

ÖĞRETMENLERİN ELEKTROKİMYA KONULARINDAKİ KAVRAM YANILGILARI

Orhan ERCAN*

Özet: Pek çok araştırmacı tarafından elektrokimya, kimyanın öğrenilmesi en zor konuları arasında gösterilmektedir. Bununla birlikte elektrokimyasal kavramlar, gündelik hayatımızın vazgeçilmez unsurları olan piller, akümülatörler gibi ayrıca çeşitli metal parçalardaki paslanma olayında görülen yükseltgenme olayı gibi sıkça karşılaştığımız kavramlardır. Dolayısıyla gündelik hayatımızın vazgeçilmez unsurları olan bu kavramların öğrencilerin ve öğretmenlerin zihinlerinde doğru bir şekilde yerleşmesini sağlamak önemli bir olgudur.

Bu araştırmanın amacı kimya öğretmenlerinin elektrokimya konularındaki kavram yanlışlarını belirlemektir. Bu amaçla, Millî Eğitim Bakanlığı Ankara İl Millî Eğitim Müdürlüğü bünyesinde çeşitli okullarda görev yapan 26 kimya öğretmenine elektrokimya testi uygulanmış ve bu öğretmenlerden üçü ile mülakat yapılmıştır. Çalışma sonunda, görev yapmakta olan kimya öğretmenlerinde elektrokimya konuları ile ilgili çeşitli kavram yanlışları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrokimya, kavram yanılığı, kimya öğretmeni

Teachers' Misconceptions About Electrochemical Concepts

Abstract: Electrochemistry is regarded as one of the most difficult subjects that are difficult to teach. On the other hand, electrochemical concepts frequently get involved in daily life issues like batteries, auto accumulators and corrosion phenomena. Therefore it is absolutely essential that students learn these concepts so as to establish an accurate and lasting image in their mind.

The purpose of this study is to determine the misconceptions of the chemistry teachers in public schools related to electrochemistry concepts. 26 chemistry teachers working in various schools in Ankara were given an electrochemistry test and had been an interview with three teachers. At the end of the research, various misconceptions on the electrochemical concepts were identified among the chemistry teachers working in the high schools of Ankara.

Keywords: Electrochemistry, misconception, chemistry teacher.

* Dr., Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı Beşevler/Ankara oercan@meb.gov.tr

Giriş

Elektrokimya konusu, kullandığı kavramların çoğunun başka alanlardan ödünç alınmış olması, disiplinler arası niteliği gereği çok yönlü değerlendirme gerektirmesi gibi nedenlerden dolayı öğrenilmesi zor alanlardan biridir. Örneğin, fiziğin elektrik alt disiplininden gelen potansiyel farkı iş kavramıyla; Volt birimi de Amper birimi ile sıkı ilintilidir ve bu ilişkiler kendi başına yeterince soyut ve sezgisel gerektiren kavramlarla anlaşılır.

Elektrokimya konularının anlaşılmasının diğer bir nedeni, kimi kavramların net anlamları üzerinde söz birliği olmamasıdır. Örneğin elektrot kavramı, ‘bir çözelti ile temas hâlinde olan tel, kafes veya levha hâlinde metal’ şeklinde anlaşılabilirdiği gibi, ‘metal + içine batırıldığı derişimi ve türü belli çözelti’ anlamında da algılanabilir. “Standart hidrojen elektrotu” terimi, ikinci anlamda yaygın olarak hâlâ kullanılmaktadır.

Bilindiği gibi eğitim öğretim esnasında öğrencilerin doğrudan bilgi elde edebileceği başlıca iki kaynak, ders kitapları ve öğretmendir (Çepni, Keleş ve Ayvaci, 2000). Bu bağlamda öğretmenlerin kimya kavramlarını doğru bir şekilde açıklayabiliyor olması gerekir. Ancak yapılan araştırmalarda öğretmenlerin bazı konularda kavram yanlışlıklarının olduğu tespit edilmiştir (Cheung, Ma Hong-jia ve Yang, 2009; Chou, 2002).

Elektrokimya kavramlarının öğrenilmesinde karşılaşılan zorlukların ve öğrencilerde bulunan kavram yanlışlıklarının belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmaların yaklaşık 20 yıllık bir mazisi olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda, öğrencilerde çok sayıda kavram yanlışlıklarının olduğu tespit edilmiştir (Sanger ve Greenbowe, 1997a; 1997b; Garnett ve Treagust, 1992a; 1992b; Birss ve Truax, 1990; Garnett ve Treagust, 1990; Sanger ve Greenbowe, 1999; Geban vd., 1999; Özkaya, 2000; Yılmaz vd., 2002). Literatürde öğrencilerde bulunan elektrokimya konuları ile ilgili kavram yanlışlıkları Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Elektrokimyada Galvanik Hücreler ile İlgili Öğrencilerde Bulunan Yaygın Bazı Kavram Yanılgıları

| | |
|--|---|
| <i>Galvanik hücreler ile ilgili olanlar</i> | <ul style="list-style-type: none">• Bir indirgenme potansiyelleri tablosunda, en büyük pozitif E^0 değeri anodunkidir. |
| | <ul style="list-style-type: none">• Standart indirgenme potansiyelleri, metallerin reaktivitelerindeki azalma eğilimine göre sıralanır. |
| | <ul style="list-style-type: none">• Anodun ve katodun belirlenmesi yarı hücrelerin fiziksel konumuna bağlıdır. |
| | <ul style="list-style-type: none">• Anot daima negatif (anyonlar gibi) yüklü; katot ise daima (katyonlar gibi) pozitif yüklüdür. |
| | <ul style="list-style-type: none">• $H_2(1\text{ atm}) / H^+(1\text{ M})$ oranının E^0 değeri sıfır olmasına rağmen her nedense H_2 ve H^+ iyonunun kimyasal özelliklerine de bağlıdır. |
| | <ul style="list-style-type: none">• Standart yarı hücreye gerek yoktur. |
| | <ul style="list-style-type: none">• Yarı hücre potansiyelleri kesin değerlerdir ve yarı hücrelerin potansiyeli başka bir şey gerek olmadan tek başına tahmin edilebilir. |
| | <ul style="list-style-type: none">• Elektronlar, katottan çözeltiye girip çözelti ve tuz köprüsü boyunca hareket ederek akımı tamamlamak için anoda gelirler. |
| | <ul style="list-style-type: none">• Elektrolit ve tuz köprüsündeki anyonlar katottan anoda elektron transfer eder. |
| | <ul style="list-style-type: none">• Tuz köprüsündeki ve çözeltideki katyonlar, elektron kabul ederek bunları katottan anoda doğru transfer ederler. |
| | <ul style="list-style-type: none">• Katyon ve anyonlar konsantrasyonları aynı oluncaya kadar çözelti içinde sürekli hareket ederler. |
| | <ul style="list-style-type: none">• Elektronlar, iyonlardan yardım almaksızın sulu çözelti içinde hareket eder. |
| | <ul style="list-style-type: none">• Sadece negatif yüklü iyonlar elektrolit ve tuz köprüsünde akım oluştururlar. |
| | <ul style="list-style-type: none">• Anot, negatif yüklü olup elektron salarken, katot ise pozitif yüklüdür ve elektron çeker. |
| <ul style="list-style-type: none">• Anot, elektron kaybettiğinden dolayı pozitif yüklüdür. Katot ise elektron kazandığı için pozitif yüklüdür. | |

Tablo 2. Elektrokimya Elektrolitik Hücreler ile İlgili Öğrencilerde Bulunan Yaygın Bazı Kavram Yanılgıları

| | |
|--|--|
| Elektrolitik hücreler ile ilgili olanlar | • Elektrolitik hücrelerde, potansiyel farkın hangi yönden uygulandığının, reaksiyonda veya anot ve katot bölgesinde hiçbir etkisi yoktur. |
| | • İnert elektrot kullanılması durumunda hiçbir reaksiyon olmayacaktır. |
| | • Elektrolitik hücrelerde, katotta yükseltgenme, anotta indirgenme olur. |
| | • Bataryaya bağlanmış özdeş elektrotlar bulunan elektrolitik hücrelerde, her iki elektrotta da aynı reaksiyon gerçekleşir. |
| | • Elektrolitik hücrelerde su, yükseltgenme indirgenme olaylarında reaksiyona girmez. |
| | • Bir elektrolitik reaksiyonun hangi yönde ilerleyeceği tahmin edilirken, yarı hücre reaksiyonları alt alta yazılmadan önce ters çevrilir. |
| | • Elektrolitik hücrelerde hesaplanan hücre potansiyelleri pozitif olabilir. |
| | • Uygulanan potansiyel farkın büyüklüğü ile hesaplanan hücre potansiyeli arasında hiçbir ilişki yoktur. |

Tablo 3. Elektrokimya Derişim Hücreleri ile İlgili Öğrencilerde Bulunan Yaygın Bazı Kavram Yanılgıları

| | |
|--------------------------------------|--|
| Derişim hücreleri ile ilgili olanlar | • Derişim hücrelerinde elektronun akış yönü, iyonların konsantrasyonuyla ilişkili değildir. |
| | • Elektrokimyasal hücrelerin dolaylı reaksiyonlarında üretilen ürünler, başlangıç materyallerinin direkt reaksiyonlarında üretilen ürünlerinden farklıdır. |
| | • Derişim hücrelerinde hücre potansiyeli, iyonların konsantrasyonuyla ilişkili değildir. |
| | • Derişim hücrelerinde net bir reaksiyon olmadığı için, reaksiyon bölümü hesaplanamaz. |

İlgili literatür incelendiğinde öğrencilerde elektrokimya konularına ilişkin kavram yanılgıları bulunup bulunmadığı ile ilgili pek çok araştırma yapıldığı görülürken görev yapmakta olan öğretmenlerde elektro-

kimya konuları ile ilgili kavram yanılgılarının bulunup bulunmadığına yönelik bir çalışma görülmektedir.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, MEB okullarında görev yapan öğretmenlerin elektrokimya kavramlarını öğretirken yaşadıkları sorunları ve sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemektir.

Yöntem

Betimsel nitelikli olan bu çalışmada hem nitel hem de nicel araştırma modellerinden faydalanılmıştır. Çalışmanın nicel basamağında tarama modeli, nitel basamağında ise yarı yapılandırılmış görüşme mülakat tekniği kullanılmıştır.

2.1 Evren ve Örneklem

Bu çalışmanın evrenini Milli Eğitim Bakanlığına bağlı Ankara ilinde görev yapan kimya öğretmenleri oluşturmaktadır. Çalışmanın nicel basamağının örnekleminde ise bu evrenden rastgele seçilen 26 öğretmen bulunmaktadır. Öğretmenlerin mesleki kıdemleri Tablo 4'deki gibi değişmektedir.

Tablo 4. Araştırmaya Katılan Öğretmenlerin Mesleki Kıdemleri

| <i>Mesleki Kıdem</i> | <i>N</i> | <i>%</i> |
|----------------------|----------|----------|
| 0-5 yıl | 0 | 0 |
| 6-10 yıl | 1 | 3 |
| 11-15 yıl | 3 | 12 |
| 16-20 yıl | 8 | 31 |
| 21 ve üzeri | 14 | 54 |

Öğretmenlerin elektrokimya konularındaki kavrama düzeylerini derinlemesine incelemek amacıyla çalışmanın örnekleminde yer alan ve mesleki kıdemi 16, 21 ve 25 yıl olan üç öğretmenle mülakat yapılmıştır.

2.2 Verilerin Toplanması ve Analizi

Araştırmanın verileri anket yoluyla ve görüşme türlerinden yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile toplanmıştır. Çalışmada kullanılan

test, araştırmacı tarafından literatürde (Garnett ve Treagust, 1990; Garnett ve Treagust, 1992a; 1992b; Sanger ve Greenbowe, 1997a; 1997b) yer alan yanlış kavramalardan yararlanılarak geliştirilen Elektrokimya Testidir. Çoktan seçmeli formatında 8, doğru-yanlış formatında ise 20 soru içeren testin içeriği Tablo 5’de özetlenmiştir.

Tablo 5. Elektrokimya Testinin İçeriği

| <i>Doğru-yanlış tipi sorular</i> | | <i>Çoktan seçmeli sorular</i> | |
|----------------------------------|--|-------------------------------|--|
| <i>Soru No</i> | <i>Sorunun içeriği</i> | <i>Soru No</i> | <i>Sorunun içeriği</i> |
| 1 | Pillerde elektrolitin rolü | | Elektrot potansiyelinden |
| 2 | Metallerde elektrik iletimi | 1 | faýdalanarak elektrotun belirlenmesi |
| 3 | Elektrolitlerin özelliği | | |
| 4 | Çözeltilerde iyon hareketliliği | 2 | Elektrokimyasal hücrelerde elektrolitin rolü |
| 5 | Elektrolit-elektron ilişkisi | | |
| 6 | Potansiyel fark oluşumu | 3 | Tuz köprüsünün rolü |
| 7, 15 | Elektrotların yükü | 4 | Hücre potansiyelinin hesaplanması |
| 8 | Yükseltgenme-indirgenme | | |
| 9 | İndirgenme potansiyeli-elektrot ilişkisi | 5 | Elektrokimyasal hücrelerde elektronun rolü |
| 10 | Anot ve katodun belirlenmesi | | |
| 11, 12 | Elektrot potansiyellerinin bağlılığı | 6 | Elektrot potansiyeli-elektrot ilişkisi |
| 13, 14 | Tuz köprüsünün rolü | 7 | Uygulanan voltaj-elektrot ilişkisi |
| 16 | Hücre potansiyeli | | |
| 17, 21 | Hücre potansiyeli-voltaj ilişkisi | | |
| 18, 19 | Anot ve katodun özellikleri | 8 | Elektrolitik hücre |
| 20 | Çözücünün rolü | | |

Testin değerlendirilmesinde, sorulara verilen doğru cevaplar 1 puan, yanlış cevaplar 0 puan ile kodlanmıştır. Testten öğretmenlerin alabileceği en yüksek puan 29 dur. Araştırmada elde edilen veriler sıklık ve % şeklinde tablolar hâlinde verilmiştir.

İçerik geçerliliği olarak tanımlanan testin geçerliliği alanında uzman beş öğretim üyesi tarafından değerlendirilmiş ve yüksek bulunmuştur. Testin güvenilirliği ise α güvenilirlik katsayısı ile ifade edilmiş ve çalışmada kullanılmadan önce 100 üniversite öğrencisine uygulanarak 0,79 olarak hesaplanmıştır.

Bulgular

3.1 Anketten Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın nicel basamağından elde edilen sonuçlar SPSS bilgisayar programında değerlendirilmiş ve bulgular, tablolar hâlinde sunulmuştur.

Tablo 6. Öğretmenlerin Doğru/Yanlış Tipindeki Sorulara Verdikleri Cevapların Sıklık ve % Dağılımı

| | Soru | Doğru | | Yanlış | | Boş | |
|---|--|-------|-------|--------|-------|-----|------|
| | | N | % | N | % | N | % |
| 1 | Elektronlar çözültide elektrolit içinde pozitif iyonlara doğru çekilerek hareket ederler. | 22 | 84,6 | 4 | 15,4* | 0 | 0,0 |
| 2 | Elektronlar metalik iletken borudaki su gibi akarlar. | 26 | 100,0 | 0 | 0,0* | 0 | 0,0 |
| 3 | Bir elektrolitten akım geçerken, sıvı ortamda, proton ve elektronlar farklı yönlerde hareket ederler. | 8 | 30,8 | 16 | 61,5* | 2 | 7,7 |
| 4 | Elektrolit çözültülerinde akımı oluşturan, iyonların hareketidir. | 12 | 46,2* | 14 | 53,8 | 0 | 0,0 |
| 5 | Elektronlar çözülti içinde bir iyondan diğerine çekilerek hareket ederler. | 6 | 23,1 | 14 | 53,8* | 6 | 23,1 |
| 6 | İki nokta arasında potansiyel fark oluşmasının bir nedeni noktadaki yüklerin tür ve/veya konsantrasyonlarının farklı olmasıdır. | 24 | 92,3* | 2 | 7,7 | 0 | 0,0 |
| 7 | Bir elektrokimyasal pilin anodunda, elektron fazlalığı vardır. | 14 | 53,8 | 12 | 46,2* | 0 | 0,0 |
| 8 | Bütün kimyasal tepkimelerde, yükseltgenme, oksijen ile etkileşme anlamına geldiği için, yükseltgenme yerine oksidasyon terimi de kullanılır. | 18 | 69,2 | 8 | 30,8* | 0 | 0,0 |

| | | | | | | | |
|----|---|----|------|----|-------|----|------|
| 9 | Standart indirgenme potansiyelleri belli iki redoks sisteminden bir pil yapılırsa, E^0 değeri daha pozitif olan sistem, pilin anodu olur. | 6 | 23,1 | 16 | 61,5* | 4 | 15,4 |
| 10 | Anodun ve katodun belirlenmesi yarı hücrenin diğerine göre konumuna bağlıdır. | 0 | 0,0 | 22 | 84,6* | 4 | 15,4 |
| 11 | $H_2(1\text{atm}) / H^+(1M)$ için E^0 sıfır olma gerçeği H_2 ve H^+ nın kimyasal özelliğine bağlıdır. | 16 | 61,5 | 10 | 38,5* | 0 | 0,0 |
| 12 | Bir yarı hücrenin mutlak potansiyelini tek başına deneysel olarak ölçmek mümkündür. | 18 | 69,2 | 8 | 30,8* | 0 | 0,0 |
| 13 | Bir galvanik hücrede elektronlar katottan çözeltiye girer; çözelti ve tuz köprüsü boyunca hareket eder ve akımı tamamlamak için anoda ulaşır. | 24 | 92,3 | 2 | 7,7* | 0 | 0,0 |
| 14 | Tuz köprüsündeki ve çözeltideki katyonlar elektron kabul ederek bunları katottan anoda transfer eder. | 10 | 38,5 | 16 | 61,5* | 0 | 0,0 |
| 15 | Bir elektroliz hücresinde anot negatif yüklüdür ve elektron temin eder; katot pozitif yüklüdür ve elektron çeker. | 4 | 15,4 | 22 | 84,6* | 0 | 0,0 |
| 16 | Hücre potansiyelleri, iki yarı hücrenin indirgenme potansiyellerinin toplanmasıyla bulunur. | 20 | 76,9 | 6 | 23,1* | 0 | 0,0 |
| 17 | Elektrolitik hücrelerde uygulanan voltajın yönü reaksiyonda veya anodun ve katodun bölgesinde hiçbir etkiye sahip değildir. | 0 | 0,0 | 22 | 84,6* | 4 | 15,4 |
| 18 | Elektrolitik hücrelerde katotta yükseltgenme, anotta indirgenme olur. | 8 | 30,8 | 18 | 69,2* | 0 | 0,0 |
| 19 | Bataryaya bağlanmış aynı tip elektrotlar bulunan elektrolitik hücrelerde her iki elektrotta da aynı reaksiyon gerçekleşir. | 0 | 0,0 | 16 | 61,5* | 10 | 38,5 |

| | | | | | | | |
|----|--|----|------|---|-------|---|------|
| 20 | Elektrolitik hücrelerde çözünmüş olarak kullanılan suyun bir yükseltgenme veya indirgenme olayına karışması mümkün değildir. | 18 | 69,2 | 8 | 30,8* | 0 | 0,0 |
| 21 | NaCl'nin sulu çözeltisine platin'den yapılmış iki elektrot daldırılırsa dıştan uygulanan potansiyelin büyüklüğü ile devreden geçen akım arasında hiçbir ilişki yoktur. | 16 | 61,5 | 4 | 15,4* | 6 | 23,1 |

* Doğru cevaplar

Tablo 7. Öğretmenlerin Çoktan Seçmeli Tipindeki Sorulara Verdikleri Cevapların Sıklık ve % Dağılımı

| Soru | A şıkkı | | B şıkkı | | C şıkkı | | D şıkkı | | Boş | |
|------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|------|-----|------|
| | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % |
| 1 | 0 | 0,0 | 8 | 30,8 | 14 | 53,8* | 2 | 7,7 | 2 | 7,7 |
| 2 | 12 | 46,2 | 10 | 38,5* | 2 | 7,7 | 0 | 0,0 | 2 | 7,6 |
| 3 | 16 | 61,5* | 4 | 15,4 | 4 | 15,4 | 0 | 0,0 | 2 | 7,7 |
| 4 | 16 | 61,5* | 8 | 30,8 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 2 | 7,7 |
| 5 | 4 | 15,4 | 16 | 61,5* | 4 | 15,4 | 2 | 7,7 | 0 | 0,0 |
| 6 | 4 | 15,4 | 10 | 38,5 | 6 | 23,1* | 0 | 0,0 | 6 | 23,0 |
| 7 | 2 | 7,7 | 20 | 76,9* | 2 | 7,7 | 0 | 0,0 | 2 | 7,7 |
| 8 | 8 | 30,8* | 2 | 7,7 | 2 | 7,7 | 10 | 38,5 | 4 | 15,3 |

* Doğru cevaplar.

Tablo 6 ve Tablo 7 incelemek olursa öğretmenlerin elektrokimya ile ilgili pek çok kavram yanılgısına sahip olduğu görülebilir. Bu kavram yanılgılarının olası sebepleri Sonuç ve Öneriler'de tartışılmıştır.

3.2 Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın örnekleminde yer alan öğretmenler, elektrokimya testi-ne verdiklere cevaplara göre başarılı, orta düzeyde başarılı ve başarısız

olmak üzere üç gruba ayrılmış ve her bir gruptan rastgele seçilen birer öğretmen ile mülakat yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış şekilde yapılan mülakatlardan elde edilen veriler aşağıda özetlenmiştir.

1. Öğretmenler elektrokimyasal hücrelerde anot ve katodu belirlemede zorlanmaktadır.

Mülakatçı (M): Hangi elektrot anot, hangi elektrot katottur?

Ö₁: İndirgenme potansiyeli daha büyük olan katot olacaktır.

Ö₁: Burada gördüğümüz değerlere baktığımızda gümüşün indirgenme potansiyelinin nikelden daha büyük olduğunu gösterdiği için nikel burada yükseltgen. Ters mi söylüyorum...

Ö₂: Nikel burada yükseltgenirken yani çözünürken, gümüş ise indirgenir....

Ö₃: Gümüş yükseltgenecek anotta indirgenme olacak.

Öğretmenlerin mülakat sorularına verdikleri cevaplar incelenecek olursa başarısız grupta yer alan öğretmenin anot ve katodu belirlediği ancak hangi elektrotta yükseltgenme hangi elektrotta indirgenme olacağını belirleyemediği; orta düzeyde başarılı grupta yer alan öğretmenin anot ve katodu belirleyemediği; başarılı grupta yer alan öğretmenin anot ve katodun yerini belirleyebildiği ancak anot ve katodun yerinin değiştirilemeyeceğini savunduğu görülür. Bunun nedeni öğretmenlerin anot ve katodu belirlerken elektrotların fiziksel konumunu dikkate almaları olabilir. Örneğin başarılı grupta yer alan öğretmen anodun sol tarafta olması gerektiğini savunmuş sağ tarafta göstermenin uygun olmayacağını belirtmiştir.

2. Öğretmenler galvanik hücrelerde elektrik akımının nasıl oluştuğunu açıklayamamaktadır.

M: Burada elektrik akımı nasıl elde ediliyor?

Ö₁: Nikel nitrat çözeltisine daldırılan nikel elektrotta nikelin yükseltgenmiş olduğunu anladığımızı göre nikel elektrot üzerinde nikelin toplandığını düşüneceğiz. Ters mi söylüyorum (Kafası karışmış bir şekilde).

Ö₂:Nikel gümüşten daha aktif olduğu için oluşturulan sistemde nikelden gümüşe elektron akımı olur. Nikel daha aktif olduğu için nikel

anottur, gümüş katottur. Nikel burada yükseltgenirken yani çözünürken, gümüş ise indirgenir. Gümüş katot üzerinde birikme olur.

M: Elektron akımı dediniz.

Ö₂: Elektron akımını aktarır. ...

M: Nikelin çözünmesi dediniz.

Ö₂: Yükseltgenerek nikel çözünür. Yani nikel, nikel nitrat çözeltisinde çözünerek elektronu verir. Bu elektronu gümüşe verir. Bu elektronu iletken tel üzerinden verir. Gümüş almış olduğu elektronu çözeltisine ileterek oradaki gümüş iyonunu indirgeyerek ... (Sessizlik)

M: Elektron akımı nasıl sağlanıyor?

Ö₂: Elektron akımını sağlayan tuz köprüsü, devre tamamlanıyor orada.

Ö₃: Elektron akışı anottan katoda doğru olacak.

Öğretmenlerin mülakat sorularına verdikleri cevaplar incelenecek olursa elektrik akımının nasıl oluştuğunun tam olarak anlaşılmadığı görülebilir. Öğretmenlerin hiç biri açıklamalarında potansiyel fark kavramına değinmemişlerdir.

Orta düzeyde başarılı öğretmen elektrotun yükseltgenerek çözüneceğini ifade etmiştir. Bu bir yanlış kavramdır. Öğretmen redoks reaksiyonu ile çözünme-çökme reaksiyonlarını birbirine karıştırmaktadır.

3. Öğretmenler tuz köprüsünün işlevi hakkında kavram yanılgılarına sahiptir.

Ö₁: Tuz köprüsü çözeltiler arasındaki iletkenliği sağlamak için kullanılmaktadır.

Ö₁: Tuz köprüsü çözeltilerin karışmasını engellemek içindir. Elektronların akışı için aracı değildir.

Ö₂: ... Devreyi tamamlayan tuz köprüsü elektron akımını sağlayan görev üstlenmiştir.

...

Ö₂: Elektron akımını aktarır. Tuz köprüsünde pamuk tıkaçlar vardır iyon kaçışını engellemek için konulmuştur.

Ö₂: Elektron akımını sağlayan tuz köprüsü, devre tamamlanıyor orada.

M: Tuz köprüsü aracılığıyla taşıyor diyorsunuz.

Ö₂: Evet taşıyor.

M: Burada ne oldu (nikel nitrat çözeltisi gösteriliyor).

Ö₂: Orada elektronların bir tanesi çözeltideki artı iki iyon verdi. Burada indirgenme gerçekleşti. Orada oluşan artı eksi yük dengesi bozulduğundan diğer taraftan tuz köprüsü sayesinde sağlıyor.

M: O hâlde tuz köprüsünün işlevi nedir?

Ö₂: İşte o elektronların enerjisini iletiyor oraya.

M: Tuz köprüsü?

Ö₂: hı hı...

M: O hâlde elektron tuz köprüsünü de kullanıyor.

Ö₂: Orayı da kullanıyor evet. Devreyi tamamlamak için.

Ö₃: ...Tuz köprüsü yine aynı şekilde iki hücre arasındaki elektron taşınımını sağlamak için.

Ö₃: Her iki hücre arasındaki elektron akışını sağlayacak

Öğretmenlerin galvanik hücrelerdeki tuz köprüsünün işlevi ile ilgili ifadeleri incelenecek olursa çeşitli kavram yanlışlarının olduğu görülür. Bunlar Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Öğretmenlerin Tuz Köprüsünün İşlevi ile İlgili Kavram Yanlışları

Kavram Yanlışları

- Tuz köprüsündeki pamuk tıkaçlar iyon kaçışını engellemek için konulmuştur.
 - Tuz köprüsü, iyonların enerjisini iletir.
 - Tuz köprüsünden elektronlar geçer.
 - Tuz köprüsünden katottaki elektrotun elektronları geçer.
-

4. Öğretmenler elektrokimyasal hücrelerde elektronların hareketleriyle ilgili olarak kavram yanılgılarına sahiptir.

M: Elektronlar nasıl akıyor?

Ö₁: Soldan sağa doğru (anottan katoda doğru gösteriyor).

M: Elektron geliyor buradan

Ö₁: Anottan katoda doğru

M: Peki suyun akışına benzetebilir miyiz hocam bunu? Diyelim ki bir musluğa hortumu taktık. Musluğu açtık. Elimizde imkan olsa musluktan akan ilk su damlacığını işaretleyebilirsek, o su damlacığı hortunun ucundan tekrar görür müyüz?

Ö₁: İlk olarak görürüz.

M: Peki elektron akışını da buna benzetebilir miyiz?

Ö₁: eee evet birbirlerinin üzerinden aktığını söyleyebiliriz.

M: Yani buradan (anot gösterilmektedir.) bir elektron gelir ve gümüş elektrotu ulaşır mı diyorsunuz?

Ö₁: Evet.

M: İşaretleme şansınız olsa

Ö₁: İşaretleme şansımız olsa anotta açığa çıkan elektronu katotta görürdük.

Ö₂: Son zamanlarda yeni bir şeyler söyleniyor. Elektronun kendisi gitmez enerjisi gider. Elektronlar sanki bir misket gibi parçaymış gibi gider, eskiden öyle öğretiyorduk. Çocuklara biz öyle öğrettik. Ama şimdi öyle demiyorlar elektronun kendisi gitmez enerjisi gider.

Ö₂: İletken tel üzerinden gümüş elektrotu taşınır (elektronu kastediyor.)

M: Yani buradan elektron gelir...

Ö₂: Gelir voltmetreden geçer. Gümüş elektrotu geçer. Gümüş elektrotu yük bakımından negatif olur. Oradaki elektrona elektrot gümüş nitrat çözeltisindeki gümüş artı iyonlarını iletterek onların indirgenmesini sağlar. O indirgenme de gümüş metalini oluşturur.

M: Eğer elinizde bir imkan olsaydı, nikel elektrotta yükseltgenme sonucu açığa çıkan elektronları boyama şansımız olsaydı boyadığımız elektronu gümüş elektrot tarafında görebilir miydik?

Ö₂: Nikelin kendine has elektronu gümüşe gitti, gümüşün elektronları diyelim mavi, bir tane de yeşil geldi nikelden.

M: Yani şimdi nikelden gelen iki elektron...

Ö₂: Bu elektronu yeşile boyadın... bu yeşil elektronu görebiliriz.

M: O halde şöyle sorayım size, elimizde imkan olsa nikelin verdiği iki elektronu işaretleme şansımız olsa, işaretlediğimiz iki elektronu gümüş elektrot tarafında görebilir miydik?

Ö₃: ... (sessiz kalıyor)

M: İsterseniz bunu şuna benzetelim: Bir musluk bir hortum düşünün. Suyu açtığımızda ilk akan damlayı boyama şansım olsaydı hortumdan çıkan ilk damlanın kırmızı olduğunu görür müydük?

Ö₃: Evet. Yani nikelden çıkan elektronları işaretlese

M: Gümüş tarafında görür müydük?

Ö₃: Görürdük.

M: Peki nikelden çıkıp işaretlediğimiz ve gümüşe gelen elektronlar tuz köprüsü aracılığı ile tekrar nikel elektrot tarafına geçer mi?

Ö₃: Gümüş tarafından kullanılır.

M: Tuz köprüsü aracılığı ile diğer tarafa geçer demiştiniz.

Ö₃: Gümüşün elektronları geçer.

M: O halde hortumdan suyun akmasına benziyor mu elektronların akması?

Ö₃: (biraz düşünüyor) Benziyor.

M: Elektronlar suyun hortumdan akması gibi devre boyunca akarlar diyebilir miyiz?

Ö₃: Diyebiliriz.

Öğretmenlerin mülakat sorularına verdikleri cevaplar incelenecek olursa üçünün de elektronların iletken kablodan suyun hortumdan ak-

ması gibi aktığını ifade ettikleri görülür. Ayrıca öğretmenlerden bazıları elektronların çözelti içinde hareket edebileceğini de düşünmektedir.

5. *Öğretmenler elektroliz hücrelerini tam olarak kavrayamamıştır.*

M: Elektroliz hücresi ile galvanik hücrenin farkı nedir?

Ö₁: Galvanik hücrede iki ayrı çözeltiyi bir tuz köprüsü ile bağlayarak çalıştırıyoruz. Elektroliz hücresinde ise aynı kaba daldırdığımız elektrotlarla sağlıyoruz.

M: Elektroliz hücresinde elektrik akımı nasıl oluşur? Galvanik hücreyi de hatırlayın isterseniz.

Ö₁: Bir elektroliz hücresinden tek başına elektrik akımı elde edemeyiz. Elektrik akımı elde etmek için iki farklı hücreyi birbirine tuz köprüsü ile bağlanması gerekir, burada pil aracılığı ile akım sağlayabiliriz.

M: Aşırı gerilim mi demek istiyorsunuz?

Ö₁: Evet

M: O halde farkları söyleyebilir misiniz?

Ö₁: Tuz köprüsü yok, pil bağlıyoruz. Elektroliz hücresini çalıştırmak için biz çaba sarf ediyoruz.

M: Elektroliz hücresinde hangi elektrot anot hangi elektrot katottur?

Ö₁: (sessizlik)

M: Pilin bağlanma yönü ile bir ilgisi olabilir mi?

Ö₁: Pilin bağlanma yönüne göre karar verebiliriz. Artı uca bağlanan anot, eksi uca bağlanan katottur.

M: O halde elektrik akımı hangi yönden hangi yöne doğru olduğunu söylersiniz?

Ö₁: Anottan katoda doğru...

M: Elektroliz hücresinin galvanik hücreden farkı nedir?

Ö₂: Elektroliz potansiyel farkı siz sağlıyorsunuz, yani enerji vererek dışarıdan bir pil oluşturuyorsunuz. Bu enerji de elektrolizi gerçekleştirir.

M: Kendiliğinden bir olay gerçekleşir mi?

Ö₂: Dışarıdan bir potansiyel fark uygulamalısınız ki sistemi çalıştırabilirsiniz.

M: Peki bu hücre için hangi elektrot anot, hangi elektrot katottur, neye göre karar verirsiniz?

Ö₂: Bağlamış olduğunuz pilin artı eksi kutuplarına göre karar verirsiniz. Eksi kutup katot, artı kutup anottur. Yani artıya bağlı katot, eksiye bağlı anottur.

M: O halde elektron akımı nasıl sağlanıyor?

Ö₂: Katottan anoda doğru olur.

M: Galvanik hücrenin?

Ö₂: Galvanik hücrenin tersi olur.

M: O halde galvanik hücrenin tersi olarak katotta indirgenme anotta yükseltgenme mi oluyor?

Ö₂: Anotta indirgenme katotta yükseltgenme gerçekleşir. Yani galvanik hücrenin tam tersi.

M: Peki elektroliz hücresinin standart elektrot potansiyeli ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?

M: Elektroliz hücresinin galvanik hücreden farkı nedir?

Ö₃: (sessizlik)

M: Elektroliz olayı nedir?

Ö₃: Elektroliz olayı elektrik akımı ile redoksun gerçekleşmesi. Elektrik akımı vererek yani kendiliğinden olacak, dışarıdan elektrik vereceğiz.

M: Peki ne kadarlık gerilim uygulamanız lazım.

Ö₃: Standart elektrot potansiyellerine göre vereceğiz.

M: Peki bu elektroliz hücresinde anodun ve katodun hangisi olduğuna nasıl karar veririz?

Ö₃: Buraya bir pil bağlanmış, platin elektrot kullanılmış ve elektrotlar AlBr₃ çözeltisine daldırılmış. Pilin bağlanma yönü ile ilgisi var.

Bağlanmaya göre şurası eksi (kısa uç) burası artı (uzun uç) o zaman pilin artı kısmı anoda, pilin eksi ucu katoda bağlanıyor.

M: Peki elektrik akımı nasıl olur burada?

Ö₃: Galvanik hücrenin tersi

M: Yani akım katottan anota doğru mu olur?

Ö₃: Katottan anota doğru görünüyor. Evet.

M: Peki çözültü olarak kullanılan suyun yükseltgenme veya indirgenme olaylarına karışması mümkün müdür?

Ö₃: Evet mümkündür.

M: Peki elektroliz hücresinde anot ve katotta hangi olaylar meydana gelir? Yani her iki elektrotta yükseltgenme ve her iki elektrotta indirgenme olabilir mi?

Ö₃: Olmaz.

M: Galvanik hücrenin tersi dediğimize göre elektroliz hücresinde anotta yükseltgenme katotta indirgenme mi olur?

Ö₃: Yok yine aynı şekilde katotta yükseltgenme anotta indirgenme oluyor.

M: Peki elektroliz hücresinde anodu eksi katodu artı işaretlediniz. O halde elektroliz hücresinde anot elektron temin eder katotta bu elektronları çeker diyebilir miyiz?

Ö₃: Diyebiliriz.

M: Peki pilin işlevi nedir burada?

Ö₃: Pilin etkisi elektrik akımı verecek.

Elektroliz hücreleriyle ilgili olarak verilen cevaplar incelenecek olursa öğretmenlerin anot ve katodu belirlemede zorlandıkları, elektrik akımının yönünü tespit edemedikleri görülür. Ayrıca öğretmenlerden biri elektroliz hücrelerinde tuz köprüsünün bulunamayacağını ifade etmiştir. Bu sonuçlar, öğretmenlerin elektroliz hücrelerini tam olarak kavrayamadıklarının göstergesidir.

Sonuç ve Öneriler

Bu bölümde çalışmanın bulguları literatürden elde edilen veriler ışığında tartışılmış, çalışmanın öğretimde nasıl faydalı olabileceği ifade edilmiş ve gelecek araştırmalar için öneriler sunulmuştur.

4.1 Sonuç

Öğretmenler, öğrencilerdeki kavram yanlışlarını düzeltmeye başlamadan önce, öğrencilerdeki kavram yanlışlarını belirlemeli ve zihinlerindeki bu yanlış kavramlarla yüzleşmelerini sağlamalıdır. Ancak yapılan çalışmalarda, öğretmenlerin öğrencilerine öğretmeye çalıştıkları kavramlar ile ilgili muhtemel yanlışlardan haberdar olmadıkları ya da kendilerinin o kavramlar ile ilgili yanlışlara sahip oldukları tespit edilmiştir.

Çalışmaya katılan kimya öğretmenlerinin sahip oldukları kavram yanlışlarından biri, galvanik hücrelerde tuz köprüsünün işlevi ile ilgilidir. Öğretmenlerin doğru yanlış tipindeki sorulara verdikleri cevaplara göre yaklaşık %92'si; çoktan seçmeli sorulara verdikleri cevaplara göre yaklaşık %39'u tuz köprüsünün işlevini yanlış kavramıştır. Öğretmenlerle yapılan mülakatlardan elde edilen sonuçlar da bu verileri desteklemektedir. Öğretmenler açıklamalarında “tuz köprüsündeki pamuk tıkaçlar iyon kaçışını engellemek için konulmuştur”, “tuz köprüsü, iyonların enerjisini iletir”, “tuz köprüsünden elektronlar geçer”, “tuz köprüsünden katottaki elektrotun elektronları geçer” gibi ifadeler kullanmıştır. Bu ifadelerin tamamı kavram yanlışsıdır. Bu kavram yanlışlarından “tuz köprüsü aracılığıyla devre tamamlanır” ve “tuz köprüsü elektron akımını sağlar” önceki çalışmalarda öğrenciler arasında tespit edilmiştir (Garnett ve Treagust, 1992b; Sanger ve Greenbowe, 1997b; Huddle vd., 2000; Yılmaz vd., 2002). Ancak diğer kavram yanlışlarına literatürde rastlanılmamıştır. Bu yönüyle literatüre bir katkı sağlanmıştır.

Gerçekte, tuz köprüsü, galvanik hücre elektrik akımı üretirken iki yarı hücrede ortaya çıkan yük birikimlerine bağlı polarizasyonu önleme amaçlıdır. Bu polarizasyonu anlamak için de, pil akım üretirken her iki yarı hücrede neler olduğunu ayrıntılı analiz etmek gerekir. Bu analiz için, indirgenen türün karşı anyonunun katot bölgesinde bir değişime uğramayacağı, buna karşılık bu bölmedeki pozitif yüklerin azalacağı;

sonuç olarak katotta (-) yük birikimi; anotta da (+) yük birikimi ortaya çıkacağını ayrıntılı olarak ele almak gerekir. Yani, tuz köprüsünün görevini anlamak, iki elektrot arasında katodu seçmek kadar kolay değildir ve tuz köprüsünün görevi ile ilgili yanılgı, bir yandan zihinde imajların oluşmamış olması bir yandan da analitik düşünme yetisi ile yakından ilgili gibi görünmektedir.

Öğretmenlerin gerek çözelti içinde elektronların hareketi gerekse tuz köprüsünün işlevi hakkında kavram yanılgısına sahip olmalarının temel nedeni fizik derslerinde öğrendikleri “açık devre” ve “kapalı devre” kavramları olabilir. Çünkü bilindiği üzere fizik derslerinde pilin veya jeneratörün yapısına herhangi bir vurgu yapılmadan kapalı devrelerde elektrik akımının geçebileceği ifade edilmektedir. Dolayısıyla öğretmen veya öğrenciler bu bilgi ışığında elektrokimyasal hücreleri yorumlamakta ve devrenin tamamlanabilmesi için elektronların çözelti içinde hareket etmesi gerektiğini düşünmektedirler.

Kimya öğretmenleri arasında en sık rastlanan bir diğer kavram yanılgısı ise elektronların metalik iletkende akışını boruda su akışına benzetme alışkanlığıdır. Yapılan mülakatlardan da görüleceği gibi öğretmenler, galvanik veya elektrolitik hücrelerde yükseltgenme sırasında verilen elektronların borudan su akar gibi kablodan aktığını ve diğer elektrottaki türleri indirgediğini düşünmektedir. Literatürde “iletken kablo boyunca elektronlar taşınır” kavram yanılgısının öğrenciler arasında yaygın olarak bulunduğu bilinmektedir (Huddle vd., 2000). Bu çalışmada tespit edilen “elektronlar metalik iletkende borudaki su gibi akarlar” kavram yanılgısının öğretmenlerin tamamında görülmüş olması ilginçtir. Bu yanılgı fizik derslerinden kaynaklanmış olabilir. Çünkü fizik derslerinde, metallerdeki elektrik akımı, çoğu zaman suyun hortumda akmasına, potansiyel farkı da borunun bir ucunun diğerine göre yüksekte oluşuna benzetilerek anlatılmaktadır. Bu benzetimin özellikle akımla ilgili olan kısmı sorunludur; çünkü hortum kesilince su akmaya devam ettiği hâlde tel kesilince akım durur! Kimya derslerinde metalik bağı anlatırken kullanılan elektron denizi (deniz sudan oluşur) modeli de bu anlatımı desteklemektedir. Dolayısıyla öğretmen ve öğrenciler, metallerde akan elektronların, borudaki su gibi bir ‘akışkan yığın’ oluşturduğu yanılgısına düşmektedirler.

Elektrokimya konusunda kimya öğretmenlerinin sahip olduğu

diğer bir kavram yanlışlığı standart hidrojen yarı hücresi ile ilgilidir. Öğretmenlerden bazıları standart hidrojen yarı hücresinin elektrot potansiyelinin keyfi olarak sıfır alındığını anlamamıştır. Gerçekte, “potansiyel”, “potansiyel farkı”, “potansiyel enerji” gibi kavramların fizik derslerinde yeterli derinlikte oturmamış olması çok muhtemeldir. Bu eksikliklerden, çok sayıda kavram yanlışlığı ortaya çıkabilir. Örneğin “Yarı hücrelerin potansiyeli deneysel olarak tek başına ölçülebilir.” yanlışlığı öğretmenlerin %69,2’sinde görülmüştür ve bu kavram yanlışlığı literatür (Garnett ve Treagust, 1992b; Sanger ve Greenbowe, 1997a) ile de uyumludur.

Çalışmanın ilk bölümünde elde edilen sevindirici bir bulgu, öğretmenlerin çok azının anot ve katodu ayırt etme ile ilgili yanlışlığa düşmesidir. Bu sonuç, daha çok önermelere dayalı bilgilerden oluşan kavram yanlışlıklarının bireyin bilgi düzeyi arttıkça azaldığını gösterir. Özellikle literatürdeki (Garnett ve Treagust, 1992b; Sanger ve Greenbowe, 1997a) verilere göre öğrencilerin sahip olduğu “Elektrotun anot veya katot şeklinde adlandırılması yarı hücrenin fiziksel konumuna bağlıdır.” ve “Üreticinin iki kutbuna bağlanmış elektrotlar aynı inert metal iletkenle yapılmışsa her iki elektrotta da aynı reaksiyon gerçekleşir.” benzeri yanlışlıkların bu çalışmaya katılan öğretmenlerde gözlenmemiş veya çok az gözlenmiş olması yukarıdaki açıklamayı desteklemektedir. Ancak yapılan mülakatlarda öğretmenlerin anot ve katodu belirlemede zorlandıkları da görülmektedir. Örneğin, “Anodu sağ tarafta göstermek uygun değildir.”, “Gümüş nikel göre daha aktiftir. O halde gümüş anottur, nikel katottur.” gibi yanlışlıklara literatürde de rastlamak mümkündür (Garnett ve Treagust, 1992b; Sanger ve Greenbowe, 1997a).

Öğretmenlerin sahip olduğu bir diğer kavram yanlışlığı, “Anot, elektron kaybettiğinden dolayı pozitif yüklüdür. Katot ise elektron kazandığı için pozitif yüklüdür.” (Garnett ve Treagust, 1992b; Sanger ve Greenbowe, 1997a), “Elektron alan madde yükseltgenir.” ve “Elektron verme eğilimi büyük olan madde kuvvetli bir yükseltgendir.” (Yılmaz vd., 2002) ile ilgilidir. Anket sonuçlarına göre öğretmenlerin elektrotlarda gerçekleşen olayın indirgenme mi yoksa yükseltgenme mi olduğuna karar vermede zorlandıkları anlaşılmaktadır. Araştırmada “Elektrolitik hücrelerde katotta yükseltgenme, anotta indirgenme olur” kavram yanlışlığına sahip öğretmenlerin oranı yaklaşık %31 olarak belirlenmiştir.

tir. Yapılan mülakatlarda da öğretmenlerin “Anotta indirgenme olur” ifadesini kullandıkları görülmüştür. Aynı zamanda “Elektrolitik hücre galvanik hücrenin tersidir”, “Anotta indirgenme katotta yükseltgenme gerçekleşir.” şeklinde bir yaklaşımla öğretmenler, elektrolitik hücrelerde, galvanik hücrenin tersine “katotta yükseltgenme ve anotta da indirgenme olacağını”, “elektrik akımının katottan anoda doğru olacağını” ifade etmişlerdir. Dolayısıyla elektrolitik hücrelerde, dış devredeki pilin, hücrenin katoduna elektron sağlarken, hücrenin anodundan elektron çekeceği gerçeği dikkate alınmamaktadır.

Yine elektrolitik hücreler ile ilgili öğretmenlerde saptanan bir diğer kavram yanılgısı literatürde (Garnett ve Treagust, 1992b; Sanger ve Greenbowe, 1997a) de belirtilen “Elektrolitik hücrelerde çözücü olarak kullanılan suyun bir yükseltgenme veya indirgenme olayına karışması mümkün değildir” şeklindedir. Araştırmaya katılan öğretmenlerin yaklaşık %70’inde bu kavram yanılgısı belirlenmiştir. Oysa çözücü olarak kullanılan su katotta veya anotta bizzat değişime uğrayabileceği gibi, H^+ ve OH^- iyonları da sırasıyla katotta indirgenebilir veya anotta yükseltgenebilir. Örneğin, sulu sodyum klorür çözeltisinin elektrolizinde katottan H_2 çıkarken anotta Cl_2 oluşur. Uygulanan gerilim yeterince yüksekse, katotta hem H_2 hem de Na oluşabilir; anotta da Cl_2 ve O_2 oluşumu yan yana gözlenebilir (Katotta oluşan Na, su ile etkileşerek H_2 oluştururken kendisi Na^+ formuna geri döner; bu yüzden katottaki her iki olay da sonuçta H_2 oluşumu ile sonlanır.).

Bir elektroliz hücresinde iki elektrot arasına uygulanan potansiyel farkı ile devreden geçen akımın şiddeti arasındaki ilişkileri ilgilendiren “NaCl’in sulu çözeltisine platinden yapılmış iki elektrot daldırılırsa dıştan uygulanan potansiyelin büyüklüğü ile devreden geçen akım arasında hiçbir ilişki yoktur.” sorusuna öğretmenlerin %61,5’nin doğru şeklinde cevaplamaları dikkat çekicidir. Bu bir kavram yanılgısıdır (Garnett ve Treagust, 1992b; Sanger ve Greenbowe, 1997a) ve bu yanılgı, bir yandan elektrolitik hücreden elektriğin akışı mekanizması ile, bir yandan da potansiyel farkı arttıkça elektrotlarda meydana gelecek olayların değişip değişmeyeceği irdelemesi ile ilgilidir. Potansiyel farkı arttıkça katotta veya anotta yeni olayların başlayabileceği, örneğin NaCl sulu çözeltisinin elektrolizinde anottaki ürünün düşük potansiyel farkları için Cl_2 , potansiyel farkı büyüyünce de hem Cl_2 hem de O_2

olacağı gözden kaçmış gibi görünmektedir. Büyük bir ihtimalle böyle bir potansiyel-akım ilişkisi irdelemesi için gerekli olan bilgi ve kavram alt yapısı yetersizliği söz konusudur. Gerçekten de polarografik analiz konusuyla ilgilenmeyen kimyacıların, elektrolitik hücrenin potansiyel farkı-akım ilişkilerini analiz etmede zorlukla karşılaşması doğaldır.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere kimya öğretmenlerinin elektrokimya konusunda kavram yanlışlarına sahip olmalarının temel nedenlerinden biri, onların fizik kapsamına giren kavramlar ile kimya derslerindeki kavramları doğru bir şekilde ilişkilendirememeleri veya fizikteki kavramlar hakkında kavram yanlışlarına sahip olmalarıdır. Dolayısıyla öğretmen ve öğrencilerde elektrokimya konusundaki kavram yanlışlarını azaltmak için öncelikle dersler fen konularının bütüncül (holistik) yapısı göz önüne alınarak işlenmelidir. Diğer bir ifadeyle herhangi bir disiplinde bir kavram öğretilirken o kavramın diğer disiplinlerdeki kavramlarla olan ilişkisi de göz önüne alınmalıdır. Örneğin kimya dersinde hücre ve yarı hücre kavramları işlenirken biyoloji dersindeki hücre kavramı göz önünde bulundurulmalı; aradaki benzerlik ve farklar tartışılmalıdır. Çünkü öğrenciler elektrokimya dersinde “Bir metal tel veya levha o metalin bir tuzunun çözeltisine batırılınca bir yarı hücre oluşur.”, “İki yarı hücreden bir hücre (pil) meydana gelir.” gibi cümleleri duyduğunda bunları biyoloji dersinde duyduğu “hücre” kavramı ile bir şekilde ilişkilendirmek ister. Örneğin, galvanik hücredeki tuz köprüsünün canlı hücredeki hangi organelere karşı geldiği sorgulaması çok doğaldır ve iki kavramın farklılığı baştan vurgulanmazsa, biri hakkında doğru bilinenler, öteki hakkında bir yanlışın temeli olabilir.

Sonuç olarak ifade etmek gerekirse çalışmaya katılan kimya öğretmenleri elektrokimya konusunda pek çok kavram yanlışına sahiptir. Öğretmenlerin bu kavram yanlışlarının, ders işlerken öğrencilere de geçmesi, geçmese bile öğrencilerdeki yanlışlara öğretmenin bir tedbir üretememesi doğaldır.

4.2 Öneriler

Öğretmenlerin kavram yanlışlarının ortadan kaldırılması önemlidir. Bu amaçla öğretmenler hizmet içi seminerlere alınmalıdır. Özellikle elektrokimya konusunda açılacak hizmet içi eğitim seminerlerde, öncelikle bu çalışmada sözü geçen kavram yanlışlarının öğretmenler ara-

sındaki yaygınlık derecesi araştırılmalıdır. Daha sonra öğretmenlerin dikkat ve ilgisi bu kavram yanılgılarına çekilmeli ve olası başka kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak için seminerlerde fikir alış verişi yapılmalı, uygun tartışma ortamları oluşturulmalıdır. Öğretmenlerde var olan kavram yanılgıları belirlendikten sonra seminerlerde bu kavram yanılgıları tartışılmalı ve öğretmenler, kendi kavramsal çerçevelerini test etmeye teşvik edilmelidir. Ayrıca seminerlerde kavram yanılgılarını gidermeye yönelik simülasyon, model ve laboratuvar etkinlikleri tasarlanmalı veya oluşturulmuş olanlar kullanılmalıdır.

Her yetişkin gibi öğretmenlerin de bazı konularda yanılgılarını kabul etmeleri zor bir süreç olabilir. Bu nedenle hizmet içi eğitim seminerlerinde kavramsal değişim yöntemine uygun olarak eğitim verilmeli ve ilk haftalarda üzerinde durulmuş olan kavram yanılgıları aynı hafta içerisinde yeniden gündeme getirilerek devam edenler üzerinde yeniden tartışmalar yapılmalıdır. Ayrıca belli bir kavram yanılgısının kalıcılığını doğru olarak tespit için, o yanılğı yüzünden düşülebilir farklı tuzaklar ile deneme yapmak, öğrenilmiş sorular üzerinden ikinci bir kontrolle problemin çözüldüğü yanılığısına da düşmemek gerekir.

Kimya öğretmenlerinin elektrokimya konusunda sahip oldukları kavram yanılgılarını öğrencilerine aktarmaması için uygulanabilecek diğer bir yol ise öğretmen kitaplarının çıkarılması olabilir. Bu kitaplar da öğrencilerin ve öğretmenlerin yaygın olarak sahip oldukları kavram yanılgılarına yer verilmeli, bu kavram yanılgılarının nasıl ortadan kaldırılabileceği uygun öğretim yöntem ve teknikleriyle gösterilmelidir.

Kaynaklar

- Birss, V. I. And Truax, D. R. (1990). An Effective Approach To Teaching Electrochemistry. *Journal Of Chemical Education*, 67 (5), 403-409.
- Cheung, D., Ma Hong-Jia And Yang, J. (2009). Teachers' Misconceptions About The Effects Of Addition Of More Reactants Or Products On Chemical Equilibrium. *International Journal Of Science And Mathematics Education*. Vol 7. Pp. 1111-1133.
- Chou, C. Y. (2002). Science Teachers' Understanding Of Concepts In Chemistry. *Proceedings Of The National Science Council*. Roc(D), Vol. 12, No.2, 73-78.
- Çepni, S., Keleş, E. Ve Ayvacı, H. T. (2000). Fizik Ders Kitaplarını Değerlendirme Ölçeği. Iv. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi. 135-140, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

- Huddle, P. A., White, M. D., And Rogers, F. (2000). Using A Teaching Model To Correct Known Misconceptions In Electrochemistry. *Journal Of Chemical Education*. Vol. 77, No.1, 104-110.
- Garnett, Pamela J., Garnett, Patrick J. And Treagust, D. F. (1990). Implications Of Research On Students' Understanding Of Electrochemistry For Improving Science Curricula And Classroom Practice. *International Journal Of Science Education*. Vol. 12, No. 2, 147-156.
- Garnett, P. J. And Treagust, D. F. (1992a). Conceptual Difficulties Experienced By Senior High School Students Of Electrochemistry: Electric Circuits And Oxidation-Reduction Equations. *Journal Of Research In Science Teaching*. Vol. 29, No. 2, 121-142.
- Garnett, P. J. And 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*. Vol. 29, No. 10, 1079-1099.
- Geban, Ö., Ertepinar, H., Yayla, N. Ve Işık, A. (1999). Elektrokimya Konusunda Kavram Yanılgıları. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. M.E.B. Öygm.
- Özkaya, A. R. (2000). Öğretmen Adaylarının Elektrokimyasal Piller İle İlgili Kavram Yanılgıları. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi. 6-8 Eylül 2000. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Sanger, M. J. And Greenbowe, T. J. (1997a). Common Students' Misconceptions In Electrochemistry: Galvanic, Electrolytic, And Concentration Cells. *Journal Of Research In Science Teaching*. Vol. 34, No. 4, Pp. 377-398.
- Sanger, M. J. And Greenbowe, T. J. (1997b). Students' Misconception In Electrochemistry: Current Flow In Electrolyte Solutions And The Salt Bridge. *Journal Of Chemical Education*. Vol. 74, No. 7, Pp. 819-823.
- Sanger, M. J. And Greenbowe, T. J. (1999). An Analysis Of College Chemistry Textbooks As Sources Of Misconceptions In Electrochemistry. *Journal Of Chemical Education*. Vol. 76, No.6, 853-860.
- Yılmaz, A., Erdem, E. Ve Morgil, İ. (2002). Öğrencilerin Elektrokimya Konusundaki Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. C. 23, 234-242.