



DİFÜZYON VE OSMOZ KAVRAMLARINA YÖNELİK TANI TESTİ GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI

*Ayhan ÇİNİCİ**

*Yavuz DEMİR***

Öz

Bu çalışmada lise öğrencilerinin difüzyon ve osmoz konularıyla ilgili alternatif kavramlarının belirlenmesine yönelik bir teşhis testinin geliştirilme ve uygulanma süreci betimlenmiştir. Test geliştirme süreci üç temel adımdan oluşmaktadır: Bu adımlar; testteki konu alanlarının belirlenmesi, öğrencilerin alternatif kavramlarının belirlenmesi ve testin geliştirilmesidir. Alternatif kavramlar, literatüre ek olarak, açık uçlu sorular içeren çoktan seçmeli bir test ile belirlenmiştir. Testin bu ilk taslağı üç farklı liseden toplam 119 dokuzuncu sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Bu uygulamadan ve literatürden elde edilen veriler, test maddelerinin ikinci aşamalarının geliştirilmesinde kullanılmıştır. Böylelikle son halini alan test 9. sınıftan 90 ve 10. sınıftan 73 olmak üzere toplam 163 Anadolu Lisesi öğrencisine uygulanmıştır. Testin güvenilirlik katsayısı 0.62, ortalama zorluk indeksi 0.55 ve ortalama ayırıcılık gücü 0.41 olarak hesaplanmıştır. Testin uygulamasından elde edilen sonuçlara göre ise lise öğrencilerinin difüzyon ve osmoz kavramlarıyla ilgili çok sayıda alternatif kavramlarının olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Alternatif kavramlar, difüzyon ve osmoz, test geliştirme, teşhis testi.*

* Yrd. Doç. Dr. Adiyaman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, acinici@adiyaman.edu.tr

** Prof. Dr. Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, ydemir@atauni.edu.tr

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF A DIAGNOSTIC TEST RELATED TO CONCEPTIONS OF DIFFUSION AND OSMOSIS

Abstract

In the study, it was described the process of development and application a diagnostic test identifying and documenting students' alternative conceptions related to diffusion and osmosis. The test development procedure had three general steps: defining the content boundaries of the test, identifying students' alternative conceptions, and instrument development. Alternative conceptions were derived from a multiple-choice test which also required free responses in addition to literature. This first draft of the test was applied to 119 ninth graders from three different high schools. The alternative conceptions gathered from this administration and literature was used for developing second tiers of the items. In this way, the final version of the test was clarified and applied to 90 ninth and 73 tenth graders at Erzurum Anatolian High School. The reliability coefficient for the whole test is 0.62, average difficulty index is 0.55, and average discrimination power is 0.41. According to the results revealed from application of the test, high school students had many alternative conceptions on diffusion and osmosis.

Keywords: *Alternative conceptions, diagnostic test, diffusion and osmosis, test development.*

1. GİRİŞ

Son yıllarda biyoloji eğitimi alanında yapılan çalışmalar öğrencilerin biyolojideki temel kavramları anlama düzeylerini tespit etme ve geliştirme üzerine yoğunlaşmıştır (Atılboz, 2004; Çinici, 2011; Çinici ve Demir, 2013). Çünkü temel kavramlar anlaşılmadıkça, konuyla ilgili ileri düzeydeki diğer kavramların anlamlı olarak öğrenilmesi de oldukça zordur (Tatar ve Koray 2005; Çinici, 2013). Difüzyon ve osmoz kavramları da diğer fen alanlarıyla ilişkili olan temel kavramlardandır. Araştırmacılar difüzyon kavramının doğru olarak anlaşılabilmesi için çözelti, çözünürlük ve moleküler hareket gibi bilimsel kavramların iyi bir şekilde bilinmesi gerektiğini belirtmektedirler (Koo ve Chae, 2007). Diğer taraftan difüzyon ve osmoz olaylarının doğru bir şekilde öğrenilmesi, biyolojide birçok konunun doğru ve anlamlı olarak öğrenilmesi için de

anahtar rol oynamaktadır. Her iki kavramda biyolojide hem hüresel seviyede hem de organ seviyesinde işlevsel rol oynayan olayları ifade etmektedir. Difüzyon kavramının tam olarak anlaşılması, sindirim, gaz alışverişi ve boşaltım gibi önemli birçok biyolojik olayın tam olarak anlaşılabilmesi için esastır. Ayrıca difüzyon kavramının madde, enerji ve biyolojik organizasyon kavramlarını birleştirebilmek için de bilinmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Osmoz ise bitkilerde su alınımında, turgor basıncında, sucul ve karasal organizmaların su dengesinde, canlılardaki taşıma sistemlerinde önemli işlevi olan bir mekanizmadır (Christianson ve Fisher, 1999; Odom, 1995; Odom ve Kelly, 2001; Tweedy ve Hoese, 2005). Ancak yapılan araştırmalar difüzyon ve osmoz kavramlarının öğrenciler tarafından tam olarak anlaşılmadığını ve yine öğrenciler tarafından zor olarak algılandıklarını göstermektedir (Cinici, Sozibilir ve Demir, 2011; Sanger, Brecheisen ve Hynek 2001; Tarakçı, Hatpoğlu, Tekkaya ve Özden, 1999; Yıldırım, Nakiboğlu ve Sinan, 2004).

Öğrencilerin alternatif kavramlarının ve anlama düzeylerinin incelendiği çalışmalarda, öğrencilerin fen sınıflarına konularla ilgili çeşitli ön fikirler ve açıklamalar getirdikleri, ancak bu ön bilgilerin genellikle bilimsel doğrularla uyuşmadığı sonuçlarına ulaşılmıştır (Beeth, 1993; Çetin, Ertepinar ve Geban, 2004; Griffard ve Wandersee, 2001; Lin, 2004; Tan, Taber, Goh ve Chia, 2005). Yürütülen çok sayıda araştırma sonucunda, çocukların fen sınıflarına getirdikleri bu ön bilgiler veya kavramsal yapıların, öğrenme sürecini önemli ölçüde etkilediği ve değişmeye karşı dirençli olduğu da görülmüştür (Beeth, 1995; Duit ve Treagust 2003). Dolayısıyla öğrencilerin ön bilgilerinin doğasının ve kaynağının bilinmesi, öğretim programlarının ve dersin amaçlarının belirlenmesinde oldukça önemlidir (Leach ve Scott, 2003; Rebich ve Gautier, 2005). Literatürde öğrencilerin sahip olduğu bu tür bilimsel olmayan algılamaları ifade eden farklı terminolojiler kullanılmaktadır. Bunlar; yanlış anlama, alternatif kavramlar, alternatif yapılar, çocuk bilimi, ön kavramlar, kendiliğinden oluşan bilgiler, saf inanışlar ve kavram yanlışlarıdır (Köse, Ayas ve Taş, 2003). Bu araştırmada, terminoloji açısından daha uygun olduğu düşünüldüğünden “alternatif kavramlar” terimi kullanılmıştır. Caleon ve

Subramaniam (2010) çalışmasında, bu terim üzerinde uzlaşıldığını bildirmiştir. Alternatif kavramların; doğrudan gözleme, akran kültürü ve dili, öğretmen merkezli geleneksel öğretim yöntemleri, öğretmenlerin açıklamaları, kitaplarda yer alan özet şeklindeki yetersiz açıklamalar ve öğretim materyalleri gibi çeşitli kişisel deneyimler sonucunda ortaya çıkabileceği belirtilmektedir (Tan ve diğerleri, 2005).

Öğrencilerin kavramsal anlayış düzeylerinin ve alternatif kavramlarının belirlenmesinde kullanılan birçok yöntem vardır. Bunlardan bazıları; kavram hartası hazırlama, mülakatlar ve çoktan seçmeli teşhis testleridir (Tan, Goh, Chia ve Treagust, 2002). Bu çalışmada, lise öğrencilerinin difüzyon ve osmoz konularıyla ilgili kavramsal anlayışlarının değerlendirilmesine ve alternatif kavramlarının belirlenmesine yönelik bir teşhis testinin geliştirilme ve uygulanma süreci betimlenmiştir. Teşhis testleri (*Diagnostic tests*), belli konularla ilgili öğrencilerin alternatif kavramlarını ve anlama düzeylerini belirlemek amacıyla geliştirilir ve kullanılırlar. Teşhis testlerinde açık uçlu, çoktan seçmeli, iki ya da üç aşamalı gibi soru tipleri kullanılabilir. Bunların bir türü olan iki-aşamalı çoktan-seçmeli testlerin ilk aşamasında, konu ile ilgili birkaç seçenektan oluşan bir soru bulunur. İkinci aşamada ise ilk aşamadaki cevaba sebep teşkil edebilecek açıklama seçenekleri yer alır. İkinci aşamadaki yanlış seçenekler (çeldiriciler), mülakatlardan, açık uçlu testlerden ya da literatürden elde edilen alternatif kavramları içerir (Griffard ve Wandersee, 2001; Tan ve diğerleri, 2002).

Yapılan bazı araştırmalarda (Odom ve Barrow, 1995; Kılıç, 1999; Yıldırım, Nakiboğlu ve Sinan, 2004; Meir ve diğerleri, 2005), öğrencilerin difüzyon ve osmoz konularıyla ilgili kavramsal anlayışlarını ve alternatif kavramlarını belirlemeye yönelik testler geliştirilip uygulanmış olsa da, ülkemizde difüzyon ve osmoz kavramlarıyla ilgili bu tarz bir, iki-aşamalı çoktan-seçmeli teşhis testinin geliştirilme ve uygulama çalışmasına rastlanmamaktadır. Bu çalışmada, lise öğrencilerinin difüzyon ve osmoz konularıyla ilgili alternatif kavramlarının belirlenmesine yönelik iki-aşamalı çoktan seçmeli bir tanı testinin (Difüzyon ve Osmoz Kavram Testi [DOKT]) geliştirilme ve uygulanma süreci betimlenmiştir.

2. YÖNTEM

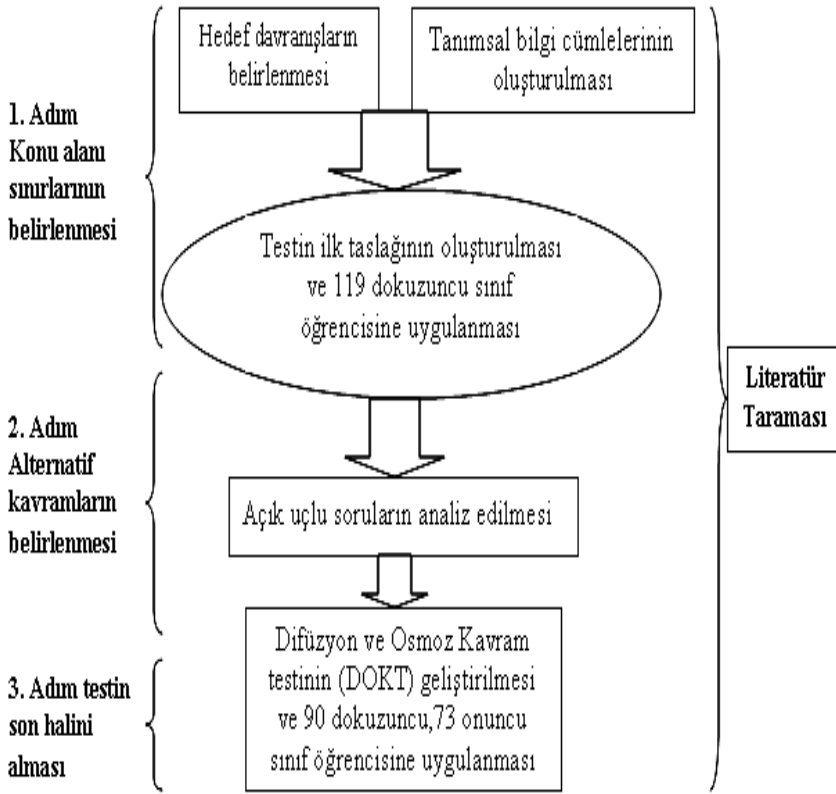
2.1. Örneklem

Araştırmanın ulaşılabilir evrenini 2007–2008 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Erzurum il merkezinde yer alan toplam 10 Anadolu Lisesi oluşturmuştur. Bu okullardan üçü seçkisiz olarak belirlenmiş ve daha sonra da bu üç liseden 2’şer dokuzuncu ve 1’er de onuncu sınıf seçkisiz atama yoluyla araştırmaya dâhil edilmiştir. Böylece toplam 282 öğrenciden oluşan örneklem grubunun 119’u testin geliştirilme sürecinde, 163’ü ise geliştirilen testin uygulama sürecinde çalışmaya katılmıştır.

2.2. Testin Geliştirilme Basamakları

Testin geliştirilmesi sürecinde Treagust (1988) tarafından tanıtılan ve sonradan birçok araştırmacı tarafından kullanılan (Caleon ve Subramaniam, 2010; Çakır ve Aldemir (2011); Griffard ve Wandersee, 2001; Lin, 2004; Odom ve Barrow, 1995; Tan ve diğerleri, 2002; Tan ve diğerleri, 2005; Tongchai ve diğerleri, 2009) işlem basamakları takip edilmiştir (Şekil 1).

Buna göre testin geliştirilme süreci genel olarak üç adımdan oluşmaktadır. İlk aşamada, testin ölçmesi hedeflenen konu alanı sınırları belirlenir. Bu amaçla, lise biyoloji öğretim programı çerçevesinde difüzyon ve osmoz konularının hedef davranışları belirlenmiş, ders kitaplarından ve literatürden (Odom ve Barrow, 1995; Zuckerman, 1993) yararlanılarak difüzyon ve osmoz kavramlarıyla ilgili tanımsal bilgi cümleleri oluşturulmuştur (Ek 1). Difüzyon ve osmoz konusunun hedef davranışları ve tanımsal bilgiler göz önünde bulundurularak yedi konu başlığı belirlenmiştir. Bunlar; maddenin tanecikli yapısı ve rastgele hareketi, konsantrasyon, canlılığın difüzyon ve osmoz olaylarına etkisi, difüzyonu etkileyen faktörler ve maddenin kinetik enerjisi, dinamik denge, difüzyon olayı ve osmoz olayı şeklinde sıralanmaktadır. Testin geliştirilme sürecinde ikinci basamak ise, öğrencilerin alternatif kavramlarının belirlenmesidir.



Şekil 1. Testin Geliştirilme Basamakları

Simpson ve Arnold (1982), öğrencilerin bilimsel kavramlarla ilgili kavramsal anlayışlarının derinlemesine incelenebilmesi için, öğrenciler tarafından doğru kabul edilen hatalı fikirlerin teste yerleştirilmesini önermiştir. Böylece geliştirilen testte gerçek öğrenci kavramlarını temel alan çeldiricilerin yerleştirilmesi mümkün olacaktır (Lin, 2004). Bu çalışmada, testin geliştirilme sürecinin ilk basamağında elde edilen veriler kullanılarak açık uçlu sorular içeren çoktan seçmeli bir test oluşturulmuş ve böylece öğrencilerin alternatif kavramlarına ulaşılmaya çalışılmıştır (Şekil 2). Oluşturulan bu ilk testte yer alan soruların bazıları araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olup, bazıları ise literatürden (Kılıç, 1999; Lab Quiz, 2007; Meir ve diğerleri, 2005; Odom ve Barrow, 1995; Quiz Engine, 2007; Yıldırım, Nakiboğlu ve Sinan, 2004) alınmış

ve uygun bulunanlar modifiye edilerek kullanılmıştır. Toplam 16 soru içeren bu taslakta, ilk 7 soru çoktan seçmeli, sonraki 8 soru çoktan seçmeli ve iki aşamalı (soru ve gerekçe) ve 16. son soru ise açık uçlu olarak oluşturulmuştur.

Bu testteki iki aşamalı sorularda öğrencilerden işaretledikleri cevap seçeneğinin gerekçesini yazmaları istenmiştir. Böylece öğrencilerin seçimleriyle ilgili gerekçelerine ulaşarak, olası alternatif kavramları belirlenmeye çalışılmıştır. Test bu ilk haliyle üç farklı liseden 119, dokuzuncu sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Uygulama sonrası öğrencilerin yazdıkları gerekçeler analiz edilerek tespit edilen ve literatürden elde edilen alternatif kavramlar, test maddelerinin ikinci aşamalarının geliştirilmesinde kullanılmıştır. Ayrıca, testin 16. açık uçlu maddesiyle ilgili öğrenci cevapları değerlendirilerek iki aşamalı çoktan-seçmeli bir test maddesi geliştirilmiştir.

Yukarıda bahsedilen çalışmalar sonucunda belli bir olgunluğa ulaşan test, Erzurum Anadolu Lisesinde öğrenim gören 90 dokuzuncu sınıf ve 73 onuncu sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Uygulama sonrası yapılan güvenilirlik analizinde, testin dördüncü sorusunun güvenilirliği düşürdüğü ve muadili sorular bulunduğu gerekçesiyle testten çıkarılmıştır. Ayrıca 1, 7 ve 15. maddeler üzerinde ise düzeltme çalışması yapılmıştır. Böylece ilk altı maddesi çoktan seçmeli, sonraki dokuz maddesi ise çoktan seçmeli ve iki kademeli olan 15 maddelik DOKT geliştirilmiştir (Şekil 3).

9. Zehir kullanarak bir bitki hücrelerini öldürdüğümüzü varsayalım. Öldürükten hemen sonra ölü hücreyi %25'lik tuz çözeltisine koyuyoruz. Bu durumda osmoz ve difüzyon olaylarıyla ilgili aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

- A) Her ikisi de durur.
- B) Her ikisi de devam eder.
- C) Sadece difüzyon devam eder.
- D) Sadece osmoz devam eder.

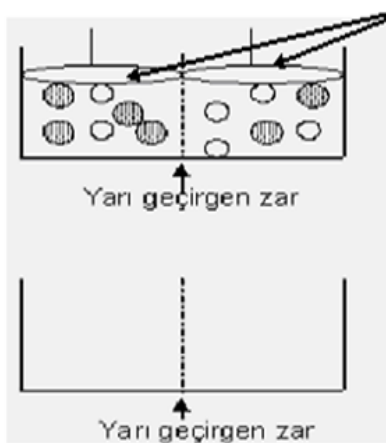
Yukandaki soruya verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

.....

.....

.....

15.



Sı geçirmez pistonlar (Basınç değişimine aşağı ya da yukarı hareket ederek tepki gösteriyorlar.)

Yandaki kap orta noktasına yerleştirilen yarı geçirgen zar sayesinde ikiye bölünmüştür. Kapta yer alan daireler molekülleri temsil etmektedir. Koyu renkli büyük tanecikler yarı geçirgen zardan geçememektedir, açık renkli küçük tanecikler ise zardan geçebilmektedir.

Net değişimin artık olmadığı denge noktasına ulaşıldığında kabın her iki tarafındaki moleküllerin dağılımı nasıl olacaktır? Yukandaki şekil üzerinde gösteriniz.

Niçin böyle bir dağılım olacağını düşünüyorsunuz? Sebebini açıklayınız.

.....

.....

.....

Şekil 2. DOKT'un İlk Taslağında Yer Alan Örnek İki Soru

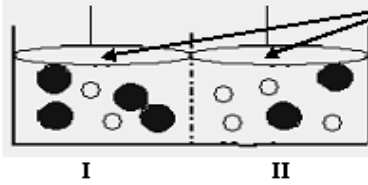
9. Zehir kullanarak bir bitki hümesini öldürdüğümüzü varsayalım. Öldürdükten hemen sonra ölü hücreyi %25'lik tuz çözeltisine koyuyoruz. Bu durumda osmoz ve difüzyon olaylarıyla ilgili aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

- A) Her ikisi de durur.
 *B) Her ikisi de devam eder.
 C) Sadece difüzyon devam eder.
 D) Sadece osmoz devam eder.

Yukandaki soruya verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- a) Çünkü hücre öldüğünde hiçbir hayatsal fonksiyon yerine getiremez.
 b) Çünkü difüzyon cansız hücrelerde de gerçekleşebilirken, osmoz sadece canlı hücrelerde gerçekleşebilir.
 *c) Çünkü ne osmozda ne de difüzyonda hücresel enerji kullanılmaz.
 d) Çünkü bu durumda sadece su geçişi devam eder.

15.

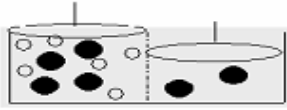


Sızsızdırmaz pistonlar (Basınç değişimine karşı aşağı ya da yukarı hareket ederek tepki gösteriyorlar.)

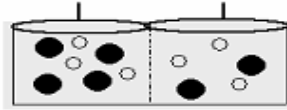
Yandaki kap orta noktaya yerleştirilen seçici geçirgen zar sayesinde ikiye bölünmüştür. Kapta yer alan tanecikler molekülleri temsil etmektedir. Koyu renkli büyük tanecikler zardan geçememekte, açık renkli küçük tanecikler ise zardan geçebilmektedir.

Net değişimin artık olmadığı denge noktasına ulaşıldığında kabın her iki tarafındaki moleküllerin dağılımı nasıl olacaktır?

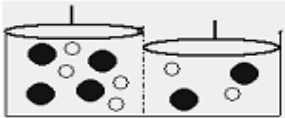
A)



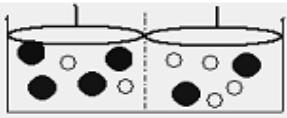
B)



*C)



D)



Yukandaki soruya verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- a) Çünkü sadece küçük tanecikler zardan geçebildiğine göre, bu küçük taneciklerin her iki taraftaki sayıları eşitlenince denge sağlanmış olur.
 b) Çünkü küçük tanecikler çok yoğun oldukları taraftan az yoğun oldukları tarafa doğru tamamen geçeceklerdir.
 c) Çünkü başlangıçta her iki taraftaki toplam tanecik sayıları birbirine eşittir.
 *d) Çünkü denge noktasına ulaşabilmesi için açık renkli moleküller her iki tarafta eşit konsantrasyonu sağlayacak şekilde zardan geçer.

*Doğru cevap

Şekil 3. DOKT'un Son Halinden Örnek İki Soru

3. BULGULAR

3.1. Testin Güvenirlik Çalışması

Güvenirlik, bireylerin test maddelerine verdikleri cevaplar arasındaki tutarlılık olarak tanımlanmaktadır. Yani testin ölçmek istediği özelliği ne derece doğru ölçtüğü ile ilgilidir (Büyüköztürk 2004). Bu çalışmada testin güvenilirliğini belirlemek için madde zorluk indeksleri (Tablo 1), madde ayırt edicilik indeksleri (Tablo 1) ve Cronbach alpha güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır.

Tablo 1. Testte Bulunan Soruların Ayırtıcılık ve Güçlük İndekslerine İlişkin Veriler

İndeks	Ortalama İndeks	Aralık	Madde
Madde ayırtıcılık indeksi	0.41	0.20-0.29	1-7-15
		0.30-0.39	3-8-9-11-12-13
		0.40-0.49	4-6
		0.50-0.59	10
		0.60-0.69	2-5-14
Madde güçlüğü indeksi	0.55	0.20-0.29	15
		0.30-0.39	13
		0.40-0.49	6-14
		0.50-0.59	2-5-12
		0.60-0.69	1-3-4-8-9-10-11
		0.70-0.79	7

Madde zorluk indeksi, ilgili soruya doğru cevap veren öğrenci sayısının, toplam cevap veren öğrenci sayısına oranıdır. Bu değer 0,2 ile 0,8 arasında olması yeterli kabul edilmektedir (Tongchai *et. al.* 2009). Bu çalışmada da geliştirilen testin madde güçlük indeksleri 0.22-0.77 aralığında olup, ortalama madde güçlük indeksi 0.55 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1).

Bir maddenin ayırtıcılığı ise, o maddenin ölçülen davranışa ya da bilgiye sahip olan cevaplayıcıları bu davranışa ya da bilgiye sahip olmayanlardan ayırma gücüdür. Genellikle, ayırtıcılığı 0.2 ile 0.3 arasında olan maddeler testte kullanılabilir niteliktedir. Ayırtıcılığı 0.3 ile 0.4 arasında olan maddeler iyi, 0,4'ten daha yüksek olan maddelerin

ise çok iyi düzeyde olduğu belirtilebilir (Çaycı, 2007). Diğer taraftan, Çakır ve Aldemir (2011) bir testte yer alan maddelerin ayırıcılık indekslerinin iyi düzeyde kabul edilebilmesi için 0,40'ın üzerinde değer alması gerektiğini, 0,30'un üstünde ayırıcılık gücü indeksine sahip olan maddelerin ise kullanılabilir maddeler olarak kabul edilebileceğini rapor etmiştir. Bu bakış açısına göre 0.20-0.29 aralığındaki maddeler için düzeltme yapılması önerilmektedir. Bu çalışmada geliştirilen testin ayırt edicilik indeksleri 0.22–0.66 aralığında olup, ortalama madde ayırıcılık indeksi 0.41 (Tablo 1) olarak tespit edilmiş ve buna göre, DOKT'un 1, 7 ve 15. maddeleri üzerinde çalışılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu maddelere ilişkin güçlük indeksleri incelendiğinde, maddelerin ya çok basit (1. ve 7. maddeler) ya da çok zor oldukları (15. madde) dikkat çekmektedir. Madde güçlük ve ayırıcılık indeksleriyle ilgili elde edilen bütün bu veriler bir araya getirildiğinde, söz konusu üç madde üzerinde çalışılması gerektiği düşünülerek şu çalışmalar yürütülmüştür: Örneklem grubundan bu sorulara yanlış cevap verenler arasından rasgele seçilen 10 öğrenci ile görüşülmüş ve onlardan sözkonusu maddeler ilgili yorumlar alınmıştır. Bu yorumlar doğrultusunda, ilgili maddelerin çok zor ya da çok basit olarak algılanmasına neden olan dil, anlatım ve bilimsel bilgi kaynaklı problemler giderilmiştir.

Güvenirlik çalışmasında yapılması gereken diğer bir istatistiksel analiz ise, güvenilirlik katsayısının hesaplanmasıdır. Ölçme aracının bir defa uygulamasından elde edilen test puanları arasındaki iç tutarlılığı incelemek amacıyla kullanılan Cronbach alpha, testte yer alan maddelerin birbiriyle ne derece tutarlı olduğunu ortaya koyan bir güvenilirlik hesaplama yöntemidir (Büyüköztürk, 2004). Bu paralelde, bir testte yer alan maddeler doğru (1) ve yanlış (0) diye iki seçeneqli olarak kodlandığında, Cronbach alfa katsayısı ile Kuder-Richardson-20 (KR-20) katsayısı birbirine eşittir (Çakır ve Aldemir, 2011). Bu araştırmada da Cronbach alfa katsayısı 0,625 olarak hesaplanmış olup, bu değer ortalama düzeyde yeterli kabul edilebilir (Tan ve diğerleri, 2002).

3.2. Testin Geçerlik Çalışması

Geçerlik, testin ölçülmek istenen özelliği ne derece doğru ölçtüğüyle ilgilidir. Örneğin kapsam geçerliliği testteki maddelerin ilgili özelliği ölçmede nicelik ve nitelik olarak yeterli olup olmadığının göstergesidir (Büyüköztürk, 2004).

Tablo 2. Testte Bulunan Soruların Konu Alanları ve Tanımsal Bilgiler İle İlişkisi

Soru	Konu alanı	İlgili olduğu tanımsal bilgi
	Konsantrasyon	
1	Osmoz olayı	14, 15, 16
2	Konsantrasyon	12,13,14,15,16,19
3	Canlılığın difüzyon osmoz olaylarına etkisi	13, 14, 15
4	Konsantrasyon	13, 14, 15, 16, 17, 18,
5	Maddenin tanecikli yapısı ve rastgele hareketi & Dinamik denge	19,22
6	Difüzyonu etkileyen faktörler ve maddenin kinetik enerjisi	13, 16, 18, 19
7	Osmoz olayı	1, 2, 6, 11
8	Canlılığın difüzyon osmoz olaylarına etkisi	6, 7, 8
9	Difüzyon olayı	4, 20
10	Difüzyonu etkileyen faktörler ve maddenin kinetik enerjisi	11, 18
11	Difüzyon olayı	3, 6, 11, 16, 19
12	Difüzyon olayı	6, 9, 10
13	Maddenin tanecikli yapısı ve rastgele hareketi ve Dinamik denge	5, 6
14	Osmoz olayı	12, 16, 19, 21
15	Osmoz olayı	4, 5, 6
	Maddenin tanecikli yapısı ve rastgele hareketi ve Dinamik denge	1, 4, 5, 6

Bu çalışmada geliştirilen testin kapsam ve görünüş geçerliğinin sağlanması için şu çalışmalar yapılmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan lise öğretim programından ve ders kitaplarından faydalanılarak difüzyon ve osmoz kavramlarıyla ilgili özel hedefler ve davranışlar belirlenmiştir. Yine ders kitaplarından ve literatürden faydalanılarak difüzyon ve osmoz kavramlarıyla ilgili tanımsal bilgiler belirlenmiş ve bu veriler ışığında geliştirilen testin ilk taslağı iki eğitim bilimci ve iki alan uzmanı öğretim üyesine sunularak görüşleri alınmıştır. Bunun yanında, DOKT'ta bulunan her bir sorunun yokladığı konu içeriği ile ilişkili tanımsal bilgi cümleleri (bkz. Ek 1) Tablo 2'de

sunulmuştur. Geçerlik ve güvenilirliğin sağlanması doğrultusunda yürütülen tüm bu çalışmalar neticesinde 15 sorudan oluşan test, son şeklini almıştır.

3.3. Alternatif Kavramlar

DOKT'ta yer alan iki aşamalı maddelerin her iki aşamasına da doğru cevap verilmişse bir (1) puan, iki aşamanın herhangi birinde veya her ikisinde yanlış seçenek işaretlenmişse sıfır (0) puan verilmiştir. Veriler SPSS 15,0 programına aktarılarak gerekli analizler bu program üzerinden gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen testin uygulamasından elde edilen veriler incelendiğinde, lise öğrencilerinin difüzyon ve osmoz kavramlarıyla ilgili orta düzeyde bir kavramsal bilgiye sahip oldukları ve cinsiyet açısından kavramsal bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($X_{Kız/Erkek}=8.71/8.76$; $t_{(162)}=-.108$; $p>.05$). Diğer taraftan öğrencilerin difüzyon ve osmoz konularıyla ilgili diğer çalışmalarda da tespit edilen birçok alternatif kavrama sahip oldukları belirlenmiştir (Tablo 3). Bunun yanında, açık uçlu sorulardan elde edilen bazı alternatif kavramlara ise diğer çalışmalarda rastlanmamıştır (Tablo 4).

Tablo 3. Öğrencilerin Alternatif Kavramları ve Alternatif Kavramın Tespit Edildiği Diğer Yayınlar

Maddenin tanecikli yapısı ve rastgele hareketi

S6. *Su dolu bir bardağa bir damla mürekkep eklenerek yapılan deneyde, mürekkep tanecikleri suya homojen olarak dağıldıktan sonra taneciklerin hareketi tamamen durur (Friedler, Amir, ve Tamir 1987; Odom ve Barrow 1995; Sanger, Brecheisen, ve Hynek 2001). Mürekkep damlatıldıktan bir süre sonra mürekkep tanecikleri sudan ağır oldukları için tamamen suyun dibine çökeceklerdir (Westbrook ve Marek 1991; Odom 1995).*

S15. *Farklı geçirgen zar ile ayrılmış ve farklı yoğunluklu ortamlar arasında gerçekleşen difüzyon olayında:*

- a.** Zardan geçebilen küçük moleküllerin her iki taraftaki sayıları eşitlenince denge sağlanmış olur.
- b.** Küçük moleküller çok yoğun oldukları taraftan az yoğun oldukları tarafa doğru tamamen geçeceklerdir.

c. Her iki taraftaki toplam molekül (tanecik) sayıları eşit olduğunda difüzyon durur (Meir ve diğerleri, 2005; Zuckerman 1993).

S3. Hücre zarına benzer bir zar ile ayrılmış iki ortamdan A tarafı %10'luk, B tarafı ise %15'lik tuz çözeltisi içermektedir. Buna göre A tarafı B tarafına göre: **a.** Hipertoniktir **b.** İzotoniktir (Odom ve Barrow 1995).

S5. Patates parçası, yoğun şeker çözeltisi bulunan cam kaba yerleştirilmiştir. Bir süre sonra, patates dokusuna su geçişi olur (Aykurt ve Akaydın 2009).

Canlılığın etkisi

S9. Cansız bir hücreyi %25'lik tuz çözeltisine koyuyoruz. Bu durumda osmoz ve difüzyon olaylarıyla ilgili, hücre hiçbir hayatsal fonksiyon yapamayacağından her ikisi de duracaktır (Odom ve Barrow 1995).

Difüzyonu etkileyen faktörler ve maddenin kinetik enerjisi

S7. A düzeneğinde hücre zarına benzer bir zar ile ayrılmış iki ortamdan I tarafı %10'luk, II tarafı ise %5'lik tuz çözeltisi içermekte ve ortam sıcaklığı 40 °C'dir. B düzeneği de aynı şekilde hazırlanmış, fakat ortam sıcaklığı 20 °C'dir. Buna göre iki düzenekte gerçekleşen difüzyon hızları karşılaştırıldığında, düşük sıcaklıkta difüzyon daha hızlı gerçekleşeceğinden B kabında difüzyon daha hızlı olur (Yıldırım, Nakiboğlu ve Sinan, 2004).

S11. Molekül ağırlığı ile difüzyon hızı arasında bir ilişki yoktur (Yıldırım, Nakiboğlu ve Sinan, 2004).

Dinamik Denge

S13. Hücre zarına benzer bir zar ile ayrılmış U borusu şeklindeki düzenekte iki ortamdan A tarafı %10'luk, B tarafı ise %5'lik nişasta çözeltisi içermektedir. Bu düzenekte osmotik dengeye ulaşıldığına, su moleküllerinin zardan geçişi tamamen durur (Meir ve diğerleri, 2005; Zuckerman 1993).

Difüzyon Olayı

S10. İçinde saf su bulunan bir cam kaba %10'luk $KMnO_4$ kristalleri atılmıştır. Kristallerin ilk önce dibe doğru çöktüğü daha sonra da yukarı doğru mor bir boyanın yayıldığı gözlenmiştir. Bu olay, yüksek yoğunluktan düşük yoğunluğa doğru, su içinde gerçekleştiğinden osmozdur (Kılıç 1999).

S12. Difüzyonun gerçekleşmesi için yüksek ve düşük yoğunluklu ortam arasında, difüzyon sadece hücrede gerçekleşen bir olay olduğundan zara gerek vardır (Yıldırım, Nakiboğlu ve Sinan 2004).; Meir ve diğerleri, 2005

Osmoz Olayı

S2. Osmozda su molekülleri çok yoğun ortamdan az yoğun ortama doğru geçerler (Aykurt ve Akaydın 2009).

S8. Osmoz olayı sonucu dengeye ulaşıldığında zarın her iki yanında, eşit sayıda su molekülü olur. Çünkü denge noktası su moleküllerinin sayısal olarak eşitliğini ifade eder (Meir ve diğerleri, 2005; Zuckerman 1993).

S14. Tuzlu su çözeltisi içine konulmuş bir domatesin kabuğunun **sadece su**

moleküllerini geçirebildiğini varsayarsak;

- Su molekülleri çok yoğun dış ortamdan az yoğun iç ortama sızar. Dolayısıyla domates şişer.
- Dış ortamın su molekülü sayısı iç ortamdakinden fazla olduğu için domates su alıp şişer (Meir ve diğerleri, 2005).

Tablo 3'te sunulan alternatif kavramlar dışında, bu çalışma sırasında açık uçlu sorulara gelen yanıtlardan elde edilen ve literatürde daha önce rastlanmayan alternatif kavramlar ise, Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Araştırmadan Elde Edilen ve Literatürde Rastlanmayan Alternatif Kavramlar

Maddenin tanecikli yapısı ve rastgele hareketi

S6. *Su dolu bir bardağa bir damla mürekkep ekleniyor. Bu deneyde, mürekkep damlatıldıktan bir süre sonra suyun bazı kısımları renksiz kalır. Çünkü mürekkep tanecikleri suyun her tarafı için yeterli olmayacaktır.*

Konsantrasyon

S1. *%20'lik çözelti, %80'lik çözeltiye göre hipertondiktir.*

S5. *Patates parçası, yoğun şeker çözeltisi bulunan cam kaba yerleştirilmiştir. Bir süre sonra, patates dokusuna su giriş çıkışı olmaz.*

Canlılığın etkisi

S4. *Bir alyuvar hücresi, içlerinde X, Y, Z sıvıları bulunan kaplara **sırasıyla** konulup, her birinde bir süre bekletiliyor. X sıvısında büzüldüğü, Y sıvısında eski halini aldığı, Z sıvısında ise herhangi bir net değişimin görülmediği gözlemlenmiştir. Buna göre, Z sıvısındaki hücre turgor durumundadır.*

S9. *Ölü hücreyi %25'lik tuz çözeltisine koyuyoruz. Bu durumda osmoz ve difüzyon olaylarıyla ilgili, sadece difüzyon devam eder. Çünkü difüzyon cansız hücrelerde gerçekleşebilirken, osmoz sadece canlı hücrelerde gerçekleşebilir. Bu durumda sadece su geçişi devam eder. Yani sadece osmoz devam eder.*

Difüzyonu etkileyen faktörler ve maddenin kinetik enerjisi

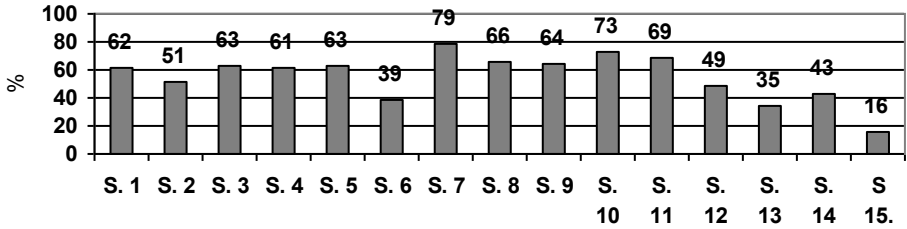
S7. *A düzenğinde hücre zarına benzer bir zar ile ayrılmış iki ortamdan I tarafı %10'luk, II tarafı ise %5'lik tuz çözeltisi içermektedir ve ortam sıcaklığı 40 °C'dir. B düzeni de aynı şekilde hazırlanmış fakat ortam sıcaklığı 20 °C'dir. Buna göre iki düzenekte gerçekleşen difüzyon hızları karşılaştırıldığında, A ve B kaplarının her ikisinde de I ve II ortamlarının yoğunlukları arasındaki fark eşit olduğundan difüzyon ikisinde de eşit hızda olur. Difüzyon olayında hiçbir şekilde enerjiye ihtiyaç olmadığından her iki kaptaki da eşit hızda olur.*

S11. *Difüzyon hızı ile molekül ağırlığı arasındaki ilişki, molekül ağırlığı ile moleküllerin difüzyon hızı doğru orantılıdır. Yani molekül ağırlığı arttıkça difüzyon hızı da artar.*

Difüzyon Olayı

S12. *Difüzyonun gerçekleşmesi için yüksek ve düşük yoğunluklu ortam arasında, bir zara gerek vardır. Çünkü çok yoğun ve az yoğun ortamlar ancak bir zarla birbirinden ayrılabilirler.*

Öğrencilerin Tablo 2’de belirtilen konu başlıklarına göre sorulara verdikleri doğru cevapları gösteren Şekil 4 incelendiğinde, en fazla yanlıştın ve dolayısıyla en fazla alternatif kavramın “maddenin tanecikli yapısı ve rastgele hareketi” ve “dinamik denge” konularıyla ilgili olduğu görülmektedir (Soru 6; 13; 15).



Şekil 4. Sorulara Verilen Doğru Cevapların Yüzelik (%) Oranları

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Çalışmada DOKT’un lise öğrencilerinin difüzyon ve osmoz kavramlarıyla ilgili kavramsal bilgilerini ve alternatif kavramlarını ortaya çıkarmada yeterli düzeyde güvenilir ve geçerli bir ölçek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Teste ilişkin puan ortalaması 8.74 olarak bulunmuş ve bu ortalama psikometrik olarak ideal değere yakındır. Şöyle ki, psikometrik olarak ideal ortalamanın 12 sorudan oluşan bir test için 6 olduğu bildirilmektedir (Çakır ve Aldemir, 2011). Aynı şekilde madde ayırıcılık ve güçlük indeksleri de her madde için kabul edilebilir aralıktadır (Tablo 1). Örneğin, benzer bir çalışmada Çakır ve Aldemir (2011) üniversite öğrencileri ile “İki Aşamalı Genetik Kavramsal Tanı Testi (GKTT)” geliştirmeyi amaçlamış ve sonuçta 12 maddelik bir test formunu literatüre kazandırmışlardır. Geliştirdiklerin testin, madde güçlük indekslerini 0.33 ile 0.60 değer aralığında (ortalama güçlüğü 0.46), madde ayırt-edicilik indekslerini 0.31 ile 0.72 aralığında, test ortalamasını 5.54 ve testin güvenilirlik katsayısını (Cronbach

Alpha) ise, 0.73 olarak rapor etmişlerdir ki bu değerler geçerlik ve güvenirlik açısından yeterli bulunmuştur.

DOKT'un geliştirilmesi sürecinde Treagust (1988) tarafından tanımlanan işlem basamakları takip edilmiştir. Testte yer alan sorular yedi konu başlığı üzerinde yoğunlaşmıştır. Bunlar; maddenin tanecikli yapısı ile rastgele hareketi, konsantrasyon, canlılığın difüzyon ile osmoza etkisi, difüzyonu etkileyen faktörler ile maddenin kinetik enerjisi, dinamik denge, difüzyon olayı ve osmoz olayı şeklinde sıralanmaktadır. Araştırmada, öğrencilerin bu konu başlıklarıyla ilgili en yoğun alternatif kavramlarının, "maddenin tanecikli yapısı ile rastgele hareketi" ve "dinamik denge" konularıyla ilgili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, Friedler, Amir, and Tamir (1987); Odom ve Barrow (1995) ve Zuckerman (1993), tarafından yürütülen çalışmalarda, lise öğrencilerinin "tanecikli yapı" ve "dinamik denge" olayını anlamakta zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Sanger, Brecheisen ve Hynek (2001) yaptıkları çalışmada, difüzyon ve osmoz olaylarının moleküler seviyedeki sürecini betimleyen bilgisayar animasyonlarının öğrencilerin kavramsal gelişimlerine etkisini araştırmışlar ve çalışma sonunda, animasyon seyreden öğrencilerin "dengeye ulaşıldıktan sonra tanecik hareketi durur" şeklindeki çeldirici seçeneği, seyretmeyenlere oranla daha az işaretlediklerini belirlemişlerdir. Ayrıca, bu öğrenciler, dengenin sağlanması sürecindeki dinamik olaylarla ilgili daha iyi bir kavramsal anlayışa da sahip olmuşlardır. Sonuç olarak Sanger ve diğerleri (2001), öğrencilerin difüzyon ve osmoz kavramlarını anlayabilmeleri için, moleküler düzeyde gerçekleşen kimyasal olayları zihinlerinde canlandırmaları ve bunlarla ilgili düşünceleri gerektiğini vurgulamışlardır.

Christianson ve Fisher (1999), difüzyon ve osmoz kavramlarının bazı yönlerinin (kavramların ve terminolojinin doğru kullanımı gibi) öğrenciler için oldukça zor olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim bu araştırmada da öğrencilerin difüzyon-osmoz, yoğunluk-molekül ağırlığı gibi temel kavramaları birbirine karıştırdıkları ve terminolojiyi yanlış kullandıkları şeklinde sonuçlara ulaşılmıştır. Örneğin, 11. soruda; "2x cm uzunluğundaki cam borunun karşılıklı uçlarında ki bölmelerde molekül ağırlıkları

birbirinden farklı olan gazlar bulunmaktadır. Bölmeler açıldığında gazların tüp içerisinde karşılaştıkları noktaya ilgili olarak; *“molekül ağırlığı fazla olan daha hızlı hareket eder. Çünkü difüzyonda çok yoğunundan az yoğununa geçiş vardır.”* *“Molekül ağırlığı fazla olan gazın yoğunluğu diğerinden daha fazladır. Yoğunluğu fazla olan gaz daha hızlı difüzyona uğrar.”* tespit edilen alternatif kavramlar öğrencilerin *“molekül ağırlığı”* ve *“yoğunluk”* gibi birbirinden çok farklı iki kavramı birbirine karıştırdıklarını ve böylece alternatif yapılar geliştirdiklerini göstermektedir. Yine bazı öğrencilerin, *“osmozda su molekülleri çok yoğun ortamdan az yoğun ortama doğru geçer”* ya da içinde saf su bulunan cam bir kaba $KMnO_4$ kristalleri atıldıktan sonra, kristallerden çıkan mor renkli boyanın su içinde yayılması konusunda *“yüksek yoğunluktan düşük yoğunluğa doğru, su içinde gerçekleştiğinden osmozdur”* şeklindeki alternatif kavramları, öğrencilerin difüzyon ve osmoz tanımlarından hareketle, zihinlerinde yeni bir alternatif kavram oluşturdukları şeklinde yorumlanabilir. Tatar ve Koray (2005), alternatif kavramaların oluşmasında etken olarak soyut kavramların somutlaştırılmamasının önemli bir rolü olduğunu belirtmişlerdir. Moleküler düzeyde gerçekleşen olayların zihinde canlandırılmasının soyut düşünme becerisi gerektirmesi nedeniyle, difüzyon ve osmoz kavramları, öğrenciler tarafından anlaşılması zor konular arasında değerlendirilmektedir (Koo ve Chae, 2007). Buna göre, öğrencilerin konuyla ilgili kavramları ezberlemeye çalışması, onların bu bilgileri karıştırmasına ve kavram kargaşası yaşamalarına neden olmaktadır. Bu çalışmada, öğrencilerin tanecikli yapı ve dinamik denge gibi moleküler düzeyde gerçekleşen (sub-mikroskobik) olaylarla ilgili alternatif kavramlara sahip oldukları görülmüştür. Örneğin, öğrencilerin önemli bir kısmı difüzyon ve osmoz olayları sonunda dengeye geldiğinde ya da izotonik ortam oluştuğunda taneciklerin hareketinin tamamen duracağını düşünmektedir.

Araştırmadan elde edilen bulgulardan hareketle, geliştirilen testin (DOKT) lise öğrencilerinin difüzyon ve osmoz kavramlarıyla ilgili alternatif kavramlarının ve kavramsal anlayışlarının belirlenmesinde oldukça uygun bir araç olduğu söylenebilir. Bunun yanında DOKT, öğretim süreci sonunda, öğrencilerin ne düzeyde öğrendiklerinin belirlenmesinde de bir değerlendirme aracı olarak kullanılabilir. Sonuç olarak DOKT'un,

difüzyon ve osmoz kavramlarının etkin bir şekilde öğretimi ve alternatif kavramların giderilmesi konularında etkili öğrenme-öğretme aktiviteleri geliştirmek isteyen öğretmenlere ve araştırmacılara, çalışmalarında destek olacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışmanın, iki-aşamalı ve çoktan-seçmeli tanı testlerinin geliştirilme sürecinin betimlenmesi konusunda da literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Atılboz, N.G. (2004). "Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Mitoz ve Mayoz Bölünme Konuları ile İlgili Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları." Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24(3): 147–157.
- Aykurt, C. & Akaydın, G. (2009). "Biyoloji Öğretmen Adaylarının Bitkilerde Madde Taşınması Konusundaki Kavram Yanılgıları." Kastamonu Eğitim Dergisi, 17(1): 103–110.
- Beeth, M.E. (1993). Classroom environment and conceptual change instruction. 12 Mayıs 2008 tarihinde http://eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/16/89/3d.pdf adresinden alınmıştır.
- Beeth, M.E. (1995). Conceptual change instruction: Some theoretical and pedagogical issues. 30 Kasım 2007 tarihinde http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/contentstorage_01/0000019b/80/16/89/2a.Pdf adresinden alınmıştır.
- Büyüköztürk, Ş. (2004). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). "Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves." International Journal of Science Education 32(7): 939–961.
- Christianson, R.G., & Fisher, K.M. (1999). "Comparison of Student Learning About Diffusion and Osmosis in Constructivist and Traditional Classrooms." International Journal of Science Education, 21(6): 687- 699.

- Çakır, M. & Aldemir, B. (2011). "İki Aşamalı Genetik Kavramlar Tanı Testi Geliştirme ve Geçerlik Çalışması." Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(16): 335-353.
- Çaycı, B., (2007). *Kavram Öğreniminde Kavramsal Değişim Yaklaşımının Etkililiğinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çinici, A. (2011). "Lise Öğrencilerinin Hayvanların Sınıflandırılması ile ilgili Alternatif Kavramları: Omurgalı Hayvanlar." Türk Fen Eğitimi Dergisi (TÜFED), 8(4): 171-187.
- Çinici, A., Sözbilir, M., & Demir, Y. (2011). "Effect of Cooperative and Individual Learning Activities on Students' Understanding of Diffusion and Osmosis." Eurasian Journal of Educational Research, 43: 19-36.
- Çinici, A. (2013). "From Caterpillar to Butterfly: A Window for Looking into Students' Ideas About Life Cycle and Life Forms of Insects." Journal of Biological Education, 47(2): 84-95.
- Çinici, A. & Demir, Y. (2013). "Teaching through Cooperative POE Tasks: A Path to Conceptual Change." The Clearing House 86: 1–10.
- Çetin, G., Ertepinar, H., & Geban, Ö. (2004). "The Effect of Conceptual Change Approach on Students' Ecology Achievement and Attitude Towards Biology." Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education), 26: 27–32.
- Duit, R., & Treagust, D.F. (2003). "Conceptual Change: A Powerful Framework for Improving Science Teaching and Learning." International Journal of Science Education, 25(6): 671–688.
- Friedler, Y., Amir, R., & Tamir, P. (1987). "High School Students' Difficulties in Understanding Osmosis." International Journal of Science Education, 9(5): 541-551.

- Griffard, P.B., & Wandersee, J.H. (2001). "The Two-Tier Instrument on Photosynthesis: What Does it Diagnose?" *International Journal of Science Education*, 23(10): 1039—1052.
- Kılıç, S. (1999). *Lise ve Üniversite Öğrencilerinde Difüzyon ve Osmoz Kavramları İle İlgili Yanlış Kavramalar*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi Selçuk Üniversitesi, [Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Koo S.-A., & Chae H.K. (2007). "Text Analysis of Expression of Diffusion Phenomena in The Korean Middle School and Teachers' Conceptual Understanding," Paper presented at the 2nd NICE Symposium, July 30-31, Taipei, TAIWAN.
- Köse S., Ayas, A. & Taş, E. (2003). "Bilgisayar Destekli Öğretimin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi: Fotosentez." *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2): 106–112.
- Lab Quiz. 28 Nisan 2013 tarihinde <http://www.phschool.com/science/biologyplace/labbench/lab1/quiz.html> adresinden alınmıştır.
- Leach, J., & Scott, P. (2003). "Individual and Sociocultural Views of Learning in Science Education." *Science & Education*, 12(1): 91–113.
- Lin, S.-W. (2004). "Development and Application of A Two-Tier Diagnostic Test for High School Students Understanding of Flowering Plant Growth and Development." *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2: 175–199.
- Meir, E., Perry, J., Stal, D., Maruca S. & Klopfer, E. (2005). "How Effective are Simulated Molecular-Level Experiments for Teaching Diffusion and Osmosis?" *Cell Biology Education*, 4(3): 235–248.
- Odom, A. L., & Barrow, L. H. (1995). "Development and Application of A Two-Tier Diagnostic Test Measuring College Biology Students' Understand of Diffusion and Osmosis After A Course of Instruction." *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1): 45-61.
- Odom, A. L. (1995). "Secondary & College Biology Students' Misconceptions About Diffusion & Osmosis." *The American Biology Teacher*, 57(7): 409–415.

- Odom, A.L., & Kelly, P.V. (2001). "Integrating Concept Mapping and the Learning Cycle to Teach Diffusion and Osmosis Concepts to High School Biology Students." *Science Education*, 85(6): 615 – 635.
- Quiz engine. 28 Nisan 2013 tarihinde <http://www.bbc.co.uk/apps/iftl/schools/gcsebite-size/biology/quizengine/quiz=diffusionosmosish&templateStyle=biology> adresinden alınmıştır.
- Rebich, S., & Gautier, C. (2005). "Concept Mapping to Reveal Prior Knowledge and Conceptual Change in A Mock Summit Course on Global Climate Change." *Journal of Geoscience Education*, 53(4): 355–365.
- Sanger, M. J., Brecheisen, D. M., & Hynek B. M. (2001). "Can Computer Animations Affect College Biology Students' Conceptions About Diffusion & Osmosis?" *The American Biology Teacher*, 63(2): 104–109.
- Simpson, M. & Arnold, B. (1982). "The Inappropriate Use of Subsumers in Biology Learning." *European Journal of Science Education*, 4: 173–182.
- Tan, K.C.D., Goh, N.K., Chia, L.S., & Treagust, D.F. (2002). "Development and Application of A Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Instrument to Assess High School Students' Inorganic Chemistry Qualitative Analysis." *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4): 283-301.
- Tan, K.C.D, Taber, K.S., Goh, N.-K., & Chia, L.-S. (2005). "The Ionisation Energy Diagnostic Instrument: A Two-Tier Multiple-Choice Instrument to Determine High School Students' Understanding of Ionisation Energy." *Chemistry Education Research and Practice*, 6(4): 180–197.
- Tarakçı, M., Hatipoğlu, S., Tekkaya, C. ve Özden, M. Y. (1999). "Across, Age Study of High School Students' Understanding of Diffusion and Osmosis." *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1): 84 – 93.
- Tatar, N. ve Koray, Ö.C. (2005). "İlköğretim Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin "Genetik" Ünitesi Hakkındaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi." *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2): 415–426.

- Tongchai, A., Sharma, M.D., Johnston, I.D., Arayathanitkul, K., & Soankwan, C. (2009). "Developing, Evaluating and Demonstrating the Use of A Conceptual Survey in Mechanical Waves." *International Journal of Science Education*, 31(18): 2437–2457.
- Treagust, D.F. (1988). "Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students Misconceptions in Science." *International Journal of Science Education*, 10: 159–169.
- Tweedy, M.E., & Hoese, W. J. (2005). "Diffusion Activities in Collage Laboratory Manuals." *Journal of Biological Education*, 39(4): 150-155.
- Westbrook, S.L., & Marek, E. A. (1991). "A Cross-Age Study of Student Understanding of the Concept of Diffusion." *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (8): 649-660.
- Yıldırım, O., Nakiboğlu, C. ve Sinan, O. (2004). "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Difüzyon İle İlgili Kavram Yanılgıları." *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1): 79-99.
- Zuckerman, J.T. (1993). *Accurate and Inaccurate Conceptions about Osmosis that Accompaniment Meaningful Problem Solving.* (ERIC Document Reproduction Service No: ED 360 176).

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Previous studies have echoed that students bring a wide range of pre-conceptions about scientific concepts to formal instructional sequence (Lin, 2004). These studies were also noted that students' conceptions are usually inconsistent with scientific knowledge and these nonscientific conceptions effect subsequent learning (Beeth 1993; Duit and Treagust 2003). The consensual terminology used to refer to these non-scientific conceptions is "alternative conceptions" (Caleon and Subramaniam 2010). Awareness of the critical role of alternative conceptions in the acquisition of new

knowledge naturally leads to attempts to elicit and evaluate a learner's relevant knowledge prior to instruction (Leach and Scott 2003; Rebich and Gautier 2005).

Diffusion and osmosis are the keys to understand many important life processes (e.g. transport in a cell and cellular systems, water intake, water balance in land and aquatic creatures). In addition, they are closely related to key concepts in physics and chemistry such as permeability, solutions, and the particulate nature of matter (Friedler, Amir, and Tamir 1987). However, previous research suggests that students at a range of educational levels struggle with developing an understanding of these concepts and they have many alternative conceptions (Meir et. al. 2005; Odom and Barrow 1995; Tarakçı et. al. 1999; Zuckerman 1993). Measuring students' understanding and identifying their alternative conceptions related to diffusion and osmosis are therefore very important and its results are useful for science curriculum developers, policy makers and science teachers who strive so as to enhance students' conceptual understanding.

Rationale and Aim

Despite the fact that there are many instruments which focused on measuring student' understandings of diffusion and osmosis (Kılıç 1999; Meir et al., 2005; Odom & Barrow 1995; Yıldırım et al. 2004), there is no two-tier diagnostic test which was developed in Turkish experience. This study involved the development and application of a two-tier multiple-choice diagnostic test which was called "Diffusion and Osmosis Concept Test (DOCT)" identifying and documenting high school students' alternative conceptions.

Method

This study was realized with the participation of total 282 high school students in Erzurum centre. The test development procedure had three general steps which were introduced by Treagust (1988); defining the content boundaries of the test, identifying students' alternative conceptions, and instrument development.

Procedure and Findings

The content boundaries of the test were defined thanks to two processes. Firstly, the objectives were defined about diffusion and osmosis concepts in the high school biology curriculum approved by the Ministry of Education. Secondly, the propositional knowledge statements which were appropriate for high school students were formed about diffusion and osmosis concepts by means of the high school biology textbooks and literature (Odom & Barrow 1995; Zuckerman 1993). The guidance of the objectives and propositional knowledge statements determined seven topic titles. The particulate and random nature of the matter, concentration, the influence of life forces on diffusion and osmosis, the factors of effecting diffusion and kinetic energy of matter, dynamic equilibrium, the process of diffusion, and the process of osmosis. A free-response multiple-choice question in which students had to write reason for their answers was developed based on the list of propositional statements and literature (Kılıç, 1999; Lab Quiz 2007; Meir et al. 2005; Odom & Barrow, 1995; Quiz Engine 2007; Yıldırım, Nakiboğlu, and Sinan, 2004). This kind of procedure used for developing two-tier multiple-choice tests items was processed by many other studies (Caleon & Subramaniam 2010; Lin 2004; Tan et. al. 2002). This first draft of the test in which had 16 items; the first seven questions were multiple-choice and the following eight questions were two-tier multiple-choice and sixteenth question was open ended was administered to 119 ninth graders at three different school. In addition to literature, the data which was gathered from this administration were used for developing second tiers of the items. Also the responses to 16th open ended question were used for developing a multiple-choice two-tier item. At the end of these processes, the test was applied to 90 ninth and 73 tenth graders at Erzurum Anatolian High School. After that the fourth question of the test was removed because of it reduced the reliability and there were similar questions in the test. So, the final version of the DOCT contains 15 questions. The first six questions of the test are multiple-choice, and the following nine questions are two-tier multiple-choice items. The first tier consisted of content questions with two, three, or four choices based on authentic and rational responses

whereas the second tier consisted of possible reasons for the first part (one, two or three alternative reasons and one desired reason). The alternative reasons were based on alternative conceptions derived from free responses in the multiple-choice questions and literature. Thanks to this approach, students' reasoning or interpretation behind their selected response could be considered (Lin, 2004).

In order to calculate the reliability of the DOCT, item difficulty indexes (ranged from 0.22 to 0.77; $X= 0.55$) and discrimination powers (ranged from 0.22 to 0.66; $X= 0.40$) were calculated for each item. Using the data from item analysis the Cronbach alpha reliability coefficient was calculated as 0.625. These values could be acceptable considering the nature of the test (Caycı 2006; Tan *et. al.* 2002). The content and face validity of the test was achieved by taking four experts views. The DOCT appeared to provide an applicable approach to identify students' alternative conceptions of diffusion and osmosis concepts.

Conclusions and Implications

The test can again be used after the instruction to evaluate gain achieved by classroom instruction. According to the results of the DOCT, high school students had many alternative conceptions about how diffusion and osmosis work, especially at the molecular level (the particulate and random nature of matter & dynamic balance). The problem has been attributed to insufficient mastery of content knowledge and imprecise or erroneous use of terminology. The development of diagnostic instruments to identify common alternative conceptions can help teachers for planning effective teaching and learning activities which improve students' understanding of science.

Ek 1. Difüzyon ve Osmoz Kavramlarının Anlaşılabilmesi İçin Gerekli Tanımsal Bilgiler:

1. Bütün tanecikler (iyonlar ya da moleküller) sürekli hareket halindedir.
2. Difüzyon, taneciklerin rastgele hareketlerinden ve birbirleriyle çarpışmalarından kaynaklanır.
3. Difüzyon olayı, konsantrasyon eğiminin (gradient) bir sonucu olarak taneciklerin net hareketidir.
4. Konsantrasyon, birim hacim başına düşen parçacık sayısıdır.
5. Konsantrasyon eğimi iki ortamın madde konsantrasyonları arasındaki farktır.
6. Difüzyon olayı, taneciklerin yüksek konsantrasyonda buldukları ortamdan düşük konsantrasyonda buldukları ortama doğru net hareketidir.
7. Sıcaklık arttıkça difüzyon hızı da artar.
8. Sıcaklık artışı taneciklerin hareketini hızlandırır ve dolayısıyla çarpışma sayısını arttırır.
9. Molekül ağırlığı arttıkça difüzyon hızı azalır.
10. Konsantrasyon arttıkça taneciklerin çarpışmaları da artar.
11. Difüzyon canlı ve cansız sistemlerde gerçekleşir.
12. Osmoz olayı, suyun farklı (ya da seçici) geçirgen bir zardan difüzyonudur.
13. Hipotonik bir çözelti, zarın diğer tarafına göre birim hacim başına daha az çözünmüş madde içerir.
14. Hipertonik bir çözelti, zarın diğer tarafına göre birim hacim başına daha fazla çözünmüş madde içerir.
15. İzotonik bir çözelti, zarın her iki tarafında da birim hacim başına eşit sayıda çözünmüş madde içerir.
16. Osmoz olayı, suyun (çözücünün) hipotonik çözeltiden hipertonik çözeltiyeye farklı (ya da seçici) geçirgen bir zardan net hareketidir.
17. Hücre zarı seçici geçirgendir.
18. Osmoz canlı ve cansız sistemlerde gerçekleşir.
19. Osmozun yönü su konsantrasyonunun yüksek olduğu taraftan düşük olduğu tarafa doğrudur.

20. Osmoz sırasında konsantrasyon eğimii azalır.
21. Osmotik dengeye ulaşıldığında bile suyun zardan her iki yöne doğru geçişi dengeyi bozmayacak şekilde devam eder (Dinamik denge).
22. Bitki hücreleri hipotonik ortamda su alarak şişer ancak çeper basıncını yenemediğinden hücre patlamaz. Hücreye giren su içerden çepere bir basınç uygular (turgor basıncı) ve şişkin durur. Bu şişkin ve gergin durumuna turgor durumu denir. Hayvan hücrelerinin çepere olmadığından fazla su aldığında turgor durumuna ulaşamaz, patlar (Hemoliz).