



Üç Aşamalı Elektrokimya Kavram Testinin Geliştirilmesi

Development of Three-Tier Electrochemistry Concept Test

Şenol Şen^{1*}, Ayhan Yılmaz¹, Ömer Geban²

¹Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

²Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Öz

Bu çalışmanın amacı, lise öğrencilerinin elektrokimya konusundaki kavramsal anlamalarını belirlemek amacıyla üç aşamalı bir kavram testi geliştirmek, güvenilirlik ve geçerlik çalışmalarını yapmaktır. Çalışmaya 268 lise öğrencisi katılmıştır. Öğrencilerin, yaşları 16-20 arasında değişmektedir. Çalışmada üç aşamadan oluşan 29 soruluk bir test kullanılmıştır. Kapsam ve görünüş geçerliği için uzman görüşü alınmıştır. Madde analizlerini yapmak için testin toplam puanlarına göre alt %27 ve üst %27'lik gruplar belirlenmiştir. Yapılan madde analizleri sonucunda madde güçlük indeksleri ve madde ayırıcılık indeksleri tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmalar sonucunda 10 soru testten çıkarılmıştır. Testin bu son hali için tekrar uzman görüşü alınmıştır. Ayrıca kapsam geçerliği için hatalı pozitif ve hatalı negatif değerleri de hesaplanmıştır. Daha sonra yapı geçerliği için istatistiksel analizler yapılmış ve 19 soruluk testin ilk aşaması için güvenilirlik katsayısı .833; birinci ve ikinci aşaması için .803, her üç aşaması için; .810 olarak bulunmuştur. Emin olma düzeyinin (sadece üçüncü aşama) güvenilirlik katsayısı ise .753 olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonunda Elektrokimya Kavram Testinin güvenilir ve geçerli bir test olduğu kabul edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrokimya, Kimya eğitimi, Güvenirlik, Üç aşamalı testler, Geçerlik

Abstract

The aim of this study was to develop a three-tier concept test to determine the conceptual understanding of high school students in relation to the electrochemistry, and to conduct the reliability and validity studies of the test. A total of 268 high school students participated in the study. The age of the students was between 16 and 20. In the study, a 29-item test consisting of three-tier items was used. Expert opinion was obtained for content and face validity of the test. In order to conduct the item analyzes, the top 27% of students and the bottom 27% of students were determined according to the total scores of the test. As a result of the item analyzes, item difficulty indices and item discrimination indices were determined. After of these analyzes, 10 questions were removed from the test. Expert opinion was obtained again for this final test. In addition, false positive and false negative values were calculated for content validity. Then statistical analyzes were made for the structure validity and then the reliability coefficient for the first tier of the 19-item test was calculated as .833; for the first and second tiers was calculated as .803 and for the three tiers together was calculated as .810. The reliability coefficient for the confidence level (only the third tier) was calculated as .753. At the end of the study, the Electrochemistry Concept Test was considered as a reliable and valid test.

Keywords: Electrochemistry, Chemistry education, Reliability, Three tiers tests, Validity

1. Giriş

Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla literatürde; mülakatlar (Thompson ve Logue

2006, Montfort vd. 2008) açık uçlu sorular (Tsapalis ve Papaphotis 2002, Çalık ve Ayas 2005;), kavram haritaları (Hazel ve Prosser 1994, Aykutlu ve Şen 2012, Şen ve Yılmaz 2013), analogiler (Nottis ve McFarland 2001, Aykutlu ve Şen 2012) ve çoktan seçmeli testler (Schmidt 1997, Uzuntiryaki ve Geban 2005) kullanılmaktadır. Fakat kullanılan bu ölçme araçlarının çeşitli dezavantajları da bulunmaktadır. Örneğin öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesinde kullanılan mülakatlar, öğrencilerin

*Sorumlu yazarın e-posta adresi: schenolschen@gmail.com

Şenol Şen orcid.org/0000-0003-3831-3953

Ayhan Yılmaz orcid.org/0000-0003-4252-5510

Ömer Geban orcid.org/0000-0002-9433-0056

düşüncelerini derinlemesine analiz etme şansı vermesine rağmen bazı dezavantajları da vardır. Marshall ve Rossman'a (2006) göre mülakatların, daha küçük bir örneklem grubu ile yapılması, veriye kişisel etkileşimin dahil olması, mülakatların yapılmasının çok daha fazla zaman alması ve analiz sürecinin göreceli olarak daha zor ve uzun olması en büyük dezavantajlarıdır (Kırbulut 2012). Benzer şekilde kavram haritaları da kavram yanlışlarının belirlenmesinde kullanılmasına rağmen mülakatlar gibi kavram haritalarının da dezavantajları bulunmaktadır. Kavram haritalarının çok fazla yaygın kullanımının olmaması hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin kavram haritalarının nasıl kullanılacağı konusunda eğitilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır ve yine kavram haritalarının uygulanması için çok daha fazla zamana ihtiyaç duyulmaktadır (Kaya 2008). Fakat Haladyna'ya (1997) göre çoktan seçmeli testler, diğer veri toplama araçları ile karşılaştırıldığında örneklem, uygulamanın daha kısa sürede yapılabilmesi, puanlanmasının kolay olması ve örneklem büyüklüğünden dolayı verimlilik ve etkinlik açısından daha kullanışlıdır (Kırbulut 2012).

Çoktan seçmeli testler, hem büyük örneklem gruplarıyla çalışabilme imkanı sağlamasından hem de uygulamasının ve değerlendirilmesinin kolay olmasından dolayı kavram yanlışlarının belirlenmesinde çok fazla tercih edilmektedir. Fakat bu testlerin kullanılmasıyla öğrencilerin verdikleri cevapların; hatadan mı, bilgi eksikliğinden mi yoksa herhangi bir başka dış faktörden mi kaynaklı (şans faktörü, kopya vb.) olduğu belirlenmemektedir. Bundan dolayı çoktan seçmeli testler iki aşamalı ve üç aşamalı olarak hazırlanarak kullanılmaktadır (Eryılmaz ve Sürmeli 2002). İki aşamalı testler çoktan seçmeli testlerin avantajlarını artırmak amacıyla geliştirilmiştir (Tan vd. 2002). Geleneksel çoktan seçmeli testlere ikinci bir aşama eklenerek öğrencilerin ilk aşamada verdikleri cevabının nedeni anlaşılmasına çalışılmaktadır. İki aşamalı testler tıpkı başarı testlerinde olduğu gibi doğru verilen cevaba 1 puan, yanlış olan cevaba ise 0 puan verilerek değerlendirilir (Eryılmaz ve Sürmeli 2002). Her ne kadar iki aşamalı testler geleneksel çoktan seçmeli testlere göre kavram yanlışlarının belirlenmesinde daha avantajlı olsa da iki aşamalı testler öğrencilerin kavram yanlışlarının bilgi eksikliğinden olup olmadığını belirlemede yeterli olmamaktadır. Bu nedenle de kavram yanlışlarının belirlenmesi için üç aşamalı testler geliştirilmiştir. Üç aşamalı testlerdeki üçüncü aşama, özellikle öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları ve bilgi eksikliğinden dolayı verdikleri yanlış cevapları birbirinden ayırt etmek için kullanılmaktadır. Çünkü üçüncü aşamada öğrencilere ilk iki aşamaya verdik-

leri cevaptan ne kadar emin oldukları sorusu yöneltilmektedir. Eğer bir öğrenci verdiği cevaptan emin olmasına rağmen birinci ve ikinci aşamada verdiği cevap yanlışsa bu öğrencinin kavram yanlışlığına sahip olduğu ileri sürülür. Fakat bir öğrenci yanlış verdiği cevabın doğruluğundan emin değilse bu yanlış cevap bir kavram yanlışlığı olarak kabul edilemez (Peşman 2005). İki aşamalı testler; öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının bilgi eksikliğinden dolayı olup olmadığını belirleyememektedir ve bu sebeple üç aşamalı kavram testleri kavram yanlışlarının belirlenmesinde kullanılmalıdır (Caleon ve Subramaniam 2010, Peşman ve Eryılmaz 2010).

Bir öğrenci bir soruya doğru bir bilimsel düşünme ile yanlış cevap verebilirken bazen de yanlış bir bilimsel düşünme ile doğru cevap verebilmektedir (Kırbulut 2012). Hestenes ve Halloun (1995) yanlış bilimsel düşünme ile verilen doğru cevabı hatalı pozitif (false positives) olarak ve doğru bilimsel düşünme ile verilen yanlış cevabı hatalı negatif (false negatives) olarak tanımlamışlardır. Bu yüzden araştırmacılar, hatalı negatif ve hatalı pozitifliği düşürecek olan daha geçerli bir testin kullanılmasını önermişlerdir. Araştırmacılar kullanılan geleneksel testlerin temel sorunun da hatalı pozitif ve negatifliği minimize edemediğini ifade etmişlerdir. Üç aşamalı testler; hatalı pozitif ve negatif değerlerinin tespit edilmesinde, öğrencilerin kavram yanlışlarının bilgi eksikliğinden olup olmadığını ayırt edilmesinde, öğrencilerin ilk aşamaya verdikleri cevaplara yönelik bilimsel düşüncelerinin belirlenmesinde katkı sağladığından dolayı daha geçerli bir testtir (Kırbulut 2012). Literatür incelendiğinde üç aşamalı testlerin kullanıldığı birçok çalışmanın olduğu görülmektedir (Eryılmaz ve Sürmeli 2002, Coştu vd. 2007, Caleon ve Subramaniam 2010, Eryılmaz 2010, Kırbulut vd. 2010, Peşman ve Eryılmaz 2010, Aykutlu ve Şen 2012, Çetin Dindar 2012, Kırbulut 2012, Schaffer 2013).

Kimya konuları arasında yer alan yükseltgenme ve indirgenme kavramları öğrenciler için genellikle zor olan kavramlardır. Literatürde yapılan çalışmalarda, öğrencilerin yükseltgenme ve indirgenme kavramlarını anlamakta zorlandıkları tespit edilmiştir (Brandriet 2014, De Jong vd. 1995, Garnett ve Treagust 1992a, Ringnes 1995, Schmidt ve Volke 2003, Rosenthal ve Sanger 2012). Ayrıca öğrenciler yükseltgenme ve indirgenme olaylarının temelini oluşturduğu elektrokimya konusu ile ilgili birçok kavram yanlışlığına sahiptir (Acar ve Tarhan 2007). Çünkü öğrenciler; makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel dört temsili sistemin yanı sıra aynı zamanda birbirinden farklı redoks

konularıyla da karşı karşıya kalmaktadırlar (Harrison ve Treagust 1998). Öğrencilerin redoks konusunda yaşadıkları zorluklar hem süreçsel hem de kavramsaldır (Treagust vd. 2014). Kavramsal zorluklar genel olarak yükseltgenme ve indirgenme olaylarının birlikte yürümesi gerekliliği, redoks tepkimesine giren reaktiflerin indirgenme ve yükseltgenme eğilimlerinin farklı olması ve yükseltgenme basamaklarının öğrenciler tarafından tam olarak anlaşılmasından kaynaklanan elektron transferi konuları şeklindedir (Garnett ve Treagust 1992a, De Jong vd. 1995). Süreç ile ilgili öğrencilerin yaşadığı zorluklar ise şöyledir:

1. Öğrenciler reaksiyonların redoks reaksiyonları olup olmadıklarını belirlemede zorluklar yaşamaktadırlar. Çünkü yükseltgenme basamağındaki değişim yerine elektron transferi kriterini kullanmayı tercih eden öğrenciler yük ve elektron değişimlerinin açıkça yer almadığı denklemleri redoks reaksiyonları olarak tanıyamamaktadırlar (Ringnes 1995).
2. Öğrenciler bir denklemdeki poliatomik türlerin yüklerinde meydana gelen değişime bağlı olarak redoks reaksiyonlarını belirlemeye çalışmaktadırlar (Garnett ve Treagust 1992a).
3. Diğer önemli bir zorluk ise öğrencilerin indirgen ve yükseltgen madde kavramlarını anlayamamalarından kaynaklanmaktadır. Çünkü öğretmenler tarafından dikkatsiz kullanılan terimler ve bazı ifadelerin dilbilimsel kullanımları öğrencilerin kafalarının karışmasına neden olmaktadır (De Jong vd. 1995).

Literatürde elektrokimya konusunda yapılmış olan çalışmalara bakıldığı zaman bu çalışmaların sonucunda çeşitli kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir (Garnett ve Treagust 1992a, 1992b, Schmidt 1994, Sanger ve Greenbowe 1997a, 1997b, 1999, 2000, Yang vd. 2003, Rosenthal ve Sanger 2012). Literatürde kavram yanlışları ile yapılan bu çalışmalar dikkate alındığında öğrencilerin elektrokimya konusundaki kavram yanlışlarını tespit edecek üç aşamalı çoktan seçmeli bir testin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın, elektrokimya konusu ile ilişkili literatüre önemli bir katkısının olacağı düşünülmektedir. Bu çalışma ile geçerli ve güvenilir bir testin oluşturulması ile kimya öğretmenlerinin bu testi kullanmaları sağlanmış olacaktır. Bu noktadan hareketle bu çalışmanın amacı, lise öğrencilerinin elektrokimya konusundaki kavramsal anlamalarını belirlemek amacıyla üç aşamalı bir kavram testi geliştirmek, güvenilirlik ve geçerlik çalışmalarını yapmaktır.

2. Gereç ve Yöntem

Elektrokimya Kavram Testinin Geliştirilmesi

Çalışmada kullanılan Elektrokimya Kavram Testi (EKT) araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. EKT'nin amacı öğrencilerin elektrokimya konusundaki kavramsal anlamalarını belirlemek ve bu konuda sahip oldukları kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaktır. EKT geliştirilmeden önce literatürde elektrokimya konusunda yapılmış olan çalışmalar incelenerek testte yer alan çeldiriciler bu kavram yanlışlarından oluşturulmuştur (Garnett ve Treagust 1992a, 1992b, Schmidt 1994, Sanger ve Greenbowe 1997a, 1997b, 1999, 2000, Yang vd. 2003, Rosenthal ve Sanger 2012).

2.1. Elektrokimya Kavram Testi

EKT başlangıçta 29 soru olarak hazırlanmıştır. Her soru üç aşamadan oluşmuştur. Sorunun ilk aşaması geleneksel çoktan seçmeli testlere benzemektedir olup beş seçenektir. İkinci aşama ise yine beş seçenekli olup öğrencilerden ilk aşamada verdikleri cevabın nedenini belirtmeleri istenilmektedir. İkinci aşamada yer alan çeldiriciler genellikle elektrokimya konusu ile ilişkili kavram yanlışlarından oluşmaktadır. Üçüncü aşamada ise öğrencilerden birinci ve ikinci aşamada verdikleri cevaptan emin olup olmadıklarını belirtmeleri istenilmiştir.

EKT'nin değerlendirilmesinde; testin her iki aşamasını doğru yanıtlamış olup ve verdiği cevaptan emin olan öğrenciler o sorudan 1 puan, testin birinci ya da ikinci aşamalarından birini ya da her ikisini yanlış yanıtlayan öğrenciler ise 0 puan almışlardır. Pilot uygulamada uygulanan EKT'nden toplam alınacak maksimum puan 29 ve minimum alınacak puanın ise 0'dır.

Testte yer alan örnek bir soru aşağıda verilmiştir. Bu sorunun birinci aşamasında öğrencilerin galvanik hücre ile ilgili bilgileri belirlenmek istenmiştir. Sorunun ilk aşamasında A seçeneği doğru yanıt olup diğer üç seçenek ise birer kavram yanlışlığıdır. İkinci aşamada ise öğrencilerden ilk aşamaya verdikleri cevabın nedenini belirtmeleri istenildi. Bu seçeneklerden yine A seçeneği doğru yanıt olup diğer üç seçenek yine birer kavram yanlışlığıdır. Üçüncü aşama da görüldüğü gibi öğrencilerden verdiği cevaplardan emin olup olmadığını belirtmeleri istenilmiştir.

Örnek 1a) Galvanik hücreler ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

- a) Galvanik hücreler istemli yani kendiliğinden çalışır.*
- b) Anot pozitif yüklüdür çünkü elektronları kaybeder, katot negatif yüklüdür çünkü elektronları alır.

- c) Elektronlar elektrolite katottan giriş yaparlar, elektrolit ve tuz köprüsü aracılığıyla taşınırlar ve daha sonra devreyi tamamlayarak anotta açığa çıkarlar.
- d) İyonların yardımı olmadan elektronlar sulu çözelti içerisinde hareket ederler (akarlar).
- e) Sadece negatif yüklü iyonlar elektrolit ve tuz köprüsünde bir akım oluşturur.

1b) Aşağıdaki açıklamalardan hangisi cevabınızın nedenini en iyi şekilde açıklar?

- a) Galvanik hücrelerde, iki elektrottaki reaksiyonlar kendiliğinden oluşma eğilimi gösterirler ve anottan katoda bir dış iletken yardımıyla elektron akışı olur.*
- b) Anot ve katodun yerleri yarı hücrelerin yerleştirildiği fiziksel yerlerle belirlenir.
- c) Anot her zaman sol tarafta bulunur.
- d) Elektronlar, iyonlar gibi çözelti içerisinde hareket edebilirler.
- e) Çözelti içerisinde iletkenlik sadece negatif yüklü iyonların hareketi ile sağlanır.

1c) Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz yanıtın:

- a) Eminim.
- b) Emin değilim.

Çalışma Grubu

Elektrokimya Kavram Testi toplamda 268 lise öğrencisine uygulanmıştır. Öğrencilerin %41,8'i kız, %36,9'u erkek öğrencilerden ve %21,3'ü de kodlama yapmamıştır. Öğrencilerin, yaşları 16-20 arasında değişmektedir. Çalışmaya katılan öğrencilerden; testin birinci aşamasını cevaplayıp ikinci ve üçüncü aşamasına cevap vermeyen, ya da birinci, ikinci ve üçüncü aşamalarının hepsi için sadece bir seçeneği işaretleyen öğrencilerin cevapları değerlendirme dışında tutulmuştur. Benzer şekilde testte yer alan soruların yarısını cevaplayıp diğer yarısını cevaplamayan öğrencilere ait veriler de analize dahil edilmemiştir.

Veri Toplama Süreci

Öğrencilerin ilk defa karşılaştıkları üç aşamalı testler için öğrencilere ön bilgiler verilmiştir. Her bir aşamada nasıl cevaplar vermeleri gerektiği hakkında bilgiler sunulmuştur. Testte yer alan soruların çözümü için öğrencilere bir ders saati verilmiştir. Öğrencilerin gönüllü katılımı sağlanmıştır.

2.2. Verilerin Analizi

Kapsam ve görünüş geçerliği için uzman görüşü

alınmıştır. Ayrıca kapsam geçerliği için hatalı pozitif ve hatalı negatif değerler hesaplanmıştır. Yapı geçerliği için istatistiksel analizler yapılmış ve Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı hesaplanmıştır. Madde analizlerini yapmak için testin toplam puanlarına göre alt %27 ve üst %27'lik gruplar oluşturulmuştur.

3. Bulgular

Çalışmada öncelikle EKT'nin kapsam, görünüş ve yapı geçerlikleri incelenmiştir. Testin kapsam ve görünüş geçerlikleri için uzman görüşü alınmıştır. Kimya eğitimi alanında iki öğretim elemanı ve bir uzman kimya öğretmeni tarafından test incelenmiştir. Uzmanlar, testte yer alan soruları lise öğrencilerinin düzeylerine uygunluk, okul müfredatına uygunluk, testin psikometrik özellikleri, dil açısından anlaşılabilirlik ve sorulara ilişkin yönergeler açısından değerlendirmişlerdir. Daha sonra testin güvenilirliğini belirlemek için test 268 öğrenciye uygulanmıştır. Testin ilk aşaması için güvenilirlik katsayısı .845; birinci ve ikinci aşaması için .813, birinci, ikinci ve üçüncü aşaması için; .823 bulunmuştur. Emin olma düzeyinin güvenilirlik katsayısı ise .761 olarak hesaplanmıştır. Madde analizi sonuçları incelendiğinde 23. ve 25. maddelerin ayrıcalık indekslerinin .30 değerinden daha küçük olduğu belirlenmiştir. Diğer maddelerin ise ayrıcalık indekslerinin .30 ve daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda testte yer alan maddelerin bireyleri iyi derecede ayırt ettiğini söyleyebiliriz. Ayrıca çalışmada maddelerin zorluk derecesi (madde güçlükleri) belirlenirken maddelere doğru yanıt verenler göz önünde bulundurulmuştur. Analiz sırasında maddeye doğru cevap verenlerin sayısı toplam öğrenci sayısına bölünerek madde güçlük indeksleri hesaplanmıştır. Maddelerin doğru cevaplanma oranını gösteren madde güçlüklerinin .50 civarında olması gerekir. Fakat bununla beraber testler hazırlanırken görece kolay ve zor olan maddelere de yer verilebileceğinden dolayı bu sorular testte tutulmuştur. 23. ve 25. madde çıkarıldıktan sonra madde toplam korelasyon değerleri hesaplanmıştır.

Her bir maddenin testin tamamı ile tutarlılığının bir göstergesi olan madde toplam korelasyon değerleri incelendiği zaman 1., 4., 8., 9., 19., 20., 21. ve 24. maddeler dışındaki diğer maddelerin madde toplam korelasyonunun .30 değerinden büyük olduğu belirlenmiştir. Madde toplam korelasyonlarının .30 değerinden küçük olan maddeler testten çıkarıldıktan sonra yeniden güvenilirlik analizi için Cronbach's Alpha değerleri hesaplanmıştır.

Yapılan güvenilirlik analizleri sonucunda 19 maddeden (1., 4., 8., 9., 19., 20., 21., 23., 24. ve 25. soruların testten

çıkarmasıyla) oluşan testin ilk aşaması için güvenilirlik katsayısı .833; birinci ve ikinci aşaması için .803, birinci, ikinci ve üçüncü aşaması için; .810 olarak bulunmuştur. Emin olma düzeyinin güvenilirlik katsayısı ise .753 olarak hesaplanmıştır. 19 sorudan oluşan testin son halinin kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla tekrar uzman görüşüne başvurulmuştur. Ayrıca kapsam geçerliği için hatalı pozitif ve hatalı negatif değerleri de hesaplanmıştır. Hestenes ve Halloun (1995) kapsam geçerliğini (content validity) sağlamak için faktör analizinin kullanılabilmesini ama bunun yanı sıra hatalı pozitif ve negatif olasılıklarının minimize edilerek de kapsam geçerliliğinin sağlanabileceğini ifade etmişlerdir. Hestenes ve Halloun geçerli bir test için hatalı pozitif ve hatalı negatif değerlerinin minimuma indirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar hatalı negatif ve pozitif olasılığının %10'dan daha az olması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar hatalı pozitif değer olasılığının şans faktöründen dolayı düşürülmesinin zor olduğunu da açıklamışlardır. Çünkü öğrenciler çoktan seçmeli testlerde doğru cevabı tahmin edebilme şansına sahiptirler. Dolayısıyla bu tehdidin ortadan kaldırılması oldukça zor olduğundan hatalı pozitif değerinin düşürülmesi zordur.

Çalışmada her öğrenci ve her soru için değerlendirmeler yapılarak toplam hatalı pozitif ve negatif değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra her soru için hatalı pozitif ve negatif yüzdeleri belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda hatalı negatif değerinin %6.5 olduğu belirlenmiştir. Hatalı negatif değerinin nedeni olarak öğrencilerin dikkatsizlikleri ve kullanılan çeldiricilerin literatürde sıklıkla karşılaşılan kavram yanlışlarından seçilmiş olmasını gösterebiliriz. Testte yer alan maddelerin hatalı pozitif ve hatalı negatif değerleri incelendiğinde, en yüksek hatalı negatifliğin %13.4 ile 11. sorunun ve en düşük hatalı negatif değerinin ise %0.7 ile 19. soruya ait olduğu belirlenmiştir. Kapsam geçerliliği için % 6.5 değerinin %10 değerinden küçük olmasından dolayı kabul edilebilir bir değer olduğu tespit edilmiştir (Hestenes ve Halloun 1995). Hestenes ve Halloun (1995) her ne kadar hatalı pozitif değerinin de %10 değerinden daha az olmasını gerektiğini önerse de bu çalışmada hatalı pozitif değeri %26.2 bulunmuştur. Hatalı pozitif değeri için %10 değerinin ideal olmasına rağmen bu değerden yüksek bir değer ortaya çıkmasının nedeni çoktan seçmeli testlerde şans faktörünün cevaplar üzerinde etkisinin olmasıdır (Hestenes ve Halloun 1995, Peşman 2005). Hatalı pozitif ve hatalı negatif değerleri incelendiği zaman %12 ile %35 oranında öğrencilerin ilk iki aşamaya yanlış cevap verdikleri

ve cevaplarından emin olmadıkları anlaşılmaktadır. Bu sonuç, her yanlış cevabın kavram yanlışlığı olarak kabul edilemeyeceğini, yanlış cevapların bilgi eksikliğinden de kaynaklanabileceğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla üç aşamalı testlerin öğrencilerin kavram yanlışlıklarının belirlenmesinde daha avantajlı olduğu söylenebilir.

Çataloğlu (2002) ve Peşman ve Eryılmaz'a (2010) göre geçerli ve güvenilir bir test için testin ilk iki aşaması ile üçüncü aşaması olan güven aşaması puanları arasındaki korelasyon hesaplanmalıdır. Testin ilk iki aşaması ve üçüncü aşaması arasında en az orta düzeyde pozitif bir ilişkinin olması gerekmektedir. Testten iyi puan alan öğrencilerin düşük puan alan öğrencilere göre kendilerine daha çok güvenmeleri beklenilmektedir (Kırbulut 2012). Yapılan bu çalışmada öğrencilerin 19 maddelik testin ilk iki aşaması için aldıkları toplam puan ile toplam güven puanları arasındaki pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Analiz sonucunda yüksek pozitif bir ilişkinin var olduğu belirlenmiştir ($r=.745$, $N= 268$, $p< .01$). Bu sonuca göre başarılı olan öğrenciler diğer öğrencilere göre kendilerine daha çok güvenmektedirler.

4. Sonuç ve Tartışma

Üç aşamalı kavram testleri öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlıklarını belirlemede tek aşamalı ve iki aşamalı testlere göre daha fazla katkı sağlamaktadır. Çünkü iki aşamalı testlerde verilen yanlış bir cevabın nedeni öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlığı ya da bilgi eksikliğinden kaynaklı olabilir. Fakat üç aşamalı testlerdeki üçüncü aşama ile öğrencilerin kavram yanlışlıkları ile bilgi eksiklikleri ayrımı yapılabilir (Griffard ve Wandersee 2001, Eryılmaz ve Sürmeli 2002). Bu sebeple bu çalışmada da lise öğrencilerinin elektrokimya konusundaki kavram yanlışlıklarını belirlemek amacıyla üç aşamalı kavram testi geliştirilmiştir. Başlangıçta 29 sorudan oluşan testin birinci aşaması içerik aşaması olup öğrencilerin ne bildiklerini belirlemeye yönelik bir aşamadır. İkinci aşama ise, öğrencilerin birinci aşamaya verdikleri cevapların nedenlerini belirlemeye yönelik bir aşamadır. Bu her iki aşamada yer alan çeldiriciler literatürde yaygın olan kavram yanlışlarından oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada ise öğrencilerin ilk iki aşamaya verdikleri cevaplardan emin olup olmadıkları sorulmuştur. Test, öğrencilere uygulanmadan önce kapsam ve görünüş geçerliği için uzman görüşü alınmıştır.

Uzman görüşü alındıktan sonra test 268 lise öğrencisine uygulanmıştır. Madde analizlerini yapmak için alt %27 ve üst %27'lik gruplar belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda

madde güçlük indekslerinin .42-.79 arasında değişen değerler aldığı görülmektedir. Bu değerler, testte göreceli olarak zor ve kolay soruların yer aldığını göstermektedir. Testte yer alan soruların ayırıcılık indekslerinin .28 -.74 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bazı soruların ayırıcılık indekslerinin .30 değerinin altında olması tüm maddelerin elektrokimya konusunda başarılı ve başarısız öğrencileri birbirinden ayırt etmediğini ortaya çıkarmaktadır. Bu sebeple ayırıcılık indeksleri ve madde toplam korelasyonlarının .30 değerinden küçük olan maddeler testten çıkarıldıktan sonra yeniden güvenilirlik analizi için Cronbach's Alpha değerleri hesaplanmıştır. Yapılan güvenilirlik analizleri sonucunda 19 maddeden oluşan testin ilk aşaması için güvenilirlik katsayısı .833; birinci ve ikinci aşaması için .803, birinci, ikinci ve üçüncü aşaması için; .810 olarak bulunmuştur. Emin olma düzeyinin güvenilirlik katsayısı ise .753 olarak hesaplanmıştır. 19 sorudan oluşan testin son halinin kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla tekrar uzman görüşüne başvurulmuştur. Uzman görüşü alındıktan sonra testin kapsam geçerliği için hatalı pozitif ve hatalı negatif değerleri hesaplanmış ve hatalı negatif değerinin ortalama %10'dan daha az olduğu belirlenmiştir. Hatalı pozitif değerinin yüksek olmasına rağmen kapsam geçerliğinin sağlandığı kabul edilmiştir (Hestenes ve Halloun 1995). Testin yapı geçerliği için testin ilk iki aşaması ile üçüncü aşaması puanları arasındaki ilişki korelasyon analizi ile incelenmiş olup bu iki puan türü arasında pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Böylece testin yapı geçerliliğinin sağlandığı kabul edilmiştir.

Bu çalışma ile geliştirilen EKT hem araştırmacılara hem de öğretmenlere ülkemizde lise öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesinde katkıda bulunacaktır. Öğretmenlerimizin bu tür testler geliştirmeleri ve kullanmaları için desteklenmeleri ve bilgilendirilmeleri gerekmektedir. Böylece öğrencileriyle ilgili daha doğru değerlendirmeler yapmaları mümkün olacaktır. Ayrıca araştırmacıların, diğer kimya konularına yönelik hazırlayacakları üç aşamalı kavram testleri bu konulardaki kavram yanlışlarının belirlenmesinde diğer araştırmacılara ve öğretmenlere önemli katkıları olacaktır. Bu testlerin kullanımına yönelik öğretmen ve öğrenci görüşleri de yeni yapılacak olan çalışmalara ışık tutacaktır.

5. Teşekkür

Bu çalışma Şenol Şen (2015)'in "Süreç Odaklı Rehberli Sorgulayıcı Öğrenme Ortamında Öğrencilerin Elektrokimya Konusundaki Kavramsal Anlamaları ve Özdüzenleyici Öğrenme Becerilerinin İncelenmesi" adlı doktora tezinin

bir bölümünü içermekte ve Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir.

6. Kaynaklar

- Acar, B., Tarhan, L. 2007.** Effect of cooperative learning strategies on students' understanding of concepts in electrochemistry. *Int. J. Sci. Math. Educ.*, 5: 349-373.
- Aykuflu, I., Şen, Aİ. 2012.** Üç aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise öğrencilerinin elektrik akimz konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Eğit Bilim*, 37: 275-288.
- Brandriet, AR. 2014.** Investigating Students' Understandings of the Symbolic, Macroscopic, and Particulate Domains of Oxidation-Reduction and the Development of the Redox Concept Inventory. *Doctoral dissertation*, Miami University, 423 pp.
- Caleon, I., Subramaniam, R. 2010.** Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *Int. J. Sci. Educ.*, 32: 939-961.
- Çalık, M., Ayas, A. 2005.** A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *J. Res. Sci. Teach.*, 42: 638-667.
- Çataloğlu, E. 2002.** Development and validation of an achievement test in introductory quantum mechanics: The quantum mechanics visualization instrument (QMVI). *Doctoral dissertation*, The Pennsylvania State University, 211 pp.
- Çetin Dindar, A. 2012.** The effect of 5e learning cycle model on eleventh grade students' conceptual understanding of acids and bases concepts and motivation to learn chemistry. *Doctoral Dissertation*, Middle East Technical University, Ankara, 374 pp.
- Coştu, B., Ayas, A., Niaz, M., Ünal, S., Çalık, M. 2007.** Facilitating conceptual change in students' understanding of boiling concept. *J. Sci. Educ. Technol.*, 16: 524-536.
- De Jong, O., Acampo, J., Verdonk, A. 1995.** Problems in teaching the topic of redox reactions. Actions and conceptions of chemistry teachers. *J. Res. Sci. Teach.*, 32: 1097-1110.
- Eryılmaz, A. 2010.** Development and application of three-tier heat and temperature test: Sample of bachelor and graduate students. *Eğit Arast*, 40:53-76.
- Eryılmaz, A., Sürmeli, E. 2002.** Üç-aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi*, 16-18 Eylül, ODTÜ, Ankara. [Çevrim-içi: <http://www.metu.edu.tr/~eryilmaz/TamUcBaglant.pdf>], Erişim Tarihi: 26.11.2014.
- Garnett, PJ., Treagust, DF. 1992a.** Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electric circuits and oxidation-reduction equations. *J. Res. Sci. Teach.*, 29:121-142.

- Garnett, PJ., Treagust, DF. 1992b.** Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electrochemical (galvanic) and electrolytic cells. *J. Res. Sci. Teach.*, 29: 1079-1099.
- Griffard, PB., Wandersee, JH. 2001.** The two-tier instrument on photosynthesis: What does it diagnose? *Int. J. Sci. Educ.*, 23:1039-1052.
- Harrison, AG., Treagust, DF. 1998.** Modeling in science lessons: Are there better ways to learn with models? *Sch. Sci. Math.*, 98: 420-429.
- Hazel, E., Prosser, M. 1994.** First-year university students' understanding of photosynthesis, their study strategies and learning context. *Am. Biol. Teach.*, 56: 274-279.
- Hestenes, D., Halloun, I. 1995.** Interpreting the force concept inventory. *The Physics Teacher*, 33: 502-506.
- Kaya, ON. 2008.** A student-centered approach: Assessing the changes in prospective science teachers' conceptual understanding by concept mapping in a general chemistry laboratory. *Res. Sci. Educ.*, 38: 91-110.
- Kırbulut, D., Geban, O., Beeth, ME. 2010.** Development of a three-tier multiple-choice diagnostic instrument to evaluate students' understanding of states of matter. Paper presented at the *European Conference on Research in Chemical Education (ECRICE)*, 4-7 July, 2010, Krakow, Poland.
- Kırbulut, ZD. 2012.** The effect of metaconceptual teaching instruction on 10th grade students' understanding of states of matter, self-efficacy toward chemistry, and the nature of metaconceptual processes. *Doctoral Dissertation*, Middle East Technical University, 378 pp.
- Montfort, D., Brown, S., Findley, K. 2007.** Using interviews to identify student misconceptions in dynamics. In *Frontiers In Education Conference-Global Engineering: Knowledge Without Borders, Opportunities Without Passports, 2007. FIE'07. 37th Annual* (pp. S3D-22). IEEE.
- Nottis, KEK., McFarland, J. 2001.** A comparative analysis of pre-service teacher analogies generated for process and structure concepts. *EJSE*, (5), 4: [Available online at:<http://ejse.southwestern.edu/article/view/7667/5434>], Retrieved on 30.01.2014.
- Peşman, H. 2005.** Development of a three-tier test to assess ninth grade students' misconceptions about simple electric circuits. *M. Sc. thesis*, Middle East Technical University, 187 pp.
- Peşman, H., Eryılmaz, A. 2010.** Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *J. Educ. Res.*, 103: 208-222.
- Ringnes, V. 1995.** Oxidation-reduction learning difficulties and choice of redox models. *Sch. Sci. Rev.*, 77: 477-478.
- Rosenthal, DP., Sanger, MJ. 2012.** Student misinterpretations and misconceptions based on their explanations of two computer animations of varying complexity depicting the same oxidation-reduction reaction. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 13: 471-483.
- Sanger, MJ., Greenbowe, TJ. 1997a.** Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. *J. Res. Sci. Teach.*, 34: 377-398.
- Sanger, MJ., Greenbowe, TJ. 1997b.** Students' misconceptions in electrochemistry: Current flow in electrolyte solutions and the salt bridge. *J. Chem. Educ.*, 74: 819-823.
- Sanger, MJ., Greenbowe, TJ. 1999.** An analysis of college chemistry textbooks as sources of misconceptions and errors in electrochemistry. *J. Chem. Educ.*, 76: 853-860.
- Sanger, MJ., Greenbowe, TJ. 2000.** Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instruction including computer animations and conceptual change strategies. *Int. J. Sci. Educ.*, 22: 521-537.
- Schaffer, DL. 2013.** The development and validation of a three-tier diagnostic test measuring pre-service elementary education and secondary science teachers' understanding of the water cycle. *Doctoral Dissertation*, University of Missouri, 194 pp.
- Schmidt, HJ. 1994.** Der Oxidationsbegriff in Wissenschaft und Unterricht. *Chem. Sch.*, 41: 6-10.
- Schmidt, H J. 1997.** Students' misconceptions - looking for a pattern. *Sci. Educ.*, 81: 123-135.
- Schmidt, HJ., Volke, D. 2003.** Shift of meaning and students' alternative concepts. *Int. J. Sci. Educ.*, 25: 1409-1424.
- Şen, Ş., Yılmaz, A. 2013.** A phenomenographic study on chemical bonding. *Nef-Efmed*, 7: 144-177.
- Tan, KCD., Goh, NK., Chia, LS., Treagust, DF. 2002.** Development and application of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument to assess high school students' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis. *J. Res. Sci. Teach.*, 39: 283-301.
- Thompson, F., Logue, S. 2006.** An exploration of common student misconceptions in science. *Int. Educ. J.*, 7: 553-559.
- Treagust, DF., Mthembu, Z., Chandrasegaran, AL. 2014.** Evaluation of the predict-observe-explain instructional strategy to enhance students' understanding of redox reactions, In: I. Devetak, S. A. Glaz'ar [eds.], *Learning with understanding in the chemistry classroom*. DOI: 10.1007/978-94-007-4366-3_14, Springer Science+Business Media B.V., pp. 265-286.
- Tsaparlis, G., Papaphotis, G. 2002.** Quantum-chemical concepts: Are they suitable for secondary students? *Chem. Educ. Res. Pract.*, 3: 129-144.
- Uzuntiryaki, E., Geban, Ö. 2005.** Effect of conceptual change approach accompanied with concept mapping on understanding of solution concepts. *Instr. Sci.*, 33: 311-339.
- Yang, EM., Andre, T., Greenbowe, TJ., Tibell, L. 2003.** Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. *Int. J. Sci. Educ.*, 25: 329-349.