

BİYOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARINDA BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI KONUSUNDAKİ KAVRAM YANILGILARI

Candan AYKURT

Biyoloji Bölümü, Akdeniz Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Antalya, Türkiye

Galip AKAYDIN

OFMA Bölümü, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara, Türkiye

Özet

Biyoloji öğretmen adaylarında, bitkilerde madde taşınması konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek için yapılmış olan bu çalışmada, konu ile ilgili iki aşamalı tanı testi kullanılmıştır. Öğrencilerin konu hakkındaki düşüncelerini ve muhtemel kavram yanlışlarını öngörebilmek için mülakat tekniğinden yararlanılmıştır. Konu ile ilgili iki aşamalı kavram yanlışlığı ön testi ve nihai test geliştirilmiştir. Hazırlanan tanı testleri 138 öğrenciye uygulanmıştır. İki aşamalı tanı testinin güvenilirliği, Spearman – Brown formülü kullanılarak 0,88 olarak hesaplanmıştır. Testte yer alan sorulara verilen cevaplar, her madde için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Biyoloji öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanlışları belirlendikten sonra kavram yanlışlarının giderilmesi için çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: biyoloji eğitimi, kavram yanlışlığı, bitki fizyolojisi, bitkilerde madde taşınımı

Abstract

In this study two tier diagnostic test is applied to analyse the misconceptions about substance transport in plants on biology teacher candidates. To reveal the thoughts and misconceptions of the students about the subject, interview is used. After the application of pre-test item analyse work has done and test is improved to its final stage. Diagnostic tests are applied to 138 students. The reliability of the two – tier diagnostic test is calculated 0,88 by the formula of Spearman – Brown. The answers of test are appraised for every item one by one. Some proposes offered for removing misconceptions after defining the misconceptions of the biology teacher candidates.

Keywords: biology education, misconceptions, plant physiology, substance transport in plants

1. Giriş

Kavramlar bilgilerin yapıtaşını, kavramlar arası ilişkiler de bilimsel ilkeleri oluşturur. İnsanlar çocukluktan başlayarak, düşüncenin birimleri olan kavramları ve onların adları olan sözcükleri öğrenirler, kavramları sınıflar ve aralarındaki ilişkileri bulurlar. Böylece bilgilerine anlam kazandırır, yeniden düzenler, hatta yeni kavramlar ve yeni bilgiler yaratırlar. Zihindeki bu öğrenme ve yeniden yapılandırma süreci her yaşta devam eder (1). Guralnik (2) kavram terimini şöyle açıklamaktadır: Kavram, kelimenin isim halidir ve bir görüş veya düşünce, özellikle nesnelere sınıfının genelleştirilmiş görüşüdür. Kavram yanlışlığı, bazı sözcüklerde yanlış anlama olarak da geçmekte olup klasik öğretim tekniklerine dirençli, sabit ve yaygın olarak bilimsel kavramlarla örtüşmeyen fikirler olarak tanımlanabilir (3).

Birçok bilimsel kavram, öğrenciler için zor düşünme değişimleri ve öğrencileri öğrenmeleri sırasında destekleyecek özel öğretim teknikleri gerektirir. Öğrenciler için bilim öğrenmek genellikle zordur. Çünkü, öğrencilerin dünyanın nasıl işlediği konusundaki teorileri, öğrenmek zorunda oldukları bilimsel gerçeklerle çatışır (4). Öğrenciler, kavramları bilimsel olarak kabul edilen kavram tanımından farklı olarak algılayabilmektedirler.

Öğrencilerin gerçek dünya kavramları, onların dünyaya bakışlarında kritik bir rol oynar. Onların gerçek dünya kavramlarının değişmesi genellikle zordur. Bilim öğrenmek, bilgiye yeni kavramlar ilave etmekten daha fazlasını gerektirir. Bilim öğrenmek gerçekçilik ve daha önceki fikirlerle çatışabilen yeni fikirlerin yapılandırılmasını gerektirir. Bilişsel kuramın savunucularından olan J. Piaget, bu tür değişimleri uyum olarak tanımlamıştır. Öğrenciler eski düşünme yollarını kullanmakta ve kullanışlı buldukları yeni bilgiye dayalı yeni düşünme yolları oluşturmaktadırlar. Öğrenciler kavram değişimini başardıkları zaman, kendilerini kabul edilmiş bilimsel öğretilere taşıyacak düşünceye ve gerçek dünya olaylarını anlama, açıklama ve tahmin etme kabiliyetine sahip olacaklardır (4).

Fen öğretimi ile ilgili olarak çok fazla strateji geliştirilmiştir. Bu stratejilerin en önemli eksikliği öğretmenlerin kusursuz sayılmasıdır. Yapılan araştırmalar öğretmenlerin de fen konuları hakkında bazı yanlış kavramlara sahip olduğunu göstermektedir. Örneğin Shipstone, bazı biyoloji öğretmenlerinin bilimsel olmayan yolları kullandıklarını ifade etmiştir (5).

Literatür incelendiğinde, biyoloji öğretmeni adaylarında ‘bitkilerde madde alınması ve taşınması’ konusu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik yapılmış bir araştırma bulunmamaktadır. Fakat bu konu içinde düşünülmesi gereken “Difüzyon ve Osmoz” kavramlarıyla ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan birisi Odom ve Barrow tarafından geliştirilen, konu ile ilgili 12 sorudan oluşan iki aşamalı kavram yanlışları tanı testidir. Test hazırlanırken geçirilen aşamalardan birisi, öğrencilerin yanlış algılamalarının klinik mülakatlarla tespit edilmesidir. Araştırmacıların, kavram testini geliştirmedeki amaçları; sınıf öğretmenlerine, öğrencilerin yanlış algılamalarını belirlemede kullanabilecekleri, çoktan seçmeli bir kalem-kağıt testi geliştirmektir. Böylece öğretmenler, öğrencilerin bilimsel kavramları anlayışlarını kolayca belirleme olanağı elde edeceklerdir (6). Difüzyon ve osmoz konularını kapsayan bir başka çalışmada, kavramsal değişimi geliştirmeye yönelik, kavramsal değişim metni ve kavram haritasını içeren bütünleştirilmiş bir modelin uygulanması ve etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Uygulamadan önce, öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri ve temel bilgileri “Mantıksal Düşünme Testi” ve “Difüzyon ve Osmoz Tanı Testi” kullanılarak ölçülmüştür. Uygulama boyunca, deney grubundaki öğrencilere kavramsal değişim metni ve kavram haritalarını içeren bütünleştirilmiş model uygulanırken, kontrol grubundaki öğrenciler ise geleneksel biyoloji öğretimi uygulanmıştır. İki – aşamalı çoktan seçmeli formatında Odom ve Barrow (1995) tarafından hazırlanan “Difüzyon ve Osmoz Tanı Testi” her iki gruba da, uygulamanın başında, sonunda ve altı hafta sonrasında, bütünleştirilmiş modelin öğrencilerin difüzyon ve osmoz konularını anlamalarına etkisini ölçmek amacıyla uygulanmıştır. Difüzyon ve Osmoz Tanı Testinin sonuçları, deney grubundaki öğrencilerin, kontrol grubundaki öğrencilere göre daha başarılı olduğunu göstermiştir. Kavram

değişim metni ve kavram haritası bütünleştirilmiş modelinin uzun dönem kavramsal değişime yol açtığı belirlenmiştir (7). Konu ile ilgili olarak yapılan diğer bir çalışma da ise, Difüzyon ve Osmoz konusunda incelenen kavramlarla ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip olduğu gözlenmiştir (8).

2. Yöntem

2.1. Çalışma grubu

Araştırmamanın çalışma grubunu Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, OFMA Bölümü, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalında 2003 – 2004 eğitim – öğretim yılının güz döneminde, bu programın 3, 4. ve 5. sınıflarına devam etmekte olan 77 biyoloji öğretmen adayı oluşturmaktadır.

2.2. Veri toplama araçları

Araştırmada kullanılan test ilgili kaynakça taranarak oluşturulmuştur. Bu test iki aşamalı 19 çoktan seçmeli soru içermekte olup öğretmen adaylarının bitkilerde madde alınması ve taşınması konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını ölçmek amacıyla tasarlanmıştır.

2.3. Verilerin toplanması

Kavram yanlışlarının belirlenmesinde başlangıçta en fazla kullanılan testler çoktan seçmeli testler olup, daha sonra alternatif kavramların tespit edilmesinde kavram haritaları, tahmin, gözlem ve açıklama, araştırma, kavram evreleri diyagramları, V diyagramları, soru oluşturma, iki aşamalı test ve diğer yeni bilgi araştırmaları daha yaygın olarak kullanılmaktadır. İki aşamalı testler bir çeşit çoktan seçmeli test olup, öğrencilerin soruları iki aşamada cevaplama istenmektedir. Birinci aşama genellikle iki veya 3 çoktan seçmeli kısmı içermektedir. İkinci aşamada ise birinci aşamada verilen cevabın nedenini içeren 4 veya 5 çoktan seçmeli şıklardan oluşmaktadır. Öğrencilerin herhangi bir konudaki alternatif kavramlarını belirlemede ve öğrencilerin o konudaki anlamlı öğrenme gerçekleştirip gerçekleştirmediği iki aşamalı testlerle, çoktan seçmeli testlere göre daha etkin bir şekilde belirlenmektedir (9,10).

Araştırmada, öğretmen adaylarının sahip olabilecekleri kavram yanlışlarını ve konu ile ilgili hazırlanacak olan testte yer alabilecek soru tiplerini öngörebilmek için yapılandırılmış görüşme tekniğinden yararlanılmıştır. 11 öğrenci ile yapılan ve yaklaşık 45 dakika süren görüşmeler sonunda öğrencilerin konu ile ilgili net düşünceleri öğrenilmeye çalışılmış, öğrencilerin verdikleri cevaplar kavram yanlışları testinin geliştirilmesinde kullanılmıştır.

Konu ile ilgili olarak hazırlanan ön test, iki aşamalı 25 sorudan oluşmaktadır. Birinci basamakta, başarı testlerindeki gibi bir olayın ne olacağı ile ilgili sorular yer almaktadır. İkinci basamakta ise, birinci basamağa verilen cevabın gerekçesi ile ilgili sorular bulunmaktadır. Test, ölçme değerlendirme uzmanları ve konusunda uzman kişilerce incelenmiştir. Hazırlanan ön test, 61 kişilik öğrenci grubuna uygulanmış ve madde analizi çalışması yapılmıştır. Buna göre testin güvenilirliğini düşüren maddeler testten çıkarılmış, test maddeleri üzerinde gerekli düzeltmeler yapılmış ve teste son şekli verilmiştir. Geliştirilen kavram yanlışlığı nihai testi, iki aşamalı 19 sorudan oluşmaktadır. Nihai test için güvenilirlik hesaplaması yapılırken Spearman – Brown formülü kullanılmış ve 0,88 olarak tespit edilmiştir. Test sorularından bazı örnekler Ek'te sunulmuştur.

2.4. Verilerin analizi

Bitkilerde madde alınması ve taşınması konusuna yönelik geliştirilen testin analiz aşamasında çoktan seçmeli sorulara verilen doğru cevaplar '1' puan, yanlış cevaplar ise '0' puan olarak değerlendirilmiş, cevap yüzdeleri ve frekansları hesaplanmıştır.

3. Bulgular

Öğrencilerin konu ile ilgili sahip oldukları alternatif kavramlar yüzde olarak hesaplanmıştır. Testin birinci ve her iki aşamasına doğru cevap veren öğrencilerin yüzde dağılımları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Testin birinci ve her iki aşamasına doğru cevap veren öğrencilerin % si

Soru	Doğru Yanıt Veren Öğrencilerin % si				
	1. Aşama	Her İki Aşama	Soru	1. Aşama	Her İki Aşama
1	71,4	54,5	11	77,9	71,4
2	67,5	31,2	12	71,4	64,9
3	89,6	83,1	13	74	71,4
4	77,9	53,2	14	31,2	29,9
5	88,3	70,1	15	81,8	55,8
6	97,4	92,2	16	67,5	59,7
7	50,6	45,4	17	75,3	41,5
8	85,7	62,3	18	28,6	22,1
9	45,5	37,7	19	23,4	22,1
10	32,5	28,6			

Öğrencilerin testte bulunan sorularının birinci ve her iki aşamasına verdikleri doğru cevapların yüzdeleri Tablo 1'de görülmektedir. Soruların ilk aşamasını doğru cevaplandıran öğrencilerin çoğu verdiklerin cevabı nedenini ikinci aşamada doğru olarak destekleyememiştir.

Testten elde edilen sonuçlar, öğrencilerin bitkilerde madde taşınması konusunda kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir. Belirlenen kavram yanlışları; difüzyon, osmoz, plazmoliz, deplazmoliz, osmotik basınç, ortamlar ve konsantrasyon, transpirasyon, stoma, kök basıncı, ksilem ve floem gibi belli başlı kavramlar ile ilgilidir ve her sorunun konu alanı ile bu soruda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Öğrencilerin kavram yanlışlığı yüzdeleri

Soru	Konu Alanı	%	Soru	Konu Alanı	%
1	Difüzyonun Süreci	37,7	11	Transpirasyon	20,8
2	Moleküllerin Hareketi	63,7	12	Stomaların Açılıp-Kapanması	31,2
3	Moleküllerin Kinetik Enerjisi	9,1	13	Stomaların Açılıp-Kapanması	23,4
4	Ortamlar ve Konsantrasyon	40,3	14	Bitkilerde Gazların İletimi	65
5	Osmozun Süreci	22,1	15	Bitkilerde İletim Demetleri	41,6
6	Hücre Membranları	7,8	16	Bitkilerde İletim Demetleri	37,7

7	Difüzyonun Süreci	48,1	17	Bitkilerde İletim Demetleri	27,6
8	Osmozun Süreci	37,7	18	Bitkilerde Suyun İletimi	63,7
9	Osmozun Süreci	62,3	19	Bitkilerde Madde Alınması	66,3
10	Transpirasyon	66,2			

Tablo 2’de görüldüğü gibi, öğrenciler en fazla “Bitkilerde Madde Alınımı” ile ilgili olan 19. ve “Transpirasyon” ile ilgili olan 10. soruda kavram yanlışlığına sahiptir. Bunu “Bitkilerde İletim Demetleri” ile ilgili olan 14. ve 18. sorular takip etmektedir. Öğrencilerin en fazla kavram yanlışlığına düştüğü konular, “Bitkilerde Madde Alınımı”, “Transpirasyon”, “Bitkilerde İletim Demetleri”, “Moleküllerin Hareketi”, “Osmoz süreci”, “Difüzyon Süreci”, “Ortamlar ve Konsantrasyon”, “Stomalar”, “Moleküllerin Kinetik Enerjisi” ve “Hücre Membranları” şeklinde sıralanmıştır. Soruların her iki aşamasına da doğru cevabı verebilen öğrenciler haricindeki bazı alternatif cevaplar ‘kavram yanlışlığı’ olarak değerlendirilmiştir. Kavram yanlışlığı olarak değerlendirilen kategoride öğrenciler, testin ilk aşamasına verdikleri cevabın nedenini ikinci aşamada tutarlı bir şekilde açıklayabilmişlerdir. Öğrencilerin konu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlıkları Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Öğrencilerin bitkilerde madde taşınması konusunda oldukları kavram yanlışlıkları ve yüzdeleri

<i>Kavram Yanlışlıkları</i>	<i>Yüzde (%)</i>
Su içinde bulunan moleküllerin hareketi belli bir süre sonra durur.	27,3
Osmoz, seçici geçirgen bir zarla ayrılmış ortamlarda, su moleküllerinin hipertonic ortamdan, hipotonik ortama geçmesi olayıdır.	23,4
Aktif taşıma sırasında, taşıyıcı proteinlerin görev yapması taşıma sırasında enerji kullanıldığını gösterir.	33,8
Hipertonic ortama bırakılan bir bitki hücresinin merkezi vakuolündeki su, dış ortamda bulunan tuz molekülleri tarafından çekilir.	13
Plazmoliz sırasında, dış ortamdaki çözünmüş madde molekülleri hücre içine girer.	11,7
Deplazmolize uğramakta olan bir bitki hücresinde, osmotik basınç artar.	31,1
Deplazmoliz sırasında hücre su kaybederek büzülür.	19,5
Transpirasyon; bitkilerde su moleküllerinin, yaprağın tüm yüzeyi ile gaz ve sıvı halde dışarı verilmesi olayıdır.	53,2
Transpirasyon, bitkilerde aynı zamanda bir boşaltım olayıdır ve su sıvı halde dışarı atılırken, başka maddeler de bu sayede dış ortama verilir.	10,4
Kutikula tabakası transpirasyonu tamamen durdurur.	15,6
Stoma hücrelerine komşu hücrelerden su girmesiyle, stomalar şişerek kapanırlar.	18,2
Stoma hücrelerinde klorofiller bulunmaz.	16,9
Bitkilerde gaz molekülleri soymuk boruları sayesinde taşınır.	41,6

Bitkilerde gaz molekülleri odun boruları sayesinde taşınır.	19,5
Bitkilerde suyun yukarı doğru taşınmasında etkili olan en önemli olay, kök basıncıdır.	48,1
Bitkilerde suyun yukarı doğru taşınmasında etkili olan en önemli olay, kılcalklıktır.	15,6
Ksilem (odun) boruları, kalburlu borular olarak da adlandırılır ve bu delikler sayesinde taşıma daha rahat olacağı için enerjiye gereksinim duyulmaz.	26
Floem (soymuk) borularında madde taşınması tek yönlü ve enerji harcanmadan gerçekleşir.	28,6
Bitkiler, kök hücrelerinin ihtiyaç duyduğu organik molekülleri, topraktan emici tüyler sayesinde oldukça hızlı bir biçimde temin edebilirler.	26
Bir bitkinin kuru kütlelerinin %90'ından fazlası topraktan elde edilmektedir, geri kalan kısmı ise atmosferden gelir.	36,4

Tablo 3'de de görüldüğü gibi öğrencilerin büyük bir kısmı transpirasyon kavramı ile ilgili kavram yanlışlarına sahiptir. Öğrencilerin %53,2 gibi büyük bir çoğunluğu transpirasyonu bitkilerde su moleküllerinin yaprağın tüm yüzeyi ile sıvı ve gaz halinde dışarı verilmesi olarak tarif etmiş, %10,4'ü transpirasyonun aynı zamanda bir boşaltım olayı olduğunu, su ile birlikte başka maddelerinde dışarı atıldığını ifade etmiştir. %48,1 gibi bir çoğunluk 'bitkilerde suyun yukarı taşınmasında etkili olan en önemli olay kök basıncıdır' düşüncesinde olup, %41,6'sı bitkilerde gaz moleküllerinin soymuk boruları sayesinde taşındığını ifade etmiştir. Öğrencilerin difüzyon, osmoz, iletim demetleri gibi belli başlı konularda sahip oldukları kavram yanlışları Tablo 3'de izlenmektedir.

4. Tartışma

Testlerin uygulanması ve değerlendirilmesi sonucunda, biyoloji öğretmeni adaylarından birçoğunun, "Bitkilerde Madde Alınması ve Taşınması" konusunda çeşitli kavram yanlışları gösterdikleri saptanmıştır. Özellikle mülakatlar sırasında, Biyoloji Öğretmenliği 4. Sınıf lisans öğrencilerinin çoğunun transpirasyon gibi bazı kavramlar için "hiç duymadım" cevabını vermeleri oldukça düşündürücüdür. Öğrenciler transpirasyon kavramını Türkçe karşılığı söylenince hatırlayabilmişlerdir. Bu durum, kullanılan öğretim tekniklerinin öğretmen merkezli ve ezbere dayalı olmasından kaynaklanıyor olabilir (11).

Saptanan kavram yanlışları, konu ile ilgili olarak ülkemizde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Örneğin 'bitkilerde suyun yukarı doğru taşınmasında etkili olan en önemli olay kılcalklıktır' yanlışlığı yapılmış benzer bir çalışmadaki (11) bulgularla benzerlik göstermektedir.

Öğretmen adaylarının, bitkilerde madde alınması ve taşınması konusuylla ilgili dersleri almış olmalarına rağmen, kavram yanlışlarına sahip olmaları, konunun soyut ve disiplinler arası kavramları içeriyor olmasından kaynaklanabilmektedir. Örneğin, öğrenciler bitkilerin topraktan su ve mineralleri alması konusunda, difüzyon, osmoz ve osmotik basınç gibi kavramlarla karşılaşır. Biyolojideki bazı konularının daha iyi anlaşılması ve öğrenilmesi, öğrencilerin kimya ve fizik derslerinde de öğrendikleri bilgileri

kullanıp, uygulamasını gerektirmektedir. Diğer yandan, bitkilerde madde taşınması konusu işlenirken, öğrencilerin daha önce öğrenmiş olmaları gereken hücre ve hücre zarından madde geçişi gibi konularda da ne ölçüde yeterli bilgiye sahip olduklarını belirlemek gerekmektedir. Çünkü hücre, hücre zarının yapısı ve özellikleri, buna bağlı olarak hücre zarından hangi maddelerin nasıl geçeceğini bilen öğrenci, bitkilerde madde taşınması konusunu, bu bilgileri dikkate alarak daha iyi kavrayabilecektir.

Kavram yanlışlarına neden olabilecek bir başka önemli faktör de, öğretmenler tarafından bilginin yanlış aktarılmasıdır (12). Bu nedenle öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde de biyoloji öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanlışları ile ilgili çeşitli çalışmalar (11, 13, 14) yapılmıştır. Araştırma sonuçları öğretmen adaylarının azımsanmayacak ölçüde kavram yanlışlarına sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bu yanlışlardan haberdar olması ve kavram yanlışlarının nedenleri, nasıl önleneceği, ne şekilde giderileceği gibi konularda bilgi sahibi olmaları oldukça önemlidir.

Teşekkür

Bu makalenin geliştirilme aşamasındaki katkılarından dolayı Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı Öğretim Elemanlarından Yrd. Doç. Dr. Cem Oktay GÜZELLER'e teşekkür ederiz.

5. Kaynaklar

1. Kaptan, F. (1999). *Fen Bilgisi Öğretimi*. ISBN 975-11-1729-1, İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
2. Guralnik, D.B. (Ed.). (1986). *Webster's New Dictionary* (2nd ed.). New York: Prentice Hall Press.
3. Eyidoğan, F., Güneysu, S. (2001). İlköğretim 8. Sınıf Fen Bilgisi Kitaplarındaki Kavram Yanlışlarının İncelenmesi. İnternetten 15 Aralık 2003 de http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmk-5/b_kitabi/PDF/Fen/Bildiri/t72d.pdf adresinden alınmıştır.
4. Fellow, N. J. (1994). A window into thinking: using student writing to understand conceptual in science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (9), 985-1001.
5. Köseoğlu, F., Kavak, N. (2001). Fen Öğretiminde Yapılandırıcı Yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 139-148.
6. Odom, A. L., Barrow, H.L. (1995). Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of a diffusion and osmosis after a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (1), 45-61.
7. Doğru, P. (2002). Kavramsal Değişim Metinleri ve Kavram Haritaları Kullanılarak Öğrencilerin Difüzyon ve Osmoz Konularındaki Kavramsal değişiminin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 144s.
8. Kılıç, S. (1999). Lise ve Üniversite Öğrencilerinde Difüzyon ve Osmoz Kavramları İle İlgili Yanlış Kavramalar, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı, Konya, 34s.
9. Tan, K.C.D. (2000). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate secondary students' conception of qualitative analysis. Unpublished PhD thesis, Curtin University of Technology, Western Australia.
10. Treagust, D. F. (1989). Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconceptions in Science. *International Journal of Science Education*, 10(2),159-169.
11. Tekkaya, C., Çapa, Y., Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji Öğretmen Adaylarının Genel Biyoloji Konularındaki Kavram Yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18:140-157.

12. Çapa, Y., 2000. Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Bitkilerdeki Fotosentez ve Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 116s.
13. Kemaloğlu, C. (2004). *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Bitkilerde Madde Taşınması Konusundaki Kavram Yanılgıları Analizi*. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
14. Selvi, M., Yakışan, M. (2004). Üniversite Birinci Sınıf Öğrencilerinin Enzimler Konusu İle İlgili Kavram Yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 173-182.

Ek1. Seçilmiş Bazı Sorular

- 2a. Bir kaptaki bulunan berrak suya, bir damla mürekkep ilave ettiğinizi ve birkaç saat sonra suyun renginin açık maviye dönüştüğünü farz edin. Bu sırada mürekkep molekülleri:
- A) Hareket etmeyi bırakırlar.
 - B) Rasgele hareket etmeye devam ederler.
- 2b. Bu cevabı verdim, çünkü:
- A) Kabın her tarafı aynı renktir, eğer moleküller hala hareket ediyor olsalardı, kaptaki mavinin değişik tonları gözlenirdi.
 - B) Eğer mürekkep moleküllerinin hareketleri dursaydı, bu moleküller kabın dibine çökerdi.
 - C) Moleküller her zaman hareket ederler.
 - D) Bu bir sıvıdır, eğer katı olsaydı moleküller hareket etmezlerdi.
- 9a. Deplazmolize uğramakta olan bir bitki hücresinde, osmotik basınç, artar mı; azalır mı?
- A) Artar.
 - B) Azalır.
- 9b. Bu cevabı verdim, çünkü:
- A) Hücre, su kaybederek büzülür ve yoğunluğu artar.
 - B) Hücre içindeki çözünmüş moleküller, hücre dışına çıkarlar.
 - C) Hücre dış ortamdan su alır ve yoğunluğu azalır.
 - D) Dış ortamdaki çözünmüş moleküller, hücreye girer ve yoğunluk artar.
- 10a. Transpirasyon (bitkilerde terleme) sırasında, bitkiler suyu:
- A) su buharı (gaz) halinde,
 - B) sıvı halde,
 - C) hem gaz hem de sıvı halde dışarı verirler.
- 10b. Bu cevabı verdim, çünkü:
- A) Terleme, stomalarda gerçekleşir ve su buhar halinde atılır.
 - B) Terleme aynı zamanda bir boşaltım olayıdır ve su sıvı halde atılırken, başka maddeler de dışarıya verilir.
 - C) Terleme aynı zamanda bir sekresyon (salgılaşma) olayıdır.
 - D) Terleme, yaprağın tüm yüzeyinde, suyun hem gaz hem de sıvı halde dışarı verilmesidir.
- 16a. Bitkilerdeki kök hücreleri, gereksinim duydukları organik molekülleri, aşağıdaki yollardan hangisiyle sağlayabilir?
- A) Topraktan, emici tüyler yoluyla
 - B) Yapraklardan, ksilem boruları yoluyla
 - C) Yapraklardan, floem boruları yoluyla
- 16b. Bu cevabı verdim, çünkü:
- A) Bitkilerde organik moleküller, taşınımın oldukça hızlı gerçekleştiği ksilem boruları ile sağlanır.
 - B) Bitkiler, kök hücrelerinin ihtiyaç duydukları organik molekülleri, oldukça hızlı bir biçimde topraktan temin edebilirler.
 - C) Bitkilerde, ksilem boruları köklere kadar uzanır.
 - D) Bitkilerde, organik moleküller sadece floem boruları ile taşınabilir.