



5E Öğrenme Modeline Uygun Öğretim Materyallerinin Öğretmen Adaylarının Zihinsel Modellerine Etkisi

Hüseyin Artun^{1,*} ve Tuncay Özsevgeç²

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye

Alındı: 03.04.2014 - Düzeltildi: 04.08.2014 - Kabul Edildi: 01.09.2014

Özet

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz kavramları ile ilgili zihinsel modellerine 5E öğrenme modeline uygun öğretim materyallerinin etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, çalışmada özel durum metodolojisi kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi fen bilgisi öğretmenliği ikinci sınıfta öğrenim gören toplam 32 öğretmen adayı oluşturmuştur. Çalışmada kullanılan veri toplama aracı 5 açık uçlu soru yer almaktadır. Öğretmen adaylarının açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar kategorilere ayrılmıştır. Veriler Chi & Roscoe (2002) tarafından geliştirilen rubrik yardımı ile değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde, bağımlı t-testi ve tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Bulgulara göre, öğretmen adaylarının ön, son ve gecikmiş test puanlarının çoklu karşılaştırmaları arasında son ve gecikmiş test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). Elde edilen nicel sonuçlar, difüzyon ve osmoz kavramlarına yönelik geliştirilen öğretim materyallerinin adayların zihinsel modellerinde olumlu yönde değişiklikler meydana getirdiğini ve kavramların zihinde kalıcı olmasını sağladığını göstermektedir. Fen bilimlerinin soyut kavramlar içermesinden dolayı, soyut kavramların öğretiminde günlük yaşamla ilgili örneklerin verilerek zihinsel modellerinin olumlu yönde değişmesi sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: 5E Öğrenme Modeli, Difüzyon, Osmoz, Zihinsel Model

*Sorumlu Yazar: Tel.: 432 225 16 93-1747, E-posta: huseyinartun@gmail.com
ISSN: 2146-7811, ©2014

Giriş

Fen öğretiminde önemli bir yere sahip olan kavramlar somut eşya, olaylar veya varlıklar değil, onları belirli gruplar halinde topladığımızda ulaşılan soyut düşünce birimlerdir (Karamustafaoğlu, Karamustafaoğlu ve Yaman, 2005). Kavramlar soyut yapılarından dolayı da öğrenenlerin zihinlerinde yanılığara sebep olmaktadır (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003). Fen bilimleri, yabancı ve soyut kavramlar içermesinden dolayı öğretilmesi ve öğrenilmesi zor bir bilimdir. Diğer bir deyişle, fen bilimleri kendi içerisinde öğretilmesi ve öğrenilmesi zor birçok kavram barındırmaktadır. Difüzyon ve osmoz da bu kavramlardandır (Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000; Artun, 2009; Artun ve Coştu, 2013). Yani difüzyon ve osmoz kavramları yanlış anlaşılabilir ve öğrenirken zorluk çekilen kavram türlerinden olup, bu kavramların öğretiminde geleneksel metotlar etkisiz kalmaktadır (Westbrook & Marek, 1991; Odom, 1992; Odom & Barrow, 1993; Marek, Cowan & Cavallo, 1994; Zuckerman, 1994; Odom & Barrow, 1995; Kelly & Odom, 1997; Christianson & Fisher, 1999; Odom & Kelly, 2001; Tekkaya, 2003; Özmen, Şahin ve Şahin, 2004; Köse, 2007), özetle bu kavramların öğretiminde geleneksel yöntemlerin kullanılmasının uygun olmadığı söylenmektedir (Tekkaya ve Balcı, 2003). Bunun için öğrenciyi daha çok ön plana çıkararak etkinlikler tasarlanmalı (Geban ve Bayır, 2000) ve öğrenmeleri daha anlamlı ve sistematik bir şekilde ilerleterek öğretmek istediğimiz bilgiyi öğrencinin zihninde daha iyi yapılandırmalıyız. Bu yüzden öğreneni merkeze alan öğretim materyallerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bunların başında da 5E öğrenme modeline dayalı öğretim materyalleri gelmektedir. 5E öğrenme modeline dayalı öğretim materyallerinin bu yönü etkili olduğu bilinmektedir (Çalık, 2006; Orgill & Thomas, 2007; Artun, 2009; Şahin, 2010; Çalık, Okur ve Taylor, 2011; Artun ve Coştu, 2013). Ayrıca bu öğretim materyallerine yönelik etkinliklerin geliştirilmesi, etkinlikler yolu ile konulara/kavramlara öğrencilerin aşına olmaları, öğrendiklerini pekiştirmeleri ve yaparak-yaşayarak öğrenmeleri sağlandığından etkili olduğu söylenebilir (Gül ve Yeşilyurt, 2011; Ağgül-Yalçın ve Bayrakçeken, 2010; Sarıay, 2008; Özsevgeç ve Artun, 2012a; Balgopal & Wallace, 2009).

Modelleme de yapılandırmacı öğrenme yollarından biri olup, öğreneni merkeze almaktadır (Harrison & Treagust, 2000). Genellikle soyut, doğrudan gözlenemeyen, doğada soyut olarak bulunan, bazen de somut bir şekilde gözlemlendiği halde ölçeklendirilmeye gereksinim duyulan durumlarda kullanılan modeller (Coll & Taylor, 2002; Ünal ve Ergin, 2006), düşüncelerimizin, anlamalarımızın ve kafamızdaki sorunlarla ilgili bilimsel çalışma alanını kapsamaktadır (Harrison & Treagust, 2000; Gobert & Buckley, 2000). Modeller fen derslerinde bilimsel yorum yapmada, bilgiyi yapılandırmada önemli bir fonksiyona sahiptir (Harrison & Treagust, 2000). Diğer bir ifade ile modeller nesnelere, olayların ve fikirlerin birer sunumu niteliğindedir (Borges, 1999; Gobert & Buckley, 2000; Greca & Moreira, 2000). Bu sebepten modeller fen öğretiminde önemli bir yere sahiptir (Ünal ve Ergin, 2006).

Öğretmen adayları öğrenimleri boyunca karmaşık modeller ile karşılaşır. Bu yüzden onların sahip oldukları zihinsel modellerini anlamak önemlidir (Vosniadou, 1994) çünkü öğretmen adayları mikroskobik seviyedeki kavramların çizmede, anlamada ve yorumlamada zorluklara sahiptir (Chang, 2007). Mikroskobik seviyede meydana gelen olaylar ile ilgili zihinsel modelleri aklımızda tuttuğumuz zaman, kavramlara ilişkin etkisiz öğrenmeye ve/veya hiç öğrenmemeye sebep olmaktadır (Jih & Reeves, 1992). Örneğin; kimyasal bağlarda olduğu gibi (Coll & Taylor, 2002) biyolojide yer alan difüzyon ve osmoz kavramları da yukarıda belirtilen durum içerisinde yer aldığından öğretmen adayları açısından oldukça problemlidir. Buna dayalı olarak, öğretmen adayları difüzyon ve osmoz kavramlarına yönelik alternatif kavramlar geliştirebilirler. Öğretmen adaylarının zihinlerinde oluşabilecek bu alternatif kavramları önlemek için zihinsel modellerinin ortaya çıkarmak, oluşan alternatif kavramların önlemek ve gidermek gerekmektedir.

Difüzyon ve osmoz kavramları ve bu kavramlarla ilişkili olan diğer birçok kavramın öğretiminden sorumlu olacak olan öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz kavramları ile ilgili yanlışlarının olması nedeniyle (Yıldırım, Nakiboğlu ve Sinan, 2004; Artun, 2009; Artun ve Coştu, 2011; Artun ve Coştu, 2013), çözülmesi gereken bir problem durumudur. Bu problem durumu çözülmediği takdirde difüzyon ve osmoz kavramları ile

ilintili olan bazı kavramlar da tam olarak öğrenilmeyecektir. Bundan dolayı, öğretmen adaylarının zihinlerinde oluşan difüzyon ve osmoz kavramları ile ilgili zihinsel modellerinin doğru bir şekilde anlaşılması ve giderilmesi gerekmektedir. Aksi halde kendi öğrencilerinde de bu yanlışlar ortaya çıkacaktır. Bir diğer nokta da öğretmen adaylarının geleneksel ölçme-değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmeleri, üniversite öğrenimlerine de bu şekilde devam etmeleri, onların öğretmen olduklarında da aynı tarzda ders işlediklerini ortaya çıkarmıştır (Çepni vd., 2002). Bu durum bazı eksiklikler meydana getirdiğinden dolayı çağdaş öğretim yöntemlerinin ve çağdaş ölçme-değerlendirme yaklaşımlarının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu gereksinimden yola çıkarak, öğretmen adaylarının adı geçen kavramlar ile ilgili zihinsel modellerine 5E öğrenme modeline uygun öğretim materyallerinin etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu temel amaç doğrultusunda, çalışmanın alt amaçları ise şu şekildedir;

1. Öğretmen adaylarının uygulama öncesi zihinsel modelleri ile uygulama sonrası zihinsel modellerinin nasıl bir değişiklik gösterdiğini belirlemek.

2. Öğretim materyallerinin uygulanması sonrasında öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz kavramlarında gerçekleşen zihinsel modellerinin kalıcı olup olmadığını incelemek.

Yöntem

Bu çalışmada, özel durum metodolojisi kullanılmıştır. Yapılan bu çalışmanın ön, son ve gecikmiş testler içermesi ve bunlardan elde edilen verilerin sayısal değerlerle ifade edilmesinden dolayı nicel boyutu bulunmaktadır. Ayrıca, çalışmada tek bir örneklem grubu yer almakta olup yapılan çalışmada özel durum çalışması kapsamında “basit deneysel yöntem” uygulanmıştır (Creswell, 2003). Basit deneysel yöntem; öğretim materyallerinin ve veri toplama araçlarının tamamen deney grubuna göre hazırlanması durumunda deney grubuyla kontrol grubunun karşılaştırılmasının uygun olmamasından dolayı tercih edilmiştir (Trochim, 2001).

Örneklem

Çalışmanın örnekleme rastgele örnekleme yolu ile seçilen KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi ilköğretim fen bilgisi öğretmenliği anabilim dalında ikinci sınıfta öğrenim gören toplam 32 (17 erkek-15 kız) öğretmen adayından oluşturmaktadır. Çalışma, bu örneklem grubu üzerinde 2011-2012 eğitim-öğretim yılında yürütülmüştür.

Veri toplama aracı

Çalışmada, veri toplama aracı araştırmacılar tarafından geliştirilen difüzyon ve osmoz kavramlarına yönelik hazırlanmış 5 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Açık uçlu sorulardan bir kısmı şekil ihtiva etmektedir. Sorular genel itibari ile difüzyon ve osmoz kavramları üzerinde yoğunlaşmış olup kavramların tanecikli yapısına önem veren sorulardan oluşmaktadır. Sorulara “*Bir bardak çayın içine bir tane küp şeker atıldığında küp şekerin çayı tatlandırması olayı ile ilgili ne düşünüyorsunuz? Çizimlerinizi aşağıdaki boşluğa yapınız?*”, “*Temiz bir bardak suya bir damla siyah boya damlatılmıştır. Zamanla oluşan şekli çiziniz ve nedenini açıklayınız?*” örnek olarak verilebilir. Bu soruları öğretmen adaylarının açıklamaları ve açıklamalarına dayalı olarak çizimlerini alt taraf yer alan boşluklara yazmaları istenmiştir. Veri toplama aracının kapsam geçerliği için alanında uzman akademisyenlerden bir biyoloji eğitiminde deneyimli uzmanın, bir kimya eğitiminde deneyimli uzmanın ve bir fen eğitiminde uzmanın görüşleri alınmıştır. Bu incelemeler sonucunda veri toplama aracının geçerli olduğu ve çalışma da kullanılabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarına ait öğretim materyallerinden elde edilen verilerin güvenilirliği için itina ile saklanmıştır. Rubriğin güvenilirlik ve geçerlik çalışması Chi & Roscoe (2002) tarafından yapıldığından rubrik için yeniden güvenilirlik ve geçerlik çalışması yapılmamıştır. Fakat çalışmada, verilerin güvenilirliğini artırmak için ikincil araştırmacının kullanılması çalışma için uygun görülmüştür. Bu da rubrikten elde edilen verilerin güvenilirliğine katkı sağlamıştır.

Verilerin analizi

Öğretmen adaylarının açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar kategorilere ayrılmıştır. Bu kategoriler Chi &

Roscoe'nin (2002) çalışmasından elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan rubrik Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan rubrik

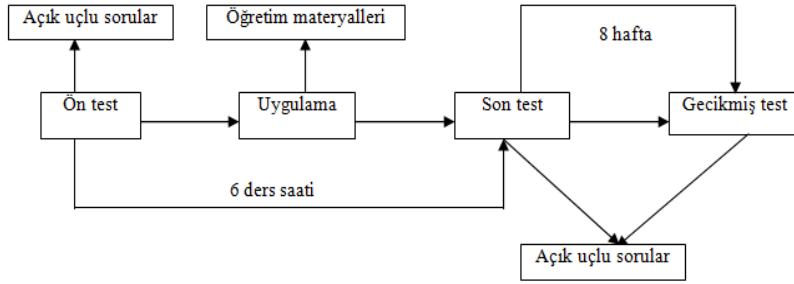
Kategori	Açıklamalar ve çizimler bilimsel	Açıklamalar doğru fakat çizimler bilimsel değil	Açıklamalar bazı bilimsel terminolojiler içeriyor fakat çizimler yetersiz	Açıklamalar bilimsel değil	Açıklamalar ve çizimler birbirleriyle tutarlı değil	Açıklama ve çizim yok
Puan	5	4	3	2	1	0

Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplardan elde edilen ön ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için bağımlı t-testi kullanılmıştır. Ayrıca, ön, son ve gecikmiş testten elde edilen puanlar arasında anlamlı fark olup olmadığını anlamak için tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA), farkın hangi testler arasında olduğunu belirlemek için de aynı sonuçlara Post Hoc (Tukey HSD) testi uygulanmıştır.

Araştırma Süreci

Çalışmada kullanılan veri toplama aracı öncelikli olarak öğretmen adaylarının kavramlara yönelik zihinsel modellerini belirlemek için ön test olarak uygulanmıştır. Daha sonra difüzyon ve osmoz kavramlarına yönelik 5E öğrenme modeline uygun geliştirilen öğretim materyalleri ile öğretmen adaylarına 6 saatlik uygulama yaptırılmıştır. Son olarak da, aynı test öğretmen adaylarının kavramlara yönelik zihinsel modellerindeki değişimlerin hangi yönde olduğunu belirlemek için son test olarak uygulanmıştır. 8 hafta sonra ise öğretmen adaylarının kavramlara ilişkin zihinsel modellerindeki kalıcılığı belirlemek için aynı test gecikmiş test olarak uygulanmıştır. Öğretim materyallerinin öğretmen adaylarının zihinsel modellerine etkisini belirlerken izlenen yol Şekil 1'de sunulmuştur. Uzman görüşleri alındıktan sonra 5E öğrenme modeline uygun öğretim materyallerinin son halleri verilmiştir. Etkinlikler geleneksel öğretim yöntemlerinin difüzyon ve osmoz

konularının öğretiminde yeterli olmamasından dolayı öğrenen merkezli olacak şekilde geliştirilmiştir. Çalışmada yer alan etkinlikler, öğretmen adaylarının bilgileri yorumlama, hayal güçlerini geliştirme, öğretmen adaylarının birbirleriyle iletişim içinde olmalarını ve etkinliklerin her aşamasına katılıma yer veren bir yapıda olması göz önüne alınacak şekilde tasarlanmıştır. Etkinlikler geliştirilirken öğretmen adaylarının zihinsel ve fiziksel gelişim düzeylerine de bağlı kalmış ve içeriğine dikkat edilmiştir.



Şekil 1. Öğretim materyallerinin etkisini belirlemede izlenen yol

Bulgular

Çalışmadan elde edilen bulgular alt amaçlara göre sunulmuştur. Çalışmada yer alan "Öğretmen adaylarının uygulama öncesi zihinsel modelleri ile uygulama sonrası zihinsel modellerinin nasıl bir değişiklik gösterdiğini belirlemek" birinci alt amacında ön teste katılan öğretmen adaylarının her birinin difüzyon ve osmoz kavramlarına yönelik sorulara verdikleri cevaplar rubrik dikkate alınarak kategoriler oluşturulmuş ve puanlamalar yapılmıştır. Öğretmen adaylarının her bir açık uçlu sorudan aldıkları puanlar Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Ön testteki her bir sorudan alınan toplam puanlar

Sorular	1.soru	2.soru	3.soru	4.soru	5.soru	TOPLAM
Öğr.						
Ö1	5	1	5	4	0	15
Ö2	4	0	5	4	0	13
Ö3	4	1	3	3	5	14
Ö4	1	1	3	5	5	15
Ö5	1	4	4	1	1	11
Ö6	1	5	1	1	1	9
Ö7	3	5	1	3	1	13
Ö8	5	5	2	3	1	16
Ö9	1	5	4	1	2	13
Ö10	5	5	1	1	1	13
Ö11	5	5	1	1	0	12
Ö12	2	1	1	1	1	6
Ö13	1	4	1	3	1	10
Ö14	2	4	1	2	3	12
Ö15	1	1	3	1	3	9
Ö16	2	1	1	1	1	6
Ö17	4	5	3	2	0	14
Ö18	4	3	3	1	5	16
Ö19	4	1	1	2	0	8
Ö20	3	2	4	3	4	16
Ö21	3	2	3	3	2	13
Ö22	5	1	3	1	0	10
Ö23	3	1	1	5	1	11
Ö24	2	0	0	0	1	3
Ö25	1	0	0	0	1	2
Ö26	1	1	0	2	1	5
Ö27	0	1	1	1	0	3
Ö28	0	2	1	1	0	4
Ö29	1	2	2	0	1	6
Ö30	0	1	2	2	2	7
Ö31	2	3	1	1	2	9
Ö32	2	0	1	1	1	5
TOPLAM	73	73	63	60	47	316

Tablo 2'ye göre, öğretmen adaylarının açık uçlu soruların her birinden farklı puanlar aldıkları ve toplam puanların 2 ile 16 arasında değiştiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının 1. ve 2. sorudan 73, 3. sorudan 63, 4.sorudan 60 ve 5. sorudan da 47 puan aldıkları, toplam puanın ise 316 olduğu belirlenmiştir.

Ön testin uygulanmasından sonra belirlenen kategoriler de toplam kaç öğretmen adayının yer aldığı Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Rubriğe verilen toplam cevaplar

Sorularda	Kategori					
	Açıklamalar ve çizimler bilimsel	Açıklamalar doğru fakat çizimler bilimsel değil	Açıklamalar bazı bilimsel terminolojiler içeriyor fakat çizimler yetersiz	Açıklamalar bilimsel değil	Açıklamalar ve çizimler birbirleriyle tutarlı değil	Açıklama ve çizim yok
1	4	5	4	6	9	4
2	7	3	2	4	12	4
3	2	3	7	3	14	3
4	2	2	6	5	14	3
5	3	1	2	4	14	8
TOPLAM	18	14	21	22	63	24

Tablo 3'e göre, ön testte yer alan "Açıklamalar ve çizimler bilimsel" kategorisine 18, "Açıklamalar doğru fakat çizimler bilimsel değil" kategorisine 14, "Açıklamalar bazı bilimsel terminolojiler içeriyor fakat çizimler yetersiz" kategorisine 21, "Açıklamalar bilimsel değil" kategorisine 22, "Açıklamalar ve çizimler birbirleriyle tutarlı değil" kategorisine 63, "Açıklama ve çizim yok" kategorisine ise 24 öğretmen adayı yerleştirilmiştir.

Son teste katılan öğretmen adaylarının her birinin difüzyon ve osmoz kavramlarına ilişkin sorulara verdikleri cevaplar rubrik dikkate alınarak kategoriler oluşturulmuş ve puanlamalar yapılmıştır. Öğretmen adaylarının aldıkları puanlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Son testteki her bir sorudan alınan toplam puanlar

Sorularda	Sorularda					
	1.soru	2.soru	3.soru	4.soru	5.soru	TOPLAM
Öğr.						
Ö1	5	5	5	5	5	25
Ö2	5	5	5	5	5	25
Ö3	5	5	5	5	5	25
Ö4	5	4	5	3	3	20
Ö5	4	3	5	3	3	18
Ö6	4	3	3	2	3	15

Ö7	4	3	3	1	4	15
Ö8	2	3	3	0	4	12
Ö9	1	3	0	5	4	13
Ö10	5	1	0	5	2	13
Ö11	5	1	1	5	1	13
Ö12	4	0	1	0	1	6
Ö13	4	0	2	0	0	6
Ö14	3	5	2	1	0	11
Ö15	3	5	5	1	1	15
Ö16	5	5	5	5	1	21
Ö17	5	4	4	5	2	20
Ö18	0	2	4	3	2	11
Ö19	0	1	5	3	4	13
Ö20	0	1	5	5	3	14
Ö21	1	0	3	5	3	12
Ö22	1	0	3	5	5	14
Ö23	1	3	1	4	5	14
Ö24	5	3	1	2	5	16
Ö25	5	3	0	1	5	14
Ö26	5	5	0	1	4	15
Ö27	4	5	2	5	3	19
Ö28	3	3	5	5	3	19
Ö29	0	3	1	5	5	14
Ö30	1	4	1	5	5	16
Ö31	1	1	0	1	3	6
Ö32	1	1	0	0	1	3
TOPLAM	97	90	85	101	100	473

Tablo 4'e göre, öğretmen adaylarının açık uçlu sorulardan çeşitli puanlar aldıkları ve toplam puanların 3 ile 25 arasında değiştiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının 1. sorudan 97, 2. sorudan 90, 3. sorudan 85, 4.sorudan 101 ve 5. sorudan 100 puan aldıkları, toplam puanın ise 473 olduğu anlaşılmaktadır.

Son testin uygulanmasında sonra hangi kategoriler de kaç toplam öğretmen adayının olduğu Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Rubriğe verilen toplam cevaplar

Sorular	Kategori						
	Açıklamalar ve çizimler bilimsel	Açıklamalar doğru fakat çizimler bilimsel değil	Açıklamalar bazı bilimsel terminolojiler içeriyor fakat çizimler yetersiz	Açıklamalar bilimsel değil	Açıklamalar ve çizimler birbirleriyle tutarlı değil	Açıklama ve çizim yok	
1	11	6	3	1	7	4	
2	8	3	10	1	6	4	
3	10	2	5	3	6	6	
4	15	1	4	2	6	4	
5	9	5	7	3	5	3	
TOPLAM	53	17	29	10	30	21	

Tablo 5'e göre, son testte yer alan "Açıklamalar ve çizimler bilimsel" kategorisine 53, "Açıklamalar doğru fakat çizimler bilimsel değil" kategorisine 17, "Açıklamalar bazı bilimsel terminolojiler içeriyor fakat çizimler yetersiz" kategorisine 29, "Açıklamalar bilimsel değil" kategorisine 10, "Açıklamalar ve çizimler birbirleriyle tutarlı değil" kategorisine 30, "Açıklama ve çizim yok" kategorisine ise 21 öğretmen adayı yerleştirilmiştir.

Çalışmada yer alan "Öğretim materyallerinin uygulanması sonrasında öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz kavramlarında gerçekleşen zihinsel modellerinin kalıcı olup olmadığını incelemek" ikinci alt amacında ise gecikmiş teste katılan öğretmen adaylarının her birinin difüzyon ve osmoz kavramlarıyla ilgili sorulara verdikleri cevaplar rubrik dikkate alınarak kategoriler oluşturulmuş ve puanlamalar yapılmıştır. Öğretmen adaylarının aldıkları puanlar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Gecikmiş testteki her bir sorudan alınan toplam puanlar

Sorular	1.soru	2.soru	3.soru	4.soru	5.soru	TOPLAM
Öğr.						
Ö1	5	5	5	5	5	25
Ö2	5	5	5	5	5	25
Ö3	5	5	5	5	5	25
Ö4	5	4	5	3	3	20
Ö5	4	5	5	5	3	22
Ö6	5	3	3	2	3	16
Ö7	4	5	3	1	4	17
Ö8	3	3	3	0	4	13
Ö9	3	3	5	5	5	21
Ö10	5	1	5	5	2	18
Ö11	5	1	0	4	1	11
Ö12	4	5	5	5	1	20
Ö13	4	0	2	5	5	16
Ö14	3	5	2	0	0	10
Ö15	3	5	5	1	1	15
Ö16	5	5	5	5	1	21
Ö17	5	4	4	5	2	20
Ö18	5	2	4	3	2	16
Ö19	0	1	5	3	4	13
Ö20	5	1	5	4	3	18
Ö21	1	0	5	4	3	13
Ö22	1	5	5	5	5	21
Ö23	1	5	3	5	0	14
Ö24	5	5	5	5	5	25
Ö25	5	3	5	1	5	19
Ö26	5	4	0	1	4	14
Ö27	5	4	2	5	5	21
Ö28	3	3	5	5	5	21
Ö29	2	3	1	5	3	14
Ö30	1	4	1	1	5	12
Ö31	1	5	5	1	3	15
Ö32	1	5	0	0	1	7
TOPLAM	114	114	118	109	103	558

Tablo 6'ya göre, öğretmen adaylarının açık uçlu sorulardan çeşitli puanlar aldıkları ve toplam puanların ise 7 ile 25 arasında değiştiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının 1. ve 2. sorudan 114, 3. sorudan 118, 4.sorudan 109 ve 5. sorudan 103 puan aldıkları, toplam puanın ise 558 olduğu görülmektedir.

Gecikmiş testin uygulanmasından sonra hangi kategorilerde toplam kaç öğretmen adayının olduğu Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Rubriğe verilen toplam cevaplar

Sorularda	Kategori						
	Açıklamalar ve çizimler bilimsel	Açıklamalar doğru fakat çizimler bilimsel değil	Açıklamalar bazı bilimsel terminolojiler içeriyor fakat çizimler yetersiz	Açıklamalar bilimsel değil	Açıklamalar ve çizimler birbirleriyle tutarlı değil	Açıklama ve çizim yok	
1	15	4	5	1	6	1	
2	14	5	6	1	4	2	
3	18	2	4	3	2	3	
4	16	3	3	1	6	3	
5	11	4	7	3	5	2	
TOPLAM	74	18	25	9	23	11	

Tablo 7’ye göre, gecikmiş testte yer alan “Açıklamalar ve çizimler bilimsel” kategorisine 74, “Açıklamalar doğru fakat çizimler bilimsel değil” kategorisine 18, “Açıklamalar bazı bilimsel terminolojiler içeriyor fakat çizimler yetersiz” kategorisine 25, “Açıklamalar bilimsel değil” kategorisine 9, “Açıklamalar ve çizimler birbirleriyle tutarlı değil” kategorisine 23, “Açıklama ve çizim yok” kategorisine ise 11 öğretmen adayı yerleştirilmiştir.

Difüzyon ve osmoz kavramıyla ilgili ön ve son testlerin değerlendirilmesinden sonra ön test ve son test arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için verilere bağımlı t-testi uygulanmıştır. Bağımlı t-testinden elde edilen sonuçlar Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8. Ön ve son teste ilişkin bağımlı t-testi

Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi (sd)	t	P
Ön - Son Test	32	-4,81	6,22	31	-4,37	.000

Tablo 8’de, öğretmen adaylarının ön test ve son test puanları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($t_{(31)} = -4,37, p < 0,05$).

Öğretmen adaylarının ön test, son test ve gecikmiş testten aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak bir farklılık olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans (One-Way ANOVA) analizi yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizinden elde edilen sonuçlar Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Ön, son ve gecikmiş teste ilişkin tek-yönlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (sd)	Ortalama Kare	F	P
Gruplar Arası	917,31	2	458,65	20,06	.000
Gruplar İçi	2126,31	93	22,86		
Toplam	3043,62	95			

Tablo 9’a göre, öğretmen adaylarının ön test, son test ve gecikmiş test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($F_{(2, 95)} = 20,06$, $p < 0.05$).

Farkın hangi testler arasında olduğunu belirlemek için verilere Post Hoc (Tukey HSD) testi uygulanmıştır. Post Hoc testi sonucu elde edilen sonuçlar Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10. Ön, son ve gecikmiş teste ilişkin post hoc analizi

Grup	Grup	Ortalama Farkı	Standart Hata	P
Ön Test	Son Test	-4,81250*	1,19540	.000
	Gecikmiş Test	-7,46875*	1,19540	.000
Son Test	Ön Test	4,81250*	1,19540	.000
	Gecikmiş Test	-2,65625	1,19540	.073
Gecikmiş Test	Ön Test	7,46875*	1,19540	.000
	Son Test	2,65625	1,19540	.073

* Ortalama farkı 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 10’da yer alan Post Hoc testi sonuçlarına göre, ön test ile son test ve gecikmiş test arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmektedir. Son test ile ön test ve gecikmiş test karşılaştırıldığında; son test ile ön test arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasına rağmen, son test ile gecikmiş test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı

anlaşılmaktadır. Gecikmiş test ile ön test ve son test karşılaştırıldığında ise; gecikmiş test ile ön test arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasına rağmen, gecikmiş test ile son test arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmektedir.

Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışma da, öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz kavramları ile ilgili zihinsel modellerine 5E öğrenme modeline uygun öğretim materyallerinin etkisi uygulanma öncesi, uygulama sonrası ve belli bir zaman geçtikten sonra olmak üzere farklı zamanlarda nasıl bir değişiklik gösterdiğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarının ön testteki açık uçlu sorulara verdikleri cevaplarda kavramların soyut yapıda olması ve soyut düşünürken zorlanmalarından dolayı düşük puan aldıkları (Bkz. Tablo 2), öğretim materyallerini uygulanmasında sonra son testte ise daha yüksek puanlar aldıkları (Bkz. Tablo 4) ve kalıcı olduğu söylenebilir (Bkz. Tablo 10). Öğretmen adaylarının, zihinsel modellerine ait kategorilerin son test lehindeki bu artış öğretim materyallerinde yer alan öğrenci merkezli etkinliklerden kaynaklandığı ifade edilebilir. Elde edilen bu sonuç literatürde öğrenci merkezli etkinliklerin öğrencilerin kavramları öğrenmelerine yardımcı olduğunu belirten çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Şimşekli, 2010; Özsevgeç ve Artun, 2012b; Coca, 2013). Difüzyon ve osmoz kavramları mikro seviyede gerçekleşmekte ve öğretmen adayları da bu olayları tam olarak göremediklerinden zihinlerinde bu kavramlara yönelik yanlış anlamaların meydana gelmesi muhtemeldir. Çalışmada kullanılan 5E öğrenme modeline dayalı geliştirilen öğretim materyallerinin keşfetme basamağında yer alan etkinliklerin kavramları anlamlandırmada etkili olduğu söylenebilir (Çalık, 2006; Orgill & Thomas, 2007; Şahin, 2010; Çalık, Okur ve Taylor, 2011; Artun ve Coştu, 2013). Bu sayede mikro seviyede gerçekleşen olayları, makro seviye de gerçekleşmesi sağlandığı için öğretmen adaylarının gözle görülemeyecek kadar küçük boyutlarda gerçekleşen bu olayları net bir şekilde görmelerini sağlamış olabilir. Buna bağlı olarak öğretmen adaylarının zihinsel modellerinde olumlu yönde değişimler olmasına etki ettiği şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca,

öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz kavramlarına yönelik zihinsel modellerinde oluşan yanlışlıkların yoğunluk gibi kimya ile ilgili bazı temel kavramlarda sınırlı bilgiye sahip oldukları veya tam olarak bilmediklerinden kaynaklandığı, bundan dolayı olarak da yanlışlıklar düşünce ve zihinsel modellere sahip oldukları söylenebilir. 5E öğrenme modeline dayalı geliştirilen öğretim materyallerinin keşfetme ve derinleştirme basamaklarında yapılan etkinlikler, öğretmen adaylarının yoğunluk gibi kimya kavramlarını yaparak-yaşayarak öğrenmelerine imkân tanınmasından dolayı zihinsel modellerinde kavramın doğru anlaşılmasına katkı sağladığı belirtilebilir. Bu şekilde öğretim materyallerinin öğretmen adaylarına yaparak-yaşayarak öğrenme ve kendi deneyimleri ile kavramlar üzerinde uğraşmalarına fırsat verdiği için kavramları zihinlerinde doğru bir şekilde ve daha iyi yapılandırdığı sonucunun ortaya çıktığı söylenebilir (Hoban, Loughran & Nielsen, 2011; She, 2002, 2004).

Öğretmen adaylarının ön testte kullanılan rubriğe verdikleri cevaplara bakıldığında öğretim materyallerini uygulamadan önce difüzyon ve osmoz kavramlarına yönelik zihinsel modellerinin daha çok “*Açıklamalar ve çizimler birbirleriyle tutarlı değil*” kategorisinde olduğu görülmektedir (Bkz. Tablo 3). Bu sonuç, öğretmen adaylarının kavramlara yönelik zihinsel modellerinin yaptıkları açıklamalarla ilişkisiz olduğu, yapılan açıklamalar ile çizimlerin birbirini tutmadığı anlamına gelmektedir. Uygulanmadan sonra ise öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz kavramlarına yönelik zihinsel modellerinin daha çok “*Açıklamalar ve çizimler bilimsel*” kategorisinde olduğu görülmektedir (Bkz. Tablo 5). Bu sonuç, öğretmen adaylarının öğretim materyallerinin uygulanmasından sonra kavramlarla ilgili zihinlerinde bilimsel ifadeler oluştuğunu, yapılan açıklamalar ile çizimlerin birbirleriyle tutarlı olduğunu ve kavramları zihinlerinde bilimsel olarak doğru yapılandırdıkları şeklinde yorumlanabilir. Bu değişime neden olan en önemli nedenin ise, öğretmen adaylarının sınıf ortamında diğer akranları ile 5E öğrenme modeline dayalı yaptıkları etkinlikler yolu ile etkileşime girmeleri ve akran öğrenmesinin ön plana çıkması ile doğru orantılı olduğu söylenebilir. Akran öğrenmesi ile meydana gelen etkileşimli öğrenmenin, kavramları daha iyi yapılandırdığı literatürdeki bazı

çalışmalar ile de desteklenmektedir (Čižkova, Čtrnactova & Nečasana, 2009; Mork, 2011). Bir diğer neden de, geliştirilen öğretim materyallerinin öğrenen merkezli bir yapıda olması, difüzyon ve osmoz kavramlarını somutlaştırması ve kavramların gerçekte nasıl gerçekleştiğini görmelerine yardımcı olmasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir. Öğrenme sürecinde, öğrenci ne kadar merkeze alınırsa kavramsal anlamının da o kadar fazla meydana geleceği ve somutlaştırma fırsatının sağlanacağı bu yorumu destekleyen literatürdeki çalışmalarla uyumluluk göstermektedir (Çokadar ve Yılmaz, 2009; Sezer ve Tokcan, 2003; Doymuş, Şimşek ve Bayrakçeken, 2004; Taycı ve Uysal, 2009; Okur, Yalçın-Özdilek ve Şahin, 2011; Veeravatnanond & Singsewo, 2010; Balgopal & Wallece, 2009; Welsh, 2012; Hoban, Loughran & Nielsen, 2011).

Difüzyon ve osmoz kavramları ile ilgili öğretmen adaylarına uygulanan ön, son ve gecikmiş testler üzerinde yapılan tek yönlü varyans analizleri sonunda testler arasında anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir (Bkz. Tablo 10, $p < .05$). Elde edilen bu sonuç, uygulanmadan sonra geçen belli zaman diliminde öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz kavramlarına yönelik zihinsel modellerinin kalıcı olduğunu ve cevaplarının daha çok “Açıklamalar ve çizimler bilimsel” kategorisinde yer aldığı görülmektedir (Bkz. Tablo 7). Bu da, öğretmen adaylarına uygulanan 5E öğrenme modeline dayalı öğretim materyallerinin difüzyon ve osmoz kavramları ile ilgili zihinsel modellerinde kalıcılık meydana getirdiği ve bu kalıcılığın devam ettiği şeklinde yorumlanabilir. Bu yorum da kavramlara yönelik zihinsel modellerde kalıcılık meydana gelmesi geliştirilen öğretim materyallerinin kavramları öğretme yönünde etkili olduğu sonucunu doğrulamaktadır. Literatürdeki kalıcılığın sağlanması ile ilgili yapılan çalışmalar da elde edilen bu sonucu destekler yöndedir (Tsai, 1999; Çalık, 2006; Coştu, 2006). 5E öğrenme modeline dayalı yapılan öğretim sonunda öğretmen adayları sayısal anlamda kendi başarılarını artırdıklarını da göstermektedir. Son testte başarıların artması, kavramlara yönelik geliştirilen öğretim materyallerinin öğretmen adaylarının sahip olduğu zihinsel modelleri değiştirmesi ile kendisini göstermiştir. Diğer taraftan, son test sonunda öğretmen adaylarının zihinsel modellerindeki bu değişim, son test-gecikmiş test arasında yapılan

karşılaştırmalarda anlamlı farklılığın olmaması nedeniyle meydana gelen değişimlerin devam ettiğini göstermektedir. Başka bir ifade ile ön, son ve gecikmiş testlerden elde edilen verilerin karşılaştırılmalı olarak verildiği Tablo 10'da difüzyon ve osmoz kavramları ile ilgili öğretmen adaylarının zihinsel modellerinde meydana gelen değişimler kalıcılık göstermektedir. Öğretmen adaylarının kavramlara yönelik zihinsel modellerin kalıcılık göstermesi 5E öğrenme modeline uygun geliştirilen öğretim materyallerinin difüzyon ve osmoz kavramlarını somutlaştırmasına yardım etmesi sonucunda olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç 5E öğrenme modeline dayalı geliştirilen öğretim materyallerinin kalıcılığı sağladığı yönündeki çalışmalarla da benzerlik göstermektedir (Saka, 2006; Özsevgeç, 2007; Artun, 2009; Şahin, 2010; Çalık, Okur ve Taylor, 2011; Artun ve Coştu, 2013).

Öneriler

Öğretmen adaylarının zihinsel modellerinin doğru bir şekilde yapılanması, bilimsel içeriklerle donatılması ve soyut kavramların daha net bir şekilde anlaşılması için soyut kavramları daha da somutlaştırmaya yarayan öğrenen merkezli öğretim materyallerinin kullanılması gerektiğine inanılmaktadır. Fen bilimleri soyut kavramları içermektedir. Bu yüzden soyut kavramların öğretiminde günlük yaşamla ilgili örneklerin verilerek zihinsel modellerinin olumlu yönde değişmesi sağlanabilir. Kavramların öğretiminde öğrenen merkezli öğretim materyallerinin etkili olduğundan yola çıkarak, bu materyallere ve materyallerin geliştirilmesine önem verilmelidir. Bu yüzden dolayı, öğretmen adaylarının bu tür öğretim materyallerini geliştirmesi, uygulaması ve elde ettikleri deneyimlerini öğretmenlik yaşantıları boyunca sergilemeleri için imkân tanınmalıdır. Bu bağlamda, öğretmen adaylarına hizmet öncesi öğrenimlerinde MEB tarafından verilen kurslar vasıtasıyla bahsedilen deneyimlerin kazandırılması gerektiği düşünülmektedir. Yapılan uygulamalarda soyut konuları somutlaştırmak ve öğretmen adaylarının dikkatlerini çekmek için, ya da bireyselliği ön plana alan bilgisayar destekli simülasyonlar da derslerde kullanılabilir.

Kaynaklar

- Ağgül-Yalçın, F. ve Bayrakçeken, S. (2010). The effect of 5E learning model on pre-service science teachers' achievement of acids-bases subject. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2 (2), 508–531.
- Artun, H. (2009). Difüzyon ve osmoz kavramlarına yönelik 5E modeline uygun öğretim materyalinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Artun, H. ve Coştu, B. (2011). Sınıf öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz kavramları ile ilgili yanlışlarının belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8 (4), 117–127.
- Artun, H. ve Coştu, B. (2013). Effect of the 5E model on prospective teachers' conceptual understanding of diffusion and osmosis: A mixed method approach. *Journal of Science Education and Technology*, 22(1), 1–10.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanlışları, *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 111–124.
- Balgopal, M.M. & Wallece, A.M. (2009). Decisions and dilemmas: Using writing to learn activities to increase ecological literacy. *The Journal Of Environmental Education*, 40(3), 13–26.
- Borges, A.T. (1999). Mental models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21(1), 95–117.
- Çepni, S., Cerrah, L. ve Bacanak, A. (2002). Sınıf Öğretmenliği Yapan Fen Öğretmenlerinin Branş Öğretmenliğine Dönüş Nedenleri ve Döndüklerinde Karşılaştıkları Sorunlar, *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara, Bildiriler Kitabı, Cilt I, 1220-1227.
- Chang, S-N. (2007). Externalising students' mental models through concept maps. *Educational Research*, 41(3), 107–112.
- Chi, M.T.H. & Roscoe, R.D. (2002). The process and challenges of conceptual change. In M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 3–27). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- 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*, 6, 687–698.
- Čižkova, V., Čtrnactova, H. & Nečasana, T. (2009). Increasing the effectiveness of ecological education through interactive tasks. *Journal of Baltic Science Education*, 8(2), 110–119.
- Coca, D.M. (2013). The influence of teaching methodologies in the learning of thermodynamics in secondary education. *Journal of Baltic Science Education*, 12(1), 59–72.
- Coll, R.K. & Taylor, N. (2002). Mental models in chemistry: Senior chemistry students' mental models of chemical bonding. *Chemistry Education: Research and practice in europe*, 3, 175–184.
- Coştu, B. (2006). Kavramsal değişimin gerçekleşme düzeyinin belirlenmesi: “Buharlaştırma, yoğunlaştırma ve kaynama”, *Doktora Tezi*, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Creswell, W.J. (2003). *Research Design*, Second Edition. Sage Publication, London.
- Çalık, M. (2006). Bütünleştirici öğrenme kuramına göre lise 1 çözeltiler konusunda materyal geliştirilmesi ve uygulanması. *Doktora Tezi*, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çalık, M., Okur, M. ve Taylor, N. (2011). A comparison of different conceptual change pedagogies employed within the topic of “sound propagation”. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 729–742.
- Çokadar, H. ve Yılmaz, G.C. (2009). Teaching ecosystems and matter cycles with creative drama activities. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 80–89.
- Doymuş, K., Şimşek, Ü. ve Bayrakçeken, S. (2004). İşbirlikçi Öğrenme Yönteminin Fen Bilgisi Dersinde Akademik Başarı ve Tutuma Etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(2), 103–115.
- Geban, Ö. ve Bayır, G. (2000). Effect of conceptual change approach on students' understanding of chemical change and conservation of matter. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 79–84.
- Gobert, J.D. & Buckley, B.C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education.

International Journal of Science Education, 22(9), 891–894.

- Greca, I.M. & Moreira, M.A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1–11.
- Gül, Ş. ve Yeşilyurt, S. (2011). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı bir ders yazılımının hazırlanması ve değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(40), 19–36.
- Harrison, A.G. & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 1011–1026.
- Hoban, G., Loughran, J. & Nielsen, W. (2011). Slowmation: preservice elementary teachers representing science knowledge through creating multimodal digital animations. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(9), 985–1009.
- Jih, H. & Reeves, T. (1992). Mental models: A research focus for interactive learning systems. *Educational Technology Research & Development*, 40, 39–53.
- Karamustafaoğlu, S., Karamustafaoğlu, O. ve Yaman, S. (2005). *Fen ve Teknoloji Öğretimi*, Editörler Mustafa Aydoğdu & Teoman Kesercioğlu, Anı yayıncılık, Ankara.
- Kelly, P.V. & Odom, A.L. (1997). The union of concept mapping and learning cycle for meaningful learning: Diffusion and osmosis, *Paper Presented at the National Science Teachers Association*, New Orleans, Louisiana.
- Köse, S. (2007). The effects of concept mapping instruction on overcoming 9th grade students' misconceptions about diffusion and osmosis. *Journal of Baltic Science Education*, 2, 16–25.
- Marek, E.A., Cowan, C.C. & Cavallo, A.M.L. (1994). Students' misconceptions about diffusion: How can they be eliminated. *The American Biology Teacher*, 56, 74–77.
- Mork, S.M. (2011). An interactive learning environment designed to increase the possibilities for learning and communicating about radioactivity. *Interactive Learning Environments*, 19(2), 163–177.
- Odom, A.L. & Barrow, L.H. (1995). Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college

- biology students' understanding of diffusion osmosis after a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 45–61.
- 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, 615–635.
- Odom, A.L. (1992). The development and validation of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis. *Doctorate Thesis*, Missouri-Columbia Üniversitesi, Kolombiya.
- Odom, A.L. & Barrow, L.H. (1993). Freshman biology majors' misconceptions about diffusion and osmosis. *Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, 9, Atlanta.
- Okur, E., Yalçın-Özdilek, Ş. ve Şahin, Ç. (2011). The common methods used in biodiversity education by primary school teachers (Çanakkale, Turkey). *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 7(1), 142–159.
- Orgill, M. & Thomas, M. (2007). Analogies and the 5E model. *The Science Teacher*, January 40–45.
- Özmen, H., Şahin, N.F. ve Şahin, B. (2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz kavramlarını anlama seviyelerinin belirlenmesi. D.E.Ü., *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 81-90.
- Özsevgeç, T. ve Artun, H. (2012a). “İnsan ve Çevre Ünitesinin” öğretiminde fen ve teknoloji öğretmenlerinin karşılaştıkları zorluklar. X. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 27–30 Haziran, Niğde.
- Özsevgeç, T. ve Artun, H. (2012b). Çevre eğitimi dersi modüler programının geliştirilmesi ve değerlendirilmesi: Ekosistem ünitesi örneği. X. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 27–30 Haziran, Niğde.
- Özsevgeç, T. (2007). İlköğretim 5. sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5e modeline göre geliştirilen rehber materyallerin etkililiklerinin belirlenmesi. *Doktora Tezi*, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Saka, A. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının genetik konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde 5e

- modelinin etkisi. *Doktora Tezi*, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sarıay, M. (2008). Ortaöğretim fizik dersi itme ve momentum konusu öğretim programını geliştirme üzerine bir çalışma. *Yüksek Lisans Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, eğitim bilimleri enstitüsü, İzmir.
- Sezer, A. ve Tokcan, H. (2003). İş birliğine dayalı öğrenmenin coğrafya dersinde akademik başarı üzerine etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3), 227–242.
- She, H.C. (2002). Concepts of a higher hierarchical level require more dual situated learning events for conceptual change: A study of air pressure and buoyancy. *International Journal of Science Education*. 24 (9), 981–996.
- She, H.C. (2004). Fostering radical conceptual change through dual-situated learning model. *Journal of Research in Science Teaching*. 41 (2), 142–164.
- Şahin, Ç. (2010). İlköğretim 8. sınıf “kuvvet ve hareket” ünitesinde “zenginleştirilmiş 5e öğretim modeli”ne göre rehber materyaller tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi. *Doktora Tezi*, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Şimşekli, Y. (2010). The original activities for environmental education and their effects on students (A Case Study in Bursa). *Elementary Education Online*, 9(2), 552–560.
- Taycı, F. ve Uysal, F. (2009). Çorlu’da birinci ve ikinci kademe ilköğretim öğrencilerine çevre eğitimi konusunda uygulanan anket çalışması. *Fen, sosyal ve çevre eğitiminde son gelişmeler sempozyumu*, 18–20 Kasım, Giresun.
- Tekkaya, C. (2003). Remediating high school students’ misconceptions concerning diffusion and osmosis through concept mapping and conceptual change. *Research in Science & Technological Education*, 1, 5–16.
- Tekkaya, C. ve Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 101–107.
- Tekkaya, C., Çapa, Y. ve Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram

- yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140–147.
- Trochim, W.M.K. (2001). *The research methods knowledge base*, 2nd ed. Cincinnati: Atomic Dog Publishing.
- Tsai, C.C. (1999). Overcoming junior high school students' misconceptions about microscopic views of phase change: A study of an analogy activity. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 83–91.
- Ünal, G. ve Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve modeller. *Milli Eğitim Dergisi*, sayı 171, 188–196.
- Veeravatnanond, V. and Singsewo, A. (2010). A developmental model of environmental education school. *European Journal of Social Sciences*, 17(3), 391–403.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45–69.
- Welsh, A.J. (2012). Exploring undergraduates' perceptions of the use of active learning techniques in science lectures. *Journal of College Science Teaching*, 42(2), 80–87.
- 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, 649–660.
- Yıldırım, O., Nakiboğlu, C. ve Sinan, O. (2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarının difüzyon ile ilgili kavram yanılgıları. *B.A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 79-99.
- Zukerman, J.T. (1994). Problem solvers' conceptions about osmosis. *The American Biology Teacher*, 56, 22-25.

Effects on Mental Models of Prospective Teachers of Teaching Materials Based on 5E Learning Model

Hüseyin Artun^{1,†} and Tuncay Özsevgeç²

¹ Yüzüncü Yıl University, Turkey

² Karadeniz Technical University, Turkey

Received: 03.04.2014 - Revised: 04.08.2014 - Accepted: 01.09.2014

Summary

Problem Statement: Physical sciences are hard to learn due to foreign and concrete concepts it covers. There are many concepts in physical sciences which are hard to learn and teach. Diffusion and osmosis are among these (Tekkaya, Çapa and Yılmaz, 2000; Artun, 2009; Artun and Coştu, 2013). In other words, diffusion and osmosis concepts are often misunderstood, and it is difficult to teach these concepts using traditional methods (Westbrook and Marek, 1991; Odom, 1992; Odom and Barrow, 1993; Marek, Cowan and Cavallo, 1994; Zuckerman, 1994; Odom and Barrow, 1995; Kelly and Odom, 1997; Christianson and Fisher, 1999; Odom and Kelly, 2001; Tekkaya, 2003; Özmen, Şahin and Şahin, 2004; Köse, 2007). Briefly, it has been said that traditional methods are not appropriate to teach these concepts (Tekkaya and Balcı, 2003). Prospective teachers encounter many complex models during their education. Therefore, it is important to understand the mental models they possess (Vosniadou, 1994). That is because prospective teachers have difficulty drawing, comprehending and interpreting microscopic concepts (Chang, 2007). When we keep in mind mental models about events occurring at the microscopic level, this leads to ineffective learning or no learning at all (Jih and Reeves, 1992). For example; diffusion and osmosis create rather a problematic situation for prospective teachers (Yıldırım, Nakiboğlu and Sinan, 2004; Artun, 2009; Artun and Coştu, 2011; Artun and Coştu, 2013) It is the same with chemical bonds (Coll and Taylor, 2002). Thus, prospective teachers may develop alternative concepts regarding diffusion and osmosis. In order to prevent these alternative concepts that may occur in the minds of prospective teachers, their mental models must be revealed and there is a need to prevent and eradicate alternative concepts. Since prospective teachers, who will be responsible of teaching diffusion and osmosis concepts and many other concepts in relation to these, have misconceptions regarding

[†]Corresponding author: Phone.: +90 432 2251693, E-mail: huseyinartun@gmail.com
ISSN: 2146-7811, ©2014

diffusion and osmosis, this is a problem that must be resolved. If it is not dealt with, some other concepts related to diffusion and osmosis will not be taught properly as well. Hence, mental models emerging in prospective teachers' minds regarding diffusion and osmosis must be thoroughly understood and eradicated.

Purpose of the Study: This paper aims at investigating the effect of materials developed in accordance with 5E learning model on mental models of prospective teachers regarding the aforementioned concepts.

Method(s): In this study case study research was used. The sample consisted of 32 second year prospective teachers in the program "Science Teacher Department" at Fatih Faculty of Education in Karadeniz Technical University. The data was gathered via 5 open-ended questions. Prospective teachers' answers to open-ended questions were divided into categories. Then, the data was evaluated by taking into consideration the rubrics developed by the Chi & Roscoe (2002). In analyzing, quantitative data paired-samples t-test and ANOVA were used.

Findings and Discussions: In Table 2, mean scores of the prospective teachers' responses to open-ended questions were varied in pre-test. Mean range for the pre-test changed between 2 and 16. Items 1 and 2 means were 73, item 3 was 63, item 4 was 60 and item 5 was 47, and also total means was 316. In table 4, mean scores of the prospective teachers' responses to open-ended questions were varied in the post-test. Mean range for the post-test changed between 3 and 25. Item 1 was 97, item 2 was 90, item 3 was 85, item 4 was 101 and item 5 was 100, and also total means was 473. In table 6, mean scores of the prospective teachers' responses to open-ended questions were varied in the delayed test. Mean range for the delayed test changed between 7 and 25. Items 1 and 2 were 114, item 3 was 118, item 4 was 109 and item 5 was 103, and total means was 558. In table 8, there was a significant difference between pre-test and post- test means scores in favor of post-test ($t_{(31)} = -4,37, p < 0.05$). In table 9, multiple comparison results of the pre-, post- and delayed test scores showed that there was statistically significant differences ($F_{(2, 95)} = 20,06, p < 0.05$).

Conclusions and Recommendations: According to answers given by prospective teachers to open ended questions in the pre-test, they received low scores due to intangibility of these concepts and they failed in abstract thinking (See Table 2). However, they received higher scores in the post-test after the materials were implemented (See Table 4). It is possible to say that it was a permanent result (See Table 10). The increase on behalf of post-test in mental models of prospective teachers may stem from learner centered activities. This result shows similarity with other studies, which stated that learner centered activities assist learners in learning concepts (Şimşekli, 2010; Coca, 2013). Diffusion and osmosis concepts occur at the micro level. It is probable for prospective teachers to have misconceptions regarding these concepts since they cannot see these incidents thoroughly. Teaching materials

used in the study were efficient in comprehending the concepts (the activities of exploring phase) (Çalık, 2006; Orgill and Thomas, 2007; Şahin, 2010; Çalık, Okur and Taylor, 2011; Artun and Coştu, 2013). Thus, they enable prospective teachers to see these incidents which are too small to be seen through eyes, since these activities made these micro level incidents occur at macro level. Hence, it is possible to deduce that they influenced their mental models positively. Prospective teachers learned chemical concepts, such as density, via activities of exploration and extension phases (learning by doing). Thus, it is possible to say that they contributed to comprehension of the concepts accurately in their mental models. It acknowledged in the literature that prospective teachers construct concepts better in their minds since they dwell on concepts through learning by doing and personal experiences (Çalık, Kolomuç and Taylor, 2011; Hoban, Loughran and Nielsen, 2011; She, 2002, 2004). Permanency in mental models regarding the concepts may be a result of the effectiveness of the materials in teaching the concepts. This result is in line with other studies in literature in relation to creation of permanency by learner centered activities (Tsai, 1999; Çalık, 2006; Coştu, 2006). At the end of the instruction, it was seen that achievement of prospective teachers was higher. Increases in the achievement of prospective teachers in post-tests have been demonstrated by the fact that materials developed for the concepts changed the mental models prospective teachers have.

Keywords: 5E Learning Model, Diffusion, Osmosis, Mental Model