	3	3.85
Kısmen Doğru Cevap	29	37.18
Akyuvar üretir, vücut savunmasında görev alır.	15	19.23
Doku sıvısının fazlasını emerek kan dolaşımına geri kazandırır.	3	3.85
Vücut savunması ve doku sıvısının kana kazandırılmasına yardımcı olur.	5	6.41
Bağırsaktan emilen yağ asitleri, gliserol gibi maddeleri dolaşıma katar.	1	1.28
Lenf düğümleri, bademcik, kemik iliği, dalak lenfoid organlara örnektir.	2	2.56
Bademcik, dalak lenfoid organlara örnek verilebilir.	2	2.56
Kan basıncı ve kan miktarını düzenler.	1	1.28
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	-	-
Kavram Yanılgısı Var	6	7.69
Artık maddelerin atılmasını sağlar.	1	1.28
Alyuvar üretir.	2	2.56
Kılcal damarlar ve lenf damarları lenfoid organlardır.	3	3.85
Cevap Yok	40	51.28
Boş	19	24.36
İlgisiz Cevap	21	26.92

“Kemik iliğinde oluşabilecek bir hastalık, vücudu bağışıklık yönünden nasıl etkiler?” şeklindeki açık uçlu soruda (Soru 25), Tablo 17’de gösterilen kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Tablo 17. Yirmi Beşinci Soruya Verilen Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Verilen Cevaplar	f	%
Tam Doğru Cevap	17	21.80
Bağışıklık sistemini oluşturan hücreler, kemik iliğinin kök hücre adı verilen hücrelerinden oluşur. Kemik iliği kök hücrelerinin etkili hücreler durumuna gelebilmesi için bazı organlarda farklılaşması ve gelişmesi gerekir. Gelişmesi tamamlanmış olan lenfositler vücuda dağılır. Buradan hareketle kemik iliğinde oluşabilecek bir hastalık lenfosit üretimini olumsuz etkileyeceğinden bağışıklık sistemi zayıflayabilir.	17	21.80
Kısmen Doğru Cevap	4	5.13
Kemik iliğinde kan üretilir.	4	5.13
Kısmen Doğru/ Kavram Yanılgısı Var	-	-
Kavram Yanılgısı Var	10	12.82
Alyuvarlar fagositoz yapar ve vücut savunmasında görevlidir.	6	7.69
Kemik iliğinde antikor üretilir.	4	5.13
Cevap Yok	47	60.26
Boş	15	19.23
İlgisiz Cevap	32	41.03

Kavram yanılgılarına yönelik elde edilen yukarıdaki tüm bulgular genel olarak değerlendirilmiş ve toplam dokuz başlık altında toplanmıştır. Buna göre, genel başlıklarıyla öğrencilerde ortaya çıkarılan kavram yanılgılarının yüzde ve frekans değerleri aşağıdaki gibidir (Tablo 18).

Tablo 18. Genel Olarak Kavram Yanılgılarının Ait Olduğu Soru Numarasına Göre Frekans ve Yüzde Değerleri

Kavram Yanılgıları	f	%	Soru
Bitkilerde osmotik basınç ve su emilimi	42	53.85	2-21
1 Topraktaki suyun emici tüylere geçmesi emme kuvvetini artırır.	11	14.10	2
2 Stomalar gece kapanınca fotosentez olmadığı için bitki besinleri topraktan alır. Bu da emme kuvvetini artırır.	2	2.56	2
3 Emici tüylerdeki osmotik basınç azalır, emme kuvveti artar.	18	23.08	2-21
4 Osmotik basıncın azalması su yoğunluğunu artırır. Böylece emme kuvveti artar.	1	1.28	2
5 Su terleme ile çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama geçer.	1	1.28	2
6 Osmotik basınç suyun taşınması olayıdır.	3	3.85	21
7 Osmotik basınçta su az yoğun ortamdaki çok yoğun ortama geçer ve bu da emilimi artırır.	4	5.13	21
8 Osmotik basınç suyun derişimi ile ilgilidir. Osmotik basınç azalır su yoğunluğu da azalır ve bu durum emilimi sağlar.	2	2.56	21
Terleme kohezyon kuvveti	7	8.97	4
9 Terleme kohezyon kuvvetinde su hidrojen molekülleri hâlinde sınıksız bir halka gibi yukarı çekilir.	1	1.28	4
10 O ₂ fotosentezde kullanılır. Bu nedenle terleme ile ilgisi yoktur	4	5.13	4
11 Emici tüy sayısı suyun kökten emilim hızını artırır, alınan su miktarını etkilemez.	2	2.56	4
Açık ve kapalı dolaşım	19	24.36	23
12 Kapalı dolaşımında kan damar içinde taşınır. Bu nedenle canlı daha fazla yaşama imkânına sahip olur.	4	5,13	23
13 Çekirge açık dolaşıma sahip olduğu için toprak yüzeyinde bulunmak zorundadır. Ancak kapalı dolaşıma sahip olan toprak solucanı toprak altında da bulunabilir ve rahat solunum yapabilir.	6	7.69	23
14 Kapalı dolaşıma sahip canlılar toprak altındaki nemi daha iyi kullanırlar.	1	1.28	23
15 Kapalı dolaşıma sahip canlılar sıcakkanlıdır. Böylece bu canlıların vücut sıcaklığı çevre sıcaklığından etkilenmez.	3	3.85	23
16 Kapalı dolaşım sayesinde temiz ve kirli kan birbirine karışmaz.	3	3.85	23
17 Kapalı dolaşım derinin nemli olmasını ve su kaybının azalmasını sağlar.	1	1.28	23
18 Kapalı dolaşımında kan damar içinde taşındığı için kirli kan dışarı atılmaz ve vücut içinde temizlenir.	1	1.28	23
Kalbin yapısı ve çalışması	66	84.62	8-6-22
19 Sağ karıncık sol karıncıktan daha kaslı bir yapıya sahip olduğu için hacmi küçüktür. Bu nedenle sağ karıncıktan daha az kan pompalanır.	9	11.54	8

20	Vücudun temiz kana daha çok ihtiyacı vardır. Sağ karıncıkta da kirli kan bulunduğu için sol karıncığa göre daha az hacimde kan pompalanır.	3	3.85	8
21	Kalbin kasılması sonucu oluşan basınçla kalbe kan pompalanır.	25	32.05	6
22	Kalbin kasılması sonucu toplardamar kasılır ve kan geri dönemez.	1	1.28	6
23	İskelet kası kasılırsa toplardamar gevşemesi yani diastol olur ve kan yüreğe döner.	1	1.28	6
24	Kanın kalbe dönmesi kalbin kasılmasıyla değil, atardamardan doğan basınçla olur.	1	1.28	6
25	İskelet kaslarının kasılması sonucu damarda basınç oluşur ve bu kanın vücutta yukarı doğru akışını sağlar.	1	1.28	6
26	Kalp gevşediğinde sistol olur ve kan bütün vücuda dağılır.	1	1.28	6
27	Kalp diastol duruma geçince kasılır ve kalbe kan gelir.	2	2.56	6
28	Kalpte impuls üreten yapı miyokardtır.	2	2.56	22
29	Kalpte impuls üreten yapı beyindir.	3	3.85	22
30	Kalpte impuls üreten yapı nörotransmitter maddelerdir.	10	12.82	22
31	Kalpte impuls üreten yapı duyu sinirleri, somatik sinirler, parasempatik sinirlerdir.	2	2.56	22
32	Kalpte impuls üreten yapılar kafein, nikotin ve bazı hormonlardır (östrojen vs).	3	3.85	22
33	Kalpte impuls üreten yapılar nöron, sinaps boşluğu, akson, dentrittir.	2	2.56	22
Kan damarları		39	50.00	10-16
34	Hem aort hem de akciğer toplardamarı temiz kan taşıdığı için aynı konsantrasyondadır.	15	19.23	10
35	Hem aort hem de akciğer toplardamarında besin olduğu için ikisinde de kan aynı konsantrasyondadır.	2	2.56	10
36	Aort ile akciğer atardamarı kalpten çıkarken aynı miktarda kan taşıdıkları için her iki damarda da kan aynı konsantrasyondadır.	3	3.85	10
37	Akciğer toplardamarı kirli kan taşır ve bu kan aortta temizlenir.	1	1.28	10
38	Akciğer atardamarında temiz kan taşınır.	9	11.54	10
39	Karaciğer toplardamarı ile böbrek toplardamarının her ikisi de toplardamar olduğu için ikisinde de kan aynı konsantrasyondadır.	2	2.56	10
40	Hem karaciğer toplardamarı hem de böbrek toplardamarı kanın temizlenmesini sağlar.	1	1.28	10
41	Akciğer toplardamarı kalpten kanı götüren damardır.	3	3.85	10
42	Aort temiz kan taşıdığı için aorttaki kanda üre bulunmaz.	3	3.85	16
Kan ve hücreleri		22	28.21	20-25
43	Alyuvarlar fagositoz yapar ve vücut savunmasında görevlidir.	6	7.69	25
44	Pıhtılaşmanın sağlanması için alyuvarlar kesilen bölgede toplanır.	11	14.10	20
45	Kanın pıhtılaşması için hemoglobin miktarı artar.	5	6.41	20

Kan basıncı	26	33.33	10-14
46 Aort ile akciğer atardamarı kalpten çıkan damarlar olduğundan aynı basınçla kan pompalar.	3	3.85	10
47 Basınç farkı sayesinde madde alış-verişi sağlanır. Eğer basınç aynı olursa madde alış-verişi azalır ve bu da kan akış hızını artırır.	3	3.85	14
48 Basınç her yerde aynı olursa kanın damar içindeki akışı hızlanır.	10	12.82	14
49 Basınç her yerde aynı olursa kan daha fazla pompalanır ve bu da kasılmadan kaynaklanan sistolik basıncı artırır.	6	7.69	14
50 Basınç sabit olursa kan yer çekimi yönünde hareket eder.	2	2.56	14
51 Basınç aynı olursa kalp kasılır yani diastolik basınç artar. Bu da kalbe sürekli kan gelmesine sebep olur ve kalp yorulur.	2	2.56	14
Dolaşım sisteminin diğer sistemlerle ilişkisi	30	38.46	12-16
52 Böbrek ise üreyi amonyağa dönüştürür.	12	15.39	12
53 Üre karaciğerde parçalanır.	3	3.85	12-16
54 İçinde üre bulunan kan dokularda temizlenir.	2	2.56	12
55 Atardamarlarda (aort, akciğer atardamarı vs) temiz kan, toplardamarlarda kirliliği için toplardamarlarla gelen kanda üre ve diğer toksik madde oranı yüksektir.	6	7.69	12-16
56 Karaciğer, üre gibi zararlı maddeleri parçalar.	1	1.28	12
57 Üre karaciğerde depo edilir.	1	1.28	12-16
58 Ürenin oluşumu ve atılımı böbreklerin görevidir, karaciğerin değil.	1	1.28	16
59 Kan karaciğerde temizlenir.	3	3.85	16
60 Glikoz karaciğerde parçalanır.	1	1.28	16
Lenf sistemi	6	7.69	24
61 Artık maddelerin atılmasını sağlar.	1	1.28	24
62 Alyuvar üretir.	2	2.56	24
63 Kılcal damarlar ve lenf damarları lenfoid organlardır.	3	3.85	24
Savunma ve bağışıklık	10	12.82	18-20
64 Yaranın çabuk iyileşmesini sağlamak için öncelikle antikor oluşur.	2	2.56	20
65 Kemik iliğinde antikor üretilir.	4	5.13	25
66 Antikor üretimi arttıkça hastalık da artar.	1	1.28	18
67 Akyuvarlar antikor üretir.	1	1.28	18
68 Akyuvar sayısının azalması, vücudun mikroplarla savaşmaya başladığını gösterir.	2	2.56	18

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma, ortaöğretim biyoloji dersi 11. sınıf öğretim programına ait “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri” ünitesi ile ilgili öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının ortaya çıkarılarak ileride yapılacak çalışmalara yol göstermesi açısından önemlidir.

Çalışma sonucu öğrencilerde belirlenen kavram yanlışlarını Tablo 18’de ayrımı yapılan ana başlıklara göre incelediğimizde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

“*Bitkilerde osmotik basınç ve su emilimi*” ile ilgili olarak Tablo 18 incelendiğinde, öğrencilerin %53.85’inde kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Çalışmada öğrencilerin osmotik basınç ve su emilimi konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarından biri, %23.08 oranı ile “emici tüylerdeki osmotik basınç azaldıkça su emiliminin arttığı” şeklindedir. Tekkaya ve diğerleri (2000)’nin çalışmasında da öğretmen adaylarına yöneltilen benzer bir soruya, adayların %21’i “Ağaçlardaki emme kuvvetini kök tüy hücrelerindeki osmoz etkiler.” cevabını vererek benzer kavram yanlışlarını ortaya koymuştur. Çalışmada öğrencilerin %2.56’sında “bitkinin fotosentez yapmadığı durumlarda besinlerini topraktan emici tüyler vasıtasıyla aldığı”na yönelik tespit edilen bir diğer kavram yanlışlığı, Akyurt ve Akaydın (2009), Kete (2006), Köse ve Uşak (2006)’ın çalışmalarında da ortaya çıkmıştır. Köse ve Uşak (2006)’ın çalışmasında da vurgulandığı gibi, topraktan alınan fotosentez için gerekli ham maddelerin öğrencilerin zihinlerinde başlangıçta besin olarak şekillenmesi ve bunun doğal sonucu olarak bu şekilde bir yanlış inanışın gelişmesi bu kavram yanlışlığına sebep olmuş olabilir.

Çalışmada ayrıca, osmotik basınç ve su emilimi konusu ile ilgili sorulara yönelik öğrencilerin verdikleri cevaplarda ortaya çıkan diğer önemli kavram yanlışları, “Terleme ile su, çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama geçer (%1.28).”, “Osmotik basınçta su, az yoğun ortamdaki çok yoğun ortama geçer (%5.13).” ve “Osmotik basınç suyun derişimi ile ilgilidir (%2.56).” şeklindedir. Çalışmada bu konu ile ilgili olarak elde edilen bulgulara genel olarak bakıldığında, öğrencilerin osmotik basınç, derişim ve özellikle yoğunluk ile ilgili kavramları birbirine karıştırdıkları görülmektedir. Osmotik basınç ile ilgili Sinan (2009) ve Yıldırım ve diğerleri (2004) tarafından yapılan çalışmalarda da ortaya konulan bu yanlış, günlük hayatta yoğunluk kavramının sıklıkla kullanılmasından ve bu kullanımda kavramın gerçek anlamına dikkat edilmemesinden kaynaklanabilir. Nitekim, Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken ve Geban (2004) tarafından yapılan çalışmada, fen kavramlarının öğretiminde günlük hayattaki dilin kullanımının ve öğretmenlerin öğretim sürecinde, mümkün olduğu kadar kavramların anlamını tam ve doğru olarak tanımlayan sözcükler ve ifadeler kullanmalarının önemi vurgulanmıştır. Zira, dildeki ifadelerin yanlışlığı, kavramların da zihinde yanlış yerleşmesine neden olabilir.

“*Terleme kohezyon kuvveti*” ile ilgili olarak Tablo 18 incelendiğinde, öğrencilerin %8.97’sinde kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Ancak neden(ler)in sorulduğu soruyu öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun (%60.26) boş bırakması veya soruya ilgisiz cevap vermesi de düşündürücüdür (Tablo 4). Neden(ler)e cevap veren az sayıda öğrencide özellikle ortaya çıkan kavram yanlışlığı, “oksijenin fotosentezde kullanıldığı ve bu nedenle terlemenin havadaki oksijene bağlı olmadığı (%5.13)”dır. Bu bulgu, öğrencilerin fotosentez konusunda da kavram yanlışlığına sahip olduğunun bir göstergesidir. Burada ortaya çıkan önemli bir sonuç, biyoloji dersinde öğretilen herhangi bir konunun diğer konularla ilişkisi kurularak ders planı yapılmasının gereğidir. Zira, üniteler arasında ilişki kurulmadan yapılacak bir ders planı anlatımı, konuların öğrencinin zihninde birbirinden bağımsız ve kopuk olarak yerleşmesine neden olabilir. Cerrah ve diğerleri (2005)’nin çalışması da bu sonucu desteklemektedir.

“Açık ve kapalı dolaşım” ile ilgili olarak Tablo 18 incelendiğinde, öğrencilerin %24.36’sında kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Bu konuda belirlenen kavram yanlışları, “Açık dolaşıma sahip canlılar toprak yüzeyinde bulunmak zorundadırlar (%7,69).” ve “Kapalı dolaşımında kan damar içinde taşınır, bu durum kan kaybını engellediği için, canlı daha fazla yaşama imkânına sahip olur (%5.13).” şeklindedir. Birinci yanlışta, öğrenciler, havadaki oksijenin toprağın derinlerine doğru nüfuz edemeyeceğini düşünerek bu canlıların gaz değişimi için toprak yüzeyinde bulunmaları gerektiğini düşünmüş olabilirler. İkinci yanlışta ise, kanın damarlar içerisinde taşınmasından dolayı kan kaybının daha zor olacağı ve bu nedenle canlının daha uzun süre yaşayabileceğini düşünmüş olabilirler. Literatür incelendiğinde ise, açık ve kapalı dolaşım konusunda kavram yanlışlarının belirlendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla ileride bu konu üzerinde daha detaylı çalışmaların yapılması, bu konudaki kavram yanlışlarının nedenlerini daha açık bir şekilde ortaya koyabilir.

“Kalbin yapısı ve çalışması” ile ilgili olarak Tablo 18 incelendiğinde, öğrencilerin %84.62’sinde önemli derecede kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Bu konuda belirlenen kavram yanlışlarından biri, “kalbin kasılması sonucu oluşan basınçla kalbe kan geldiği (%32.05)”dir. Ancak, doğru cevap, “Kalbin kulakçıklarına kanın gelmesi, kalbin gevşemesinden doğan negatif basınçla gerçekleşir.” şeklindedir. Oysa öğrencilerde kasılma, gevşeme, pozitif basınç ve negatif basınç kavramları birbirine karışmıştır. Bu ise, muhtemelen, konunun öğretilmesi sırasında bu kavramların üzerinde durulmadan sadece tanımlarının yapıp geçilmesinden kaynaklanabilir. Bu konuda öğrencilerde tespit edilen diğer kavram yanlışları, “Sağ karıncık, sol karıncıktan daha kaslı bir yapıya sahip olduğu için hacmi küçüktür ve bu nedenle sağ karıncıktan daha az kan pompalanır (%11.54).” ve “Vücudun ihtiyaç duyduğu ve sol karıncıktan pompalanan temiz kan tüm vücuda dağılırken, sağ karıncıktan pompalanan kirli kan akciğerlere gider ve bu nedenle sağ karıncıktan daha az kan pompalanır (%3.85).” şeklindedir. Bu bulgular, Michael ve diğerleri (2002)’nin yapmış oldukları çalışmada da ortaya konulmuştur. Burada ortaya çıkan kavram yanlışları, hacim ve basınç kavramlarının doğru bir biçimde öğrencilerin zihinlerine yerleşmemesinden kaynaklanabilir. Bu arada, ilk ifade edilen yanlış, öğrencilerin, hacim olarak aynı olmasa da sağ ve sol karıncıkların farklı basınçla kanı pompalayarak her iki karıncıktan pompalanan kan miktarını dengelemesini ve böylece eşit miktarda kan pompalanmasını anlayamamalarının bir sonucu da olabilir. Kalbin yapısı ve çalışması ile ilgili “Kalpte impuls üreten yapılar nelerdir?” şeklinde sorulan soruya öğrenciler, “nörotransmitter maddeler (%12.82)”, “duyu sinirleri, somatik sinirler, parasempatik sinirler (%2.56)”, “beyin (%3.85’i)”, “kafein, nikotin vb. maddeler (%3.85)” ve “nöron, sinaps boşluğu vb. (%2.56)” şeklindeki cevapları ile zihinlerine yerleşmiş olan kavram yanlışlarını dışa yansıtmışlardır. Michael ve diğerleri (2002) ve Sungur ve diğerleri (2001) de yaptıkları çalışmada öğrencilerin çoğunluğunun bu soruya “beyin” cevabını verdiğini ifade etmişlerdir. Bu cevaplar, öğrencilerin kalpte impulsun SA düğümü (sinoatriyal düğüm) tarafından üretildiğini ifade etmek yerine konuyu, sinir sistemi konusunda sahip oldukları bilgilerle bağ kurarak karıştırdıklarını göstermektedir. Bu karışıklık, aynı zamanda zihinlerinde kavram yanlışlarının oluşmasına sebebiyet vermiş gözükmektedir. Bu durum “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri” ünitesinin özellikle sinir sistemi gibi konularla olan ilişkisinde öğrencilerin yanlış kavram geliştirdiklerinin bir göstergesi olabilir. Bu noktada öğretmenlere düşen görev, Canpolat ve diğerleri (2004)’nin vurguladıkları gibi, mümkün olduğu kadar kavramların anlamını tam ve doğru olarak tanımlayan sözcükler ve ifadeler kullanarak ve aynı zamanda görselliği de ön plana çıkararak dersi anlatmalarınıdır. Ayrıca, üniteler arasında ilişki kurularak yapılacak bir öğretim şekli, konuların öğrencinin zihninde doğru bir şekilde bağlanmasını sağlayabilir. Belki de bu sayede kavram kargaşasının önüne bir parça da olsa geçilebilir.

“*Kan damarları*” ile ilgili olarak Tablo 18 incelendiğinde, öğrencilerin %50’inde kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Bu konuda belirlenen kavram yanlışlarından bazıları, “Akciğer atardamarında temiz kan taşınır (%11.54).” ve “Hem aort hem de akciğer toplardamarı temiz kan taşıdığı için aynı konsantrasyondadır (%19.23).” şeklindedir. Öğrencilerin, burada, kalbe kanı getiren ve kanı kalpten götüren damarları karıştırdığı ve genellikle atardamarların temiz, toplardamarların ise kirli kan taşıdıklarını düşündüğü görülmektedir. Bu yanlışlar, Kete (2006), Sezen ve Çimer (2009)’in çalışmalarında da ortaya konulmuştur. Bu durum, Canpolat ve diğerleri (2004)’nin de ifade ettiği gibi, kavramların öğrenciler tarafından aşırı genellenmesinden kaynaklanabilir. Ayrıca, bu durum, konunun öğretimi esnasında temiz-kirli kan, derişim ve yoğunluk kavramları gibi konsantrasyon kavramlarının, kavram kargaşasını önleyecek şekilde, öğrencilere yeterince açıklanmadığını da düşündürebilir. Burada ortaya çıkan farklı bir durum, sadece biyoloji dersindeki konular arasında değil, biyoloji dersi ile kimya dersi arasında da ilişki kurulmasının önemli olduğudur. Bu bulgu, Yeşilyurt ve Gül (2008)’ün çalışması ile de desteklenmektedir.

“*Kan ve kan hücreleri*” ile ilgili olarak Tablo 18 incelendiğinde, öğrencilerin %28.21’inin akyuvar, alyuvar, hemoglobin kavramlarının görevlerini birbirine karıştırdıkları görülmektedir. Aslında karıştırılmaması gereken kelimeler ile birbirinden kolaylıkla ayırt edilebilen bu kavramların görev açısından birbirine karıştırılması düşündürücüdür ve irdelenmesi gerekir.

“*Kan basıncı*” ile ilgili olarak Tablo 18 incelendiğinde, öğrencilerin %33.33’ünde kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Bu konuda belirlenen kavram yanlışları, “Aort ile akciğer atardamarı kalpten çıkan damarlar olduğundan aynı basınçla kan pompalar (%3.85).”, “Basınç farkı sayesinde madde alış-verişi sağlanır, eğer basınç aynı olursa madde alış-verişi azalır ve bu da kan akış hızını artırır (%3.85).”, “Basınç her yerde aynı olursa kanın damar içindeki akışı hızlanır (%12.82).”, “Basınç sabit olursa kan yer çekimi yönünde hareket eder (%2.56).” şeklindedir. Ayrıca, öğrencilerin sistolik (%7.69) ve diastolik (%2.56) basınç kavramlarını da birbirine karıştırdıkları belirlenmiştir. Buradaki yanlışlara genel olarak baktığımızda, öğrencilerin basınç kavramına yönelik yanlışları öne çıkmaktadır. Burada daha önce de ifade edildiği gibi, öğretmene kavramların doğru ve birbirleriyle ilişkili şekilde öğretilmesinde önemli görevler düşmektedir. Bu durum, öğretmen tarafından kalp yapısı gösterilirken, kalpten çıkan damarların kalbin alt bölgesinden çıkıp aşağı doğru uzanan yapılar olarak gösterilmesinin öğrencilerde “yer çekimi etkisiyle vücudun sadece aşağı bölgesine doğru ilerlediği” şeklindeki yanlışlarının sonucu olabilir. Sistolik-diastolik isimleri ise ses benzerliğinden bir kavram kargaşasına yol açmış olabilir.

“*Dolaşım sisteminin diğer sistemlerle ilişkisi*” ile ilgili olarak Tablo 18 incelendiğinde, öğrencilerin %38.46’sında, “Atardamarlarda (aort, akciğer atardamarı vs.) temiz kan, toplardamarlarda kirli kan taşındığı için toplardamarlarla gelen kanda üre ve diğer toksik madde oranı yüksektir (%7.69).”, “böbreklerde ürenin amonyağa dönüştürüldüğü (%15.39)”, “üre gibi zararlı maddelerin karaciğerde temizlendiği (3.85)” ve “ürenin hem oluşumu ve hem de atılımının karaciğer değil, böbreklerle ilgili olduğu (%1.28)” şeklinde kavram yanlışlarına rastlanmıştır. Bu bulgular, öğrencilerde temiz ve kirli kan kavramlarının yeterince yerleşmediğinin, ayrıca öğrencilerin “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri” yanı sıra “Sindirim Sistemi” ve “Boşaltım Sistemi” konularında da kavram yanlışlarına sahip olduklarının göstergesi olabilir. Tekkaya ve diğerleri (2000)’nin çalışmasında burada bahsedilen konu ile ilişkili olarak ortaya konulan önemli bir nokta, birbirleriyle yakından ilişkili olan ünitelerin öğrencilerde daha sık kavram yanlışısına sebep olduğu gerçeğidir.

“Lenf sistemi” ile ilgili olarak Tablo 18 incelendiğinde, öğrencilerin %7.69’unda kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Ancak neden(ler)in sorulduğu soruyu öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun (%51.28) boş bırakması veya soruya ilgisiz cevap vermesi de düşündürücüdür (Tablo 16). Soruya cevap veren az sayıda öğrencinin özellikle lenfoid organlar konusunda yanlış bilgilere sahip olduğu (%3.85) görülmektedir. Bunun yanı sıra, öğrencilerin lenf sisteminin işlevi konusunda da, Tablo 16’da görüldüğü gibi, farklı bazı kavram yanlışlarına da sahip oldukları görülmektedir. Lenf sistemi ile ilgili öğrencilerde ortaya çıkan bu bulgular, Sezen ve Çimer (2009)’in çalışmasında da ortaya konulmuştur. Burada elde edilen sonuç, insanda dolaşım sistemi konusunun öğretimi esnasında lenf dolaşımı-dolaşım sistemi ilişkisi, lenf dolaşımı elemanları ve görevi gibi konuların üzerinde, öğrencilerde kavram kargaşasını önleyecek şekilde, durulmasının gerekliliğidir.

“Savunma ve bağışıklık” konusunda kavram yanlışına sahip olan öğrencilerde (%12.82), “Antikor yaranın iyileşmesini sağlar (%2.56).”, “Kemik iliğinde antikor üretilir (%5.13).”, “Antikor üretimi arttıkça hastalık da artar (%1.28).” şeklinde kavram yanlışları belirlenmiştir. Bu bulgular, öğrencilerin antikorun görevi ve işleyişi konusunda eksik bilgiye sahip olduklarını, antikoru bir hastalık etkeni gibi düşünüp antijenle karıştırdıklarını düşündürebilir. Eğer öğrenme ortamı görsellerle zenginleştirilebilirse, belki de, öğrencilerde ortaya çıkan bu kavram kargaşası, bir nebze de olsa, giderilebilir.

Yapılan bazı çalışmalar (Özay & Hasenekoğlu, 2006; Özay Köse, Pekel, & Hasenekoğlu, 2009) öğrencilerde ortaya çıkan kavram yanlışlarının nedeni olarak, özellikle ders kitaplarını işaret ederken, farklı birçok çalışma (Demirci & Sarıkaya, 2004; Tekkaya, Çapa, & Yılmaz, 2000), öğrencilerdeki kavram yanlışlarının en önemli nedeni olarak, bilginin nakledildiği kaynak olan öğretmenleri göstermektedir. Özellikle öğretmenlerdeki mevcut kavram yanlışlarının tespit edilmesi, belki de, yetiştirilmeleri esnasında bu yanlışların en az düzeye indirgenmesini, dolayısıyla öğretmen olduklarında öğrencilerine en az kavram yanlışına sahip olacak şekilde eğitim vermelerini sağlayacaktır. Bu noktada, öğretmenlerin kavram yanlışlarının da tespit edilmesine ve giderilmesine yönelik çok daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Bunun yanında ders kitaplarındaki kavram yanlışlarının da tespit edilmesi ve bu tespitten sonra ders kitaplarının düzeltilmesi yoluna gidilmesi, kitap kaynaklı yanlış öğrenmelerin de önüne geçecektir.

Biyoloji dersinde tüm ünitelere ait kavram yanlışları, farklı çalışmalarla tam olarak tespit edilebilirse bu kavram yanlışlarının giderilmesi yönünde geliştirilecek öğretim tekniklerinde de o derece başarılı olunabilir. Bu noktada, araştırmacılara büyük görevler düşmektedir.

Biyoloji dersinin çok sayıda soyut kavram içerdiği göz önüne alındığında, öğretim sürecinde konuların her türlü görsel ve işitsel materyal kullanılarak öğrencilere sunulması ve böylece somut öğrenmelerin sağlanması son derece önemlidir. Bu sonucu destekleyen birçok çalışma, öğrencilerde kavram yanlışlarının giderilmesinde, kavram haritaları, kavramsal değişim metinleri, kavram ağları, anlam çözümleme tabloları, görsel-işitsel araçlar vb. kullanılmasının öğrenmeyi olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Dolayısıyla, biyoloji öğretmenleri ders planlarında bu gibi materyallerin kullanımını ön planda tutarlarsa öğrencilerde kavram yanlışlarını en az düzeye indirebilirler.

Anlamli ve etkili öğrenmenin gerçekleşebilmesi için, öğrencilerin önceden sahip olduğu bilgilerin yeni öğreneceği bilgileri doğrudan etkilediği de unutulmamalıdır (Can & Harmandar, 2004). Dolayısıyla, herhangi bir konuda öğrencilerin mevcut bilgilerinde kavram yanlışları varsa, bu kavram yanlışları giderilmeden etkili ve anlamlı öğrenmenin de gerçekleşmesi oldukça zor olabilir.

Sonuç olarak bu çalışmada, biyoloji derslerinde öğrencilerde var olan veya ortaya çıkabilecek kavram yanlışlarının giderilmesinde eğitimcilerin aşağıdaki noktalara dikkat etmesi gerektiği ortaya çıkmıştır:

- Öğretim sürecinde kavramların anlamını tam ve doğru olarak tanımlayan sözcükler ve ifadelerin kullanılmasına dikkat edilmelidir.
- Ders planları, öğretilmesi hedeflenen herhangi bir konuyu diğer konularla ilişkilendirecek şekilde düzenlenmelidir.
- Sadece biyoloji dersindeki üniteler arasında değil, öğretilen ünitelerle paralel içeriğe sahip farklı derslerle de (örneğin, kimya dersi), yeri geldiğinde, ilişki kurularak kavramlar öğretilmelidir.
- Soyut kavramların öğretiminin ortaya çıkaracağı zorluk, görsellik ön plana getirilerek, çoklu ortam ve diğer görsel-işitsel materyallerin desteği ile giderilmelidir.
- Ders kitapları, öğretmen ve alanında uzman akademisyenlerin görüşleri de dikkate alınarak, kavram yanlışlarını ortadan kaldıracak şekilde hazırlanmalıdır.
- Ayrıca, özellikle biyoloji konularının öğretiminde analogi tekniğine de daha fazla yer verilerek, çalışmaların bu yönde geliştirilmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Akpınar, E. (2006). *Fen öğretiminde soyut kavramların yapılandırılmasında bilgisayar desteği: yaşamımızı yönlendiren elektrik ünitesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Akyurt, C., & Akaydın, G. (2009). Biyoloji öğretmen adaylarının bitkilerde madde taşınması konusundaki kavram yanlışları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(1), 103-110.
- Bahar, M. (2002). Students' learning difficulties in biology: Reasons and solutions. *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 73-82.
- Balcı, S., Çakıroğlu, J., & Tekkaya, C. (2004, Eylül). 8. sınıf öğrencilerinin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarını düzeltmede 5E öğrenme modelinin etkisi. VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulan bildiri, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- Can, Ş. & Harmandar, M. (2004). Fen bilgisi öğretmenliği ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavramsal yanlışları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(8).
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S., & Geban, Ö. (2004). Kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramlar. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 135-146.
- Cerrah, L., Özsevgeç, T., & Ayas, A. (2005). Biyoloji öğretmen adaylarının lise ii??? öğretim programı konusundaki bilgi düzeyleri: Trabzon örneklemini. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(9), 15-25.
- Çalık, M. & Ayas, A. (2003). Çözümlerde kavram başarı testi hazırlama ve uygulama. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 1-17.
- Çetin, G. & Ertepinar, H. (2004, Eylül). Yedinci ve dokuzuncu sınıf öğrencilerinin bazı ekoloji kavramlarını anlama düzeylerinin karşılaştırılması. VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulan bildiri, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- Dalkıran, G. & Kesercioğlu, T. (2004, Eylül). *İlköğretim öğrencilerinin 'iç salgı sistemi ve sinir sistemi' konularındaki kavram yanlışları, nedenleri ve çözüm önerileri*. VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulan bildiri, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, İstanbul.

- Demirci, M. P. & Sarıkaya, M. (2004, Temmuz). *Sınıf öğretmeni adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışları ve yanlışların giderilmesinde yapısalcı kuramın etkisi*. XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayında sunulan bildiri, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Hañçer, A. H. (2007). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğrenmenin kavram yanlışları üzerine etkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31(1), 69-81.
- Kete, R. (2006). 6. sınıf fen bilgisi biyoloji konularında kavram yanlışları. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 63-70.
- Kılıç, D. & Sağlam, N. (2004). Biyoloji eğitiminde kavram haritalarının öğrenme başarısına ve kalıcılığına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 155-164.
- Kırıkaya, E. B. & Güllü, D. (2008). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin ısı - sıcaklık ve buharlaşma - kaynama konularındaki kavram yanlışları. *İlköğretim-Online*, 7(1), 15-27.
- Klymkowsky, M. W. & Doxas, K. G. (2008). Recognizing student misconceptions through ed's tools and the biology concept inventory. *Plos Biology*, 6(1), 14-17.
- Köse, S. & Uşak, M. (2006). Determination of prospective science teachers' misconceptions: photosynthesis and respiration in plants. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 25-52.
- 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.
- Kwen, B. H. (2005). *Teachers' misconceptions of biological science concepts as revealed in science examination papers*. Retrieved January 3, 2008, from <http://www.Aare.Edu.Au/05pap/Boo05099.Pdf>
- Michael, J. A., Wenderoth, M. P., Model, H. I., Cliff, W., Horwitz, B., McHale, P., et al. (2002). Undergraduates' understanding of cardiovascular phenomena. *Advances in Physiology Education*, 26(2), 72-84.
- Özay, E. & Hasenekoğlu, İ. (2006). Lise biyoloji dersi kitaplarının içeriklerinin bilimsel doğruluk açısından incelenmesi. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 5(9), 111-123.
- Özay, E. & Öztaş, H. (2003). Secondary students' interpretations of photosynthesis and plant nutrition. *Journal of Biological Education*, 37(2), 68-70.
- 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. (2008). Mitoz-mayoz konusunun öğretiminde kavramsal değişim metinlerinin kullanılmasının öğrenci başarısına etkisi. *Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 211-220.
- Pelaez, N. J., Boyd, D. D., Rojas, J. B., & Hoover, M. A. (2005). Prevalence of blood circulation misconceptions among prospective elementary teachers. *Advances in Physiology Education*, 29, 172-181.
- Sebitosi, E. K. (2007). Understanding genetics and inheritance in rural schools. *Journal of Biological Education*, 41(2), 56-61.
- Selvi, M. & Yakışan, M. (2004). Üniversite birinci sınıf öğrencilerinin enzimler konusu ile ilgili kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 173-182.
- 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.

- Sinan, O., Yıldırım, O., Kocakulah, M. S., & Aydın, H. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının proteinler, enzimler ve protein sentezi ile ilgili kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 1-16.
- Sinan, O. & Yıldırım, O. (2004, Eylül). *Biyoloji öğretmenliği öğrencilerinin proteinler ile ilgili kavram yanlışları*. VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulan bildiri, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- Sinan, O. (2009). Öğretmen adaylarının kimya ve biyoloji derslerinde kullanılan bazı ortak kavramları tanımlamalarındaki farklılıklar. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 1-21.
- Sungur, S., Tekkaya, C., & Geban, Ö. (2001). The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to students' understandings of the human circulatory system. *School Science and Mathematics*, 101(2), 91-101.
- Sungur, S. & Tekkaya, C. (2003). Student achievement in human circulatory system unit: the effect of reasoning ability and gender. *Journal of Science Education and Technology*, 12(1), 59-64.
- Tekkaya, C., Çapa, Y., & Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140-147.
- Thompson, F. & Logue, S. (2006). An exploration of common student misconceptions in science. *International Education Journal*, 7(4), 553-559.
- Türkmen, L., Çardak, O., & Dikmenli, M. (2002, Eylül). *Lise öğrencilerinin canlıların çeşitliliği ve sınıflandırılması konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulan bildiri, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara.
- Yakışan, M., Selvi, M., & Yürük, N. (2007). Biyoloji öğretmen adaylarının tohumlu bitkiler hakkındaki alternatif kavramları. *Türk Fen Eğitim Dergisi*, 4(1), 60-79.
- Yeşilyurt, S. & Gül, Ş. (2008). Ortaöğretimde daha etkili bir biyoloji öğretimi için öğretmen ve öğrenci beklentileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 145-162.
- Yıldırım, O., Nakiboğlu, C., & Sinan, O. (2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarının difüzyon ile ilgili kavram yanlışları. *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 79-99.
- 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.