

Farklı Kavramsal Değişim Yöntemleri ile Alternatif Kavramları Gidermek ve Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmek Mümkün müdür? Elektrokimyasal Piller Örneği

Is it Possible to Eliminate Alternative Conceptions and to Improve Scientific Process Skills with Different Conceptual Change Methods? 'An Example of Electrochemical Cells'

Fethiye KARSLI¹, Alipaşa AYAS²

Özet

Bu çalışmanın amacı, Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları dersi kapsamında "Elektrokimyasal Piller" konusundaki kavramlara yönelik, öğrencilerin hem Bilimsel Süreç Becerilerini (BSB) geliştirmelerine hem de olumlu yönde kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan laboratuvar rehber materyali geliştirmek ve etkinliğini incelemektir. Araştırmada ön test-son test dizaynı yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Deney grubunda, 5E'nin aşamalarına çalışma yaprağı (ÇY), bilgisayar animasyonları (BA), kavramsal değişim metni (KDM) ve deney gibi farklı kavramsal değişim yöntem/tekniklerinin adapte edilmesiyle zenginleştirilmiş laboratuvar rehber materyali; kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemi (teorik bilgi, soru-cevap ve deney) kullanılarak uygulamalar yürütülmüştür. Bilimsel Süreç Becerileri Ölçme Testi ve iki aşamalı EPKT'den elde edilen verilerin istatistiksel analizleri, deney ve kontrol grupları arasında hem BSB hem de kavramsal değişim başarıları yönünden deney grubu lehine anlamlı farklılıkların olduğunu ($p < .05$) göstermektedir. Araştırmada, 5E öğretim modeline dayandırılarak farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş laboratuvar rehber materyallerinin, öğrencilerin BSB'lerini geliştirmede ve onların ele alınan konularda alternatif kavramlarını gidererek olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmelerinde geleneksel yöntemlere göre daha başarılı olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bilimsel Süreç Becerileri, Kavramsal Değişim, Laboratuvar Rehber Materyalleri, Elektrokimyasal Piller.

Abstract

The aim of this study is to develop a laboratory guided material offering the opportunity on both improving Scientific Process Skills (SPS) and conceptual change of prospective science teachers about the concepts of "Electrochemical Cells" at the course of laboratory practices in science education and investigate the effectiveness of the material on them. A quasi-experimental approach with a pre-test-post-test design was used in this study. Experimental group was instructed with enriched laboratory guide materials embedded different teaching methods and techniques such as worksheet, computer animations, conceptual change text, hands-on activities, and experiment within 5E model. Control group was instructed with traditional methods (theoretical knowledge, question-answer, and experiment). The statistical analysis of the data obtained from the MSPST and two-tier ECCT indicated that there were significant differences in favor of the experimental group in terms of the prospective science teachers' achievement both their SPS and conceptual change ($p < 0.5$). The results obtained from quantitative and qualitative data indicated that laboratory guide materials based on the 5E instructional model and enriched with different teaching methods and techniques helped the prospective science teachers both to improve their SPSs and achieve conceptual change together with removing their alternative conceptions.

Key Words: Scientific Process Skills, Conceptual Change, Laboratory Guided Materials, Electrochemical Cells.

¹ Yrd. Doç.Dr., Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Giresun, Türkiye, fethiyekarsli@gmail.com

² Prof. Dr. Bilkent Üniversitesi, Ankara, Türkiye, alipasaayas@yahoo.com

Giriş

Fen bilimlerinin içeriği, bilimsel kavramlardan ve BSB'lerden oluşmaktadır. Ancak fen eğitiminde öğrencilere bilimsel içeriğin kazandırılmasının mı yoksa BSB'nin kazandırılmasının mı daha önemli olduğu tartışılmaktadır (Colley, 2006). Bilimsel kavramlar geçerliliği kanıtlanmış olan olguları, bilgileri, ilkeleri, doğa kanunlarını ve kuramlarını bilmeyi içermekte; BSB ise, bilgilere ulaşmak için izlenen yolu, bilim yapmayı kapsamaktadır. Aslında birinin öğrenilmesi bir diğerinin öğrenilmesine yardımcı olabilir (Kanlı, 2007; Kula, 2009). Etkili bir kavram öğretimi, bu ikisini bütünleştirebilmeyi gerekli kılar.

Fen eğitiminde öğrencilere BSB'nin yanı sıra bilimsel içeriğin de hedeflenen düzeyde kazandırılması için, Fen ve Teknoloji derslerinde sağlanacak olan kavram öğretiminin etkili ve yeterli olması gerekmektedir (Aydoğan vd., 2003; Coştu ve Ünal, 2005). BSB'nin kazandırılması, öğrencilere, problem çözme, eleştirel düşünme ve karar verme gibi yüksek düzeyde düşünme yeteneklerini geliştirmede yardımcı olduğu gibi (Lee vd., 2002; Tan ve Temiz, 2003; Koray, Köksal, Özdemir ve Presley, 2007) yapılan deneyleri konuyla ilişkilendirmelerinde, kavramları zihinlerinde yapılandırmalarında ve kavramlar arası ilişkiler kurarak neden-sonuç ilişkisi içinde bir durumu açıklamalarında da yardımcı olabilmektedir. Bunun için bilimsel araştırmalarda, alternatif kavramlar düzeltilerek kavram öğretimi ve beceri gelişimi birlikte kullanılmalıdır (Carin ve Bass, 2001). Kavram öğretimine ve kavramların anlaşılmasına yönelik yapılan birçok çalışmanın sonuçlarından; öğrencilerin fen bilimlerindeki kavramların çoğunun soyut olmasından dolayı anlamakta zorluk çektikleri (Ayas ve Demirbaş, 1997), gerek günlük deneyimleri sırasında (Ünal ve Coştu, 2005), gerekse öğretim öncesinde ve sırasında bilimsel olarak doğru kabul edilen kavramlara aykırı kavramlar geliştirebildikleri gözlenmektedir. Literatürde öğrencilerin bilimsel olarak doğru kabul edilen kavramların haricinde geliştirdikleri bu kavramlar; "kavram yanılgısı" (misconception) (Nakhleh ve Krajcik, 1994), "alternatif kavramlar" (alternative conceptions) (Gonzalez, 1997), "alternatif yapılar" (alternative frameworks) (Driver ve Easley, 1978), "öznel fikirler" (naive conceptions), (Fensham, 1988) ve "genel duyu kavramları" (common sense concepts) ya da "kendiliğinden oluşan bilgiler" (spontaneous knowledge) (Treagust,

1988) gibi çeşitli şekillerde anılmaktadır. Öğrencilerin bilimsel kavramlar geliştirememelerinde;

- a) öğrencilerin öğrenme ortamlarına birtakım yanlış inançlarla gelmesi,
- b) öğretimin etkili bir şekilde düzenlenmemesi,
- c) ders kitaplarında ve/veya diğer öğretim kaynaklarında yanlış anlaşılmaya meyil veren ifadelerin olması,
- d) öğretmenlerin ders anlatırken yanlış ifadeler kullanması,
- e) öğretim sürecinde tartışılan alternatif kavramlı fikirlerin ve sunulan bilimsel açıklamaların öğrenci tarafından yanlış yorumlanması,
- f) öğretmenlerin laboratuvarlara ve laboratuvarlarda BSB'lere yeterince önem vermemesi sonucu öğrencilerin olayları bilimsel olarak sorgulamadan, bilgiyi hazır olarak almaları ve ezberlemeleri,
- g) laboratuvarlarda deney yapılmadığı zamanlarda öğrencilerin bilgiyi kendilerinin keşfetmesine imkân sunulmaması vs. neden gösterilebilir.

Nedeni her ne olursa olsun alternatif kavramlar, çocuğun kendi gözlem ve tecrübesi yoluyla zihinde yapılandırıldığından, başka bir deyişle kendine ait fikirleri olduğundan, çocuk için önemli ve mantıklı bulunmakta, değiştirilmeye gerek görülmemektedir (Nieswandt, 2001). Buna ek olarak bu alternatif kavramlar değiştirilmeye karşı oldukça dirençli olmakta ve öğrencilerin daha üst düzey bilgileri öğrenmelerine olumsuz yönde etki etmektedir (Ayas vd., 2010; Canpolat vd., 2004).

Öğrencilerde oluşan alternatif kavramların düzeltilmesinde ve güçlü bir kavramsal değişimin sağlanmasında Bodner (1990), "öğrenme" ve "öğretme" kavramlarına yeni bakış açıları getirmiş ve bu kavramları geleneksel tanımları dışında irdelemeye çalışmıştır. Öğretmenler her ne kadar mükemmel birer öğretici olsalar bile, bütün öğrencilerin aynı şekilde öğrenemeyeceklerini, öğrencilerin bireysel farklılıklara sahip olduklarını ve ancak kendilerinin bilgiyi zihinlerinde yapılandırması durumunda öğrenebileceklerini belirtmiştir. Bu anlayışla birlikte son zamanlarda eğitimciler tarafından benimsenen Yapılandırmacı

Öğrenme Kuramı (YAÖK) ön plana çıkmıştır. YAÖK, yanlış kavramsal yapılara sahip olan öğrencilerin kavramlarını düzeltmede ve etkili kavram öğretiminin yapılmasında oldukça önemli bir yere sahiptir (Kayalı ve Tarhan, 2004). Ayrıca YAÖK'te fen kavramlarını yaparak yaşayarak öğrenme fırsatı sunan laboratuvar ortamlarında öğrencilerin bilgiyi keşfetmelerine, bilgiye kendilerinin ulaşması sonucu onların kavramlar arası neden sonuç ilişkisi kurarak kavramları zihinlerinde yapılandırılması üzerine vurgu yapılmaktadır (Carey vd., 1989). Yapısalcı yaklaşıma, BSB'ye ve içeriğe vurgu yapılarak hazırlanan laboratuvar ortamlarının öğrencilerin kavramsal değişimlerine (Beaumont Walters ve Soyibo, 2001; Kanlı, 2007); mantıksal ve yaratıcı düşünme becerilerine (Koray vd., 2007; Aktamış ve Ergin, 2007); kavramların ezberlenerek değil yapılan deneylerin konuyla ilişkilendirilerek zihinlerde yapılandırılmasına (Rollnick vd., 2001) bilimsel süreçlere ilişkin becerilerin gelişimine (Kanlı, 2007), muhakeme yeteneklerinin gelişimine ve bilimsel olarak olayları sorgulayabilmelerine (Lee vd., 2002) yardımcı olduğu da ifade edilmektedir. Bu bağlamda YAÖK'e, BSB'ye ve içeriğe vurgu yapan laboratuvar ortamlarının hazırlanması önemli olmakla birlikte öğretmenlerin bu ortamlarda yaklaşımın hakkını verecek nitelikte yetiştirilmesi de oldukça önemli ve gereklidir.

Fen bilimlerinin önemli bir dalı olan kimya dersi, birçok soyut kavram içermesinden dolayı farklı ülkelerde, farklı yaş gruplarındaki öğrenciler tarafından zor bir ders olarak nitelendirilmektedir (Orgill ve Bodner, 2004; Ayas ve Demirbaş, 1997). Kimya alanında yapılan araştırmalar incelendiğinde ise öğrencilerin kimya konularında çok sayıda alternatif kavrama sahip olduğu tespit edilmiştir. Kimya konuları içerisinden hem öğretilmesinin hem de öğrenciler tarafından öğrenilmesinin zor olduğu belirtilen konuların başında "Elektrokimya" konusunun olduğu belirtilmektedir (Ogude & Bradly, 1994, Finley, Stewart, & Yaroch, 1982). Bu konunun hem soyut hem de somut yönünün olması, somut yönünün de çoğu pil oluşumu olayında direkt gözlenememesi, öğrencilerin zihinlerinde elektrokimyasal pillerdeki kavramları yeterince oluşturamamasına ve alternatif kavramlara sıklıkla rastlanılmasına sebep olmaktadır. Elektrokimya konusunda öğrencilerde alternatif kavramların belirlenmesine yönelik birçok çalışmaya rastlanılmaktadır.

Literatürden elektrokimyasal piller konusunda tespit edilen alternatif kavramlar Tablo 1'de liste halinde sunulmuştur.

Tablo 1. Öğrencilerde “elektrokimyasal piller” konusunda literatürden tespit edilen alternatif kavramlar

Alternatif Kavramlar	REÇ*
Anot her zaman pozitif yüklü, katot her zaman negatif yüklüdür.	1-4, 9
Elektronlar çözeltiye katottan girerler, tuz köprüsü üzerinden çözelti boyunca hareket ederler ve çözeltiyi anottan terk ederek devreyi tamamlarlar.	1, 2, 5-7
Tuz köprüsündeki pozitif iyonlar diğer hücredeki elektronları kendilerine doğru çektikleri için, tuz köprüsü devrenin tamamlanması için bir elektron kaynağı görevi görür ve elektronların akışına yardım ederler.	1-5, 9
Elektronlar katot elektrottan anot elektrota doğru hareket ederler.	8
Anot ve katodun yerleri onların yarı hücrelerdeki fiziksel yerleşimine bağlıdır.	1-3
Tuz köprüsü katot kabından anot kabına doğru iyonların geçişini sağlar.	6, 9
Öğrenciler yarı hücre reaksiyonlarını doğru bir şekilde yazmada zorluk yaşamaktadırlar.	3, 8, 9
Anotta indirgenme, katotta yükseltgenme meydana gelir.	8, 9
Elektron veren elektrot katot, elektron alan elektrot ise anottur.	8, 9
Pozitif yüklü iyonlar (katyonlar) tuz köprüsü aracılığıyla anot elektrota doğru, negatif yüklü iyonlar (anyonlar) ise katot elektrota doğru hareket ederler.	3, 4, 9
Anot elektrotta zamanla kütle artışı, katot elektrotta zamanla kütle kaybı görülür.	8, 9
Tuz köprüsü yarı hücrelerdeki sıvı seviyelerinin eşit kalmasını sağlar	9

REÇ*: Rapor Edilen Çalışma(lar): (1) Garnett ve Treagust (1992b); (2) Sanger ve Greenbowe (1997); (3) Sanger ve Greenbowe (1999); (4) Schmidt vd. (2007); (5) Garnett ve Treagust (1992a); (6) Ogude ve Bradley (1994); (7) Özkaya (2002); (8) Yılmaz vd. (2002); (9) Karlı ve Çalık (2012).

Bu alternatif kavramların belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaların örneklemi; lise 3 öğrencilerinden (Garnett ve Treagust, 1992a, 1992b; Schmidt vd., 2007), üniversite düzeyindeki öğrencilerden (Ogude & Bradley, 1994; Sanger ve Greenbowe, 1997), 4. sınıf öğretmen adaylarından (Özkaya, 2002), 1. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarından (Karlı ve Çalık, 2012) ve kimya bölümü öğrencilerinden (Yılmaz vd., 2002) oluşmaktadır. Hatta kimya ders kitapları bile bu konuda alternatif kavramlı açıklamalar içermektedir (Sanger ve Greenbowe, 1999).

Öğrencilerin elektrokimya konusundaki kavramlarda alternatif kavramlarını gidermek ve anlamalarını arttırmak için de birçok kavramsal değişim çalışması yapılmıştır. Farklı kavramsal değişim yöntem ve/veya tekniklerinin kullanıldığı araştırmalar şu şekilde özetlenebilir: Sanger ve Greenbowe (2000) “sulu çözeltilerde elektron akışı” kavramına

yönelik kolej seviyesindeki öğrencilerinin alternatif kavramlarını gidermek için BA ile kombine edilmiş KDM'yi; Yang ve diğerleri (2003), Talib ve diğerleri (2005) 1. sınıf lisans öğrencilerinin anlamalarını arttırmak için bilgisayar destekli öğretim yaklaşımını; "elektrokimya konusunda" Huddle ve diğerleri (2000) ve Özkaya ve diğerleri (2006) 1. sınıf lisans öğrencilerinin, Niaz (2002) ve Niaz ve Chacon (2003) lise 3 öğrencilerinin alternatif kavramlarını gidermek için kavramsal değişim metodunu; Acar ve Tarhan (2007) lise 3 öğrencilerinin anlamalarına yardımcı olmak için işbirlikli öğrenme yaklaşımını; Yürük ve Geban (2001) ve Yürük (2007) lise 3 öğrencilerinin alternatif kavramlarını gidermek için KDM'yi; Ekici (2007) 5E öğretim modelini; Doymus ve diğerleri (2010) fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin alternatif kavramlarını gidermek için jigsaw ve BA tekniklerini ve Karlı ve Çalık (2012) fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin alternatif kavramlarını gidermek için YAÖK'ün 5E öğretim modeline dayalı ÇY'nin KDM, BA ve deney ile kombine edildiği bir öğretim yöntemini kullanarak bu yöntemlerin kavramsal değişimi gerçekleştirmeye etkilerini incelemişlerdir.

Bu kavramsal değişim çalışmalarının örneklemeleri incelendiğinde ise genel olarak ya lise 3 öğrencilerini kapsadığı ya da 1. sınıf lisans öğrencilerini kapsadığı görülmektedir. Ayrıca bu çalışmalarda Karlı ve Çalık'ın (2012) yapmış oldukları çalışma haricinde genel olarak bir ya da iki kavramsal değişim yöntem veya tekniğinin birlikte kullanıldığı dikkat çekmektedir. Elektrokimya ile ilgili yapılan bu çalışmalarda kavramsal değişim yöntemlerinin geleneksel öğretim yöntemlerine göre öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermede ve onların bilimsel kavramlar geliştirmelerinde daha etkili olduğu belirtilmektedir. Bunun yanı sıra bu araştırmaların çoğunda, araştırmacıların kullandıkları yöntemin öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermede etkili olduğu, fakat bu alternatif kavramlarını tamamen gideremediği de belirtilmiştir. Bu durum araştırmada kullanılan kavramsal değişim materyallerinin yapısından da kaynaklanabilir. Bu araştırmalardan fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerine yönelik kavramsal değişim çalışmasının olmadığı görülmektedir. Araştırmalarda yapısalcı yaklaşıma, BSB'ye ve içeriğe vurgu yapılarak hazırlanan laboratuvar ortamlarının öğrencilerin kavramsal gelişimlerine (Nicosia vd., 1984; Dawson, 1999; Kanlı, 2007) yardımcı olduğu ifade edilmektedir. Fakat elektrokimya konusunda yapılan kavramsal değişim çalışmalarında BSB'ye ve bu konuların öğretiminde

laboratuvar deneylerinin etkilerine yönelik çalışmaların olmadığı görülmektedir. Literatürde sadece bir öğretim yöntemi ve/veya tekniğinin kullanılmasının öğrencinin sıkılmasına neden olmasından ve farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilerin hepsine hitap edememesinden dolayı bazı dezavantajlarının olduğu da belirtilmektedir (Dole, 2000; Şahin vd., 2009, Karşlı, 2011). Bu bağlamda elektrokimyasal piller konusunda bilinen alternatif kavramların ve eksikliklerin giderilmesine yönelik, bu konuda yapılan deney üzerinden BSB'lerinde geliştirilmesini sağlayan, onların bireysel veya grupta iş birliği yaparak aktif bir şekilde öğrenme ortamına katılmasına fırsat sunan, iki veya daha fazla kavramsal değişim yöntem ve/veya teknikleri ile zenginleştirilmiş bir laboratuvar öğrenme ortamının hazırlanması önemlidir.

Bu araştırmada yukarıda belirtilen durumlar göz önünde bulundurularak mezun olmaları çok yakın olan fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin "Elektrokimyasal Piller" konusunun işlenmesinde 5E öğretim modelinin aşamalarına ÇY, BA, KDM ve BSB'lerin gelişimini kapsayan deney etkinlikleri adapte edilerek hem kavramsal değişime hem de BSB'lere etkisinin incelenmesi amaçlanmakta ve öğretmen adaylarının zengin bir öğrenme ortamında deneyim yaşamasına imkân sunulmaktadır.

Bu kapsamda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmaktadır.

Geliştirilen rehber materyaller öğretmen adaylarının BSB'lerinin gelişiminde ne derecede etkilidir?

Geliştirilen rehber materyaller, öğretmen adaylarının çalışma kapsamında belirlenen kavramlarla ilgili olarak kavramsal yapılarında uygulama öncesinden sonrasına nasıl bir değişim gerçekleştirmiştir?

Yöntem

Bu araştırmada, geliştirilen rehber materyallerin öğretmen adaylarının BSB gelişim düzeyleri ve kavramsal değişimi gerçekleştirme düzeyleri açılarından etkisini belirlemek amaçlandığı için, ön test son test dizaynı yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini, Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında, Fen

Laboratuvarı Uygulamaları-1 dersini alan, 2 farklı şubede öğrenim gören deney grubu (N=24) ve kontrol grubu (N=25) toplam “49” 3. sınıf öğretmen adayından oluşmaktadır.

Bu araştırma kapsamında “Elektrokimyasal Piller” konusunda ele alınan kavramlar “Anot-Katot elektrot, Yükseltgenme-indirgenme potansiyeli, Yarı hücre(yarı pil) ve Galvanik hücre” dir. Bu kavramların öğretilmesinde geliştirilen öğretim materyalleri, kullanım amaçları ve bu materyallerin 5E öğretim modelinin hangi aşamalarında kullanıldığı ise Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2. Elektrokimyasal Piller konusunda geliştirilen öğretim materyalleri, kullanım amaçları ve bu materyallerin 5E öğretim modelinin hangi aşamalarında kullanıldığı

Öğretim Materyalleri	Kullanım Amaçları	5E ÖMA
BA, KDM ve deney ile desteklenmiş “Elektrokimyasal piller” isimli ÇY	Yapılacak aktivitelerin organize bir şekilde ve bir bütünlük içinde sunulmasını, etkileşimli öğrenme ortamının oluşturulmasını sağlamak, öğrencilerin kavramlar arası ilişkiler kurarak olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmesini kolaylaştırmak ve onları yönlendirmek.	1-5
BSB basamaklarına vurgu yapan “Basit bir elektrokimyasal pil yapımı” isimli deney	Laboratuar ortamında, öğrencilerin birlikte çalışarak iletişim süreci içinde olmalarını sağlamak ve basit bir pil yapmalarını sağlamak. Ayrıca onların deney süresince deney tasarlama, hipotez kurma, değişkenleri belirleme, gözlem, ölçüm ve deney yapma, veri kaydetme, grafik çizme gibi daha birçok BSB’lerini geliştirmek.	1,2
KDM	Öğrencilerin anot, katot, elektronların yönü gibi kavramlarda alternatif kavramlarının farkına varmalarını sağlamak ve bu kavramlarını bilimsel kabul gören doğru bilgilerle değiştirmek.	3
BA (Elektrokimyasal pilin çalışma prensibiyle ilgili animasyon URL-1, 2011)	Öğrencilerin elektrokimyasal pil ve kuru pil devrelerinde kimyasal enerjiden elektrik enerjisi elde edilme sürecini, gerçekleşen olayları, hareketli olarak moleküler düzeyde gösterimini sağlamak. Öğrencilerin gözlenemeyen bu süreçler için anlamalarını kolaylaştırmak ve alternatif kavramlarını düzeltmek.	3,4
ÇY’deki sorular ve tanılayıcı dallanmış ağaç	İlgili kavramlar hakkında yaygın alternatif kavramlara ve bilimsel doğru bilgilere yer verilen etkinlikte öğrencilerin kendilerince doğru olduğunu düşündükleri çıkış kapısına ulaşmalarını sağlamak ve bunları sınıfta tartışmak.	5

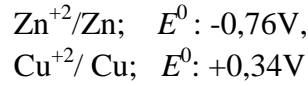
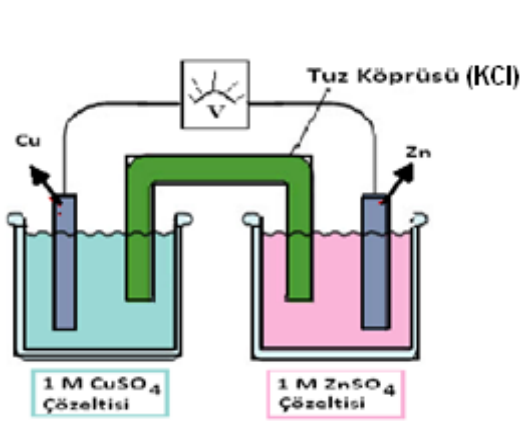
K: Konular, 5E ÖMA: 5E Öğretim Modelinin Aşamaları, 1: Girme Aşaması, 2: Keşfetme Aşaması, 3: Açıklama Aşaması, 4: Derinleştirme Aşaması, 5: Değerlendirme Aşaması

Araştırmada veri toplama aracı olarak Karşlı ve Ayas (2013) tarafından geçerliği ve güvenilirliği sağlanmış “çoklu formda bilimsel süreç becerileri testi (BİSBET)” ve

araştırmacılar tarafından geliştirilen iki aşamalı “elektrokimyasal piller kavram testi (EKPT)” kullanılmıştır. EKPT’nin güvenilirlik katsayısı 0,80 olarak hesaplanmıştır.

BİSBET’in puanlanması işlemleri çoktan seçmeli ve açık uçlu test maddeleri için ayrı ayrı yapılmıştır. Testin çoktan seçmeli test maddeleri için doğru cevaplar 1, yanlış ve boş bırakılan cevaplar ise 0 ile kodlanarak puanlanmış ve öğrencilerin testin 25 maddelik çoktan seçmeli kısmından aldığı toplam puanlar hesaplanmıştır. Testin farklı beceri türlerine yönelik olarak sorulan açık uçlu test maddelerinin puanlanmasında ise Temiz (2007) tarafından geliştirilen rubrik ve kontrol listesi gibi puanlama rehberlerinden faydalanılmıştır.

EPKT’den örnek bir soru aşağıda verilmiştir.



Standart indirgenme potansiyelleri verilmiş yandaki pil düzeninde soldaki kaptaki CuSO_4 çözeltisine Cu elektrot ve sağdaki ZnSO_4 çözeltisine de Zn elektrot daldırılmıştır. Tuz köprüsünde ise doymuş KCl çözeltisi vardır.

4. Soru: Yukarıdaki bilgilere göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

a-Dış devrede elektronların yönü anottan katoda doğrudur.

b-Zn çubuk dış devreye elektron verir ve zamanla incelir.

c-Net pil tepkimesi $\text{Zn(k)} + \text{Cu}^{+2}(\text{suda}) \rightarrow \text{Zn}^{+2}(\text{suda}) + \text{Cu(k)}$ şeklindedir.

d-Cu elektrot katottur.

e-1. kaptaki çözeltide + yüklü iyonların sayısı artmıştır.

Lütfen bu seçeneği işaretleme nedeninizi aşağıda size verilen boşluklara yazınız:

.....
.....

İlgili literatürde iki aşamalı soruların analizinde genel olarak öğrenci cevaplarının kategorilere ayrılarak puanlandığı görülmektedir (Abraham vd., 1992; Çalık vd., 2010). İki aşamalı kavram testinin analizinde (Çoktan seçmeli kısım için: Doğru seçenek, Yanlış seçenek, Boş, İkinci aşaması ise: Doğru Açıklama, Kısmen Doğru Açıklama, Alternatif Kavramlı Açıklama/ Yanlış Açıklama ve Boş) şeklinde kategoriler kullanılarak puanlama yapılmıştır. Testin birinci ve ikinci aşamalarının analizinde kullanılan kategoriler, karşılığı ve bu kategorilere verilen nicel değerler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. EPKT'in birinci ve ikinci aşamalarının analizinde kullanılan kategoriler, kategorilerin puanları ve bu kategorilerin karşılıkları

Testin Birinci Aşaması			Testin İkinci Aşaması		
Kategoriler	P	Karşılıkları	Kategoriler	P	Karşılıkları
DS (Doğru Seçenek)	4	Testin ilk aşamasında yer alan çeldiricilerden doğru olanın işaretlenmesi	DA (Doğru Açıklama)	8	Soruya yapılan açıklamalar tamamıyla bilimsel olarak doğru bilgileri içeriyor.
YS (Yanlış Seçenek)	1	Testin ilk aşamasında yer alan çeldiricilerden yanlış olan herhangi birinin işaretlenmesi/ Birden çok seçeneğin işaretlenmesi	KDA (Kısmen Doğru Açıklama)	6	Soruya yapılan açıklamalar bir kaç yönüyle sorunun cevabıyla ilişkili fakat yeterli değil.
Boş	0	Seçeneklerden hiçbirisinin işaretlenmemesi	AKA (Alternatif Kavramlı Açıklama/ Yanlış Açıklama)	2	Bilimsel olarak doğru ifadelerle çakışan yanlış ifadeler içeriyor.
			İlişkisiz-Boş- Açıklayamama (B)	0	Soruda işaretlediği seçeneği tekrarlama; soruyla ilişkisiz açıklamalar yapma ve boş.

P: Puan

Bu araştırmada BİSBET ve iki aşamalı EPKT'den elde edilen veriler analiz edilirken, verilerin normal dağılım göstermemesi nedeni ile nonparametrik istatistik tekniğinden faydalanılmıştır. BİSBET ve kavram testinde deney ve kontrol gruplarının gruplar arası ön ve son test puanları karşılaştırılırken Mann Whitney U Testi, grupların kendi içindeki ön ve son test puanları karşılaştırılırken ise Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak istatistiksel analizler yapılmıştır.

Bulgular

BİSBET'ten Elde Edilen Bulgular

Bu araştırmada kullanılan BİSBET hem çoktan seçmeli hem de açık uçlu soru formlarından oluştuğu için testin çoktan seçmeli ve açık uçlu kısımları ayrı ayrı analiz

edilmiştir. Deney (D) ve kontrol (K) gruplarında uygulanan, 25’i çoktan seçmeli ve 11’i açık uçlu sorudan oluşan, BİSBET ön ve son test puanları arasındaki gruplar arası ve grup içi karşılaştırmaların analiz sonuçları aşağıda sırası ile tablolarla birlikte verilmiştir. D ve K gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’ten aldıkları puanların Mann-Whitney U-öntest sonuçları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. BİSBET’te D ve K gruplarının ön ve son test puanlarına göre Mann-Whitney U-testi sonuçları

Gruplar	Test türü	N	BİSBET’in çoktan seçmeli kısmı				BİSBET’in açık uçlu kısmı				BİSBET çoktan seçmeli ve açık uçlu kısımlarının toplam puanları			
			Sıra Ort.	Sıra Top.	U	p	Sıra Ort.	Sıra Top.	U	P	Sıra Ort.	Sıra Top.	U	p
K	Öntest	25	23.92	598	273	.585	23.04	576	251	.327	23.08	577	252	.337
D		24	26.13	627			27.04	649			27	648		
K	Sontest	25	20.66	516	191	.029	13.76	344	19	.000	13.82	345	20.5	.000
D		24	29.52	708			36.71	881			36.65	879		

Tablo 4 incelendiğinde, D ve K gruplarının ön test puanları kendi aralarında karşılaştırıldığında BİSBET’in çoktan seçmeli, açık uçlu ve bu ikisinin toplamından aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark olmadığı ($p > .05$) görülmektedir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında ise D ve K gruplarının uygulama öncesinde BSB puanlarının birbirine yakın olduğu anlaşılmaktadır. D ve K gruplarındaki öğrencilerin BİSBET son testten aldıkları puanlar arasında deney grupları lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($p < .05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında ise D grubunun uygulama sonrasında testin çoktan seçmeli, açık uçlu ve bu ikisinin toplamından aldıkları puanlarının K’den daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

D ve K gruplarındaki öğrencilerin BİSBET ön test-son test puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. D ve K gruplarındaki öğrencilerin BİSBET ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

	Son test-Ön test	BİSBET'in çoktan seçmeli kısmı				BİSBET'in açık uçlu kısmı				BİSBET çoktan seçmeli ve açık uçlu kısımlarının toplam puanları			
		N	Sıra ort.	z*	p	N	Sıra ort.	z*	P	N	Sıra ort.	z*	p
K	Negatif sıra	10	10.85	.90	.360	2	2.25	4.25	.000	2	3.25	4.19	.000
	Pozitif sıra	13	12.88			23	13.93			23	13.84		
	Eşit	2				0				0			
D	Negatif sıra	4	11.50	2.81	.005	0	.00	4.28	.000	0	.00	4.29	.000
	Pozitif sıra	19	12.11			24	12.50			24	12.50		
	Eşit	1				0				0			

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 5 incelendiğinde, K grubundaki öğrencilerin BİSBET'in çoktan seçmeli kısmından aldıkları ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ($p > .05$). Analiz sonuçları D grubundaki öğrencilerin BİSBET'in çoktan seçmeli, açık uçlu ve bu iki formunun toplamından aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir ($p < .05$). Ön test-son test puanlarının sıra ortalamalarından, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanları lehine olduğu görülmektedir.

EPKT'ten Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde D ve K gruplarına ön ve son test olarak uygulanan EPKT'ten elde edilen verilerin istatistiksel analiz sonuçları (grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar) ve "Elektrokimyasal piller" konusundaki alternatif kavramların öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdelerinin ön ve son testlerdeki değişimi sunulmuştur.

D ve K gruplarındaki öğrencilerin EPKT ön ve son test puanlarının Mann-Whitney U sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. EPKT'te deney ve kontrol gruplarının ön ve son test puanlarına göre Mann-Whitney U-testi sonuçları

Gruplar	Test Türü	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
K	Ön test	25	24.56	614.00	289.000	.826
D		24	25.46	611.00		
K	Son test	25	15.86	396.50	71.500	.000
D		24	34.52	828.50		

Tablo 6 incelendiğinde K ve D grupları ($U=289.000$, $p> .05$) ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında ise D ve K gruplarındaki öğrencilerin EPKT ön test puanlarının birbirine yakın olduğu anlaşılmaktadır. D ve K gruplarındaki öğrencilerin EPKT'ten aldıkları puanların Mann-Whitney U-son test sonuçlarından ise K ve D grupları arasında ($U=71.500$, $p< .05$) deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında ise D grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasında testten aldıkları puanları K grubundakinden daha yüksektir.

K ve D gruplarındaki öğrencilerin EPKT ön test-son test puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Deney ve Kontrol gruplarındaki öğrencilerin EPKT ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Gruplar	Son test-Ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
K	Negatif Sıra	3	6.63	26.50	3.661*	.000
	Pozitif Sıra	22	14.21	298.50		
	Eşit	0				
D	Negatif Sıra	0	.00	.00	4.286*	.000
	Pozitif Sıra	24	12.50	300.00		
	Eşit	0				

*Negatif sıralar temelinde dayalı

Tablo 7 incelendiğinde, hem K grubundaki ($z=3.661$, $p< .05$) hem de D grubundaki ($z=4.286$, $p< .05$) öğrencilerin EPKT'ten aldıkları ön test-son test puanları arasında son test lehine anlamlı bir fark olduğu anlaşılmaktadır. Ön test-son test puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında ise gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanları lehine olduğu görülmektedir. Ayrıca K ve D gruplarında sırasıyla 22 ve 24 (tamamının) öğrencinin son test puanlarının ön test puanlarından yüksek olduğu görülmektedir.

İki aşamalı EPKT'in sorularından tespit edilen alternatif kavramların ön testte ve son testte öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdeleri hesaplanmıştır. Böylece D grubunda, elektrokimyasal piller konusunda geliştirilen materyallerin uygulama öncesinden sonrasına

hangi alternatif kavramlı açıklamalarda düzelme sağladığı ve hangi alternatif kavramların devam ettiği, K grubunda ise geleneksel yöntemin bu alternatif kavramların değişiminde nasıl etkili olduğunun karşılaştırılması sağlanmıştır. “Elektrokimyasal Piller” konusunda öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramların ön ve son testlerdeki değişimi Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8. “Elektrokimyasal piller” konusundaki alternatif kavramların öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdelerinin ön ve son testlerdeki değişimi

Öğrencilerde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar	Kontrol Grubu (%)			Deney Grubu (%)		
	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD
Yükseltgenmenin olduğu anot elektrotta zamanla kütle artışı olur.	8	8	0	8	-	+8
İndirgenmenin olduğu katot elektrotta zamanla aşınma görülür.	4	4	0	8	4	+4
Anotta indirgenme, katotta yükseltgenme olur.	0	4	-4	17	-	+17
Galvanik hücrede anot ve katottun yerlerini belirleyememe.	20	20	0	33	8	+25
Aktifliği büyük olan elektron alır katottur, aktifliği küçük olan anottur.	8	-	+8	8	-	+8
Katot elektrot voltmetrenin – kutbuna, anot ise + kutbuna bağlanır. Anot +, katot – dir.	4	8	-4	8	4	+4
Elektronlar dış devrede katottan anotta doğru gider.	12	4	+8	13	4	+9
Elektronlar +’dan –’ye doğru hareket ederler.	4	4	0	-	-	-
Tuz köprüsü anot ve katot arasında çözelti içinden elektronların geçişini sağlar.	28	4	+24	25	4	+21
Tuz köprüsü katottan anot kabına iyon geçmesini sağlar.	8	8	0	17	13	+4
Tuz köprüsü üzerinden, anottan katota iyon geçişi olur.	13	13	0	-	-	-
Tuz köprüsünden katota – yüklü iyonlar, anota + yüklü iyonlar gelir.	4	4	0	-	4	-4
Anot kabında + yüklü iyon sayısı zamanla azalır.	4	4	0	8	-	+8

ÖT: Ön Test; ST: Son Test; KD: Kavramsal Değişim; (+) işareti öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumlu kavramsal değişimi; (-) işareti öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumsuz kavramsal değişimi ifade etmektedir.

Tablo 8 incelendiğinde D ve K gruplarındaki öğrencilerin öğretimden önce “Elektrokimyasal Piller” konusunda birçok alternatif kavrama sahip olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin öğretimden sonraki cevapları incelendiğinde ise hem D hem de K grubundaki öğrencilerin alternatif kavramlarında büyük oranda azalma olduğu; bununla birlikte bu azalma oranının D grubunda daha fazla olduğu görülmektedir.

Tartışma

D grubundaki YAÖK'ün 5E öğretim modeline göre, farklı öğretim yöntem ve teknikleriyle zenginleştirilmiş bir laboratuvar ortamında yürütülen öğretim etkinliklerinin, K grubunda geleneksel laboratuvar ortamında yürütülen öğretim etkinliklerine göre öğrencilerin BSB'lerini geliştirmede daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum literatürde 5E öğretim modeline dayalı uygulamaların öğrencilerin BSB gelişimi üzerinde etkili olduğunu ortaya koyan çalışmaların sonuçlarıyla da paralellik göstermektedir (Anagün ve Yaşar, 2009; Altun Yalçın vd., 2010). Kanlı'ya (2007) göre geleneksel laboratuvar ortamı, kavramlarla ilgili yapılan deneylerde öğrencilerin BSB'lerinin geliştirilmesinde yetersiz kalmaktadır. K grubundaki öğrencilerin BSB puanlarının D grubundakine göre anlamlı derecede düşük olmasında, geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin BSB'lerinin geliştirilmesinde yetersiz kalmasıyla açıklanabilir. D grubundaki öğrencilerin BİSBET puanlarının anlamlı derecede daha yüksek çıkmasında bu grupta, geleneksel olmayan laboratuvar yöntemi ile öğrenciye kazandırılması istenen becerilere dikkat etmesi yönünde uyarıcılar vermek, öğrencinin o alanda dikkatli olmasını ve zamanla bu becerilerinin gelişimini sağlamış olabilir (Aktamış ve Ergin, 2007; Kanlı, 2007).

EPKT'den elde edilen bulgulardan, araştırma kapsamında geliştirilen materyallerin öğrencilerin ele alınan konulardaki alternatif kavramlarını giderdiği ve son test puanları lehine anlamlı derecede etki ettiği görülmektedir. Araştırmaların sonuçları ve araştırma kapsamında D grubunda 5E'nin aşamalarına farklı öğretim yöntem ve teknikleri adapte edilerek hazırlanmış etkinlikler uygulandığı dikkate alındığında, 5E öğretim modelinde farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin bir arada kullanılmasının, öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırdığı ve istenilen başarıya ulaşmada yardımcı olduğu söylenebilir. D grubundaki öğrencilerin EPKT puanlarının anlamlı derecede daha yüksek olmasının nedenleri arasında, uygulamalar kapsamında öğrencilerde çoğunlukla rastlanan alternatif kavramlar dikkate alınarak geliştirilmiş rehber materyallerin kullanılması ve bu materyaller içinde bilimsel doğrularının açıklanmasına yönelik KDM ve BA gibi öğretim etkinliklerinin olması ve bunun sonucu olarak öğrencilerin ön testlerde yanılıgılı cevaplarını düzeltmiş olma ihtimalleri düşünülebilir. Çünkü öğrenme ortamına gelmeden önce var olması muhtemel

alternatif kavramların veya öğrenme sürecinde oluşabilecek yanlışlarının tespiti ile bu alternatif kavramların doğrularıyla düzeltilmesi, kavramların daha iyi anlaşılmasına imkan sağlamaktadır (Chambers ve Andre, 1997; Guzzetti vd., 1997; Pınarbaşı, 2002).

EPKT'den "elektrokimyasal piller" konusunda öğretimden önce alternatif kavramlara sahip olan K grubundaki öğrencilerden bir kısmı öğretim sonrasında da bu kavramlarını devam ettirmişlerdir. Buna karşın D grubundaki öğrencilerde bu alternatif kavramlar ya tamamen giderilmiş, ya da büyük oranda azalmıştır. Bu durum D grubundaki öğrencilerin anot ve katot kaplarında meydana gelen durumlar hakkında alternatif kavramlarını azaltmalarında, yapılan deneyin yanı sıra olayın içsel boyutunun görülebilmesi için kullanılan BA'ların (Sanger ve Greenbowe, 2000; Doymus vd., 2010) literatürden tespit edilmiş alternatif kavramlar dikkate alınarak geliştirilmiş KDM etkinliğinin (Yürük ve Geban, 2001; Yürük, 2007) ve ardından yapılan tartışmaların (Guzzetti vd., 1997) etkili olduğu söylenebilir. Çünkü literatürde KDM'nin giriş kısmında sorulan sorularının öğrencilerin kendi fikirlerini açıklamalarında ve doğrularını nedenleri ile birlikte ilerleyen aşamada daha dikkatli dinlemelerinde etkili olduğu (Yürük ve Geban, 2001; Yürük, 2007) ve tartışmanın alternatif kavramların azaltılarak bilimsel kavramların açıklığa kavuşmasına yardımcı olduğu (Guzzetti vd., 1997) belirtilmektedir. Ayrıca D grubunda elektrokimyasal piller konusunda deneyin yanı sıra BA'lar kullanılması da öğrencilerin yaptıkları deneyde gözlenemeyen (yükseltgenme-indirgenme olaylarının, dış devrede elektronların ve tuz köprüsünde iyonların hareket yönlerinin vs.) moleküler düzeydeki olay ve süreçleri zihinlerinde daha doğru bir şekilde resmetmelerini ve canlandırmalarını sağlamış olabilir (Sanger ve Greenbowe, 2000; Yang vd., 2003; Talib vd., 2005; Doymus vd., 2010; Karslı ve Çalık, 2012). BA'lar kullanılarak yapılan öğretimin öğrencilerde kimya kavramlarının daha iyi ve kolay anlaşılmasına yardımcı olduğu, öğretmenler tarafından yapılan açıklamalarla ve diğer öğretim yöntem ve tekniklerle desteklenmesi durumunda kavramların akla yatkınlığını sağlaması bakımından etkili olduğu da belirtilmektedir (Yang vd., 2003; Özmen ve Kolomuç, 2004). Ön testteki alternatif kavramlarını öğretim sonrasında da devam ettiren öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun kontrol grubundaki öğrenciler olduğu görülmektedir (Tablo 8). Bu durum geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin elektrokimyasal piller konusundaki alternatif kavramlarını gidermede yeterli olmadığını gösterebilir (Ekici, 2007).

Bununla birlikte Tablo 8'den K grubundan 1 öğrencinin "Anotta indirgenme, katotta yükseltgenme olur" şeklindeki alternatif kavramda öğretim öncesinden sonrasına artış gözlemlenmiştir. K grubunda öğrencilere yükseltgenme ve indirgenmenin ne olduğu örneklerle açıklanmasına rağmen, öğrencilerin bazılarının bu kavramları birbirinin yerine kullandıkları anlaşılmaktadır. Bu durum öğrencilerin kavramlarla ilgili düşüncelerinin oluşmasında kavramların algılanma şeklinin önemli olduğunun göstergesi olarak yorumlanabilir. Fakat uygulamalardan sonra hiçbir öğrencinin son test cevaplarında ön testte tespit edilen alternatif kavramlar haricinde yeni alternatif kavramlar oluşmamıştır.

Sonuç ve Öneriler

YAÖK'ün 5E öğretim modeline göre, farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş bir laboratuvar rehber materyalinin, geleneksel laboratuvar ortamında yürütülen öğretim etkinliklerine göre öğrencilerin BSB'lerini geliştirmede daha etkili olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

Öğretim sonrasında özellikle D grubundaki öğrencilerde alternatif kavramların büyük ölçüde azalması, bu gruplarda öğrencilerin alternatif kavramları da dikkate alınarak hazırlanmış materyallerin (ÇY, KDM, BA, ve deney gibi farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin 5E'nin farklı aşamalarına adapte edilerek bir arada kullanılması ile oluşturmuş) kullanılmasının bir sonucu olarak düşünülmektedir. Bu durum olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirilmede deney ve anlatım yöntemlerinin (geleneksel öğretim yöntemi) yalnız başına kullanılması yerine farklı kavramsal değişim yöntemlerinin birlikte kullanılarak öğretimin zenginleştirilmesinin ve geleneksellikten uzaklaşılmasının gerektiği sonucunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar ışığında aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.

- Bu araştırmadaki benzer materyaller, farklı konu ve disiplinlerde ve diğer branşlardaki öğretmen adaylarına ve öğretmenlere yönelik olarak hazırlanıp uygulanabilir.
- Materyaller geliştirilirken; uygulamaların nasıl yürütüleceğini, konunun öğretimi sürecinde nelere dikkat edileceğini, kısacası öğretmenin ihtiyaç duyabileceği tüm bilgileri, içeren öğretmen rehber kılavuzları hazırlanmalıdır.

- Bu araştırmadaki benzer kavramsal değişim sağlamaya ve BSB geliştirmeye yönelik materyallerin yaygın olarak kullanılmasına geçilmesi için özellikle araştırmacıların araştırmalarında ve öğretmen adaylarının eğitim fakültelerindeki dersler kapsamında geliştirdikleri nitelikli materyalleri yükleyebilecekleri bir web sitesinin oluşturulması ve bir materyal bankasının oluşturulması sağlanabilir.
- Öğretmen ve öğretmen adaylarını, laboratuvarları daha çok teorik derslerde öğrenilenlerin uygulamasının yapıldığı bir yer olarak görme alışkanlığından uzaklaştırmalı, onlara laboratuvarları BSB kazanımı ve kavram öğretimini (beceri, teorik ve uygulama) birlikte ele alarak uygulamaların yapıldığı bir öğrenme ortamı olarak görebilmeleri için bakış açısı ve alışkanlık kazandırılmalıdır.

NOT: Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından BAP 2009.116.002.1 Kodlu Proje kapsamında desteklenmiştir. Yetkililere teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Acar, B. & Tarhan, L. (2007). Effect of Cooperative Learning Strategies on Students' Understanding of Concepts in Electrochemistry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 349-373.
- Aktamış, H. & Ergin, Ö. (2007). Bilimsel Süreç Becerileri ile Bilimsel Yaratıcılık Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 11-23.
- Altun Yalçın, S., Açıışlı, S. & Turgut, Ü. (2010). 5E Öğretim Modelinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel İşlem Becerilerine ve Fizik Laboratuvarlarına Karşı Tutumlarına Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18, 1, 147-158
- Anagün, Ş. & Yaşar, Ş. (2009). İlköğretim Beşinci Sınıf Fen ve Teknoloji Dersinde Bilimsel Süreç Becerilerinin Geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 8, 3, 843-865.
- Ayas, A. & Demirbaş, A. (1997). Turkish Secondary Students' Conception of Introductory Chemistry Concepts. *Journal of Chemical Education*, 74, 5, 518-521.
- Ayas, A., Özmen, H. & Çalık, M. (2010). Students' Conceptions of the Particulate Nature of Matter at Secondary and Tertiary Level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 1, 165-184.
- Aydoğan, S., Güneş, B. & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanılgıları. *G. Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 2, 111-124.
- Beaumont Walters, Y. & Soyibo, K. (2001). An Analysis of High School Students' Performance on Five Integrated Science Process Skills. *Journal of Research in Science & Technological Education*, 19, 2, 133-143.
- Bodner, G. M. (1990). Why Good Teaching Fails and Hard-Working Students Do Not Always Succeed. *Spectrum*, 28, 1, 27-32.

- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. & Geban, Ö. (2004). Kimyadaki Bazı Yaygın Yanlış Kavramalar. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 1, 135-146.
- Carey S., Evans, R., Honda M., Jay, E. & Unger, C. (1989). An Experiment is When You Try it and See if it Works": A Study of Grade 7 Students' Understanding of the Construction of Scientific Knowledge. *International Journal of Science Education*, 11, 514-529.
- Carin, A. A. & Bass, J. E. (2001). *Teaching Science As Inquiry*, Ninth Edition, Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Colley, K. E. (2006). Understanding Ecology Content Knowledge and Acquiring Science Process Skills Through Project-Based Science Instruction. *Science Activities*, 43, 1, 26-33.
- Coştu, B. & Ünal, S. (2005). Le-Chatelier Prensibinin Çalışma Yaprakları İle Öğretimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Elektronik Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 1-10.
- Dawson, C. C. (1999). The Effect of Explicit Instruction in Science Process Skills on Conceptual Change: A Case Study of Photosynthesis, PhD Thesis, University of Northern Colorado.
- Dole, J. A. (2000). Readers, Texts and Conceptual Change Learning. *Reading and Writing Quarterly*, 16, 99-118.
- Doymus, K., Karacop, A. & Simsek, U. (2010). Effects of Jigsaw and Animation Techniques on Students' Understanding of Concepts and Subjects in Electrochemistry. *Education Technology Research Development*, 5 6, 671-691.
- Driver, R. & Easley, J. (1978). Pupils and Paradigms: A Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Ekici, F. (2007). Yapılandırmacı Yaklaşımına Uygun 5E Öğrenme Döngüsüne Göre Hazırlanan Ders Materyalinin Lise 3. Sınıf Öğrencilerinin Yükseltgenme-İndirgenme Tepkimeleri ve Elektrokimya Konuları Anlamalarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Fensham, P. J. (1988). Approaches to the Teaching of STS in Science Education. *International Journal of Science Education*, 10, 4, 346-356.
- Finley, F. N., Stewart, J. & Yarroch, W. L. (1982). Teachers' Perceptions of Important and Difficult Science Content. *Science Education*, 66, 4, 531-538.
- Garnett, P. L. & Treagust D. F. (1992a). Conceptual Difficulties by Senior High School Students of Electrochemistry: Electric Circuits and Oxidation-Reduction Equations. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 2, 121-142.
- Garnett, P. L. & Treagust, D. F. (1992b). Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 10, 1079-1099.
- Gonzalez, F. M. (1997). Diagnosis of Spanish Primary School Students' Common Alternative Science Concepts. *School Science and Mathematics*, 97, 2, 68-74.
- Guzzetti, B. J., Williams, W. O., Skeels, S. A. & Wu, S. M. (1997). Influence of Text Structure on Learning Counterintuitive Physics Concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 701-719.
- Huddle, P. A., White, M. W. & Rogers, F. (2000). Simulations for Teaching Chemical Equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 77, 7, 920-926.

- Kanlı, U. (2007). 7E Modeli Merkezli Laboratuvar Yaklaşımı ile Doğrulama Laboratuvar Yaklaşımlarının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimine ve Kavramsal Başarılarına Etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karşlı, F. (2011). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmesinde ve Kavramsal Değişim Sağlamasında Zenginleştirilmiş Laboratuvar Rehber Materyallerinin Etkisi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karşlı, F. & Ayas, A. (2013). Fen ve Teknoloji Dersi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerinin Ölçülmesine İlişkin Bir Test Geliştirme Çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi(TÜFED)*, 10 (2), 67-84.
- Karşlı, F. & Çalık, M. (2012). Can Freshman Science Student Teachers' Alternative Conceptions of 'Electrochemical Cells' Be Fully Diminished? *Asian Journal of Chemistry*, 23, 12, 485-491.
- Kayalı, H. A. & Tarhan, L. (2004). İyonik Bağlar Konusunda Kavram Yanılgılarının Giderilmesi Amacıyla Yapılandırmacı Aktif Öğrenmeye Dayalı Bir Rehber Materyal Uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 145-154.
- Koray, Ö., Köksal, M. S., Özdemir, M. & Presley, A. İ. (2007). The Effect of Creative and Critical Thinking Based Laboratory Applications on Academic Achievement and Science Process Skills. *Elementary Education Online*, 6, 3, 377-389.
- Kula, Ş. G. (2009). Araştırmaya Dayalı Fen Öğrenmenin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri, Başarıları, Kavram Öğrenmeleri ve Tutumlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lee, A. T., Hairston, R. V., Thames, R., Lawrence, T. & Herron, S. S. (2002). Using a Computer Simulation to Teach Science Process Skills to College Biology and Elementary Education Majors. *Computer Simulations Bioscene*, 28, 4, 35- 42.
- Nakhleh, M. B. & Krajcik, J. S. (1994). Influence of Levels of Information as Presented by Different Technologies on Students' Understanding of Acid, Base, and pH Concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 10, 1077-1096.
- Niaz, M. (2002). Facilitating Conceptual Change in Students' Understanding of Electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 24, 425-439.
- Niaz, M. & Chacon, E. (2003). A Conceptual Change Teaching Strategy to Facilitate High School Students' Understanding of Electrochemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 12, 2, 129-134.
- Nicosia, A. M. L., Mineo, S. R. M. & Valenza, M. A. (1984). The Relationship Between Science Process Abilities of Teachers and Science Achievement of Students: An Experimental Study. *Journal of Research in Science Teaching*, 21, 853-858.
- Nieswandt, M. (2001). Problems and Possibilities for Learning in an Introductory Chemistry Course From a Conceptual Change Perspective. *Science Education*, 85, 158-179.
- Ogude, A. N. & Bradley, J. D. (1994). Ionic Conduction and Electrical Neutrality in Operating Electrochemical Cells. *Journal of Chemical Education*, 71, 1, 29-34.
- Orgill, M. & Bodner, G. (2004). What Research Tells Us About Using Analogies to Teach Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 5, 1, 15-32.

- Özkaya, A. R. (2002). Conceptual Difficulties Experienced by Prospective Teachers in Electrochemistry: Half-Cell Potential, Cell Potential, and Chemical and Electrochemical Equilibrium in Galvanic Cells. *Journal of Chemical Education*, 79, 6, 735-738.
- Özkaya, A. R., Üce, M., Sarıçayır, H. & Şahin, M. (2006). Effectiveness of a Conceptual Change-Oriented Teaching Strategy to Improve Students' Understanding of Galvanic Cells. *Journal of Chemical Education*, 83, 11, 1719-1723.
- Özmen, H. & Kolomuç, A. (2004). Bilgisayarlı Öğretimin Çözümler Konusundaki Öğrenci Başarısına Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12, 1, 57-68.
- Pınarbaşı, T. (2002). Çözünürlük ile İlgili Kavramların Anlaşılmasında Kavramsal Değişim Yaklaşımının Etkinliğinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Rollnick, M., Zwane, S., Staskun, M., Lotz, S. & Gren, G. (2001). Improving Pre-laboratory Preparation of First Year University Chemistry Students. *International Journal of Science Education*, 23, 10, 1053-1071.
- Sanger, M. J. & Greenbowe T. J. (1999). An Analysis of College Chemistry Textbooks as Sources of Misconceptions and Errors in Electrochemistry: Galvanic, Electrolytic and Concentration Cells. *Journal of Chemical Education*, 76, 6, 853-860.
- Sanger, M. J. & Greenbowe, T. J. (1997). Students' Misconceptions in Electrochemistry: Current Flow in Electrolytic Solutions and the Salt Bridge. *Research, Science & Education*, 7, 74, 819-823.
- Sanger, M. J. & Greenbowe, T. J. (2000). Addressing Student Misconceptions Concerning Electron Flow in Aqueous Solutions with Instruction Including Computer Animations and Conceptual Change Strategies. *International Journal of Science Education*, 22, 5, 521-537.
- Schmidt, H. J., Marohn, A. & Harrison, A. G. (2007). Factors That Prevent Learning in Electrochemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 2, 258-283.
- Şahin, Ç., Çalık, M. & Çepni, S. (2009). Using Different Conceptual Change Methods Embedded Within 5E Model: A Sample Teaching of Liquid Pressure. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 1, 3, 115-125.
- Talib, O., Matthews, R. & Secombe, M. (2005). Computer-Animated Instruction and Students' Conceptual Change in Electrochemistry: Preliminary Qualitative Analysis. *International Education Journal*, 5, 5, 29-42.
- Tan, M. & Temiz, B. K. (2003). Fen Öğretiminde Bilimsel Süreç Becerilerinin Yeri ve Önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 13, 89-101.
- Temiz, B. K. (2007). Fizik Öğretiminde Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerinin Ölçülmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Treagust, D. F. (1988). Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconceptions in Science. *International Journal of Science Education*, 10, 2, 159-169.
- URL-1,
<http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/simDownload/index4.html#electrochem> Electrochemistry Animations. 28 Nisan 2011.

-
- Ünal, S. & Coştu, B. (2005). Problematic Issue for Students: Does It Sink or Float? *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6, 1, 3.
- Yang, E., Andre, T. & Greenbowe, T. (2003). Spatial Ability and the Impact of Visualization/Animation on Learning Electrochemistry. *Journal of Science Education*, 25, 3, 329-349.
- Yılmaz, A., Erdem, E. & Morgil, İ. (2002). Students' Misconceptions Concerning Electrochemistry. *Hacettepe University Journal of Education*, 23, 234-242.
- Yürük, N. (2007). The Effect of Supplementing Instruction with Conceptual Change Texts on Students' Conceptions of Electrochemical Cells. *Journal of Science Technology*, 16, 515-523.
- Yürük, N. & Geban, Ö. (2001). Conceptual Change Text: A supplementary Material to Facilitate Conceptual Change in Electrochemical Cell Concepts, Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, March, St. Louis, MO.

Extended Summary

Is it Possible to Eliminate Alternative Conceptions and to improve Scientific Process Skills with Different Conceptual Change Methods? 'An Example of Electrochemical Cells'³

Fethiye KARSLI, Alipaşa AYAS

Introduction

The content of science consists of scientific concepts and Scientific Process Skills (SPS). Which one is more important: Giving the scientific content to the students or SPS in science education? Both scientific content and SPS have the same importance in science education. When the literature is investigated, it is observed that there has been a positive relationship between students' conceptual development and SPS (e.g. Beaumont Walters & Soyibo, 2001).

In order to succeed conceptual teaching effectively and gain SPS, the students first need to get rid of alternative conceptions and to teach them how to reach information. However, when the studies conducted both in Turkey and in the other countries around the world are investigated, it was determined that the students have some alternative conceptions before or after they come to the class environment and the students's SPS levels are low. Term 'alternative conceptions' means that students hold various conceptions which differ from the scientific one accepted by scientific community (e.g. Bodner, 1990). In fact, because alternative conceptions are not necessarily spontaneous ideas, they may result from instruction, or teachers, or the textbooks or the discrepancy between daily language and scientific language or students' social environments (Nieswandt, 2001). This means that teachers are potentially one of resources producing alternative conceptions. Phrased

³ Note: This study was supported by Research Fund of Karadeniz Technical University, Project Number: 2009.116.002.1

differently, if teachers or student teachers do not fully hold sophisticated subject matter knowledge and think their existing conceptions are correct, they may engender students' alternative conceptions (Karslı & Çalık, 2012). For this reason, remedying student teachers' alternative conceptions would be worthwhile to prevent teacher-based alternative conceptions.

Chemistry course has been described as a difficult subject by students of different ages in different countries it has a lot of abstract concepts (Orgill & Bodner, 2004; Ayas & Demirbaş, 1997). As well as, it was determined that "electrochemical cells" was the one of the difficult topics to teach and understand for teachers, student teachers and students because of being its both complex and contain qualitative and quantitative variables (Ogude & Bradley, 1994).

There are studies conducted to determine alternative conceptions about electrochemical cells concepts in the literature. Further, their sample range is varied: high school and graduate students (Schmidt et., 2007; Ogude & Bradley, 1994; Sanger & Greenbowe, 1997), and even the chemistry textbooks (Sanger and Greenbowe, 1999). Since identifying and/or categorizing students' alternative conceptions are not enough to overcome them. Conceptual change studies have generally concentrated on one conceptual change method and/or technique on electrochemical cells concepts. They have also often employed one conceptual change method and/or technique to facilitate students' conceptions. All of them point out that their used conceptual change methods and/or techniques are effective in remedying students' alternative conceptions. But they also report that their used techniques fail to completely overcome the students' alternative concepts on the electrochemical cells. Unfortunately, this may stem from structure of conceptual change method and/or technique. That is, using just one teaching method to accomplish conceptual change may in fact result in some disadvantages (Karslı and Çalık, 2012). For example, it is generally not possible to find a course book or curriculum document that incorporates conceptual change text for all topics of study at school. In any case again students soon become bored with continued reading of conceptual change texts (Orgill & Bodner, 2004). A similar situation applies to the repeated use of computer animation or analogy (Huddle, White & Rogers, 2000). To prevent such problems, using two or more conceptual change

methods or techniques may help students develop a better conceptual understanding because this process gives an opportunity for students and improve their SPS to expose to an enriched learning environment.

Purpose of the Study

The aim of this study is to develop a laboratory guided material offering the opportunity on both improving SPS and conceptual change of prospective science teachers about the concepts of “Electrochemical Cells” at the course of laboratory practices in science education and investigate the effectiveness of the material on them.

Methodology

The sample of the study consisted of 49 third-year students enrolled in two different classes of Department of Science Teaching Programme in Faculty of Education in Giresun University. A quasi-experimental approach with a pre-test–post-test design was used in this study. Experimental group was instructed with enriched laboratory guide materials embedded different teaching methods and techniques such as worksheet, computer animations, conceptual change text, hands-on activities, and experiment within 5E model. Control group was instructed with traditional methods (theoretical knowledge, question-answer, and experiment).The data were gathered by means of Multiple Form of Science Process Skills Test (MSPST) developed by Karşlı and Ayas (2013) and two- tier Electrochemical Cells Concept Tests (ECCT).

Results

The statistical analysis of the data obtained from the MSPST and two- tier ECCT indicated that there were significant differences in favor of the experimental group in terms of the prospective science teachers’ achievement both their SPS and conceptual change ($p < 0.5$). The results obtained from qualitative data indicated that laboratory guide materials based on the 5E instructional model and enriched with different teaching methods and techniques helped the prospective science teachers both to improve their SPSs and achieve conceptual change together with removing their alternative conceptions. In order to teach the concepts and improve SPS of students, activities or teaching materials such studies

illustrated here should be developed, applied and examined the effectiveness of physics, chemistry, and biology courses.

References

- Ayas, A. & Demirbaş, A. (1997). Turkish Secondary Students' Conception of Introductory Chemistry Concepts. *Journal of Chemical Education*, 74, 5, 518-521.
- Beaumont Walters, Y. & Soyibo, K. (2001). An Analysis of High School Students' Performance on Five Integrated Science Process Skills. *Journal of Research in Science & Technological Education*, 19, 2, 133-143.
- Bodner, G. M. (1990). Why Good Teaching Fails and Hard-Working Students Do Not Always Succeed. *Spectrum*, 28, 1, 27-32.
- Huddle, P. A., White, M. W. & Rogers, F. (2000). Simulations for Teaching Chemical Equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 77, 7, 920-926.
- Karşlı, F. & Ayas, A. (2013). Fen ve Teknoloji Dersi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerinin Ölçülmesine İlişkin Bir Test Geliştirme Çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi(TÜFED)*, 10 (2), 67-84.
- Karşlı, F. & Çalık, M. (2012). Can Freshman Science Student Teachers' Alternative Conceptions of 'Electrochemical Cells' Be Fully Diminished? *Asian Journal of Chemistry*, 23, 12, 485-491.
- Nieswandt, M. (2001). Problems and Possibilities for Learning in an Introductory Chemistry Course From a Conceptual Change Perspective. *Science Education*, 85, 158-179.
- Ogude, A. N. & Bradley, J. D. (1994). Ionic Conduction and Electrical Neutrality in Operating Electrochemical Cells. *Journal of Chemical Education*, 71, 1, 29-34.
- Orgill, M. & Bodner, G. (2004). What Research Tells Us About Using Analogies to Teach Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 5, 1, 15-32.
- Orgill, M. & Bodner, G. (2004). What Research Tells Us About Using Analogies to Teach Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 5, 1, 15-32.
- Sanger, M. J. & Greenbowe T. J. (1999). An Analysis of College Chemistry Textbooks as Sources of Misconceptions and Errors in Electrochemistry: Galvanic, Electrolytic and Concentration Cells. *Journal of Chemical Education*, 76, 6, 853-860.
- Sanger, M. J. & Greenbowe, T. J. (1997). Students' Misconceptions in Electrochemistry: Current Flow in Electrolytic Solutions and the Salt Bridge. *Research, Science & Education*, 7, 74, 819-823.
- Schmidt, H. J., Marohn, A. & Harrison, A. G. (2007). Factors That Prevent Learning in Electrochemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 2, 258-283.