

ELEKTROKİMYASAL PİLLER KONUSUNUN ÖĞRETİMİNDE KAVRAM KARİKATÜRLERİNİN KULLANIMI

Doç. Dr. Hülya Demircioğlu
KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi
OFMAE Bölümü, Trabzon
hulyadem76@hotmail.com

Semih Yılmaz
KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
semhyilmz@gmail.com

Doç. Dr. Gökhan Demircioğlu
KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi
OFMAE Bölümü, Trabzon
demircig73@hotmail.com

Özet

Sınıf ortamında kullanılan öğretim materyalleri öğrencilerin ne kadar çok duyu organına hitap ederse öğrenme o kadar etkili ve kalıcı olacaktır. Bu duruma katkı sağlayan materyallerden birisi de kavram karikatürleridir. Bu çalışmanın amacı, elektrokimyasal piller konusunun öğretiminde kullanılan kavram karikatürlerinin öğrencilerin başarıları üzerindeki etkisini araştırmaktır. Çalışmada, yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Örneklem, bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 28 birinci sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Veri toplama aracı kullanılan test üç açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Uygulama sonunda deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencileri arasında başarı açısından son test puanlarında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($U=59,5$; $p=0,077$). Bununla birlikte kavram karikatürleri deney grubu (son test ortalama= 36,57) öğrencilerinin anlama ve başarı düzeylerinin artırılmasında geleneksel yöntemle ders işleyen kontrol grubu (son test ortalama= 27,50) öğrencilerine göre daha etkili olmuştur. Öğretim elemanları, öğrencilerin kimyanın anlaşılması zor bir ders olduğu ön yargısını ortadan kaldırmak, derse aktif katılımını sağlamak ve dersi daha eğlenceli hale getirmek için kavram karikatürlerinden yararlanabilirler.

Anahtar Sözcükler: Genel Kimya Dersi, Kavram Karikatürü, Elektrokimyasal Piller.

USING CONCEPT CARTOONS IN THE TEACHING OF ELECTROCHEMICAL CELLS SUBJECT

Abstract

Teaching materials that are used in the classroom environment appeal to many senses of students, learning will be more effective and permanent. The concept cartoons are one of these materials that contribute to this situation. The purpose of this study is to investigate the effect of concept cartoons that used in the teaching of electrochemical cells subject on student' achievement. A quasi-experimental design was used. The sample consisted of 28 first year students in a state university. A test consisting of three open-ended questions was used as data collection tools. After the treatment, in the post-test scores no significant differences were found between control and experimental group in terms of achievement ($U=59.5$; $p=0.077$). However, the concept cartoons were more effective in increasing experimental group students' levels of understanding and achievement (posttest mean = 36.57) than control group students (posttest mean = 27.50) taught with traditional approach. Lecturers can benefit from the concept cartoons to eliminate the students' prejudices that chemistry was difficult to understand, to ensure the active participation of students in course and to make the courses more entertaining.

Keywords: General Chemistry Course, Concept Cartoon, Electrochemical Cells.

GİRİŞ

Günümüzde kabul gören anlayış, “öğrenme, öğrencilerin fikirlerini tartışabildiği, düşüncelerini açıkça ifade edebildiği ve onları aktif kılan ortamların oluşturulmasıyla daha etkin gerçekleşir” şeklindedir. Böyle bir ortamda bulunan öğrenci, soru sorma, karşılaştırma yapma, açıklama yapma, örnek bulma, anlam çıkarma, önceki öğrenilenlerle bağ kurma, değerlendirme, çıkarımda bulunma gibi bilişsel içerikli öğrenme faaliyetlerini gerçekleştirebileceği fırsatlar elde eder (Açıkgöz, 2008: 17). Kavram karikatürleri öğrencilerin derse aktif katılmalarını sağlayabilecek (Balım, İnel ve Evrekli, 2008) ve bu fırsatları değerlendirebileceği görsel araçlardan birisidir. Tartışmaya ortam hazırlamak (Long ve Marson, 2003), öğrencilerin katılımını ve motivasyonunu artırmak, öğrenim ve öğretimi desteklemek (Keogh, Naylor, de Boo ve Feasey, 1999; Uğurel ve Morali, 2006) için kavram karikatürleri kullanılabilir.

Fen derslerinde kavram karikatürlerinin kullanımının, öğrencilerin dikkatlerini derse yoğunlaştırarak eğlenceli, görsel ve görüşlerini tartışabilecekleri öğrenme ve bilgiyi yapılandırma ortamları oluşturabileceği iddia edilmektedir (Balım, İnel ve Evrekli, 2008; Evrekli ve Balım, 2010). Bunun yanında, kavram karikatürlerinin öğretmenler için fen öğretimine yönelik etkili ve gelişimci bir yaklaşım sağladığı da (Keogh ve Naylor, 1996) ifade edilmektedir. Çünkü kavram karikatürleri özellikle fen derslerinde tartışmayı başlatmak için etkili bir uyarıcı olarak kullanılabilir (Keogh, Naylor ve Downing, 2003). Bununla birlikte, kavram karikatürlerinin öğrencilerin dikkatlerini derse yoğunlaştırarak ilgi ve motivasyonlarını artırdığı ve öğrencilerin eğlenerek öğrenmelerine katkıda bulunduğu da (Keogh, Naylor ve Wilson, 1998; Erdoğan ve Cerrah Özsevgeç, 2012; Şaşmaz Ören ve Yılmaz, 2013) ifade edilmektedir.

Alan yazın incelendiğinde, kavram karikatürlerinin farklı değişkenler üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, kavram karikatürlerinin öğrencilerin akademik başarıları (Evrekli ve Balım, 2010; Taşkın, 2014), sorgulayıcı öğrenme becerileri (Evrekli ve Balım, 2010; Gül, Özay Köse ve Konu, 2014; Evrekli ve Balım, 2015), matematik kaygıları (Şengül ve Aydın, 2013), kavramsal anlamaları (Türkoğuz ve Cin, 2013; Gül, Özay Köse ve Konu, 2014), alternatif fikirlerin belirlenmesi (Uzoğlu, Yıldız, Demir ve Büyükkasap, 2013), alternatif fikirlerin giderilmesi (Erdoğan ve Cerrah Özsevgeç, 2012) ve tutumları (Çetin, 2012; Şengül ve Dereli, 2013; Taşkın, 2014) üzerine etkisi araştırılmıştır. Bunun yanı sıra, asitler ve bazlar (Özmen, Demircioğlu, Burhan, Naseriazar ve Demircioğlu, 2012), maddenin tanecikli yapısı (Öztuna Kaplan ve Boyacıoğlu, 2013), ısı ve sıcaklık (Yavuz ve Büyükekeşi, 2011), kovalent bağ, maddenin halleri (Kabapınar, 2005), madde ve ısı (Balım, Deniz Çeliker, Kaçar, Evrekli, Türkoğuz, İnel, Özcan ve Ormanci, 2012), erime ve çözünme (Kabapınar, 2009; Kabapınar, 2005) gibi kimya konularında farklı sınıf seviyelerinde kavram karikatürlerinin kullanıldığı görülmektedir. Ancak elektrokimyasal piller konusunda kavram karikatürleri ile ilgili yapılan bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Elektrokimya ve bu konu ile ilişkili kavramlar hem öğrenciler hem de öğretmenler tarafından anlaşılması en zor konu olarak nitelendirilmektedir (Finley, Stewart ve Yaroch, 1982; Bojczuk, 1982; Butts ve Smith, 1987). Öğrencilerin bu konuda sahip oldukları anlama zorlukları Sanger ve Greenbowe (1997) tarafından şu şekilde sıralanmıştır: 1) Galvanik hücrelerde anot ve katodu belirleme, 2) Standart yarı pil için gereklilikleri anlama, 3) Galvanik, elektrolitik ve derişim pillerinde elektron hareketini anlama, 4) Anot ve katottaki yükü anlama, 5) Galvanik hücre ürünlerini ve gerilimini tahmin etme, 6) Elektrolitik pillerde anot ve katodu belirleme, 7) Elektroliz ürünlerini ve uygulanması gereken gerilimin büyüklüğünü tahmin etme, 8) Derişim pillerinde anot ve katodu belirleme, 9) Derişim pillerinin ürünlerini ve gerilimini tahmin etme.

Yukarıda bahsi geçen anlama zorluklarının nedeni, gerçekleşen olayların öğrenciler tarafından gözlenememesi ve sadece işlemler bittiğinde sonucu ya da oluşan ürünü görmeleri olabilir. Somut bir şekilde her aşamanın takip edilememesi ve aşamaların ayrıntılı olarak tartışılmaması da öğrenmeyi zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, elektrokimya konusu öğretilirken öğrenmeyi ve anlamayı kolaylaştıracak daha etkili öğretim yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir (Al-Soudi, 1989). Ancak mevcut ve oluşabilecek alternatif fikirler dikkate alınarak uygulanması yöntemin etkinliğini (Geban, Ertepinar, Yayla ve Işık, 1999) ve kavramsal anlamayı da arttıracaktır. Kavram karikatürlerinin öğrenme ortamlarında kullanılmasının bir nedeni de öğretim öncesinde öğrencilerde

var olan ön bilgileri açığa çıkarması (Özüredi, 2009) ve sınıf içi tartışmayı kısa sürede başlatarak tüm öğrencilerin karikatürdeki problemi, olayı ya da durumu çözmek için fikirler öne sürmelerinde ön ayak olmasıdır.

Bir başka ifadeyle, kavram karikatürleri öğrencilerin alternatif fikirlerini belirlemeye, birlikte tartışma ve araştırma ortamı sağlayarak bu fikirlerin yerine bilimsel doğruları koymalarına katkıda bulunur (Keogh ve Naylor, 2000; Kabapınar, 2009). Bu çalışmanın amacı, elektrokimyasal piller konusunun öğretiminde kullanılan kavram karikatürlerinin öğrencilerin başarıları üzerindeki etkisini araştırmaktır.

YÖNTEM VE ÖRNEKLEM

Çalışmada, yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Yöntemin farklı uygulamaları olmakla birlikte bu çalışmada öntest-sontest kontrol gruplu bir tasarım kullanılmıştır (Robson, 1988; Karasar, 1999). Örneklem, Karadeniz Teknik Üniversitesi Kimya Öğretmenliği programına kayıtlı 1. sınıf öğrencileri (N=14) ile Fen Fakültesi Kimya Bölümü programına kayıtlı 1. sınıf öğrencileri (N=14) olmak üzere toplam 28 öğrenciden oluşmaktadır. Kura yöntemiyle kimya bölümü öğrencileri kontrol, eğitim fakültesi öğrencileri deney grubu olarak tayin edilmiştir.

Veri Toplama Aracı

Veri toplama aracı olarak üç açık uçlu sorudan oluşan bir test kullanılmıştır. Testte kullanılan sorular Cıdam (2011) tarafından yapılan bir çalışmadan uyarlanmıştır. Bu çalışmada çoktan seçmeli soru formatında olan sorular açık uçlu hale getirilmiştir. Oluşturulan testin geçerliğini arttırmak için, kimya eğitimi alanında uzman iki öğretim üyesine incelettirilmiştir. Son şekli verilen test, belirlenen örneklem grubuna çalışmadan iki hafta önce ön test, çalışma tamamlandıktan bir hafta sonra da son test olarak uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan test Ek 1'de verilmiştir.

Verilerin Analizi

Veri toplama aracından elde edilen veriler 100 üzerinden değerlendirilmiştir. Sorular sırasıyla şu şekilde puanlandırılmıştır: 1. soruda (a) ve (b) seçenekleri yapılacak kısa bir açıklama sorusu niteliği taşıdığı için beşer puan olarak ele alınmıştır. (c) seçeneğinde ise gerekli tepkimelerin ele alınarak bir hesaplama sorusu niteliği taşıdığı için on puan olarak ele alınmıştır. 2. soruda (a) ve (d) seçenekleri kısa bir bilgi sorusu olduğu için beşer puan olarak alınmış iken (b) seçeneği daha kapsamlı bir bilgi sorusu niteliği taşıdığı için on puan olarak ele alınmıştır. (c) seçeneği ise bir analiz sorusu olduğu için on puan olarak ele alınmıştır. 3. soruda (a) ve (d) seçenekleri kısa bir bilgi sorusu olduğu için beşer puan olarak alınmıştır. (b) seçeneği ise bir sentez sorusu olduğu için 15 puan olarak ele alınmıştır. (c) seçeneğinde ise değerlendirme niteliğinde bir soru ele alınmıştır ve 20 puan olarak değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde öğrencilerin ön ve son testten elde ettikleri puanlar, Mann Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Kavram Karikatürleri

Her iki grupta da dersler çalışmanın ikinci yazarı tarafından gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ders kitabı takip edilerek ve soru –cevap yöntemi kullanılarak Elektrokimyasal Piller konusu iki ders saati (50+50 dk) süresinde tamamlanmıştır. Deney grubunda ise, yine aynı sürede hazırlanan dört farklı kavram karikatürü kullanılarak dersler yürütülmüştür. Hazırlanan kavram karikatürleri öğrencilere dağıtılmış ve karikatürlerden yola çıkılarak yorumlarda bulunmaları sağlanmıştır. Ayrıca katıldıkları düşünceyi karikatür üzerinde işaretlemeleri ya da farklı düşünceleri varsa yazmaları sağlanmıştır. Ardından öğrenciler konuyu öğretim elemanı ile tartışmış ve farklı örnekler üzerinde açıklamalarda bulunulmuştur. Değerlendirme aşamasında karikatürler tekrar ele alınarak öğrencilerin kendilerini değerlendirmeleri sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan kavram karikatürlerinden birisi Ek 2'de örnek olarak verilmiştir.

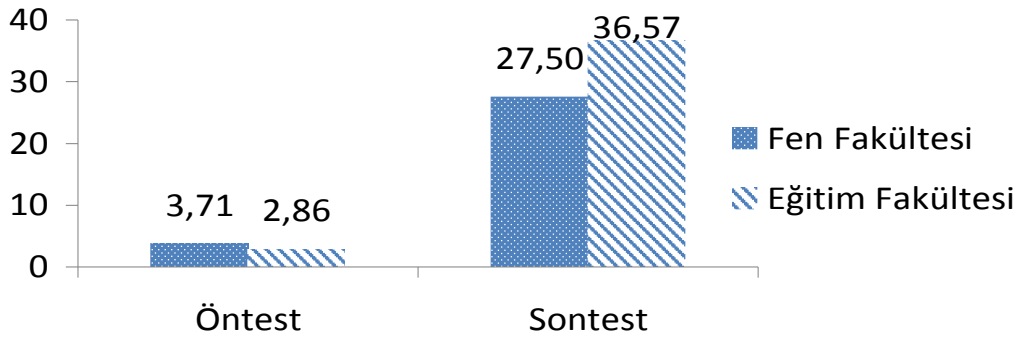
BULGULAR

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön ve son testten aldıkları puanlar Mann Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bu testten elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Mann Whitney U Testi Sonuçları

	Grup	N	Ortalama sıra	Sıralar Toplamı	U	p
Öntest	Kontrol	14	15,39	215,5	85,5	0,571
	Deney	14	13,61	190,5		
Sontest	Kontrol	14	11,75	164,5	59,5	0,077
	Deney	14	17,25	241,5		

Aşağıdaki grafikte görüldüğü gibi, kontrol grubu öğrencilerinin ön test ortalaması 3,71 ve standart sapması 4,04 iken, deney grubu öğrencilerinin ön test ortalaması 2,86 ve standart sapması 3,28 bulunmuştur. Görüldüğü gibi fen fakültesi öğrencilerinin ortalaması 0,86 puan daha fazladır. Yapılan Mann Whitney U testi sonucunda bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir (Tablo 1). Buradan her iki grubun çalışılan kavramlarla ilgili ön bilgilerinin birbirine yakın olduğu anlaşılmaktadır. Diğer bir ifade ile çalışılan kavramlara yönelik bu gruplar denk kabul edilebilir.



Uygulama sonrasında ise, kontrol grubu öğrencilerinin son test ortalaması 27,50 ve standart sapması 12,20 iken, deney grubu öğrencilerinin son test ortalaması 36,57 ve standart sapması 14,74 bulunmuştur. Grafikte görüldüğü gibi gruplar arasındaki ortalama fark deney grubu lehine 9,07 puan daha fazla gerçekleşmiştir. Tablo 1'den bu ortalama farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir (U=59,5; p=0,077). Çalışmada belirlenen alternatif fikirler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Öğrencilerde Tespit Edilen Alternatif Fikirler

Tespit Edilen Kavram Yanılgıları	Sorular	Deney grubu		Kontrol grubu	
		Ön test (f)	Son test (f)	Ön test (f)	Son test (f)
Katyonlar anoda doğru hareket eder.	1, 2, 3	10	2	6	2
Anyonlar katoda doğru hareket eder.	1, 2, 3	10	2	6	2
Anot elektrotun kütlesi zamanla artar.	3	4	-	4	-
Pil potansiyeli değeri (-) negatif olan anot, (+) pozitif olan katottur.	1, 2, 3	7	-	8	1
Anot (+) pozitif kutup, katot negatif (-) kutuptur.	1, 2, 3	6	-	4	1

Tablo 2'de görüldüğü gibi öğrencilerin en fazla zorlandıkları kısım anot ve katodu belirleme, bu kavramlarla ilgili gerekli tanımlamaları yapmaktır. Her iki gruptaki öğrenciler en çok "Katyonlar anoda doğru hareket eder" ve "Anyonlar katoda doğru hareket eder" alternatif fikrine sahiptir (ön test, Tablo 2).

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yürütülen çalışmadan elde edilen bulgulara bakıldığında, başarı açısından her iki grup arasında istatistiksel bir farklılık bulunamamıştır (Tablo 1, $U=59,5$; $p=0,077$, son test). Bununla birlikte yapılan uygulamanın anlamlı olmasa da önemli bir fark oluşturduğu söylenebilir. Çünkü gruplar arasındaki ortalama fark, deney grubu (eğitim fakültesi) lehine 9,07 puan daha fazla gerçekleşmiştir. Buradan kavram karikatürlerinin öğrencilerin elektrokimyasal piller konusunu anlamaları üzerinde etkili olduğu ve başarılarını kısmen artırdığı sonucuna varılabilir. Kavram karikatürlerinin öğrencilerin akademik başarılarının (Evrekli ve Balım, 2010; Taşkın, 2014) ve kavramsal anlamalarının (Türkoğuz ve Cin, 2013; Gül, Özay Köse ve Konu, 2014) artması, alternatif fikirlerin giderilmesi (Keogh ve Naylor, 2000; Kabapınar, 2009; Erdoğan ve Cerrah Özsevgeç, 2012) üzerinde etkili olduğu alan yazında da belirtilmektedir. Bu da öğretimin geleneksellikten uzaklaştırılıp çeşitli materyallerle zenginleştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Öte yandan Ocak, Güleç, Islak ve Ocak (2015), Demirel ve Aslan (2014), Güler vd. (2013), Baysarı (2007) tarafından yapılan çalışmalarda kavram karikatürü kullanımının akademik başarının artmasında bir etkisi olmadığı rapor edilmiştir.

Kavram karikatürlerinin renkli olarak hazırlanmasının öğrencilerin görsel olarak ilgilerini çektiği ve karakterlerden yola çıkarak tartışmayı başlatmasının öğrenmeleri üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Sınıf içi informal gözlemlerden ve tartışmalardan öğrencilerin bu konuda nerelerde öğrenme eksikliğine sahip olduklarını anlayabildikleri, anlayamadıkları yerleri arkadaşlarıyla ve öğretim elemanı ile tartışıp bireysel olarak sonuca ulaşabildikleri görülmüştür. Buradan kavram karikatürlerinin, tartışabilme imkânı tanıyan ve öğrenciyi aktif kılan bir materyal olduğu sonucuna varılmıştır. Alan yazında da kavram karikatürlerinin öğrencilere birlikte tartışma ve araştırma ortamı sağladığı ifade edilmektedir (Keogh ve Naylor, 2000; Kabapınar, 2009).

Ayrıca, bu çalışmada öğrencilerin en çok elektrotların hangisinin katot ve hangisinin anot olduğunu belirlemede zorluk çektikleri görülmektedir. Elektrokimya konusunda yapılan farklı çalışmalarda aynı sonuçlar rapor edilmiştir (Demircioğlu, Özmen ve Demircioğlu, 2006; Erdoğan, 2009; Doymuş, Karaçöp, Şimşek ve Doğan, 2010; Cıdam, 2011). Bunun sebebi, öğrencilerin anot-katot kavramlarını elektroliz konusundaki karşılıklarıyla ayırt etmeye çalışmaları ya da yük dengesinin sağlanması konusunu kavrayamamaları olabilir. Bu durum, öğrencilerin kıyaslama yaparken standart indirgenme ya da yükseltgenme potansiyellerini kullanamamalarından ya da bunu dikkate almadan anot ve katotu belirleme yoluna gitmeye çalışmalarından da kaynaklanabilir. Benzer sonuçlar, Cıdam (2011), Doymuş, Karaçöp, Şimşek ve Doğan (2010) ve Garnett ve Treagust (1992) tarafından yapılan çalışmalarda da bulunmuştur.

Sonuçlar, her iki gruptaki öğrencilerin testteki sorulara istenilen düzeyde cevap veremediklerini açıkça ortaya koymuştur (Tablo1, Şekil 1). Bu durum, elektrokimyasal piller konusunda yürütülen kısa süreli bir çalışmanın öğrencilerin hem teorik hem de uygulama kısmını istenilen düzeyde öğrenemeyecekleri göstermiştir. Ortaya çıkan bu sonuç, bu konuda hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin güçlüklerle karşılaştıklarını (Finley, Stewart ve Yaroch, 1982; Bojczuk, 1982; Butts ve Smith, 1987) destekler niteliktedir. Bununla birlikte, her iki gruptaki ön test puanlarının düşük olması öğrencilerin ortaöğretim kimya alan bilgilerinin yeterince kalıcı olmadığına da bir göstergesi olabilir. Şu ana kadar tamamladıkları öğrenim süreci içerisinde kimyaya ait temel kavramları tam olarak öğrenememeleri, öğretmenlerin öğrencilerdeki anlama zorluklarını dikkate almadan derslerini yürütmeleri soyut olan kimya kavramlarının öğrenciler tarafından anlaşılmasını daha da zor hale getirmektedir. Bu durum da, ileri düzeydeki öğrenmelerde, var olan eksik öğrenmelerin etkisiyle öğrencileri başarısızlığa sürüklemektedir (Erdoğan, 2009).

ÖNERİLER

Bu araştırma kapsamında ele alınan benzer kavram karikatürleri lise öğrencilerine ve farklı programlarda öğrenim gören ancak genel kimya dersi alan öğretmen adaylarına yönelik hazırlanıp uygulanabilir.

Alan yazında yer alan kavram yanılgılarına yönelik hazırlanan ölçme aracı açık uçlu sınav formatına dönüştürülerek farklı alternatif fikirler belirlenmiştir. Bu göz önüne alınarak alandaki araştırmacılar, öğrencilerin

düşünme ve problem çözme becerilerini ortaya koyan, şans başarısını ortadan kaldıran açık uçlu sorulardan oluşan bu tarz ölçme araçları kullanılabilirler.

Bu araştırmadakine benzer kavramsal değişimi ele almak isteyen araştırmacılar kavram karikatürlerini birçok farklı kavramsal değişim araçlarıyla birlikte zenginleştirip ele alabilirler. Çünkü bu çalışmada kavram karikatürlerinin tek başına istenen başarıyı sağlamadığı görülmüştür.

Eğitim fakültesi ortaöğretim kimya öğretmenliği ve fen fakültesi kimya bölümü programında öğrenim gören öğrencilerin sayısı, ülkemizde bu programları tercih edenlerin sayısının azlığı nedeniyle sınırlıdır. Elde edilecek olan verilerin genellenabilirliğini artırmak için örneklem sayısının çalışma şartlarına uygun bir şekilde daha fazla olması önerilmektedir.

Lisans eğitiminde öğretmen adaylarına, öğretimi destekleyici bu tür materyaller daha etkin bir şekilde öğretilmeli ve bu tarz materyaller geliştirme ve uygulama alışkanlığı kazandırılmalıdır.

Not: Bu çalışma 13- 15 Mayıs 2016 tarihlerinde Antalya'da 10 Ülkenin katılımıyla düzenlenen 7th International Congress on New Trends in Education – ICONTE'de sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

KAYNAKÇA

Açıkgöz, K.Ü. (2008). *Aktif Öğrenme*. 10. Baskı. Biliş Eğitim, İstanbul.

Al-Soudi, H. (1989). Confusion over electrochemical conventions: A proposed solution. *Journal of Chemical Education*, 66, 630, Retrieved April 11, 2016, from <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed066p630>.

Balım, A. G., Deniz Çeliker, H., Kaçar, S., Evrekli, E., Türkoğuz, S., İnel, D., Özcan, E. ve Ormanlı, Ü. (2012). Fen ve teknoloji öğretiminde probleme dayalı öğrenme yöntemi içerisinde kavram karikatürleri: Bir etkinlik örneği "Isınan taneciklerin dansı". *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi (BAED)*, 3(5), 68-87.

Baysarı, E. (2007). *İlköğretim düzeyinde 5. sınıf fen ve teknoloji dersi canlılar ve hayat ünitesi öğretiminde kavram karikatürü kullanımının öğrenci başarısına, fen tutumuna ve kavram yanlışlarının giderilmesine olan etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Bojczuk, M. (1982). "Topic difficulties in O-and A-level chemistry". *School Science Review*, 64, 545-551.

Butts, B. & Smith, R. (1987). "What do Students perceive as difficult in HSC chemistry". *Australian Science Teachers Journal*, 32, 45-51.

Çetin, E. (2012). *Karikatürler ile zenginleştirilmiş fen ve teknoloji dersinin öğrenci başarısı ve tutumları üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Cıdam, Z. (2011). *Elektroliz ve elektrokimyasal pil ünitelerinde kavram yanlışlarının önlenmesi için Ausubel'in anlamlı öğrenme(sunuş) yöntemine uygun materyal hazırlanması ve uygulanması*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Demircioğlu, G., Özmen, H. ve Demircioğlu, H. (7-9 Eylül 2006). Kimya öğretmen adaylarının elektrokimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanlışlar, VII. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı Cilt III, s. 1153-1157, Ankara.

Demirel, R. ve Aslan, O. (2014). Kavram karikatürleriyle desteklenen fen ve teknoloji öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal anlamalarına etkisi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*. 10(2), 368-392.

Doymuş, K., Karaçöp, A., Şimşek, Ü. ve Doğan, A. (Mayıs, 2010). Üniversite öğrencilerinin elektrokimya konusundaki kavramları anlamalarına jigsaw ve bilgisayar animasyonları tekniklerinin etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18 (2), 431-448.

Erdoğan, A. (2009). *Ortaöğretimde görev yapan kimya öğretmenlerinin elektrokimya ünitesindeki kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesi için gerekli önerilerin geliştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Evrekli, E. ve Balım, A. G. (2010). Fen ve teknoloji öğretiminde zihin haritası ve kavram karikatürü kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına ve sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi (BAED)*, 1(2), 76-98.

Evrekli, E. ve Balım, A. G. (2015). Fen derslerinde animasyon destekli kavram karikatürleri kullanımının altıncı sınıf öğrencilerinin sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi (BAED)*, 1(2), 76-98.

Finley, F. N., Stewart, J. & Yaroch, W. L. (1982). Teachers' perceptions of important and difficult science content. *Science Education*, 66(4), 531-538.

Garnett, P. L. & Treagust, D. F. (1992). 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.

Geban, Ö., Ertepinar, H., Yayla, N. ve Ufuk, A. (1999). Elektrokimya konusunda kavram yanlışları. *III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Kitabı*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, s.348, Trabzon.

Gül, Ş., Özyay Köse, E. ve Konu, M. (Haziran, 2014). Genetik ünitesinin öğretiminde kavram karikatürü kullanımının biyoloji öğretmeni adayları üzerine etkisi. *Fen Eğitimi ve Araştırmaları Derneği Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 2(1), 1-22.

Güler, H. K., Çakmak, D. ve Kavak, N. (2013). Karikatürlerle yapılan matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 149-160.

Kabapınar, F. (2009). What makes concept cartoons more effective?: Using research to inform practice. *Education and Science*, 34(154), 104-118.

Karasar, N. (1999). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Nobel Yayıncılık, 9. Basım, Ankara.

Keogh, B. & Naylor, S. (1996). *Teaching and learning in science: A new perspective*. British Educational Research Association Conference, Lancaster.

Keogh, B. & Naylor, S. (2000). Teaching & learning in science using concept cartoons: Why Dennis wants to stay in at playtime. *Investigating: Australian Primary & Junior Science Journal*, 16(3), 10-14.

Keogh, B., Naylor, S. & Downing, B. (2003). *Children's interactions in the classroom: Argumentation in primary science*. Paper presented at 4th European Science Education Research Association Conference, Noordwijkerhout, Netherlands.

Keogh, B., Naylor, S. & Wilson, C. (1998). Concept cartoons: A new perspectives on physics education. *Physics Education*, 33(4), 219-224.

Öztuna Kaplan, A. ve Boyacıoğlu, N. (2013). Çocuk karikatürlerinde maddenin tanecikli yapısı. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(1), 156-175.

Robson, C. (1998). *Real word research*. Blackwell Publishers Ltd., Oxford, UK.

Sanger, M. J. & Greenbowe, T. J. (1997). Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 377-398.

Şaşmaz Ören, F. ve Yılmaz, T. (2013). Fen ve teknoloji dersinde kavram karikatürleriyle desteklenmiş bilimsel hikâyeler temelli rehber materyal geliştirme çalışması. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 130-141.

Şengül, S. ve Aydın, Y. (Mart, 2013). Kavram karikatürleriyle zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğrencilerinin matematik kaygılarına etkisinin incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(3), 639-659.

Şengül, S. ve Dereli, M. (2013). Tam sayılar konusunun karikatürle öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin matematik tutumuna etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(4), 2509-2534.

Taşkın, Ö. (2014). *Fen ve teknoloji öğretiminde kavram karikatürü kullanımının öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

Türkoğuz, S. ve Cin, M. (2013). Argümantasyona dayalı kavram karikatürü etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine etkisi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 155- 173.

Uzoğlu, M., Yıldız, A., Demir, Y. ve Büyükkasap, E. (Nisan, 2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ışıkla ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesinde kavram karikatürlerinin ve açık uçlu soruların etkililiklerinin karşılaştırılması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 14(1), 367-388.

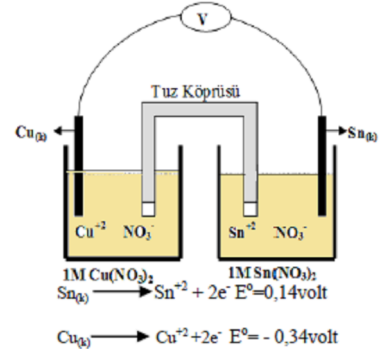
Yavuz, S. ve Büyükekşi, C. (2011). Kavram karikatürlerinin ısı-sıcaklık kavramlarının öğretiminde kullanılması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(1), 25-30.

Ek 1: Çalışmada Kullanılan Test

ELEKTROKİMYASAL PİLLER BAŞARI TESTİ

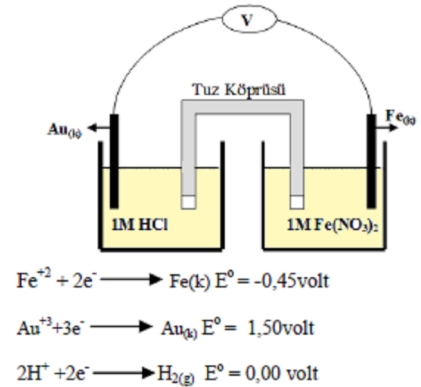
Soru 1: Şekilde yer alan elektrokimyasal pilde ki;

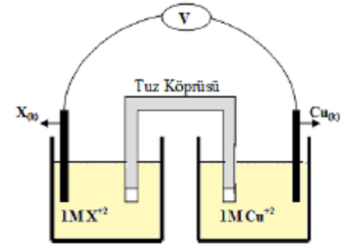
- Anot ve katodu açıklayarak belirleyiniz.
- Tuz Köprüsünde katyonlar nereye hareket eder? Açıklayınız.
- Standart pil potansiyeli kaç volttur?



Soru 2: Şekilde yer alan elektrokimyasal pilde ki;

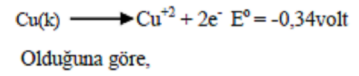
- Anot ve katodu açıklayarak belirleyiniz.
- Verilen potansiyel değerleri nasıl elde edilmiştir? Hidrojen elektrodun potansiyeli neden sıfır olarak alınmıştır?
- Standart pil potansiyeli kaç volttur?
- Tuz köprüsünde anyonların nereye doğru hareket edeceğini açıklayınız.



**Soru 3:**

- Anot ve katodu açıklayarak belirleyiniz.
- $X^{2+} + 2e^- \rightarrow X_{(k)}$ tepkimesinin standart gerilimi kaç voltur?
- X ve Cu arasındaki yükseltgenme eğilimi ilişkisini açıklayınız.
- Zamanla hangi elektrotun kütlesi azalır?

Şekildeki pil çalışırken Cu elektrotun kütlesi artıyor ve pilin potansiyeli 0,47 volt olarak ölçülüyor.

**Ek 2: Örnek Kavram Karikatürü****ANOT MU? KATOT MU?**

MAHMUT HOCA bugün öğrencilerine “Elektrokimyasal Piller” konusunu öğretmek istiyor. Ancak öğrenciler anot ve katodu belirleme konusunda bir anlaşmazlığa düşerler ve tartışmaya başlarlar. Hadi bakalım sizde arkadaşlarınıza yardım edin!

Size göre kim doğru söylüyor? Doğru söylediğini düşündüğünüz kişiyi işaretleyiniz.

Ayşe ()

Gündoğdu ()

Niçin bu şekilde düşündüğünüzü gerekçeleriyle birlikte açıklayınız ve arkadaşlarınızla tartışınız.

.....
.....