

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK
ALANLARI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ÖĞRETMENLERİN ELEKTROKİMYA KONUSUNDAKİ
KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİ VE
ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEKTROKİMYA KONUSUNDAKİ
BAŞARILARINA
ÖĞRETİM YÖNTEMİNİN ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

**Hazırlayan
ORHAN ERCAN**

ANKARA-2009

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK
ALANLARI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ÖĞRETMENLERİN ELEKTROKİMYA KONUSUNDAKİ
KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİ VE
ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEKTROKİMYA KONUSUNDAKİ
BAŞARILARINA
ÖĞRETİM YÖNTEMİNİN ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

**Hazırlayan
ORHAN ERCAN**

**Danışman
Prof. Dr. M. Levent AKSU**

ANKARA-2009

Orhan ERCAN'ın **ÖĞRETMENLERİN ELEKTROKİMYA KONUSUNDAKİ KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİ VE ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEKTROKİMYA KONUSUNDAKİ BAŞARILARINA ÖĞRETİM YÖNTEMİNİN ETKİSİ** başlıklı tezi 03.11.2009 tarihinde, jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Kimya Eğitimi Bilim Dalında **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

	<u>Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Başkan)	Prof. Dr. Orhan ATAKOL
Üye (Danışman)	Prof. Dr. M. Levent AKSU
Üye	Prof. Dr. Ziya KILIÇ
Üye	Prof. Dr. Ramazan TEZCAN
Üye	Yrd. Doç. Dr. M. Akif ŞENELT

ÖN SÖZ

Çalışmalarım süresince bilgisi, tecrübesi ve iyi niyetiyle destek olan, değerli hocam ve danışmanım sayın Prof. Dr. M. Levent AKSU'ya çok teşekkür ediyorum.

Tezin çeşitli aşamalarında değerli görüş ve düşüncelerinden faydalandığım, çalışma ile ilgili olarak eksik noktaları görmemde ve bunları gidermemde bana büyük katkıda bulunan değerli arkadaşım Yrd. Doç. Dr. Nusret KAVAK'a ve yapıcı eleştiri ve önerilerinden dolayı sayın Prof. Dr. Ziya KILIÇ'a teşekkür ederim.

Gerek bu tezin hazırlanması sırasında, gerekse pozitif motivasyonu her an yanımda olan sevgili kardeşim, dostum Mehmet ÜLGER'in nezdinde bütün arkadaşlarıma ve ayrıca değerli mesai arkadaşlarım Zerrin GÖRGÜN ve Dr. Merih EGE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, her ne kadar kelimeler ile ifade edemesem de hayatta bugünlere gelmemi sağlayan, beni yetiştirmek için maddi ve manevi hiçbir fedakârlıktan kaçmayan, hâlâ her anlamda yanımda olan, başta biricik annem ve babam olmak üzere bütün aileme şükranlarımı sunarım.

Orhan ERCAN
Ekim, 2009

ÖZET

ÖĞRETMENLERİN ELEKTROKİMYA KONUSUNDAKİ KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİ VE ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEKTROKİMYA KONUSUNDAKİ BAŞARILARINA ÖĞRETİM YÖNTEMİNİN ETKİSİ

Doktora Tezi

Orhan ERCAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ekim, 2009

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.

Özellikle son yıllarda eğitim yaklaşımlarındaki değişim kimya derslerinde uygulanan yöntemlerin gözden geçirilmesine neden olmuştur. Öğrencinin, öğrenmenin merkezine alındığı yöntemlerin temelinde ‘Her bireyin öğrenmesi kendine özgüdür. Öğrenme ise ön bilgilerin üzerine yeni bilgilerin inşa edilmesi ile olur.’ fikrinin bulunduğu söylenebilir. Bu nedenle kimya derslerinde öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştıracak ve öğrenciyi öğrenmenin merkezine alacak yeni öğrenme ve öğretme yöntemleri uygulanmalıdır.

Bu yöntemlerden biri olan rol oynama öğretim (role play) yönteminin, her ne kadar bazı kimya kavramlarının öğretilmesinde kullanılmasında karşılaşılsak da henüz kimya eğitimine girdiği pek söylenemez. Dolayısıyla elektrokimya kavramlarının öğretilmesine etkisinin araştırılmasında yarar vardır. Rol oynama öğretim yöntemi, farklı olay, durum, olgu veya kavramların hareketlerle ortaya konulması olarak tek bir cümle ile ifade edilecek olursa, öğrencilerin soyut olan kavramları zihinde canlandırmalarına katkı sağladığı söylenebilir. Bu bakımdan eğitimdeki önemi de daha belirgin hâle gelmektedir.

Bu çalışmanın amacı, MEB okullarında görev yapan öğretmenlerin elektrokimya kavramlarını öğretirken yaşadıkları sorunları ve sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemek ve ön bilgileri, mantıksal düşünme yetenekleri, uzaysal düşünme yetenekleri, kimyaya karşı tutum ve algılamaları kontrol altına alındığında öğretmen adaylarının elektrokimya konusundaki başarılarına rol oynama öğretim yönteminin etkisini bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ve geleneksel öğretim ile karşılaştırarak araştırmaktır.

Bu amaçla, Millî Eğitim Bakanlığı Ankara İl Millî Eğitim Müdürlüğü bünyesinde çeşitli okullarda görev yapan bir grup kimya öğretmenine elektrokimya kavram testi uygulanmış ve üç öğretmenle mülakat yapılmıştır. Ayrıca, 2005-2006 Öğretim yılında Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda öğrenim gören toplam üç şubede 123 1. sınıf öğrencisi ile deneysel çalışma yapılmıştır. Bu şubelerden biri kontrol grubu, diğer ikisi ise deneysel grup olarak tanımlanmıştır. Örneklemin yaş ortalaması 18,75 olup, uygulamaya başlamadan önce öğrencilerin tamamı geleneksel öğretim ile öğrenim görmüşlerdir. Uygulamadan önce ön bilgilerini, mantıksal düşünme yeteneklerini, uzaysal düşünme yeteneklerini ve kimyaya karşı tutum ve algılamalarını kontrol altına almak için elektrokimya başarı testi, mantıksal düşünme yetenek testi, zihinsel döndürme testi, kimyaya karşı tutum ve algılama testi uygulanmış ve uygulama sonrasında elektrokimya başarı testi tekrar uygulanmıştır. Testlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesinde ANCOVA analizi kullanılmıştır.

Çalışma sonunda, görev yapmakta olan kimya öğretmenlerinde elektrokimya konuları ile ilgili çeşitli kavram yanılgıları belirlenmiştir. Bununla birlikte yapılandırıcı öğrenme teorisine dayanan rol oynama yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin

elektrokimya konusundaki başarı testinden aldıkları puanların ortalamasının geleneksel öğretim ve bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemine göre öğrenim gören öğrencilerin ortalamasından anlamlı olarak daha iyi olduğu görülmüştür. Dolayısıyla kavramları daha iyi şekilde ilişkilendirdikleri ve anlamlı öğrenmeyi daha çok gerçekleştirdikleri sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kimya eğitimi, elektrokimya, yapılandırıcı yaklaşım, kavram yanılması, rol oynama, 5 E öğrenme modeli, bilgisayar destekli öğretim yöntemi.

ABSTRACT

DETERMINING MISCONCEPTIONS OF TEACHERS ON ELECTROCHEMISTRY AND THE EFFECT OF TEACHING METHOD ON THE SUCCESS OF PRE-SERVICE TEACHERS OVER ELECTROCHEMISTRY

Ph. D. Thesis

Orhan ERCAN

GAZI UNIVERSITY

INSTITUTE OF EDUCATION SCIENCES

October, 2009

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 changes in the education paradigm brought about notable changes in the approaches to the methods used in chemistry teaching. The techniques, mostly student centered, are based upon the principle that can be put briefly as “The learning process of each person is unique to him/her. Every learner comes up with a mind that has some degree of preoccupation on the subject to be thought and during the learning process, new concepts are built upon the already existing ones.” That is why the development of new methods which take students into the center and ease the learning process in chemistry is of great importance.

One of these methods is role playing. Although it has been used in teaching some chemical concepts it is yet to be used in widespread manner. Therefore, we decided to employ this method in teaching the electrochemical concepts. If we describe role playing as improvising different events, situations and concepts by actions it can easily be said that it may be useful for the creation of abstract concepts in a more solid way in the minds of the students. This makes it a suitable method in education.

The purpose of this study is to determine the misconceptions of the chemistry teachers in public schools related to electrochemistry concepts and the difficulties they face in teaching them and compare the effect of role playing on pre-service teachers with computer supported 5E and conventional teaching methods when their prior knowledge, logical thinking skills, their attitudes towards chemistry are effectively controlled.

A group of chemistry teachers working in various schools in Ankara were given an electrochemistry concepts test and had been an interview with three teachers. Apart from that an experimental study was carried out on three groups of first year teacher training students totaling in number to 123 and studying in the department of Science Teaching, Faculty of Education Gazi University in 2005-2006 academic year. One of the groups was designed as the control and the other two as experimental groups. The mean age in the sample was 18,75. All of the students which participated in the study had been taught by the conventional method up to that time. All three groups were subjected to logical thinking test, mental conversion test, attitude and conception test towards chemistry and the concept test related to the electrochemical concepts in order to control their prior knowledge, their logical thinking skills, their spatial thinking skills and their attitudes and conceptions towards chemistry. The data obtained from these tests were evaluated by the use of ANCOVA analysis.

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. Besides, the results indicate that the students educated with the role play model according to constructivist approach scored significantly higher marks in electrochemical concept test compared to the ones who were educated with the conventional method or computer supported 5E approaches. They were also observed to

relate the concepts in a much better way. It can be concluded that they carried out a much meaningful learning process.

Keywords: Chemistry education, electrochemistry, constructivism, misconception, role play, 5E learning model, computer based instruction.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖN SÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	x
TABLoların LİSTESİ	xiv
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xv
KISALTMALAR VE SİMGELER	xvi
BÖLÜM I GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı ve Önemi	1
1.2 Problem ve Hipotezler	6
1.2.1 Problem Cümleleri	6
1.2.2 Çalışmanın Alt Problemleri.....	7
1.3 Hipotezler.....	8
1.4 Araştırmanın Varsayımları.....	9
1.5 Araştırmanın Sınırlılıkları	10
BÖLÜM II KAVRAMSAL ÇERÇEVE	12
2.1 Eğitime Genel Bir Bakış	12
2.2 Elektrokimyanın Tarihçesi ve Gelişim Süreci	13
2.3 Ortaöğretimde Elektrokimya.....	15
2.4 Yapılandırıcı Öğrenme Yaklaşımı ve Kavram Öğretimi	16
2.5 Geleneksel Öğretim Anlayışı ve Davranışçılık	19
2.6 Rol Oynama Öğretim Yöntemi	20
2.6.1 Rol Oynama Öğretim Yönteminin Önemi	25
2.6.2 Rol Oynama Öğretim Yönteminin Sınırlılıkları.....	30
2.6.3 Rol Oynama Öğretim Yönteminin Fen Eğitimindeki Yeri	31
2.7 5E Öğrenme Modeli.....	43
2.8 Bilgisayar Destekli Öğretim Nedir?.....	46
2.8.1 Bilgisayar Destekli Öğretimin Yararları	48

2.8.2 BDÖ ve Öğretmen.....	49
2.8.3 Eğitim ve Öğretim Etkinliklerinde Bilgisayar Kullanılması.....	50
2.8.4 Bilgisayar Destekli Öğretimin Sınırlılıkları.....	50
2.8.4.1 Öğrencinin Sosyo-Psikolojik Gelişimini Engelleme.....	50
2.8.4.2 Sağlık Sorunları.....	51
2.8.4.3 Özel Donanım ve Beceri Gerektirme.....	51
2.8.4.4 Öğretim Programlarını Desteklememesi.....	51
2.8.5 BDÖ’de Dersin Planlanması.....	52
2.9 Kavramlar ve Fen Öğretimindeki Önemi.....	53
2.9.1 Kavram Geliştirme Süreçleri.....	55
2.9.1.1 Genelleme süreci.....	55
2.9.1.2 Ayırım Süreci.....	56
2.9.1.3 Tanımlama Süreci.....	56
2.10 Kavram Yanılgısı Nedir?.....	57
2.10.1 Elektrokimyadaki Kavram Yanılgıları.....	62

BÖLÜM III YÖNTEM.....86

3.1 Deneysel Tasarım.....	86
3.2. Çalışmanın Evreni ve Örneklemi.....	88
3.2.1 Çalışmanın Evreni.....	88
3.2.2 Çalışmanın Örneklemi.....	89
3.3 Değişkenler.....	90
3.3.1 Bağımlı Değişken.....	90
3.3.2 Bağımsız Değişken.....	90
3.3.3 Kontrol Altına Alınan Değişkenler.....	90
3.4 Ölçüm Araçları.....	91
3.4.1 Elektrokimya Başarı Testi.....	91
3.4.2 Yarı Yapılandırılmış Mülakat Protokolü.....	93
3.4.3 Kimyaya Karşı Tutum ve Algılama Ölçeği.....	93
3.4.4 Zihinsel Döndürme Testi (ZDT).....	94
3.4.5 Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi.....	94
3.5 Öğretim Yöntemleri.....	95
3.5.1 Kontrol Grubu.....	95
3.5.2 1 Nu.’lı Deneysel Grup.....	95

3.5.3 2 Nu.'lu Deneysel Grup	98
3.6 Veri Analizi	100
BÖLÜM IV BULGULAR VE YORUMLAR.....	102
4.1 Görev Yapmakta Olan Kimya Öğretmenlerine İlişkin Bulgular	102
4.1.1 Hipotez H ₁ 1	102
4.1.1.1 Anketten Elde Edilen Bulgular	102
4.1.1.2 Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular	106
4.2 Öğretmen Adaylarına Uygulanan Öğretim Yöntemlerinden Elde Edilen Bulgular	122
4.2.1 Elektrokimya Konusundaki Başarıya Öğretim Yönteminin ve Diğer Değişkenlerin Etkisi	123
4.2.1.1 Hipotez H ₀ 1	124
4.2.1.2 Hipotez H ₀ 2	126
4.2.1.3 Hipotez H ₀ 3	127
4.2.1.4 Hipotez H ₀ 4	127
4.2.1.5 Hipotez H ₀ 5	128
4.2.1.6 Hipotez H ₀ 6	128
4.2.1.7 Hipotez H ₀ 7	128
4.3 Yorumlar	129
BÖLÜM V SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	131
5.1 Kimya Öğretmenlerinin Elektrokimya Konusundaki Kavram Yanılgıları	131
5.2 Öğretmenlerin Elektrokimya Kavramlarını Öğrendikleri Kaynaklar ile Elektrokimya Kavramlarını Öğretmeleri ve Mesleki Kıdemleri Arasındaki İlişki.....	138
5.3 Öğretmenlerin Elektrokimya Kavramlarını Öğretirken Yaşadıkları Sorunlar	139
5.4 Öğrencilerin Elektrokimya Konusundaki Başarılarına Öğretim Yönteminin Etkisi.....	140
5.5 Öneriler	143
KAYNAKLAR	145

EKLER	158
EK-1: Ders Planları ve Rol Oynama Senaryoları	158
EK-2: Öğretmenlerle Yapılan Mülakatlar.....	179
EK-3: Elektrokimya Başarı Testi.....	195
EK-4: Mülakat Protokolü.....	201
EK-5: Kimyaya Karşı Tutum ve Algılama Ölçeği.....	206
EK-6: Zihinsel Döndürme Testi.....	209
EK-7: Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi	219
ÖZ GEÇMİŞ	228

TABLULARIN LİSTESİ

Tablo 1. Elektrokimyada Elektrik Devresi ile İlgili Öğrencilerde Bulunan Yaygın Bazı Kavram Yanılgıları.....	64
Tablo 2. Elektrokimyada Galvanik Hücreler ile İlgili Öğrencilerde Bulunan Yaygın Bazı Kavram Yanılgıları.....	65
Tablo 3. Elektrokimyada Elektrolitik Hücreler ile İlgili Öğrencilerde Bulunan Yaygın Bazı Kavram Yanılgıları.....	66
Tablo 4. Elektrokimyada Derişim Hücreleri ile İlgili Öğrencilerde Bulunan Yaygın Bazı Kavram Yanılgıları.....	66
Tablo 5. Huddle ve Arkadaşları Tarafından Elektrokimya Kavramları ile İlgili Öğrencilerde Belirlenen Kavram Yanılgıları	67
Tablo 6. Yılmaz ve Arkadaşlarının Tespit Ettiği Bazı Kimya Öğretmen Adaylarında Bulunan Kavram Yanılgıları	68
Tablo 7. Çalışmanın Deneysel Tasarımı	88
Tablo 8. Elektrokimya Başarı Testinin İçeriği.....	92
Tablo 9. Öğretmenlerin Doğru/Yanlış Tipindeki Sorulara Verdikleri Cevapların Sıklık ve % Dağılımı.....	103
Tablo 10. Öğretmenlerin Çoktan Seçmeli Tipindeki Sorulara Verdikleri Cevapların Sıklık ve % Dağılımı.....	105
Tablo 11. Öğretmenlerin, “Elektrokimya kavramlarını hangi kaynaklardan öğrendiniz?” Sorusuna Verdikleri Cevapların Sıklık ve % Dağılımı	105
Tablo 12. Araştırmaya Katılan Öğretmenlerin Mesleki Kıdemleri	106
Tablo 13. Öğretmenlerin Tuz Köprüsünün İşlevi ile İlgili Kavram Yanılgıları.....	112
Tablo 14. Tek Grup Kolmogorov-Smirnov Test Sonuçları	122
Tablo 15. ANOVA Tablo Özeti.....	123
Tablo 16. EBT Ön Test Skorları Kontrol Altına Alındığında Elde Edilen ANCOVA Analiz Sonuçları.....	124
Tablo 17. Deneysel Grupları ve Kontrol Grubunun EBT Son Test Skor Ortalamalarının Tukey Testi ile Değerlendirilmesi	125

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 1. Burke ve Arkadaşlarının Geliştirdiği Bilgisayar Animasyonları	70
Şekil 2. Huddle ve Arkadaşlarının Geliştirdiği Model	74
Şekil 3. Hamza ve Wickman'ın Araştırmalarında Kullandıkları Deney Düzenegi.....	82

KISALTMALAR VE SİMGELER

Çalışmada kullanılan bazı kısaltmalar ve simgeler kısaca aşağıda açıklanmıştır.

Kısaltmalar

MEB
BDÖ
KG
DG (1)
DG (2)
EBT (Ön test)
MDYT
ZDT
KKTA
EBT
ANOVA
ANCOVA

SPSS
vd.

Açıklama

Millî Eğitim Bakanlığı
Bilgisayar destekli öğretim
Kontrol grubu
1 Nu.'lı deney grubu
2 Nu.'lı deney grubu
Ön bilgi testi
Mantıksal düşünme yetenek testi
Zihinsel döndürme testi
Kimyaya karşı tutum ve algılama ölçeği
Elektrokimya başarı testi
Varyans analizi
Bazı değişkenlerin kontrol altına alındığı varyans analizi
Sosyal bilimler için istatistik programı ve diğerleri

Simgeler

N
 \overline{SS}
 \overline{X}
p, α
df
 ΣX^2
MS
F
 ψ^2
 R^2

Açıklama

Örneklem sayısı
Örneklemin standart sapması
Örneklemin aritmetik ortalaması
Anlamlılık düzeyi
Serbestlik derecesi
Ortalamadan sapmaların karelerinin toplamı
Ortalamadan sapmaların karelerinin ortalaması ($\Sigma X^2 / df$)
F istatistiği
Etki büyüklüğü
Toplam etki büyüklüğü

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde, araştırmada ele alınan problem durumu, problem cümlesi ve alt problemler tanımlanarak araştırmanın amacı, önemi, varsayımları, sınırlılıkları ve araştırmayla ilgili terimlerin tanımlarına yer verilmiştir.

1.1 Araştırmanın Amacı ve Önemi

Kimyanın pek çok konusu gibi, elektrokimya konularının öğrenilmesi de, maddenin tanecikli doğasının doğru bir şekilde kavranılmasına bağlıdır. Bazı araştırmacılara göre kimyadaki öğrenme zorluklarının oluşmasının nedenlerinin başlıcası, öğrencilerin günlük yaşamlarına bakış açıları ve algılayışlarıyla çelişen kimya olaylarının tanecikli doğası gelmektedir (Treagust, Duit ve Nieswandt, 2000). Tanecikli doğa, atom, iyon, molekül, elektron, proton, nötron gibi kavramların öğrenilmesini gerektirir. Ancak, bu kavramların soyut olması nedeniyle duyu organları aracılığıyla elde ettikleri verilere ve böylece edindikleri bilgilere güvenme eğiliminde olan öğrenciler için bunların doğru bir şekilde öğrenilmesi sorun teşkil etmektedir. Çünkü maddeyi oluşturan tanecikler, doğrudan gözlemlenemezler; günlük deneyimlerden sezgiyle algılanamayacak kadar küçüktürler ve hayalde canlandırılması da oldukça zordur (Ben-Zwi vd., 1986).

Kimya kavramlarının daha iyi anlaşılabilmesi için hayalde canlandırabilmek önemlidir (Mcintosh, 1986). Öğrenciler, atom, molekül, iyon gibi soyut kavramları hayallerinde canlandırabilirlerse “dizge” (semboller ve eşitlikler), “önerme” (kavramlar arası ilişkiler) ve “mantıksal-matematiksel anlayış” (matematiksel problem çözme) geliştirirler. Dolayısıyla öğrenciler, kimya kavramlarını zihinlerinde doğru bir şekilde anlamlandırabilir; kimyasal olayları bilimsel görüşlere uygun bir şekilde açıklayabilirler. Bunun aksine, maddenin makroskobik özellikleriyle ilgili duyu

organlarından elde ettikleri bilgileri kullanmak suretiyle, mikroskopik doğayı yorumlamaya çalışırsa, sonuçta yanlış kavrama oluşturabilirler (Ebenezer, 2001). Bu nedenle öğrencilerde kavram yanlışlığı oluşmaması için, maddenin tanecikli doğasının öğretimine daha fazla önem verilmeli; ayrıca, öğrenme ortamı, öğrencilerin kavramları hayallerinde canlandırmalarına yardımcı olacak şekilde düzenlenmeli; bu kavram yanlışlarının giderilebilmesi için yeni öğretim yaklaşımları araştırılmalıdır (Kavak, 2004).

Öğrencilerin maddenin taneciklerini hayallerinde canlandırmalarını kolaylaştırmak için çeşitli öğretim yöntemleri önerilmiştir (Gabel, 1998). Bunlardan ikisi bilgisayar animasyonları ve rol yaparak öğrenmedir. Bilgisayar destekli öğretim, bütün kimya olmak üzere elektrokimya kavramlarının öğretimi için de sıkça kullanılan bir öğretim yöntemidir. Fakat rol oynama öğretim yönteminin, elektrokimya kavramlarının öğretimi için şimdiye kadar yapılan çalışmalarda kullanıldığına rastlanılmamıştır. Bu nedenle rol oynama öğretim yönteminin elektrokimya kavramlarının öğretiminde nasıl etkili olacağının belirlenmesi bilimsel açıdan önemlidir.

Bir konunun öğrenilmesine uygulanan öğretim yönteminin etkisini incelemeye başlamadan önce o konudaki öğrenmeye etki edebilecek diğer değişkenlerin kontrol altına alınması önemlidir. Bunlardan biri olan ön bilgilerin literatürde öğrenmeye etki ettiğine dair birçok delile rastlanılmaktadır (Treagust vd., 2000).

Öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri, öğrenmeye etki edebilecek faktörlerden biridir. Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin, bir konuyu anlama düzeylerine etkisi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, soyut kavramları öğrenmede mantıksal düşünme yeteneği düşük olan öğrencilerin daha az başarılı olduğu görülür. Örneğin, Lawson ve Renner (1975) lise öğrencileri ile yaptıkları çalışmada kavramları somut ve soyut olarak iki sınıfa ayırmışlar ve soyut kavramları, mantıksal yeteneği düşük olan öğrencilerin öğrenmekte zorlandıklarını belirlemişlerdir. Cantu ve Herron (1978) ortaöğretim öğrencilerini de kattıkları çalışmalarında, Lawson ve Renner'in çalışmalarında ulaştıkları sonuçlara ulaşmışlardır. Yani somut işlemlerle muhakeme yapan öğrencilerin soyut kavramları anlamakta zorlandıklarını tespit

etmişlerdir. Lawson ve Renner'in sonuçlarına benzer sonuçlar Simpson ve Marek (1988) tarafından da bulunmuştur. Simpson ve Marek yaptıkları çalışmalarında somut işlemlerle muhakeme yapan öğrencilerin soyut işlemler gerektiren fen kavramlarını anlayamadıklarını bildirmişlerdir. Bitner (1989) ise öğrencilerin mantıksal muhakemede gelişim süreçlerini incelemiştir. Bu amaçla 6 ila 10. sınıflar arasındaki öğrencileri 20 ay boyunca gözlemlemiş ve öğrencilerin neredeyse hiçbirinin soyut muhakeme yeteneğine sahip olmadığını belirlemiştir. Ancak 7. sınıf sonunda öğrencilerin somuttan ara muhakeme sürecine geçtiğini ifade etmiştir. Abraham ve arkadaşları (1992) tarafından yapılan çalışmada ise kimya konularından beş kavramı öğrencilerin öğrenme seviyeleri ve bu kavramların öğrenilmesinde mantıksal düşünme yeteneklerinin etkisi arasındaki ilişkiyi incelemişler ve bu ikisi arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmadığını belirlemişlerdir. Bunu örneklemelerinin çok sınırlı tutulmasından kaynaklandığını düşünen araştırmacılar 1994 yılında benzer bir çalışmayı daha büyük bir örneklem üzerinde yenilemişler ancak yine anlamlı bir ilişki bulamamışlardır. Dolayısıyla, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin öğrenmeye etkisi değişiklik göstermektedir. Bu nedenle çalışmalarda kontrol altına alınması önemlidir.

Mantıksal düşünme yetenekleri ile kavram yanlışları arasındaki ilişki Lawson ve Thompson (1988) tarafından açıklanmıştır. Lawson ve Thompson'a göre somut işlemlerle muhakeme yeteneği yüksek olan öğrenciler, doğru bir kavram ile yanlış olan arasındaki farkı ayırt edememekte, bunun sonucunda da kavram yanlışlığı ortaya çıkmaktadır.

Öğrencilerin ön bilgileri ve mantıksal düşünme yetenekleri yanında, öğrenilecek konuya olan ilgileri ve tutumları da önemlidir. Tutumun biliş ve etkileme boyutları, davranışa ve dolayısıyla da öğrenmeye etki eder. Ancak, tutumun öğrenmeye etki etmesinin çok iyi bilinmesi nedeniyle öğrenmeye etkisi üzerine çok az çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların da çoğunun, öğretim yöntemlerinin tutuma etkisi, tutumların mukayesesi ve tutumun gelişmesi üzerine olduğu görülmektedir (Atasoy, 2004). Bu nedenle öğrencilerin kimyaya karşı olan tutumlarının kontrol altına alınması önemlidir.

Öğrencilerin, ön bilgileri, mantıksal düşünme yetenekleri ve kimyaya karşı tutumları yanında öğrenmelerine etki edebilecek bir diğer değişken uzaysal düşünme yetenekleridir. Uzaysal düşünme yeteneğinin, şimdiye kadar pek çok alanda öğrenci başarısına etkisi incelenmiştir. Bir cismin üç boyutlu algılanarak zihinde canlandırılması ve yönlendirilmesi olarak tanımlanan uzaysal düşünme yeteneğinin kimya öğrenmeye etkisi ilk defa Bodner ve McMillen (1986) tarafından araştırılmış ve kimya başarısı yüksek öğrencilerin uzaysal düşünme yeteneklerinin de yüksek olduğu bulunmuştur. Bodner ve McMillen bu çalışmada öğrencilerin katıların kristal yapılarını anlama düzeyleri ile uzaysal düşünme yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlar ve uzaysal düşünme yeteneği yüksek öğrencilerin daha başarılı olduğunu belirlemişlerdir.

Öğrencilerin uzaysal düşünme yeteneklerinin kimya başarılarını tahmin etmede kullanılıp kullanılmayacağı ile ilgili bir diğer çalışma Carter ve arkadaşları (1987) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, öğrencilerin kimya başarılarını tahmin etmede kısmen de olsa uzaysal düşünme yeteneği sonuçlarının kullanılabileceği öne sürülmüştür. Bu konuda kimya eğitiminde yapılan diğer bir çalışma ise uzaysal düşünme yeteneğinin organik kimyadaki yeri ve önemi ile ilgilidir. Pribly ve Bodner (1987) tarafından yapılan bu çalışmada kimya, kimya mühendisliği, biyoloji, ziraat mühendisliği, sağlık bilimleri, eczacılık, tıbbi kimya ve veterinerlik alanlarında öğrenim gören öğrencilerin organik kimya derslerindeki başarıları ile uzaysal düşünme yetenekleri arasındaki ilişki incelenmiş ve uzaysal düşünme yeteneği testinde başarılı olan öğrencilerin diğerlerine göre, bir molekülü iki boyutlu düzlemde zihninden çizebilmeyi gerektiren sorular ve reaksiyon tamamlama gibi problem çözme yeteneği gerektiren sorularda daha başarılı oldukları tespit edilmiştir (Kavak, 2004).

Maddenin tanecikli doğasının doğru bir şekilde kavranılabilmesi için öğrencilerin uzaysal düşünme yeteneklerinin yüksek olması gerektiğini ortaya koyan bu çalışmalar göz önüne alınacak olursa, elektrokimya kavramlarının anlaşılmasında da etkili olabileceği düşünülebilir. Bu nedenle kontrol altına alınması önemlidir.

Bu tezde, elektrokimya alanıyla ilgili kavram ve ilişkilerin sunum yönteminin yani uygulanan öğretim yönteminin öğrenci başarısına etkisi yanında, kavram yanlışlarının, öğretmenden öğrenciye bulaşmış olması ihtimali göz önüne alınarak görev yapmakta olan kimya öğretmenlerine, elektrokimya kavramları ile ilgili bir anket

uygulanmış ve mülakat yapılmıştır. Sunum için denenen yöntemler, geleneksel öğretim, rol oynama (role play) öğretim yöntemi ve bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemidir. Her üç yöntemle aynı elektrokimya konuları işlenen öğrenci gruplarına, aynı sorulardan oluşan değerlendirme uygulanmış ve başarı durumları değerlendirilmiştir.

Öğretmenlerdeki kavram yanılgılarını belirlemeye ilişkin anket ise sorular temelinde değerlendirilmiş, öğretmenlerle mülakatlar yapılmış, hangi kavramlarda yoğun yanılgılara rastlandığı belirlenmiş, çözüm önerileri sunulmuştur.

Elektrokimyanın özel güçlükler arz eden bir alan olması, kullandığı kavramların çoğunun başka alanlardan ödünç alınmış olması ve disiplinler arası niteliği gereği çok yönlü değerlendirme gerektirmesi ile ilgilidir. Örneğin, potansiyel farkı ve onun birimi olan Volt, fiziğin elektrik alt disiplininden gelmektedir ve bu kavramlar, elektrik alanı için de temel kavramlardır. Çünkü potansiyel farkı iş kavramıyla, Volt birimi de Amper birimi ile sıkı ilintilidir ve bu ilişkiler kendi başına yeterince soyut ve sezış gerektiren kavramlarla anlaşılır. Diğer bir örnek olarak, pillerde kutuplanma (polarizasyon) ve buna karşı geliştirilen tuz köprüsü, art arda ve yan yana yürüyen olaylar serisinin sonuçlarını tahmin etmeyi ve çok sayıda olayı birbiri ile ilişkilendirmeyi gerektirmektedir.

Ayrıca, kimi elektrokimya kavramlarının net anlamları üzerinde söz birliğı olmaması bir şanssızlık sayılabilir. Örneğin elektrot kavramı, ‘bir çözelti ile temas hâlinde olan tel, kafes veya levha hâlinde metal’ şeklinde anlaşılabilceğı gibi, ‘metal + içine batırıldığı derişimi ve türü belli çözelti’ anlamında da algılanabilir. “Standart hidrojen elektrotu” terimi, ikinci anlamda yaygın olarak hâlâ kullanılmaktadır. Elektrot terimini birinci anlama sınırlamak isteyen alan uzmanları ise, standart hidrojen elektrotu terimi yerine “standart hidrojen yarı hücresi” terimini tercih etmektedir. Terim seçiminden kaynaklanan bu durumun elektrokimyanın özünün kavranmasında zorluklar çıkarması doğaldır.

Sonuç olarak, bu çalışmanın birinci amacı, devlet okullarında görev yapan kimya öğretmenlerinin elektrokimya kavramlarını öğretirken yaşadıkları sorunları ve sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemektir. Bir diğer amacı ise, öğrencilerin ön bilgileri, mantıksal düşünme yetenekleri, uzaysal düşünme yetenekleri, fen ve kimyaya

karşı tutum ve algılamaları kontrol altına alındığında öğretmen adaylarının elektrokimya konusundaki başarılarına rol oynama öğretim yönteminin etkisini bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ve geleneksel öğretim ile karşılaştırarak araştırmaktır.

1.2 Problem ve Hipotezler

Bu bölümde, çalışmanın ana problemi, alt problemler ve alt problemlerle ilişkili hipotezler sunulmuştur.

1.2.1 Problem Cümleleri

Bu çalışmanın iki ana amacı bulunmaktadır. Birinci amacı, Millî Eğitim Bakanlığına bağlı okullarda görev yapan kimya öğretmenlerinin elektrokimya konuları ile ilgili kavram yanlışlarına sahip olup olmadıklarını belirlemektir. Bu amaçla çalışmanın bu bölümü ile ilgili problem cümlesi aşağıdaki gibidir.

- Millî Eğitim Bakanlığına bağlı okullarda görev yapan kimya öğretmenleri elektrokimya konuları hakkında kavram yanlışına sahip midir?

Çalışmanın ikinci amacı ise farklı öğretim yöntemleri ile öğrenim gören öğretmen adaylarının elektrokimya konuları ile ilgili başarılarında öğretim yönteminin etkisini karşılaştırarak araştırmaktır. Bu amaçla çalışmanın ikinci bölümü ile ilgili problem cümlesi aşağıdaki gibidir.

- Farklı öğretim yöntemleri ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarıları arasında fark var mıdır?

1.2.2 Çalışmanın Alt Problemleri

1. Millî Eğitim Bakanlığına bağlı okullarda görev yapan kimya öğretmenlerinin sahip olduğu kavram yanlışlarının % dağılımı nasıldır?
2. Konu ile ilgili ön bilgileri, uzaysal düşünme yetenekleri, mantıksal düşünme yetenekleri, kimyaya karşı tutum ve algılamaları kontrol altına alındığında rol oynama öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarıları ile geleneksel öğretim ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin başarıları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Konu ile ilgili ön bilgileri, uzaysal düşünme yetenekleri, mantıksal düşünme yetenekleri, kimyaya karşı tutum ve algılamaları kontrol altına alındığında rol oynama öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarıları ile bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin başarıları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
4. Konu ile ilgili ön bilgileri, uzaysal düşünme yetenekleri, mantıksal düşünme yetenekleri, kimyaya karşı tutum ve algılamaları kontrol altına alındığında bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarıları ile geleneksel öğretim ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin başarıları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
5. Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına konu ile ilgili ön bilgilerinin etkisi var mıdır?
6. Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına uzaysal düşünme yeteneklerinin etkisi var mıdır?
7. Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına kimyaya karşı tutum ve algılamalarının etkisi var mıdır?

8. Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına mantıksal düşünme yeteneklerinin etkisi var mıdır?

1.3 Hipotezler

Çalışmanın alt problemleriyle ilgili olarak aşağıdaki hipotezler geliştirilmiştir.

H₁₁: Millî Eğitim Bakanlığına bağlı okullarda görev yapan kimya öğretmenleri kavram yanılgılarına sahiptir.

H₀₁: Konu ile ilgili ön bilgileri, uzaysal düşünme yetenekleri, mantıksal düşünme yetenekleri, kimyaya karşı tutum ve algılamaları kontrol altına alındığında rol oynama öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarıları ile geleneksel öğretim ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin başarıları arasında anlamlı bir fark yoktur.

H₀₂: Konu ile ilgili ön bilgileri, uzaysal düşünme yetenekleri, mantıksal düşünme yetenekleri, kimyaya karşı tutum ve algılamaları kontrol altına alındığında rol oynama öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarıları ile bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin başarıları arasında anlamlı bir fark yoktur.

H₀₃: Konu ile ilgili ön bilgileri, uzaysal düşünme yetenekleri, mantıksal düşünme yetenekleri, kimyaya karşı tutum ve algılamaları kontrol altına alındığında bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarıları ile geleneksel öğretim ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin başarıları arasında anlamlı bir fark yoktur.

H₀₄: Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına konu ile ilgili ön bilgilerinin etkisi anlamlı değildir.

H_05 : Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına uzaysal düşünme yeteneklerinin etkisi anlamlı değildir.

H_06 : Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına kimyaya karşı tutum ve algılamalarının etkisi anlamlı değildir.

H_07 : Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına mantıksal düşünme yeteneklerinin etkisi anlamlı değildir.

Null hipotezi formunda ifade edilen yukarıdaki **H_01 - H_07** hipotezleri 0,05 anlamlılık düzeyinde SPSS bilgisayar programında istatistiksel olarak; araştırma hipotezi formunda ifade edilen **H_11** hipotezi ise sıklık ve yüzde olarak analiz edilecektir.

1.4 Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmanın varsayımları şunlardır:

1. Araştırmanın uygulandığı öğretmen ve öğrenciler, verilen tüm testlere dürüst ve içtenlikle cevap vermişlerdir.
2. Genel kimya dersi kapsamında elektrokimya ünitesinin sunum sırası (termodinamik ünitesinden sonra), bilimsel kavramların akış mantığına uygundur.
3. Gruplarda elektrokimya konusu işlenirken, dersi işleyen öğretim elemanı, birbirine seçenek teşkil eden farklı öğretim yöntemlerinden (rol oynama öğretim yöntemi, bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ve geleneksel öğretim) birini diğerinden daha çok tercihe değer algılayarak işe başlamamıştır.
4. Öğretim elemanının sözü geçen üç yöntemle (geleneksel öğretim, rol oynama ve bilgisayar destekli 5E) ilgili performansları eşit düzeydedir.

5. Her öğretim yöntemi ile eşit süreler kullanılmış, daha kısa sürede konunun bitmesi hâlinde tekrar ve örnek çözümü ile kavrayışlar desteklenmiştir.
6. Farklı gruplardaki öğrenciler uygulama süresince etkileşim içine girmemiştir.
7. Seçilen örneklem evreni doğru bir şekilde yansıtmaktadır.
8. Kontrol altına alınamayan değişkenler deney ve kontrol gruplarını aynı şekilde etkilemiştir.
9. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğrenmeye karşı ilgi ve istekleri birbirlerine denktir.
10. Araştırmada, kendilerine başvuru uzmanların görüşleri geçerlidir.

1.5 Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırmanın sınırlılıkları şunlardır:

1. Bu çalışma “elektrokimya” konusu ile sınırlıdır.
2. Bu çalışmada, temel elektrokimya konularının sunumuna, üniversite 1. sınıf genel kimya dersi kapsamında ayrılan ortalama süre kadar (2 hafta) zaman ayrılmıştır. Rol oynama öğretim yönteminde öğrencilerin yöntemi tanıyıp benimsemeleri için yöntemle alıştırma çalışmaları, 2 hafta ile sınırlı tutulmuştur.
3. Bu çalışmanın bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi alternatifinde sadece öğretmen tarafından tek bir bilgisayar ile hazır simülasyonlar kullanılmış; projeksiyon imkânlarından yararlanılmıştır.
4. Bu çalışma Gazi Üniversitesinde öğrenimlerine devam eden fen bilgisi öğretmen adayları ile sınırlıdır.

5. Bu çalışma Ankara ili devlet okullarında görev yapan kimya öğretmenleri ile sınırlıdır.
6. Bu çalışma, görev yapmakta olan öğretmenlerin elektrokimya konularına ilişkin kavram yanılgılarını ve bu konuların öğretiminde karşılaştıkları sorunları belirlemek ve öğretmen adaylarının elektrokimya konularındaki başarılarını değerlendirmek için uygulanan ölçme araçlarından elde edilen veriler ile sınırlıdır.

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde, çalışmada geçen kavram ve konular alt başlıklara ayrılarak açıklanmıştır. Özellikle yapılandırıcı yaklaşım, geleneksel öğretim anlayışı, rol oynama öğretim yöntemi, 5E öğretim yöntemi, bilgisayar destekli öğretim ve kavram yanılığısı genel başlıkları altında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

2.1 Eğitime Genel Bir Bakış

Değişerek gelişimin her alanda etkisini gösterdiği günümüz dünyasında, bilim, teknoloji, toplum ve çevre arasındaki etkileşim gittikçe artmaktadır. Bilimdeki gelişmeler teknolojiyi hareketlendirmekte, teknolojideki gelişim ise insanın ihtiyaçlarını her geçen gün artırmakta, çevreye de çeşitli şekillerde etkide bulunmaktadır. Temelde insanın ihtiyaçlarını kolaylaştırmak için var olan teknoloji bu yönüyle olumlu bir değer gibi gözükse de teknolojideki değişimler göz ardı edilemez bir şekilde beraberinde bazı olumsuzlukları da getirmektedir. Örneğin, teknolojik gelişimleri karşılamak amacıyla doğal kaynaklarımızdan da yararlanılmaktadır ve dolayısıyla dünyamızın sahip olduğu temel kaynaklar hızla tükenmeye doğru gitmektedir. Temel kaynaklarımız hızla tükenirken, bu durumun tersine bilgi kaynaklarımız ise her geçen yıl katlanarak hızla artmaktadır. Dolayısıyla bu ikilem, elinde bulunan temel ihtiyaç maddelerini doğru ve yerinde kullanabilen ve bilgiye ulaşma yollarını bilen bireylere olan gereksinimi de beraberinde getirmektedir. Bunu fark ederek bilgiyi üreten ve bilgiye ulaşma yollarını öğrenen/öğreten toplumlar, eğitim sistemlerini buna göre modernize etmiş ve hızla ilerleme kat etmişlerdir. Dolayısıyla insanımıza ‘Nasıl ve ne şekilde bir eğitim vermeliyiz?’in cevabı da bu noktada önem kazanmaktadır.

Son yüzyıla damgasını vuran ve hâkim görüş olduğu bilinen davranışçı ekole göre eğitim, ‘bireyde istendik davranış değişikliği’ şeklinde tanımlanmaktadır. Dolayısıyla eğitim, bireye davranış kazandırmak içindir. Bireyse bu davranışları, uyarıcı

tepki bağıının oluşması ve uygun pekiştiricilerle bu bağıın pekiştirilmesi yoluyla edinir. Günümüz eğitim yaklaşımları ise eğitimde bireyi merkeze almakta, her bireyin öğrenmesinin birbirinden farklı olduğu durumundan hareketle eğitimi tanımlamaktadırlar. Dolayısıyla eğitimin hedefi, bilgi kaynaklarına ulaşmayı bilen, ulaştığı bilgiyi yorumlayabilen ve edindiği bilgiyi, karşılaştığı meselelere uyarlayarak hayatını idame ettirebilen ve kolaylaştırabilen, hülasa öğrenmeyi öğrenen bireyler yetiştirmek olduğu görülmektedir.

Ülkemizde de eğitim alanındaki bu açılımlara ve anlayış değişikliklerine geç kalınmış olabileceği iddiası ile beraber bir geçiş süreci yaşandığı görülmektedir. Özellikle 2003 yılından itibaren Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının bünyesinde yürütülen bir ‘öğretim programı geliştirme hareketi’ göze çarpmaktadır. Bu öğretim programı geliştirme hareketinin en çok göze çarpan unsurlarının başında ise ‘bilgi üreten birey’ tanımlamasına çokça vurgu yapılmış olduğu gelmektedir. Bu öğretim programlarının çağımızın gerekliliğine uyan insan dokusunun oluşmasına katkı sağlayıp sağlamayacağını ise önümüzdeki on yıllar gösterecektir.

2.2 Elektrokimyanın Tarihçesi ve Gelişim Süreci

Elektrokimya, bir metalik iletken ile kimyasal bir maddenin çözeltisi veya bizzat kendisi arasındaki ara yüzeyde meydana gelen kimyasal değişimleri ele alan kimya dalıdır (Chang, 2006). Örneğin, yemek tuzunun sulu çözeltisi platin elektrotlarla elektroliz edilirken katotta H^+ iyonları H_2 gazına indirgenirken anotta Cl^- anyonu Cl_2 hâline yükseltgenir. Her iki yarı tepkime için türün elektron alması (katot) veya vermesi (anot) platin ile çözelti ara yüzeyinde gerçekleşir. NaCl çözeltisi yerine yüksek sıcaklıkta erimiş NaCl kullanılırsa da platinle erimiş tuzun ara yüzeyinde benzer olaylar olur.

Bir elektrokimyasal olay dıştan uygulanan bir potansiyel farkı yardımıyla yürüyorsa ‘*elektroliz*’ adını alır. Tersine, kendiliğinden yürüyebilir bir olay aracılığıyla bir potansiyel farkı elde ediliyorsa ‘*galvanik tepkime*’den söz edilir. Her iki hâl için de elektrokimyasal tepkime terimi uygundur (Brown vd., 2003). Bu tanıma uyan bir bilim

dalı olarak elektrokimyanın gelişimi yaklaşık beş yüz yıllık bir süreçtir ve mıknatıslık, elektrik gibi konularla birlikte gelişmiştir. 1663'te Alman fizikçi Odto von Guericke ilk elektrik jeneratörünü icat ederek statik elektrik kıvılcımları elde etmeyi başarmış ve elektriğin maddeye etkisi hakkındaki ilk deneyimlerin kapısını açmıştır. 1750'lerde Fransız kimyacı C. F. C. du Fay statik elektriğin iki tür (pozitif ve negatif) olduğunu fark etmiş, camda oluşan elektriğe pozitif; reçinede oluşana da negatif işaretini uygun görmüştür. Bu bulgudan yola çıkan du Fay bu deneyiminden etkilenerek elektriğin biri pozitif öteki negatif iki ayrı akışkan hâlinde akabileceğini öne sürmüştü. Elektriğin sadece bir tür akışkandan oluştuğu fikri ilk önce Benjamin Franklin tarafından ortaya atılmıştır. Fransız bilgini C. A. Coulomb'un elektrostatik yükler arasındaki çekme-itme deneyleri ve meşhur formülün ortaya atılışı 1781 yılına rastlar. Bu yüzyılın sonlarında İtalyan anatomi bilgini Luigi Galvani elektrik akımıyla kimyasal olaylar ve kasların hareketi arasındaki ilişkiyi fark etmiş, 1791'de canlı dokularda bir 'nörvo elektrik madde' olması gerektiğini tartışmaya açmıştır. Galvani, hayvan dokularında, sinirleri ve kasları harekete geçiren bir 'canlı elektrik' olduğunu ifade etmiştir. O, bu elektriğin Guericke'nin elde ettiği elektrikten farklı olduğunu zannediyordu.

Galvani'nin çalışmalarını tekrarlayan Volta, hayvan kaslarının tepki verdiği şeyin elektrik değil kasa batırılan metalin cinsi olabileceği varsayımı ile canlı elektrik kavramını kabul etmemiş ve bu konuda Galvani ile tartışmıştır.

Elektrik akımı kullanılarak suyun elementlerine ayrıştırılması 1880 yılında W. Nicholson ve J. W. Ritter tarafından başarılmıştır. Bundan hemen sonra elektrik kullanılarak kaplama yapılabileceği, gene Ritter tarafından fark edilmiş, elektroliz sırasında kaplanan metal miktarı ile anotta açığa çıkan oksijen hacmi arasındaki ilişki araştırılmıştır. Galvani'nin elektrik akımı elde etmeyi başardığı kimyasal piller 1810'lara varmadan W. H. Wollaston tarafından geliştirilmiş; Davy bu pilleri kullanarak elektroliz deneyleri yapmış ve bu çalışmalar sonunda sodyum ve potasyum elementlerini bileşiklerinden elde etmek mümkün olmuştur (Shukla ve Kumar, 2008).

Elektrokimyanın bugünkü hâliyle bir bilim dalı olarak yerleşmesinde J. J. Berzelius (1779-1848), H. C. Oersted (1777-1851), A. M. Ampere (1775-1836), Georg Ohm (1787-1854), M. Faraday (1791-1867), J. F. Daniel (1790-1845), W. R. Grove

(1811-1896) ve G. R. Kirchoff (1824-1877) başta olmak üzere binlerce fizikçinin ve kimyacının katkıları olmuştur. Özellikle Faraday'ın çalışmaları, dolaylı yoldan da olsa atomun yapısı ile ilgili ilk bulguların değerlendirilmesine çok büyük katkıda bulunmuştur.

1922'de J. Heyrovsky, bugünkü elektroanalitik kimyanın temeli olan polarografiyi keşfetmiş, bunu izleyen on yıllar boyunca Heyrovsky'nin memleketi olan Prag elektrokimyanın merkezi görevini üstlenmiştir. Heyrovsky ve onunla birlikte çalışan M. Shikata (1895-1964), E. Votocek, D. İlkoviç (1907-1980) ve diğer bilim adamları bugünkü modern elektrokimyanın kurucuları sayılırlar. Ayrıca elektrolitlerde iyonların davranışlarıyla ilgili çalışmaları ile W. Debye (1884-1966) ve J. Huckel (1896-1980), elektrokimyanın temel kavramlarını anlamada yardımcı olmuşlardır.

2.3 Ortaöğretimde Elektrokimya

Bir yandan pillerin ve akümülatörlerin gündelik hayatın içine girmiş olması, bir yandan elektrolitik kaplamacılığın alet ve eşyalarla her gün karşılaştığımız nesnelere arasına karışması nedeniyle elektrokimya, örgün eğitimin temel konularından biri hâline gelmiştir. Kimyanın bu alanına ait, elektrot, elektrolit, indirgenme, yükseltgenme, redoks, galvanik hücre, elektrolitik hücre, iletim, elektrik yükü, akım, potansiyel farkı (voltaj), mutlak potansiyel, yarı hücre potansiyeli, yarı geçirgen zar, tuz köprüsü, dış devre, direnç, iç direnç, kaplamacılık, Faraday kanunları gibi kavramlar değişik vesilelerle ortaöğretim konuları içinde geçmektedir (MEB, 2008).

26.12.2008 tarih ve 289 sayılı Talim ve Terbiye Kurulu kararı ile 2010-2011 eğitim öğretim yılından itibaren uygulanmak üzere kabul edilen Kimya 11. Sınıf Öğretim Programı'nda elektrokimya ile ilgili kazanımlar aşağıdaki şekildedir.

Madde-elektrik enerjisi ilişkisi ile ilgili olarak öğrenciler;

- Faraday kanunlarının nicel ifadelerini açıklar ve kullanır.

- Yükseltgenme-indirgenme, elektrik akımı ve maddesel değişim arasında ilişki kurar.

Standart elektrot potansiyelleri ile ilgili olarak öğrenciler;

- Elektrokimyasal anlamda elektrot, yarı hücre (yarı pil), galvanik hücre ve elektrolitik hücre kavramlarını ayırt eder.
- Standart indirgenme potansiyellerini, standart hidrojen yarı hücresi temelinde açıklar.
- Elektrot potansiyellerinin derişim ve sıcaklıkla değiştiğini fark eder.
- Redoks reaksiyonlarının istemliliğini elektrot potansiyelleri temelinde irdeler.

Elektrokimyasal hücreler ile ilgili olarak öğrenciler;

- Galvanik hücrelerin çalışma ilkelerini açıklar.
- Yaygın pillere örnekler verir.
- Çok kullanımlık pillerin (akü) yaygın örneklerinin çalışma ilkelerini açıklar.
- Elektroliz olayını, standart elektrot potansiyelleri temelinde açıklar.
- Endüstriyel elektroliz uygulamalarına örnekler verir.
- Elektrik akımı-zaman-değişen madde miktarı ilişkilerini kullanarak hesaplamalar yapar.

2.4 Yapılandırıcı Öğrenme Yaklaşımı ve Kavram Öğretimi

Yapılandırıcı yaklaşım, bilginin, bireyin çevresindekilerle etkileşmesi sonucu, yine bireyin kendisi tarafından zihninde etkin bir biçimde yapılandırıldığını savunan bir

öğrenme kuramıdır. Bu bakımdan öğrenmeyi toplum ve bilişsel süreçlerden bağımsız düşünmemek gerekir. Yapılandırıcılık, geleneksel öğretim anlayışından farklı olarak öğrenmenin bu uygulamalarına yeni bir boyut kazandırmaktadır. Geleneksel öğretim anlayışına göre bilgi, öğretmen ve kitaplar aracılığıyla alınır; bilgiler kesin, gerçek ve mutlaktır. Oysa yapılandırıcı yaklaşıma göre bilgi değerlendirildiği bakış açısı ekseninde nitelik kazanabilir. Bir süre doğru olarak algılanan bilgi, daha sonraki zamanlarda değerini yitirebilir. Dolayısıyla bu anlamda bilimsel bilgiyi kesin ve mutlak olarak değil ancak uygulanabilir ve geçerli olabilir şeklinde algılamak gerekir.

Yapılandırıcı öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin öğrenme ortamında edilgen olarak bilgiyi başka birisinden almayı beklemek yerine, öğrenme sürecine aktif katılımları ile kendi bilgilerini zihinlerinde yine kendilerinin yapılandırması gerektiğini öne sürmektedir. O hâlde bu yaklaşıma göre düzenlenen derslerde öğrencilerin sınıf içinde daha etkin olabilmelerini, birbirleriyle ve öğretmenle çok yönlü bir etkileşim içerisinde bulunmalarını sağlamak için çeşitli etkinlikler tasarlanmalıdır. Ayrıca bu tür etkinliklerde öğrencilerin kendi düşüncelerinin de öğrenme sürecine katılması gereklidir (Brooks ve Brooks, 1999). Bu nedenle öğrenciler, yapılandırıcı öğrenme yaklaşımının ön gördüğü üzere sınıflarda hipotez kurmaya ve bu hipotezleri test etmeye teşvik edilmelidirler. Böylece öğrenciler bu yolla bilgiye kendileri ulaşıp zihinlerinde yapılandırarak öğrendiklerini başka durumlara da aktarabilme becerisi kazanmış olurlar (Smerdon, Burkam ve Lee, 1999).

Pek çok teorik temele dayandırılabilir yapılandırıcı yaklaşımı başlıca aşağıda sıralanan teorilerle ilişkilendirmek mümkündür (Köseoğlu ve Kavak, 2001).

- Piaget'in Zihinsel Gelişim Psikolojisi
- Johnson & Johnson'ın Sosyal Etkileşim Teorisi
- Ausubel'in Anlamlı Öğrenme Teorisi
- Posner'in Kavramsal Değişim Teorisi
- Bruner'in Araştırma Teorisi

Yapılandırıcı yaklaşımda bilgi, değişmeye açık, sürekli gelişen, sosyal ve kültürel bir öge olarak ele alınır. Lambert ve arkadaşları (1995), yapılandırıcılığı aşağıdaki şekilde açıklamaktadırlar;

“Bireyler öğrenme sürecine, kültürel geçmişleri ve dünya görüşleri yanında inançları ve geçmiş deneyimlerini de getirirler. Bunlar ise yeni fikirlere ve olaylara ilişkin bakışlarımızı şekillendirir. Hâliyle her bireydeki tecrübe, inanç, kültürel geçmiş ya da dünya görüşü birbirinden farklı olduğundan, her bireyin öğrenmesi de kendine özgü olacaktır.”

Her bireyin bilgileri kendi zihninde inşa edeceğini ve buna sosyal çevrenin, kültürel etkileşimlerin, dilin ve inançların etki edeceğini vurgulayan yapılandırıcı öğrenme yaklaşımı, öğrencilere bazı temel bilgi ve becerilerin kazandırılması gerektiği görüşünü kabul etmekle beraber öğrenmenin gerçekleşmesi için bireylerin daha çok düşünmeyi, anlamayı, kendi öğrenmelerinden sorumlu olmayı ve kendi davranışlarını kontrol etmeyi öğrenmeleri gerektiğini de vurgular. Bu nedenle, bilginin, birinin zihninden bir başkasına hiçbir değişime uğramadan aktarılamayacağı vurgusu yapılandırıcı yaklaşımın önemli bir vurgusudur.

Yapılandırıcılığa göre bilgi, bireyin ön bilgileri ile doğrudan etkileşim içerisindedir ve yeni bilgiler bu ön bilgiler üzerine inşa edilir. Yani yapılandırıcı öğrenme kuramına göre yeni bilgi mevcut bilgi birikimiyle değerlendirilir ve ona göre yapılandırılır. Bu nedenle öğrenmeyi öğrenci gerçekleştirdiğinden öğrenci sürekli aktif olmalıdır. Böyle sınıf ortamlarında sürekli bir etkileşim vardır ve bu etkileşim ise zihinsel enerji harcanmasına neden olur. Hâliyle hem öğretmen hem de öğrenci sürekli aktif durumdadır. Oysa öğretmen merkezli sınıflarda da çeşitli etkinlikler yapılıyor olmasına rağmen zihinsel enerjinin önemli bir kısmını genellikle öğretmen harcar. Bu durumda, öğrencinin yeni bilgiyi alma arzusu ve derse karşı motivasyonu 10-12 dakikayı da geçmez. Öğrenci merkezli sınıflarda ise öğrencinin sürekli aktif olmasından dolayı zihinsel enerjisi de dersin büyük bir bölümünde üst düzeydedir. Öğrencilerin merakının artması, yeni bilgilere ulaşmaları, bir şeyler üretmeleri öğretmenin derse ilişkin motivasyonunu da artırır. Böylece daha verimli ve eğlenceli bir öğrenme ortamı

oluşurken aynı zamanda öğrenciler kendi öğrenmelerini kontrol altına alabilirler (Brooks ve Brooks, 1999).

2.5 Geleneksel Öğretim Anlayışı ve Davranışçılık

Çok eski zamanlardan beri insanların öğrenmek, bilmek ve anlamak ilgilerini çekmiş ve bu konularda fikirler ortaya sürmüştür. Örneğin, eski Yunan filozoflarından Platon'a göre bilgi, insan zihninde depolanmış olarak doğuştan vardır; insan yeni bir şeylerle karşılaştığı zaman zihninde zaten var olan bu bilgileri hatırlar (Philips ve Soltis, 1991). Dolayısıyla, Platon'a göre öğrenme, insan ruhunun gördüklerini hatırlaması veya akla getirmesi sürecidir. Platon'a göre öğretme ise bireye bu hatırlama sürecinde yardımcı olmaktır.

17. yüzyıl filozoflarından John Locke ise Platon'un aksine, bilginin insan zihninde doğuştan var olmadığını, tam tersine bireyin tamamıyla bilgiden yoksun, boş bir zihin ile bu dünyaya geldiğini ileri sürmüştür (Philips ve Soltis, 1991). Locke, insan zihnini adeta doldurulmak için bekleyen boş bir depo olarak algılar. Öğrenmenin de bu boş olan deponun doldurulması ile gerçekleşeceğini iddia eder.

Platon'un ve John Locke'un bakış açısında öğretimin merkezinde öğretmen vardır. Öğretmen, bilgiyi aktarır, öğrenciler ise bilgiyi alarak zihinlerine depolar veya öğretmen, öğrencilerin zihinlerinde zaten depolanmış hâlde bulunan bilgileri hatırlatır. Dolayısıyla, bu yöntemde öğretmen bilen ve bildiğini aktaran, öğrenci ise dinlediği için öğrendiği farz edilen veya öğretmenin anlattıklarını hatırladığı için öğrendiği kabul edilen kişidir. Bu bakımdan bu çalışmada kullanılan 'geleneksel öğretim' tanımlaması, dersin akışının, öğrencilerin nasıl yönlendirileceğine ve değerlendirmenin nasıl yapılacağına öğretmenin karar verdiği yani öğretmenin merkezde olduğu yöntem anlamında kullanılmaktadır.

Yukarıda kısaca sözü edilen Platon ve John Locke'un görüşlerinden farklı olarak, davranışçı öğrenme teorisinin (*behaviorism*) ilgisi, bilginin nasıl kazanıldığı üzerinde değil, davranışların nasıl kazanıldığı üzerinde odaklanmıştır. Diğer bir deyişle,

davranışçı öğrenme, insan zihnindeki fikirlerin, düşüncelerin veya bilgilerin genişletilmesinden ziyade, insanların davranış dağarcıklarını genişletmeyi amaçlar. Davranışçılara göre öğrenme, bireyin çevresinde kendisine sunulan çeşitli uyarıcılara tepki göstermesi sonucunda oluşur (Saban, 2004).

Özellikle, Pavlov, Thorndike, Watson, Skinner gibi bilim adamlarının önemli katkılarıyla davranışçılık 19. yüzyılın başlarından itibaren oldukça taraftar toplayan bir eğitim anlayışı hâline gelmiştir (Fraleley, 2001).

2.6 Rol Oynama Öğretim Yöntemi

“İşitirim, unuturum;

Görürüm, hatırlarım;

Yaparım, öğrenirim.” (Çin atasözü)

Eğitim ve öğretimde duyu organlarını harekete geçirmek ve elden geldiğince fazla duyu organını aktif kılmak öğrenmenin daha kalıcı olmasını sağlamak bakımından önemlidir. Bunun gerçekleştirilmesi eğitim ve öğretimin daha etkili, daha verimli, daha başarılı ve daha kalıcı olmasını sağlar.

Genel olarak öğrenmede görme duyusunun %75, işitme duyusunun %13, dokunma duyusunun %6, koklama duyusunun %3 ve tatma duyusunun %3 etkisi ve payı olduğu bilinmektedir (Stice, 1987). Bu verilerden de kolayca anlaşılacağı üzere öğrenmede diğer duyumlardan daha fazla rol, görme duyusuna düşmektedir. Buna öteki duyu organlarının yanı sıra yapma da eklenirse Çin atasözünün anlamı daha iyi anlaşılır. İşte bu noktada bunun gerçekleşmesi için en etkili öğretim yöntemlerinden birisi rol oynamadır.

Rol oynamayı tanımlamaya geçmeden önce oyun kavramını irdelemek gerekir. Çünkü rol oynamanın temelini, çıkış noktasını oyun oluşturmaktadır.

Oyun, çocuğun yaşam biçimi, öğrenmelerinin kaynağıdır. Çocuk kız ise bebeklerin annesi olur; onları soyar, giydirir, yatırır, kaldırır, yedirir, içirir, sever, yerine göre azarlar veya öğütler verir. Çocuk erkek ise asker veya polis olur; isteklerini yerine getirmeyen davranışlara karşı çıkar, hareketleriyle düşmanın üzerine saldırıyormuş gibi yapar. İşte çocuklar hayatlarındaki bütün bu oyunlarla çevrelerindeki olayları anlamaya, nesnelere tanımaya ve sosyal ilişkiler geliştirmeye çalışır (Piaget, 1951).

Çocukların yaşamında genelde iki tür oyun vardır. Bunlar; kişisel ve tasarıma dayalı oyundur. Kişisel oyunlarda kural yoktur ve çocuklar istedikleri gibi davranabilirler. Onlar hareket ve kişileştirme yoluyla yaşantıları ortaya koyarlar veya bir şeyi taklit ederler. Tasarıma dayalı oyunlarda ise çocuk daha çok zihnini kullanır. Bu tür oyunlar, gerçekte olmayan, olsa bile çocuğun yaşadığı ortamda bulunmayan, onların zihinlerinde canlandırdıkları durum, olay ya da kişilerle ilgilidir ve taklit yapmayı gerektirir.

Hem kişisel hem de tasarıma dayalı oyunlardaki taklit, rol oynama olarak tanımlanır. Örneğin evcilik oynayan çocuklar anne veya baba rolü, doktorculuk oynayan çocuklar ise zihinlerinde canlandırdıkları doktor veya hasta rolü oynarlar. İşte bu oyunları oynarken çocuklar, çevreyle ve arkadaşlarıyla etkileşim içine girerler ve sonuç olarak öğrenme gerçekleşmiş olur.

Oyunun, insan hayatının vazgeçilmez bir parçası olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Hatta bu konuyla ilgili olarak Fransa'da yayınlanan "France Information" dergisinin Ocak-Şubat 1979 sayısında yayınlanan bir makalede şöyle ifade edilmektedir: "İnsan oynadıkça gerçekten insan olur." (Kavcar, 1985). Oyun, çocukluktan itibaren öğrenmelerimizin birincil kaynağını oluşturmaktadır. Çocuklar, okul eğitimine başlayınca hatta okul eğitimi başladıktan bir müddet sonrasına kadar bile annesini, babasını veya zihninde kendi oluşturduğu bir karakteri taklit eder veya çeşitli oyunlar aracılığıyla akranlarıyla etkileşim içine girer. Etrafındaki dünyayı böylece keşfetmeye çalışarak, bu dünya hakkında kendi bilgisini yapılandırır (Piaget, 1951). Okula başlayınca veya yetişkin olunca bu oyun oynama güdüsü, isteği bitmez, her zaman vardır.

Rol oynama öğretim yöntemi ile ilgili ilk uygulamalara 1960'lardan itibaren Amerika ve İngiltere'de rastlanılmaktadır. Bu oyunlarda, öğrencilerle birlikte üzerinde durulan kavram, olgu, olay ve/veya durum ile ilgili problemler ve karakterler tespit edilir. Oyunculardan birisi oyunun yöneticisi olarak belirlenir. Bu kişi, belirlenen karakterleri gönüllülük esasına göre oyunculara dağıtır. Grup başkanı olarak da tanımlanabilecek bu kişi, sınıfın yapısına göre dersin öğretmeni de olabilir. Daha sonra, en az üç, en fazla on iki kişiden oluşan bir grup öğrenci üzerinde durulan kavram, olgu, olay ve/veya olayı sahnelemek üzere hazırlık yaparak çeşitli rolleri alırlar. Oyuncular aldıkları bu rollere çeşitli fiziksel davranış ve gerekli becerileri katarlar. Ardından karakterler etkinliğe başlamazdan önce ortaya konulan problem durumunu çözmeye çalışırlar (Punday, 2005).

Rol oynama öğretim yöntemi, yeni bir oluşum değildir. Eğitim alanında rol oynama öğretim yöntemi kullanılmasının 1960 ve 1970'lerde popüler olduğu görülmektedir. Rol oynama öğretim yönteminin ilk tanımlaması Chesler ve Fox tarafından 1966 yılında yapılmıştır (Kavak, 2004). Onlara göre rol oynamanın etkili bir şekilde uygulanabilmesi için üç temel basamak vardır. Bunlar;

1. *Hazırlık ve öğretim basamağı*: Bu basamakta öğretmen problemi ortaya koyarak rolleri tanımlar ve öğrencileri oynayacakları roller hakkında eğitir.

2. *Rol oynama ve tartışma basamağı*: Bu basamakta yeterince zaman verilerek öğrencilerin rollerini oynaması sağlanır. Öğretmen gerekli gördüğü hâllerde oyuna ara vererek rolleri tartışmaya açar. Tartışma sonunda oyunun problemle ilişkisi kurulur.

3. *Değerlendirme basamağı*: Bu basamakta öğretmen öğrencilerde rol oynama etkinliğinin genel bir değerlendirmesini ister. Buradan hareketle de öğrencilerin öğrendiklerini değerlendirir.

Chesler ve Fox'un tanımladığı rol oynama öğretim yöntemini 1967'de Fannie ve George Shaftel yeniden tanımlamışlar ve rol oynama ile işlenecek bir dersin dokuz basamak içermesi gerektiğini savunmuşlardır (Joyce ve Weil, 1992).

Fannie ve George Shaftel'in tanımladığı rol oynama öğretim yönteminin ilk basamağı grubun ilgisini derse çekmedir. Bu basamakta herkesin öğrenmeye ihtiyaç duyduğu bir alanla ilgili örnekler verilir, problem akılda kalıcı örneklerle vurgulanır. Bu amaçla filmler ya da slaytlar kullanılabilir. Bu aşamada öğretmen, grubu probleme karşı duyarlı hâle getirmelidir.

Rol oynama öğretim yönteminin ikinci basamağı katılımcıları seçme basamağıdır. Bu basamakta öğretmen ve öğrenciler tarafından karakterlerin neye benzediği, nasıl hissettiği ve ne yapabildiği tartışılarak roller tanımlanır. Tanımlanan roller gönüllü olan öğrencilere dağıtılır.

Üçüncü basamak, sahneyi oluşturma basamağıdır. Bu basamakta etkinliğin oluşturulacağı alan belirlenir. Etkinliğin uygulanacağı alan, bütün öğrenciler tarafından görülebilecek bir alan olmalıdır. Ayrıca bu basamakta karakterlerin kolayca ayırt edilebilmesi için kostümler hazırlanır.

Dördüncü basamak, gözlemcileri hazırlama basamağıdır. Etkinlikten sonra yapılacak değerlendirmenin ve çıkarımların iyi sonuç verebilmesi için etkinlikte yapılan hareketlerin neden, niçin ve nasıl yapıldığının çok iyi analiz edilmesi gerekir. Bu yüzden bu basamakta, gözlemci öğrencilerin, etkinlikte hangi sorulara cevap arayacakları ifade edilir.

Rol oynama öğretim yönteminin beşinci basamağı oyunu ortaya koyma basamağıdır. Bu basamakta oyuncular rolleri gerçek hayata uygun bir şekilde oynamalıdır. Rollerin kısa olması tercih edilir. Öğrenciler doğaçlama olarak rollerini canlandırırlar.

Rol oynama öğretim yönteminin altıncı basamağı tartışma ve değerlendirme basamağıdır. Bu basamakta ortaya konulan oyunda karakterlerin ne yapmak istedikleri, nasıl yaptıkları, problemi çözmek için daha iyi nasıl davranılabileceği tartışılır. Doğru kavramlardan ve davranışlardan oluşan yeni bir rol oynama senaryosu hazırlanır.

Yedinci basamak oyunun yeniden ortaya konulmasıdır. Bu basamakta altıncı basamakta hazırlanan yeni oyun tekrar ortaya konulur. Bu oyun esnasında tartışma ve oyun eş zamanlı yürütülür. Öğrenciler, neden o rolü oynadıklarını tartışır ve gerekiyorsa değiştirir. Dolayısıyla rol oynama dramatik bir kavramsal etkinlik olur. Bu basamakta oyun, çok fazla uzun ve sıkıcı olmamalıdır.

Rol oynama öğretim yönteminin sekizinci basamağı tekrar değerlendirme basamağıdır. Bu basamakta bütün öğrenciler tarafından kabul edilen davranış ve olaylar belirlenir. Eğer öğrenciler tarafından kabul gören davranış, doğal olaylara veya bilimsel gerçeklere uygun değil ise öğretmen tarafından sorular yöneltilerek doğru davranış kazandırılmaya çalışılır.

Rol oynama öğretim yönteminin son basamağı genelleme yapma basamağıdır. Bu basamakta öğrencilerin ilgilenilen problemi günlük hayatta karşılaştığı olaylarla ilişkilendirmesi sağlanır. Bu amaçla öğrencilerin öğrendiği kavramları kullanarak açıklayabileceği günlük olaylar sunulur. Bu olaylar bütün öğrencilerin zihinlerinde canlandırabileceği olaylar olmalıdır. Öğrencilerin yaptığı açıklamalardan genellemelere gidilir.

Fannie ve George Shaftel'in eğitim alanında tanımladığı rol oynama öğretim yöntemi daha çok duygular, hisler, tutumlar, değerler gibi soyut kavramlar ve konular için önerilmiş, bireylerin kişilik ve karakter eğitiminde de kullanılmıştır. Dolayısıyla rol oynama öğretim yönteminin sosyal etkileşimin oluşturulmasında en etkili olan öğretim yöntemlerinin başında geldiği söylenebilir (Joyce ve Weil, 1992). Bu nedenle öğretmenlerin sınıflarda daha fazla rol oynama öğretim yöntemine uygun etkinlikler düzenlemeleri öğrencilerin gelişimine çok büyük katkı sağlayacaktır (Honig ve Martin, 2009). Ayrıca, soyut olan kimya kavramlarının da bu yolla öğretilmeye çalışılması yararlı olacaktır.

Rol oynama öğretim yöntemine dayalı oyunlar çok çeşitli nitelikte (karakter, senaryo veya kurgu) olabileceği gibi farklı teknikleri de vardır. Bu teknikler şu şekilde özetlenebilir: Öğretmenin oyuncu öğrencilerin de öğretmenin etrafında kümелendiği öğretmenin yönlendirmeleri ile oyuna iştirak ettikleri teknik, birkaç öğrencinin oyunu

kurguladığı, diğer öğrencilerin ve öğretmenin izleyici olarak etkinliğe katıldıkları teknik, diğeri ise bütün öğrencilerin etkinliğe katıldığı tekniktir (Tolan ve Lendrum, 2001).

Aslında, rol oynama etkinlikleri, insanın doğasında zaten var olan bir yöntemdir. Bu etkinliklerde öğrenciler, kavramları simgeleyen karakterlerle o kavramın bir parçası gibi davranırlar. Böylece bizzat sürecin içerisine müdahil olmalarından dolayı rol oynama etkinlikleri öğrencilerin ilgilenilen problem durumunu keşfetmelerini sağlar (Punday, 2005). Ayrıca, her şeyden önce rol oynama etkinlikleri, kişisel gelişimin sağlanması ve günlük deneyimlerimizde de kullanılıyor olması bakımından eğitimde çok önemli bir yere sahiptir (Hyvönen, 2007).

Son yıllarda bu öğretim yönteminin özellikle otistik ve öğrenme güçlüğü çeken çocukların eğitimi (Manners, Russ ve Carruthers, 2006) için; Amerika gibi kültürel farklılıkların fazla olduğu ülkelerde öğrencilerin iş birliği içinde çalışarak birlikte olmanın bir değer olduğu hissine katkıda bulunması bakımından kültürel yakınlaşmaların sağlanması için; toplumsal normların insan yaşamındaki önemi ve ahlaki değerler öğretimi için; toplum içindeki davranışlarımızın şekillendirilebilmesi için (McGuffin, 2008; Hyvönen, 2008); içki, sigara gibi kötü alışkanlığı olan öğrencilerin bu alışkanlıklara hiç başlamamalarını yahut bir an önce kurtulmalarını sağlayacak grup terapisi niteliğinde kullanıldığı da görülmektedir (Nichols vd., 2006).

2.6.1 Rol Oynama Öğretim Yönteminin Önemi

Rol oynama öğretim yöntemi, öğrencilerin fiziksel ve zihinsel olarak derse katılarak kendilerini kolaylıkla ifade edebildikleri, deneyime dayalı, öğrenci merkezli, aktif bir öğrenme yöntemidir (Taylor, 1987). Ayrıca pek çok öğretmen ve üniversite öğretim üyesi, rol oynama öğretim yönteminin, öğrencilerde fene ilişkin, olumlu tutum, beceri ve davranış gelişimine oldukça önemli katkılar sağladığını belirtmektedirler (Gredler, 1994; Ladousse, 1989; Bell, 2001). Fen eğitimi için ise öğrencilerin derse aktif bir şekilde katılımlarını sağladığı, öğrenmeyi daha eğlenceli hâle getirdiği ve

öğrenmeyi daha kalıcı yaptığı için derslerde kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır (Jackson, 2009).

Rol oynama öğretim yönteminin fen sınıflarında nasıl bir öğrenme ortamı oluşturduğu Aubusson ve arkadaşları tarafından araştırılmıştır (Aubusson vd., 1997). Bu araştırmada, üç farklı okulda üç farklı rol oynama etkinliği uygulanmış, uygulama sonunda fen derslerini sıkıcı bulan öğrencilerin bile rol oynamayı sevdiği, eğlenceli bulunduğu rapor edilmiştir. Dolayısıyla rol oynama öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştıran eğlenceli bir öğretim yöntemidir (Ladousse, 1989; Powner ve Allendoerfer, 2008).

Öğrenmenin üst düzeylerde gerçekleşebilmesi için sadece eğlenceli bir öğrenme ortamı oluşturmak yeterli değildir. Özellikle fen bilimlerinde soyut kavramların somutlaştırılması gerekir. Bu bakımdan rol oynama iyi bir öğretim yöntemi olabilir. Çünkü öğrenciler, atom, iyon, molekül gibi tanecikleri canlandırırken bunları somutlaştırmakta, onları gözle görülebilir, duyu organları ile hissedilebilir hâle getirmekte, bu kavramlar hakkında zihinlerinde imaj oluşturabilmektedir (Lawson, 1993).

Lawson'a göre birçok rol oynama etkinliği analogi yapmaya dayanır (Lawson, 1993). Öğrenciler herhangi bir rol oynama etkinliğinde kendilerini atom, molekül ya da iyon yerine koyarken, bu taneciklerin davranışlarına benzemeye çalışmakta dolayısıyla analogi yapmaktadır. Ön bilgilere göre yapılan bu analogiler, rol oynama sırasında rollerin tekrar düşünülmesi, yeniden gözden geçirilmesiyle değişmekte, kavramsal yapı yeniden düzenlenerek yeni analogiler kurulmaktadır (Resnick ve Wilensky, 1998). Analogik düşünme olarak tanımlanabilecek bu süreç sayesinde rol oynama etkinlikleri kavramsal değişimi sağlamakta, öğrenmeyi daha anlamlı yapmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin soyut ve karmaşık fen kavramları hakkındaki alternatif düşüncelerini ve kavram yanılgılarını değiştirmede rol oynama öğretim yöntemi etkilidir.

Öğretimde rol oynama yönteminin kullanılmasının diğer bir yararı, sosyal etkileşimin oluşturulmasına yardımcı olmasıdır. Sosyal etkileşim, yapılandırıcı öğrenme

yaklaşımının önemli bileşenlerinden biridir. Çünkü sosyal yapılandırıcı yaklaşımıcılara göre bilgi, sosyal etkileşim yoluyla oluşturulur.

Sosyal yapılandırıcı yaklaşımın önde gelen savunucusu Driver'a göre bilginin yapılandırılması üç şekilde olur. Bunlar: bilimsel bilginin kişisel yapılandırılması, kişilerarası yapılandırılması ve toplumsal yapılandırılmasıdır (Driver, 1995). Bilginin kişilerarası yapılandırılması, sosyal etkileşimle olur.

Rol oynama öğretim yöntemindeki etkinlikler, karşılıklı iletişimi, bilgi paylaşımını ve konuşmayı gerektirir. Bir rol oynama etkinliğinde öğrenciler, gerçek olaylar, durumlar, olgular ve/veya kavramlar için çeşitli davranışlarda bulunurlar. Bu sergiledikleri davranışlar sırasında hem beden dilini hem konuşma dilini kullanırlar. Böylece öğrenciler hem beden dilini daha etkin bir şekilde kullanmayı öğrenirler, hem de konuşma dilinin gelişmesine katkı sağlanmış olurlar. Üstelik bu etkinlikler sırasında öğrencilerin diğer rol arkadaşlarını iyi takip etmeleri gerektiğinden, hem bir konuya 'odaklanabilme' becerileri hem de 'dinleme' becerileri gelişir (Rogers ve Evans, 2008). Benzer şekilde rol oynama etkinlikleri esnasında iş birliği içerisinde hareket eden öğrenciler, bilgiyi birlikte nasıl şekillendireceklerini de öğrenirler. Dolayısıyla rol oynama etkinlikleri öğrencilerin düşünmelerinde, sözlü sunumlarında ve problem çözme becerilerinin gelişiminde çok önemli bir rol oynar (Williams, 2001; Holmes-Lonergan, 2003; Hyvönen, 2008). Ayrıca rol oynama etkinlikleri kültürel iletişim ve etkileşim becerilerinin gelişimine de katkı sağlar. Dolayısıyla rol oynama etkinliklerinde öğrencilerin hem pek çok etkileşimi olur hem de öğrencilerin pek çok becerisinin gelişimine çok önemli katkı sağlanır. Hâliyle bu etkileşimler esnasında sosyal etkileşim doğal bir süreç olarak ortaya çıkar ve sonuçta öğrencilerin hem dilleri hem de karşılıklı iletişim yetenekleri gelişir (Solomon vd., 1992).

Ayrıca, bilindiği gibi öğrencilerin oldukça önemli bir kısmı sosyal ortamlar içinde bulunmaktan çekinirler. Rol oynama etkinlikleri bir takımın parçası olmayı öğrencilere öğretmesi bakımından hem sosyal becerilerin gelişmesine hem de insanlar arasındaki etkileşime olumlu yönde katkı sağlar (Eckstein, 1999). Dolayısıyla özellikle akranlarıyla okul dışında fazla vakit geçiremeyen öğrencilerin sosyalleşmesine katkı

sağlaması bakımından rol oynama etkinlikleri oldukça önemlidir (Settertobulte ve Gaspar de Matos, 2004).

Rol oynama öğretim yöntemi, öğrenilen bilgilerin işlevsel hâle gelmesine katkı sağlar. Bilginin işlevsel hâle gelmesi demek ise, bilgi önermesinin (akademik temelli bilgi hakkında bilmek), bağıl bilginin (nasıl bildiğimiz ile ilgili bilmek) ve şarta bağlı bilginin (becerileri kullanacağımız durumları bilmek) bir kombinasyon hâlinde bütünleşmesi demektir. Rol oynama öğretim yöntemi öğrencileri motive edici bir öğrenme ortamı oluşturarak gerçek olayları taklit edip yeniden ortaya koymalarını sağlar. Rol oynama etkinliklerinde sahnelenen oyun boyunca, öğrencilerin sergiledikleri iş birliğine, birbiriyle etkileşimine ve öğrencilerin sergiledikleri performans üzerine odaklanılır (Punday, 2005). Bununla birlikte, rol oynama etkinlikleri öğrencilerin yaratıcılıklarını sergileyebilecekleri öğrenme ortamları oluşturmaları bakımından hem öğretici hem de eğlencelidir (Beck ve Czerniak, 2005).

Bazı elektrokimya kavramları gibi soyut ve anlaşılması zor olan karmaşık kavramların sadece didaktik bir şekilde konunun anlatılması yolu ile anlaşılması oldukça güçtür. Üstelik karmaşık kavramları anlamak için yaşadıkları zorluklar, öğrencilerin anlamadıklarından dolayı öğrenme güçlükleri çekmelerine neden olur ve bu ise hayal kırıklıkları yaşamaları sonucunu da doğurabilir. Bu durumda bu tür kavramların öğretimi için sadece olumlu bir öğrenme ortamı oluşturmak yeterli olmaz, aynı zamanda karmaşık kavramların öğretimini daha eğlenceli hâle getirmek gerekir. Çoğu öğretme tekniğinin temelinde daha çok konuşma vardır; bunlar çok az görsel sunuma ve daha az öğrencilerin yapmalarına dayanır. Bu nedenle, bu zor kavramların öğretilmesi için öğrencilerin o kavramın bir parçasıymış gibi davranmaları kavramın öğrenilmesini daha kolay hâle getirecektir. Böylece her öğrenci kavramın bir parçası gibi davrandıklarından daha derinlemesine öğrenmeleri sağlanmış olur (Jackson ve Walters, 2000). Ayrıca, derslerde uygulanan rol oynama öğretim yöntemi, öğrencilerin kavram ile ilgili ortaya koydukları senaryolardan ne kadar öğrendikleri ve nerelerde eksiklikleri olduğu ile ilgili ipuçları da verir. Öğrenciler, eğer kavramın gereği olan rolleri iyi anlamışlarsa ortaya koyacakları senaryolarda nerede nasıl davranacaklarını da sezerler. Ayrıca rol oynama etkinliklerinde öğrencilerin ilgili kavramın farklı boyutları ile ilgili rollerinin değişmesi de sağlanmalıdır. Bu ise öğrencilerin, farklı roller içinde

kavramın farklı bir boyutunu ve derinliğini öğrenmelerine neden olacaktır (Eckstein, 1999). Dolayısıyla iş birliğine dayalı çalışmayı gerektiren rol oynama öğretim yöntemine uygun olarak hazırlanan etkinlikler, geleneksel didaktik öğretim yöntemine göre çok daha faydalıdır (Díaz vd., 2005).

Yukarıdaki açıklamalara ek olarak rol oynama etkinliklerinin eğitim öğretim bakımından önemi ve yararları, maddeler hâlinde şöyle sıralanabilir (Eckstein, 1999; Jackson ve Walters, 2000; Punday, 2005; Settertobulte ve Gaspar de Matos, 2004; Rogers ve Evans, 2008; Ladousse, 1989; Tolan ve Lendrum, 2001):

- Duyu organlarını fazla harekete geçirdiği için öğrenciyi aktifleştirir, eğitim öğretimin daha etkili ve kalıcı olmasını sağlar.
- Öğrencilerin kendilerini ve başkalarını daha iyi tanımalarına fırsat verir.
- Zaman ve mesafe yönünden ulaşılamayan olay ve durumların yaşanır hâle getirilmesini, incelenmesini sağlar.
- Karmaşık ve öğrenci tarafından anlaşılması güç olayları, anlaşılır hâle getirir.
- Öğrencilerin yaratıcı güçlerini, kendilerine güvenini artırır ve kişilik gelişimlerini hızlandırır.
- Utangaç ve içe dönük öğrencilerin bile kendilerini ifade etmelerine imkân sağlar.
- Ekip çalışması nedeniyle öğrenciye sorumluluk alma ve birlikte çalışma alışkanlığı kazandırır.
- Öğrencide kendini başkasının yerine koyabilme, dayanışma ve hoşgörü duygularını geliştirir.
- Öğrencinin bireysel ve sosyal beceriler bakımından daha iyi yetişmesini, başkalarıyla rahat ve sağlıklı ilişkiler kurmasını, toplumsallaşmasını sağlar.

- Soyut olay ve durumları somutlaştırır, onların kavranmasını kolaylaştırır.
- Öğrencilerin dikkat, konuşma, dinleme, anlatım, algılama ve yorumlama gibi iletişim yeteneklerini geliştirir. Böylece ana dilini daha iyi öğrenmeye yardımcı olur, sözcük dağarcığını zenginleştirir, etkili konuşmayı hızlandırır.
- Öğrencileri güdüler. Onlara, durumu yalnızca kavrama yerine sezme ve hissetme imkânı tanır.
- Öğrencileri ileride yüz yüze gelecekleri gerçek durumlar için daha iyi hazırlar.
- Öğrencilerin daha düzenli, disiplinli ve uyumlu yetişmesini, bu arada iç disiplin kurmalarını sağlar.

2.6.2 Rol Oynama Öğretim Yönteminin Sınırlılıkları

Rol oynama öğretim yönteminin, yukarıda açıklandığı gibi, öğrencilerin kendi duygu ve düşüncelerini sözlü olarak ifade etmeye, sosyal iletişim ve etkileşim becerilerinin gelişimini sağlamaya, kavramları veya olayları bizzat kendileri canlandırdıkları için yaratıcılıklarını geliştirmeye, öğrencilerin duygusal dünyalarını tanımlamaya pek çok faydası vardır. Ancak bütün bunların yanı sıra ilgili literatür incelendiğinde (Tolan ve Lendrum, 2001; Saban, 2004; Rogers ve Evans, 2008) rol oynama öğretim yönteminin bazı sınırlılıklarının da bulunduğu görülür. Bu sınırlılıklar aşağıda özetlenmiştir:

- Rol oynama öğretim yönteminin uygulanması uzun zaman alabilir.
- Rol oynama öğretim yönteminde bazı durumlar için bazı karakterlerin canlandırılması zor olabilir.

- Rol oynama sonunda, oyunda görev alan öğrenciler sınıftaki diğer öğrenciler tarafından rollerine ilişkin alay konusu edilebilir.
- Sosyal becerileri düşük öğrenciler, konuya odaklanmak yerine bir baskı hissettikleri için duyguları üzerine odaklanabilirler.
- Rol oynama sırasında öğretmen, sınıfı kontrol altına alma konusunda bazı sorunlar yaşayabilir.

2.6.3 Rol Oynama Öğretim Yönteminin Fen Eğitimindeki Yeri

Rol oynama son yıllarda, psikoloji (Britt, 1995); sosyal bilimler, felsefe, zihinsel melekeleri düşük çocukların eğitimi (Manners, Russ, Carruthers, 2006); dil eğitimi (Simon, 2008); tarih eğitimi (Alvarez, 2008); yabancı dil eğitimi (Ladousse, 1989); ekonomi (Alden, 1999); sosyoloji, eğitim yönetimi, fizyoterapi, terapi (Marshall, 1998); ahlak bilimi (Raisner, 1997); turizm eğitimi (Armstrong, 2003); mühendislik (Fadali vd., 2000) ve astronomi eğitimini (Francis ve Byrne, 1999) içeren birçok alanda kullanılmaya başlayan bir yöntemdir.

Bu öğretim yönteminin kullanımı fen eğitiminde kısmen de olsa yaygınlaşmış ve öğrencilere bilim adamlarının hayatını ve bilimin doğasını (Solomon vd., 1992; Guha, 2000), bilimin ve uygulamalarının toplum üzerine olan sosyal ve ahlaki etkilerini (Wilbert ve Lorraine, 1993), fen-teknoloji-toplum-çevre ilişkilerini (Solomon, 1993; Kimbrough, Dyckes ve Mlady, 1995) öğretmede etkili olabileceği ifade edilmiştir. Ayrıca rol oynama öğretim yöntemine göre planlar çevre sorunları gibi etkinliklerin öğrencilerin kritik düşünme becerilerinin gelişimine önemli ölçüde katkı sağladığı da belirtilmiştir (Dormann ve Biddle, 2006). Laboratuvar eğitiminde (Walters, 1991a; 1991b; 1991c; Jackson ve Walters, 2000) dahi rol oynama öğretim yönteminin kullanılabilirliğini gösteren çalışmalarda, birçok fen kavramı için rol oynama etkinliği tanımlanmıştır (Warren, 1997; Aubusson vd., 1997; Resnick ve Wilensky, 1998).

Ancak yine de bir öğretim yöntemi olan rol oynamanın fen eğitiminde çok nadiren kullanıldığı görülmektedir. Dolayısıyla rol oynama öğretim yöntemi fen

eğitimine entegre edilmeli ve daha fazla kullanılması sağlanmalıdır. Bunun sebebi ise oğrenciler rol oynama oğretim etkinliği ortamları içerisinde daha fazla aktif olmaları ve dolayısıyla da oğrencilerin fene karşı olan ilgileri böylece gelişmektedir (Graber vd., 2001; Kofoed, 2006).

Fen eğitiminin amaçlarından birinin de oğrencilerin fene karşı olan olumlu tutumlarını geliştirmek ve oğrencilerin fen okur-yazarı olmalarını sağlamak olduğu görülmektedir (MEB, 2005). Bu nedenle özellikle oğrencilerde fen okur-yazarlığının gelişimine ve fen ile ilgili olaylara karşı merak duygularının ve ilgilerinin gelişimine önemli katkı sağlaması bakımından rol oynama oğretim yöntemi fen eğitiminde daha yaygın olarak kullanılmalıdır (Kofoed, 2006). Ayrıca, rol oynama ‘gerçek yaşam’ durumlarından veya deneyimlerinden sınıf ortamına aktarılan bir oğretim yöntemi olması bakımından ortaöğretim fen derslerinde (kimya, fizik, biyoloji) de kullanılması gerekir (Yardley, 1997).

Rodriquez (1997) tarafından yapılan çalışmada dünyanın katmanlarını hesaplayan Eratosthenes (M.. yaklaşık 274) rolünün bir kısmını bir oğrenci, bir kısmını ise dersin oğretmeni oynamış, diğer oğrenciler ona sorular sorarak Eratosthenes’in yaşam hikyesini, nasıl çalıştığını, dünyanın katmanlarını nasıl hesapladığını anlamaya çalışmışlardır. Araştırmacıya göre bu tür rol oynama etkinlikleri, oğrencilerin eski çağlardaki bilim adamlarının çalışma şartlarını öğrenmesinde, bilimin nasıl geliştiğini fark etmesinde etkili olmuştur.

Rodriquez’in çalışmasına benzer bir alışma Guha (2000) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada araştırmacı oğrencilere Gabriel Fahrenheit ve Anders Celsius’un hayat hikyelerini, Fahrenheit ve Celsius sıcaklık göstergelerinin nasıl geliştirildiğini öğretmek için bir rol oynama etkinliği sunmuştur.

Bir başka çalışma ise Weissman ve arkadaşları tarafından bir proje konusu olarak yapılmıştır. Bu çalışmada araştırmacılar, oğrencilerden bir hasta ve doktorun davranışlarını konu edinen bir rol oynama etkinliği düzenlemelerini istemişlerdir. Böylece oğrencilerin, hasta doktor ilişkisi, hastanenin görevleri, hastanın sorumlulukları

gibi konularda bilinç geliştirmelerini amaçlamışlardır (Weissman, Ambuel ve Hallenbeck, 2004).

Daha önce değinildiği üzere rol oynama öğretim yönteminin uygulama alanlarından biri öğrencilerin, bilim adamlarının hayatı, bilim tarihi, fen-teknoloji-toplum-çevre ilişkisi gibi konularda oyun planlayıp onu sergilemesidir. Örneğin Cherif ve arkadaşlarının (1998) evrim teorisiyle ilgili hazırladığı rol oynama etkinliği bu tip bir uygulamadır. Bu rol oynama etkinliğinde, öğrenciler, 1860'da Darwin'in düşüncelerini kabul edenler ve karşısında olanlar arasındaki tarihi Oxford tartışmasını araştırıp ve tartışmadaki ana karakterlerin tipik davranış ve tutumlarını sergilemişlerdir. Araştırma sonucunda öğrencilerin iş birliği içinde grup hâlinde çalıştıkları ve yöneltilen soruları doğru bir şekilde cevapladıkları tespit edilmiştir.

Cherif ve arkadaşlarının çalışmasına benzer bir çalışma Garvin ve Stefani (1993) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada hazırlanan rol oynama etkinliğinde öğrencilerin her birine, kadın veya erkek olduğunu gösteren, genetik kodlarını içeren birer kart dağıtılmıştır. Öğrenciler, ellerindeki kartlara göre birbirleriyle eşleşmiş ve eşleşme sonucunda çocuklarının hastalığının ne olabileceğini, ne yapmaları gerektiğini tartışmışlardır. Tartışma sonunda, öğrencilerin, genetik hastalıklar, genetik hastalıkların nasıl ortaya çıkabileceği ve bu genetik hastalıklara sahip olma riski taşıyan ailelerin neler hissedebileceği, nasıl davranabileceği konusunda bilgi sahibi olacağı ifade edilmiştir.

Rol oynama etkinliklerinin uygulama alanına bir başka örnek ise Whisnant (1992) tarafından yapılmıştır. Fen öğretiminde fenin 'sosyal, ahlaki, ekonomik ve politik' etkilerinin de göz önünde bulundurulması gerektiğini belirten araştırmacı geleneksel ders anlatımı ve tartışma yöntemi ile bunun gerçekleştirilemeyeceğini ifade etmektedir.

Etkinlik konusu olarak bir nehre akıtılan kanserojen etkisi olan kimyasal bir maddenin çevre ve insan sağlığına etkisi konusu sečilmiř ve konu ile ilgili öğrencilere rol oynama etkinliği yaptırılmıştır. Çalışmada, çevreciler, kirlenmeye neden olan şirketin görevlileri, kasaba halkı ve gazeteciler olmak üzere 4 grup belirlenip

öğrencilerden rollere uygun olarak etkinliği yapmaları istenilmiştir. Etkinliğin çok faydalı olduğunu belirten araştırmacı, etkinlik konusunun çok dar kapsamlı seçilmiş olmasına rağmen rol oynama yönteminin pek çok konunun bütünsel bir yaklaşımla değerlendirilmesini sağladığını belirtmektedir. Ayrıca, etkinlik sonunda öğrencilerin, fenin sosyal, ahlaki, ekonomik ve politik konularla ilgili genel mevzularda da farkındalığa sahip olduklarını ve etkinliğin çok verimli geçtiğini vurgulamaktadır (Whisnant, 1992).

Burton (1997), Fannie ve George Shaftel tarafından tanımlanan rol oynama öğretim yönteminin fen eğitiminde kullanılabileceğini ifade etmiştir. Olası konuların ise fen ve fenin uygulamalarına karşı insanların duyguları (ötenazi, Alzheimer hastalarının tedavisinde cenine ait dokunun kullanılması vb.), fen ve fen eğitime karşı tutumlar (fenden nefret eden öğrenciler, çocukları için feni değerli görmeyen aileler vb.), ahlaki değerler olabileceğini belirtmiştir.

Soyut fen kavramlarının öğretiminde rol oynama öğretim yönteminin kullanılabileceğini ortaya koyan ilk çalışma Farin'in (1997) çalışmasıdır. Farin çalışmasında atomik yapı hakkında yeterli ön bilgisi olan öğrencileri iki gruba ayırmış ve her bir gruba, atom numarası, kütle numarası, atomun sembolü ve ismi yazılı olan bir kâğıt vermiştir. Öğrenciler kâğıttaki bilgileri kullanarak atomun proton sayısını, nötron sayısını ve elektron sayısını belirlemişler ve atomu canlandırmışlardır. Atom altı tanecikleri doğru bir şekilde canlandıran öğrenciler, bu tanecikleri nasıl belirlediklerini açıklamışlardır.

Farin tarafından yapılan çalışmaya benzer bir etkinlik Warren (1997) tarafından önerilmiştir. DNA'nın çalışması ve protein sentezini öğretmek için tasarlanan etkinlikte öğrencilerden bazıları mRNA, bazıları tRNA, bazıları DNA, bazıları ise ATP rolünü oynamışlardır. DNA rolünü üstlenen öğrenci mRNA rolündeki öğrenciye sentezlenecek proteinin kodunu vermekte, bu öğrenciler bu kodu tRNA öğrencilerine ulaştırmaktadır. Rollerini gereği, tRNA öğrencileri ATP öğrencilerinden proteinin sentezlenmesini istemekte ve sonuçta DNA'nın belirttiği protein sentezlenmektedir. Bu etkinlikte öğrenciler, geleneksel yolla öğrendiklerine göre, DNA, mRNA, tRNA ve ATP'nin nasıl çalıştığını daha iyi anlayabilmişlerdir.

Aubusson ve arkadaşları (1997) rol oynama yönteminin soyut fen kavramlarının öğretiminde kullanılıp kullanılmayacağını araştırmak istemişlerdir. Bu amaçla araştırmacılar üç farklı rol oynama etkinliği tanımlamışlar ve etkinlikleri üç farklı okulda uygulamışlardır. Araştırmacıların tanımladığı ilk etkinlik akciğerlerdeki solunum ile ilgilidir. Bu etkinlikte öğrenciler, O₂ ve CO₂'i simgeleyen farklı renklerde balonlar kullanarak solunum olayının alveol keseleri, kırmızı kan hücreleri, plazma ve vücut hücrelerinde nasıl gerçekleştirdiğini canlandırmışlardır. Etkinlikte kırmızı kan hücresi ve plazma rolü oynayan öğrenciler birlikte hareket ederek alveol kesesi olan öğrencilerden O₂ yazılı balonları almışlar, CO₂ yazılı balonları bırakmışlardır. Daha sonra bu öğrenciler önceden çizilmiş bir hat boyunca yürümüş ve vücut hücresi olan öğrencilerin yanına gelmişlerdir. Burada öğrenciler ellerindeki O₂ yazılı balonları vermişler, CO₂ yazılı balonları almışlardır. Son olarak başka bir hat üzerinden hareket eden öğrenciler tekrar alveol keselerinin yanına gelmişlerdir. Bu şekilde canlandırılan solunum olayı dersinden sonra öğrenciler ile mülakat yapılmış ve öğrencilerin düşünceleri alınmıştır. Öğrencilerin ders sonucunda çok eğlendikleri ve solunum olayını kendi cümleleri ile doğru bir şekilde ifade edebildikleri görülmüştür.

Çalışmada sunulan diğer rol oynama etkinliğinde ise elektrik akımı, direnç ve ampermetrenin görevi öğrencilere öğretilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla öğrencilerin bir kısmı elektron, bir kısmı ise ampermetre olmuştur. Elektron olan öğrenciler önceden belirlenen bir hat boyunca hareket etmişler, ampermetre olan öğrenciler ise birim zamanda önlerinden geçen elektronları saymışlardır. Daha sonra bu öğrencilerin geçtiği yol üzerine sandalyeler konulmuş ve sandalyelere direnç denmiştir. Yol üzerine sandalye konulduğunda birim zamanda geçen öğrencilerin sayısı azalmıştır. Etkinlik sonrasında öğrenciler ile yapılan mülakatta öğrencilerin konuyu daha iyi kavradığı görülmüştür.

Üçüncü etkinlikte ise yine elektrik akımı incelenmiştir. Paralel ve seri bağlamayı öğretmeyi amaçlayan rol oynama etkinliğinde öğrencilerden paralel ve seri bağlamayı canlandırmaları istenmiştir. Öğrencilerin elektron olarak görev aldığı etkinlikte paralel ve seri bağlamayı ifade eden hatlar oluşturulmuş, öğrenciler bu hatlar üzerinde hareket etmişlerdir. İkinci derste ise öğrencilerden anahtar, lamba ve ampermetre içeren bir devre oluşturmaları istenmiştir. Daha sonra voltaj artırıldığında ne gibi değişikliklerin

olacağını canlandırmaları istenmiştir. Ders sonunda yapılan mülakatta, ders başında paralel ve seri bağlanmalara dahi cevap veremeyen öğrencilerin sorulara cevap verebildiği, elektrik akımında gerçekleşen olayları zihinleri karışmadan kendi cümleleri ile ifade edebildikleri görülmüştür.

Tyas ve Cabot (1999), öğrencilerin endotermik ve ekzotermik reaksiyonlarda, bağ kırılması, yeni bağların oluşması, aktivasyon enerjisi, ısı alınması/verilmesi ve alınan verilen enerji kavramları temelinde bir rol oynama etkinliği hazırlamışlar ve öğrencilerin öğrenmeleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Bunun için roller tanımlanmış, bazı öğrenciler elementleri ve/veya elementlerden oluşan bileşikleri, bazı öğrenciler alınan veya verilen ısı enerjisini sembolize etmişlerdir. Böylece öğrencilerin kimyasal reaksiyonlarda enerji alınması verilmesi ve aktivasyon enerjisi konularını öğrenmelerinde rol oynama etkinliğinin son derece faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

Welborn (2004) yaptığı çalışmada ortaöğretim öğrencilerinin oktet kuralını öğrenmelerine rol oynama öğretim yönteminin etkisini incelemiştir. Bu amaçla öğrencilerin ilgisini çekecek bir periyodik tablo ve basit ama eğlenceli bir rol oynama etkinliği hazırlamıştır. Hazırlanan periyodik tabloyu oluşturan elementler gibi davranmasının istenildiği çalışmada öğrenciler, artan atom sayısına göre rol oynayarak bir tablo oluşturmuşlardır. Etkinliğin ayrıca kovalent ve iyonik bağların öğrenilmesine de katkı sağladığını vurgulayan araştırmacı, ‘atomların elektron kaybetmesi, kazanması veya paylaşması’ temelinde değerlik elektronu fikrinin öğrencilerin zihninde yer edindiğini ve hazırlanan rol oynama etkinliğinin oldukça verimli geçtiğini belirtmektedir.

Chinnici, Yue ve Torres (2004) tarafından yapılan bir çalışmada ise mitoz ve mayoz kavramlarının sıkça karıştırılan kavramlar olduğu belirtilmektedir. Araştırmada, ortaöğretim öğrencilerine yönelik, rol oynama öğretim yöntemine göre bir etkinlik hazırlanıp uygulanmıştır. Çalışmada, mitoz ve mayoz kavramlarının arasındaki farkı anlamaları için öğrencilerden insan kromozomları gibi davranmaları istenmiş ve kromozomların hücre bölünmesi sırasındaki işlevlerini öğrencilerin fark etmesi sağlanmıştır. Fen kavramlarının öğrenilmesinde rol oynama etkinliklerinin oldukça etkili olduğunu belirten araştırmacılar, etkinliğin sonunda yaptıkları değerlendirme

sonucuna göre, bu etkinlik ile söz konusu kavramların kolayca öğrenildiğini belirtmektedirler.

Kavak (2004) çalışmasında, lise 2. sınıf öğrencilerinin çözünme kavramını öğrenmelerinde rol oynama öğretim yönteminin etkisini, geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırmıştır. Üç farklı sınıftan (ikisi kontrol, biri deney grubu) toplam 66 öğrenci ile yaptığı çalışmasında çözünme konusu, kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemi, deney gruplarında ise yapılandırıcı öğrenme yaklaşımına dayalı rol oynama öğretim yöntemi ile işlenmiştir. Araştırmacı, analizler sonucunda rol oynama öğretim yönteminin çözünme kavramının öğretilmesinde geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili bir yöntem olduğunu belirlemiştir.

Araştırmacı, bu uygulama için beş etkinlik tasarlamıştır. Bunlardan birincisinde öğrenciler, tuzun suda çözünmesini canlandırmışlardır. Tuz rolünü oynayan öğrenciler, yan yana gelip sıkı bir şekilde istiflenerek yavaş yavaş titreşim hareketi yapmışlardır. Suyu canlandıran öğrenciler ise, kollarını açarak birbirilerine dokunmuşlar ve devamlı birbirlerinin içinde hareket etmişlerdir. Çözünme olayında ise suyu oynayan öğrenciler, tuzu canlandıran öğrencilerin kenarda kalanlarına dokunup onları arkadaşlarından ayırmaya çalışarak tuzdaki iyonları çözelti içine almışlardır.

İkinci etkinlikte öğrencilerden doymuş ve doymamış çözeltileri canlandırmaları istenmiştir. Öğrenciler birinci etkinlikte olduğu gibi çözünmeyi canlandırmışlar, çözücü moleküllerinin fazla olduğunda çözünenin tamamen çözüldüğünü (doymamış çözelti), çözücü molekülleri az olduğunda ise çözünenin bir kısmının dipte kaldığını (doymuş çözelti) rol oynayarak göstermişlerdir. Bu amaçla öğrenciler, doymuş çözeltide devamlı hareket ederken dipte katı olarak bulunan arkadaşlarına çarpmışlar, çarpışma esnasında iyonlar tekrar birleşmişlerdir. Boşta kalan su molekülleri ise tekrar başka bir iyon almıştır.

Üçüncü etkinlikte, çözünme olayındaki enerji değişimine ilgi çekmek için, öğrencilere ekzotermik (KOH'ın suda çözünmesi) ve endotermik (KCl'nin suda çözünmesi) çözünme örnekleri gösterilmiş ve öğrencilerden bunları canlandırmaları istenmiştir.

Dördüncü etkinlikte, öğrencilere, katı-sıvı, sıvı-sıvı ve sıvı-gaz çözeltileri örnek gösterilerek bunları canlandırmaları istenmiştir.

Son etkinlik olarak ise, çözünlüğe sıcaklığın, basıncın, karıştırmanın ve tanecik büyüklüğünün etkisi üzerine odaklanılıp öğrencilerden aşırı doymuş çözeltileri canlandırmaları istenmiştir. Öğrenciler, diğer etkinliklerden farklı olarak bu etkinlikte çözünmeye etki eden etmenleri de canlandırmışlar, bazıları ısı kaynağı, bazıları karıştırıcı, bazıları öğütücü, bazıları ise basınç yapan piston rolünü oynamışlardır.

Jarman (2005) çalışmasında, dünyanın her yerinde oldukça yaygın hâle gelmeye başlayan gençlik organizasyonlarında uygulanan programlar arasında bulunan ve küçük yaşta çocukların ve gençlerin eğitimine yönelik fen derslerinde yapılan etkinliklere rol oynama öğretim yönteminin ve diğer bazı yöntemlerin etkisini incelemeye ilişkin bir araştırma yapmıştır. Araştırmanın örneklemini İngiltere’de bu gençlik organizasyonlarına katılan ve yaşları 8 ila 11 arasında değişen öğrenciler oluşturmaktadır.

Bu gruplardan sorumlu olan 10 gönüllü kişi ile fen etkinliklerini nasıl organize ettikleri hakkında görüşen araştırmacı, bu kişiler tarafından düzenlenen fen deneylerinin dikkatli bir şekilde gözden geçirilmediğini de vurgulamaktadır. Bunun sebebini, bu kişilerden sadece üçünün alanla ilgili olması ve diğerlerinin ise tamamen lise öğrenimlerinden kalan bilgilerle dersleri uygulayan kişiler olması ile ilişkilendirmektedir.

Araştırmacı öğrencilere bir dizi etkinlik yaptırmıştır. Rol oynama etkinliği olarak manyetizma konusu seçilmiş, uygun bir sahne oluşturularak öğrencilerden sahnelenmesi istenmiştir. Bu etkinlik sonucunda öğrenciler ile mülakatlar yapılarak aşağıdaki dönütlerin alındığını belirtmektedir:

“Okuldaki fen çok sıkıcı ve bireysel. Sınıfta sadece oturuyoruz ve dersi dinliyoruz. Bizim burada yaptıklarımız ise çok heyecan verici, neşe dolu ve çok eğlenceli. Biz çok fazla güldük. Hem bunların hatırlanması daha kolay. Çünkü eğleniyorsunuz ve öğreniyorsunuz. Hem de hoş vakit geçiriyorsunuz. Okuldakileri

hatırlamak daha zor. Çünkü orada öğretmenler devamlı anlatıyorlar. Okulda her şeyi öğretmen yapıyor ama burada her şeyi biz yaptık...”

Bir proje konusu olarak yapılan bu çalışmanın sonunda araştırmacı, rol oynama öğretim yönteminin önemini vurgulamakta, öğrencilerin anlaması üzerine oldukça başarılı bir yöntem olduğunu savunmaktadır. Ayrıca bu yöntemin, bu tür organizasyonların temelinde bulunan sosyalleşme olgusunun gerçekleşmesi üzerine önemli etkilerinin olduğunu da belirtmektedir.

Beck ve Czerniak (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, öğrencilerin zebra mussel örneği üzerinden önemli bir kavram olan işgalci tür kavramını öğrenmeleri amaçlanmıştır. Bunun için öğrenciler gerçek hayat durumlarından yola çıkarak farklı karakterleri rol oynama yöntemine göre canlandıracaklardır. Zebra musselları Great Lake ekosisteminde kontrolsüz (kanun dışı) yayılmasının yargılamasının yapılacağı bu çalışmada öğrenciler böylece etkinlikle hukuka ait terimleri öğrenip hukuksal becerilerini de arttıracaklardır.

Araştırma ortaöğretim öğrencilerine uygulanmıştır. Etkinlikte aşağıdakileri amaçlara yönelik olarak öğrencilerden çeşitli roller belirlemeleri istenmiştir.

- a. Zebra midyelerinin, göllerdeki işlevlerini, davranışlarını, üremelerini ve diğer canlılarla ilişkilerini incelemek.
- b. Zebra midyelerinin popülasyonundan hareketle Büyük Göller ekosistemini keşfetmek.
- c. Zebra midyelerinin ekosistem için faydalarını ve zararlarını belirlemek.
- d. Doğal yollarla ve insan etkisiyle çevreye verilen zararların etkisini araştırmak.

Bu amaçla bazı roller belirlenip araştırma yapmak ve oyunu sergilemek için takımlar belirlenmiştir. Bu takımlar, davalı (zebra midyelerini temsilen), savunma

takımı, iddia sahibi takım ve raportörlerdir. Rol oynama kartlarına herkesin rollerini yazıp tanımlaması sağlandıktan sonra öğrencilerin rollerini oynayabilmek için rolleri hakkında düşünmeleri ve bilgi toplamaları sağlanmıştır. Bu takımlardaki karakterler ise; ara sıra çocuklarını kumsala getiren ve güneşlenen bir bölge sakini, balıkçılıkla uğraşan bir iş adamı, gölü ziyarete gelen bir turist, göllerin bağlı bulunduğu kasabanın belediye başkanı, doğal yaşamı koruma dairesi uzmanı vb.dir.

İçerik, tutarlılık, organizasyon, yaratıcılık ve konuşma becerilerini içeren beş alanda dört basamaklı bir değerlendirme ölçeği de geliştiren araştırmacılar rol oynama etkinliğinin sonunda öğrencilerin ekosistem ve doğal çevre ile ilgili olumlu bilinç geliştirdiklerini belirtmektedir. Bilhassa öğrencilerin yaratıcılıklarını oldukça üst düzeyde bulan araştırmacılar bu tür etkinliklerin öğrencilerin öğrenmeleri üzerine önemli katkılar sağladığına vurgu yapmaktadırlar.

Kofoed (2006) çalışmasında öğrencilerin, rol oynama öğretim yöntemini kullanarak Nagazaki ve Hiroşima'ya atılan atom bombalarının sosyolojik etkilerini, bilimin toplumlar için taşıdığı önemi anlamalarını ve öğrencilerin fizik dersine karşı olumlu tutum geliştirmelerini amaçlamıştır. Çalışmada, öğrencilerle birlikte asker, politikacı, sivil vatandaş, bilim adamı ve doktor karakterlerini belirledikten sonra öğrencilerden uygun bir sahne hazırlayarak rollerini oynamaları istenmiştir.

Araştırmasını giriş, karakterlerin dağılımı, ilgili konuya hazırlanılması, karakterlerin oyuna hazırlanması, rol oynama ve sonuç olmak üzere altı basamağa ayıran araştırmacı, etkinlik sonunda öğrencilerin hissedilir şekilde fene karşı olan tutumlarının arttığını gözlemlemiştir. Etkinliği, 4 farklı sınıfta 6-9 öğrenciden oluşan gruplarla tekrarlayan araştırmacı etkinliğinin uygulandığı bütün gruplarda benzer sonuçlara ulaşmıştır.

Seipelt (2006) yaptığı çalışmada, genotip, fenotip kavramları ve bunların arasındaki ilişkinin öğretiminde rol oynama yönteminin etkisini araştırmıştır. Öğrencilerin bu etkinlikte insan fenotipinde gözlemlenebilen bir durum olan albinizmden yola çıkarak anlaşılması güç bir konu olan genotip-fenotip ilişkisini ve protein fonksiyonlarının mutasyonlara etkisini öğrenmeleri hedeflenmiştir. Bu amaçla

oreoase enzimi rolü oynayan öğrenciler vasıtasıyla enzim kinetiği ve mutasyon mekanizmasının anlaşılması sağlanmıştır. Bu etkinlik ile öğrenciler enzimlerle birlikte genetik kavramlarını ve mutasyonları da öğrenmişlerdir. Farklı sınıf düzeylerinde bu tür etkinliklerin düzenlenmesinin önemini vurgulayan yazar, etkinliğin hem eğlenceli geçtiğine hem de öğrencilerin kalıcı öğrenmelerine katkı sağladığına vurgu yapmaktadır.

Bozoğlu (2007) çalışmasında, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı hakkında imaj oluşturmalarında rol oynama yönteminin etkisini, geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırmıştır. İki farklı sınıftan toplam 46 öğrenci ile yaptığı çalışmada dersin öğretmeni tarafından kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemi, deney grubunda ise rol oynama öğretim yöntemi uygulanmıştır. Araştırmacı, analizler sonucunda rol oynama yönteminin atom kavramının öğretilmesinde geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğunu belirlemiştir. Araştırmacı bu uygulama için üç etkinlik tasarlamıştır.

Birincisinde, öğrenciler atomu oluşturan tanecikleri canlandırmışlardır. Öğrenciler, rol oynamaya başlamadan önce kâğıtlara renkli kalemlerle protonu simgeleyen p harfini, elektronu simgeleyen e harfini ve nötronu simgeleyen n harfini yazmışlardır. Sonra kendi aralarında anlaşarak bir kısmı proton, bir kısmı elektron, bir kısmı da nötron olmak üzere üzerlerine hazırladıkları kâğıtları iğnelemişlerdir. Proton ve nötronu canlandıran öğrenciler merkezde toplanmışlardır. Elektronu canlandıran öğrenciler ise bunlardan belli uzaklıklarda hareket etmişlerdir.

İkinci etkinlik, maddeye uygulanacak herhangi bir fiziksel etki sonucu maddeyi oluşturan atomlara ne olacağı ile ilgilidir. Bu etkinlikte öğrenciler bir tepsinin atomlarını canlandırmışlardır. Öğrenciler tepsiyi temsilen yere bir çember çizerek içini kâğıtlarla kaplamışlardır. Sonra her biri tepsinin atomlarını oluşturmak üzere bu kâğıtların üzerine çıkmışlardır. Öğrencilerden biri de eline çekiç alarak tepsiye vurmaya hazırlanmıştır. Çekiçle üzerlerine vurulan öğrenciler üzerinde buldukları kâğıtları kaydırarak yer değiştirmişlerdir. Böylece öğrenciler çekiçle vurulunca atomların ezilmediğini ve yok olmadığını sadece yer değiştirdiğini anlamışlardır.

Deneysel grupta uygulanan üçüncü etkinlik ise, genleşen bir maddenin atomlarına ne olacağı ile ilgilidir. Öğrenciler bu etkinlikte telin atomlarını canlandırmışlardır. İlk önce yan yana ve arka arkaya dizilerek telin genleşmeden önceki atomlarını oluşturmuşlardır. Daha sonra yavaş yavaş hareket ederek aralarındaki uzaklığı arttırmışlardır. Öğrenciler, bu şekilde genleşen bir telin atomlarının şeklinin değişmeyeceğini sadece atomlar arasındaki boşlukların arttığını kavramışlardır.

Ross ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan bir çalışmada ise, öğrencilerin hücre solunumu ve metabolizması ile ilgili çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiş ve öğrencilere bu kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik bir rol oynama etkinliği yaptırılmıştır. Bu etkinlikte öğrencilerden, hücre metabolizmasının önemli bir parçası olan glikoliz ve Krebs döngüsünü kavramsal anlamalarının sağlanması için bir molekül ya da bir anahtar kısım gibi davranarak dinamik hücre sürecinin bir parçası olmaları beklenmektedir. Araştırmacılar, bu rol oynama etkinliğinin bir diğer amacı olarak da öğrencilerin zihinlerinde sitoplazma ve mitokondri gibi organeller ile ilgili görsel bir imaj oluşturmak olduğunu belirtmektedirler. Etkinlikte öğrencilerden kendilerini bir hücreyi dolduran sitoplazma içinde bir molekül gibi hissetmeleri istenmiştir. Öğrencilerin bu etkinlikle solunum ve Krebs döngüsü ile ilgili deneyimleri ve geleneksel tanımlamalardan dolayı sahip oldukları kavram yanılgılarının giderilebileceği düşünülmektedir. Etkinlik sonunda araştırmacılar, öğrencilerde ders kitaplarına, web sitelerine ve sınıf içinde anlatılan derslere göre daha iyi öğrenme gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Ayrıca rol oynama öğretim yönteminin öğrencilerde bulunan kavram yanılgılarının giderilmesine önemli ölçüde katkı sağladığını belirten araştırmacılar, aynı zamanda öğrencilerin etkinliğe ilişkin kavramlarla ilgili üst bilişsel beceriler geliştirebileceklerini de belirtmektedirler.

Jackson (2009) çalışmasında, maddenin katı, sıvı ve gaz hâlleri ile ilgili ilköğretim öğrencilerine yönelik, 5E öğrenme modeline dayalı rol oynama etkinlikleri yaptırmış ve öğrencilerin öğrenmeleri üzerine bu yöntemin etkisini incelemiştir. Bu amaçla, 3, 4 ve 5. sınıflarda yaklaşık 45 dakika süren bir etkinlik tasarlamış ve öğrencilerden su molekülleri gibi davranmalarını istemiştir.

Araştırmacı, ders planını, 5 E öğrenme modeline uygun bir şekilde güdüleme, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme basamaklarına göre oluşturmuş ve keşfetme basamağında maddenin üç hâli ile ilgili öğrencilere rol oynama etkinliği yaptırmıştır. Bu amaçla uygun bir sahne hazırlanarak aşağıdaki durumlar için öğrencilerden su molekülleri gibi davranmaları istenmiştir. Bunun için;

- Şişede bulunan su moleküllerinin nasıl davranacağını göstermeleri,
- Bir kaptaki bulunan buzun ısıtıldığında, su moleküllerinin nasıl davrandığını göstermeleri,
- Şişeyi ısıttıklarında kaynayan suyu canlandırmaları istenmiştir.

Etkinlik sonunda araştırmacı, etkinliği yaparken öğrencilerin oldukça eğlendiklerini ve yeni bir şeyler öğrenmenin heyecanına kapıldıklarını vurgulamakta aynı zamanda öğrencilerin su molekülleri gibi davranmakta zorlanmadıklarını da belirtmektedir.

Farklı sınıflarda bu etkinliği uygulayan öğretmenler, “Maddenin hâllerini öğrenme konusunda öğrenciler çok katılımcıydı ve öğrenmek için heyecanlıydılar.” şeklinde görüş belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacı, öğrencilerin kendi bilgilerini yapılandırmalarında rol oynama etkinliklerinin önemine işaret etmekte ve bu tür etkinliklerin öğrencilerin fen dersine katılımını artırdığına vurgu yapmaktadır.

2.7 5 E Öğrenme Modeli

Yapılandırıcı yaklaşımın sınıf ortamına nasıl yansıtacağı sorusunun birden çok cevabı vardır (Duit, 1994). Bu cevaplardan birisi özellikle fen alanında çokça sözü geçen ders işleme tarzlarından birisi olan 5 E (Engage → Explore → Explain → Elaborate → Evaluate) modeli adını almaktadır. Bu model, Bybee tarafından geliştirilmiş ve kullanılmıştır (Bybee, 1989).

Bu modelde öğrenme ile ilgili deneyimler beş safhaya ayrılıp bir sıraya dizilmiştir. Her safhanın İngilizce adı tesadüfen “E” ile başladığı için model de 5E modeli adını almıştır. Öğrencilerin kavramları kendi zihin inşasında uygun şekillenmiş malzemeler olarak kullanabilmesi için yeteri kadar zamanının olması esastır (Smerdon, Burkam ve Lee, 1999). Dolayısıyla alışlagelmiş ders işleme tarzına göre çok daha fazla zaman alan bu yöntemin safhalarını Türkçeleştirmek için farklı öneriler mevcuttur. Aşağıda, önerilen Türkçe karşılıklarla birlikte bu safhalar için önerilmiş açıklamalar yer almaktadır (Ayas vd., 1997; Çepni vd., 2000).

Güdüleme basamağı giriş evresi olarak da kabul edilir. Burada öğrencilerin konu hakkındaki ön bilgilerinin neler olduğu tespit edilerek karşılaşılabilecek olan yeni kavramla ilgili öğrencilerin güdülenmesi sağlanır. Bu güdülenme ilginç bir hikâye okunarak, ilginç sorular sorularak, öğrencilere video gösterisi izletilerek ya da dikkat çekici, ilgili başka etkinliklerle sağlanabilir. Bu evre, ilgi ve merak uyandırmak, sorular ortaya koymak ve öğrencilerin konuyla ilgili bilgilerini tanımlamalarına yardımcı olmak için tasarlanır. Öğretmen ön bilgi/becerileri ve yeni kazanılacak bilgi/becerileri birbirine bağlayan, öğrenciler için ilginç, motive edici ve anlamlı etkinlikler hazırlar. Bu etkinlikler bir soru, belirlenen bir problem veya öğrencilerin ön bilgileriyle açıklamaya çalışıp fakat açıklamakta zorlanacağı bir olay olabilir. Yapılan etkinliğin sonunda öğrenci, dersin amaçları doğrultusunda ne yapacağı konusunda bir fikir sahibi olur. Bu tanıtıcı etkinlikler öğretmene, öğrencinin temel bilgilerini kontrol etme olanağı sunmalı ve deneyimler için sistem oluşturmalıdır. Güdülenme basamağında öğrencilerin konuya ilgileri ve öğrenme istekleri oluşturulduktan sonra keşfetme basamağına geçilir.

Keşfetme evresi öğrenci merkezlidir. Bu evre öğrencilerin kendilerine sağlanan materyallerle özgürce düşündüğü, hipotezler kurduğu bir dönemdir. 5 E öğretim modelinin en önemli ve muhtemelen en eğlendirici evresidir. Öğrencilerin kavramlar ve konular hakkında araştırmalar yaptığı bu kısım derslerin en kapsamlı ve en temel aktivitesidir. Öğrenciler etkinlikleri birlikte yaparak kavramları keşfederler. Öğrenciler önceden sahip oldukları bilgilerden hareket ederek daha genel düşüncelere ulaşmak, yeni sorular keşfetmek, olası çözüm yolları bulmak ve sorgulamaya dayanan bir öğretim gerçekleştirebilmek için etkinlikleri yaparken iş birliği içinde çalışırlar. Öğretmen bu basamakta rehberlik yaparak gözlemlerde bulunur ve öğrencilerin kendi aralarındaki

konuşmalarını dinler. Öğrencilerin yardıma gereksinimi olduğunda derinleştirici ve yönlendirici sorular sorarak öğrencilerde kavramların oluşmasına katkı sağlar.

Açıklama evresi ise, birinci ve ikinci evrede öğrencilerin aktif katılımlarıyla ulaştıkları yargıları, değişkenler arasındaki ilişkileri veya yeni keşifleri ifade eden kavram, ilke veya yasanın adlandırma evresidir. Yeni ilişkileri veya kavramları öğrencilerin adlandırması güç olduğu için, sonrasında öğretmen kavramı tanımlar ve tanıtır, bilimsel açıklamaları yapar. Bu evre 5E öğretim modelinin en öğretmen merkezli kısmıdır. Burayı öğretmen, anlatma yöntemiyle yürütebilir fakat bir film ya da video, bir gösteri, bir simülasyon ya da öğrencilerin yaptıklarını betimlemelerini teşvik eden ve sonuçlarını açıklayan bir etkinlik de yapabilir. Bu şekilde öğrencilerin deneyimlerini bir araya getirmelerinde, sonuçlarını açıklamalarında ve yeni kavramlar oluşturmalarında onlara yardımcı olunur. Bu kısım dersin öz kısmıdır. Bu kısımda öğretmen daha önceki basamaklarda oluşan kavramları öğretmek amacı ile öğrencilere önceden planlanmış ve dersin amaçlarına uygun sorular sorar. Bu kısımda soruların mantıksal bir şekilde birbirini takip etmesi son derece önemlidir. Bu basamak, öğrenme basamaklarının yansıtıldığı, kavramların oluştuğu ve bilinenden yeni durumlara geçişin olduğu kısımdır.

Derinleştirme evresi, öğrencilerin kazandıkları kavramsal bilgileri geliştirmesi ve derinleştirilmesi için gerekli evredir. Bu bölümde öğrencilere ilave etkinlikler yaptırılıp bir önceki evrede yeni edindikleri fikirleri benzer durumlarda uygulama ve kullanma fırsatı verilerek yeni kazanılan bilgi ve becerilerin pekiştirilmesi amaçlanır. Öğrenciler pek çok genelleme etkinliği yaparlar. Bu evrede ayrıca öğrenciler yeni öğrenilen kavramları doğru bir şekilde ifade etmeye ve tanımlamaya özendirilirler. Derinleştirme evresi, öğretmen ve öğrenci rollerini, bundan öncekilere göre daha çok dengeler. Öğrenciler formal terimleri ve tanımları kullanmaları, yeni durumlarda anlayışlarını sergilemeleri için teşvik edilir. Öğrencilerin neler öğrendiklerini sözlü olarak ifade edebilmeleri çok faydalıdır. Öğretmen, öğrenciler tarafından yeni öğrenilen bilgileri daha önceki bilgileri ile bağlantı kurmaları, öğrenilen parça hâlindeki bilgileri bir bütün hâline getirmeleri konusunda onlara yardımcı olur. Böylece yeni bilgi daha çok özümsemiş ve daha sonra gerektiğinde kolayca kullanılabilir bilgi hâline gelmiş olur.

Değerlendirme basamağı, eğitim ile ilgili hedeflenen kazanımlara hangi oranda ulaşıldığını belirlemek amacıyla öğrencilerden düşüncelerini sergilemelerinin beklendiği evredir. Çoğu zaman, öğretmen, problem çözerken öğrencileri izler ve onlara açık uçlu sorular sorar. Bu aynı zamanda yeni kavram ve becerileri öğrenmede, öğrencilerin kendi gelişmelerini değerlendirdikleri dönemdir. Değerlendirme yapmak için dersin bitmesi beklenmez. Ders süresince de değerlendirme işlemi yapılır. Öğretmen “Öğrenciler benim amaçladıklarım hakkında neler öğrendiler? Öğrendiklerini nasıl göstermektedirler?” sorularına cevap alabileceği etkinlikler yaptırır. Değerlendirme aşaması, hem öğrencilere hem de öğretmenlere öğrencinin ne kadar anladığının ölçülmesi imkânını verir (Bybee, 2002).

2.8 Bilgisayar Destekli Öğretim Nedir?

Yirminci yüzyılın son çeyreğinden itibaren en etkili bilgi-işlem aracı hâline gelen bilgisayarın ve bilgi teknolojisinin insan yaşamını ve çevresini değiştirme hızı giderek artmaktadır. Bilgiyi hızlı biçimde işleme, depolama ve hizmete sunma özelliği bilgisayarı pek çok alanda olduğu gibi eğitimde de en çok aranan araçlar hâline getirmiştir. Günümüzde, eğitime ilişkin araştırmalar göstermektedir ki, artan öğrenci sayısına bağlı olarak karmaşıklaşan eğitim hizmetlerinin yürütülmesinde, öğrenci rehberlik-danışmanlık çalışmalarında, başarının ölçülüp değerlendirilmesi ve kısmen de olsa öğretim etkinliklerinde, bilgisayarlardan yararlanılmaktadır (Altun, 2007). Kişileri toplumun ihtiyaçları doğrultusunda yetiştirmede en büyük rolü üstlenen okullarımızın da bu yeni teknolojiiden istifade etmesi kaçınılmazdır. Bu nedenle bilgisayar eğitim sistemimizde diğer ülkelerde olduğu gibi yer almaya başlamıştır.

Bilindiği gibi son yıllarda geleneksel öğretim yaklaşımları ile farklı öğrenme düzeylerindeki ve stillerindeki bireylerin eğitiminde ortaya çıkan güçlükler ve eğitime yüklenen yeni anlamlar nedeniyle öğretim yöntemlerinde arayışlara yönelmek bir zorunluluk hâline gelmiştir. Bu ihtiyaç ve arayışlar, bilgisayarın eğitim sürecine girmesinin temel nedenleri olarak gösterilebilir (Rıza, 1990). Bilgisayarın eğitim sistemine girmesi, eğitim ve öğretim sürecinde okul programlarında değişiklikler ve

bilgi akışına yeni boyutlar getirmiş, kalıplaşmış bilgi aktarımına dayanan eğitim sistemlerinde köklü değişikliklere yol açmıştır (Arıkan, 2003).

Bu değişikliklerin sonucunda bilgisayarın, sistem içine programlanan dersler yoluyla öğrencilere bir konu veya kavramı öğretmek ya da önceden kazandırılan davranışları pekiştirmek amacıyla yardımcı bir araç olarak kullanılmaya başlaması, “Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ)” kavramını ortaya çıkarmıştır (Yalın, 2001).

Öğretimde bilgisayar kullanımı ile ilgili en çok sözü edilen terimlerin başında bilgisayar destekli öğretim gelir. Bilgisayar, tepegöz, video, teyp, yazı tahtası, televizyon gibi birçok öğretim aracının işlevini gerçekleştirebilen, sunduğu zengin görsel ve işitsel imkânlarla da öğretim ortamına çeşitli zenginlikler getiren bir araçtır. BDÖ’de bilgisayar, dersin (kimya, matematik, fizik, tarih, coğrafya vb.) öğretiminde yardımcı bir araç olarak kullanılmaktadır. BDÖ’de, herhangi bir derste bir konu, önceden hazırlanan yazılımlarla öğretilir (Tandoğan ve Akkoyunlu, 1998). Öğretim amaçlı yazılımları kullanan öğrenciler ise böylece, bilgisayar başında kendi hızları ve yetenekleri doğrultusunda konuyu öğrenebilirler.

Soyut ve anlaşılması zor kavramlar anlatılırken öğrencilerin görsel ve düşünsel yapılarını harekete geçirebilecek öğretim etkinliklerinin geliştirilip kullanılması o kavramın öğrenilmesini kolaylaştırabilmesi bakımından oldukça önemlidir. BDÖ, soyut olan bazı kavramların öğrencilerin zihinlerinde model oluşturabilmelerine katkı sağlaması bakımından bu amaçla kullanılan yöntemlerden bir tanesidir (Ertepinar vd., 1998). BDÖ, öğrenmenin meydana geldiği bir ortam olarak kullanıldığı, öğretim sürecini ve öğrencinin konuya ilgisini güçlendirdiği, öğrencinin kendi öğrenme hızına göre yararlanabileceği ve kendi kendine öğrenme ilkesinin bilgisayar teknolojisi ile birleşmesinden oluşmuş bir öğretim yöntemidir (Şahin ve Yıldırım, 1999). Ayrıca BDÖ’de öğrenme ortamı olarak bilgisayar kullanıldığı için, öğrencinin sistem içine programlanmış ders yazılımları ile karşılıklı etkileşimde bulunarak kendi öğrenme hızına göre ilerlemesi mümkündür. Böylece öğrenci, öğretim sürecini hızlandırarak kendi motivasyonunu da güçlendirir (Demirel vd., 2001; Uşun, 2000; Yalın, 2001).

Özellikle fen dersleri BDÖ'in uygulanması açısından oldukça elverişlidir. Bunun nedeni de soyut ve anlaşılması zor olan bilimsel kavram ve ilkelerin bu derslerde oldukça çok olmasıdır. Dolayısıyla fen derslerinde, ders yazılımları hazırlanırken uygun öğretim teknikleri kullanılarak öğrenciye görsel ve duyuşal olarak bu kavram ve ilkelerin aktarılabilmesi mümkündür (Ayas vd., 2001).

Son yıllardaki öğretim teknolojisindeki gelişmeler incelendiğinde, öğretim sürecinde bilgisayarların yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Bunun sebebi ise BDÖ'in, materyali sunmada, bireysel öğrenmeyi sağlamada, materyalleri organize etmede etkileşimli bir öğretim metodu olmasıdır (Cengizhan, 2007). Çünkü teknoloji tabanlı veya teknoloji ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamları farklı öğrenme stillerindeki öğrencilere hitap edilmesini, dolayısıyla öğrenme-öğretme sürecinde olumlu sonuçların ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Birçok araştırmada da, öğretim tasarımlarının teknoloji ile desteklenmesi veya teknoloji tabanlı yapılması durumunda farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilerin başarılarının, motivasyonlarının ve öğrenmeye karşı tutumlarının olumlu yönde değıştiğı rapor edilmektedir (June vd., 2003; Kettanurak vd., 2001).

2.8.1 Bilgisayar Destekli Öğretimin Yararları

Özellikle farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilerin öğrenmesine önemli katkıları olan BDÖ yöntemin yararları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Öğrencinin motivasyonunu (öğrenme güdüsünü) artırır.
- Öğrencinin bilimsel düşünme yeteneğini geliştirir.
- Grup çalışmalarını destekler.
- Öğretme yöntemlerini genişletir.
- Öğrencinin kendi kendine öğrenme yeteneğinin gelişmesini sağlar.

- Öğrencide ileri düzeyde düşünme becerisinin geliştirilmesini destekler.
- Mantık yolu ile problemlere çözüm bulmalarını sağlar.
- Hipotez kurmaya cesaretlendirir (Demirel vd., 2001).

2.8.2 BDÖ ve Öğretmen

BDÖ en basit tanımıyla, bilgisayarın eğitim öğretim faaliyetlerinde yardımcı araç olarak kullanılması diye tanımlanmasına rağmen okullarda BDÖ, öğretmensiz eğitim olarak algılanmış ve bilgisayar, bazı öğretmenler tarafından başlangıçta kendilerine rakip olarak kabul edilmiştir. Fakat okullarda bilgisayarın verimli kullanılmaya başlanmasından sonra bu olumsuz yaklaşımlar günümüzde oldukça azalmıştır (Altın, 2009).

Rakip olarak görmek dışında öğretmenlerin derslerinde bilgisayarı kullanmaktan kaçınma nedenleri arasında çoğunlukla bilgi yetersizliği gelmektedir. Araştırmaların ortaya koyduğu sonuçlar, öğretmenlerin öğrencileri önünde bilgisayarı kullanamayıp, sınıf içindeki otoritelerinin kalkmasından korktuklarını göstermektedir. Ayrıca öğretmenlerin hizmet öncesi aldıkları bilgisayar derslerinin saatleri ve bilgisayarın eğitim öğretimde kullanılması ile ilgili hizmet içi eğitim faaliyetlerinin de yetersiz olduğu görülmektedir. Bu amaçla öğretmenleri yetiştirmek için Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hizmet içi eğitim faaliyetleri düzenlenmekte, öğretmenlerin uzaktan bilgisayar ile eğitimi için çeşitli çalışmalar yapılmakta, eğitim fakültelerinin programlarında değişikliklere gidilmektedir. Bu çalışmalara rağmen araştırmaların ortaya koyduğu sonuçlar, öğretmenlerin derslerinde BDÖ yapmaktan kaçındıklarını, bilgisayarın etkili bir öğretim aracı olduğunu kabul etseler dahi bilgisayar kullanamama ve otoriteyi kaybetme kaygısını tam anlamıyla üzerlerinden atamadıklarını göstermektedir (Altun, 2007).

Öğrenciye zengin öğrenme ortamları sunan bilgisayarın, eğitim öğretim faaliyetlerinde kullanılması bilgi toplumu olma yolunda kaçınılmaz hâle gelmiş, Türkiye’de de bilgisayar destekli öğretim ile ilgili çalışmalar son yıllarda hız

kazanmıştır. Dünya Bankası desteği ve ülke içinde yapılan kampanyalarla okullara gerekli donanımlar sağlanmaya çalışılmaktadır. Donanımın sağlanması kuşkusuz ki tek başına yeterli değildir. Bilgisayar, üstün özellikleri ile eğitim öğretimde kullanılacak en gelişmiş araç olsa bile onu derslerde kullanacak öğretmenlere ihtiyaç vardır.

2.8.3 Eğitim ve Öğretim Etkinliklerinde Bilgisayar Kullanılması

Çağımızda meydana gelen bilim ve teknolojiye hızlı gelişmeler eğitim sistemlerini de etkilemektedir. Dolayısıyla, teknoloji eğitim sürecinin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, bilginin ve öğrenci sayısının hızla artması birtakım sorunları da beraberinde getirmiş, eğitim sürecinin ve niteliğinin gelişmesinde önemli rol oynayan yeni teknolojilerin eğitim kurumlarına girmesi zorunlu hâle gelmiştir. Söz konusu yeni teknolojik sistemlerden birisi de, ‘en etkili iletişim ve bireysel öğretim aracı’ olarak nitelendirilen bilgisayarlardır. Çağdaş toplumların bilgi toplumu adı verilen yeni bir düzene geçtikleri yirminci yüzyılda, tüm ülkelerin hemen hepsi çağdaşlaşma sürecindeki yarışta öne geçmek amacıyla bilgisayarlardan yararlanma çabalarını arttırmışlardır (Cerit, 1997).

2.8.4 Bilgisayar Destekli Öğretimin Sınırlılıkları

BDÖ’nün birçok faydasının yanı sıra bir takım sınırlılıkları da vardır. Her öğretim materyalinin uygulanmasında olabileceği gibi, bilgisayarlardan öğretim amaçlı yararlanılmasında karşılaşılan bu sınırlılıklar, özellikle bilgisayarın etkin ve doğru kullanılmaması sonucu ortaya çıkmaktadır (Altun, 2007).

Uşun (2000) bilgisayar destekli öğretimin sınırlılıklarını şu başlıklar altında toplamıştır:

2.8.4.1 Öğrencinin Sosyo-Psikolojik Gelişimini Engelleme: Bilgisayar destekli öğretim öğrenmeyi bireyselleştirir. Böylece, öğrencinin sınıf içinde arkadaşları ve öğretmeniyle olan etkileşimi azalır. Ayrıca, ders yazılımlarının sınırlı görsel işitsel

özelliklerinden dolayı çocuğun akranlarıyla ve diğer bireylerle olan iletişimi azalır ve sonuçta sosyo-psikolojik gelişimi olumsuz yönde etkilenir. Uzmanlarca yapılan değerlendirmelerde BDÖ öğrenciyi toplumsal ilişkilerden koparıp, bireyselleştirdiği için eleştirilmektedir. Oysa öğrenciler, bilgisayarı kullanmakla beraber diğer arkadaşlarıyla ve öğretmeniyle etkileşim hâlinde olmalıdır (Rıza 1990; Namlu, 1999). Dolayısıyla BDÖ etkinliklerinde öğretmen, bu olumsuzlukları önlemek için öğrencilerin birbiriyle etkileşim içinde bulunabileceği yazılımları tercih etmelidir. Bilgisayarlar her ne kadar öğrenciye geri bildirim ve olumlu pekiştireçler veriyorsa da, bu bir insanın vereceği ile hiçbir zaman aynı olamaz. Bazı öğrenciler için öğretmeninden, ailesinden veya arkadaşlarından alacağı pekiştireç bilgisayardan alacağına göre çok daha yüksek derecede motivasyon sağlayabilir (Demirel vd., 2001).

2.8.4.2 Sağlık Sorunları: Bilgisayar birtakım sağlık sorunlarını da doğurmaktadır. Örneğin, bilgisayarların çevreye radyasyon yaydığı bilinmektedir, yakından kullanıldığı için de sorun daha da büyümektedir. Her ne kadar düşük radyasyonlu ekranlar ve radyasyon engelleyecek filtreler icat edilmişse de radyasyonu tam olarak kesen teknikler henüz bulunamamıştır. Ayrıca bilgisayar başında uzun süre oturmak kas ve kemik sistemini de etkileyebilmektedir (Vural, 2003).

2.8.4.3 Özel Donanım ve Beceri Gerektirme: Yazılımların kullanılabilmesi için okullarda donanımların bulunması şarttır. Bu donanımların bakım onarım işlemleri düzenli olarak yapılmalı ve işler hâlde tutulmalıdır. Bilgisayar teknolojisinin ucuzlamasına ve yaygınlaşmasına rağmen bu teknolojilerin okullara taşınmasının ciddi bir mali yük getirdiği de bilinmektedir. Ayrıca, donanım ve yazılımların kullanılabilmesi için hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin bilgisayar ile ilgili bazı temel bilgi ve becerilere sahip olması gerekir.

2.8.4.4 Öğretim Programlarını Desteklememesi: Piyasada bulunan ders yazılımları her ne kadar teknolojik nitelikleri bakımından gelişmiş materyaller olsa da, eğitim programıyla bir tutarlılık göstermediği için öğretimsel değeri az olan

materyallerdir. Öğretimsel yazılımlar, diğer öğretim materyalleriyle karşılaştırıldığında öğretmen tarafından geliştirilmesi zor olan, hazırlanması uzun süren ve geliştirilmesi pahalı olan materyallerdir. Ayrıca, piyasada öğretimsel niteliği yüksek olan yazılımların az olması da BDÖ açısından önemli bir sınırlılıktır (Alkan, 2005).

2.8.5 BDÖ’de Dersin Planlanması

Her öğretimde olduğu gibi bilgisayar destekli öğretim ortamlarında kullanılmak üzere geliştirilen yazılımlarda da hedeflere ulaşmaya yönelik farklı öğretim etkinlikleri yer almaktadır. Günümüzde sıklıkla kullanılan yazılımlar öğretim etkinlikleri açısından incelendiğinde bunların; alıştıırma-uygulama (drill-practice), öğretim amaçlı oyun (instructional games), benzetim (simulation) ve özel öğretici yazılımlar (tutorial) olduğu görülmektedir (Cengizhan, 2007).

Alıştıırma-uygulama yazılımlarının amacı, tekrar ve egzersiz yaparak öğrencinin öğrendiği yeni bilgiyi kısa süreli bellekten uzun süreli belleğe aktarmasına ve aktardığı bu bilgileri hatırlayıp kullanmasına yardımcı olmaktır (Yanpar ve Yıldırım, 1999). Öğretim amaçlı oyun yazılımlarının belli bir amacı, kuralları, süreçleri, yönergeleri ve seçimleri bulunmaktadır. Bu yazılımlar sayesinde öğrencilerin oyun oynayıp eğlenceli vakit geçirirken öğrenmeleri de sağlanır. Benzetim yazılımları olarak da adlandırılan simülasyonlar ise bir konu, sistem ve olayın modelinin bilgisayarda gerçekleştirilmesidir. Simülasyonu animasyondan ayıran en önemli fark öğrencinin modele ait bazı değerleri değiştirebilmesi ve modeli kendisinin çalıştırıp yönlendirebilmesidir (Altın, 2009).

Özel öğretici yazılımlar genellikle sabit bir yapı ve ardışık sıra izlemektedir. İlk olarak dersin amacının belirtildiği giriş bölümüyle başlanır, konuyla ilgili bilgi/bilgiler uygun grafikler, animasyonlar, metinlerle sunulur ve detaylandırılır. Daha sonra öğrenciye sorular sorulur ve öğrenci her soruya bir kez cevap verir. Yöntem, soru-cevap şeklinde oluşturulur. Öğrenci bir soruya cevap verdikten sonra program cevabı değerlendirir ve hemen geri bildirir. Ders, her bir öğrenci, programı tamamladıktan

sonra bitirilir. Dersin kapanışında program tarafından konunun genel bir özeti verilir (Handal, Handal ve Herrington, 2003).

2.9 Kavramlar ve Fen Öğretimindeki Önemi

Sosyal bir varlık olan insan, aile bireyleriyle, arkadaşlarıyla, akrabalarıyla, öğretmenleriyle ve çevresindeki diğer insanlarla sürekli etkileşim hâindedir ve onlarla iletişim kurmak zorundadır. Bu etkileşimi insan, özellikle dil aracılığıyla gerçekleştirir. Bu bakımdan, bireyin etkili bir iletişim kurabilmesinin temel şartı, dil ve iletişim becerilerinin yüksek olmasına bağlıdır. Aslında, bir kişinin dil ve iletişim becerilerine sahip olması ve bu becerilerin yüksek olması demek, onun, belli bir bağlam etrafında uygun dilsel ve iletişimsel simgelere, simge dizgelerine ve değişkenlerine hâkim olması demektir.

Dilsel ve iletişimsel simgeler, sözcükler, terimler veya kavramlardır. Kavramlar, eşyaları, olayları, insanları ve düşünceleri benzerliklerine göre sınıflandırdığımızda her bir gruba verdiğimiz adlardır. Diğer bir ifadeyle insan-doğa ilişkisini yansıtan tanımlara ait kategorilerin niteliklerine kavram denir.

Kavramlar, bilgilerin temel yapı taşlarıdır. İnsanlar, çocukluktan başlayarak düşüncenin soyut birimleri olan kavramları ve onların adları olan sözcükleri öğrenir, kavramları sınıflandırır ve aralarındaki ilişkileri bulurlar. Böylece bilgilerine anlam kazandırır, bilgilerini yeniden düzenlerler, hatta yeni kavramlar, fikirler ve düşünceler üretirler (YÖK/Dünya Bankası, 1997).

İnsanlar, deneyimleri ve gözlemleri sonucunda birden daha fazla varlığı benzer özelliklerine göre sınıflandırır ve böylece diğer varlıklardan ayırt eder. Bu sınıflandırmadaki her bir grup ise zihnimize bir düşünce birimi olarak yer alır. İşte bu düşünce birimini ifade etmekte kullandığımız sözcük terim, içerdiği anlam ise kavramdır. Dolayısıyla, kavramları, somut eşya, olaylar veya varlıklar değil, onları belirli gruplar altında topladığımızda ulaştığımız soyut düşünce birimleri olarak düşünebiliriz. Kavramlar gerçek dünyada değil, düşüncelerimizde vardır gerçek

dünyada kavramların ancak örnekleri bulunabilir (Ayas, Köse ve Taş, 2003; Senemoğlu, 2007).

Piaget'e göre insan, öncelikle, çevresini oluşturan nesnelere, nesnelere arasındaki ilişkiler ve bu ilişkiler aracılığıyla doğan düzenliliklerden bir düşünce altyapısı oluşturur. Kavramlar ve terimler, bu altyapının bir sonucu veya uzantısı biçimindedir (Owens, 1988). Dolayısıyla kavramlara verdiğimiz anlamı, aslında doğadaki olaylardan türetiriz. Başka bir deyişle, anlam kuramının temelinde ortam, doğa ve gerçeklik olmak durumundadır. Bu sebeple, bağlam için içine katılmadan oluşturulacak bir anlam kuramı, sağlam zemine oturamaz. Örneğin, sadece bir haritaya bakarak yeryüzündeki birtakım yerlerin birbirine göre konumlarını değerlendirirken, gerçek coğrafyadan farklı yer yüzeysel anlamlar çıkarmanın kişiyi yanlış noktalara götürebilme tehlikesi vardır. Örneğin "Azerbaycan Türkiye'nin neresindedir?" şeklinde bir soru yöneltilen kişiler genellikle şu cevapları verecektir: "Sağındadır.", "Yan tarafındadır.", "Doğusundadır." Gerçekte bu kişiler sadece haritaya göre düşünüp fizikî konumları dikkate almadan cevap verdikleri için doğal gerçekliğe aykırı bir yorum yapmış olabilir. Buna göre harita, fizikî coğrafyanın kaba bir yansımasıdır; kavramlar ve cümle kalıpları ise doğadaki düzenliliklerin kaba bir temsilidir.

O hâlde, bir kavrama yüklenen anlam, ancak bir bağlam etrafında var olabilir. Bağlam, şeylerin nesnelere dönüştürüldüğü ilişkiler ve işlemler toplamıdır. Toplumsal iletişimi mümkün kılan boyutlar aslında dilsel olmayıp, ortak dilsel biçimlere kaynaklık eden bağlamsal ortaklıklardır. İnsanların dil yoluyla yansıttığı kavramlar, bu bağlamların ve bağlam şebekelerinin ifadesidir (Çakır, 2004).

En genel anlamıyla doğayı ve doğadaki olayları, olaylar arasındaki ilişkileri ve bu ilişkilerin oluşturduğu düzenlilikleri inceleyen bilim dalına fen denir. Fen bilimleri, atom, molekül, hücre, DNA, proton, elektron, nötron, yoğunluk, yer çekimi, ivme, momentum gibi birey için yabancı olan pek çok yeni kavramı içerir. Dolayısıyla fen bilimlerinde yabancı dil eğitime benzer bir şekilde günlük konuşma dilinde çok fazla kullanılmayan ve bireyin ilk defa karşılaşacağı bazı kavramların öğretilmesi gerekir.

Fen eğitiminde kavram öğretimi, hem yapısal (Nasıl niteliyor?) hem de anlam (Ne niteliyor?) bakımından olmalıdır (YÖK/Dünya Bankası, 1997; Riche, 2000). Çünkü fen bilimlerinde bireyin bir kavramın sadece adını bilmesi yeterli değildir, aslında bireyin o kavramı zihninde anlamlandırmış olması önemlidir.

Sonuç olarak, kavramların bilimdeki ve bilgileri zihnimizde oluşturmamızdaki yerini ve önemini anlamak, kavram öğrenme ve öğretme yollarını bilmek öğretmenlere çok değerli bilgi ve beceriler kazandırır. Öğrencilerin formal öğrenim hayatları boyunca doğru kavramlar oluşturmaları öğretimin amaçları açısından çok önemlidir. Bir öğrencinin, fen bilimleri ile ilgili bir kavramı, fikri veya olguyu ne derece kavradığı veya özümlediği, öğrencinin bilgileri zihninde nasıl organize ettiği kadar bilgilere yüklediği anlamlarla da çok yakından ilişkilidir (YÖK/Dünya Bankası, 1997).

2.9.1 Kavram Geliştirme Süreçleri

Kavram geliştirme, aslında zihinsel bir süreçtir. Kavram geliştirmede bireylerin zihinsel süreçleri şunlardır (YÖK/Dünya Bankası, 1997; Kaptan, 1999):

2.9.1.1 Genelleme süreci: Her birey, içinde bulunduğu doğal ortam içerisinde sürekli olarak gözlemler yapar. Yapılan gözlemler sonucunda, objeleri, benzerliklerine göre gruplara ve alt gruplara ayırır. İşte ilgilenilen varlık veya olayları ortak özelliklerine göre bir grupta toplama ve bu gruba ad verme sürecine *genelleme süreci* denir. Genelleme süreci, kavramların geliştirilmesinde kişinin kullandığı önemli zihinsel süreçlerinden bir tanesidir.

Bazı durumlarda ilgilenilen varlık veya olayların tamamına birden ulaşmak mümkün olmayabilir. Dolayısıyla bireyler, çoğu zaman sınırlı sayıda yaptıkları gözlem ve deneyimlerinden genellemeler yaparlar. Bu nedenle bireyin yapmış olduğu genelleme hatalı da olabilir. Zira bir insanın genellemelerine etki eden pek çok etken de bulunmaktadır.

Genellemelerdeki en önemli hata kaynaklarından birisi, gruplama yaparken belli bir kategoriye dâhil olmayacak varlıkları o kategorideymiş gibi düşünmektir. Bu tür hataya ‘gereğinden fazla genelleme’ (overgeneralization) denir. Bu hatanın tersi de olabilir. Yani bir kategoriye dâhil olması gereken bir varlığı kategori dışında bırakmak da yine bir genelleme hatasıdır. Bu tür hatalara ise ‘gereğinden az genelleme’ (undergeneralization) denir. Örneğin, çocuklarda sıvı kavramı sadece içtiğimiz su, çay, ayran gibi maddelerle oluştuysa sözğelişi şampuanı sıvı olarak düşünmeyecektir. Yahut çocuk sıvıların akıcılık, bulunduğu kabın şeklini alma vb. gibi özelliklerinden hareket ederek sıvı kavramı yerleştiyse, çamur, ince kum, pirinç gibi maddeleri de sıvı olarak düşünecektir.

Kimyada genelleme yapmak genellikle yanlış neden olur. Örneğin, ‘Bakır, nikel, çinko katıdır.’ gerçeğinden hareket ederek ‘metaller katıdır’ genellemesi yapan bir öğrenci metallerin tamamı katı olmadığından dolayı hata yapmış olacaktır.

2.9.1.2 Ayırım Süreci: Kavramların geliştirilmesinde önemli zihinsel süreçlerinden bir diğeri ise ayırım sürecidir. Psikologlar bu süreci, “birbirine benzer iki uyarıcıyı ayırt edip her birine farklı tepkide bulunma” diye tanımlamaktadırlar. Bu süreç genellenenin aksine, varlıkların ve olayların birbirine benzemeyen özelliklerini görebilmek ilkesine dayanır.

2.9.1.3 Tanımlama Süreci: Kavramların geliştirilmesinde etiketleme işlemine *tanımlama süreci* denir. Etiketleme, bir kavramı sözcüklerle önerme işlemidir. Bilindiği gibi kavramlar, zihnimizde var olan düşüncelerdir, terimler veya benzer sözcükler ise kavramlarımızın adlarıdır. Aslında bilinmeyen bir kavramı tanımlamak demek, onu bilinen diğerkavramlarla anlatmak demektir. Bazı kavramların tanımlamayla geliştirilmesi kolaydır. Örneğin, dik üçgen kavramı kolayca tanımlanabilir; çünkü bir üçgeni dik üçgen yapan nitelikler (tanımlayıcı nitelikler) ve dik üçgeni diğerk üçgenlerden ayıran nitelikler (ayırıcı nitelikler) kesin olarak bellidir (YÖK/Dünya Bankası, 1997; Kaptan, 1999).

2.10 Kavram Yanılgısı Nedir?

“Bir insanın bildiğini zannettiği şeyi öğrenmesi neredeyse imkânsızdır.” Epiktetos (MS 55-135).

Öğrenmenin, öğrencilerin ön bilgileriyle yeni karşılaştıkları bilgiler arasında etkileşim kurmaları sonucu ortaya çıktığı fikri günümüzde oldukça yaygın olarak kabul edilen bir görüştür. Ön bilgilerle yeni karşılaştıkları bilgiler arasında anlamlı bir bağ kuramayan öğrencilerde bilimsel görüşten farklı fikirlerin doğması da doğaldır (Çalık ve Ayas, 2005). Özellikle son zamanlarda fen eğitimi üzerine yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunu kavram yanılgıları oluşturmaktadır (Schmidt, 1997; Tsai, 1999; Boo ve Watson, 2001; Teichert ve Stacy, 2002; Pınarbaşı ve Canpolat, 2003; Akkuş vd., 2003; Coştu ve Ayas, 2005). Öğrencilerde bilimsel gerçekler, modeller ve teoriler ile ilgili yanlış kavramalar bulunabilir. Bu yanlış kavramalar kavram yanılgılarının yanında literatürde, yanlış anlamalar (misunderstanding) olarak da adlandırılmaktadır. Pek çok çalışmada ise kavram yanılgıları, Novak tarafından tanımlanan “ön kavramlar”, Sutton tarafından tanımlanan “çocukların bilimsel içgüdüleri”, Halloun ve Hestenes tarafından tanımlanan “genel duyu kavramları”, Pines ve West tarafından tanımlanan “kendiliğinden oluşan bilgiler” ve Gilbert, Watts ve Osborne tarafından tanımlanan “çocukların bilimi” ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır (Eryılmaz ve Tatlı, 2000). Bu tanımlamaların hepsinin ortak noktası ise, çocukların, karşılaştıkları olaylara, bilimsel gerçekliğin dışında, kendilerince bir anlam yüklemeleri nedeniyle düştikleri yanılgılar olmasıdır. Örneğin, ‘çocukların bilimi’ olarak kastedilen, çocukların “Bütün varlıkların bir ruhunun olduğuna inanma”, “Çevrelerinde gerçekleşen olayların kendi düşündükleri şekilde olduğunu kabul etme” gibi farklı duyu ve sezgilerine dayalı olarak, zihinlerinde oluşturdukları düşüncelerdir (Büyükkasap, Düzgün ve Ertuğrul, 2001). Yukarıda verilen ifadeler detayda birbirinden farklı olmakla beraber, bu çalışmada, öğrencilerin doğada gerçekleşen olayları açıklamada kullandığı kavramları bilimsel geçerliliğinin dışında kullanması anlamında kavram yanılgısı terimi tercih edilmiştir.

Bazı araştırmacılara göre, öğrencilerde kavram yanılgılarının olmasının başlıca nedenlerinden biri, bilim adamlarının görüşlerinin öğrencilere, kendilerinde var olan mevcut düşüncelerden daha az mantıklı ve daha az verimli görünmesindedir. Bu ise

öğrencilerin bilimsel bakış açısı geliştirmelerinde ve fen kavramlarını öğrenmelerinde temel sorun teşkil etmektedir. Hatta bazılarına göre fen kavramlarının öğrenilememesindeki başlıca etken öğrencilerde var olan kavram yanlışlarıdır (Hamza ve Wickman, 2008). Bu konuda Vosniadou (2001) ‘fen öğrenmenin kavram yanlışları ile karakterize edileceğini’ bile öne sürmektedir. Bunun sebebini ise zihnimizde var olan kavram yanlışlarının değişimini yine zihnimizin gösterdiği dirence bağlamaktadır.

Aslında kavram yanlışlarımız da tıpkı kavramlarımız gibi düşünce sistemimizin birer elemanıdır. Bu nedenle zihnimizin sürekli dinamik bir denge hâlinde bulunduğu söylenebilir. Buradan hareketle, zihnimizdeki dinamik denge ile alakalı üç unsur üzerinde durulabilir. Bunlar, kavramlar, kategoriler ve kavramsal çerçevelerdir (frameworks) (Gilbert ve Watts, 2005). Öğrencilerin kişisel görüşleri veya hipotezleri olarak gelişen kavramlar kategorileri oluşturur. Kategoriler ise yapıları (frameworks) oluşturur. Dolayısıyla, öğrencinin sahip olduğu yanlış fikirler o kavramı kategorilere ayırdığı yapı içerisindeki diğer kavramları da etkileyecektir. Bu nedenle öğrencilerin sahip olduğu ön bilgilerin ve/veya yanlış bilgilerin belirlenip eğitim öğretim sürecine buna göre başlanması gerekmektedir (Çalık ve Ayas, 2005).

Taiwan’da öğrencilerin kimya kavramlarını anlama düzeyleri ile ilgili araştırma yapan Chiu (2005) öğrencilerin günlük yaşam deneyimlerinin, ders kitaplarının, medyanın, dilin ve okulda gördüğü eğitimin de kavram yanlışlarına sebebiyet verdiğini belirlemiştir. Chiu’ya göre öğrencilerin, kimyasal kavramları öğrenirken sadece sembollerini, terminolojileri ve teorileri öğrenmeleri yeterli değil aynı zamanda anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi için derslerde öğretmenlerin kullandığı materyalleri ve eğitimsel dilini de zihinlerinde anlayacakları şekle dönüştürmeleri gerekmektedir.

Fisher’e (1985) ve Wessel’e (1999) göre kavram yanlışlarının ortak bazı özellikleri vardır. Bunlar aşağıdaki gibi açıklanabilir.

- Bir veya bir grup kavram yanlışlığı, çoğu kişide bulunabilme özelliği gösterir.
- Kavram yanlışları ile birlikte alternatif inanışlar da oluşabilir.

- Bazı kavram yanlışları bireyin çok eski geçmişinde yaşadığı deneyimlere dayanmaktadır.
- Kavram yanlışları,
 - genetik faktörlerden,
 - çeşitli sebeplerle yaşanan deneyimlerden ve
 - okul ortamındaki öğretim faaliyetlerinden kaynaklanabilir.
- Öğrenciler fen derslerine çoğu doğal olgular ve olaylar ile ilgili olmak üzere çeşitli kavram yanlışları ile gelirler. Bu kavramlar, bilimsel gerçekliklerden farklılık gösterirler ve öğrenciler tarafından olayları değişik yollarla açıklamak için kullanılırlar.
- Kavram yanlışları cinsiyet, yaş, yetenek ve kültürel yaşantıdan bağımsız olarak ortaya çıkabilir. Bu yanlışlar öğrenciler için vazgeçilemezdir ve genellikle geleneksel öğretim yöntemleri ile değiştirilmesi oldukça güçtür. Kavram yanlışları, eski bilim adamlarının veya filozofların düşündükleri ile genellikle paralellik gösterir. Yani öğrenciler doğa olaylarını, eski bilim adamları veya filozofların yaptığı gibi Aristo öğretileri ile anlamaya çalışırlar.
- Uygulandığı zaman bilimsel açıklamalarımıza uygun olan kavramların öğretilmesini kolaylaştırmada başarılı olan ve özellikle kavramsal değişimi sağlamak amacıyla bazı öğretim stratejileri geliştirilmiştir. Fakat bu stratejiler bazı olguların öğretiminde, öğretim süresince her zaman umulan bilişsel değişiklikleri sağlamazlar. Kavram yanlışları, testlerdeki soruları doğru cevaplasalar bile hâlâ öğrencilerde var olabilir.
- Bilimsel kavramlar, çoğu zaman öğrencilerin bu kavramları hemen anlayacakları kabul edilerek sunulur. Bununla birlikte öğrencilerde var olan kavram yanlışları ile öğretim sürecinde sunulan kavramlar, birbirlerini karşılıklı etkileyerek, tahmin edilemeyecek şekilde önceden kurgulanmamış öğrenme çıktıları ortaya çıkarırlar.

- Öğrenciler, kavram öğrenme sürecinde bazı olgular ve olayları açıklamak için çelişkili kavramlar geliştirirler. Yani, öğrencilerin zihinlerinde bazı kavramlar çelişki oluşturur ve bu çelişki oluşturan kavramlarını, fen derslerinde öğretmenin sorduğu veya ders kitaplarında bulunan sorulara verdikleri cevaplarla ve sınıf ortamı dışındaki gündelik hayatlarında meydana gelen olguları açıklarken ortaya koyarlar.
- Çoğu yetişkin ve hatta fen öğretmenleri bile fen öğretimindeki gelişmelere rağmen, öğrenciler gibi aynı kavram yanlışlarına sahiptir. Dolayısıyla bir öğretmenin herhangi bir konuda sahip olduğu kavram yanlışını öğrencilerine aktarma eğilimi de bulunmaktadır. Özellikle yenilenmeye ve bilimdeki gelişmeleri takip etmeye kendini kapatan bir öğretmenin bazı kavram yanlışlarına sahip olarak emekli olması şaşılabilecek bir durum değildir.
- Kavram yanlışları, çoğunlukla öğrencilerin gündelik hayatlarından edindikleri tecrübelerden ve bireysel deneyimlerine ait karmaşık yaşantılarından oluşur. Bu tecrübeler ve bireysel deneyimler, öğrencilerin yaptıkları gözlemler, ait oldukları kültür, kullandıkları dil ve okul yaşantılarında edindikleri formal fen eğitimi ile doğrudan ilintilidir. Her öğrencinin yaşantısı birbirinden farklılık gösterir. Hâliyle, her öğrencinin kavram yanlışlığı, bir diğer öğrencininkinden farklılık gösterebilir.

Bilindiği gibi eğitim öğretim esnasında öğrencilerin doğrudan bilgi elde edebileceği başlıca iki kaynak, ders kitapları ve öğretmendir (Çepni, Keleş ve Ayvacı, 2000). Ancak ne yazık ki, mevcut fen kitapları, öğrencilerin önceki bilgilerini dikkate almamakta ve yeni konunun doğrudan işlendiği açıklayıcı bir kitap niteliğini taşımamaktadır (Ayvacı, Çepni ve Akdeniz, 1998; Çepni vd., 2000; Kim ve Van Dussen, 1998).

Kavram yanlışlarının tespit edilmesi, öğretmenlerin ve öğrencilerin yeni kavramlar öğrenirken bu yanlışların farkında olması önlem alınmasına imkân vermesi bakımından önemlidir. Yine aynı derecede önemli olan diğer bir konu ise çeşitli yöntemlerle kavram yanlışlarının giderilmesi gerekliliğidir. Dolayısıyla, kavram

yanılgılarının nasıl ve hangi yöntemler kullanılarak giderilebileceği konusu araştırılmaya değerdir ve ayrıca bu konudaki çalışmalara katkı sağlamak oldukça önemlidir.

Kavram yanılgılarını gidermek ya da öğrencilerde kavramsal değişimi sağlamak için düzenlenecek etkinliklerde başarı sağlamanın yolu, kavram yanılgılarının ayrıntılı olarak ortaya konmasından geçmektedir (Case ve Fraser, 1999). Case ve Fraser'e göre, eğer bu işlem tam olarak yerine getirilmezse kavram yanılgılarını gidermeye yönelik hazırlanan etkinlikler, istenilen başarının sağlanmasında yeterince başarılı olamayacaktır. Bununla birlikte kavram yanılgıları ve bunların olası nedenleri ve nasıl giderilebileceğine ilişkin tespitler de kavram öğretimi açısından oldukça önem taşımaktadır. Bunun sebebi ise, kavram öğretimi için hazırlanacak her türlü öğretim materyalinin geliştirilmesi aşamasında kavram yanılgılarının olası nedenleri ve nasıl giderilebileceğine ilişkin tespitlerden azami düzeyde faydalanılması gerekliliğidir (Coştu, Ayas ve Ünal, 2007).

Kavram yanılgılarının giderilmesi sürecinde yapılması gerekenler kısaca aşağıdaki şekilde toparlanabilir:

- Derste işlenen konu ile ilgili daha önceden çeşitli araştırmacılarca veya öğretmenin bizzat kendi gayretleriyle belirlemiş olduğu en belirgin kavram yanılgıları öğrencilerle paylaşılarak üzerinde tartışılmalıdır.
- Öğrenciler, ders işleme sürecinde konu ile ilgili diğer öğrencilerle tartışmaya ve bu yolla kendi kavramsal çerçevelerini sınamaya teşvik edilmelidir.
- Derslerde yaygın kavram yanılgılarını gidermeye yönelik simülasyon, model ve/veya laboratuvar etkinlikleri düzenlenmeli veya oluşturulmuş olanlar kullanılmalıdır.
- Daha önce tespit edilmiş olan kavram yanılgıları, ilerleyen zamanlarda yeniden gündeme getirilerek öğrencilerde hâlâ var olanlar üzerinde yeniden tartışılmalıdır.

- Öğrencilerin sahip olduğu kavramların geçerliliği belirli aralıklarla tekrar tekrar kontrol edilerek bu kavramlar pekiştirilmeye çalışılmalıdır (Yağbasan, vd., 2005).

Öğrencilerde belirlenmiş olan yanlışların giderilebilmesi için farklı öğrenci gruplarına yönelik alternatif öğretim yöntemlerinin tespit edilmesi ve bunların uygulanması gerekmektedir.

2.10.1 Elektrokimyadaki Kavram Yanılgıları

Öğrencilerin zihinlerinde kavramların doğru bir şekilde yerleşmesi için, dış dünya ile etkileşimlerinden ve yaşantılarından sınıf ortamına getirdikleri bilgi, tutum, beceri ve deneyimlerini yeni öğrenilen bilgilerle zihinlerinde etkin bir şekilde yapılandırması gerekmektedir. Farklı zihinsel yapılara sahip öğrenciler bilgiyi zihinde oluştururken bilimsel gerçeklere aykırı kavramlar geliştirebilmektedir (Yürük, Çakır ve Geban, 2000). Özellikle öğrencilerdeki kavram yanlışlarını belirlemek üzere yapılan kimya eğitimi ile ilgili birçok araştırmanın sonucundan anlaşılacağı üzere, öğrenciler çeşitli kavram yanlışlarına sahiptirler. Bu araştırmaların bir kısmını kimyanın önemli ve anlaşılması oldukça güç konularından biri olan elektrokimya kavramları oluşturmaktadır (Davies ve Griffiths'den aktaran: De Jong vd., 2002).

Elektrokimya kavramlarının öğrenilmesinde karşılaşılan zorlukların ve öğrencilerde bulunan kavram yanlışlarının belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmaların yaklaşık 20 yıllık bir mazisi olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda, öğrencilerde çok sayıda kavram yanlışlarının 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). Huddle, White ve Rogers (2000), Niaz (2002) ve Niaz ve Chacon (2003) gibi araştırmacılar ise bu kavram yanlışlarının nasıl ortadan giderileceği ve bunun için nasıl bir öğretim yöntemi kullanmak gerektiğini araştırmışlardır.

Elektrokimya konusu hem öğretmenler hem de öğrenciler tarafından anlaşılması zor olan kavramları içermektedir (De Jong vd., 2002). Dolayısıyla öğrencilerin bu kavramları öğrenmeleri güç olmaktadır. Oysa, elektrokimya gerek müfredatlarda, gerek ders kitaplarında (Boulabiar vd., 2004), gerekse de gündelik yaşantımızda çok önemli bir yer alır (Schmidt vd., 2007).

Öğrencilerin elektrokimya konusunda ortaya çıkan kavram yanlışlarının araştırılmasına yönelik bazı çalışmalarda kimya öğretim programının ve düzenlenen sınıf içi etkinliklerin tartışılması ve öğretimde daha etkili yöntemlerin kullanılması gerektiği fikri dikkat çekmiştir (West, 1986; Al-Soudi, 1989; Garnett ve Treagust, 1990).

Birçok araştırmacı tarafından öğrencilerin kavramakta zorlandığı konulardan biri olarak gösterilen elektrokimya konusundaki ilk önemli deneysel çalışma Garnett ve Treagust (1992a) tarafından yapılmıştır. Avustralya'da otuz iki 12. sınıf öğrencisi ile yapılan mülakatlarda yükseltgenme-indirgenme denklemleri ve elektrik akımı konularının öğrenciler tarafından nasıl anlaşıldığı araştırılmıştır. Bunun yanı sıra araştırmacılar bu çalışmada, öğrencilerin elektrokimyanın birçok konusunu anlayamadıklarını ortaya koymuşlardır.

Garnett ve Treagust'un çalışmasına ek olarak Sanger ve Greenbowe (1997a) galvanik hücre, elektrolitik hücre ve konsantrasyon hücresi konularındaki öğrencilerde bulunan kavram yanlışlarını belirlemeye çalışmışlardır. Amerika'da on altı üniversite öğrencisi ile yapılan mülakat çalışmasında Garnett ve Treagust'un bulduğu kavram yanlışlarına ek olarak yeni kavram yanlışları tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak Huddle ve arkadaşlarının (2000) ve Yılmaz ve arkadaşlarının (2002) çalışmalarından elde edilen kavram yanlışları Tablo 1., Tablo 2., Tablo 3., Tablo 4. ve Tablo 5.'te özetlenmiştir.

Tablo 1. Elektrokimyada Elektrik Devresi ile İlgili Öğrencilerde Bulunan Yaygın Bazı Kavram Yanılgıları

<i>Yük kanunu ile ilgili olanlar</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Bir hücrede, anyonlar ve katyonlar birbirini çeker ve bu durum iyonların elektroda doğru hareketine etki eder.
	<ul style="list-style-type: none"> • Elektronlar, bir çözeltide elektrolit içindeki pozitif iyonlara doğru çekilerek hareket ederler.
<i>Elektrik akımı ile ilgili olanlar</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Protonlar metalik iletkende akarlar ve dolayısıyla hareket ederler.
	<ul style="list-style-type: none"> • Geleneksel olarak kabul edilen akım pozitif yükün akımıdır (genellikle proton).
	<ul style="list-style-type: none"> • Kimyada ve fizikte öğretilen elektrik kavramı birbirinden farklıdır. Çünkü akımın yönü farklıdır.
	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrolitlerde protonlar akar ve hareket eder (Çözeltinin asidik, bazik ya da nötral olması fark etmez.).
	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrolitlerde elektronlar akar ve hareket eder.
	<ul style="list-style-type: none"> • Proton ve elektronlar, bir elektrolitte farklı yönlerde hareket ederler.
	<ul style="list-style-type: none"> • Çözelti içinde elektronlar bir iyondan diğerine doğru çekilerek hareket ederler.
<i>Potansiyel fark ile ilgili olanlar</i>	<ul style="list-style-type: none"> • İyonların hareketi çözeltide bir elektrik akımı oluşturmaz.
	<ul style="list-style-type: none"> • Bir elektrolitte akım oluştuğu zaman, bu akım katotta bir iyonun üzerine biner ve bu iyonla birlikte anoda doğru taşınır.
	<ul style="list-style-type: none"> • İki nokta arasında bir potansiyel farkın olması yalnızca noktadaki yük konsantrasyonlarının farklı olmasından kaynaklanır.
	<ul style="list-style-type: none"> • Anotta elektron yoğunluğu fazladır.
	<ul style="list-style-type: none"> • Katotta elektron yoğunluğu azdır.
	<ul style="list-style-type: none"> • Elektronlar, elektronların fazla olduğu anottan ayrılarak elektronların az olduğu katoda doğru dış akımla taşınırlar.

Tablo 2. Elektrokimyada Galvanik Hücreler ile İlgili Öğrencilerde Bulunan Yaygın Bazı Kavram Yanılgıları

Galvanik hücreler ile ilgili olanlar	• Bir indirgenme potansiyelleri tablosunda, en büyük pozitif E^0 değeri anodunkidir.
	• Standart indirgenme potansiyelleri, metallerin reaktivitelerindeki azalma eğilimine göre sıralanır.
	• Anodun ve katodun belirlenmesi yarı hücrelerin fiziksel konumuna bağlıdır.
	• Anot daima negatif (anyonlar gibi) yüklü; katot ise daima (katyonlar gibi) pozitif yüklüdür.
	• $H_2(1\text{atm}) / H^+(1\text{M})$ oranının E^0 değeri sıfır olmasına rağmen her nedense H_2 ve H^+ iyonunun kimyasal özelliklerine de bağlıdır.
	• Standart yarı hücreye gerek yoktur.
	• Yarı hücre potansiyelleri kesin değerlerdir ve yarı hücrelerin potansiyeli başka bir şey gerek olmadan tek başına tahmin edilebilir.
	• Elektronlar, katottan çözeltilere girip çözeltiler ve tuz köprüsü boyunca hareket ederek akımı tamamlamak için anoda gelirler.
	• Elektrolit ve tuz köprüsündeki anyonlar katottan anoda elektron transfer eder.
	• Tuz köprüsündeki ve çözeltilerdeki katyonlar, elektron kabul ederek bunları katottan anoda doğru transfer ederler.
	• Katyon ve anyonlar konsantrasyonları aynı oluncaya kadar çözeltiler içinde sürekli hareket ederler.
	• Elektronlar, iyonlardan yardım almaksızın sulu çözeltiler içinde hareket eder.
	• Sadece negatif yüklü iyonlar elektrolit ve tuz köprüsünde akım oluştururlar.
	• Anot, negatif yüklü olup elektron salarken, katot ise pozitif yüklüdür ve elektron çeker.
	• Anot, elektron kaybettiğinden dolayı pozitif yüklüdür. Katot ise elektron kazandığı için pozitif yüklüdür.

Tablo 3. Elektrokimyada Elektrolitik Hücreler ile İlgili Öğrencilerde Bulunan Yaygın Bazı Kavram Yanılgıları

<i>Elektrolitik hücreler ile ilgili olanlar</i>	• 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 4. Elektrokimyada Derişim Hücreleri ile İlgili Öğrencilerde Bulunan Yaygın Bazı Kavram Yanılgıları

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

Tablo 5. Huddle ve Arkadaşları Tarafından Elektrokimya Kavramları ile İlgili Öğrencilerde Belirlenen Kavram Yanılgıları

<ul style="list-style-type: none"> • Akım elektronların akmasıdır; iyonlar elektronları iletecek ve devreyi tamamlayacaktır.
<ul style="list-style-type: none"> • Akım uygulandığında potasyum sülfat elektronları ve akım uygulandığında elektrotlara karşı hareket eden pozitif yüklü protonları delokalize eder.
<ul style="list-style-type: none"> • Anyonlar iletimi sağlayan elektronları oluşturur.
<ul style="list-style-type: none"> • H₂SO₄ proton vericidir, protonlar potansiyel farka karşı transfer edilir.
<ul style="list-style-type: none"> • KBr elektronik bir maddedir. O nedenle elektronların hareketi potansiyelde değişime neden olur.
<ul style="list-style-type: none"> • Sülfürik asidin iyonlaşması “H₂SO₄ → H₃O⁺ + SO₄²⁻ + 2e⁻” şeklindedir.
<ul style="list-style-type: none"> • İletken kablo boyunca elektronlar taşınır.
<ul style="list-style-type: none"> • Elektrolit çözeltisinde elektronlar bulunur.
<ul style="list-style-type: none"> • Elektronlar tuz köprüsü içinden geçer.
<ul style="list-style-type: none"> • Standart hidrojen elektrotta bulunan Pt, Pt²⁺ iyonlarına yükseltgenir.
<ul style="list-style-type: none"> • Standart hidrojen elektrotta bulunan Pt elektrotta H₃O⁺’dan H₂’nin ayrılmasıyla OH⁻ oluşur.
<ul style="list-style-type: none"> • Tuz köprüsünün fonksiyonu devreyi tamamlamaktır.
<ul style="list-style-type: none"> • Tuz köprüsünün fonksiyonu akımı sağlamaktır.
<ul style="list-style-type: none"> • Tuz köprüsünün fonksiyonu çözeltilerin nötralliğini sağlamaktır.

Tablo 6. Yılmaz ve Arkadaşlarının Tespit Ettiği Bazı Kimya Öğretmen Adaylarında Bulunan Kavram Yanılgıları

KONU	YANILGI
Aktiflik	Elektron verme eğilimi büyük olan madde kuvvetli bir yükseltgendir.
Aktiflik	Elektron verme eğilimi fazla olan madde daha az aktiftir.
İndirgenme	Elektron alan madde yükseltgenir.
Yükseltgenme	Elektron veren madde indirgenir.
Standart pil potansiyeli	İndirgenme potansiyeli küçük olan madde indirgenir.
Standart pil potansiyeli	İndirgenme potansiyeli büyük olan anottur.
Yükseltgenme eğilimi	Elektron alan madde yükseltgenir.
Derişim pili	Bir pilde anotta indirgenme olurken katotta yükseltgenme olur.
Standart pil potansiyeli	$E_{\text{hücre}} = E_{\text{anot}} - E_{\text{katot}}$
Aktiflik sırası	Gümüş kuvvetli bir indirgendir.
Anot	Pil kullanıldıkça anodun kütlesi artar.
Katot	Pil kullanıldıkça katodun kütlesi azalır.
İndirgenme potansiyeli	İndirgenme gerilimi büyük olan madde yükseltgenir.
Tuz köprüsü	Pilde dış devrede elektronlar katottan anoda doğru akarlar.
Anot-katot	Anot çözeltilisinin derişimi azalırken, katot çözeltilisinin derişimi artar.
Pil gerilimi	Derişim pillerinde pil çözeltilerinin derişimi eşit olursa, pilin gerilimi maksimum olur.
Standart pil potansiyeli	Derişim pillerinde pil çözeltilerinin derişimi eşit olursa, pilin gerilimi artar.
Standart pil potansiyeli	Elektrokimyasal pilde katot çözeltilisinin derişimi arttırılırsa, pilin voltajı azalır.
Yükseltgenme- indirgenme	Elektron verme eğilimi büyük olan madde kuvvetli bir yükseltgendir.
Standart pil potansiyeli	İndirgenme gerilimi büyük olan elektrot anottur.

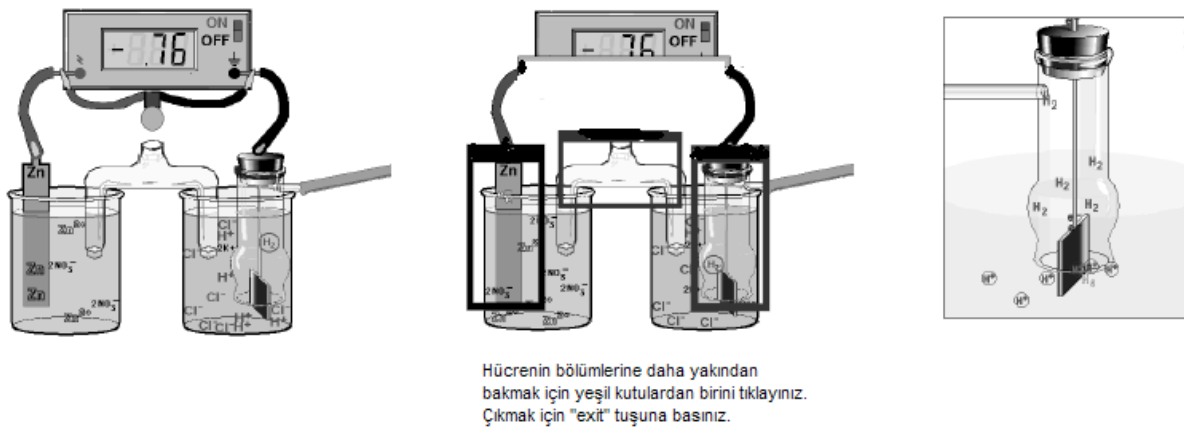
Elektrokimya konusunda öğrencilerin bu kadar kavram yanlışlığına sahip olması birçok araştırmacının dikkatini çekmiş ve bu kavram yanlışlıklarını ortadan kaldırmak için çeşitli öğretim materyalleri ve öğretim yöntemleri önerilmiştir. Bu çalışmalardan kavram yanlışlıklarını belirlemeye ve/veya kavram yanlışlıklarının giderilmesine yönelik önerilen öğretim yöntemleri ile ilgili olanları kısaca incelemekte yarar vardır.

Ogude ve Bradley (1994) tarafından yapılan çalışmada elektrokimya konusunda öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun matematiksel işlem gerektiren problemleri çözmelerine rağmen, kavramsal nitelikli problemleri çözen öğrenci sayısının oldukça az olduğu belirlenmiştir.

Avustralya'da lise öğretimine devam eden öğrenciler arasında yapılan bir başka çalışmada ise, öğrencilerin yükseltgenme-indirgenme reaksiyonları ve elektrokimyasal hücre konularında kavram yanlışlığına sahip olduğu tespit edilmiştir (Garnett ve Treagust, 1992b).

Sanger ve Greenbowe (1997a) tarafından yapılan çalışmanın ilk bölümünde elektrokimya ile ilgili kavram yanlışlıkları üzerinde durularak bu kavram yanlışlıklarının olası nedenleri ele alınmış ve bunların başında da öğrencilerin kullandığı ders kitaplarının geldiği belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde ise bilgisayar animasyonları kullanıldığında öğrencilerin galvanik, elektrolitik ve konsantrasyon hücreleri ile ilgili öğrenme düzeyleri araştırılmıştır. Bu amaçla 16 kimya öğretmen adayı ile görüşme yapılmış ve öğrencilerdeki kavram yanlışlıkları tespit edildikten sonra bilgisayar animasyonları kullanımının öğrenci başarısı üzerine etkisi incelenmiştir. Etkinlik sonunda yapılan değerlendirmelerde ise öğrencilerdeki kavram yanlışlıklarının azaldığı belirlenmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin elektrolit çözeltiler, tuz köprüsü ve iki yarı pil arasındaki elektriksel iletkenlik konularına ait kavram yanlışlıkları ortaya çıkarılmıştır.

Burke ve arkadaşları (1998) standart hidrojen elektrot içeren elektrokimyasal hücrede neler olduğunu öğrencilerin derinlemesine anlamasına yardımcı olacak üç adet animasyon hazırlamışlardır (Şekil 1). Hazırlanan animasyonlar, elektrokimyasal hücrede olan olayları hem makroskobik, hem mikroskobik hem de sembol olarak gösterebilmektedir. Bu nedenle araştırmacılar hazırladıkları animasyon ile öğretim yapıldığında kavramsal başarının artacağını savunmaktadır.



Şekil 1. Burke ve arkadaşlarının geliştirdiği bilgisayar animasyonları

Geban ve arkadaşları (1999) tarafından, öğrencilerde elektrokimya konusunda var olan kavram yanlışlarının belirlenmesi amacıyla, özel bir ortaöğretim kurumunda okuyan lise üçüncü sınıf öğrencilerine, doğru-yanlış ve çoktan seçmeli tipinde soruları içeren bir test uygulanmıştır. Yapılan çalışmalar ve değerlendirmeler sonucunda kavram yanlışlarının ünite işlendikten sonrada devam ettiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bu kavram yanlışları arasında, öğrencilerin pillerdeki akım olaylarını tam kavrayamamaları ve elektronların serbest hâlde ya da iyonlarla birlikte çözelti içinde dolaştığını ifade ettiklerini saymaktadırlar.

Özkaya (2000), tarafından elektrokimya konusu ile ilgili iki araştırma yapılmıştır. Birinci araştırma Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesinde okuyan 92 öğretmen adayı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının elektrokimya ile ilgili kavram yanlışlarını ortaya çıkarabilmek için hem kavramsal başarı testi hem de mülakat yöntemi uygulanmıştır. Öğretmen

adaylarının bir dönem boyunca elektrokimya ve elektrokimya laboratuvarı dersleri almalarına rağmen çalışmanın sonucunda hâlâ çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

İkinci araştırma ise; Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi 1. sınıfta öğrenim gören 70 öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, kavramsal değişim metni yönteminin, öğrencilerin elektrokimyasal piller konusu ile ilgili kavramları anlaması üzerine olan etkisini, geleneksel anlatım yöntemiyle karşılaştırılması yapılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda kavramsal değişim metni yöntemiyle konuyu öğrenen öğrencilerin elektrokimyasal pillerle ilgili kavramları anlamalarına yönelik başarılarının daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır (Özkaya, Üce ve Şahin, 2000).

Sanger ve Greenbowe (2000) Amerika’da mühendislik fakültesinde kimya dersi gören 135 öğrenci üzerinde bazı elektrokimya kavramları ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu elektrokimyasal kavramlar başlıca, galvanik hücre, elektrolit çözeltisi, katot ve anotur. Araştırmacılar çalışmalarında kavramsal değişim metinlerinin ve bilgisayar animasyonlarının kullanılarak elektrokimya kavramlarının öğretimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmalarında bir galvanik hücrede meydana gelen mikroskopik olayları bilgisayar animasyonu ve elektrolit çözeltisinde akım kavramlarının kimyasal gösterimine dayanan kavramsal değişim yaklaşımını uygulamışlardır. Sözlü kavramsal soruların ilk sonuçlarını yorumladıklarında kavramsal değişim yaklaşımının elektrokimya kavramlarının öğretiminde daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Bu metinlerin özellikle elektrokimyasal hücrelerin sulu çözeltilerinde elektronların akması ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Verdikleri cevaplara göre öğrencileri üç grupta toplamışlardır. Bunlar:

1. Sürekli olarak elektrolit çözeltisinde elektronların akabileceği kavram yanlışına sahip olanlar ve bunda ısrarcı olan öğrenciler.
2. Sürekli olarak bu kavram yanlışını göstermeyen öğrenciler.

3. Cevaplarında kararsız kalan öğrenciler.

Elektrokimya kavramlarının öğretilmesinde karşılaşılan güçlüklerle dikkat çeken araştırmacılar kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerin öğrenmesi üzerine oldukça etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Huddle, White ve Rogers (2000) öğrencilerin elektrokimyasal hücrelerde gerçekleşen olayları zihinlerinde canlandırabilmeleri için geliştirdikleri materyalde elektron alış verişini, elektrik akımını ve iyonların hareketini göstermeye çalışmışlardır. Aynı çalışmada öncelikle Güney Afrika'daki öğrencilerin elektrokimya konusundaki kavram yanlışlarını tespit etmek için bir araştırma yapmışlardır. Bunun için, Garnett-Treagust ve Sanger-Greenbowe'un çalışmalarından elde edilen kavram yanlışlarından yola çıkarak çoktan seçmeli bir kavram testi geliştirmişler ve bunu öğrencilere uygulamışlardır. Bunun sonucunda da, öğrencilerin çok fazla kavram yanlışına sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Daha sonra bu kavram yanlışlarını ortadan kaldırmak için geliştirdikleri materyali (Şekil 2) kullanmışlar ve öğrencilerin kavrama seviyelerinde anlamlı bir gelişme olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Huddle, White ve Rogers'ın çalışmasından çıkartılan çarpıcı bir sonuç ise geleneksel öğretim yöntemi ile öğretim gören öğrencilerin kavram yanlışlarının fazla olduğu hâlde geliştirdikleri materyalin uygulandığı öğrencilerin kavram yanlışlarının fark edilir şekilde azalmasıdır.

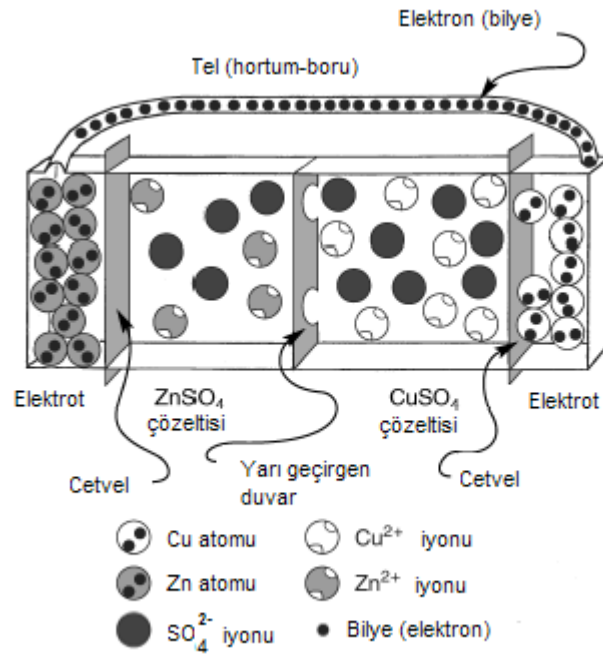
Bu nedenle kimyanın kavratılması en zor görülen konularından biri olan elektrokimyanın öğrencilere tam olarak kavratılabilmesi için yeni öğretim yöntemlerinin araştırılmasının önemli olacağını vurgulamaktadırlar.

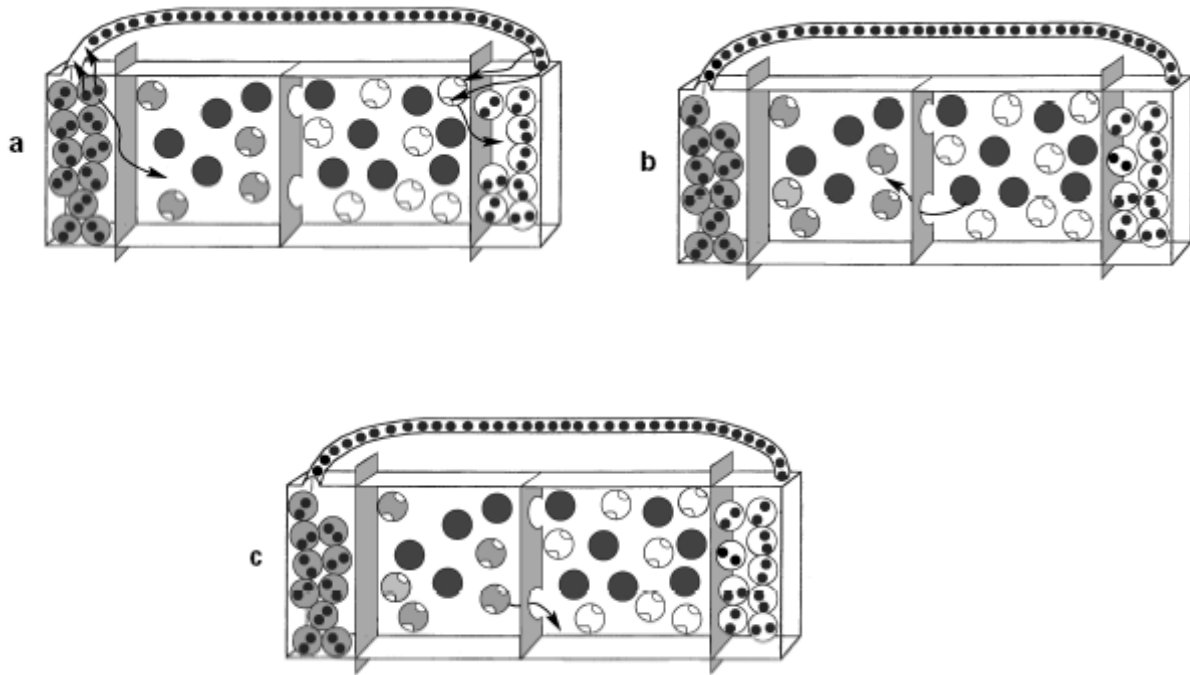
Huddle ve arkadaşları elektrokimyada yaygın olarak tespit edilen kavram yanlışlarının ortadan kaldırılmasında öğretim materyali kullanımının etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, üç farklı sınıfta toplam 167 öğrenci ile yaptıkları çalışmada öncelikle ön test olarak iki basamaklı çoktan seçmeli test uygulamışlar ve

verilen cevaplardan öğrencilerin pek çok kavram yanlışlığına sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Araştırmacılar ön test uygulamasından sonra sınıflardan birinde (deney grubu) dersleri kendi geliştirdikleri öğretim materyali ile işlemişlerdir. Elektrokimyasal hücrelerdeki mikroskobik olayları somutlaştırmaya yardımcı olmak için hazırlanan bu materyal kutucuklardan ve polyester toplardan oluşmaktadır (Şekil 2). Bu materyalin çalışma ilkesi şu şekildedir:

Zn elektrottan bir çinko atomu alınır. Bu atomdan iki Valens elektronu (bilyalar) koparılır ve iletken telin (hortum) tepesine yerleştirilir. Oluşan çinko katyonu soldaki çözelti bölgesine yerleştirilir. Hortum ucundaki iki elektron (bilyalar) bakır elektrot komşu uçtan çıkarılır ve sağ bölmedeki çözeltide bulunan bakır katyonuna katılır. Bu yolla oluşan bakır atomu, bakır elektrot bölgesine yerleştirilir (Şekil 2.a). Sonra öğrencilerin, bu işlemlerden sonra, sol tarafta beş çinko katyonuna karşılık dört sülfat anyonu; buna karşılık sağ tarafta altı bakır katyonuna karşılık yedi sülfat anyonu bulunduğuna dikkat etmeleri istenir. Nötralliği sağlamak için ya bir sülfat iyonunun yarı geçirgen zardan sola geçmesi gerekir (Şekil 2.b) veya bir çinko katyonunun aynı zardan sağa geçmesi (Şekil 2.c) gerekir.





Şekil 2. Huddle ve arkadaşlarının geliştirdiği model

Ahtee ve arkadaşları (2002) Finlandiya’da üniversite öğrenimlerini devam ettiren kimya öğretmen adaylarının elektroliz kavramının öğrenilmesinde karşılaştıkları zorlukları ve ayrıca ileride öğretmen olduklarında elektroliz ve elektroliz ile ilgili kavramları içeren dersleri nasıl planlayacaklarını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bunun için sekiz kimya öğretmen adayı (5 kız ve 3 erkek) ile yarı yapılandırılmış mülakat yapmışlar ve öğrencilerden elektroliz kavramının öğretilmesini konu alan bir ders planı hazırlamalarını istemişlerdir. Bu öğrencilerden sadece iki tanesinin elektroliz kavramının öğretilmesi ile ilgili ders planı hazırlamada başarılı olduklarını belirlemişlerdir.

Öğrencilerden önemli bir kısmının bu ders planını hazırlayamamalarının sebebi olarak elektroliz kavramının tam olarak öğrencilerde oluşmamasına bağlayan ve öğrencilerin bazı kavram yanlışlarına sahip olduklarını vurgulayan Ahtee ve arkadaşları bu kavramların kavramsal boyutta öğretilmesinin önemine işaret etmektedirler.

Yılmaz ve arkadaşları (2002) Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı 3. sınıfa kayıtlı 31 öğrenci (23 kız ve 8 erkek) ile yaptıkları

araştırmada öğretmen adaylarının elektrokimya konusundaki kavram yanlışlarının ortaya çıkarılmasında farklı soru türlerinin (çoktan seçmeli, kısa cevap gerektiren ve yazılı yoklama) ne derece etkili olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar ayrıca öğretmen adaylarına uygulanan üç farklı soru türü ile fen bilgisi tutum ölçeği ve bilimsel işlem beceri testinin birbirleriyle ilişkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonunda Tablo 6'da belirtilen kavram yanlışlarının tespit edildiği çalışmada öğretmen adaylarının çoktan seçmeli sorularda daha başarılı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada çoktan seçmeli testten alınan puanlar ile bilimsel işlem beceri testinden alınan puanlar arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu ortaya konulmuştur.

Lin ve arkadaşları (2002) Tayvanlı öğrencilerin elektrokimya konusundaki öğrenme zorluklarını araştırmışlardır. 182 dokuzuncu sınıf, 75 on ikinci sınıf ve 49 kolej (yüksek öğretim) öğrencisiyle yapılan çalışmada araştırmacılar öğrencilere dört farklı durum sunmuşlar ve öğrencilerden bu durumların sonuçlarını tahmin etmelerini istemişlerdir.

Lin ve arkadaşlarının öğrencilerden sonucunu tahmin etmelerini istedikleri ilk durum 1,0 M CuSO_4 çözeltisi içine Zn ve Cu elektrotların daldırılmasıyla hazırlanan galvanik hücre ile ilgilidir. Araştırmacılar, öğrencilerden böyle bir galvanik hücrede elektrik akımının oluşup oluşmayacağını tahmin etmelerini istemişler ve verilen cevaplardan öğrencilerin “Devrenin tamamlanabilmesi için tuz köprüsü olmak zorundadır.”, “Kimyasal reaksiyonun olması için devreye dışarıdan bağlı bir pilin olması gerekir.”, “Hücre reaksiyonunda elektrik yerine ısı açığa çıkar.” ve “Her hücrede kimyasal reaksiyon olmaz.” kavram yanlışlarına sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Lin ve arkadaşlarının öğrencilerden sonucunu tahmin etmelerini istedikleri ikinci durum, ilk durumdaki CuSO_4 (1,0 M) çözeltisi yerine ZnSO_4 (1,0 M) çözeltisi konulduğunda sonucun ne olacağı ile ilgilidir. Araştırmacılar ikinci durumla ilgili olarak verilen cevaplardan öğrencilerin, “Voltmetre göstergesinin yönü ters çevrilebilir.” ve “Cu elektrot katot ise elektrolit Cu^{2+} iyonu içermek zorundadır.” kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Araştırmada üçüncü durum olarak öğrencilerden tuz köprüsü içeren tipik bir elektrokimyasal hücre ile tuz köprüsü yerine bakır telin bağlandığı elektrokimyasal hücreyi karşılaştırmaları istenmiştir. Verilen cevaplardan öğrencilerin “Tuz köprüsünün ve bakır kablonun fonksiyonu ve prensipleri benzerdir.” ve “Bakır elektrot çözelti içindeki iyonlarla birleşmediğinden voltaj düşecektir.” kavram yanlışlarına sahip oldukları bulunmuştur.

Cu ve Zn elektrot içeren elektrokimyasal hücre ile iki grafit elektrot içeren kimyasal hücrenin voltaj değerleri arasındaki farkı öğrencilerin ayırt edip edemediğini belirlemek amacıyla sorulan dördüncü soruyla ilgili verilen cevaplardan ise öğrencilerin, “Karbon elektriği iletir. Bu yüzden voltaj okuması gözlenir.”, “İki karbon elektrot içeren hücrede elektroliz olur.” kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Chou (2002) Tayvan’daki fen öğretmenlerinin gaz kanunları, kütle korunumu kanunu, yükseltgenme, indirgenme ve elektrokimya konularında tuz köprüsünün fonksiyonu hakkındaki kavram yanlışlarını belirlemeye çalışmıştır. Değerlendirme ile ilgili bir çalışmaya katılan 32 kimya öğretmeninden elde edilen bilgiler ışığında geliştirilen dört açık uçlu soru, 30 fen öğretmenin (14 fizik öğretmeni, 10 biyoloji öğretmeni ve 6 yer bilimleri öğretmeni) kimya kavramları hakkındaki anlayışlarını belirlemek için kullanılmıştır. Çalışma sonunda fen öğretmenlerinin verdiği cevaplar kimya öğretmenleri tarafından ayrı ayrı kodlanmış ve analiz edilmiştir. Analizler sonucunda fen öğretmenlerinin %23’ünün gaz kanunları ve kütle korunumu kanunu, %30’unun tuz köprüsünün fonksiyonu, tamamının da yarı hücrelerdeki yükseltgenme-indirgenme reaksiyonları hakkında kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Niaz ve Chacón (2003) elektrokimya konularının öğretiminde kavramsal değişim yönteminin etkili olup olmayacağını araştırmışlardır. Araştırmacılar, Venezüella’daki onuncu sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmada iki farklı sınıf seçmişler ve bu sınıflardan birinde (kontrol grubu, N=29) konuları geleneksel öğretim yöntemi ile işlerken, diğerinde (deneysel grup, N=28) kavramsal değişim yöntemiyle işlemişlerdir. Deneysel gruptaki öğrenciler alternatif kavramları çürütmeye yardımcı

olacak iki deney yapmışlardır. Uygulama sonunda her iki gruba da son testler verilmiş ve son testlerden elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre deneysel gruptaki öğrencilerin %93'ü başarılı olurken kontrol grubundaki öğrencilerin ancak %39'u başarılı olabilmıştır. Kavramsal soruda ise kontrol grubundaki hiçbir öğrenci başarılı olamazken deneysel gruptaki öğrencilerin %39'u başarılı olmuştur.

Özkaya ve arkadaşları (2003) öğretmen adaylarının elektrokimya konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada öncelikle gönüllü 15 kişi ile 40-45'er dakikalık mülakatlar yapmışlardır. Araştırmacılar yapılan mülakatlardan elde edilen veriler ışığında iddia-sebep ifadelerini ve bu ifadelere alternatif olabilecek doğru-yanlış şeklindeki cevapları içeren 27 maddelik çoktan seçmeli test hazırlamışlardır. Hazırlanan test 92 kişilik bir gruba uygulanmış ve elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analizler sonucunda öğretmen adaylarının pek çoğunun kavram yanlışlığına sahip oldukları tespit edilmiştir. Tespit edilen kavram yanlışlarının bazıları ilk defa bu araştırmada tanımlanmıştır. Bunlardan bazıları aşağıda listelenmiştir.

- Yarı hücre reaksiyonunun olabilirliğini tahmin etmek için yarı hücre potansiyelleri kullanılabilir. Çünkü bazı yarı hücre potansiyelleri pozitifken bazıları negatiftir.
- Elektrot potansiyeli yarı hücredeki elektrolit ve metal arasındaki elektrokimyasal potansiyel farkına eşittir.
- H_2 (1 atm)/ H^+ (1 M) standart yarı hücresinin standart potansiyelinin sıfır değeri H^+ ve H_2 'nin kimyasına bağlıdır çünkü hidrojen metaller için aktiflik serisinin ortasındadır.
- Galvanik hücrelerde elektrotlar yüksek elektrik yüküyle yüklenir.
- Elektrokimyasal hücrede serbest elektronlar hem elektrolitte hem de elektrotları bağlayan kabloda bulunur. Çünkü bunlar devre boyunca elektrik akımını iletirler.

- Eğer galvanik hücrede metal kablo ile tuz köprüsü yer değiştirirse akım akmaya devam eder. Çünkü metal kablo elektriği iletir.
- Eğer galvanik hücrede metal kablo ile tuz köprüsü yer değiştirirse devreye bağlanmış ampermetre akım gösterecektir.
- Tuz köprüsü akıma yardımcı olmaz.
- Galvanik veya elektrolitik hücrede inert elektrot kullanılırsa elektrotlarda hiçbir reaksiyon olmaz. Çünkü inert elektrotlar kimyasal olarak hücre reaksiyonunu değiştirmez.

Karakoç (2003) yaptığı çalışmada kimya öğretmen adaylarının aldıkları mesleki hazırlık süreci sonunda, ortaöğretim kimya öğretim programındaki elektrokimya ile ilgili alan eğitimi bilgilerinde meydana gelen gelişmeleri tespit etmeye çalışmıştır. Üç bölümden oluşan çalışmanın ilk kısmında öğretmen adaylarının özel öğretim yöntemleri gibi alan eğitiminin geliştirilmesine yönelik derslerde yardımcı olarak kullandıkları iki lise kimya ders kitabının kavram yanlışlarına neden olabilecek ifadeler içerip içermedikleri açısından incelenmiştir. Karakoç yaptığı içerik analizi sonucunda kitapların kavram yanlışlarına neden olabilecek ifadeleri içerdiğini tespit etmiştir.

Karakoç, araştırmasının ikinci bölümünde öğretmen adaylarının yükseltgenme-indirgenme ünitesi ile ilgili bilişsel yapılarını, kelime ilişkilendirme testi ve kavram haritalarını kullanarak belirlemeye çalışmıştır. Kelime ilişkilendirme testinin sonuçlarından elde edilen verilere göre öğretmen adaylarının bilişsel yapılarında bazı kavramların çok zayıf bir şekilde ilişkilendirildiği ya da hiç ilişkilendirilmediği tespit edilmiştir. Kavram haritaları ile ilgili uygulamanın analizi sonucunda ise bazı kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Bazı öğretmen adaylarının bu kavram yanlışlarına sahip olmasının sebebini ise ders kitaplarında yer alan hatalardan kaynaklandığını bildirmiştir.

Karakoç, araştırmasının üçüncü bölümünde ise, öğretmen adaylarının yükseltgenme-indirgenme ünitesindeki konular ile ilgili olarak hazırladıkları ders planlarını hedef davranışları belirleme ve öğretim sürecini planlamaları açısından

incelemiş ve ayrıca öğretmen adayları ile ikili görüşmeler yaparak onların alan eğitimi bilgilerini tespit etmeye çalışmıştır.

Yang ve arkadaşları (2004) öğrencilerin piller hakkındaki kavram yanlışlarını azaltmada etkileşimli bilgisayar programlarının faydalı olup olmayacağını araştırmışlardır. Araştırmacılar, branşı kimya olmayan üniversite öğrencileri ile yaptıkları çalışmada öğrencilerin el fenerinin çalışma prensibi ve pillerle ilgili olarak “Karbon indirgenir.”, “Zn elektron kazanır, karbon elektron kaybeder.”, “Pil içindeki bütün elektronlar kullanıldığında pilin ömrü de bitmiş olur.”, “Pilin + ve – kutupları yüklüdür, bu yüzden + kutup elektronları çeker.”, “Elektronlar elektrik ampulünün telinden ani olarak dışarı atılır ve onlar asla pile geri gelemezler.”, “Elektronlar, pil dışına çıkmaksızın pil içinde sürekli devir daim yaparlar.”, “Elektronlar katottan çıkar, ampulün içinden geçip, dış devredeki kablodan akarak anoda gelir ve pilin içindeki pastaya geçer.”, “Elektronlar, anottan çıkar, dış devredeki kablodan akarak ampule, ampulün içinden katoda ve buradan pilin içindeki pastaya geçer.” kavram yanlışlarına sahip olduklarını bulmuşlardır.

Yang ve arkadaşlarının araştırmalarının ikinci kısmında öğrencilere elektrokimya kavramlarını kuru pillerin çalışması ve el fenerinin aydınlatmasıyla ilgili animasyonları içeren bilgisayar programlarını izleterek vermişlerdir. Uygulama sonunda yapılan son testler sonucunda öğrencilerin kavram yanlışlarının tamamına yakınının yok olduğu tespit edilmiştir.

Demiri ve Najdoski (2006) de yine yükseltgenme-indirgenme kavramlarının öğretilmesinde karşılaşılan güçlüklerle ve bu kavramların daha kolay öğretilmesinde elektrokimya deneylerinin kullanılmasının yararına dikkat çekmişlerdir. Bunun için öğrencilere sunulmak üzere bazı gösteri deneyleri önermişlerdir. Ancak kimya deneylerinin öğrenimlerine devam eden ana sınıftan üniversite öğrencilerine kadar bütün bireyler için basit ve ucuz malzemeler seçilmesi gerektiğini ve ayrıca uygulanabilir olması gerektiğine işaret etmişlerdir.

Özkaya ve arkadaşları (2006) kavramsal değişime dayalı öğretim stratejisinin öğrencilerin galvanik hücreleri anlamalarına etkisini araştırmışlardır. Bunun için

galvanik hücrelerin öğretilmesi ile ilgili kavramsal değişime dayalı bir materyal geliştirmişler ve bunu Marmara Üniversitesinde öğrenimlerine devam eden bir grup kimya öğretmen adayı üzerinde uygulamışlardır. Deney grubu olarak 41, kontrol grubu olarak ise 42 öğretmen adayı belirlemişlerdir. Deney grubuna, araştırmacılar tarafından geliştirilen kavramsal değişim metinlerine dayalı öğretim yöntemi ile, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yöntemiyle aynı konuyu anlatmışlar ve her iki grubun galvanik hücrelerin anlaşılmasına ilişkin kavrama düzeylerini birbiriyle mukayese etmişlerdir.

Deney grubuna uygulanan galvanik hücre konuları şunlardır:

- Elektrolit ile ona batırılan elektrot arasındaki etkileşim,
- Yarı hücre potansiyeli ve bu potansiyeli ölçmek için gerekli referans elektrot,
- Bir yarı hücrenin potansiyelini veya pilin elektromotor kuvvetini ölçmek için gerekli düzenek ve cihazlar,
- Standart hidrojen elektrotu (SHE) ve standart indirgenme potansiyelleri,
- Bir galvanik hücredeki elektrotların yüklerini (kutuplanma tiplerini) belirtmek için kullanılan işaretler (artı ve eksi),
- Galvanik hücrede gerçekleşen yük aktarımı ve kimyasal değişim,
- Bir galvanik hücredeki elektrokimyasal ve kimyasal denge arasındaki benzerlikler, farklar ve ilişkiler,
- Katot ve anodun belirlenmesi.

Araştırmacılar, öğrencilerin elektrokimya konuları ile ilgili kavram yanılgılarını içeren çoktan seçmeli doğru yanlış tipinde 18 maddelik bir test, ayrıca 8 maddelik problem çözme becerilerini gösteren başka bir test geliştirmişlerdir. Bu testleri hem deney grubuna hem de kontrol grubuna uygulamışlardır.

Sonuçta, galvanik hücreler ile ilgili kavramsal ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesine yönelik olarak, kavramsal soruların sorulduğu ve kavramsal değişim metinlerinin uygulandığı deney grubunda, kontrol grubuna göre çok daha etkili bir öğrenme gerçekleştiği sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca, her iki grupta da bu uygulamalar sonucunda bazı kavram yanlışlarının hâlen bulunduğunu, ancak bunların kontrol grubunda çok daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

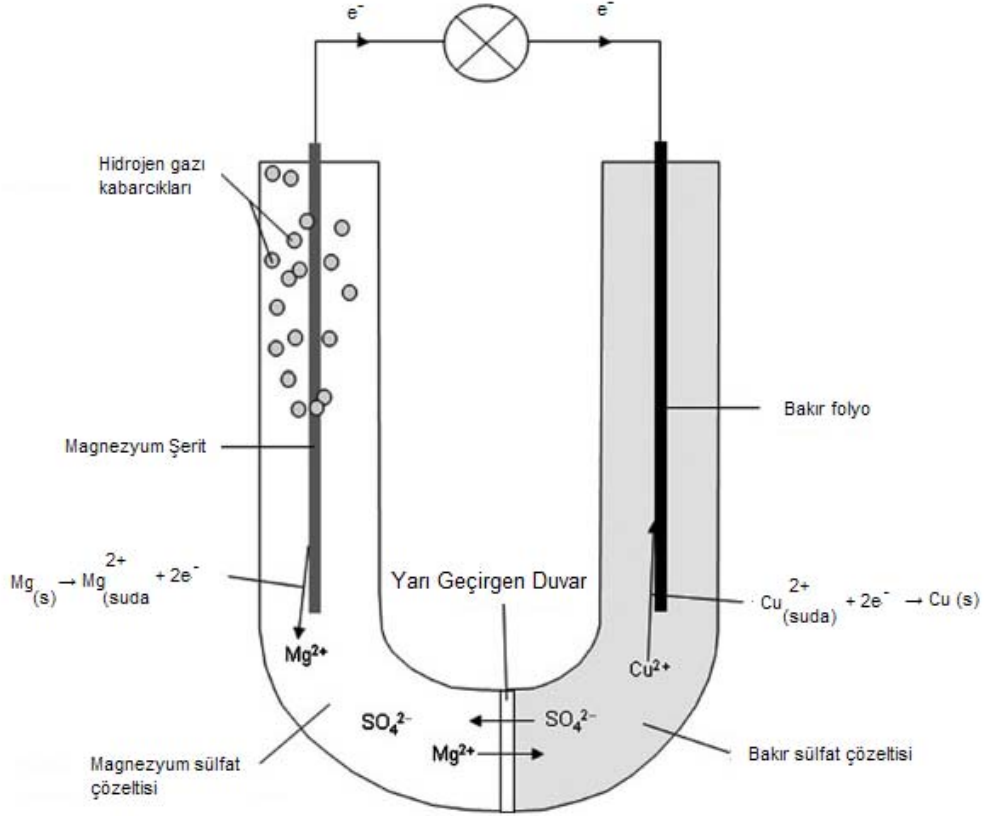
Mills ve arkadaşları (2008) rehberli araştırma sorgulama temelli (guided-inquiry) öğretime dayanan ve ‘Kimyasal Keşif’ adını verdikleri bir yöntemle, yarı hücre, yarı hücrelerin birleşmeleri, standart elektrot potansiyeli gibi bazı elektrokimya konularını içeren bir dizi deney geliştirmişler ve bunun öğrenci başarısı üzerine etkisini incelemişlerdir.

Bu amaçla, öğrencilerin gruplar hâlinde çalışmalarını ve bilgilerini birbirleriyle paylaşmalarını sağlayacak ortam oluşturmuşlardır. Bilhassa elektrokimyanın öğrencilerde anlaşılmasının zorluğuna dikkat çeken araştırmacılar, ders kitaplarını okuyarak ya da geleneksel öğretim yöntemiyle didaktik olarak öğrencilere bu konuların aktarımının kavram yanlışlarına neden olduğunu vurgulamaktadırlar. Bu nedenle öğrencilerde elektrokimya kavramları ile ilgili kavram yanlışlığı oluşmaması ya da bunun minimum düzeyde tutulması için iki haftalık keşif modeline dayalı laboratuvar etkinlikleri tasarlamışlardır. Tasarladıkları bu deneyleri İngiltere’de öğrenimlerine devam eden 15 yaş üzeri ortaöğretim öğrencilerine uygulamışlardır. Sonuç olarak da öğrenci başarısının gözle görülür şekilde arttığını tespit etmişlerdir.

Hamza ve Wickman (2008) çalışmalarında literatürde (Garnett ve Treagust, 1992a, 1992b; Huddle vd., 2000; Sanger ve Greenbowe, 1997b) elektrokimya kavramları ile ilgili belirtilen bilimsel gerçekliğe uymayan yaygın kavram yanlışlarını İsveç’te öğrenimlerini sürdüren 16 ortaöğretim öğrencisinde bulunup bulunmadığının belirlenmesine yönelik bir araştırma yapmışlardır. Bu amaçla, elektrokimyasal hücreler ile ilgili deneyler yapmak üzere sekiz grup öğrenci belirlemişlerdir. Öğrencilerin elektrokimya deneylerini konu alan çalışmalarında birbirleri arasında yaptıkları konuşmalardan hareketle kavram yanlışlarını ve eksikliklerini belirlemeye çalışmışlardır. Grupları oluşturan öğrencilerin kimisi üniversite öğrenimlerini fen

alanlarına yönlendirmek niyetinde olmamalarına rağmen derslerde motivasyonlarının oldukça üst düzeyde olduğunu belirlemişlerdir.

Araştırmacılar, 3 hafta süren elektrokimya dersini sekiz grup toplam 16 öğrenci üzerinde uygulamışlardır. Deneylerde kullanılan düzenek aşağıdaki şekildedir (Şekil 3)



Şekil 3. Hamza ve Wickman'ın araştırmalarında kullandıkları deney düzeneği

Çalışmaları sırasında öğrencilerden aşağıdaki beş duruma açıklık getirmelerini istemişlerdir. Bunlar:

1. Çalışan bir elektrokimyasal hücresi kurunuz.
2. Elektrokimyasal hücrenizde neler olduğunu gözlemleyiniz.

3. Elektrokimyasal hücrenin gerilimini ölçünüz.
4. Metal çubuğu yakından gözlemleyiniz. Neler gözlemlediğinizi tartışınız.
5. Aşağıdakileri tartışınız ve açıklamaya çalışınız.
 - a. Elektrokimyasal hücrede akımın yönü ne tarafadır?
 - b. Bu hücrede hangi kimyasal reaksiyonlar gerçekleşir?
 - c. Tüpün düğüm noktasında kullanılan yarı geçirgen duvarın işlevi nedir?

Araştırmacılar, ikişer kişilik gruplardan oluşan toplam 16 öğrenci üzerinde uygulanan çalışmalarının sonunda, Garnett ve Treagust (1992a, 1992b); Huddle vd., (2000); Sanger ve Greenbowe (1997b) tarafından daha önce yapılan ve öğrencilerde bulunduğu tespit edilen elektrokimya ile ilgili kavram yanlışlarına rastlanılmadığını ifade etmektedirler. Bunun sebebini ise bütün deneysel çalışmalarda gözlemlenmek istenen ile gözlemlenilen kullanılan metotlar arasında tutarsızlık bulunabileceğine dayandıran araştırmacılar, buldukları sonuçların bölgesel olduğunu ve özel olarak seçilmiş konu ve durumlar için uygulandığını belirtmektedirler.

Öğrencilerdeki, elektrokimya konuları ile ilgili çeşitli kavramsal sorunlar, özellikle fizik konularının taneciksel doğasının anlaşılmasından kaynaklanmaktadır. Örneğin, öğrenciler için, “bir elektrolitte akımın taşınması” kavramı, elektronların taşınması fikrine tekabül etmektedir. Öğrenciler, elektrokimyasal hücre fenomenini açıklamayı denediklerinde, bir kimya konusunu (elektronların ve iyonların transferi), bir fizik konusuyla (parçacıkların taşınması) ilişkilendirmekte oldukça zorlanmaktadırlar. Dolayısıyla öğrencilerin elektrokimyasal hücre kavramını anlamakta zorlanmalarının en önemli nedenlerinden bir tanesi fizik konularına yeterince vakıf olamamaları veya bu iki konu arasında doğru ilişkilendirme yapamamalarındandır (De Jong vd., 2002).

Jong ve Treagust fiziğin tanecikli doğasının dışında, elektrokimya kavramlarının öğrencilerce yeterince anlaşılmasının nedenleri arasında aşağıdakileri de saymaktadırlar (De Jong vd., 2002).

- Elektrokimyasal potansiyellerin göreceli doğasının öğrencilerce ihmal edilmesi.
- Yetersiz ve/veya uygunsuz ön bilgiler.
- Öğrencilerin konuşma dilinden kaynaklanan yanlışlıkları, öğrenme ortamı dışında edindikleri yanlış fikirler ve konuşulan dile hâkim olmadıklarından kendilerini yeterince ifade edememeleri.
- Elektrokimya kavramlarının, öğretmenlerin önemli bir kısmınca geleneksel öğretim yaklaşımlarıyla öğretilmeye çalışılması. Oysa, öğretmenler, öğrencilerin, zihinlerinde oluşan veya anladıklarını düşündükleri elektrokimyasal kavramları veya kuralları doğru bir şekilde aktarabilmelerini sağlamak için onları cesaretlendirmeli; yeni öğretim yöntemlerini kullanmalı veyahut öğrenmeleri için öğrenme stillerine uygun olarak kendi yollarını bulmalarına ve çeşitli araştırmalar yapmalarına ön ayak olmalıdırlar.

Elektrokimyasal hücrelerin öğretiminin nasıl iyileştirilebileceği ve kavram yanlışlarının nasıl giderilebileceği ile ilgili literatürde bulunan bazı öneriler aşağıdaki şekilde özetlenebilir. Bunlar:

- Öğrencilerin zihinlerinde bilişsel çelişki oluşturulmalıdır. Yani öğretmen, sınıf ortamında öğrencileri çeşitli sorularla veya etkinliklerle yönlendirerek olası alternatif kavramlarla ilgili tartışmalarını ve doğruya ulaşmalarını sağlamalıdır (Niaz, 2002).
- Öğrencilere, kendi fikirlerine eleştirel gözle bakmaları sağlanmalı ve böylece fikirleri ile ilgili değerlendirme yapmalarına ön ayak olunmalıdır (Boulabiar vd., 2004).
- Öğretmenlerin elektrokimyasal olayları öğretebilmelerine zemin teşkil eden pedagojik alt yapıları sağlam olmalıdır (De Jong vd., 2002).

- Öğrencilerin kavramsal anlamalarını sağlayacak uygun öğrenme ve öğretme stratejileri kullanılmalıdır (Niaz, 2002).

Kavram yanılgılarının neden kaynaklandığı meselesi, çok önemli ve ilerde yapılacak araştırmaların konusu olmayı hak etmekle beraber, bu kavram yanılgılarının nasıl giderileceği ile ilgili araştırma yapmak da bir o kadar önemlidir. Kimya eğitimcilerine düşen görev, öğrencilerin kimya kavramlarını ilişkilendirebilmeleri bakımından kimya öğretimini daha ‘etkin’ ve daha ‘eğlenceli’ hâle getirmeye odaklanmasıdır. Ayrıca bu konu, ana ilgi alanlarından biri olmalıdır (Özkaya, 2006).

BÖLÜM III

YÖNTEM

Millî Eğitim Bakanlığında görev yapan kimya öğretmenlerinin elektrokimya konuları ile ilgili kavram yanlışlarını ve bu kavramların öğretiminde karşılaştıkları sorunları betimsel olarak; fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına öğretim yönteminin etkisini deneysel olarak belirlemeyi amaçlayan çalışmanın bu bölümünde, araştırmanın deneysel tasarımı, örnekleme, değişkenleri, ölçüm araçları, araştırmada uygulanan öğretim yöntemleri ve verilerin nasıl analiz edileceği konularında bilgi verilmiştir.

3.1 Deneysel Tasarım

Bu tez çalışması iki aşamadan oluşmaktadır. Çalışmanın birinci aşamasında Millî Eğitim Bakanlığına bağlı okullarda görev yapmakta olan kimya öğretmenlerinin elektrokimya konularındaki olası kavram yanlışları ve bu kavramların öğretiminde karşılaştıkları sorunlar belirlenmek istenmiştir. Hem nitel hem de nicel araştırma modellerinin uygulandığı bu aşamada, öğretmenlerin kavram yanlışları mülakat ve anket yoluyla tespit edilmiştir.

Çalışmanın, üç farklı öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarıları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığının araştırıldığı ikinci aşamasında ise üç farklı grup seçilmiştir. Bu gruplardan biri kontrol grubunu, diğer ikisi ise deney gruplarını oluşturmuştur.

Deney gruplarından birine rol oynama, diğerine bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi uygulanmıştır. Rol oynama öğretim yönteminin kullanımında, literatür kısmında adı geçen, 1970'de Fannie ve George Shaftel tarafından tanımlanan, Joyce ve Weil (1992) tarafından ortaya konulan rol oynama öğretim yöntemi kullanılarak ders işlenmiştir. Diğer deney grubuna ise Bybee (1989) tarafından önerilen 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bilgisayar destekli öğretim yöntemi ile ders işlenmiştir.

Kontrol grubuna ise geleneksel öğretim ile öğretim elemanı tarafından konu anlatılmıştır. Ders anlatılırken, ders planları hazırlanmış ve söz konusu ders planlarının içerisinde başka hiçbir değişikliğe yer verilmeden araştırmacı tarafından belirlenen yöntemler uygulanmıştır. Ders planları ve rol oynama senaryoları EK-1’de verilmiştir.

Okullarda öğrencilerin rastgele gruplara ayrılmasına eğitim sisteminin izin vermemesi ve grupların önceden hazırlanmış olması nedeniyle bu çalışmada yarı deneysel tasarım tiplerinden biri olan denkleştirilmemiş kontrol grup tasarımı kullanılmıştır (Gall vd., 1996).

Uygulamalara başlamadan önce öğrencilere rol oynama öğretim yöntemine ilişkin farkındalık kazandırmak amacıyla kimyasal bağ ve çözünme konularında iki hafta süreyle uygulama yapılmıştır. Sürece ilişkin yapılan gözlemler ve yapılan görüşmeler sonucu öğrencilerin yöntemin uygulanmasına hazır oldukları anlaşılmıştır. Rol oynama öğretim yöntemine ilişkin farkındalık programı sürecinde öğrencilerin, yöntemin aşamalarına aşına oldukça derse katılma isteklerinin de arttığı gözlemlenmiştir. İnfomal görüşmelerde ise öğrenciler rol oynama öğretim yönteminin konuyu daha iyi anlamalarına katkı sağladığını ifade etmişlerdir. Öğrencilere yönteme ilişkin farkındalık kazandırmak amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmalarda öğrencilerin başarılarını ölçmeye ilişkin herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Öğrencilerin rastgele gruplara ayırlamaması ve bunun sonucu olarak da çalışmanın denkleştirilmemiş kontrol grup tasarımına göre planlanması nedeniyle öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri, uzaysal düşünme yetenekleri, mantıksal düşünme yetenekleri, kimyaya karşı tutum ve algılamaları kontrol altına alınmak istenmiş, bu amaçla, her üç gruba da elektrokimya başarı testi (EBT), zihinsel döndürme testi (ZDT), mantıksal düşünme yetenek testi (MDYT) ve kimyaya karşı tutum ve algılama ölçeği (KKTA) ön test olarak uygulanmıştır.

Ön testlerin uygulanması tamamlandıktan sonra gruplar için öğretim yöntemleri rastgele belirlenmiştir. Elektrokimya konusu, kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemi, 1 Nu.’lu deney grubunda bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ve 2 Nu.’lu deney grubunda rol oynama öğretim yöntemi ile işlenmiştir. Bütün gruplarda

elektrokimya konuları, aynı öğretim elemanı tarafından verilmiştir. Uygulama boyunca ders planları araştırmacı tarafından hazırlanmış ve bu sayede açıklanan kavramların ve verilen örneklerin her üç grupta da aynı olması sağlanmıştır. Her üç grupta da dersler ikişer hafta ile sınırlandırılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarına her üç yöntem ile ders, bu yöntemleri çok iyi uygulayabilen dersin kendi öğretim elemanınca işlenmesinin sebebi, çalışma sonucunda elde edilen verilere ilişkin öğretmen etkisinin ortadan kaldırılmasına, grupların başarısını etkileyen nedenin yöntem kaynaklı mı yoksa öğretmen kaynaklı mı olduğu sorusunun bertaraf edilmesine yöneliktir.

Elektrokimya konusu işlendikten bir hafta sonra son testler uygulanmış ve öğrencilerin başarılarına öğretim yönteminin etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla öğrencilere son test olarak elektrokimya başarı testi tekrar uygulanmıştır. Çalışmanın deneysel tasarımı Tablo 7’ de özetlenmiştir.

Tablo 7. Çalışmanın Deneysel Tasarımı

<i>Gruplar</i>	<i>Ön testler</i>	<i>Yöntem</i>	<i>Son testler</i>
<i>Kontrol Grubu</i>	EBT(Ön test), KKTA, ZDT, MDYT	Geleneksel	EBT
<i>Deney Grubu (1)</i>	EBT (Ön test), KKTA, ZDT, MDYT	Bilgisayar Destekli 5E	EBT
<i>Deney Grubu (2)</i>	EBT (Ön test), KKTA, ZDT, MDYT	Rol Oynama	EBT

3.2. Çalışmanın Evreni ve Örneklemi

3.2.1. Çalışmanın Evreni

Bu çalışmanın ilk aşamasının evrenini Ankara İl Millî Eğitim Müdürlüğüne bağlı okullarda görev yapan kimya öğretmenleri oluşturmaktadır.

Çalışmanın ikinci aşamasının evrenini ise Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda öğrenim gören birinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

3.2.2. Çalışmanın Örnekleme

Betimsel modele göre tasarlanan çalışmanın ilk aşamasının örneklemini Ankara İl Millî Eğitim Müdürlüğüne bağlı okullarda görev yapan 26 kimya öğretmeni oluşturmaktadır. Bu öğretmenler anketteki sorulara 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. Ortalama 40'ar dakika süren görüşmeler kasete alınmış, kasetler bire bir transkript edilerek kağıda dökülmüştür. Mülakat sonuçları EK-2'de sunulmuştur.

Yarı deneysel modele göre tasarlanan çalışmanın ikinci aşamasının örneklemini ise 2005-2006 öğretim yılında Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalında öğrenim gören toplam 140 1. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Örneklemin yaş ortalaması 18,75 olup, uygulamaya başlamadan önce öğrencilerin tamamı geleneksel öğretim ile öğrenim görmüşlerdir.

Her bir sınıfa uygulanacak öğretim yönteminin rastgele seçildiği çalışmada kontrol grubunda 45, 1 Nu.'lı deney grubunda 47 ve 2 Nu.'lı deney grubunda ise 48 öğrenci bulunmaktadır.

Kontrol grubunda 4, 1 Nu.'lı deney grubunda 6 ve 2 Nu.'lı deney grubunda 7 öğrenci gerek derslere düzenli katılmamaları gerekse ön test ve son testlere katılmamaları nedeniyle örneklemden çıkarılmıştır. Dolayısıyla her üç gruptaki öğrenci sayısı 41 olarak belirlenmiş ve bu öğrencilerin testlere verdikleri cevaplar dikkate alınmıştır.

Örnekleme gruplarında, deney grupları 82, kontrol grubu ise 41 kişiden oluşmuştur. Örnekleme büyüklükleri küçük gibi gözükmeyle beraber literatürde en

küçük örneklem büyüklüğüne dair kesin bir yargı da bulunmamaktadır. Örnekleme asıl önemli olan 'temsil'dir. Ayrıca, örneklemin büyüklüğü, temsilin sağlanmasına yardımcı bir araç olarak düşünülmelidir. Bununla beraber büyük örneklemin kullanılmasının, kesin olarak hata yapılmayacağı anlamına gelmediği de dikkate alınmalıdır (Karasar, 2000).

3.3 Değişkenler

3.3.1 Bağımlı Değişken

Bu çalışmanın bağımlı değişkeni, öğrencilerin elektrokimya başarı testi ile ölçülen elektrokimya konusundaki başarılarıdır.

3.3.2 Bağımsız Değişken

Bu çalışmanın bağımsız değişkenlerini, uygulanan öğretim yöntemleri olan rol oynama öğretim yöntemi, bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ve geleneksel öğretim oluşturmaktadır.

3.3.3 Kontrol Altına Alınan Değişkenler

Bu çalışmanın, kontrol altına alınan değişkenleri, öğrencilerin;

1. Elektrokimya konusuyla ilgili ön bilgileri,
2. Zihinsel döndürme testi ile ölçülen uzaysal düşünme yetenekleri,
3. Mantıksal düşünme yetenek testi ile ölçülen mantıksal düşünme yetenekleri,
4. Kimyaya karşı tutum ve algılama ölçeği ile ölçülen kimyaya karşı tutum ve algılamalarıdır.

3.4 Ölçüm Araçları

Araştırmanın problemine ve alt problemlerine cevap bulabilmek için veri toplanması üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Birinci aşamada, araştırmanın belirlenen amaçlara ulaşabilmesi için tarama metoduyla yerli ve yabancı literatür araştırılarak elektrokimya konuları ile ilgili öğrencilerde görülen kavram yanlışlarının neler olduğu, bu kavram yanlışlarının nasıl giderilebileceği, rol oynama öğretim yönteminin, 5E öğretim yönteminin ve bilgisayar destekli öğretim yönteminin kimya eğitimindeki önemini ve kullanımını içeren bilgiler toplanmıştır.

İkinci aşamada Millî Eğitim Bakanlığına bağlı devlet okullarında kimya branşında görev yapan öğretmenlerin elektrokimya konuları ile ilgili kavram yanlışlarının neler olduğu ile ilgili araştırmacı tarafından elektrokimya başarı testi geliştirilmiş ve öğretmenlere uygulanmıştır.

Üçüncü aşamada ise, rol oynama öğretim yönteminin, bilgisayar destekli 5E öğretim yönteminin ve geleneksel öğretim yönteminin elektrokimya konularına yönelik öğrencilerin başarılarını ne derece etkilediğinin belirlenmesi için, çalışma, fen bilgisi öğretmenliği bölümü öğrencilerine uygulanmış, öğrencilerin başarı sonuçlarından veriler elde edilmiştir.

İkinci ve üçüncü aşamada sözü edilen araştırmalar için aşağıda belirtilen ölçme araçları kullanılmıştır.

3.4.1 Elektrokimya Başarı Testi

Genel Kimya-II dersinde işlenen elektrokimya konusunda öğretilen kavramları öğrencilerin öğrenip öğrenmediğini test etmek ve Millî Eğitim Bakanlığında görev yapan kimya öğretmenlerinin elektrokimya konuları ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen bu test, doğru-yanlış ve çoktan seçmeli formatındadır. Literatürde (Garnett ve Treagust, 1990; Garnett ve Treagust,

1992a; 1992b; Sanger ve Greenbowe, 1997a; 1997b) yer alan yanlış kavramalardan yararlanılarak hazırlanan test, 21'i doğru-yanlış ve 8'i çoktan seçmeli soru tipi içermektedir. Daha çok kavramsal sorulardan oluşan elektrokimya başarı testinin içeriği Tablo 8'de özetlenmiştir.

Tablo 8. Elektrokimya Başarı 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	1	Elektrot potansiyelinden faydalanarak elektrotun belirlenmesi
2	Metallerde elektrik iletimi		
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 bağıllığı	6	Elektrot potansiyeli-elektrot ilişkisi
13, 14	Tuz köprüsünün rolü	7	Uygulanan voltaj-elektrot ilişkisi
16	Hücre potansiyeli		
17, 21	Hücre potansiyeli-voltaj ilişkisi	8	Elektrolitik hücre
18, 19	Anot ve katodun özellikleri		
20	Çözücünün rolü		

Testin değerlendirilmesinde, sorulara verilen doğru cevaplar 1 puan, yanlış cevaplar 0 puan ile kodlanmıştır. Testten öğrencilerin ve öğretmenlerin alabileceği en yüksek puan 29 dur.

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. Testin bir örneği EK-3'de verilmiştir.

3.4.2 Yarı Yapılandırılmış Mülakat Protokolü

Öğretmenlerin elektrokimya konusundaki kavram yanılgılarını araştırmak amacıyla hazırlanan mülakat protokolünde sorulacak sorular belirlenirken konu ile ilgili literatürde (Garnett ve Treagust, 1990; Garnett ve Treagust, 1992a; 1992b; Sanger ve Greenbowe, 1997a; 1997b) yer alan yanlış kavramalar, deneyimli öğretmenlerle yapılan görüşmeler ve mülakat örnekleri (Sanger, 1997a; 1997b) göz önüne alınmıştır.

Yarı yapılandırılmış mülakat protokolü üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde öğretmenlerden galvanik hücrelerde meydana gelen olayları; elektrik akımının nasıl oluştuğunu; tuz köprüsünün işlevini açıklamaları istenmiştir. İkinci bölüm, derişim hücrelerinin nasıl çalıştığı ve derişim hücrelerinde pil potansiyellerinin nasıl hesaplandığı ile ilgilidir. Üçüncü bölümde ise elektroliz hücrelerine odaklanılmış ve elektroliz hücresiyle galvanik hücre arasındaki farkların ortaya konulması istenmiştir.

Olay veya durum mülakatı olarak tasarlanan mülakatlarda öğretmenlerin fikirlerini ortaya çıkarmak için resimlerden faydalanılmış, resimler gösterilerek sorular sorulmuştur. Mülakat protokolünün bir örneği EK-4'te verilmiştir.

3.4.3 Kimyaya Karşı Tutum ve Algılama Ölçeği

Kavak (2004) tarafından geliştirilen bu ölçek, öğrencilerin kimya ve kimya derslerine karşı nasıl bir tutum içinde olduklarını, kimyayı ve kimya öğretiminin önemini nasıl algıladıklarını belirlemek amacıyla oluşturulmuştur. Ölçek Likert-tipi ölçme tarzındadır ve öğrencilerin kimyaya karşı tutum ve algılamalarını belirlemek üzere 18 ifade içermektedir. Ölçeğin güvenilirliğini artırmak ve okunarak işaretlendiğini ölçmek amacıyla aynı ifadenin olumlu ve olumsuz cümlelerini içeren tutum maddeleri de ölçme aracına konulmuştur.

Her bir ifade için “Tamamen katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum” ve “Hiç katılmıyorum” şeklinde öğrencilerin düşüncelerini

yansıtabilecekleri cevaplar bulunmaktadır. Olumlu ya da olumsuz bir fikir beyan etmeyecek öğrenciler için ise uygun bir madde olarak ‘Kasarsızım’ ifadesi eklenmiştir.

Öğrencilerden cevaplamaları istenen ankette, olumlu ifadeler, yukarıdaki cevaplara karşılık sırasıyla 5, 4, 3, 2, 1 olumsuz ifadeler ise 1, 2, 3, 4, 5 şeklinde puanlandırılmış, her bir ifadeye verilen cevaplar toplanarak öğrencilerin toplam ilgi ve tutum puanları belirlenmiştir. Öğrencilerin yüksek puan alması, onların kimyaya karşı olumlu tutum içinde olduğunu göstermiştir. Anketin içerik geçerliliği alanında uzman üç öğretim görevlisi tarafından yüksek bulunmuştur.

Ölçeğin güvenilirliği, çalışmada kullanılmadan önce, 100 üniversite öğrencisine birer ay ara ile uygulanması sonucunda test-retest yöntemiyle tespit edilmiş ve iki uygulamadan elde edilen sonuçların korelasyon katsayısı 0,85 olarak bulunmuştur. Ölçeğin bir örneği EK-5’te verilmiştir.

3.4.4 Zihinsel Döndürme Testi (ZDT)

Öğrencilerin uzaysal düşünme yeteneklerini ölçmek amacıyla Purdue üniversitesinde Bodner ve Guay (1997) tarafından hazırlanan ve Kavak (2004) tarafından Türkçe’ye çevrilen zihinsel döndürme testi kullanılmıştır. Şekillerin veya şekillerin bir parçasının hareketini içeren konfigürasyonu hatırlama, tanımlama ve unutmama yoluyla zihinsel olarak resimlerle gösterme yeteneği olarak tanımlanan uzaysal canlandırma (spatial visualization) ve görsel olarak sunulmuş bir gösterimdeki yönelmelerin değişimiyle bireyin zihninin karışmadan kalması olarak uzaysal yönlendirme (spatial orientation) becerilerini ölçmeye yarayan 20 çoktan seçmeli soru içeren testin güvenilirliği bu çalışmada α -güvenilirlik katsayısı olarak 0,69 (Türkçe tercümesi için) bulunmuştur. Testin bir örneği EK-6’da verilmiştir.

3.4.5 Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi

Öğrencilerin düşünme yeteneklerini ve oluşturulan grupların düşünme yetenekleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulanan

mantıksal düşünme yeteneği testi 1981 yılında Kenneth Tobin ve Willam Capie tarafından geliştirilmiştir (Kavak, 2004). MDYT; değişkenleri tanımlama ve tanımlanan değişkenleri kontrol etme, nesnelar arasında ilişki kurma ve kurulan ilişkiyi geliştirme, orantı kurabilme ve olasılık hesapları gibi kabiliyetleri ölçen 10 adet sorudan oluşmuştur. MDYT'nin bu çalışmada α -güvenilirlik katsayısı 0,75 olarak bulunmuştur. MDYT, EK 7'de verilmiştir.

3.5 Öğretim Yöntemleri

Bu tez çalışmasının ikinci aşaması, 2005-2006 öğretim yılı bahar döneminde Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalında öğrenim gören 123 öğretmen adayı ile yapılmış ve iki hafta sürmüştür.

3.5.1 Kontrol Grubu

Kontrol grubunda dersler, sunuş ve tartışmaları içeren öğretmen merkezli geleneksel öğretim yöntemiyle işlenmiştir. Bu yöntem, konu ile ilgili öğretim elemanının açıklamalarını içermektedir. Öğretim elemanı, derse konuyla ilgili örnekler vererek başlamış daha sonra kavramları tanıtarak bu kavramların açıklamalarını tahtaya yazmıştır. Öğrencilerin kavramlar ile ilgili sorularını doğrudan açıklayan öğretim elemanı, ders sonunda örnek sorular çözerek öğrettiği kavramları pekiştirmeye çalışmıştır.

3.5.2 1 Nu.'lı Deneysel Grup

1 Nu.'lı deney grubunda dersler bilgisayar destekli 5 E öğretim yöntemine göre işlenmiştir. Öğrencilerin derse aktif olarak katılımlarını gerektiren bu öğretim yöntemine göre işlenen ders beş basamak içermektedir. Ders planları EK-1'de verilmiştir.

Bu yöntemin ilk basamağı güdüleme basamağıdır. Bu basamakta, öğrencilerin derse ilgisini çekmek, ön bilgilerini harekete geçirmek ve öğrencileri derse güdülemek için öğretim elemanınca bazı sorular sorulmuştur. Bunlar;

- Bir atomun elektron kaybetmesi veya kazanması ne demektir?
- İyon, kation, anyon kavramları zihninizde neler çağrıştırıyor?
- Çözünürlüğü tanımlayınız. Doymuş, aşırı doymuş ve doymamış çözelti ne demektir?
- Elektrolit madde ve elektrolit olmayan madde ne demektir?
- Yükseltgenme basamağı nedir?

sorularıdır.

Bu yöntemin ikinci basamağını keşfetme basamağı oluşturmuştur. Bu basamakta kullanılmak üzere önceden araştırmacı tarafından, öğrencilerin öğrenmelerine etkisini araştırmak amacıyla bilgisayar simülasyonu hazırlanmıştır. Bu simülasyon $Zn(NO_3)_2$ çözeltisi (1 M), $Cu(NO_3)_2$ çözeltisi (1 M), Zn elektrot, Cu elektrot, $NaNO_3$ çözeltisi (tuz köprüsü için), pamuk tıkaç, voltmetre, iki adet beher ve 1 U borusundan ibaret olup ve kavramsal çerçeve kısmında anlatıldığı üzere öğrencilerin etkileşimini sağlamak bakımından 4 kutucuktan oluşturulmuştur. Bu simülasyonun, her kutucuğu işlevsel olarak çalışır hâlde olup üzerine bilgisayar faresi aracılığı ile tıklanıldığında ilgili kutucuk açılmakta ve çeşitli hareketlenmeler olmaktadır. Dolayısıyla etkileşimli bir öğrenme materyalidir.

Bahsi geçen bu kutucuklar sırayla;

- Çinko elektrot,
- Çinko tarafındaki tuz köprüsü,
- Cu tarafındaki tuz köprüsü ve
- Bakır elektrottur.

Bilgisayar simülasyonuna geçmeden önce öğrenciler, bu bilgisayar simülasyonunda ne gibi olaylar olmasını bekledikleri konusunda tartışmışlardır. Daha sonra öğrencilerden bilgisayar simülasyonundaki ilk kutucuğa basarak olan olayları gözlemlenmeleri istenmiştir. Çinko elektrottaki atomların sembolize edildiği bu kutucukta öğrenciler, elektronların iletken tel aracılığıyla akım sağladığını ve Zn elektrottaki Zn atomlarının yükseltgenerek, Zn^{2+} iyonları hâlinde çözeltiye geçtiklerini gözlemlemişlerdir. Bunun sebebini tartışmaları istendikten sonra ikinci kutucuk olan çinko tarafındaki tuz köprüsünü sembolize eden kutucuğa bastıklarında neler gözlemlemeyi bekledikleri sorulmuştur. Öğrencilerin tartışmaları sonucu, pamuk tıkacın zarar göreceği, pamuk tıkacın kararacağı (çinko renginden dolayı), hiç bir şey olmayacağı, çözeltinin diğer behere geçeceği, Zn^{2+} iyonlarının diğer behere geçeceği, voltmetrenin sıfır değerini göstereceği fikirleri ortaya çıkmıştır. Pamuk tıkaç ile ilgili fikir beyan eden öğrencilere pamuk tıkacın görevinin ne olacağı sorulmuştur. Bu soruyu bütün sınıfta tartışmaları istenmiştir. Daha sonra benzer şekilde bakır tarafındaki tuz köprüsünde neler gözlemleyecekleri sorusu yöneltilerek tuz köprüsünün görevi hakkında tartışmaları sağlanmıştır.

Dördüncü kutucuk olan bakır elektroda geçmeden önce yine öğrencilere neler gözlemleyeceklerini bekledikleri sorulmuştur. Çinko elektrot simülasyonunu anımsayan bazı öğrenciler, “Çinko elektrotun kütlesi azaldığına göre, bakır elektrotun kütlesinin artması gerekir” fikrini ortaya sürmüşlerdir. Öğretim elemanınca bu soru tüm sınıfa yöneltilerek bakır elektrot tarafında neler olabileceği tartışmaya açılmıştır. Bu tartışmalar sonunda bu basamağı toplamak maksadıyla öğrencilere simülasyon baştan itibaren tekrar izlettirilip çeşitli sorular yöneltilerek tartışmaları sağlanmıştır.

5 E öğrenme yönteminin ikinci basamağı olan keşfetme basamağına uygun bir şekilde bu basamakta öğretim elemanınca öğrencilere hiçbir açıklama yapılmamış, öğrencilere çeşitli sorular yöneltmek suretiyle kendilerinin keşfetmeleri sağlanmıştır.

5 E öğretim yönteminin üçüncü basamağı olan açıklama basamağında öğretim elemanı öğrencilerin tartışmalarına çeşitli atıflar yapıp konuyu ayrıntılı olarak açıklamıştır.

Dördüncü basamak derinleştirme basamağında ise öğrencilerin derste öğrendiklerini günlük yaşamla ilişkilendirebilmelerini sağlamak maksadıyla galvanik pillerden hangi amaçlarla yararlanılabileceği sorgulaması yapılmıştır.

Değerlendirme basamağında ise öğrencilere çeşitli sorular yöneltilerek konuyu anlayıp anlamadıkları anlaşılmaya çalışılmıştır.

3.5.3 2 Nu.'lı Deneysel Grup

2 Nu.'lı deney grubunda ise dersler yapılandırıcı öğrenme yaklaşımına dayalı rol oynama öğretim yöntemi ile işlenmiştir. Geleneksel öğretim yönteminin aksine öğrenci merkezlidir ve öğrencilerin aktif olarak katılımını gerektiren bu yöntem, dokuz basamak içermektedir.

İlk basamak giriş basamağıdır. Bu basamakta, öğrencilerin ilgisini derse çekmek, onlarda çelişkiler oluşturarak öğrenme ihtiyaçlarını ortaya çıkarmak için örnek olaylar verilmiş ve öğrencilerin örnek olayları tartışmaları istenmiştir. Daha sonra problem tanımlanmıştır.

İkinci basamak, rollerin tanımlanması ve katılımcıların seçilmesi basamağıdır. Bu basamakta, öğrencilerin rolleri seçebilmesi, rolleri tanımlayabilmesi için sorular sorulmuştur. Bu amaçla öğretim elemanı, tahtaya “Bakır metali nelerden oluşmuştur?” “Elektrolit madde suda nasıl çözünür?” “Elektrolit çözeltilerde iyonlar nasıl hareket eder?” gibi anahtar sorular yazmıştır. Küçük gruplar hâlinde oturan öğrenciler bu soruları kendi aralarında tartışmışlar, öğretim elemanı bu tartışmalar esnasında sınıf içinde dolaşarak öğrencilerin olası kavram yanılgılarını belirlemiş ve bunları sonraki basamaklarda tartışmak üzere not etmiştir. Daha sonra öğretim elemanı sınıfı iki gruba ayırmış ve birinci gruptan metallerde elektrik enerjisinin nasıl iletildiğini, ikinci gruptan ise elektrolit maddelerin suda çözünmesini canlandırarak birer senaryo yazmalarını istemiştir. Grup içinden istekli öğrenciler rolleri paylaşmıştır.

Üçüncü basamak sahnenin hazırlanması basamağıdır. Bu basamakta, öğrencilerin rollerini oynayabileceği, bütün sınıfın görebileceği bir alan oluşturulmuştur. Ayrıca bu basamakta, öğrencilerin oyundaki karakterleri tanıyabilmesi için kostümler hazırlanmıştır.

Dördüncü basamak gözlemcilerin hazırlanması basamağıdır. Bu basamakta, rol oynamada görev almayan öğrencilerin oyunu izlerken odaklanmaları gereken noktalar tahtaya yazılmıştır.

Beşinci basamak rollerin ortaya konulması basamağıdır. Bu basamakta öğrenciler hazırladıkları oyunu ortaya koymuşlardır. Öğretim elemanı hiçbir müdahalede bulunmadan oyunu gözlemlemiş ve öğrencilerin hatalı davranışlarını bir sonraki basamakta tartıştırmak üzere kaydetmiştir.

Altıncı basamak, tartışma ve değerlendirme basamağıdır. Öğrencilerdeki alternatif kavramların bilimsel kavramlarla yer değiştirmesi için düzenlenen bu basamak, kavramsal değişim yaklaşımına dayanmaktadır. Bu yüzden öncelikle öğrencilerin var olan kavramlarından hoşnutsuz edilmesi gerekmektedir. Bunun için öğretim elemanı, öğrencilerin yanlış oynadığı rollere dikkat çekmiş, gerçek hayattaki olayların oynanan roller gibi olması durumunda nelerin olabileceğini tartışmıştır. Şöyle ki, metallerde elektrik enerjisi iletiminin suyun akmasında olduğu gibi elektronların yer değiştirmesiyle olduğunu düşünen öğrencilere, “Eğer metallerde elektronlar aksaydı santrallerdeki kablolarda şimdiye kadar elektron kalır mıydı?” sorusu yöneltilerek çelişki oluşturulmuş ve metallerde elektronlar akmadan elektrik enerjisinin nasıl iletilebileceği tartışılmıştır. Sonra öğretim elemanı tarafından daha anlaşılır, akla uygun ve faydalı açıklamalar sunulmuş ve öğrencilerden rollerini yeniden planlamaları istenmiştir.

Yedinci basamak rollerin yeniden ortaya konulması basamağıdır. Bu basamakta öğrenciler bir önceki basamakta öğrendikleri yeni kavrama göre rollerini yeniden ortaya koymuşlardır.

Sekizinci basamak tartışma ve değerlendirme basamağıdır. Bu basamak, altıncı basamağın benzeridir. Bu basamakta, öğrenilen yeni kavramın akla uygunluğu, kullanılabilir olması irdelenmiştir.

Son basamak genelleme yapma basamağıdır. Bu basamakta ilgilenilen problemi öğrencilerin günlük hayatta karşılaştığı olaylarla ilişkilendirmesi sağlanmıştır.

Deneysel grupta toplam beş rol oynama etkinliği yaptırılmıştır. Bu rol oynama etkinliklerinin senaryoları EK 1’de verilmiştir.

3.6 Veri Analizi

Çalışmanın birinci aşamasında elde edilen veriler sıklık ve % şeklinde tablolar hâlinde verilmiştir.

Herhangi bir çalışmada elde edilen verilere t-testi, ANOVA, ANCOVA gibi parametrik testlerin uygulanabilmesi için verilerin normal dağılım göstermesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışmanın ikinci aşamasında öncelikle elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediği araştırılmak istenmiş, bu amaçla test skorlarına “Tek Grup Kolmogorov-Smirnov Testi” uygulanmıştır.

Yarı deneysel denkleştirilmemiş kontrol grup tasarımı kullanılan ve bir kontrol grubu ve iki deneysel grup bulunan çalışmada, grupların uygulamadan önce eş gruplar olup olmadığını belirlemek amacıyla ön test skorlarına varyans analizi (ANOVA) uygulanarak verilerin çözümlenmesinde one way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) tekniği kullanılmıştır.

İstatistik analizde varyans analizi (ANOVA), gözlenen varyansı çeşitli kısımlara ayırma yöntemiyle bazı değişkenlerin başka bir değişken üzerindeki etkisini incelemeye yarayan modelleme türüne verilen genel isimdir. Bu yöntem istatistikçi ve genetikçi Ronald Fisher tarafından 1920’li ve 1930’lu yıllarda geliştirilmiştir.

Elektrokimya konusundaki uygulamalar tamamlandıktan sonra, öğrencilerin ön test skorları kontrol altına alındığında deney gruplarındaki öğrencilerin son test skorları ile kontrol grubundaki öğrencilerin son test skorları arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek amacıyla çalışmada sadece tek bir bağımlı değişken (son test skorları) olduğundan ANCOVA (Analysis of Covariance) analizi uygulanmıştır.

Kovaryans analizi (ANCOVA), ANOVA'nın farklı bir düzeyidir. Bağımlı değişken ile arasında ilişki olan ve çalışmada araştırılması düşünülmeyen devamlı bir değişkenin bağımlı değişken üzerindeki hata etkisini düşürmek amacıyla kontrol edilmesi gerektiği durumlarda uygulanır. Kontrol edilen değişkene ortak değişken (covariate) adı verilmektedir.

ANCOVA, karışık ya da split-plot desenlerden biri olarak tanımlanabilen ön test-son test kontrol gruplu desenlerde grupların son test puanları arasındaki farkın test edilmesinde, ön testin son test üzerindeki uygulama (taşımaya) etkisinin istatistiksel olarak kontrol edilmesini sağlar (Büyüköztürk, 2002).

ANCOVA analizi sonucunda üç grup arasında görülen anlamlı farkın hangi gruplar arasında var olduğunu belirlemek için "Tukey Testi" kullanılmıştır.

Çalışmada Bölüm 1'de ifade edilen diğer hipotezlerin test edilmesinde ise ANCOVA analiz sonuçlarından faydalanılmıştır.

Analizler bilgisayar ortamında SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programı kullanılarak yapılmış, Null hipotezleri 0,05 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Araştırmanın bu bölümünde Millî Eğitim Bakanlığında görev yapan öğretmenlerin elektrokimya kavramları ile ilgili sahip olduğu kavram yanlışlarına ilişkin uygulamaların analizi sonucu elde edilen bulgular ve fen bilgisi öğretmen adaylarının elektrokimya konusuna ilişkin başarılarına rol oynama öğretim yönteminin, bilgisayar destekli 5E öğretim yönteminin ve geleneksel öğretimin etkisi üzerine yapılan uygulamaların analizi sonucu elde edilen bulgular, tablolar hâlinde sunulmuş ve yorumlanmıştır.

4.1 Görev Yapmakta Olan Kimya Öğretmenlerine İlişkin Bulgular

Bu tez çalışmasının birinci aşamasını oluşturan görev yapmakta olan öğretmenlerin elektrokimya konusundaki kavram yanlışları, anket ve mülakat yoluyla araştırılmıştır. Ankette aynı zamanda, öğretmenlerin elektrokimya kavramlarını hangi kaynaklardan öğrendikleri ve elektrokimya kavramlarını öğretirken yaşadıkları sorunlar da belirlenmek istenmiştir.

4.1.1 Hipotez H₁1

H₁1: “Millî Eğitim Bakanlığına bağlı okullarda görev yapan kimya öğretmenleri kavram yanlışlarına sahiptir.” hipotezini test etmek için toplanan veriler aşağıda değerlendirilmiştir.

4.1.1.1 Anketten Elde Edilen Bulgular

Araştırmacı tarafından hazırlanan anket, Ankara İl Millî Eğitim Müdürlüğüne bağlı farklı liselerde görev yapan 26 kimya öğretmenine uygulanmış, öğretmenlerin doğru/yanlış tipindeki sorulara verdikleri cevaplar Tablo 9’da; çoktan seçmeli tipindeki sorulara verdikleri cevaplar Tablo 10’da; elektrokimya kavramlarını hangi kaynaklardan

öğrendiklerine ilişkin veriler Tablo 11’de; mesleki kıdemleri ile ilgili veriler ise Tablo 12’de sıklık ve % olarak gösterilmiştir.

Tablo 9. Öğretmenlerin Doğru/Yanlış Tipindeki Sorulara Verdikleri Cevapların Sıklık ve % Dağılımı

	Soru	Doğru		Yanlış		Boş	
		N	%	N	%	N	%
1	Elektronlar çözeltilerde elektrolit içinde pozitif iyonlara doğru çekilerek hareket ederler.	22	84,6	4	15,4*	0	0,0
2	Elektronlar metalik iletkenlerde 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 çözeltilerinde akımı oluşturan, iyonların hareketidir.	12	46,2*	14	53,8	0	0,0
5	Elektronlar çözelti 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 değerine göre konumuna bağlıdır.	0	0,0	22	84,6*	4	15,4
11	H ₂ (1atm) / 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 çözeltilere	24	92,3	2	7,7*	0	0,0

	girer; çözelti ve tuz köprüsü boyunca hareket eder ve akımı tamamlamak için anoda ulaşır.						
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 çözücü 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 platinden 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 10. 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 9 ve Tablo 10 incelemek olursa öğretmenlerin elektrokimya ile ilgili pek çok kavram yanılığına sahip olduğu görülebilir. Bu kavram yanılıklarının olası sebepleri Bölüm 5’te tartışılmıştır.

Araştırmaya katılan öğretmenlerin elektrokimya kavramlarını öğrendikleri kaynaklar ise sıklık ve % olarak Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Öğretmenlerin, “Elektrokimya kavramlarını hangi kaynaklardan öğrendiniz?” Sorusuna Verdikleri Cevapların Sıklık ve % Dağılımı

<i>Kaynak</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
Ortaöğretim ders kitapları	10	38,5
Üniversite ders kitapları	20	77,7
Üniversitede görülen kimya dersleri	22	84,6
Bilimsel dergiler	0	0
İnternet	8	30,7
Meslektaş	8	30,7

Tablo 11 incelenecek olursa öğretmenlerin çok önemli bir kısmının elektrokimya konularını üniversite yıllarından öğrendikleri bilgiler ile uyguladıkları anlaşılmaktadır.

Araştırmaya katılan öğretmenlerin mesleki kıdemleri ise sıklık ve % olarak Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. 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

Tablo 12’den de anlaşılacağı üzere araştırmaya katılan öğretmenlerin %85’i 15 yıl ve daha fazla mesleki kıdeme sahipken meslekte genç diyebileceğimiz öğretmenlerin oranı ise %15 olarak belirlenmiştir.

4.1.1.2 Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Bu tez çalışmasının örnekleminde yer alan öğretmenler elektrokimya başarı testine 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.

Öğretmenlerin anot ve katot kavramları ile ilgili algılama düzeylerini belirlemek amacıyla mülakatlarda $Ni/Ni^{2+} // Ag^+/Ag$ hücresinin şekli gösterilerek onlardan anot ve katodu belirlemeleri istenmiştir.

Başarılı grupta yer alan öğretmenle (Ö₁) yapılan mülakat

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

Ö₁: Yükseltgenme eğilimi büyük olan bu pilde anot olacak yükseltgenme eğilimi küçük olan bu pilde katot olacaktır. Ya da indirgenme potansiyeli daha büyük olan katot olacaktır. Ters söyledim işte.

M: (Kağıtta yazan verilere dikkat çekerek) Nikel ve gümüş için verilen Ni^{2+}/Ni $E^0 = -0,23$ V ve Ag^+/Ag $E^0 = +0,80$ V değerlerine göre anot ve katot hangisidir?

Ö₁: Burada gördüğümüz değerlere baktığımızda gümüşün indirgenme potansiyelinin nikelden daha büyük olduğunu gösterdiği için nikel burada yükseltgen. Ters mi söylüyorum... Gümüşün indirgenme potansiyeli daha büyük olduğu için gümüş indirgen, nikel yükseltgenen maddedir. Dolayısıyla gümüş burada katot, nikel anot görevini görür.

M: Peki elektrotların konumu önemli midir? Nikel elektrot bu tarafta, gümüş elektrot diğer tarafta (elektrotların birbirine göre konumu kastedilmektedir.) olabilir mi?

Ö₁: Genellikle anot ve katodu böyle gösterdiğimiz için bu bana gösterdiğiniz kağıtta anot ve katodun yeri uygun gözüküyor. Önce anot sonra katot.

M: (Kağıt üzerinde göstererek) Bu elektrot anot, bu elektrot ise katot olabilir mi? Yani anot ve katot yer değiştirebilir mi?

Ö₁: Böyle bir gösterime çok alışkın olmadığımızı düşünüyorum. Önce anot sonra katot gösteriliyor genellikle. Uygun olmaz.

Orta düzeyde başarılı grupta yer alan öğretmenle (Ö₂) yapılan mülakat

M: Bu galvanik hücredeki her bir bileşenin işlevi ile ilgili ne söylersiniz?

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.

.....

M: Hangi elektrot anot, hangi elektrot katottur?

Ö₂: Nikel daha aktiftir bunun için anottur, gümüş nikel göre daha az aktiftir bunun için katottur.

M: (Kağıttaki verileri göstererek) burada yarı hücre potansiyelleri var.

Ö₂: O zaman gümüş daha aktif gözüküyor. O halde gümüş anottur, nikel katottur.

Başarısız grupta yer alan öğretmenle (Ö₃) yapılan mülakat

M: İsterseniz önce hangi elektrot anot, hangi elektrot katot ona karar verelim. Ni^{2+}/Ni $E^0 = -0,23$ V ve Ag^+/Ag $E^0 = +0,80$ V olduğuna göre hangi elektrot anot, hangisi katottur?

Ö₃: Artı olduğuna göre (gümüşü kastediyor) gümüş katottur.

M: Hangisi yükseltgenir hangisi indirgenir?

Ö₃: Gümüş yükseltgenecek anotta indirgenme olacak.

M: O hâlde nikel elektrot için anot mu katot mu diyeceğiz?

Ö₃: Gümüşe katot diyeceğiz.

M: Hangi elektrotun anot hangi elektrotun katot olduğunu neye bakarak karar verdiniz?

Ö₃: Standart elektrot potansiyellerine bakarak karar verdik.

M: Yarı hücre standart elektrot potansiyeli mi demek istediniz?

Ö₃: Evet gümüşünki daha büyük olduğu için dedik daha kolay...

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.*

Öğretmenlere galvanik hücrelerde elektrik akımının nasıl oluştuğu sorulmuş ve aşağıdaki cevaplar alınmıştır.

Başarılı grupta yer alan öğretmenle (Ö₁) yapılan mülakat

M: Burada elektrik akımı nasıl elde ediliyor?

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

M: Burada nikel nitrat çözeltisi var nikel elektrot var.

Ö₁: Nikelin kütlesi zamanla artacaktır. Gümüşün elektrotun kütlesi de zamanla azalacaktır. Çünkü gümüş iyonları çözeltiye... (sessizlik)

M: Peki sizin anlattığımıza göre nikel elektrotta ne olacak?

Ö₁: Hayır nikel anot dedim, Ni yükseltgenecek, Ni²⁺ olacak, Ag⁺ ise Ag olacak. Nikel elektrotun kütlesi artacak, gümüş elektrotun kütlesi azalacak.

Orta düzeyde başarılı grupta yer alan öğretmenle (Ö₂) yapılan mülakat

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.

Başarısız grupta yer alan öğretmenle (Ö₃) yapılan mülakat

M: Elektron akışı nasıl oluyor? Bu hücrede elektrik akımı nasıl oluşuyor? Tuz köprüsü aracılığı ile mi?

Ö₃: ...(sessizlik)

M: Nikel yükseltgenecek gümüş indirgenecek demiştiniz. Peki buna göre hücrede elektron akışı nasıl olacak?

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 yanlışlarına sahiptir.*

Öğretmenlere mülakatlarda tuz köprüsünün işlevi hakkında sorular sorulmuş ve aşağıdaki cevaplar alınmıştır.

Başarılı grupta yer alan öğretmenle (Ö₁) yapılan mülakat

Ö₁: Tuz köprüsü çözeltiler arasındaki iletkenliği sağlamak için kullanılmaktadır.

....

Ö₁: Bu fazlalığı dengelemek için ise tuz köprüsü aracılığıyla devre tamamlanmış olacaktır.

...

Ö₁: Şimdi nikel elektrot üzerinde toplanan artı iki iyonlar voltmetre yardımıyla bu tarafa (katot tarafını göstermektedir) geçeceklerdir. Bu elektrik pozitif ve negatif yük dengesizliği de tuz köprüsünde bulunan KNO₃ ile dengelenecektir.

...

M: O zaman elektrik akımı tuz köprüsü aracılığıyla mı sağlanıyor?

Ö₁: Tuz köprüsü iyonların dengesini sağlamak amacıyla kullanılıyor. Elektrik akımı aslında voltmetre aracılığıyla sağlanıyor. Elektronların akışı voltmetreden.

M: Elektronların çözeltilere geçip tuz köprüsü aracılığı ile katoda gelmesi mümkün müdür?

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

Orta düzeyde başarılı grupta yer alan öğretmenle (Ö₂) yapılan mülakat

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 iyona 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.

Başarısız grupta yer alan öğretmenle (Ö₃) yapılan mülakat

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

....

M: Peki KNO₃ tuz köprüsünün işlevi nedir?

Ö₃: İyon dengelemesi yapacak, burada nitrat eksildiği zaman nitrat geçecek buraya aynı zamanda elektron akımını da sağlayacak.

....

M: Tuz köprüsünün elektron akımı ile ilgisi nedir.?

Ö₃: Her iki hücre arasındaki elektron akışını sağlayacak

...

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.

Öğretmenlerin galvanik hücrelerdeki tuz köprüsünün işlevi ile ilgili ifadeleri incelenecek olursa çeşitli kavram yanlışlarının olduğu görülür. Bunlar Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Öğretmenlerin Tuz Köprüsünün İşlevi ile İlgili Kavram Yanılgıları

<i>Kavram Yanılgıları</i>
<ul style="list-style-type: none"> • 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 yanlışlarına sahiptir.

Öğretmenlere elektrokimyasal hücrelerde elektronların hareketleriyle ilgili sorular sorulmuş ve aşağıdaki cevaplar alınmıştır.

Başarılı grupta yer alan öğretmenle yapılan mülakat

....

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 hortumun ucundan tekrar görür müyüz?

Ö₁: İlk olarak görürüz.

M: Peki elektron akışını da buna benzetebilir miyiz?

Ö₁: eee evet birbirlerinin üzerinden aktığımı söyleyebiliriz.

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

Ö₁: Evet.

M: İşaretleme şansınız olsa

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

...

M: Peki hücreyi tanımlarken nikel elektrotta nikelin kütlelerinin zamanla artacağını söylemişsiniz. Buna göre elektron fazlalığı vardır diyebilir miyiz nikelde?

Ö₁: Evet onu başta da söylemiştim. Nikel elektrotun kütlesi artar ve yük fazlası oluşur.

...

Ö₁: Temel mantık olarak galvanik hücrede nasılsa burada da aynıdır. Bir elektron kablo boyunca ilerleyerek bakır elektrotta gelir.

M: İşaretleme şansınız olsa

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

Orta düzeyde başarılı grupta yer alan öğretmenle (Ö₂) yapılan mülakat

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

M: Bunu model üzerinde biraz daha açıklayabilir misiniz. Nikel elektrotta yükseltgenme olur elektron açığa çıkar dediniz.

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

M: Yani buradan elektron gelir...

Ö₂: Gelir voltmetreden geçer. Gümüş elektrotta 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: Peki bir hortum ve musluk var. Hortumu suya taktınız ve musluğu açtınız ilk akan su damlacığını elimizde imkan olsa maviye boyasak hortumdan çıkan ilk damlayı da mavi olarak görür müydük?

Ö₂: Evet

M: Şimdi buradaki olay gibi düşünürseniz. Nikel elektrotta açığa çıkan iki elektronu boyama şansımız olsaydı.

Ö₂: Anladım senin dediğini. İletken tele nikelin elektron girdiği anda önündeki elektronları itecek gönderecek potansiyel farktan dolayı.

M: Yani öndeki elektron mu buraya gelecek (gümüş elektrot gösteriliyor)

Ö₂: Evet buraya gelecek. Nikelin elektronu bir zaman sonra mı buraya gelecek artık, bilmiyorum.

M: Yani şimdi buradan bir elektron enerjisi verecek...

Ö₂: Diğer elektrona verecek, sonuçta buradan ilk elektron açığa çıkacak, hortumdaki gibi...

M: Şimdi buradan iki elektron açığa çıktı, bu elektronlar gümüş elektrotta nasıl geliyor?

Ö₂: Önündeki elektronları iterek

M: Peki hayali olarak boyadığımız elektronlar bu uca ulaşıyor mu?

Ö₂: Ulaşıyor.

Başarısız grupta yer alan öğretmenle (Ö₃) yapılan mülakat

....

M: Elektronu ne olur hocam?

Ö₃: Elektron çözeltiye geçecek. Anyon ve katyonlarla tuz köprüsünden diğer hücreye geçmiş olacak. Burada da nikeli indirgeyecek.

M: Nikel iki elektron verdi yükseltgendi. Peki bu iki elektron kablo boyunca nasıl hareket ediyor?

Ö₃: Kablo iletken olduğu için oradan elektronlar teldeki atomlardan birbirine aktarılarak hareket edecek.

M: Elektron aktarılarak

Ö₃: hı hı evet.

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.

...

M: Peki çözeltide elektron nasıl hareket ediyor?

Ö₃: Artı gümüş katyonu ile eksi elektron tepkimeye nasıl giriyor... (sessiz kalıyor ve düşünüyor)... çekim ile

Öğretmenlerin mülakat sorularına verdikleri cevaplar incelenecek olursa üçünün de elektronların iletken kablodan suyun hortumdan akması gibi aktığını ifade ettikleri görülür. Ayrıca öğretmenlerden bazıları elektronların çözelti içinde hareket edebileceğini de düşünmektedir.

5. Öğretmenler elektroliz hücresini tam olarak kavrayamamıştır.

Öğretmenlere elektroliz hücresiyle ilgili bir şekil gösterilerek elektroliz hücresi ile galvanik hücre arasındaki fark sorulmuş ve aşağıdaki cevaplar alınmıştır.

Başarılı grupta yer alan öğretmenle yapılan mülakat

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...

Orta düzeyde başarılı grupta yer alan öğretmenle yapılan mülakat

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 çalıştırabilesiniz.

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?

Ö₂: Aşırı gerilim uygulamalısınız. Bu aşırı gerilim devredeki elektrolizi sağlıyor. Bu da standart elektrot potansiyelidir.

M: Bu çözelti yerine başka bir çözelti kullanabilir miyiz?

Ö₂: Olur, her türlü çözeltiyi kullanabiliriz, iyonik çözelti olmalı elbette.

M: Elektroliz olayında su da yükseltgenme indirgenme olayına girer mi.

Ö₂: Elbette aktiflik sırasına göre reaksiyona girebilir.

Başarısız grupta yer alan öğretmenle yapılan mülakat

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 $AlBr_3$ 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 çözelti 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. Pil anoda doğru elektron pompalayacaktır.

Elektroliz hücreleriyle ilgili olarak verilen cevaplar incelenecek olursa öğretmelerin 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.

6. Öğretmenler derişim hücresini tam olarak açıklayamamaktadırlar.

Öğretmenlere derişim hücresiyle ilgili bir şekil gösterilerek derişim hücrelerini açıklamaları istenmiş ve aşağıdaki cevaplar alınmıştır.

Başarılı grupta yer alan öğretmenle yapılan mülakat

M: Konsantrasyon hücrelerinin galvanik hücrelerden farkı nedir?

Ö₁: Konsantrasyon hücreleri de birer galvanik hücredir. Temel olarak bir farklılık yoktur, farklılık sadece çözeltilerin derişimlerindedir.

M: Burada hangi elektrot anot, hangi elektrot katottur? Buna neye göre karar veririz?

Ö₁: (sessizlik). Derişimi büyük olan çözeltilerin bulunduğu taraftaki elektrot anot, derişimi küçük olan çözeltilerin bulunduğu taraftaki elektrot katottur.

M: Sebebi nedir bunun?

Ö₁: Çözeltilerin derişimi büyükse indirgenme olacaktır. Küçük olan tarafta yükseltgenme olacaktır.

M: Derişim hücrelerinin standart elektrot potansiyeli nasıl hesaplanır?

Ö₁: Nernst denkleminde.

M: (kağıttaki derişim hücresi gösterilir.) Hocam burada 0,01 M CuCl₂ çözeltilisinin kullanıldığını görüyoruz. Eğer bu çözeltilerin derişimi 0,001M olarak değiştirebilirsek hücrenin standart elektrot potansiyeli nasıl değişir?

Ö₁: Standart elektrot potansiyeli derişime bağlı bir büyüklük olduğu için değişir.

M: Artar mı azalır mı?

Ö₁: Azalır. On kat seyrelttiğimiz için on kat azalacaktır.

Orta düzeyde başarılı grupta yer alan öğretmenle yapılan mülakat

M: Galvanik hücre ile derişim hücresi arasındaki farklar ve benzerlikler nelerdir?

Ö₂: Yine iki yarı hücreden oluşur, tuz köprüsü var... konsantrasyon hücresinde yarı hücreden oluşan elektrolitler konsantrasyonları eşitleninceye kadar pil reaksiyonları devam eder.

M: O zaman bu da bir galvanik hücre midir?

Ö₂: Evet bu da bir galvanik hücredir.

M: Peki burada elektrik akımı nasıl sağlanıyor?

Ö₂: Galvanik hücre ile aynı.

M: Hangisi anot hangisi katottur?

Ö₂: Elektrotların konsantrasyonlarına bakarak karar verebiliriz. Yani konsantrasyonu düşük olan anottur, konsantrasyonu yüksek olan katottur. Elektron

akımı konsantrasyonu düşük olan hücreden konsantrasyonu yüksek olan hücreye doğrudur.

M: Burada bakır olduğuna göre bakır iki elektron verecek...

Ö₂: Verecek ve yükseltgenecek, diğer elektrota gelince buradaki bakırda indirgenme olur, buradaki fazla elektronu çözültideki bakır iyonuna vererek metalik bakır olur. Sonra tuz köprüsü aracılığı ile bu iyon diğer tarafa taşınır.

...

M: Bu hücrenin standart elektrot potansiyelini nasıl hesaplarız?

Ö₂: Konsantrasyon değerlerine göre hesaplayabiliriz. Nernst denklemine göre.

M: Galvanik hücreden farklı olarak gerçekleşen bir olay var mıdır? Pil ne zaman biter?

Ö₂: Anot elektrot bitinceye kadar

M: Anot elektrotunun bitmesi ne anlama geliyor?

Ö₂: Yani elektrottaki, yükseltgenme bitinceye kadar devam eder.

M: Yükseltgenme ne zaman bitiyor?

Ö₂: Elektrotun yani katının tamamen çözününceye kadar.

M: Peki bu çözelti 0,01 M lık bir çözelti, 0,01 M değerini 0,001 M yapsak yani çözeltiyi on kat seyreltsek bu hücrenin standart elektrot potansiyeli nasıl değişir?

Ö₂: Artar, potansiyel fark artacağından değer de artar.

Başarısız grupta yer alan öğretmenle yapılan mülakat

M: Peki konsantrasyon hücrelerinin galvanik hücreden farkı nedir?

Ö₃: Şimdi burada farklı metaller elektrot olarak kullanılmıştı burada aynı elektrot kullanılmış çözültülerin derişimleri farklı.

M: Çözültülerin derişimi neden farklıdır hocam?

Ö₃: Derişimler farklı...

M: Yani aynı derişimli çözültüler kullanılsa ne olur?

Ö₃: (sessizlikten sonra) Elektrik akımı olmaz diye düşünüyorum. Farklı olmalı ki buradaki madde miktarı azalmalı buradan elektron geçişi olmalı.

M: Peki diğeri aynı kalmak kaydıyla çözelti derişimi 0,01 M değil de 0,001 M olsa ne olur?

Ö₃: (sessizlik)

M: İsterseniz hangisi anot hangisi katot ona karar verin.

Ö₃: Evet derişimi az olanda mı derişimi çok olanda mı yükseltgenme meydana gelir....

M: Evet bu hücrede hangisi anot hangisi katottur?

Ö₃: (sessizlik)

M: Hangisi yükseltgenir hangisi indirgenir?

Ö₃: Derişimi fazla olanda daha fazla bakır katyonları var demek, burada daha az... hangisi... hangisi daha çok yükseltgenir diye düşünüyorum...

M: Anot ve katodun fiziksel konumu önemli midir hocam?

Ö₃: Derişimi fazla olan anot, az olan katottur.

M: Peki hücrelerin yerlerini değiştirsek

Ö₃: Yok değişmez.

...

M: Peki bu derişim hücresinin standart elektrot potansiyelini nasıl hesaplıyoruz.

Ö₃: Nernst denklemi ile mi? Nernst denklemi ile...

M: Peki derişimin değişmesi standart elektrot potansiyelini nasıl etkiler? Yani örneğin 0,01 M derişimli çözelti yerine 0,001 M derişimli aynı çözeltiyi kullansak standart elektrot potansiyeli değer artar mı azalır mı?

Ö₃: (sessizlik)

M: Pilin bitmesi ne anlama gelir?

Ö₃: Artık taşınacak elektron yok.

M: Elektron kalmadı mı demek?

Ö₃: hı hı redoks tepkimesi dengeye ulaştı. Yani yükseltgenen ve indirgenen tür kalmadı.

Öğretmenlerin mülakat sorularına verdikleri cevaplar incelenecek olursa galvanik hücre ile derişim hücresini tam olarak ayırt edemedikleri, derişim hücrelerinin anot ve katodunu belirleyemedikleri, derişim değişiminin standart elektrot potansiyelini nasıl etkileyeceğini açıklayamadıkları görülür. Aynı zamanda öğretmenler pilin ömrünün bitmesini tam olarak izah edememişlerdir.

4.2 Öğretmen Adaylarına Uygulanan Öğretim Yöntemlerinden Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın ikinci aşaması, 2005-2006 öğretim yılında Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalında yapılmış, çalışma sonucunda elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde SPSS (Statistical Package for Social Science) bilgisayar programı kullanılmış ve bulgular aşağıda sunulmuştur.

Öğretmen adaylarının elektrokimya konularındaki başarılarına öğretim yönteminin etkisinin araştırıldığı çalışmanın bu bölümünde, yarı deneysel tasarım tiplerinden denkleştirilmemiş kontrol grup tasarımı kullanılmış ve fen bilgisi öğretmeni öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına sadece öğretim yönteminin etkisini belirleyebilmek için başarıya etki ettiği düşünülen değişkenler kontrol altına alınmak istenmiştir. Bu amaçla çalışmaya katılan öğrencilere EBT, MDYT, KKTA ve ZDT ön test olarak uygulanmıştır.

Ön test skorlarına istatistiksel analiz uygulayabilmek için öncelikle test sonuçlarının normal dağılım gösterip göstermediğinin araştırılması gerektiğinden elde edilen veriler “Tek Grup Kolmogorov-Smirnov Testi” kullanılarak değerlendirilmiş elde edilen sonuçlar Tablo 14’de özetlenmiştir.

Tablo 14. Tek Grup Kolmogorov-Smirnov Test Sonuçları*

	<i>Deney Grubu (1)</i>				<i>Deney Grubu (2)</i>				<i>Kontrol Grubu</i>			
	\bar{X}	SS	Z	p	\bar{X}	SS	Z	p	\bar{X}	SS	Z	p
<i>EBT</i> (<i>Öntest</i>)	8,10	2,28	0,95	0,33	7,98	2,38	0,89	0,41	8,20	2,07	0,83	0,50
<i>KKTA</i>	72,63	4,84	0,65	0,79	73,10	4,19	1,04	0,23	72,80	3,60	0,94	0,36
<i>MDYT</i>	6,56	1,50	0,98	0,25	7,24	1,28	0,84	0,32	6,85	1,29	1,16	0,13
<i>ZDT</i>	12,98	2,22	0,75	0,63	12,61	2,37	0,88	0,43	12,83	2,08	1,07	0,20

* Her bir gruptaki öğrenci sayısı 41’dir.

Tablo 14 incelenecek olursa her üç grup için de bütün test skorlarının normal dağılım gösterdiği ($p > 0,05$) görülebilir. Ön test skorlarının normal dağılım göstermesi, verilere parametrik testlerin (örneğin ANOVA, ANCOVA, t-testi) uygulanabileceği anlamına geldiğinden, bu tez çalışmasında ön test skorları bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark olup olmadığı tek yönlü ANOVA ile araştırılmış ve sonuçlar Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15. ANOVA Tablo Özeti

		Kareler toplamı (ΣX^2)	Serbestlik derecesi (df)	Kareler toplamının ortalaması { $MS(\Sigma X^2 / df)$ }	F istatistiği (F)	Anlamlılık düzeyi (p)
<i>EBT</i> (Öntest)	Gruplar arası	0,992	2	0,496	0,098	0,907
	Grup içi	607,024	120	5,059		
	Toplam	608,016	122			
<i>KKTA</i>	Gruplar arası	4,504	2	2,252	0,125	0,883
	Grup içi	2161,561	120	18,013		
	Toplam	2166,065	122			
<i>MDYT</i>	Gruplar arası	9,626	2	4,813	2,593	0,079
	Grup içi	222,781	120	1,857		
	Toplam	232,407	122			
<i>ZDT</i>	Gruplar arası	2,780	2	1,390	0,281	0,756
	Grup içi	594,537	120	4,954		
	Toplam	597,317	122			

Tablo 15 incelenecek olursa kontrol grubu ile deney grupları arasında ön test skorlarının ortalamaları açısından anlamlı bir farkın olmadığı görülebilir ($p > 0,05$).

4.2.1 Elektrokimya Konusundaki Başarıya Öğretim Yönteminin ve Diğer Değişkenlerin Etkisi

Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına rol oynama ve bilgisayar destekli 5E öğretim yönteminin etkisini geleneksel öğretim ile karşılaştırarak belirleyebilmek için ön test sonuçları alındıktan sonra uygulama yapılmış

ve elektrokimya konusu her üç grupta da iki hafta işlenmiştir. Uygulama bittikten bir hafta sonra son test olarak EBT uygulanmış ve elde edilen sonuçlardan çalışmanın hipotezleri değerlendirilmiştir.

4.2.1.1 Hipotez H₀₁

H₀₁: Konu ile ilgili ön bilgileri, uzaysal düşünme yetenekleri, mantıksal düşünme yetenekleri, kimyaya karşı tutum ve algılamaları kontrol altına alındığında rol oynama öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarıları ile geleneksel öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin başarıları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Bu tez çalışmasının yukarıda ifade edilen H₀₁ hipotezini test etmek için ANCOVA analizi kullanılmıştır. ANCOVA analizinde EBT, MDYT, KKTA ve ZDT ön test skorları kontrol altına alınmış, elde edilen sonuçlar Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. EBT Öntest Skorları Kontrol Altına Alındığında Elde Edilen ANCOVA Analiz Sonuçları *

<i>VERİ KAYNAĞI</i>	Tip III ΣX^2	df	$\Sigma X^2 / N$	F	p	ψ^2
Model	664,929	6	110,822	33,512	0,000	0,634
EBT (Ön test)**	60,520	1	60,520	18,301	0,000	0,136
ZDT**	2,090	1	2,090	0,632	0,428	0,005
KKTA**	4,554	1	4,554	1,377	0,243	0,012
MDYT**	18,786	1	18,786	5,681	0,019	0,047
GRUP	307,915	2	153,958	46,556	0,000	0,445
Hata	383,607	116	3,307			
Toplam	42537,000	123				

* $R^2 = 0,634$

** Kontrol altına alınan değişkenler

Tablo 16'ya göre ANCOVA analizinde uygulanan model anlamlıdır (model için $p=0,000$) ve uygulanan model, elektrokimya konusundaki kavramsal başarının % 63'ünü açıklamaktadır ($R^2= 0,634$). Bu nedenle bu tablonun, çalışmanın hipotezlerini test etmede kullanılabileceğine karar verilmiş, hipotezler ile ilgili değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

Grupların EBT skorlarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olup olmadığını değerlendirmek amacıyla Tablo 16 incelenecek olursa gruplar arasında anlamlı bir farkın olduğu görülebilir (Grup için $p < 0,05$). Bu farkın hangi gruplar arasında var olduğunu belirlemek amacıyla hangi testin kullanılması gerektiğine karar vermek için grupların EBT son test skorlarının varyansları Levene testi ile karşılaştırılmış ve grupların varyanslarının eşit olduğu görülmüştür (Levene istatistiği = 2,365 ve $p = 0,098$).

Çalışmamızda grupların EBT son test skorlarının varyansları birbirine eşit olduğundan ANOVA analizinde Tukey testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 17'de özetlenmiştir.

Tablo 17. Deney Grupları ve Kontrol Grubunun EBT Son Test Skor Ortalamalarının Tukey Testi ile Değerlendirilmesi

	<i>DG (2)</i>		<i>KG</i>	
	<i>Ortalamalar arasındaki fark</i>	<i>P</i>	<i>Ortalamalar arasındaki fark</i>	<i>p</i>
<i>DG (1)</i>	-1,44	0,027*	2,39	0,000*
<i>DG (2)</i>			3,83	0,000*

* %95 güven seviyesinde ortalamalar arasındaki fark anlamlıdır.

Tablo 17 incelenecek olursa rol oynama öğretim yöntemi ile öğrenim gören 2 Nu.'lu deney grubu öğrencilerinin son test skor ortalamalarının geleneksel öğretim ile öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin EBT son test skor ortalamalarından anlamlı olarak farklı olduğu görülür.

Bu verilere göre, “Elektrokimya konusu ile ilgili ön bilgileri, mantıksal düşünme yetenekleri, uzaysal düşünme yetenekleri, kimyaya karşı tutum ve algılamaları kontrol altına alındığında, rol oynama öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarıları ile geleneksel öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin başarıları arasında anlamlı bir fark yoktur.” hipotezi reddedilmektedir ($p = 0,000$). Rol oynama öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin EBT son testinden aldıkları skorların ortalamaları ($\bar{x} = 20,12$) geleneksel öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin EBT son testinden aldıkları skorların ortalamalarından ($\bar{x} = 16,29$) daha büyüktür. Diğer bir ifadeyle rol oynama öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencileri geleneksel öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilere göre elektrokimya konusunda daha başarılı olmaktadır.

4.2.1.2 Hipotez H₀₂

H₀₂: Konu ile ilgili ön bilgileri, uzaysal düşünme yetenekleri, mantıksal düşünme yetenekleri, kimyaya karşı tutum ve algılamaları kontrol altına alındığında rol oynama öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarıları ile bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin başarıları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Rol oynama öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin EBT son testinden aldıkları skorların ortalamaları ile bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin EBT son testinden aldıkları skorların ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Tablo 17 incelenecek olursa anlamlı bir farkın olduğu görülür ($p = 0,027$). Dolayısıyla %95 güven seviyesinde yukarıda da ifade edilen H₀₂ hipotezi reddedilmiştir. Bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin EBT son testinden aldıkları skorların ortalamaları ($\bar{x} = 20,12$) bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ile öğrenim

gören öğrencilerin EBT son testinden aldıkları skorların ortalamalarından ($\bar{x} = 18,68$) daha büyüktür.

4.2.1.3 Hipotez H_03

H_03 : Konu ile ilgili ön bilgileri, uzaysal düşünme yetenekleri, mantıksal düşünme yetenekleri, kimyaya karşı tutum ve algılamaları kontrol altına alındığında bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarıları ile geleneksel öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin başarıları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ile öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin EBT son testinden aldıkları skorların ortalamaları ile geleneksel öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin EBT son testinden aldıkları skorların ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Tablo 17 incelenecek olursa anlamlı bir farkın olduğu görülür ($p = 0,000$). Dolayısıyla %95 güven seviyesinde yukarıda da ifade edilen H_03 hipotezi reddedilmektedir. Ortalamalar karşılaştırılacak olursa bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin daha başarılı oldukları görülür ($\bar{x}_{DG(1)} = 18,68$ ve $\bar{x}_{(KG)} = 16,29$).

4.2.1.4 Hipotez H_04

H_04 : Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına konu ile ilgili ön bilgilerinin etkisi anlamlı değildir.

Yukarıda ifade edilen H_04 hipotezini test etmek amacıyla Tablo 16 incelenecek olursa fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına konu ile ilgili ön bilgilerinin anlamlı bir etkisinin olduğu görülebilir ($p = 0,000$). Bu etkinin büyüklüğünü anlamak için Tablo 16'daki ψ^2 değerleri incelenecek olursa

öğrencilerin elektrokimya konusundaki başarılarında konu ile ilgili ön bilgilerin %14 civarında etkili olduğu görülebilir ($\psi^2 = 0,136$). Dolayısıyla H_04 hipotezi reddedilmiştir.

4.2.1.5 Hipotez H_05

H_05 : Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına uzaysal düşünme yeteneklerinin etkisi anlamlı değildir.

Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına uzaysal düşünme yeteneklerinin anlamlı bir etkisinin olup olmadığını belirlemek için Tablo 16 incelenecek olursa uzaysal düşünme yeteneklerinin elektrokimya başarıları üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülebilir ($p = 0,428$). Bu sonuca göre H_05 hipotezi kabul edilmiştir.

4.2.1.6 Hipotez H_06

H_06 : Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına kimyaya karşı tutum ve algılamalarının etkisi anlamlı değildir.

Yukarıda ifade edilen H_06 hipotezini test etmek amacıyla Tablo 16 incelenecek olursa fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına kimyaya karşı tutum ve algılamalarının anlamlı bir etkisinin olmadığı görülebilir ($p = 0,243$). Dolayısıyla H_06 hipotezi kabul edilmiştir.

4.2.1.7 Hipotez H_07

H_07 : Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına mantıksal düşünme yeteneklerinin etkisi anlamlı değildir.

Yukarıda ifade edilen H_07 hipotezini test etmek amacıyla Tablo 16 incelenecek olursa fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına mantıksal düşünme yeteneklerinin anlamlı bir etkisinin olduğu görülebilir ($p = 0,019$). Dolayısıyla H_07 hipotezi reddedilmiştir.

4.3 Yorumlar

Çalışmanın, fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konularını anlama düzeylerine öğretim yöntemlerinin etkisi ile ilgili elde edilen veriler ışığında aşağıdaki yorumlar yapılmıştır:

1. Rol oynama öğretim yönteminin fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına katkısı, geleneksel öğretim yöntemine göre daha olumludur.
2. Rol oynama öğretim yönteminin fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına katkısı, bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemine göre daha olumludur.
3. Bilgisayar destekli 5E öğretim yönteminin fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına katkısı, geleneksel öğretim yöntemine göre daha olumludur.
4. Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına ön bilgilerinin etkisi %95 güven seviyesinde anlamlıdır.
5. Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına uzaysal düşünme yeteneklerinin etkisi %95 güven seviyesinde anlamlı değildir.
6. Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına kimyaya karşı tutum ve algılamalarının etkisi %95 güven seviyesinde anlamlı değildir.

7. Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konusundaki başarılarına mantıksal düşünme yetenekleri %95 güven seviyesinde anlamlıdır.

BÖLÜM V

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

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

Çalışmadan elde edilen iki tür sonuç önemli bulunmaktadır. Bunlardan ilki, Millî Eğitim Bakanlığında görev yapan öğretmenlerde belirlenen kavram yanlışlarıdır. Diğeri ise, öğretmen adaylarının oluşturduğu 2 Nu.'lu deneysel grupta, rol oynama öğretim yöntemi ile gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin başarılarına olan etkisidir.

5.1 Kimya Öğretmenlerinin Elektrokimya Konusundaki Kavram Yanlışları

Kavram yanlışsı oluşmasının pek çok farklı sebebi vardır. Bunlardan bazılarının; ön bilgiler, mikroskobik düzeyde olan olayları açıklayabilmek için makroskobik olaylardan faydalanma, konuşma dili, doğal olaylar, ders kitapları ve öğretmenler olduğu söylenebilir (Treagust vd., 2000; Barker, 2004).

Konuşma dilinden ve doğal olaylardan kaynaklanan kavram yanlışları öğrenciler tarafından kolayca düzeltilebilir, ancak bilimsel olmayan inançları ve ön yargılı fikirleri yıkmak hem öğretmenler hem de öğrenciler için hiç de kolay değildir. Öğrencilerde bulunan doğal olaylara dayalı kavram yanlışları ile ilgili yapılan son çalışmalar göstermektedir ki öğrencilerin zihinlerinde var olan yanlış modeller olayları bir şekilde açıklıyorsa bu kavram yanlışlarını gidermek neredeyse mümkün değildir. Bu kavram yanlışları ısrarla zihinde kalmaya devam ederek öğrencinin yeni bilimsel kavramları öğrenmesini engellemektedir. Bu nedenle öğretmenlere kavram yanlışlarının giderilmesinde önemli görevler düşmektedir.

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.

Elektrokimya, kimyanın anlaşılması en zor konularından biridir. Farklı ülkelerde yapılan araştırmalarda gerek öğrencilerin gerekse de öğretmen adaylarının elektrokimya konusunda pek çok kavram yanlışına sahip oldukları tespit edilmiştir (Garnett ve Treagust, 1992a; 1992b; Ogude ve Bradley, 1994; Sanger ve Greenbowe, 1997a; 1997b; Geban vd., 1999; Huddle vd., 2000; Özkaya, 2000; Chou, 2002; Yılmaz vd., 2002; Özkaya vd., 2003; Yang vd., 2004).

Literatür incelendiğinde, görev yapmakta olan öğretmenlerin elektrokimya konusunda kavram yanlışına sahip olup olmadıkları ile ilgili çalışmalara neredeyse rastlamak mümkün değildir. Bu nedenle bu çalışmanın ilk bölümünde ortaöğretim kurumlarında görev yapmakta olan kimya öğretmenlerinin elektrokimya konusunda kavram yanlışlarına sahip olup olmadıkları araştırılmıştır.

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 bölgedeki 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 arasından katodu seçmek kadar kolay değildir ve tuz köprüsünün görevi ile ilgili yanlış, 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 yanlışlığına 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 yanlışlığı 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 yanlışlığının öğrenciler arasında yaygın olarak bulunduğu bilinmektedir (Huddle vd., 2000). Bu çalışmada tespit edilen “elektronlar metalik iletkende borudaki su gibi akarlar” kavram yanlışlığının öğretmenlerin tamamında görülmüş olması ilginçtir. Bu yanlış 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 yanlışına 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 yanlışlarının 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 “Üretcein 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. 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 yanlışlığı 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 yanlışlığı 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’nin 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 şekilde cevaplamaları dikkat çekicidir. Bu bir kavram yanlışlığıdır (Garnett ve Treagust, 1992b; Sanger ve Greenbowe, 1997a) ve bu yanlışlık, 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.

Öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip olmaması için ilk olarak yapılması gereken belki de öğretmenlerin hizmet içi eğitim seminerine alınmasıdır. Özellikle elektrokimya konusunda açılacak hizmet içi eğitim seminerlerinde, öncelikle bu çalışmada sözü geçen kavram yanlışlarının öğretmenler arasındaki yaygınlık derecesi araştırılmalıdır. Daha sonra öğretmenlerin dikkat ve ilgisi bu kavram yanlışlarına çekilmeli ve olası başka kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak için seminerlerde fikir alış verişi yapılmalı, uygun tartışma ortamları oluşturulmalıdır. Öğretmenlerde var olan kavram yanlışları belirlendikten sonra seminerlerde bu kavram yanlışları tartışılmalı ve öğretmenler, kendi kavramsal çerçevelerini test etmeye teşvik edilmelidir. Ayrıca seminerlerde kavram yanlışlarını gidermeye yönelik simülasyon, model ve laboratuvar etkinlikleri tasarlanmalı veya oluşturulmuş olanlar kullanılmalıdır.

Her yetişkin gibi öğretmenlerin de bazı konularda yanlışlarını 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 yanlışları aynı hafta içerisinde yeniden gündeme getirilerek devam edenler üzerinde yeniden tartışmalar yapılmalıdır. Ayrıca belli bir kavram yanlışının kalıcılığını doğru olarak tespit için, o yanlış yüzünden düşülebilir farklı tuzaklar ile deneme yapmak, öğrenilmiş sorular üzerinden ikinci bir kontrolle problemin çözüldüğü yanlışına da düşmemek gerekir.

Kimya öğretmenlerinin elektrokimya konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını öğrencilerine aktarmaması için uygulanabilecek diğer bir yol ise öğretmen kitaplarının çıkarılması olabilir. Bu kitaplarda öğrencilerin ve öğretmenlerin yaygın olarak sahip oldukları kavram yanlışlarına yer verilmeli, bu kavram yanlışlarının nasıl ortadan kaldırılacağı uygun öğretim yöntem ve teknikleriyle gösterilmelidir.

5.2 Öğretmenlerin Elektrokimya Kavramlarını Öğrendikleri Kaynaklar ile Elektrokimya Kavramlarını Öğretmeleri ve Mesleki Kıdemleri Arasındaki İlişki

Araştırma sonuçlarından öğretmenlerin büyük ölçüde elektrokimya konuları ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Bu kavram yanlışları, kısmen de olsa öğretmenlerin önemli bir kısmının, üniversitede öğrendiklerini düşündükleri kimya bilgisi ile yetinmeleri, profesyonel gelişim heveslerinin çeşitli nedenlerle eksik olması ile açıklanabilir.

Uygulanan elektrokimya başarı testinde öğretmenlerden elektrokimya kavramlarını öğrendikleri kaynakları sıralamaları istenmiş ve birden fazla seçenek işaretleme imkânı sunulmuştur. Buna göre üniversitede öğrenci iken gördükleri derslerde öğrendiklerini en önemli kaynak olarak belirten öğretmenlerin oranı %84,6; üniversite ders kitaplarından yararlananların oranı %77,7; ortaöğretim ders kitaplarına başvurduğunu belirtenlerinki %38,5; İnternet imkânlarını kullandığını beyan edenlerinki %30,7; meslektaşlarından yararlananları ise %30,7 olarak belirlenmiştir. Burada en ilginç görülen sonuçlardan birisi, araştırmaya katılan öğretmenlerin hiç birisinin elektrokimya konuları ile ilgili bilimsel dergilerden herhangi bir bilgiye ulaşmamış, dolayısıyla elektrokimya konuları ile ilgili bu kaynaklardan herhangi bir şey öğrenmemiş olduklarını belirtmeleridir. Bu ise, ülkemizde temel elektrokimya konularını içeren Türkçe dergilerin bulunamayışı veya öğretmenlerin çok azının bilimsel dergileri takip etmesi ile açıklanabilir.

İlginçtir ki, araştırmaya katılan öğretmenlerin önemli bir kısmı (%69,3) elektrokimya konularının araştırılmasında ve öğrenilmesinde İnternette yararlanmamaktadır. Bu oranın yüksek çıkması, Ankara belediye sınırları içinde çalışan öğretmenlerin mesleki deneyimlerinin fazla olması ile ilgili olabilir. Nitekim bu araştırmaya katılan öğretmenlerin, %54'ünün 21 yıl ve üzeri; %3'ünün 10 yıldan az ve %43'ünün 10-20 yıldır görev yaptığı belirlenmiştir. Mesleki deneyimi fazla öğretmenler ileri yaşıdadır ve nispeten ileri yaşılarıdaki öğretmenlerin, bilgisayar ve İnternet kullanımına, gençlere göre daha az yatkın olması beklenir bir şeydir. Benzer şekilde öğretmenlerin %69,3'ü elektrokimya konularının öğrenilmesi ile ilgili

meslektaşlarından herhangi bir yardım almamaktadırlar. Bunun bir nedeni aynı okul çevresinde çoğu zaman birden çok kimya öğretmenin olmaması ve kimya öğretmenlerinin meslektaşlarıyla seyrek buluşmaları, bir nedeni de, özellikle dershanelerin çoğalması ile yaygınlaşan rekabet duygusu ve herkesin kendi eksikliğini saklama güdüsü olabilir.

5.3 Öğretmenlerin Elektrokimya Kavramlarını Öğretirken Yaşadıkları Sorunlar

Araştırmada öğretmenlere elektrokimya kavramlarını öğretirken yaşadıkları sorunlar da sorulmuştur. Bununla ilgili öğretmen görüşleri aşağıda özetlenmiştir:

- Elektrokimya konuları 2. dönem sonuna denk gelmektedir. Üniversite sınavının da etkisiyle öğrencilerin derslere karşı motivasyonları azalmaktadır. Dolayısıyla elektrokimya konularına neredeyse hiç değinilmemektedir.
- Üniversite seçme sınavında elektrokimya konuları ile ilgili bazen hiç soru çıkmamasından, bazen de 1 soru çıkmasından dolayı öğrencilerin ekseriyeti tarafından önemli olarak algılanmamaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin dersi takip etmeleri ve öğrenmeleri de aksamaktadır.
- Öğrencilerin elektrokimya konularına zemin teşkil eden kimya konularında yetersizlikleri vardır. Dolayısıyla alt yapıları zayıf olup bu ise elektrokimya konularını öğrenmelerine bir engel oluşturmaktadır.
- Elektrokimya kavramları karışıktır. Dolayısıyla zaten zor olan elektrokimya konularını öğrencilerin öğrenmeleri de zorlaşmaktadır.
- Elektrokimya konuları, farklı kaynaklarda farklı yönleri ile ilgili olarak ele alınmaktadır.

- Ders kitaplarında elektrokimya konuları, bazı kavramlar zaten biliniyormuş havasında ele alınmaktadır. Örneğin potansiyel, potansiyel farkı, pilin sağlayabileceği enerji, pilin kullanım ömrü, pilin sağlayacağı akım yoğunluğu, pil kullanılırken emk değerinin sabit kalıp kalmayacağı irdelemesi gibi konuları açık seçik tartışan bir kaynak bulunamıyor.

5.4 Öğrencilerin Elektrokimya Konusundaki Başarılarına Öğretim Yönteminin Etkisi

Bu çalışmanın ikinci bölümünde fen bilgisi öğretmen adaylarının elektrokimya konusundaki olası kavram yanlışlarının ortadan kaldırılmasında rol oynama öğretim yöntemi ve bilgisayar destekli 5E öğretim yönteminin etkisi geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırılarak araştırılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre elektrokimya konusundaki kavramların kavratılmasında rol oynama öğretim yönteminin diğer iki yönteme göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonucun neden ortaya çıktığı aşağıda tartışılmıştır.

Karmaşık ve soyut fen kavramlarının öğrenilmesinde doğru zihinsel modele veya diğer bir ifade ile imaja sahip olmak çok önemlidir. Çünkü bizler kavramları ne kadar önermeler şeklinde cümlelerle ifade etsek de aslında, zihnimizdeki modellerle düşünürüz. Dolayısıyla herhangi bir kavramı anlayıp anlamadığımız doğru zihinsel modeli oluşturmamızla ilgilidir.

Farklı kimya konularındaki kavram yanlışlarının ortadan kaldırılmasında animasyonların ve simülasyonların kullanımı etkili bir öğretim tekniğidir. Bu tez çalışmasında da elektrokimya konusundaki kavram yanlışlarının ortadan kaldırılmasında simülasyon kullanımının etkisi araştırılmıştır. Simülasyonlar 5E öğretim yönteminin ikinci basamağı olan keşfetme basamağında kullanılmıştır. Simülasyonlarla eğitim alan öğrencilerin ön test ve son test başarıları karşılaştırıldığında bazı kavram yanlışlarının ortadan kalktığı tespit edilmiştir. Örneğin “çözelti içinde elektronların hareketi” ve “tuz köprüsünün işlevi” ile ilgili kavram yanlışlarının büyük oranda ortadan kalktığı gözlenmiştir.

Zihinsel modellerin geliştirilmesinde kullanılabilir bir diğer öğretim yöntemi rol oynamadır. Çünkü rol oynama yönteminde öğrenciler atomların, protonların, elektronların, anyonların ve katyonların davranışlarını hareketleriyle canlandırmakta ve gözleyemedikleri mikroskobik olayları gözlenebilir hâle getirmektedirler. Dolayısıyla pek çok araştırmacı tarafından da dile getirildiği üzere rol oynama öğretim yöntemi hayalde canlandırmayı kolaylaştırmaktadır (McSharry ve Jones, 2000; Fadali vd., 2000; Aubusson, 1997; Resnick ve Wilensky, 1998; Jackson, 2009; Ross vd., 2008; Chinnici vd., 2004).

Rol oynama öğretim yönteminin hayalde canlandırmayı kolaylaştırdığı ve dolayısıyla elektrokimya konularını derinlemesine anlamayı sağladığı bu öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin ön test ve son test başarıları karşılaştırıldığında da görülebilmektedir. Çünkü bu öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin pek çoğunda bilgisayar simülasyonlarıyla destekli 5E öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerde olduğu gibi bazı kavram yanlışlarının ortadan kalktığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular ışığında zihinsel modellerin geliştirilmesinde simülasyonların mı yoksa rol oynama öğretim yönteminin mi daha etkili olduğu irdelenirse, rol oynama öğretim yönteminin daha etkili olduğu sonucu çıkarılabilir. Çünkü rol oynama öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin son testten aldıkları skorların ortalamaları bilgisayar simülasyonu destekli 5E öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin ortalamalarından daha büyük çıkmıştır.

Rol oynama öğretim yönteminin bilgisayar destekli 5E öğretim yöntemine göre daha etkili olması, rol oynama sürecinde öğrencilerin aktif katılımının daha yüksek olması ile açıklanabilir. Bilgisayar destekli 5E öğretim yönteminde öğrenciler sadece duvara yansıtılan simülasyonlar ile ilgili tartışmalara katılırken rol oynama öğretim yönteminde doğrudan hareketleriyle elektronların, anyonların veya katyonların davranışlarını canlandırmışlardır. Dolayısıyla öğrencinin 'eli iş üstünde' sayılır.

Sonuç olarak ifade etmek gerekirse elektrokimya konusundaki kavram yanlışlarının ortadan kaldırılmasında rol oynama öğretim yönteminin bilgisayar destekli 5E ve geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olmasının altında yatan

temel nedenlerden biri bu öğretim yönteminin öğrencilerin kendi zihinsel modellerini oluşturmalarına ve geliştirmelerine yardımcı olmasıdır (Aubusson vd., 1997).

Rol oynama öğretim yönteminin göreceli etkinliğinin başka bir nedeni de Resnick ve Wilensky'nin (1998) ifade ettiği gibi, öğrencilerin rol oynama etkinliklerinde önceki deneyimlerini kullanmalarıdır. Çünkü öğrenciler rol oynama öğretim yöntemine katılım için, önce canlandıracakları elektron, iyon veya süreci öğrenme gereğini içten hissetmekte, rol oynama sırasında da öğrendiklerini paylaşıp hayata geçirmekte, gelecekte onları hatırlamak için de hatırlanması kolay bir 'an' yaşamış olmaktadır. Böylece bir yandan kavrayış derinliği artarken, bir yandan da kalıcı vesileleri doğmaktadır. Aslında rol oynama, çocukça olsa bile, öğrenilen bilgi veya edinilen beceri için bir uygulama alanı yakalama anlamı taşımaktadır. Dolayısıyla rol oynama öğretim yöntemi, anlamlı öğrenmeyi destekleyici unsurlar bakımından oldukça zengindir. Ausubel'in (1968) belirttiği gibi, öğrenme önceki bilgilerle yeni bilgiler ilişkilendirildiğinde anlamlıdır ve rol oynarken bu ilişkilendirmenin içselleşmesi fırsatları doğmaktadır.

Rol oynama öğretim yöntemini diğer iki yöntemden üstün kılan başka bir nokta ise rol oynama etkinliklerinin, öğrencilere 'orada bulunma' fırsatı tanınması, bu zevki tattırmasıdır (Taylor, 1987). Elektron rolünü üstlenen birey, yükü dolayısıyla çekim etkisine girdiği arkadaşının kişiliğinde, işe karıştığı elektrotu, o elektrotun kimliğini belirlerken neyi esas aldığını hatırlayacaktır. Öğrenciler rollerini canlandırırken fiziksel olarak derse katılmakta, canlandırılan rolleri tartışırken ise zihinsel olarak aktif kalmaktadır. Dolayısıyla öğrenciler sürekli bir sorgulama içinde olmaktadır.

Sözünü etmeye değer bir başka husus da Ladousse'nin ifade ettiği gibi, rol oynamanın eğlenceli bir öğrenme ortamı sağlamasıdır (Ladousse, 1989). Bu hususa başka pek çok araştırmacı tarafından işaret edilmiştir. Örneğin Aubusson ve arkadaşları rol oynama etkinliklerini fen sınıflarında kullanmışlar ve öğrencilerin çok eğlendiklerini, bu yöntemi çok eğlenceli bulduklarını rapor etmişlerdir (Aubusson vd., 1997).

Bu tez kapsamında, öğrencilerin, rol oynadıkları öğrenme ortamlarını algılayış tarzları hakkında herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Ancak yapılan gözlemlerde öğrencilerin rol oynama etkinliklerinden çok hoşlandıkları tespit edilmiştir. Örneğin derse gelmediği için rol oynama etkinliklerini kaçıran bazı öğrenciler rol oynama etkinliklerinin tekrarlanmasını istemişlerdir. Bu, etkinliğe katılan arkadaşlarının iyi izlenimler aktarmış olmasına dolaylı bir işaret sayılmış, öğrenme ortamlarındaki doğrudan gözlemler, bu tür taleplerce desteklenmiştir.

5.5 Öneriler

Çalışmada bulunanlar ışığında araştırmacılara aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

1. Elektrokimya konularının öğretmen adaylarına öğretilmesinde etkili olduğu nicel verilerle tespit edilen rol oynama öğretim yöntemi, öğrenilmesi zor diğer kimya konularına uygulanarak, bu konular üzerindeki etkililiği araştırılabilir.
2. Bu çalışmada bilgisayar destekli 5E öğretim yönteminde simülasyonlar tek bir bilgisayar yardımı ile sadece gösterim amaçlı kullanılmıştır. Dersler sayı bakımından daha çok bilgisayar imkânı olan bilgisayar laboratuvarlarında işlenip her öğrencinin simülasyonları kendi kendilerine incelemesi ve aktif olarak derslere katılması sağlanabilir. Bu şekilde tasarlanan bir öğretim yöntemi ile rol oynama öğretim yönteminin etkisi karşılaştırılabilir.
3. Elde edilen sonuçlara göre bu çalışmanın tasarımı, öğrencilerin elektrokimya konusundaki başarılarının %63'ünü açıklayabilmiştir. Ancak, açıklanamayan yaklaşık %37'lik bir kısım vardır. Bunlar araştırılarak, elektrokimya konusunda başarı daha da artırılabilir.
4. Öğrencilerde elektrokimya konuları ile ilgili bulunan kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik argümantasyon, proje tabanlı öğrenme, problem temelli öğrenme ve sorgulama araştırma gibi farklı öğretim yöntemlerinin etkililiği araştırılabilir.

5. Ortaöğretim düzeyindeki öğrencilerin elektrokimya kavramlarını öğrenmelerine ilişkin rol oynama öğretim yönteminin etkililiği araştırılabilir.
6. Elektrokimya kavramları ile ilgili öğretmenlerde bulunan kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik Türkiye genelinde daha büyük örneklem üzerinde çalışmalar yapılabilir.
7. Öğretmenlerde bulunan kavram yanlışlarının nasıl giderilebileceğine ilişkin araştırmalar yapılabilir.
8. Görev yapmakta olan öğretmenlerde kimyanın başka hangi konularında kavram yanlışlarının bulunduğu araştırılabilir.
9. Araştırmacılar tarafından, bu çalışma ile de etkililiği belirlenen rol oynama öğretim yöntemine uygun, farklı sınıf düzeylerinde elektrokimya kavramlarına ilişkin etkinlikler geliştirilerek bunların öğretim programlarına ve ders kitaplarına girmesi sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- ABRAHAM, M. R., GRZYBOWSKI, E. B, RENNER, J. W. and MAREK, E. A. (1992). "Understandings and Misconceptions of Eight Grades of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks". **Journal of Research in Science Teaching**, 29(2), 105-120.
- AHTEE, M., ASUNTA, T. and PALM, H. (2002). Student Teachers' Problems in Teaching 'Electrolysis' with a Key Demonstration. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, 3(3), 317-326.
- AKKUŞ, H., KADAYIFÇI, H., ATASOY, B. ve GEBAN, Ö. (2003). Effectiveness of Instruction Based on the Constructivist Approach on Understanding Chemical Equilibrium Concepts. **Research in Science and Technological Education**, 21(2), 209-227.
- ALDEN, D. (1999). Experience with Scripted Role Play in Environmental Economics. **Journal of Economic Education**, 30(2), 127-132.
- ALKAN, C. (2005). **Eğitim Teknolojisi**. (7. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- AL-SOUDI, H. (1989). Confusion over Electrochemical Conventions: A Proposed Solution. **Journal of Chemical Education**, 66(8), 630.
- ALTIN, K. (2009). **Bilgisayar Destekli Fen ve Teknoloji Öğretimi Materyal Geliştirme ve Etkinlik Örnekleri**. (1. Baskı). İstanbul: Beta Yayıncılık.
- ALTUN, S. (2007). İlköğretim Okullarında Çalışan Öğretmenlerin Bilgisayar Kullanma Becerileri ve Bilgisayar Destekli Öğretime İlişkin Tutumları Üzerine Bir Araştırma (Bartın İli Örneği), Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- ALVAREZ, P. (2008). Students Play the Notables: Testing a Simulation Exercise. **The History Teacher**, 41 (2), 179-195.
- ARIKAN, F. (2003). Fen Derslerinin Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretim Yönteminin Öğrenci Başarısına Etkisi (Nükleik asitler), Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- ARMSTRONG, E. K. (2003). Application of Role-Playing in Tourism Management Teaching: An Evaluation of a Learning Method. **Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education**, 2 (1), 5-17.
- AUBUSSON, P., FOGWILL, S., BARR, R. and PERKOVIC, L. (1997). What Happens When Students Do Simulation-Role-Play in Science?. **Research in Science Education**, 27 (4), 565-579.
- AUSUBEL, D. (1968). **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.

- ATASOY, B. (2004). **Fen Öğrenimi ve Öğretimi**. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- AYAS, A., ÇEPNİ, S., TURGUT, M. F. ve JOHNSON, D. (1997). **Kimya Öğretimi**. Ankara: YÖK Yayınları.
- AYAS, A., KARATAŞ, F. Ö., ÜNAL, S. ve ÇALIK, M. (2001). Gazlar Konusuyla İlgili Bilgisayar Yazılımlarının Yeterliliklerinin Araştırılması ve Örnek Bir Yazılım Geliştirilmesi. **Yeni Binyılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu**, 7-8 Eylül 2001. Maltepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, ss. 221-227, İstanbul.
- AYAS, A., KÖSE, S. ve TAŞ, E. (2003). Bilgisayar Destekli Öğretimin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi: Fotosentez. **Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 2(14), 106-112.
- AYVACI, H. T., ÇEPNİ, S. ve AKDENİZ, A. R. (1998). Fen Ders Kitaplarının Değerlendirilmesi. **III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu**, KTÜ, Trabzon.
- BARKER, V. (2004). Beyond Appearances: Students’ Misconceptions About Basic Chemical Ideas. (2nd edition). (<http://www.rsc.org/education/teachers/learnnet/pdf/LearnNet/rsc/miscon.pdf>) URL Erişim tarihi: (09.10.2006)
- BECK, J. A. and CZERNIAK, C. M. (2005). Invasion of the Zebra Mussels a Mock Trial Activity. **Science Activities**, 42(1), 15-19.
- BELL, M. (2001). A Case Study of an Online Role Play for Academic Staff. Meeting at the Crossroads: ASCILITE.
- BEN-ZVI, R., EYLON, B. and SILBERSTEIN, J. (1986). Is an Atom of Copper Malleable? **Journal of Chemical Education**, 63(1), 64-66.
- BIRSS, V. I. and TRUAX, D. R. (1990). An Effective Approach to Teaching Electrochemistry. **Journal of Chemical Education**, 67 (5), 403-409.
- BITNER, B. L. (1989). Developmental Patterns in Logical Reasoning of Students in Grades Six Through Ten: Increments and Plateaus. **Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching**. 62nd, March 30-April 1. San Francisco, CA.
- BODNER, G. M. and GUAY, R. B. (1997). The Purdue Visualization of Rotations Test. **The Chemical Educator**, 2 (4), 1-17.
- BODNER, G. M. and McMILLEN, T. L. B. (1985). Cognitive Restructuring as an Early Stage in Problem Solving. **Journal of Research in Science Teaching**, 23 (8), 727-737.
- BOO, H. K. and WATSON, J. R. (2001). Progression in High School Students’ (Aged 16-18) Conceptualizations about Chemical Reactions in Solution. **Science Education**, 85(5), 568-585.

- BOULABIAR, A., BOURAOU, K., CHASTRETTE, M. and ABDERRABBA, M. (2004). A Historical Analysis of the Daniell Cell and Electrochemistry Teaching in French and Tunisian Textbooks. **Journal of Chemical Education**, 81 (5), 754-757.
- BOZOĞLU, M. (2007). İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinde Atom Kavramı Hakkında İmaj Oluşturmada Rol Oynama Yönteminin Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- BRITT, M. A. (1995). Research on Trial: A Pedagogy for Research Methods Instruction. In **Teaching of Psychology: Ideas and Innovations: Proceedings of the Annual Conference on Undergraduate Teaching of Psychology**. New York, 124-133.
- BROOKS, J. G. and BROOKS, M. J. (1999). **In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms**. New York, USA: Association For Supervision and Curriculum Development.
- BROWN, L. T., LEMAY, H. E., BURSTEN, B. E., BURDGE, J. R. (2003). "Electrochemistry". **Chemistry (9th Edition)**. US: Pearson Education.
- BURKE, K. A., GREENBOWE, T. J., and WINDSCHITL, K. A. (1998). Developing and Using Conceptual Computer Animations for Chemistry Instruction. **Journal of Chemical Education**, 75 (12), 1658-1661.
- BURTON, L. D. (1997). Hitting The Issues Head on: Using Role Play in Science Education. **Paper Presented at the Annual Meeting of the National Science Teachers Association**. New Orleans.
- BÜYÜKKASAP, E., DÜZGÜN, B. ve ERTUĞRUL, M. (2001). Lise Öğrencilerinin Işık Hakkındaki Yanlış Kavramaları. **Millî Eğitim Dergisi**, 149, 32-35.
- BÜYÜKÖZTÜRK, Ş. (2002). **Veri Analizi El Kitabı**. (2. Baskı). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- BYBEE, R. W. (1989). **Science and Technology Education for the Elementary Years: Frameworks for Curriculum and Instruction**. Washington, D.C.: The National Center For Improving Instruction.
- BYBEE, R. W. (by Edited). (2002). **Learning Science and the Science of Learning**. Virginia: National Science Teachers Association Press.
- CANTU, L. L. and HERRON, J. D. (1978). Concrete and Formal Piagetian Stages and Science Concept Attainment. **Journal of Research in Science Teaching**, 15(2), 135-143.
- CARTER, C. S., LARUSSA, M. A. and BODNER, G. M. (1987). A Study of Two Measures of Spatial Ability as Predictors of Success in Different Levels of General Chemistry. **Journal of Research in Science Teaching**, 24 (7), 645-657.
- CASE, M. J. and FRASER, D. M. (1999). An Investigation into Chemical Engineering Students' Understanding of the Mole and the Use of Concrete Activities to Promote Conceptual Change. **International Journal of Science Education**, 21 (12), 1237-1249.

- CENGİZHAN, S. (2007). Proje Temelli ve Bilgisayar Destekli Öğretim Tasarımlarının; Bağımlı, Bağımsız ve İş Birlikli Öğrenme Stillerine Sahip Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Öğrenme Kalıcılığına Etkisi. **Türk Eğitim Bilimleri Dergisi**, 5 (3), 377-401.
- CERİT, Y. (1997). Bilgi Toplumu ve Bilgi Üretiminde Yükselen Değer: Eğitim. **Millî Eğitim Dergisi**, 8, 64-67.
- CHANG, R. (2006). **Redoks Tepkimeleri ve Elektrokimya: Genel Kimya**. (Çev. Ed. Uyar, T., Aksoy, S. ve İnam, R.). Ankara: Palme Yayıncılık.
- CHERIF, A. H., VERMA, S. and SOMERVILL, C. (1998). From the Los Angeles Zoo to the Classroom. **American Biology Teacher**, 60 (8), 613-617.
- CHINNICI, J. P., YUE, J. W. and TORRES, K. M. (2004). Students as “Humans Chromosomes” in Role-Playing Mitosis and Meiosis. **American Biology Teacher**, 66(1), 35-39.
- CHIU, M. H. (2005). A National Survey of Students’ Conceptions in Chemistry in Taiwan. **Chemical Education International**. Vol. 6 (1), 1-9.
- CHOU, C. Y. (2002). Science Teachers’ Understanding of Concepts in Chemistry. **Proceedings of the National Science Council. ROC(D)**, 12 (2), 73-78.
- ÇOŞTU, B., AYAS, A. ve ÜNAL, S. (2007). Kavram Yanılgıları ve Olası Nedenleri: Kaynama Kavramı. **Kastamonu Eğitim Dergisi**, 15(1), 123-136.
- ÇOŞTU, B. and AYAS, A. (2005). Evaporation in Different Liquids: Secondary Students’ Conceptions. **Research in Science and Technological Education**, 23 (1), 73-95.
- ÇAKIR, C. (2004). Anlamın Bağlam Açısından İncelenmesi: Kökanlambilim ve Artanlambilim. **Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 24 (3), 245-255.
- ÇALIK, M. ve AYAS, A. (2005). 7-10. Sınıf Öğrencilerinin Seçilen Çözelti Kavramlarıyla İlgili Anlamalarının Farklı Karışımlar Üzerinde İncelenmesi. **Türk Eğitim Bilimleri Dergisi**, 3 (3), 329-349.
- ÇEPNİ, S., AKDENİZ, A. R. ve KESER, Ö. F. (2000). Fen Bilimleri Öğretiminde Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Uygun Örnek Rehber Materyallerin Geliştirilmesi. **TFD 19. Fizik Kongresi**, 26-29 Eylül, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- ÇEPNİ, S., KELEŞ, E. ve AYVACI, H. T. (2000). Fizik Ders Kitaplarını Değerlendirme Ölçeği. **IV. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi**. 135-140, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- De JONG, O. and TREAGUST, D. (2002). The Teaching and Learning of Electrochemistry. **In Chemical Education: Towards Research-Based Practice**. Gilbert, J. K., De Jong, O., Justi, R., Treagust, D. F., Van Driel, J. H. (Editors), (317-337). New York: Kluwer Academic Publisher.

- DEMİREL, Ö., SEFEROĞLU, S. ve YAĞCI, E. (2001). **Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme**. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- DEMİRİ, S. and NAJDOSKI, M. (2006). Electrochemical Writing and Printing: Overhead Projector Demonstration. **Chemistry**, 15 (2), 101-108.
- DÍAZ, J. G., ALBARRÁN-GÓMEZ, M., MARTÍN, G. M. A. and CALERO, G. P. A. (2005). Understanding Object-Oriented Software Through Virtual Role-Play. **Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies**.
- DRIVER, R. (1995). **Constructivist Approaches to Science Teaching**. **Constructivism in Education**. Steffe, L. P. and Gale, J. (Editors), (385-400). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- DORMANN, C. and BIDDLE, R. (2006). Humour in Game-Based Learning. **Learning Media and Technology**, 31 (4), 411-424.
- DUIT, R. (1994). The Constructivist View in Science Education: What It Has to Offer and What Should Not Be Expected from It. Proceedings of the International Conference. **“Science and Mathematics for the 21st Century: Towards Innovative Approaches”**, 26/9 - 1/10, Concepción, Chile.
- EBENEZER, J. V. (2001). A Hypermedia Environment to Explore and Negotiate Students' Conceptions: Animation of the Solution Process of Table Salt. **Journal of Science Education and Technology**, 10 (1), 73-92.
- ECKSTEIN, J. (1999). **Incremental Role Play**. In Proceedings of EuroPLoP'98. Coldewey, J. and Dyson, P. (Editors). Munich: Universitaetsverlag Konstanz.
- ERTEPINAR, H., DEMİRCİOĞLU, H., GEBAN, Ö. ve YAVUZ, D. (1998). Benzeşme ve Bilgisayarlı Öğretimin Mol Kavramını Anlamaya Etkisi. **III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildirileri**. K.T.Ü. Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon.
- ERYILMAZ, A. ve TATLI, A. (2000). ODTÜ Öğrencilerinin Mekanik Konusundaki Kavram Yanılgıları. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 18, 93-98.
- FADALI, S. M., ROBINSON, M. and McNICHOLS, K. H. (2000). Teaching Engineering to K-12 Students Using Role Playing Games. Web: <http://www.unr.nevada.edu/~fadali/Papers/FADALI1526.pdf> (URL Erişim Tarihi: 08.12.2006).
- FARIN, S. (1997). Acting Atoms. **Science Scope**, 21 (3), 46-48.
- FISHER, K. M. (1985). A Misconception in Biology: Amino Acids and Translation. **Journal of Research in Science Teaching**, 22(1), 53-62.
- FRALEY, L. F. (2001). Strategic Interdisciplinary Relations Between a Natural Science Community and a Psychology Community. **The Behavior Analyst Today**, 2 (4). 290-306.

- FRANCIS, P. J. and BYRNE, A. P. (1999). Use of Role Playing Exercises in Teaching Undergraduate Astronomy and Physics. **Publication of the Astronomical Society of Australia**, 16, 206-211.
- GABEL, D. (1998). The Complexity of Chemistry and Implications for Teaching. In **International Handbook of Science Education**. Fraser, B. J. and Tobin K., (Editors), (233-248). London: Kluwer Academic Publisher.
- GALL, M. D., GALL, J. P. and BORG, W. R. (1996). **Educational Research: An Introduction**. (6th Edition). New York: Longman.
- GARNETT, P. J., GARNETT, P. 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**, 12(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**, 29(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**, 29(10), 1079-1099.
- GARVIN, W. and STEFANI, L. (1993). Genethics-Genetic Disorder and Diagnosis: A Role-Play Exercise. **Journal of Biological Education**, 27 (1), 51-57.
- GEBAN, Ö., ERTEPINAR, H., YAYLA, N. ve IŞIK, A. (1999). Elektrokimya Konusunda Kavram Yanılgıları. **III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu**. M.E.B. ÖYGM.
- GILBERT, J. K. and WATTS, D. M. (2005). Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: In **Constructing Worlds of Through Science Education: The Selected Works of John K. Gilbert**. (213-245). London; New York: Routledge.
- GREDLER, M. E. (1994). **Designing and Evaluating-Games and Simulations**. Houston: Gulf.
- GRÄBER, W., NENTWIG, P., BECKER, H. J., SUMFLETH, E., PITTON, A., WOLLWEBER, K. and JORDE, D. (2001). Scientific Literacy: From Theory to Practice. In **Research in Science Education - Past, Present and Future**. Behrendt, H., Dahncke, H., Duit, R., Gräber, W., Komorek, M., Kross, A. and Reiska, P. (Editors), (61-70). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- GUHA, S. (2000). Temperature Facts in Fictitious Time. (ERIC Document Reproduction Service No: ED 437 290).
- HAMZA, K. M. and WICKMAN, O. (2008). Describing and Analyzing Learning in Action: An Empirical Study of the Importance of Misconceptions in Learning Science. **Science Education**, 92, 141-164.

- HANDAL, B., HANDAL, P. and HERRINGTON, A. (2003). Training Teachers to Evaluate Educational Tutorial Software: A Model of Intra-School Professional Development. **Electronic Journal for the Integration Technology in Education**, 2 (1).
- HOLMES-LONERGAN, A., H. (2003). Preschool Children's Collaborative Problem-Solving Interaction: The Role of Gender, Pair Type and Task-1. **Sex Roles: A Journal of Research**, 48(11-12), 505-517.
- HONIG, A. S. and MARTIN, P. M. (2009). Research into Practice: Suggestions to Help Sustain Teacher Turn-Taking Talk and Socratic Questions with Low-Income Preschoolers. **National Head Start Association**, 12 (1), 60-65.
- HUDDLE, P. A., WHITE, M. D., and ROGERS, F. (2000). Using a Teaching Model to Correct Known Misconceptions in Electrochemistry. **Journal of Chemical Education**, 77(1), 104-110.
- HYVÖNEN, P. (2007). Teacher's Expectations of Playful Learning Environments (PLEs). In **Proceedings of the 2nd International NBE 2007 Conference: The Power of Media in Education**. Ruokamo, H., Kangas, M., Lehtonen, M. and Kumpulainen, K. (Editors), (165-180). Rovaniemi: University of Lapland Press.
- HYVÖNEN, P. (2008). Teachers' Perceptions of Boys' and Girls' Shared Activities in the School Context: Towards a Theory of Collaborative Play. **Teachers and Teaching: Theory and Practice**, 14, 391-409.
- JACKSON, J. (2009). H₂O and You. **Science Activities**, 46 (1), 3-6.
- JACKSON, P. T. and WALTERS, J. P. (2000). Role-Playing in Analytical Chemistry: The Alumni Speak. **Journal of Chemical Education**, 77(8), 1019-1025.
- JARMAN, R. (2005). Science Learning Through Scouting: An Understudied Context for Informal Science Education. **International Journal of Science Education**, 27(4), 427-450.
- JOYCE, B. and WEIL, M. (1992). **Models of Teaching**. Boston: Allyn and Bacon.
- JUNE, L., CHUN-SHENG, Y. and CHANG, L. (2003). Learning Style, Learning Patterns and Learning Performance in a WebCI-based MIS Course. **Information and Management**, 40(6), 497-507.
- KAPTAN, F. (1999). **Fen Bilgisi Öğretimi**. İstanbul: M.E.B Basımevi.
- KARAKOÇ, Ö. (2003). Kimya Öğretmen Adaylarının Elektrokimya Konularındaki Alan Eğitimi Bilgilerinin Gelişimi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Balıkesir.
- KARASAR, N. (2000). **Bilimsel Araştırma Yöntemi**. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- KAVAK, N. (2004). Lise II. Sınıf Öğrencilerinin Çözünme Konusundaki Kavramsal Başarı ve Algılamalarına, İlgi ve Tutumlarına Yapılandırıcı Öğrenme Yaklaşımına Dayalı Rol

- Oynama Öğretim Yönteminin Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- KAVCAR, C. (1985). Örgün Eğitimde Dramatizasyon. **Eğitim ve Bilim Dergisi**, 10(56), 32-41.
- KETTANURAK, V., RAMAMURTHY, K. and HASEMAN, W. D. (2001). User Attitude as a Mediator of Learning Performance Improvement in an Interactive Multimedia Environment: An Empirical Investigation of the Degree of Interactivity and Learning Styles. **International Journal of Human-Computer Studies**, 54 (4), 541-583.
- KIM, S. and VAN DUSEN, L. M. (1998). The Role of Prior Knowledge and Elaboration in Text Comprehension and Memory: A Comparison of Self-Generated and Text Provided Elaboration. **American Journal of Psychology**, 111 (3), 353-378.
- KOFOED, M. H. (2006). The Hiroshima and Nagasaki Bombs: Role-Play and Students' Interest in Physics. **Physics Education**, 41 (6), 502-507.
- LADOUSSE, G. P. (1989). **Role Play**. Oxford: Oxford University Press.
- LAMBERT, L., WALKER, D., ZIMMERMAN, D. P., COOPER, J. E., LAMBERT, M. D., GARDNER, M. E. and SLACK, P. J. (1995). **The Constructivist Leader**. New York: Teachers College Press.
- LAWSON, A. E. (1993). The Importance of Analogy: A Prelude to the Special Issue. **Journal of Research in Science Teaching**, 30 (10), 1213-1214.
- LAWSON, A. E. and THOMPSON, L. D. (1988). Formal Reasoning Ability and Misconceptions Concerning Genetics and Natural Selection. **Journal of Research in Science Teaching**, 25(9), 733-746.
- LAWSON, A. E. and RENNER, J. W. (1975). Piagetian Theory and Biology Teaching. **American Biology Teacher**, 37(6), 336-343.
- LIN, H. S., YANG, T. C., CHIU, H. L. and CHOU, C. Y. (2002). Students' Difficulties in Learning Electrochemistry. Proceedings of the National Science Council. ROC, Part D: **Mathematics, Science, and Technology Education**, 12 (3), 100-105.
- MANNERS, P. J., RUSS, M. and CARRUTHERS, E. (2006). **Working Reflexively in Learning Disabilities: What Emma Taught Us**. 211-214. London: Blackwell Publishing Ltd.
- MARSHALL, P. L. (1998). Toward Developmental Multicultural Education: Case Study of the Issues Exchange Activity. **Journal of Teacher Education**, 49(1), 57-65.
- McGUFFIN, V. L. (2008). Teaching Research Ethics: It Takes More Than Good Science to Make a Good Scientist. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, 390, 1209-1215.
- McINTOSH, W. L. (1986). The Effect of Imagery Generation on Science Rule Learning. **Journal of Research in Science Teaching**, 23(1), 1-9.
- McSHARRY, G. and JONES, S. (2000). Role-Play in Science Teaching and Learning. **School Science Review**, 82 (298), 73-81.

- MEB. (2005). **Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı ve Kılavuzu**. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB. (2008). **Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Öğretim Programı**. Web: www.ttkb.meb.gov.tr. (URL Erişim tarihi. 22.01.2009).
- MILLS, K. V., HERRICK, R. S., GUILMETTE, L. W., NESTOR, L. P., SHAFER, H. and DITZLER, M. A. (2008). Introducing Undergraduate Students to Electrochemistry: A Two-Week Discovery Chemistry Experiment. **Journal of Chemical Education**, 85(8), 1116-1119.
- NAMLU, A. (1999). **Bilgisayar Destekli İşbirliğine Dayalı Öğrenme**. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Yayınları, No:57.
- NIAZ, M. (2002). Facilitating Conceptual Change in Students' Understanding of Electrochemistry. **International Journal of Science Education**, 24 (4), 425-439.
- NIAZ, M., CHACÓN, E. (2003). A Conceptual Change Teaching Strategy to Facilitate High School Students' Understanding of Electrochemistry. **Journal of Science Education and Technology**, 12(2), 129-134.
- NICHOLS, T. R., GRABER, J. A., BROOKS-GUNN, J. and BOTVIN, G. J. (2006). Ways to Say No: Refusal Skill Strategies Among Urban Adolescents. **American Journal of Health Behavior**, 30 (3), 227-236.
- OGUDE, A. N. and BRADLEY, J. D. (1994). Ionic Conduction and Electrical Neutrality in Operating Electrochemical Cells. **Journal of Chemical Education**, 71(1), 29-35.
- OWENS, R. E. (1988). **Language Development: An Introduction**. Boston: Allyn & Bacon.
- ÖZKAYA, A. R. (2000). Öğretmen Adaylarının Elektrokimyasal Piller ile İlgili Kavram Yanılgıları. **IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi**. 6-8 Eylül 2000. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- ÖZKAYA, A. R., ÜCE, M. ve ŞAHİN, M. (2000). Elektrokimyasal Pillerle İlgili Kavram Yanılgılarının Öğretim Sürecinde Göz Önünde Bulundurulması. **IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi**. 6-8 Eylül 2000. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- ÖZKAYA, A. R., ÜCE, M. and ŞAHİN, M. (2003). Prospective Teachers' Conceptual Understanding of Electrochemistry: Galvanic and Electrolytic Cells. **University Chemical Education**, 7, 1-12.
- ÖZKAYA, A. R., ÜCE, M. SARIÇAYIR, H. and ŞAHİN, M. (2006). Effectiveness of a Conceptual Change-Oriented Teaching Strategy to Improve Students' Understanding of Galvanic Cells. **Journal of Chemical Education**, 83 (11), 1719-1723.
- PHILLIPS, D. C. and SOLTIS, J. F. (1991). **Perspectives on Learning**. (3rd Edition). New York: Teachers College, Columbia University.

- PINARBAŞI, T. and CANPOLAT, N. (2003). Students' Understanding of Solution Chemistry Concepts. **Journal of Chemical Education**, 80 (11), 1328-1332.
- PIAGET, J. (1951). **Play, Dreams and Imitation in Childhood**. New York: Norton and Company Inc.
- POWNER, L. C. and ALLENDOERFER, M. G. (2008). Evaluating Hypotheses about Active Learning. **International Studies Perspectives**, 9, (1), 75-89.
- PRIBYL, J. R. and BODNER, G. M. (1987). Spatial Ability and Its Role in Organic Chemistry: A Study of Four Organic Courses. **Journal of Research in Science Teaching**, 24 (3), 229-241.
- PUNDAY, D. (2005). Creative Accounting: Role-Playing Games, Possible-World Theory, and the Agency of Imagination. **Poetics Today**, 26, (1), 113-139.
- RAISNER, J. A. (1997). Using the 'Ethical Environment' Paradigm to Teach Business Ethics: The Case of the Maquiladoras. **Journal of Business Ethics**, 16, 1331-1346.
- RESNICK, M. and WILENSKY, U. (1998). Diving into Complexity: Developing Probabilistic Decentralized Thinking Through Role-Playing Activities. **The Journal of the Learning Science**, 7(2), 153-172.
- RICHE, R. D. (2000). Strategies for Assisting Students Overcome Their Misconceptions in High School Physics. **Memorial University of Newfoundland Education**. 6390.
- RIZA, E. T. (1990). **Eğitimde Yöntemler Teknolojisi**. İzmir: Karınca Matbaacılık.
- RODRIGUEZ, A. J. (1997). Invited Paper. **The Science Teacher**, 64 (1), 8.
- ROGERS, S. and EVANS, J. (2008). **Inside Role-Play in Early Childhood Education: Researching Young Children's Perspectives**. London and New York: Routledge.
- ROSS, P. M., TRONSON, D. A. and RITCHIE, R. J. (2008). Increasing Conceptual Understanding of Glycolysis and the Krebs Cycle Using Role-Play. **American Biology Teacher**, 70(3), 163-168.
- SABAN, A. (2004). **Öğrenme Öğretme Süreci. Yeni Teori ve Yaklaşımlar**. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- SANGER, M. J. and GREENBOWE, T. J. (1997a). Common Students' Misconceptions in Electrochemistry: Galvanic, Electrolytic, and Concentration Cells. **Journal of Research in Science Teaching** 34 (4), 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**, 74 (7), 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**, 76 (6), 853-860.

- SANGER, M. J. and GREENBOWE, T. J. (2000). Addressing Student Misconceptions Concerning Electron Flow in Aqueous Solutions with Instruction Including Computer Animations and Conceptual Change Strategies. **International Journal of Science Education**, 22 (5), 521-537.
- SCHMIDT, H. J. (1997). Students' Misconceptions-Looking for a Pattern. **Science Education**, 81, 123-135.
- SCHMIDT, H. J., MAROHN, A. and HARRISON, A. G. (2007). Factors That Prevent Learning in Electrochemistry. **Journal of Research in Science Teaching**, 44(2), 258-283.
- SEIPELT, R. L. (2006). Cookie-Ases: Interactive Models for Teaching Genotype-Phenotype Relationships. **American Biology Teacher**, 68 (5), 48-53.
- SEMEMOĞLU, N. (2007). **Gelişim Öğrenme ve Öğretim: Kuramdan Uygulamaya**. (13. Baskı). Ankara: Gönül Yayıncılık ve Matbaacılık.
- SETTERTOBULTE, W. and GASPAR de MATOS, M. (2004). Peers. In **Young People's Health in Context. Health Behaviour in School-Aged Children (HBSC) Study: International Report from 2001/2002 Survey**. Currie, C., Roberts, C., Morgan, A., Smith, R. Settertobulte, W., Samdal, O. and Rasmussen, V. B. (Editors), (34-41). Edinburgh: HBSC.
- SHUKLA, A. K. and KUMAR, T. P. (2008). **Electrochemistry Encyclopedia: Pillars of Modern Electrochemistry: A Brief History**. Central Electrochemical Research Institute Karaikudi, India. Web: <http://electrochem.cwru.edu/ed/encycl/> URL erişim tarihi: 03.12.2008.
- SIMON, L. (2008). "I Wouldn't Choose It, But I Don't Regret Reading It": Scaffolding Students' Engagement with Complex Texts. **Journal of Adolescent and Adult Literacy**, 52 (2), 134-143.
- SIMPSON, W. D. and MAREK, E. A. (1988). Understandings and Misconceptions of Biology Concepts Held by Students Attending Small High Schools and Students Attending Large High Schools. **Journal of Research in Science Teaching**, 25(5), 361-374.
- SMERDON, B. A., BURKAM, D. T. and LEE, V. E. (1999). Access to Constructivist and Didactic Teaching: Who Gets It? Where Is It Practised? **Teachers College Record**, 101 (1), 5-34.
- SOLOMON, J. (1993). Games, Simulations, and Role-Play. **Teaching Science Technology and Society**. (57-65). Buckingham: Open University Press.
- SOLOMON, J., DUVEEN, J., SCOT, L. and McCHARTY, S. (1992). Teaching about the Nature of Science Through History: Action Research in the Classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, 29(4), 409-421.

- STICE, J. E. (1987). Using Kolb's Learning Cycle to Improve Student Learning. **Engineering Education**, 77(5), 291-296.
- ŞAHİN, T. Y. ve YILDIRIM, S. (1999). **Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme**. Ankara: Anı Yayıncılık.
- TANDOĞAN, M. ve AKKOYUNLU, B. (1998). **Çağdaş Eğitimde Yeni Teknolojiler**. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları, No. 564.
- TAYLOR, C. A. (1987). **Science Education and Information Transfer**. Oxford: Pergamon Press.
- TEICHERT, M. A. and STACY, A. M. (2002). Promoting Understanding of Chemical Bonding and Spontaneity Through Student Explanation and Integration of Ideas. **Journal of Research in Science Teaching**, 39 (6), 464-496.
- TOLAN, J. and LENDRUM, S. (2001). **Role Play in Counselling Training**. London: Routledge.
- TREAGUST, D., DUIT, R. and NIESWANDT, M. (2000). Sources of Students' Difficulties in Learning Chemistry. **Educación Química**, 11 (2), 228-235.
- TSAI, C. C. (1999). Overcoming Junior High School Students' Misconceptions about Microscopic Views of Phase Change: A Study of an Analogy Activity. **Journal of Science Education and Technology**, 8 (1), 83-91.
- TYAS, T. and CABOT, J. (1999). A Role-Play to Illustrate the Energy Changes Occurring in an Exothermic Reaction. **School Science Review**, 80 (293), 113-114.
- UŞUN, S. (2000). **Dünyada ve Türkiye'de Bilgisayar Destekli Eğitim**. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- VOSNIADOU, S. (2001). Conceptual Change Research and the Teaching of Science. In **Research in Science Education-Past, Present, and Future**. Behrendt, H., Dahncke, H., Duit, R., Graber, W., Komorek, M., Kross, A. and Reiska, P. (Editors.), (177-188). New York: Kluwer Academic Press.
- VURAL, M. (2003). **İlköğretim Programları**. Erzurum: Yakutiye Yayıncılık.
- WALTERS, J. P. (1991a). Role-Playing Analytical Chemistry Laboratories: Structural and Pedagogical Ideas. **Analytical Chemistry**, 63 (20), 977-985.
- WALTERS, J. P. (1991b). Role-Playing Analytical Chemistry Laboratories: Physical Resources. **Analytical Chemistry**, 63 (22), 1077-1087.
- WALTERS, J. P. (1991c). Role-Playing Analytical Chemistry Laboratories: Experiment Objectives and Design. **Analytical Chemistry**, 63 (24), 1179-1191.
- WARREN, M. D. (1997). DNA Dynamics. **The Science Teacher**, 64 (9), 37-39.

- WEISSMAN, D. E., AMBUEL, B. and HALLENBECK, J. (2004). **Improving End-of-Life Care a Resource Guide for Physician Education**. (3rd Edition). Wisconsin: Medical College of Wisconsin.
- WELBORN, J. (2004). The Octet Rules: A Dating Game for Atoms. **Science Scope**, 27(8), 34-37.
- WESSEL, W. (1999). **Knowledge Construction in High School Physics: A Study of Student Teacher Interaction**. Saskatchewan School Trustees Association.
- WEST, A. C. (1986). Electrochemical Cell Conventions in General Chemistry. **Journal of Chemical Education**, 63 (7), 609-610.
- WHISNANT, D. M. (1992). A Role-Playing Exercise Using a Computer Simulation. **Journal of Chemical Education**, 69 (1), 42-43.
- WILBERT, G. and LORRAINE, S. (1993). Genethics-Genetic Disorder and Diagnosis: A Role-Play Exercise. **Journal of Biological Education**, 27 (1), 51-61.
- WILLIAMS, P. (2001). Preschool Routines, Peer Learning and Participation. **Scandinavian Journal of Educational Research**, 45 (4), 317-338.
- YAĞBASAN, R., GÜNEŞ, B., ÖZDEMİR, İ. E., TEMİZ, B. K., GÜLÇİÇEK, Ç., KANLI, U., ÜNSAL, Y. ve TUNÇ, T. (2005). **Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu (Fizik)**. Ankara: Gazi Kitabevi.
- YALIN, H. İ. (2001). **Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme**. Ankara: Nobel Yayınları.
- YANG, E. M., GREENBOWE, T. J. and ANDRE, T. (2004). The Effective Use of an Interactive Software Program to Reduce Students' Misconceptions about Batteries. **Journal of Chemical Education**, 81 (4), 587-595.
- YANPAR S. ve YILDIRIM, S. (1999). **Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme**. Ankara: Anı Yayıncılık.
- YARDLEY-MATWIEJCZUK, K. M. (1997). **Role-Play-Theory and Practice**. London: Sage Publications.
- YILMAZ, A., ERDEM, E. ve MORGİL, İ. (2002). Öğrencilerin Elektrokimya Konusundaki Kavram Yanılgıları. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 23, 234-242.
- YÖK/Dünya Bankası. (1997). **Fizik Öğretimi**. Millî Eğitimi Geliştirme Projesi.
- YÜRÜK, N., ÇAKIR, Ö. S., ve GEBAN, Ö. (2000). Kavramsal Değişim Yaklaşımının Oksijenli ve Oksijensiz Solunum Konusunda Lise Öğrencilerinin Biyoloji Dersine Karşı Tutumlarına Etkisi. **IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Bildiri ve Poster Özetleri**. (5).

EK-1

DERS PLANLARI ve ROL OYNAMA SENARYOLARI

DERS PLANI-1

(1 No'lu Deneysel Grup Ders Planı)

Ders: Genel Kimya II

Konu: Elektriksel İletkenlik

Sınıf: 1

Süre: 40 dakika

Öğretim Yöntemi: Bilgisayar Destekli 5 E Öğretim Yöntemi

1. GÜDÜLEME

İlk basamak güdüleme basamağıdır. Bu basamakta, öğrencilerin derse ilgisini çekmek, ön bilgilerini harekete geçirmek ve derse güdülemek için öğretim elemanınca aşağıdakilere benzer sorular sorulur.

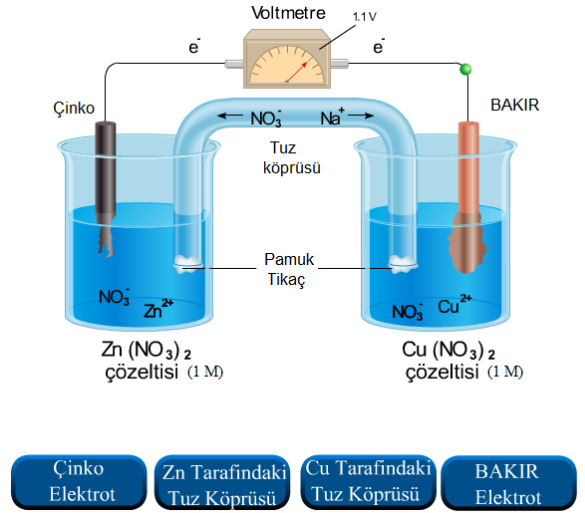
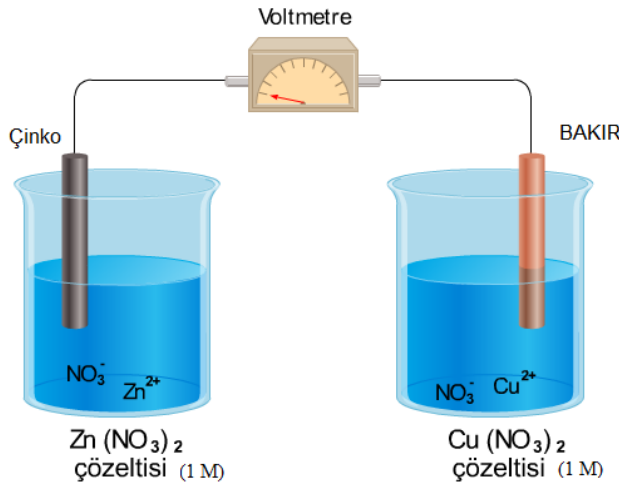
- İletkenlik ne demektir?
- Fizik dersinden hatırladığınız kadarıyla elektrik nasıl iletilir?
- Elektriğin iletilmesi ne demektir?
- Bir metal kablo boyunca bir elektron bir yerden bir yere taşınır mı? Eğer öyleyse bu olay nasıl gerçekleşiyor olabilir?
- Elektronlar, metal kabloda bir yerden bir yere gitseydi elektrik santrallerinde üretilen elektriğin aktarımında kullanılan metal kabloları oluşturan atomlarda elektron kalır mıydı?

2. KEŞFETME

Bu basamakta kullanılmak üzere önceden araştırmacı tarafından, öğrencilerin öğrenmelerine etkisini araştırmak amacıyla bilgisayar simülasyonu hazırlanmıştır. Simülasyonun genel görünümü Şekil 1'de verilmiştir. Bu simülasyon $Zn(NO_3)_2$ çözeltisi (1 M), $Cu(NO_3)_2$ çözeltisi (1 M), Zn elektrot, Cu elektrot, $NaNO_3$ çözeltisi (tuz köprüsü için), pamuk tıkaç, voltmetre, iki adet beher ve 1 U borusundan ibaret olup 4 adet kutucuktan oluşturulmuştur (Şekil 2).

Bahsi geçen bu kutucuklar sırayla;

- Çinko Elektrot,
- Çinko tarafındaki tuz köprüsü,
- Cu tarafındaki tuz köprüsü ve
- Bakır elektrottur.



Şekil 1. Simülasyonun genel görünümü.

Şekil 2. Simülasyonun bileşenleri.

Bilgisayar simülasyonuna geçmeden önce öğrenciler, bu bilgisayar simülasyonunda ne gibi olaylar olmasını bekledikleri konusunda tartışmaları sağlanır. Daha sonra simülasyondaki voltmetrede okunan voltaja dikkat çekilerek voltmetredeki değişimin neden kaynaklandığı tartışılır. Ayrıca iletken kablo üzerinde hareket eden elektron simülasyonuna dikkat çekilerek “1 tane elektron mu kablo boyunca hareket eder; yoksa elektronlar birbirlerine enerjilerini mi aktarırlar?” sorusuna odaklanılır.

Öğrenciler küçük gruplar hâlinde sorulara cevap bulmaya çalışırlar.

3. Açıklama

Öğrencilerin küçük gruplar hâlinde cevap bulmaya çalıştığı sorular sınıfta tekrar tartışmaya açılır. Öğretim elemanı metalik bağın elektron denizi modelini hatırlatarak metallerde elektrik enerjisi iletiminin elektronlar aracılığıyla olduğunu, ancak elektronların kablo içinde borudan suyun akması gibi akmadığını ifade eder. Gerilim ve elektrik akımı kavramları ilişkilendirilerek elektrik enerjisinin iletimi elim sende

oyununa benzetilir. Bu benzetmeden hareketle elektrik enerjisinin elektrondan elektrona aktarılarak iletiildiği vurgulanır.

4. Derinleştirme

Öğrencilerin derste öğrendikleri bilgilerin verimli olduğunu göstermek için beyin fırtınası tekniğine uygun olarak aşağıdaki sorular sınıfta tartışılır.

Elektrik santrallerinde üretilen elektrik enerjisi evlerimize nasıl ulaştırılır?

Keban'daki elektrik santrali yıllar önce kurulmuştur. Elektrik kablolarında elektronlar su borusunda suyun akması gibi akmış olsaydı günümüze kadar Keban'daki kablolarda elektron kalır mıydı?

Su borusunda suyun akması gibi elektronlar kablo içinde aksaydı nerede birikirdi?

5. Değerlendirme

Değerlendirme basamağında öğrencilere “Metallerde atomlar neden bir arada bulunur?”, “Elektrik enerjisinin oluşmasının sebebi nedir?”, “Elektrik enerjisi metallerde nasıl iletilir?” gibi çeşitli sorular yöneltilerek konuyu anlayıp anlamadıkları belirlenmeye çalışılır.

DERS PLANI-2

(1 No'lu Deneysel Grup Ders Planı)

Ders: Genel Kimya II

Konu: Galvanik Hücre

Sınıf: 1

Süre: 80 dakika

Öğretim Yöntemi: Bilgisayar Destekli 5 E Öğretim Yöntemi

1. Güdüleme

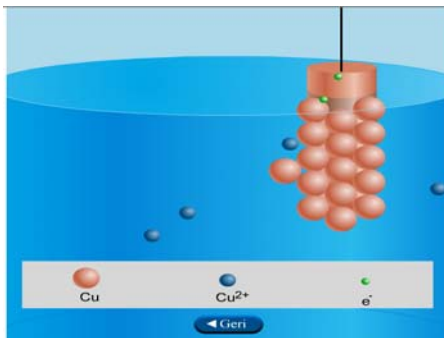
Bu basamakta, öğrencilerin derse ilgisini çekmek, ön bilgilerini harekete geçirmek ve derse güdülemek için öğretim elemanınca aşağıdakilere benzer sorular sorulur.

- Bir atomun elektron kaybetmesi veya kazanması ne demektir?
- İyon, katyon, anyon kavramları zihninizde neler çağrıştırıyor?
- Çözünürlüğü tanımlayınız. Doymuş, aşırı doymuş ve doymamış çözelti ne demektir?
- Elektrolit madde ve elektrolit olmayan madde ne demektir?
- Yükseltgenme basamağı nedir?
- Bir metalin aktif olması ne anlama gelir?
- Yükseltgenme ve indirgenme ne demektir?
- Bir metalin bir başka metalden daha aktif olması ile yükseltgenme indirgenme arasında nasıl bir ilişki vardır?

2. Keşfetme

Keşfetme basamağında 1 Nu.'lu ders planında uygulanan simülasyon kullanılmıştır.

Bilgisayar simülasyonundaki ilk kutucuğa basılarak öğrencilerden olan olayları gözlemlemeleri istenir. Çinko elektrottaki atomların sembolize edildiği bu kutucukta öğrenciler, elektronların iletken tel aracılığıyla akım sağladığını ve Zn elektrottaki Zn atomlarının yükseltgenerek, Zn^{2+} iyonları hâlinde çözeltilmeye geçtiklerine dikkatleri çekilir.



Şekil 3'te gösterilen dördüncü kutucuk olan bakır elektroda geçmeden önce öğrencilerden neler gözlemleyeceklerini tahmin etmeleri istenir. Daha sonra simülasyondaki ilgili butona basılarak bakır elektrotta gerçekleşen olaylar izletilir.

Şekil 3. Bakır elektrot kutucuğuna basıldığında görünüm.

Küçük gruplar hâlinde oturan öğrencilerden izledikleri simülasyonları açıklamaları ve reaksiyonları yazmaları istenir.

3. Açıklama

Küçük gruplar hâlinde çalışan öğrencilerin simülasyonla ilgili açıklamalarını sınıfta sunmaları istenir. Öğretim elemanı yükseltgenme-indirgenme reaksiyonlarını hatırlatarak yarı hücre kavramını açıklar. Standart yarı hücre potansiyeli ve galvanik hücre kavramları tanıtılarak pil potansiyelinin nasıl hesaplanacağı belirtilir.

Simülasyon açılarak çinko çubuğun $ZnSO_4$ çözeltisine, bakır çubuğun ise $CuSO_4$ çözeltisine daldırıldığı gösterilir. Pil sisteminin, ayrı bölmelerde Zn metalinin Zn^{2+} ya yükseltgenmesi ve Cu^{2+} iyonunun Cu metaline indirgenmesinin karşılıklı olarak aynı anda yürümesiyle çalıştığı belirtilerek Zn elektrottan Cu elektrota doğru dış devredeki telden elektrik enerjisinin iletimine dikkat çekilir. Galvanik hücredeki anodun yükseltgenmenin, katodun ise indirgenmenin olduğu elektrot olduğu söylenir. Aşağıdaki indirgenme ve yükseltgenme tepkimeleri tahtaya yazılır.



Yarı hücre tepkimelerinden pil tepkimesi yazılarak her iki çözeltinin ayrı bölmelerle birbirinden ayrılmaması durumunda Cu^{2+} iyonlarının çinko çubukla doğrudan tepkimeye girecekleri ve bu durumda kullanılabilir bir elektriğin elde edilemeyeceği belirtilir.

Anot ve katot arasındaki elektriksel potansiyel farkın deneysel olarak voltmetre ile ölçüldüğü, bu niceliğin biriminin volt olarak ifade edildiği ve bu potansiyelin pil gerilimi olarak adlandırıldığı vurgulanır. Pil geriliminin yarı hücre standart elektrot potansiyelleri kullanılarak hesaplandığı belirtilir. Standart yarı hücre elektrot potansiyellerinin ise hidrojen elektrota göre belirlendiği, hidrojen elektrotun standart elektrot potansiyelinin 0,00 V olarak kabul edildiği belirtilir.

4. Derinleştirme

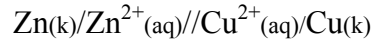
Bu basamakta öğrencilerin derste öğrendiklerini günlük yaşamla ilişkilendirebilmelerini sağlamak için çinko-bakır pillerinden hangi amaçlarla yararlanılabileceği, evlerde, okullarda vb. kullanılıp kullanılmayacağı gibi konular

tartışmaya açılır. Daha sonra el fenerlerinde, radyolarda hangi pillerin kullanılabilceği, kalp pili, ısıtma cihazı, saat pili ve ışık ölçer pili olarak kullanılan pillerin hangi piller olduğu tartışılır. Ayrıca özellikle uzay teknolojisinde kullanılan yakıt pillerinden başka nerelerde yararlanılabileceği bilimsel gelişme-teknoloji-maliyet ekseninde tartışılır.

5. Değerlendirme

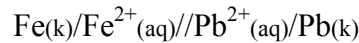
Değerlendirme basamağında, öğretim elemanı aşağıdaki soruları sorar.

- Çinko elektrotun standart potansiyeli -0,76 V ve



hücresinin standart potansiyeli 1,10 V'tur. Buna göre bakır elektrotun standart potansiyeli nedir?

- Fe^{2+} , Fe elektrotun standart potansiyeli -0,44 V ve



hücresinin standart potansiyeli 0,31 V'tur. Kurşun elektrotun standart potansiyeli nedir?

- Aşağıdaki açıklamaları tamamlayınız:
 - Galvanik hücrede yükseltgenme da oluşur (anot, katot).
 - Katot elektrottur (pozitif, negatif).
 - Galvanik hücrede anyonlara (anot, katot) doğru göç eder ve elektronlar dış devrede (anot, katot)tan(anot, katot)a doğru akarlar.

DERS PLANI-3

(1 No'lu Deneysel Grup Ders Planı)

Ders: Genel Kimya II

Konu: Tuz Köprüsünün İşlevi

Sınıf: 1

Süre: 40 dakika

Öğretim Yöntemi: Bilgisayar Destekli 5 E Öğretim Yöntemi

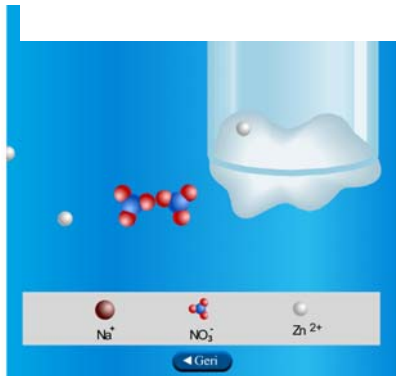
1. Güdüleme

Bu basamakta, öğrencilerin derse ilgisini çekmek, ön bilgilerini harekete geçirmek ve derse güdülemek için öğretim elemanınca aşağıdakilere benzer sorular sorulur.

- Bildiğiniz tuzları kimyasal formülleri ile birlikte söyleyiniz.
- Tuz ne demektir ve nasıl oluşur?
- Galvanik pilde kullanılan tuz köprüsünün işlevi hakkında neler söyleyebilirsiniz?
- Tuz köprüsünde kullanılmak üzere tercih edilen tuz çözeltilerinin özelliğinin ne olmasını beklersiniz?

2. Keşfetme

Öğrencilerden küçük gruplar oluşturmaları istenerek 1 Nu.'lu ders planında uygulanan simülasyon çalıştırılır.



Şekil 4. Zn tarafındaki tuz köprüsü kutucuğuna basıldığında görünüm.

Simülasyondaki tuz köprüsüne dikkat çekilerek öğrencilerden tuz köprüsünde hangi olayların olacağını tahmin etmeleri istenir. Simülasyondaki ilgili butonlara basılarak öğrencilere tuz köprüsündeki iyon hareketleri izlettirilir (Şekil 4). Gruplardaki öğrencilerden tahminleri ile gözlemlerini karşılaştırmaları ve tuz köprüsünün işlevini tartışmaları istenir.

3. Açıklama

Küçük gruplar hâlinde tartışılan tuz köprüsünün işlevi bütün sınıfa açıklanmaya çalışılır. Öğretim elemanı elektronötralite kavramını hatırlatarak tuz köprüsünden elektronların geçmediğini, tuz köprüsünün elektronötraliteyi sağlamak amacıyla kullanıldığını vurgular. Simülasyon tekrar gösterilerek galvanik hücrelerde elektronötralitenin nasıl sağlandığı açıklanır.

4. Derinleştirme

Öğrencilerin derste öğrendiklerini günlük yaşamla ilişkilendirebilmeleri için kuru pillerde nasıl bir tuz köprüsü kullanıldığını araştırmaları istenir.

5. Değerlendirme

Değerlendirme basamağında ise öğrencilere aşağıdaki sorular yöneltilerek konuyu anlayıp anlamadıkları anlaşılmalı çalışılır.

- Galvanik hücrelerde tuz köprüsü hangi amaçla kullanılır?
- Galvanik hücrelerde çözelti içinde elektronlar serbest olarak hareket eder mi? Açıklayınız.
- Tuz köprüsü olmasaydı galvanik hücrelerden elektrik enerjisi elde edilebilir miydi? Cevabınızın sebebini açıklayınız.

DERS PLANI-4

(1 No'lu Deneysel Grup Ders Planı)

Ders: Genel Kimya II

Konu: Galvanik Hücrelere Derişim Etkisi

Sınıf: 1

Süre: 80 dakika

Öğretim Yöntemi: Bilgisayar Destekli 5 E Öğretim Yöntemi

1. Güdüleme

Bu basamakta, öğrencilerin derse ilgisini çekmek, ön bilgilerini harekete geçirmek ve derse güdülemek için öğretim elemanınca aşağıdakilere benzer sorular sorulur.

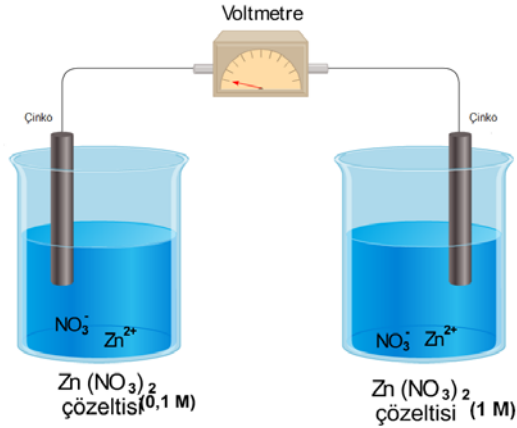
- Standart pil gerilimini hangi parametrelerin deęiřtirebileceęini dūřünüyorsunuz? Neden?
- Anotta olan Zn elektrot ve derişimi 1 M $ZnSO_4$ çöztisi; katotta yine Zn elektrot ve derişimi 1 M olan $ZnSO_4$ çöztisi ile bir galvanik hücre oluşturulursa standart pil geriliminin değerinin ne olmasını beklersiniz? Neden?
- Le Chatelier ilkesini açıklayınız.
- Le Chatelier ilkesine göre derişimlerin değişmesi kimyasal dengeyi nasıl etkiler?
- 0,1 M $ZnSO_4$ çöztisi, Zn elektrot ve 1 M'lık $ZnSO_4$ çöztisi ile bir galvanik hücre oluşturmak isterseniz hangi çöztiyi anot, hangisini katot olarak kullardınız? Neden?

2. Keşfetme

Bu basamakta kullanılmak üzere önceden araştırmacı tarafından, öğrencilerin öğrenmelerine etkisini araştırmak amacıyla bilgisayar simülasyonu hazırlanmıştır. Bu simülasyon $Zn(NO_3)_2$ çöztisi (1 M), $Zn(NO_3)_2$ çöztisi (0,1 M), Zn elektrot, $NaNO_3$ çöztisi (tuz köprüsü için), pamuk tıkaç, voltmetre, iki adet beher ve 1 U borusundan ibaret olup 4 adet kutucuktan oluşturulmuştur.

Bahsi geçen bu kutucuklar sırayla;

- Çinko Elektrot (anot),
- Anot tarafındaki tuz köprüsü,
- Katot tarafındaki tuz köprüsü ve
- Çinko elektrottur (katot).



Şekil 5. Derişim hücresinin genel görünümü

Öğrenciler küçük gruplara ayrılarak bilgisayar simülasyonun resmi öğrencilere gösterilir (Şekil 5). Öğrencilerden gösterilen resimdeki elektrokimyasal hücrenin çalışıp çalışmayacağını tahmin etmeleri istenir.

Simülasyon çalıştırılarak derişim pillerinin nasıl çalıştığı izlettirilir. Öğrencilerden tahminleri ile gözlemlerini karşılaştırmaları ve olan olayları açıklamaları istenir.

3. Açıklama

Küçük gruplar hâlinde çalışan öğrencilerin açıklamaları bütün sınıfta tartışılır. Galvanik hücre hatırlatılarak derişim pilleri tanıtılır. Derişim pillerinde anot ve katodun nasıl belirlenebileceği sorularak tartışmaya açılır. Simülasyon öğrencilere tekrar izlettirilerek çözelti derişiminin büyük olduğu yarı hücrenin katot diğerinin ise anot olduğu belirtilir. Pil potansiyellerinin derişime bağlı olduğuna vurgu yapılarak Nernst eşitliği tahtaya yazılır.

4. Derinleştirme

Öğrencilerin derste öğrendikleri bilgilerin faydalı olduğunu göstermek için beyin fırtınası tekniğine uygun olarak aşağıdaki sorular sınıfta tartışılır.

- Uzun ömürlü bir derişim pili nasıl tasarlanabilir?

- Buharlaştırma ve yoğuşma kullanılarak derişim pili nasıl uzun ömürlü hale getirilebilir?
- Farklı galvanik hücreler için Nernst eşitliğinin uygulamalarına yönelik problemler çözülür.

5. Değerlendirme

Değerlendirme basamağında ise öğrencilere aşağıdaki sorular yöneltilerek konuyu anlayıp anlamadıkları anlaşılmaya çalışılır.

- Zn^{2+} iyonları derişiminin $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ ve Cu^{2+} iyonlarınınkinin $0,0010 \text{ mol.L}^{-1}$ olan hücrenin $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 'daki potansiyelini hesaplayınız.
- $Zn/Zn^{2+} (1,50 \text{ mol.L}^{-1})//Fe^{2+} (0,10 \text{ mol.L}^{-1})/Fe$ galvanik hücresinin potansiyelini hesaplayınız.

DERS PLANI-5

(1 No'lu Deneysel Grup Ders Planı)

Ders: Genel Kimya II

Konu: Elektroliz

Sınıf: 1

Süre: 80 dakika

Öğretim Yöntemi: Bilgisayar Destekli 5 E Öğretim Yöntemi

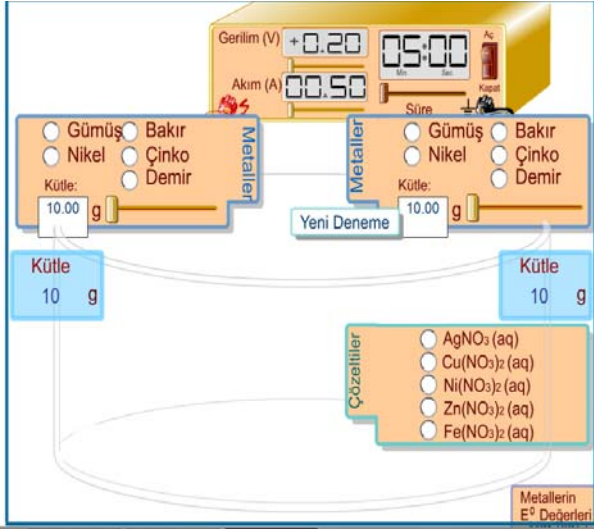
1. Güdüleme

Bu basamakta, öğrencilerin derse ilgisini çekmek, ön bilgilerini harekete geçirmek ve derse güdülemek için öğretim elemanınca aşağıdakilere benzer sorular sorulur.

- Galvanik hücre nedir? Çalışma ilkeleri nelerdir?
- $E^\circ_{\text{pil}} < 0$ olduğu durumlar için elektrokimyasal pil yapılabilir mi? Yapılırsa nasıl yapılacağını, yapılmaz ise neden yapılamayacağını düşünüyorsunuz?

- Elektroliz kavramı zihninizde neler çağırıyor?

2. Keşfetme

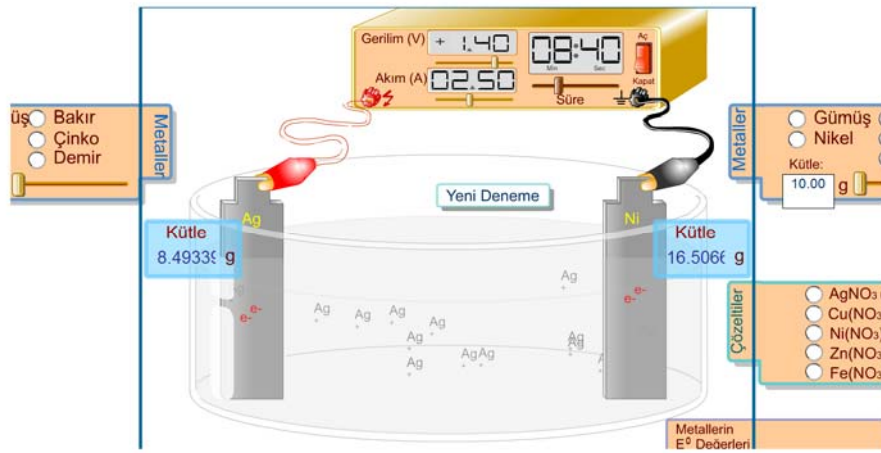


Şekil 6. Elektroliz simülasyonundan genel görünüm

Küçük gruplara ayrılan öğrencilerden pillerin nasıl şarj edildiğini, piller şarj edilirken hangi olayların olmuş olabileceğini tartışmaları istenir.

Bilgisayar simülasyonuna geçmeden önce öğrencilerden, elektroliz kavramına ilişkin bu bilgisayar simülasyonunda ne gibi olaylar olmasını bekledikleri konusunda tartışmaları sağlanır. Metallerin E^0 değerlerine dikkat çekilerek anot ve katotta kullanılacak elektrotlar seçilir (Şekil 6). Sisteme bir güç kaynağının neden bağlanmış olabileceği konusu tartışmaya

açılır. Daha sonra galvanik hücre ile elektrolitik hücre arasındaki farkın ne olduğu tartışmaya açılarak simülasyon öğrencilere izletilir (Şekil 7).



Şekil 7. Simülasyondan elektroliz örneği.

Çeşitli denemeler yapıldıktan sonra sistemin bir süre sonra neden durduğu konusu tartışmaya açılır.

3. Açıklama

Küçük gruplar hâlinde çalışan öğrencilerin simülasyondan çıkardıkları sonuçları sınıfta diğer arkadaşlarına sunmaları sağlanır. Elektrolizin elektrik akımını kullanarak bir reaksiyonu kendiliğinden oluşmayan yönde yürütme işlemi olduğu, elektrolitik hücrenin de kendiliğinden oluşmayan kimyasal reaksiyonu yürütmek için, dış kaynaktan bir elektrik akımının kullanıldığı elektrokimyasal hücre olduğu belirtilir. Elektrolitik hücrelerin galvanik hücrelerden farklı olarak yapıldığı vurgusundan sonra özellikle iki elektrotun çoğunlukla aynı bölmede olduğu, sadece bir elektrolitin bulunduğu, derişimlerin ve basınçların standart hâllerde olmadığı söylenir.

Elektrolizde kendiliğinden oluşmayan bir reaksiyonu yürütmek için, dış kaynak, kendiliğinden oluşan ters reaksiyonun oluşturacağı potansiyelden daha büyük bir potansiyel sağlaması gerektiği buna da aşırı gerilim dendiği belirtilir. Bir elektrolitik hücreye uygulanan potansiyelin, en azından geri döndürülen hücre reaksiyonunun potansiyeli kadar büyük olması gerektiği söylendikten sonra eğer çözeltide birden fazla indirgenebilen tür varsa, indirgenme potansiyeli büyük olan türün öncelikle indirgeneceği, aynı şeyin yükseltgenme için de geçerli olduğu vurgulanır.

Elektrolizden endüstriyel olarak alüminyum ve magnezyum üretmekte, metalleri tuzlarından ekstrakte etmekte, klor, flor ve sodyum hidroksit hazırlamakta, bakırı saflaştırmakta ve elektrokaplamalarda yararlanıldığından bahsedilir.

4. Derinleştirme

Öğrencilerin derste öğrendiklerini günlük yaşamla ilişkilendirebilmelerini sağlamak amacıyla korozyonun ne olduğu, açık havada bekletilen demirin bir süre sonra neden paslanmaya başladığı, bu olayın elektroliz ile bir ilgisinin olup olamayacağı ve ayrıca bakır metalinin saflaştırılmasının nasıl yapılacağı konuları tartışmaya açılır.

5. Değerlendirme

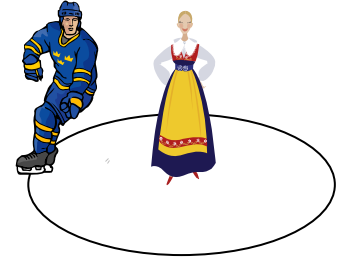
Değerlendirme basamağında ise öğrencilere aşağıdaki sorular yöneltilerek konuyu anlayıp anlamadıkları anlaşılmaya çalışılır.

- Cep telefonu pillerini şarj etmek için neden elektrik enerjisinden faydalanılır?
- Galvanik hücre ile elektroliz hücresi arasındaki farkları açıklayınız.
- Herhangi bir metali altın ile kaplamak için nasıl bir elektroliz hücresi hazırlarsınız. Şekil çizerek açıklayınız.

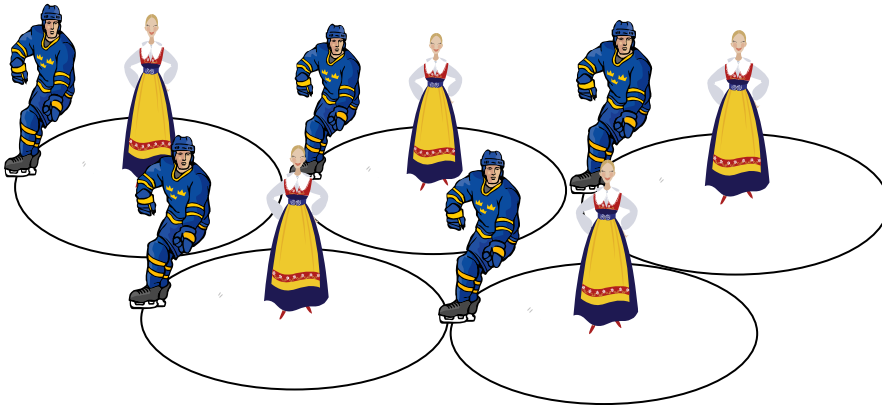
ROL OYNAMA SENARYOLARI

Senaryo 1: Metalik iletkenlerde elektrik enerjisinin iletimi

Tahtaya eşit sayıda kız ve erkek öğrenci kaldırılır. Kız öğrencinin sabit dururken bir erkek öğrencinin yandaki şekilde olduğu gibi kız etrafında dolanması istenir (Şekil 1). Bu rol oynama etkinliğinde bir tek atomun canlandırıldığına vurgu yapılarak kız ve erkek öğrencinin hangi atom altı tanecikleri temsil ettiği tartışılır. Benzer şekilde diğer kız ve erkek öğrencilerin metallerdeki atomları canlandıracak şekilde hareket etmeleri söylenir (Şekil 2).



Şekil 1. Tek metal atomunun canlandırılması

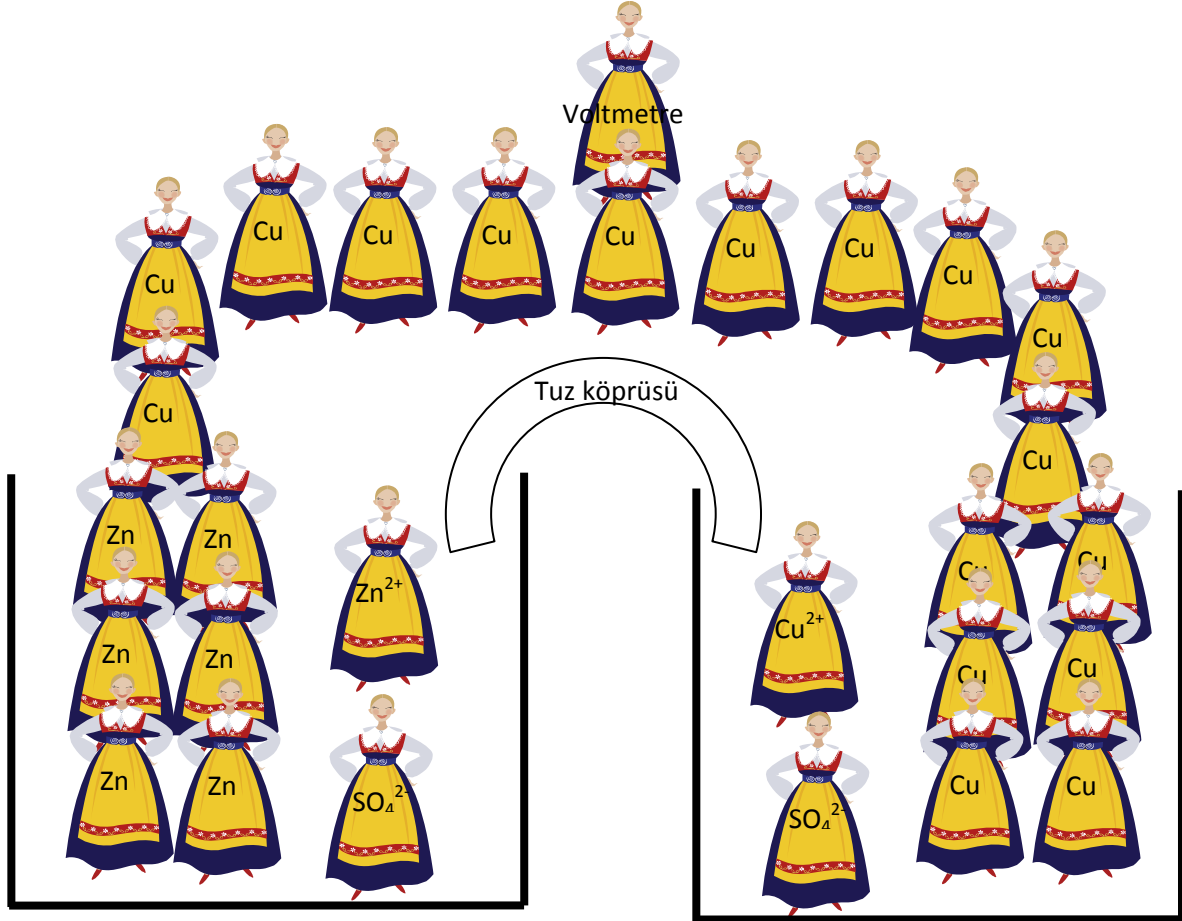


Şekil 2. Metal atomlarının canlandırılması

Bu canlandırma sırasında erkek öğrencilerin birbirini sevmedikleri vurgulanarak yan yana gelmeyecek şekilde eş zamanlı hareket etmeleri gerektiği söylenir. Bu sırada öğretim elemanı baştaki erkek öğrenciyi iterek bu eş zamanlı hareketin sekteye uğramasına neden olur. İtme hareketi elim sende oyununa benzetilerek hareket, diğer erkek öğrencilere aktarılır.

Senaryo 2: Galvanik Hücre

A4 kâğıtları ikiye bölünerek bazılarında Cu, bazılarında Zn, bazılarında Cu^{2+} , bazılarında SO_4^{2-} , bazılarında Zn^{2+} ve bir tanesinde de voltmetre yazılır. Bu kâğıtlar birer toplu iğne ile birlikte öğrencilere dağıtılır. Öğrencilerden bu kâğıtları elbiselerine tutturmaları istenir. Sınıfın ortasında yere iki büyük beher ve bunları birbirine bağlayan tuz köprüsü şekli çizilerek öğrencilerin Şekil 1 deki gibi sıralanmaları istenir.

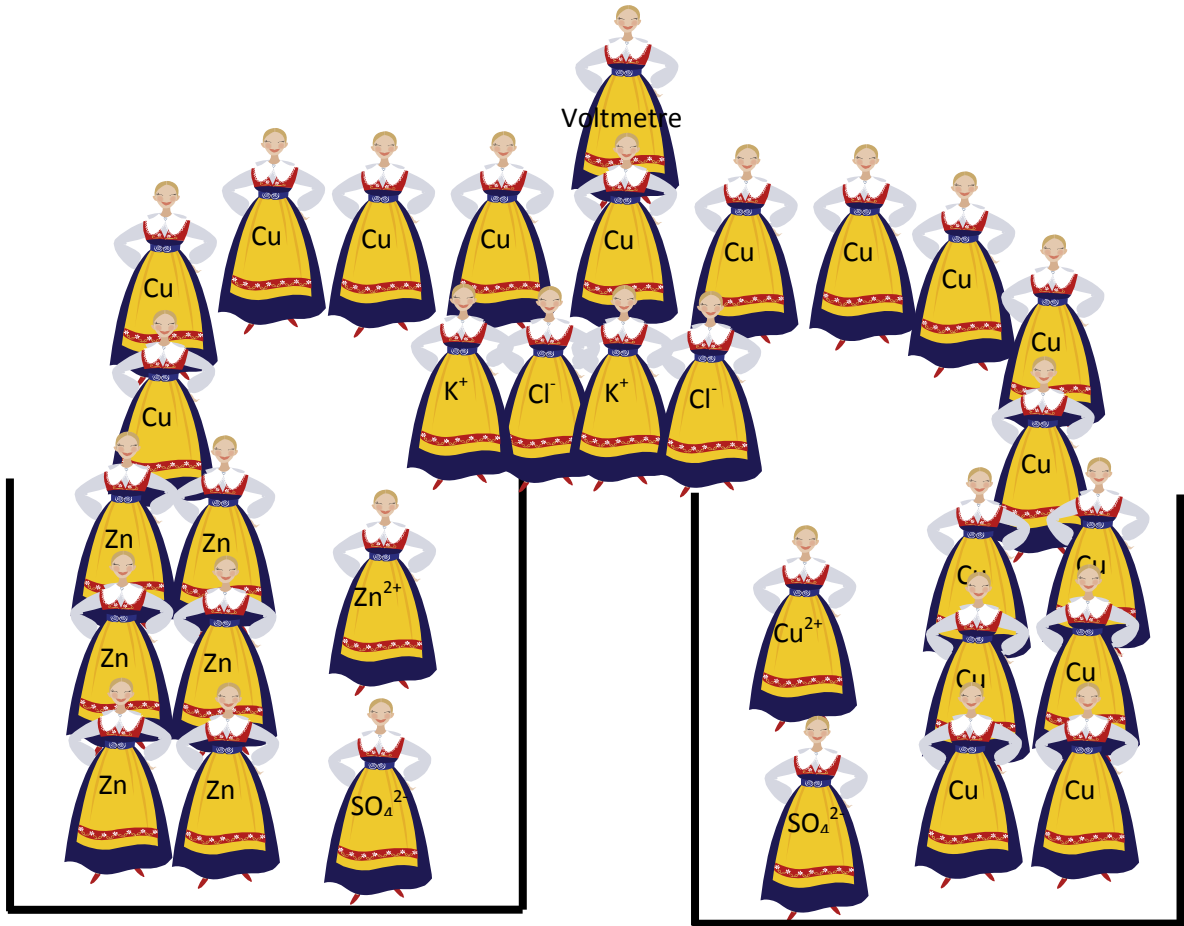


Şekil 1. Galvanik hücrenin canlandırılması

Cu ve Zn metallerinin standart yükseltgenme potansiyelleri tahtaya yazılarak hangi metalin yükseltgeneceği tartışılır. Bu tartışma sonucunda Zn'nin yükseltgenmesi gerektiği sonucuna ulaşılar. Çinko metalini canlandıran öğrencilerden biri iki elektron verdiğini ifade ederek taşıdığı kâğıdı Zn^{2+} olarak değiştirmesi ve çözelti ortamına geçmesi sağlanır. Bu esnada iletken bakır teli canlandıran öğrenciler elim sende oynamaya başlarlar. Voltmetreyi canlandıran öğrenci standart yükseltgenme potansiyellerini dikkate alarak kaç voltluk bir gerilim olduğunu sözlü olarak ifade eder. Elim sende oyunu bakır elektroda ulaştığında çözelti ortamındaki Cu^{2+} etiketi taşıyan öğrencilerden biri elektroda çarpar. İki elektron aldığını ifade eden öğrenci etiketini Cu olarak değiştirir ve Cu etiketli öğrencilerin yanında durmaya başlar.

Senaryo 3: Tuz köprüsünün fonksiyonu

Öğrencilerden Senaryo 2'deki galvanik hücreyi tekrar canlandırmaları istenir. Bu canlandırma sırasında tuz köprüsünün fonksiyonunun ne olabileceği tartışmaya açılır. Bu tartışma sonunda tuz köprüsünde genelde KCl çözeltisinin olduğu ifade edilerek K^+ ve Cl^- iyonlarını temsil edecek dört öğrenci tahtaya kaldırılır. Bu öğrenciler A4 kâğıdına yazılmış K^+ ve Cl^- yazılarını elbiselerine toplu iğne ile tutturarak iki beher arasında beklemeye başlar (Şekil 1).



Şekil 1. Galvanik hücrenin canlandırılması

Galvanik hücrede yükseltgenme-indirgenme olayı canlandırılmaya başladıktan sonra yarı hücrelerdeki elektronötrallitenin bozulmasına dikkat çekilerek elektronötrallitenin nasıl sağlanacağı tartışmaya açılır. Tuz köprüsündeki Cl^- iyonunu canlandıran öğrencilerin Zn elektrotun olduğu yarı hücreye, K^+ iyonunu canlandıran öğrencilerin ise Cu elektrotunun olduğu yarı hücreye geçmeleri istenir.

Senaryo 4: Derişimin potansiyel farka etkisi

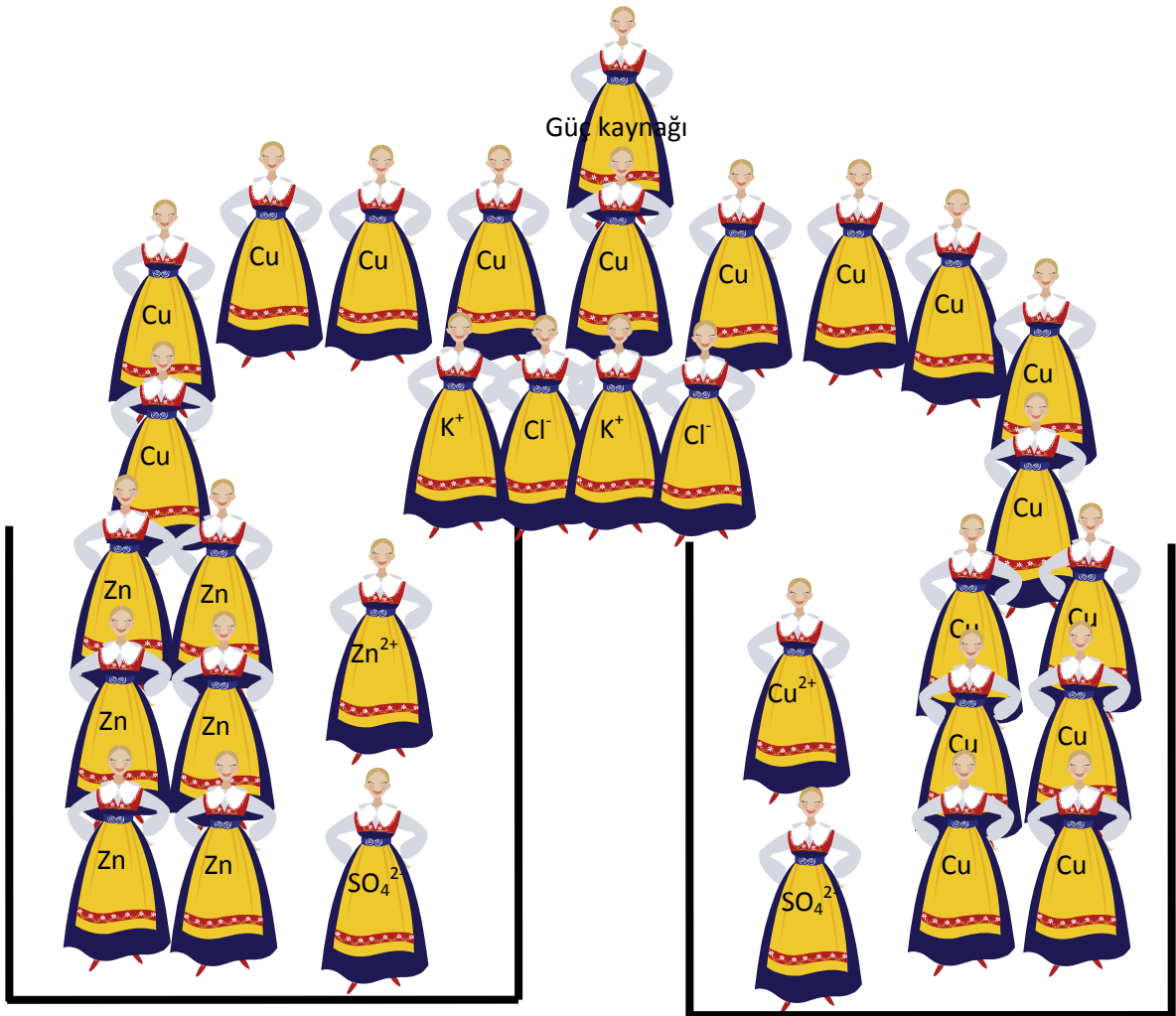
Öğrencilerden Senaryo 2'deki rol oynama etkinliğini yeniden canlandırmaları istenir. Elektrotlardaki Zn^{2+} ve Cu^{2+} iyon derişimlerinin elektrot potansiyeline nasıl etki edeceği tartışmaya açılır.

Tahtaya iki öğrenci kaldırılır. Bu öğrencilerden birine Cu^{2+} , diğerine SO_4^{2-} yazılı A4 kâğıtları verilerek rol oynama etkinliğine katılmaları sağlanır. $CuSO_4$ derişimindeki artışa dikkat çekilerek pil potansiyelinin değişip değişmeyeceği tartışmaya açılır. Benzer bir etkinlik öğrencilerin $ZnSO_4$ derişimindeki değişimi fark etmeleri için de yapılır.

Yapılan etkinlikler sonucunda beyin fırtınasıyla Nernst denklemi Gibbs serbest enerjisi ve elektrot potansiyeli arasındaki ilişkiden yola çıkarak türetilir.

Senaryo 5: Elektroliz Hücresi

İki galvanik hücrenin birbirine bağlanması durumunda neler olabileceği tartışmaya açılır. Galvanik hücrelerin genellikle güç kaynağı olarak adlandırıldığı ifade edilerek öğrencilerden Şekil 1'deki düzenlenmeleri istenir.



Şekil 1. Elektroliz hücresinin canlandırılması

Tahtaya bir pil resmi çizilerek güç kaynağının elektroliz hücreğine kaç farklı şekilde bağlanabileceği tartışmaya açılır. Tartışma sonunda güç kaynağının Zn elektrotu doğru elektron pompalayacak şekilde bağlanması durumunda Zn^{2+} iyonunu canlandıran öğrencilerden birinin elektrotu çarpması ve Zn'ya dönüşmesi istenir. Bu esnada Cu elektrottaki öğrencilerden biri iki elektron vererek Cu^{2+} iyonuna dönüşerek çözelti

ortamına geçer. Cu'ı canlandıran öğrencinin verdiği elektronlar elim sende oyunu ile pile doğru aktarılır. Canlandırılan bu senaryo ile galvanik hücre senaryosu karşılaştırılarak elektroliz hücrelerinde gerçekleşen olaylar derinlemesine irdelenir.

Güç kaynağının bakır elektroda doğru elektron pompalayacak şekilde bağlanması durumunda neler olabileceği tartışmaya açılır. Bu durum voltmetreden okunacak değerini değişimiyle açıklanır.

EK-2
ÖĞRETMENLERLE YAPILAN
MÜLAKATLAR

M: Galvanik hücrede kullanılan her bir bileşenin görevi nedir?

Ö₁: Nikel, gümüş elektrot var, tuz köprüsü var, voltmetre var.

Ö₁: Tuz köprüsü çözeltiler arasındaki iletkenliği sağlamak için kullanılmaktadır.

M: Nikel ve gümüş elektrot neden seçiliyor? Başka elektrot seçilebilir mi?

Ö₁: Çünkü nikel elektrot kullanıyoruz, nikel çözeltisini seçiyoruz, gümüş elektrotta da gümüş çözeltisi kullanıyoruz.

M: Hangi elektrot anot, hangi elektrot katottur?

Ö₁: Yükseltgenme eğilimi büyük olan bu pilde anot olacak yükseltgenme eğilimi küçük olan bu pilde katot olacaktır. Ya da indirgenme potansiyeli daha büyük olan katot olacaktır. Ters söyledim işte.

M: Nikel ve gümüş indirgenme potansiyeli değerleri Ni^{2+}/Ni $E^0 = -0,23$ V ve Ag/Ag^+ $E^0 = 0,80$ V olduğuna göre

Ö₁: Burada gördüğümüz değerlere baktığımızda gümüşün indirgenme potansiyelinin nikelden daha büyük olduğunu gösterdiği için nikel burada yükseltgen. Ters mi söylüyorum. Gümüşün indirgenme potansiyeli daha büyük olduğu için gümüş indirgen, nikel yükseltgenen maddedir. Dolayısıyla gümüş burada katot, nikel anot görevini görür.

M: Peki elektrotların konumu önemli midir? Nikel elektrot bu tarafta, gümüş elektrot diğer tarafta (elektrotların birbirine göre konumu kastedilmektedir.) olabilir mi?

Ö₁: Genellikle anot ve katodu böyle gösterdiğimiz için bu bana gösterdiğiniz kağıtta (kağıtta gösterilen hücrede anot sol tarafta katot sağ taraftadır) anot ve katodun yeri uygun gözüküyor. Önce anot sonra katot.

M: Bu elektrot anot, bu diğer elektrot katot olabilir mi? Yani anot ve katot yer değiştirebilir mi?

Ö₁: Böyle bir gösterime çok alışkın olmadığımızı düşünüyorum. Önce anot sonra katot gösteriliyor genellikle. Uygun olmaz.

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.

M: Burada nikel nitrat çözeltisi var nikel elektrot var.

Ö₁: Nikelin kütlesi zamanla artacaktır. Gümüşün elektrotun kütlesi de zamanla azalacaktır. Çünkü gümüş iyonları çözeltiliye... (sessizlik)

M: Peki sizin anlattığınıza göre nikel elektrotta ne olacak?

Ö₁: Hayır nikel anot dedim, Ni yükseltgenecek, Ni^{2+} olacak, Ag^+ ise Ag olacak. Nikel elektrotun kütlesi artacak, gümüş elektrotun kütlesi azalacak.

M: O halde bu hücrede gerçekleşen olayı nasıl tanımlarsınız?

Ö₁: Şimdi anot olan elektrotta artı yük fazlalığı söz konusu olacak, katot olan elektrotta ise eksi yük fazlalığı olacak. Bu fazlalığı dengelemek için ise tuz köprüsü aracılığıyla devre tamamlanmış olacaktır.

M: Elektrik akımı nasıl iletilir?

Ö₁: Şimdi nikel elektrot üzerinde toplanan artı iki iyonlar voltmetre yardımıyla bu tarafa (katot tarafını göstermektedir) geçeceklerdir. Bu elektrik pozitif ve negatif yük dengesizliği de tuz köprüsünde bulunan KNO_3 ile dengelenecektir. Örneğin nikel elektrot sol taraftaki yani anot olduğunu düşündüğümüz kaptaki pozitif yük fazlalığı olacak tuz köprüsündeki nitrat anyonları bunu dengelemek için anot kabına gelecekler gümüş nitrat çözeltisi yani katot kabında da negatif yük fazlalığı olacak potasyum iyonları da katot tarafına gelecektir.

M: Peki potasyum nitrat seçilmesinin özel bir nedeni var mı başka bir madde seçilebilir mi?

Ö₁: Potasyum nitrat sodyum klorür iletken olan çözeltiler seçilir.

M: O zaman elektrik akımı tuz köprüsü aracılığıyla mı sağlanıyor?

Ö₁: Tuz köprüsü iyonların dengesini sağlamak amacıyla kullanılıyor. Elektrik akımı aslında voltmetre aracılığıyla sağlanıyor. Elektronların akışı voltmetreden.

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 işaretleyebilsek, o su damlacığı hortumun 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 elektrota ulaşır mı diyorsunuz?

Ö₁: Evet.

M: İşaretleme şansınız olsa?

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

M: İyonların hareketinin elektrik akımı oluşması ile bir ilişkisi var mı?

Ö₁: Yani voltmetredeki değer iyon hareketleri ile bir ilgisi var mı, bunu soruyorsunuz.

M: Evet.

Ö₁: Değer iyon hareketleri ile ilgisi...(sessizlik). İyon hareketleri çözelti içindeki yüklerin dengesini sağlıyor elektrik akımı ile bir ilgisi yok. Elektrik akımı elektronlar aracılığı ile oluşmaktadır.

M: Ppeki hücreyi tanımlarken nikel elektrotta nikelin kütleinin zamanla artacağını söylemişiniz. Buna göre elektron fazlalığı vardır diyebilir miyiz nikelde?

Ö₁: Evet onu başta da söylemiştim. Nikel elektrotun kütlesi artar ve yük fazlası oluşur.

M: Gümüş için ne dersiniz?

Ö₁: Onda da tepkime süresince gümüşün kütlesi azalır. Yük eksikliği oluşur.

M: Elektronların çözeltilere geçip tuz köprüsü aracılığı ile katoda gelmesi mümkün müdür?

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

M: Bu galvanik hücrenin standart indirgenme potansiyeli nasıl hesaplanır?

Ö₁: Bunun için yarı hücre potansiyellerinden yararlanılır

M: O halde yarı hücre potansiyelleri nasıl hesaplanır?

Ö₁: Yarı hücre potansiyellerinin ölçülmesi için hidrojen elektrot kullanılır.

M: Hidrojen elektrot neye göre seçilmiştir. Başka bir elektrot seçilemez miydi? Örneğin oksijen?

Ö₁: İndirgenme potansiyelini sıfır kabul ediyoruz. Öyle bir şey mi vardı?

M: Kabul ediyor muyuz yoksa ölçüm sonucu mu sıfır?

Ö₁: Ölçüm sonucu sıfır... Hidrojenin indirgenme potansiyelini sıfır biliyorum. Buna göre diğer metallerin indirgenme potansiyelleri ölçülüyor. Belli derişimde belli sıcaklıkta.

M: O zaman derişim ve sıcaklıkla indirgenme potansiyeli değişebilir mi?

Ö₁: Sıcaklıkla ve derişimle indirgenme potansiyeli değişir.

M: Peki buna göre nikel elektrotun indirgenme potansiyeli nasıl hesaplanmıştır.

Ö₁: Standart hidrojen elektrota göre ama tam olarak hatırlamıyorum.

M: Peki bu hücreye geçerse bu hücrenin standart elektrot potansiyeli nasıl hesaplanır?

Ö₁: E^0 'a göre hesaplıyoruz. E^0 anot potansiyeli ve katot potansiyelinin toplamıdır. E^0 anot potansiyelinin toplamı ya da farkı aynı anlama gelecek (Denklemleri yazıp denklem üzerinden gösteriyor.).

M: Anotta kullanılan elektrotun indirgenme potansiyeli her zaman eksi midir?

Ö₁: Genellikle biz indirgenme potansiyelini kullanırız. Metallerin indirgenen ya da yükseltgenen olduğunu karşındaki metale göre belirlediğimizde indirgenme potansiyelinin değeri zaten değişecektir.

M: O halde bu hücre için hesaplayabilir miyiz?

Ö₁: 1,03 V

M: Evet.

M: Peki standart hidrojen elektrota göre nikelin potansiyelini ölçerken nikel anot mudur katot mudur?

Ö₁: Hidrojen anot Nikel katot gözüküyor, nikel -0,23 V hidrojen 0,00 V hidrojenin indirgenme potansiyeli 0,00 V olduğuna göre nikel anot hidrojen katottur.

M: Peki gümüş için ne söyleyebilirsiniz?

Ö₁: O da nikelin tam tersidir.

M: Bir elektrotun tek başına standart hidrojen elektrotu kullanılmadan mutlak elektrot potansiyelini ölçebilir miyiz?

Ö₁: Sadece tek bir elektrotun mu başka hiç bir şey yapmadan?

M: Evet

Ö₁: Bence hayır. Çünkü bir elektrotun hücre potansiyelini ölçmek için hidrojen elektrota ihtiyacımız vardır.

M: Hidrojen elektrotun standart olarak seçilmesi hidrojenin kimyasal özelliği ile ilgili midir?

Ö₁: Hidrojenin kimyasal özelliği ile ilgili değildir.

M: Konsantrasyon hücrelerinin galvanik hücrelerden farkı nedir?

Ö₁: Konsantrasyon hücreleri de birer galvanik hücredir. Temel olarak bir farklılık yoktur, farklılık sadece çözeltilerin derişimindedir.

M: Burada hangi elektrot anot, hangi elektrot katottur? Buna neye göre karar veririz?

Ö₁: (sessizlik). Derişimi büyük olan çözeltilinin bulunduğu taraftaki elektrot anot, derişimi küçük olan çözeltilinin bulunduğu taraftaki elektrot katottur.

M: Sebebi nedir bunun?

Ö₁: Çözeltilinin derişimi büyükse indirgenme olacaktır. Küçük olan tarafta yükseltgenme olacaktır.

M: Derişim hücresinin standart elektrot potansiyeli nasıl hesaplanır?

Ö₁: Nernst denkleminde.

M: (kağıttaki derişim hücresi gösterilmektedir.) Hocam burada 0,01 M CuCl_2 çözeltisinin kullanıldığını görüyoruz. Eğer bu çözeltinin derişimi 0,001 M olarak değiştirirsek hücrenin standart elektrot potansiyeli nasıl değişir?

Ö₁: Standart elektrot potansiyeli derişime bağlı bir büyüklük olduğu için değişir.

M: Artar mı azalır mı?

Ö₁: Azalır. On kat seyrelttiğimiz için on kat azalacaktır.

M: Bu hücrede elektrik akımı nasıl olmaktadır?

Ö₁: Temel mantık olarak galvanik hücrede nasılsa burada da aynıdır. Bir elektron kablo boyunca ilerleyerek bakır elektrota gelir.

M: İşaretleme şansınız olsa

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

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: Bu hücrenin elektrot potansiyelini nasıl hesaplarız?

Ö₁: Uyguladığımız güçten hesaplarız.

M: Peki buradaki çözelti yerine başka bir çözelti kullanılabilir mi?

Ö₁:(sessizlik). Kullanabiliriz.

M: Elektroliz hücresinde çözücü olarak kullanılan suyun yükseltgenme indirgenme olaylarına karışması söz konusu mudur?

Ö₁: Evet.

İKİNCİ ÖĞRETMEN İLE YAPILAN MÜLAKAT

M: bu galvanik hücredeki her bir bileşenin işlevi ile ilgili ne söylersiniz? Yani nikel elektrotun, gümüş elektrotun, nikel nitrat çözeltisinin, gümüş nitrat çözeltisinin, tuz köprüsünün, iletken kablunun ve voltmetrenin işlevi ile ilgili.

Ö₂: Gümüş ve nikel elektrot görevini görüyor. 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. Devreyi tamamlayan tuz köprüsü elektron akımını sağlayan görev üstlenmiştir.

M: Elektron akımı dediniz.

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

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 ...

M: Elektron akımı nasıl sağlanıyor?

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

M: Tuz köprüsü aracılığıyla taşınıyor diyorsunuz.

Ö₂: Evet taşınıyor.

Ö₂: Son zamanlarda yeni bir şeler 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.

M: Bunu model üzerinde biraz daha açıklayabilir misiniz. Nikel elektrotta yükseltgenme olur elektron açığa çıkar dediniz.

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

M: Yani buradan elektron gelir...

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

M: Eğer elinizde bir imkan olsa nikel elektrotta yükseltgenme sonucu açığa çıkan elektronları boyayabilseydiniz, 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: Peki bir hortum ve musluk var. Hortumu suya taktınız ve musluğu açtınız ilk akan su damlacığını elimizde imkan olsa maviye boyasak hortumdan çıkan ilk damlayı da mavi olarak görür müydük?

Ö₂: Evet...

M: Şimdi buradaki olay gibi düşünürseniz. Nikel elektrotta açığa çıkan iki elektronu boyama şansımız olsaydı.

Ö₂: Anladım senin dediğini. İletken tele nikelin elektron girdiği anda önündeki elektronları itecek gönderecek potansiyel farktan dolayı.

M: Yani öndeki elektron mu buraya gelecek? (gümüş elektrot gösteriliyor)

Ö₂: Evet buraya gelecek. Nikelin elektronu bir zaman sonra mı buraya gelecek artık, bilmiyorum!.

M: Yani şimdi buradan bir elektron enerjisini verecek...

Ö₂: Diğer elektrona verecek, sonuçta buradan ilk elektron açığa çıkacak, hortumdaki gibi...

M: Şimdi buradan iki elektron açığa çıktı, bu elektronlar gümüş elektrotta nasıl geliyor?

Ö₂: Önündeki elektronları iterek.

M: Peki hayali olarak boyadığımız elektronlar bu uca ulaşıyor mu?

Ö₂: Ulaşıyor.

M: Peki nikel daha aktiftir bunun için anottur dediniz.

Ö₂: Nikel daha aktiftir bunun için anottur, gümüş nikel göre daha az aktiftir bunun için katottur.

M: Burada yarı hücre potansiyel değerleri var.

Ö₂: O zaman gümüş daha aktif gözüküyor. O halde gümüş anottur, nikel katottur.

M: Peki çözeltilerde hangi olaylar meydana geliyor?

Ö₂: Çözeltiler, gümüş anot ise gümüş elektron vererek çözünür. Bu durumda gümüşten nikel doğru bir elektron akımı vardır. Gümüş çözünür nikel ise elektrotta birikir.

M: Birde tuz köprüsünde elektronların aktarıldığını söylediniz. O halde gümüşten bir elektron nikel doğru taşınır mı?

Ö₂: Taşınır evet.

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

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

M: O halde tuz köprüsünün işlevi nedir?

Ö₂: İşte o elektronların enerjisini iletiyor oraya.

M: Tuz köprüsü?

Ö₂: Hı hı...

M: O halde elektron tuz köprüsünü de kullanıyor.

Ö₂: Orayı da kullanıyor evet. Devreyi tamamlamak için...

M: Peki burada KNO₃ kullanılmasının nedeni nedir?

Ö₂: Başka bir tuz da kullanabilirdik.

M: Peki tuz köprüsünün kendisini neden kullanıyoruz?

Ö₂: Elektronun devreyi tamamlaması için.

M: Peki standart yarı hücre potansiyelleri nasıl hesaplanıyor?

Ö₂: Hesaplama hidrojen elektrotu baz alınarak yapılır. Hidrojen sıfır olarak kabul edilerek ölçümler yapılıyor.

M: Hidrojen elektrotun standart yarı hücre elektrot potansiyelinin sebebi nedir sıfır volt alınmasının?

Ö₂: Baz o alınmış.

M: Yani bir ölçüm sonucunda mı ölçülmüştür.

Ö₂: Tek başına hidrojeni ölçemeyiz.

M: Tek başına nikeli ölçebilir misiniz?

Ö₂: Ölçemeyiz hidrojene göre ölçebiliriz.

M: Peki hidrojenin standart elektrot potansiyelinin sıfır alınmasının, hidrojenin kimyasal özelliği ile bir ilgisi var mıdır?

Ö₂: (sessizlik) Olabilir. Bence keyfi olarak alınmıştır. Belki bir sebebi vardır ama bilmiyorum, bence keyfidir...

M: Peki elektron aktarımı sonunda anotta elektron fazlalığı oluşmuyor mu?

Ö₂: Oluşmaz. Sürekli elektron döner.

M: Hep aynı elektron mu dönüyor?

Ö₂: Hayır hayır! Hep aynı elektron dönmüyor...

M: galvanik hücrenin standart elektrot potansiyelini nasıl hesaplarız?

Ö₂: Nikelin ve gümüşün değerlerinden hesaplayabiliriz. Hesaplama yapıyor... (1,03 V buldu)

M: galvanik hücre ile derişim hücresi arasındaki farklar ve benzerlikler nelerdir?

Ö₂: Yine iki yarı hücreden oluşur, tuz köprüsü var... Konsantrasyon hücresinde yarı hücreden oluşan elektrolitler konsantrasyonları eşitleninceye kadar pil reaksiyonları devam eder.

M: O zaman bu da bir galvanik hücre midir?

Ö₂: Evet bu da bir galvanik hücredir.

M: Peki burada elektrik akımı nasıl sağlanıyor?

Ö₂: Galvanik hücre ile aynı.

M: Hangi elektrot anot hangisi katottur?

Ö₂: Elektrotların konsantrasyonlarına bakarak karar verebiliriz. Yani konsantrasyonu düşük olan anottur, konsantrasyonu yüksek olan katottur. Elektron akımı konsantrasyonu düşük olan hücreden konsantrasyonu yüksek olan hücreye doğrudur.

M: Söylediğimize göre burada bakır olduğuna göre bakır iki elektron verecek...

Ö₂: Verecek ve yükseltgenecek, diğer elektrota gelince buradaki bakırda indirgenme olur, buradaki fazla elektronu çözültideki bakır iyonuna vererek metalik bakır olur. Sonra tuz köprüsü aracılığı ile bu iyon diğer tarafa taşınır.

M: Peki çözültide elektron nasıl taşıyor?

Ö₂: İyonun kendisi göç ediyor. Yani bu noktadan iyon bu noktaya taşıyor (anot ve katodu gösteriyor)

M: Elektron hareketi galvanik hücredeki ile aynı mıdır?

Ö₂: Evet devre bu şekilde oluşuyor.

M: Bu hücrenin standart elektrot potansiyelini nasıl hesaplarız?

Ö₂: Konsantrasyon değerlerine göre hesaplayabiliriz. Nernst denklemine göre.

M: Galvanik hücreden farklı olarak gerçekleşen bir olay var mıdır? Pil ne zaman biter?

Ö₂: Anot elektrot bitinceye kadar...

M: Anot elektrotunun bitmesi ne anlama geliyor?

Ö₂: Yani elektrottaki, yükseltgenme bitinceye kadar devam eder.

M: Yükseltgenme ne zaman bitiyor?

Ö₂: Elektrotun yani katının tamamen çözüncüye kadar.

M: Peki bu çözülti 0,01 M lık bir çözülti, 0,01 M değerini 0,001 M yapsak yani çözültiyi on kat seyreltsek bu hücrenin standart elektrot potansiyeli nasıl değişir?

Ö₂: Artar, potansiyel fark artacağından değer de artar.

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 elektrot potansiyeli ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?

Ö₂: Aşırı gerilim uygulamalısınız. Bu aşırı gerilim devredeki elektrolizi sağlıyor. Bu da standart elektrot potansiyelidir.

M: Bu çözelti yerine başka bir çözelti kullanabilir miyiz?

Ö₂: Olur, her türlü çözeltiyi kullanabiliriz, iyonik çözelti olmalı elbette.

M: Elektroliz olayında su da yükseltgenme indirgenme olayına girer mi?

Ö₂: Elbette aktiflik sırasına göre reaksiyona girebilir.

ÜÇÜNCÜ ÖĞRETMEN İLE YAPILAN MÜLAKAT

M: Şekildeki galvanik hücredeki her bir bileşenin görevi nedir?

Ö₃: Çözeltilerde iyonlar katyonlar ve anyonlar için nikel nitrat kullanılmış çözeltilerde gümüş iyonu, nikel iyonu nitrat iyonu olacak. Elektron transferini sağlamak için. Tuz köprüsü yine aynı şekilde iki hücre arasındaki elektron taşınımını sağlamak için.

M: Elektron transferi dediniz. İsterseniz önce hangi elektrot anot, hangi elektrot katot ona karar verelim. Elektrotların standart indirgenme potansiyeli değerleri Ni^{2+}/Ni $E^0 = -0,23$ V ve Ag/Ag^+ $E^0 = 0,80$ V olduğuna göre hangi elektrot anot, hangisi katottur?

Ö₃: Artı olduğuna göre (gümüşü kastediyor) gümüş katottur.

M: Hangisi yükseltgenir hangisi indirgenir?

Ö₃: Gümüş yükseltgenecek anotta indirgenme olacak.

M: O halde nikel elektrot için anot mu katot mu diyeceğiz?

Ö₃: Gümüşe katot diyeceğiz.

M: Hangi elektrotun anot hangi elektrotun katot olduğunu neye bakarak karar verdiniz?

Ö₃: Standart elektrot potansiyellerine bakarak karar verdik.

M: Yarı hücre standart elektrot potansiyeli mi demek istediniz?

Ö₃: Evet gümüşünki daha büyük olduğu için dedik daha kolay...(sessizlik)

M: Peki nikelin ve gümüşün yarı hücre elektrot potansiyelleri nasıl hesaplanır?

Ö₃: Standart elektrot ile mi? Bir tane standart elektrotu sıfır hidrojen kabul ediyoruz. Ne diyeceğiz ona?

M: Standart hidrojen elektrot mu demek istediniz?

Ö₃: Evet ona göre diğerlerini tayin ediyoruz.

M: Hidrojenin standart elektrot potansiyeli değeri nedir?

Ö₃: Sıfırdır.

M: Neden?

Ö₃: Böyle kabul edilmiştir.

M: Bunun hidrojenin kimyasal özelliği ile bir ilgisi var mıdır?

Ö₃: Hayır hidrojeninkini sıfır kabul ediyoruz, ölçmek istediğimizde diğerlerini de bu şekilde hücre oluşturuyoruz ve ölçüyoruz.

M: Buna göre nikelin standart indirgenme potansiyelini nasıl ölçeriz?

Ö₃: (düzeneği tarif ediyor.)

M: Bu düzenekte hidrojen anot mu katot mudur?

Ö₃: (sessizlik)... Buna göre hidrojeninki sıfır daha büyük...

M: Nikel katot mu oldu diyorsunuz?

Ö₃: Ben şöyle düşünüyorum. Katyonlar katoda gider. Anyonlar hep oradan hareketle yapıyorum anyonlar anyona giderler şeklinde. O zaman nikel yükseltgenecek gibi geliyor bana.

M: Hücremize dönersek tekrar, anyonlar anoda, katyonlar katoda gider dediniz. O halde nikel anyonları anoda doğru mu gidecekler?

Ö₃: Hayır.

M: Anyonlar anoda doğru giderler dediniz.

Ö₃: Ha evet...

M: Yani o zaman nitrat anyonları elektrot üzerinde toplanacaklar mı?

Ö₃: bBu tarafa doğru akacaklar evet

M: Peki KNO₃ tuz köprüsünün işlevi nedir?

Ö₃: İyon dengelemesi yapacak, burada nitrat eksildiği zaman nitrat geçecek buraya aynı zamanda elektron akımını da sağlayacak.

M: Elektron akımı nasıl oluyor? Bu hücrede elektrik akımı nasıl oluşuyor? Tuz köprüsü aracılığı ile mi?

Ö₃: ... (sessizlik)

M: nikel yükseltgenecek gümüş indirgenecek demiştiniz. Peki buna göre hücrede elektron akımı nasıl olacak?

Ö₃: Elektron akışı anottan katoda doğru olacak.

M: Tuz köprüsünün elektron akımı ile ilgisi nedir.?

Ö₃: Her iki hücre arasındaki elektron akışını sağlayacak...

M: O zaman gösterebilir misiniz nasıl olduğunu? Nikel indirgendi iki elektron verdi, o iki elektrona ne olacak?

Ö₃: Nikel anottan çıkacak...

M: Ama az önce tuz köprüsünden dediniz.

Ö₃: Katoda gidecek. Katotta tepkimemiz gerçekleşecek, gümüş çözeltilisine geçecek, gümüş katyonları elektron alarak indirgenecek. Dolayısıyla buradaki gümüş katyonunun derişimi azalacak. Elektrotta gümüş birikecek.

M: Elektrona ne olur hocam?

Ö₃: Elektron çözeltiye geçecek. Anyon ve katyonlarla tuz köprüsünden diğer hücreye geçmiş olacak. Burada da nikeli indirgeyecek.

M: Nikel iki elektron verdi yükseltgendi. Peki bu iki elektron kablo boyunca nasıl hareket ediyor?

Ö₃: Kablo iletken olduğu için oradan elektronlar teldeki atomlardan birbirine aktarılarak hareket edecek.

M: Elektron aktarılarak?

Ö₃: hı hı evet.

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

Ö₃: ... (sessizlik)

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 nikelde çıkan elektronları işaretleyelim!

M: Gümüş elektrot tarafında görür müydük?

Ö₃: Görürdük.

M: Peki nikelde 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.

M: Peki bu hücrenin standart elektrot potansiyeli değeri nedir?

Ö₃: (Hesaplamaya çalışıyor.) E^0 hesaplayacağız, $E^0 = E_{\text{yükseltgenme}} + E_{\text{indirgenme}}$ değerlerimizi yerine koyar ve hesaplarız.

M: Peki çözümlerde elektron nasıl hareket ediyor?

Ö₃: Artı gümüş katyonu ile eksi elektron tepkimeye nasıl giriyor?... (sessizlik)... çekim ile

M: Peki zamanla anotta elektron yoğunluğu artar mı?

Ö₃: Zamanla yükseltgenecek iki elektron açığa çıkacak ama bu elektronlar gümüşe doğru gidecek.

M: Peki bu pilin bitmesi ne anlama geliyor?

Ö₃: Elektron akışı bittiği anlamına gelir.

M: Bir elektrotun standart indirgenme potansiyelini tek başına ölçebilir miyiz?

Ö₃: Yok ölçemeyiz. Yükseltgenme indirgenme olması lazım. O şekilde ölçebiliriz.

M: Peki konsantrasyon hücresinin bu hücreden (ilk sayfadaki galvanik hücre gösteriliyor) farkı nedir?

Ö₃: Şimdi burada farklı metaller elektrot olarak kullanılmıştı burada aynı elektrot kullanılmış çözeltilerin derişimleri farklı.

M: Çözeltilerin derişimi neden farklıdır hocam?

Ö₃: Derişimler farklı...

M: Yani aynı derişimli çözeltiler kullanılsa ne olur?

Ö₃: ... (sessizlik) Elektrik akımı olmaz diye düşünüyorum. Farklı olmalı ki buradaki madde miktarı azalmalı buradan elektron geçişi olmalı.

M: Peki diğeri aynı kalmak kaydıyla çözeltilerin derişimi 0,01 M değil de 0,001 M olsa ne olur?

Ö₃: ... (sessizlik)

M: İsterseniz hangisi anot hangisi katot ona karar verin.

Ö₃: Evet derişimi az olanda mı derişimi çok olanda mı yükseltgenme meydana gelir....

M: Evet bu hücrede hangisi anot hangisi katottur?

Ö₃: ... (sessizlik)

M: Hangisi yükseltgenir hangisi indirgenir?

Ö₃: Derişimi fazla olanda daha fazla bakır katyonları var demek, burada daha az... hangisi... hangisi daha çok yükseltgenir diye düşünüyorum...

M: Anot ve katodun fiziksel konumu önemli midir hocam?

Ö₃: Derişimi fazla olan anot, az olan katottur.

M: Peki hücrelerin yerlerini değiştiresek?

Ö₃: Yok değişmez.

M: Peki galvanik hücreye dönersek, nikel elektrotu sağ tarafa gümüş elektrotu sol tarafa alsak?

Ö₃: Bir şey değişmez, yani anot anottur, katot katottur, sağda da olsa, solda da olsa.

M: Yani fiziksel konumuna bağlı değildir mi demek istiyorsunuz?

Ö₃: Hayır değildir.

M: Peki bu derişim hücresinin elektrot potansiyelini nasıl ölçüyoruz?

Ö₃: Nernst denklemi ile mi? Nernst denklemi ile...

M: Peki derişimin değişmesi standart elektrot potansiyelini nasıl etkiler? Yani örneğin 0,01 M derişimli çözeltilerin yerine 0,001 M derişimli aynı çözeltileri kullansak standart elektrot potansiyeli değeri artar mı azalır mı?

Ö₃: ... (sessizlik)

M: Pilin bitmesi ne anlama gelir?

Ö₃: Artık taşınacak elektron yok.

M: Elektron kalmadı mı demek?

Ö₃: hı hı redoks tepkimesi dengeye ulaştı. Yani yükseltgenen ve indirgenen tür kalmadı.

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 $AlBr_3$ 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 anoda doğru mu olur?

Ö₃: katottan anoda doğru görünüyor. Evet.

M: Peki çözelti 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 dediğinize 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. Pil anoda doğru elektron pompalayacaktır.

EK-3 ELEKTROKİMYA BAŞARI TESTİ

Öğrencilere Uygulanan Elektrokimya Başarı Testi

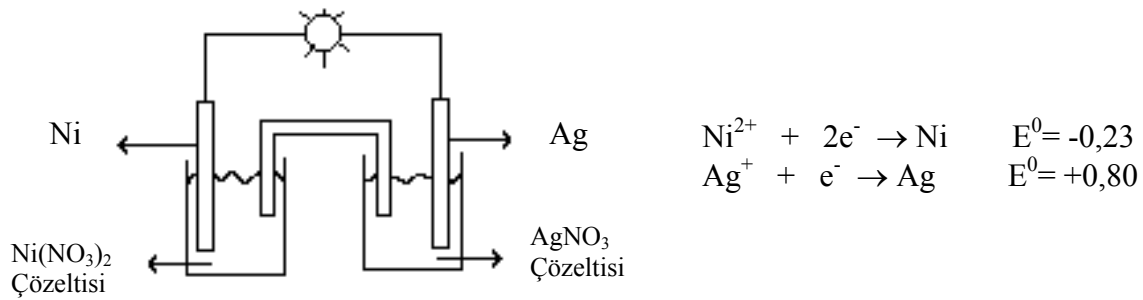
Adı Soyadı:.....
Öğrenci No:.....

Galvanik ve elektrolitik hücreler ile ilgili olarak aşağıdaki ifadeleri dikkatlice okuyunuz ve doğru mu, yoksa yanlış mı olduğuna karar veriniz. (Öğrencilere Uygulanan)

	İfadeler	Doğru	Yanlış
1	Elektronlar çözeltilerde elektrolit içinde pozitif iyonlara doğru çekilerek hareket ederler.		
2	Elektronlar metalik iletkenlerde borudaki su gibi akarlar.		
3	Bir elektrolitten akım geçerken, sıvı ortamda, proton ve elektronlar farklı yönlerde hareket ederler.		
4	Elektrolit çözeltilerinde akımı oluşturan, iyonların hareketidir.		
5	Elektronlar çözelti içinde bir iyondan diğerine çekilerek hareket ederler.		
6	İki nokta arasında potansiyel fark oluşmasının bir nedeni noktadaki yüklerin tür ve konsantrasyonlarının farklı olmasıdır.		
7	Bir elektrokimyasal pilin anodunda, elektron fazlalığı vardır.		
8	Bütün kimyasal tepkimelerde, yükseltgenme, oksijen ile etkileşme anlamına geldiği için, yükseltgenme yerine oksidasyon terimi de kullanılır.		
9	Standart indirgenme potansiyelleri belli iki redoks sisteminden bir pil yapılırsa, E^0 değeri daha pozitif olan sistem, pilin anodu olur.		
10	Anodun ve katodun belirlenmesi yarı hücrenin diğerine göre konumuna bağlıdır.		
11	$H_2(1atm) / H^+(1M)$ için E^0 sıfır olma gerçeği H_2 ve H^+ nın kimyasal özelliğine bağlıdır.		
12	Bir yarı hücrenin mutlak potansiyelini tek başına deneysel olarak ölçmek mümkündür.		
13	Bir galvanik hücrede elektronlar katottan çözeltilere girer; çözelti ve tuz köprüsü boyunca hareket eder ve akımı tamamlamak için anoda ulaşır.		
14	Tuz köprüsündeki ve çözeltilerdeki katyonlar elektron kabul ederek bunları katottan anoda transfer eder.		
15	Bir elektroliz hücresinde anot negatif yüklüdür ve elektron temin eder; katot pozitif yüklüdür ve elektron çeker.		
16	Hücre potansiyelleri, iki yarı hücrenin indirgenme potansiyellerinin toplanmasıyla bulunur.		
17	Elektrolitik hücrelerde uygulanan voltajın yönü reaksiyonda veya anodun ve		

	katodun bölgesinde hiçbir etkiye sahip değildir.		
18	Elektrolitik hücrelerde katotta yükseltgenme, anotta indirgenme olur.		
19	Bataryaya bağlanmış aynı tip elektrotlar bulunan elektrolitik hücrelerde her iki elektrotta da aynı reaksiyon gerçekleşir.		
20	Elektrolitik hücrelerde çözücü olarak kullanılan suyun bir yükseltgenme veya indirgenme olayına karışması mümkün değildir.		
21	NaCl'nin sulu çözeltisine platinden yapılmış iki elektrot daldırılırsa dıştan uygulanan potansiyelin büyüklüğü ile devreden geçen akım arasında hiçbir ilişki yoktur.		

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak size en uygun gelen cevabı işaretleyiniz.



1) Yukarıdaki elektrokimyasal (galvanik) hücrede anot hangisidir?

- Ag elektrottur. Çünkü Ag elektrotta yükseltgenme olur.
- Ag elektrottur. Çünkü Ag elektrotta indirgenme olur.
- Ni elektrottur. Çünkü Ni elektrotta yükseltgenme olur.
- Ni elektrottur. Çünkü Ni elektrotta indirgenme olur.

2) Yukarıdaki elektrokimyasal (galvanik) hücrede, Ni ve Ag elektrotlar birbirine doğrudan temas etmediği halde lamba yanabilmektedir. Lambanın yanabilmesi için devrenin tamamlanması gerekir. Buna göre elektrokimyasal (galvanik) hücrelerde çözelti içinde iletkenlik nasıl sağlanır?

- Ni elektrottaki elektronlar, bu elektrottan çözeltiye geçen Ni^{2+} iyonlarına tutunur. Ni^{2+} iyonları Ag^{+} iyonlarına çarparak fazla elektronlarını Ag^{+} iyonlarına aktarır. Böylece Ag atomları oluşur. Nötral Ag atomları, gümüş elektroda tutunurken fazla elektronlarını bu elektroda verirler.
- Her Ni atomu yükseltgenirken, anoda iki elektron bırakır. Bu elektron dış devreden (lamba üzerinden) akararak Ag elektrotta ulaşır. Ag elektrottaki fazla elektronlar, çözeltideki Ag^{+} katyonunu indirgemede kullanılır. Çözeltideki ve tuz köprüsündeki iyonların hareketi sayesinde de, anotta + yükün, katotta da – yükün fazlalaşması önlenir.
- Tuz köprüsündeki pozitif iyonlar Ag tarafına doğru, negatif iyonlar da Ni^{2+} tarafına doğru hareket ederler. Ni elektrotta, gelen negatif iyonlar elektron alırken Ag elektrotta pozitif iyonlar elektron verir.
- Elektronlar, Ni elektrottan çözelti içine salınır. Çözeltideki serbest elektronlar çözücü molekülleri aracılığıyla Ag elektrotta ulaşır. Ag elektrottan da, dış devreyi ve lambayı geçerek Zn elektroda akarlar.

3) Elektrokimyasal (galvanik) hücrelerde tuz köprüsünün fonksiyonu ile ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerden hangisi/hangileri doğrudur?

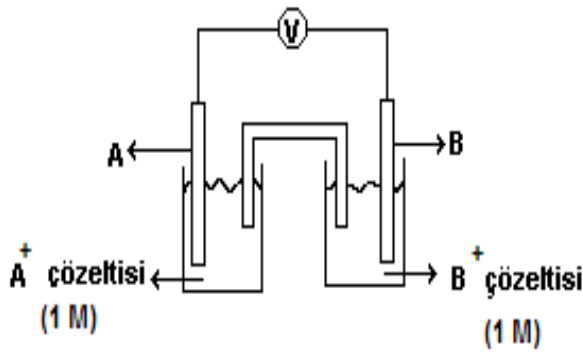
- I- Tuz köprüsü, elektrotlardaki indirgenme ve yükseltgenmeler sonucu yerel olarak bozulan elektronötrallığı sağlamak için, + yüklerin fazlaştığı (- yüklerin azaldığı) tarafa anyon, diğer tarafa da kation salarak yerel yük dengesizlikleri oluşmasını önler.
- II- Tuz köprüsü, elektronların bir elektrottan diğer elektroda geçmesinde bir köprü görevi üstlenir.
- III- Tuz köprüsü, yarı hücrelerdeki çözelti seviyesinin eşit olmasını sağlar.

a) Yalnız I

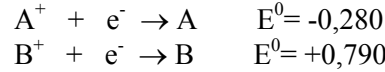
b) Yalnız II

c) II ve III

d) I ve III



4) Standart şartlarda yandaki elektrokimyasal hücreye bağlanan voltmetrede kaç voltluk gerilim okunur?

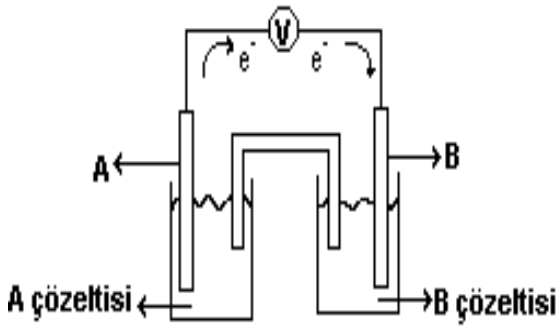


a) 1,07

b) 0,51

c) 0,00

d) 1,35



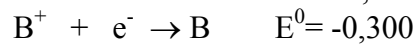
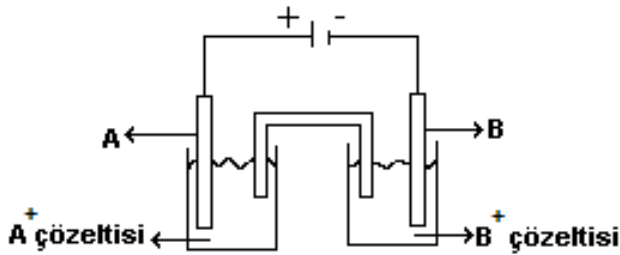
5) Yandaki elektrokimyasal (galvanik) hücrede tel yardımıyla B elektroduna gelen elektronlara ne olur?

a) Çözeltide bulunan iyonlara tutunarak tekrar diğer elektroda taşınırlar.

b) Çözeltide bulunan B^+ iyonlarını ve diğer uygun türleri indirger.

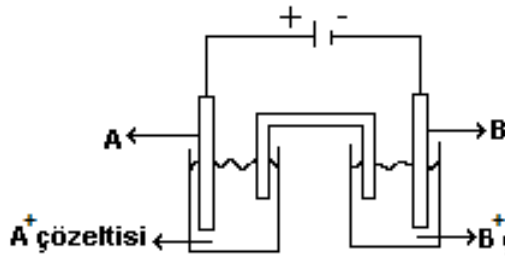
c) B elektrodundaki B atomlarını B^+ iyonlarına dönüştürür.

d) Serbest hâlde çözelti içine dağılır.

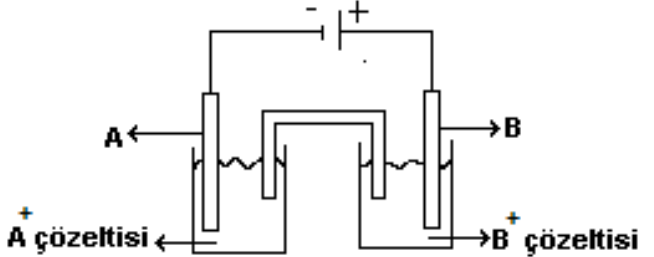


6) Yukarıdaki elektrolitik hücreye $0,50 \text{ V}^7$ luk bir potansiyel farkı uygulanırsa, aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru olur?

- Güç kaynağının negatif ucuna bağlanan elektrot, - yüklü olacağından, B elektrotu anot görevi üstlenir.
- B elektrotunda $B \rightarrow B^+$ ya yükseltgeneceğinden, B elektrotu anot olur.
- B elektrotunda $B^+ \rightarrow B$ ye indirgendiğinden B elektrotu katot olur.
- Devrenin tamamlanabilmesi için A elektrotunda yükseltgenme olması gerektiğinden, A elektrotu katot olur.



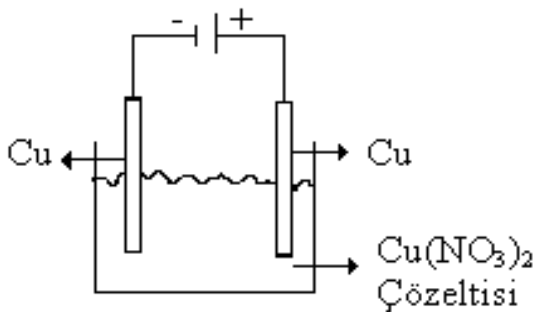
Şekil 1



Şekil 2

7) Yukarıda Şekil 1' de verilen elektrolitik hücreye uygulanan voltajın yönü Şekil 2' deki gibi değiştirilirse ne olur?

- Hiçbir değişiklik olmaz. Çünkü soldaki elektrot daima anottur.
- Birinci şekilde anot olan elektrot ikinci şekilde katottur.
- Anot ve katodun yeri değişmez. Ancak anotta indirgenme olur.
- Elektron akımı durur.



8) Yandaki elektrolitik hücreye bir dış kaynak ile yeterli potansiyel farkı uygulanınca, aşağıda verilen ifadelerden hangisi ya da hangileri yanlış olur?

- Anotta $Cu \rightarrow Cu^{2+}$ ye yükseltgenirken, katotta $Cu^{2+} \rightarrow Cu$ ye indirgenir.
- Tuz köprüsü olmadığı için hiçbir reaksiyon olmaz.
- Elektrotlar özdeş olduğu için her iki elektrotta da aynı reaksiyon gerçekleşir.

a) II ve III

b) I ve III

c) I ve II

d) Yalnız I

Samimi ve içten cevaplarınızdan dolayı teşekkür eder, derslerinizde başarılar dilerim.

Öğrencilere Uygulanan Elektrokimya Başarı Testi

Öğretmenlere, öğrencilere uygulanan elektrokimya başarı testine ilaveten aşağıdaki sorular yöneltilmiştir.

Elektrokimya kavramlarını hangi kaynaklardan öğrendiniz? Birden fazla seçenek işaretlediğinizde lütfen öncelik sırasına göre 1., 2., 3. vb. şekilde derecelendiriniz.

- Ortaöğretim kimya ders kitaplarından
- Üniversite kimya ders kitaplarından
- Üniversite kimya derslerinden
- Bilimsel Dergilerden
- İnternette
- Meslektaşlarımdan

Mesleki kıdeminiz aşağıdakilerden hangisine yakınsa lütfen işaretleyiniz.

- 1-5 yıl 6-10 yıl 11-15 yıl
- 16-20 yıl 21 yıl ve üzeri

Elektrokimya kavramlarını öğretirken yaşadığınız sorunlar var mıdır?

- Evet Hayır

Cevabınız Evet ise lütfen açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

Samimi ve içten cevaplarınızdan dolayı teşekkür eder, çalışmalarınızda başarılar dilerim.

EK-4 MÜLAKAT PROTOKOLÜ

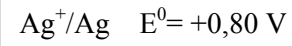
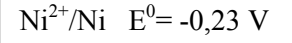
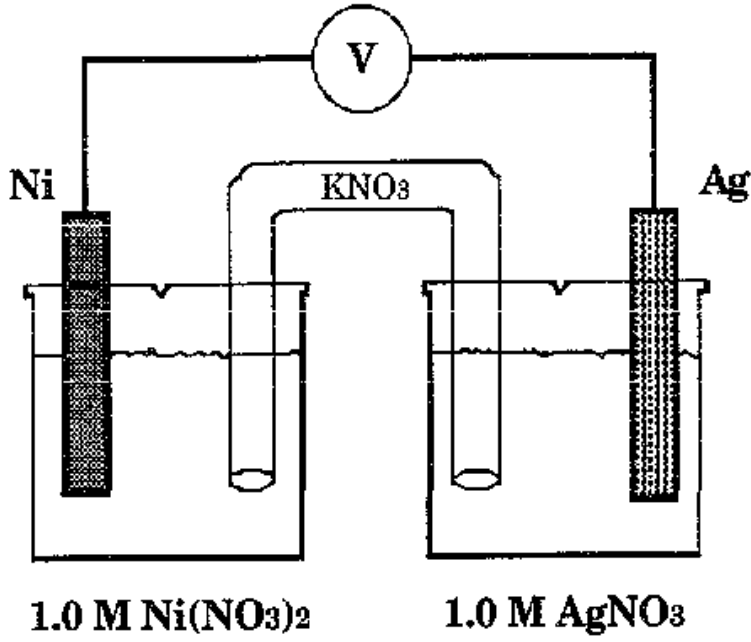
Sayın katılımcı,

Elektrokimya konuları ile ilgili görev yapmakta olan kimya öğretmenlerindeki kavram yanılgılarının belirlenmesi ve öğretmen adaylarının elektrokimya konusundaki başarısına uygulanan öğretim yönteminin etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yapıyorum. Araştırmadan elde ettiğim verilerin yorumlanmasında fikir vermesi için sizinle mülakat yapmak istiyorum. Yaptığım tüm görüşmelerde verilen bilgiler, sadece bu araştırmada kullanılacak ve kişisel bilgiler kesinlikle gizli tutulacaktır. Görüşmenin yaklaşık 45 dakika süreceğini tahmin ediyorum. İzin verirseniz görüşmeyi kaydetmek istiyorum. Bu şekilde hem zamanı daha iyi kullanabiliriz, hem de sorulara vereceğiniz cevapların kaydını daha ayrıntılı tutma fırsatı elde edebilirim.

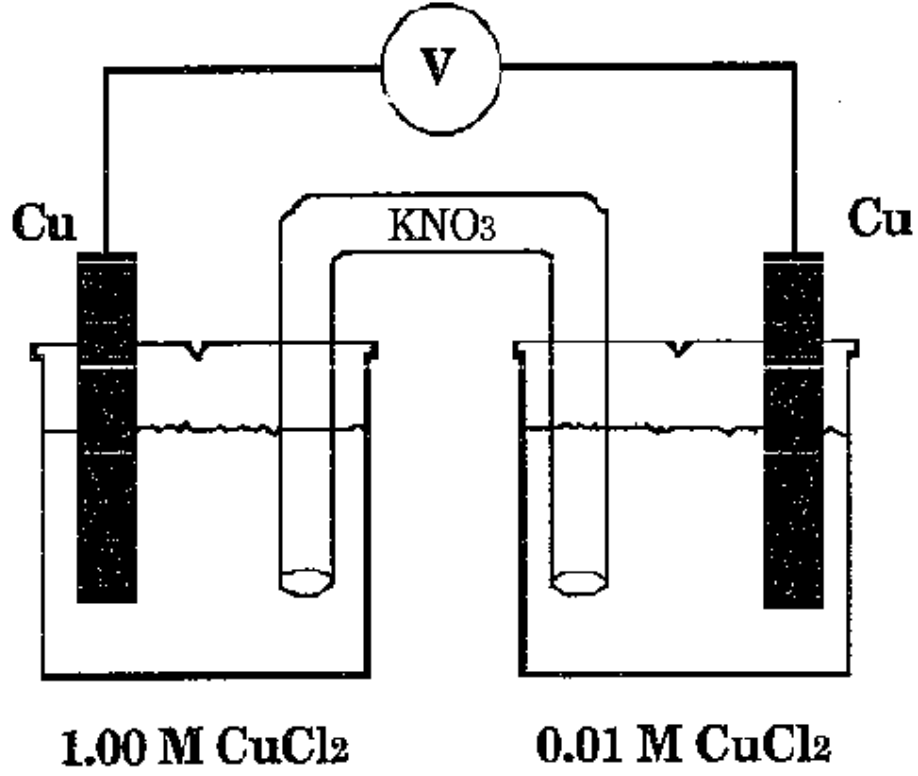
Bu araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz için şimdiden teşekkür ediyorum.

Orhan ERCAN

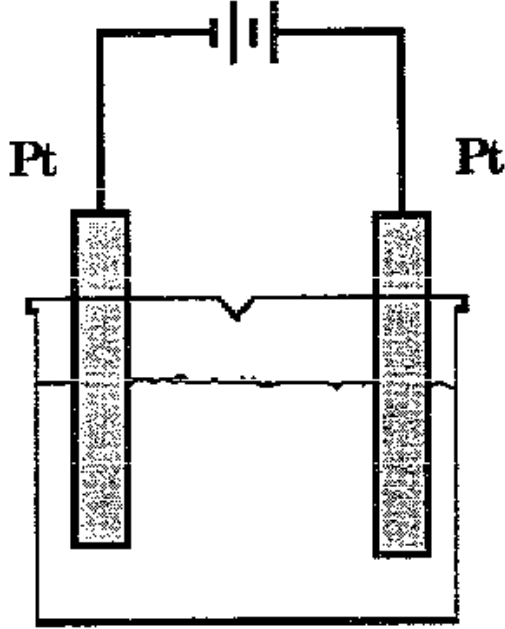
SORULAR



1. Yukarıdaki düzenekte gösterilen her bir bileşenin görevi nedir?
2. Hangi elektrot anot, hangi elektrot katottur? Buna neye göre karar verdiniz?
3. Anot ve katot bölmesindeki çözeltilerde hangi olaylar meydana gelmektedir?
4. Her bir hücrede hangi reaksiyonlar olmaktadır?
5. $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_{2(\text{g})}$ reaksiyonunun E^0 değeri neden 0,00 V'tur?
6. $\text{Ag}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}_{(\text{s})}$ yarı reaksiyonunun E^0 değeri nasıl ölçülür?



7. Yukarıdaki hücrede hangi elektrot anot, hangi elektrot katottur? Buna neye göre karar verdiniz?
8. Bu hücrenin indirgenme potansiyeli değeri nasıl hesaplanır?
9. Yukarıdaki hücrede 0,01 M CuCl₂ çözeltisi yerine 0,001 M CuCl₂ çözeltisi kullanılırsa E⁰ değeri nasıl değişir?



1.0 M AlBr₃

10. Yukarıdaki hücrenin önceki sayfada gösterilen hücreden fark(lar)ı nedir?
11. Hangi elektrotun anot, hangi elektrotun katot olduğuna nasıl karar verdiniz?
12. Elektrik akımı hangi yönden hangi yöne doğrudur?
13. Her bir elektrotta meydana gelen reaksiyonlar nedir?
14. Hücrenin E değerini tahmin edebilir misiniz?
15. AlBr₃ çözeltisi yerine başka bir çözelti kullanılsa neler olur?

EK-5

KİMYAYA KARŞI TUTUM VE ALGILAMA ÖLÇEĞİ

Kimyaya Karşı Tutum ve Algılama Ölçeği

Adı Soyadı.....

Öğrenci No:.....

Açıklama: Bu ölçek, sizin kimya dersine karşı olan ilgi ve tutumunuzu belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Bu yüzden, kimya dersine ilişkin bir takım ifadeler verilmiştir. Her bir ifadeyi dikkatli bir şekilde okuduktan sonra inandığınız veya düşündüğünüz yargıyı Tamamen Katılıyorum, Katılıyorum, Kararsızım, Katılmıyorum ve Hiç katılmıyorum şeklinde, ilgili kutucuğa çarpı (X) koyarak işaretleyiniz. Her bir yargı için yalnızca bir işaretleme yapınız.

Burada yaptığınız işaretlemeler, hiçbir şekilde okulunuzda not olarak değerlendirilmeyecektir. İçten ve samimi cevaplarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Orhan ERCAN

		Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Hiç Katılmıyorum
1	Kimya dersi çok sevdiğim bir derstir.					
2	Kimya ile ilgili kitapları okumaktan hoşlanırım.					
3	Kimya ile ilgili problemleri çözmekten hoşlanırım.					
4	Kimyanın günlük yaşantıda çok önemli yeri yoktur.					
5	Kimya konularıyla ilgili daha çok şey öğrenmek isterim.					
6	Kimya derslerine girerken sıkıntı duyarım.					

7	Kimya derslerine ayrılan ders saatlerinin daha fazla olmasını isterim.					
8	Kimya dersine çalışırken canım sıkılır.					
9	Kimya, çevremizdeki doğal olayların daha iyi anlaşılması için önemlidir.					
10	Kimya dersi sıkıcı bir derstir.					
11	Kimya konularıyla ilgili tartışmalara katılmak hiç cazip değildir.					
12	Çalışma zamanımın büyük bir bölümünü kimya dersine ayırmak isterim.					
13	Kimya dersine zevkle girerim.					
14	Kimya dersleri gereksizdir.					
15	Kimya anlaşılması zor, sevimsiz bir derstir.					
16	Kimya dersleri çok eğlencelidir.					
17	Kimya derslerinde vakit geçmek bilmez.					
18	Kimya dersinin kaldırılmasını isterim					

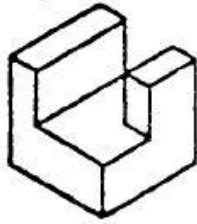
EK-6 ZİHİNSEL DÖNDÜRME TESTİ

ZİHİNSEL DÖNDÜRME TESTİ

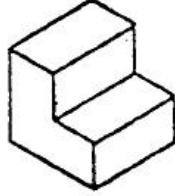
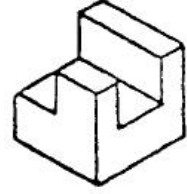
Bu soru kitapçığının üzerinde hiçbir işaretleme yapmayınız.
Cevaplarınızı size ayrıca verilen cevap kağıdına işaretleyiniz.

YÖNERGELER

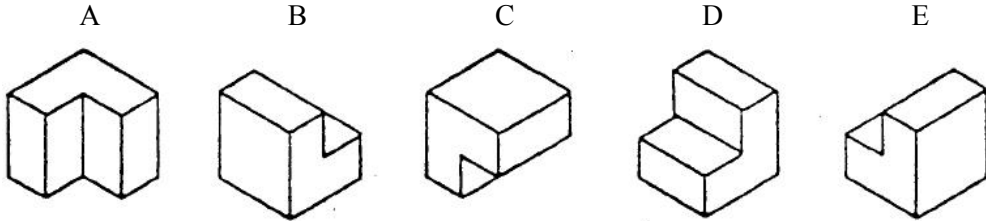
Bu test, sizin üç boyutlu nesnelerin döndürülmesini zihninizde ne kadar iyi canlandırabildiğinizi belirlemek amacıyla dizayn edilen 20 sorudan oluşmaktadır. Bu testte yer alan soru tipinin bir örneği aşağıda gösterilmiştir.



Yandaki nesne öyle bir şekilde döndürülüyor ki sağda görüldüğü gibi oluyor.



Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?



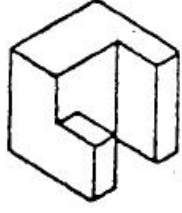
Her soru için;

- I- Sorunun üst kısmında verilen nesnenin nasıl döndürüldüğünü incelemelisiniz.
- II- Sorunun orta kısmında verilen nesnenin tamamen aynı şekilde döndürüldüğünde nasıl görüneceğini zihninizde canlandırmalısınız.
- III- Sorunun alt kısmında verilen beş çizim (A, B, C, D ve E) arasından nesne doğru pozisyonda döndürüldüğünde nasıl görüneceğini gösteren çizimi seçmelisiniz.

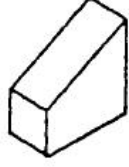
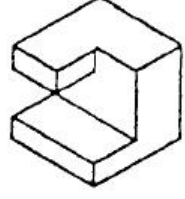
Yukarıda verilen örnek için doğru cevap nedir?

A, B, C ve E cevapları yanlıştır. Sadece D çizimi nesnenin döndürüldükten sonraki görünüşünü göstermektedir. Her sorunun yalnız bir doğru cevabının olduğunu hatırlayınız.

Şimdi aşağıda verilen örneğe bakın ve verilen döndürme uygulandığında nesnenin son durumunu gösteren çizimi seçmeye çalışın.



Yandaki nesne öyle bir şekilde döndürülüyor ki sağda görüldüğü gibi oluyor.



Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?

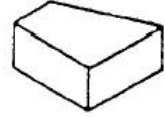
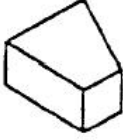
A

B

C

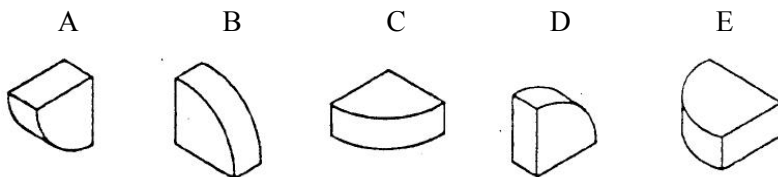
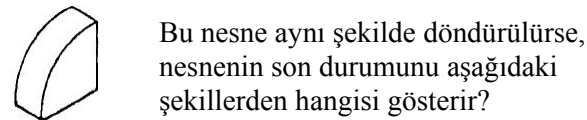
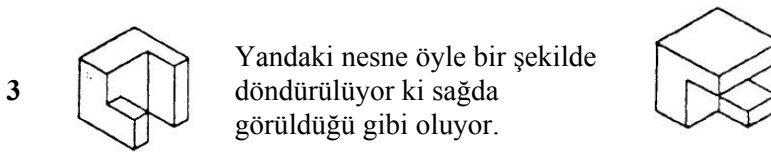
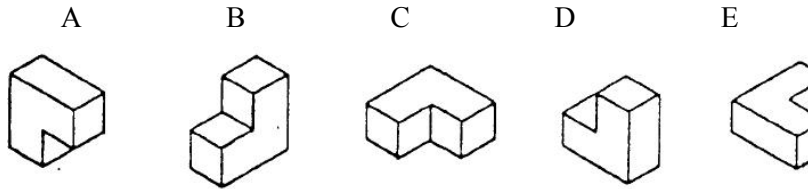
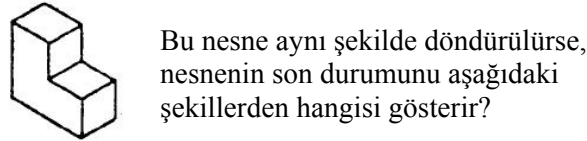
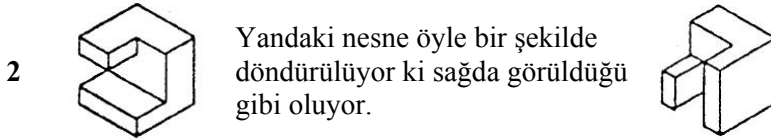
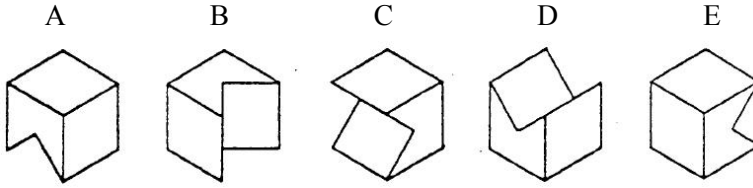
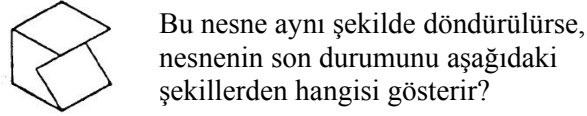
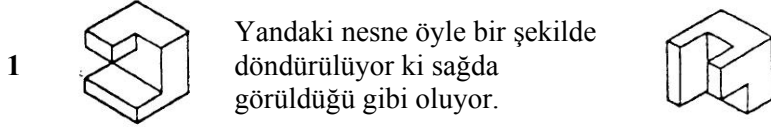
D

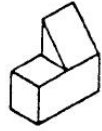
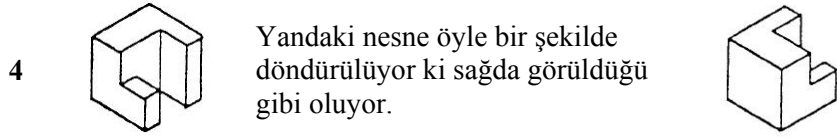
E



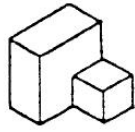
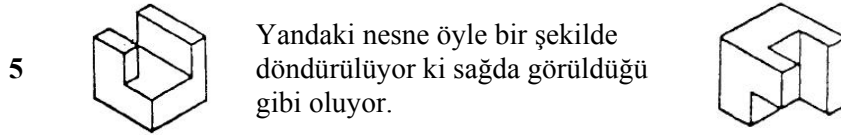
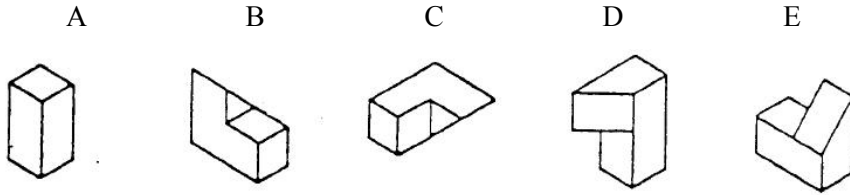
Bu örnekteki döndürmenin daha karmaşık olduğuna dikkat edin. Bu örnek için doğru cevap B'dir.

Bu soru kitapçığının üzerinde hiçbir işaretleme yapmayınız.
Cevaplarınızı size ayrıca verilen cevap kağıdına işaretleyiniz.

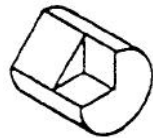
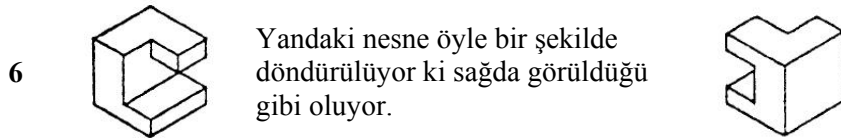
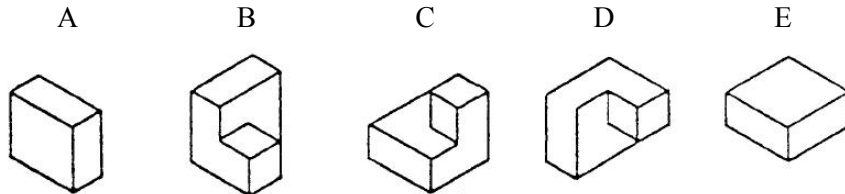




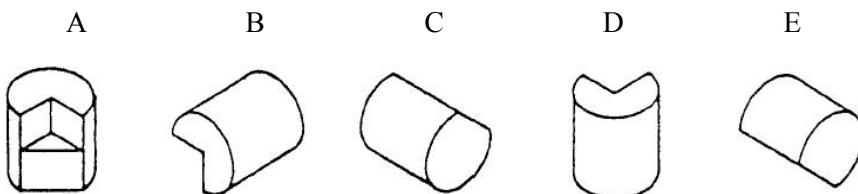
Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?

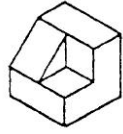
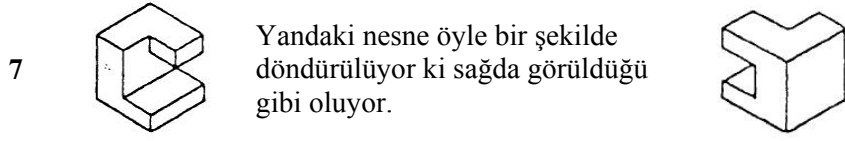


Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?

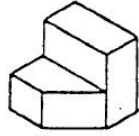
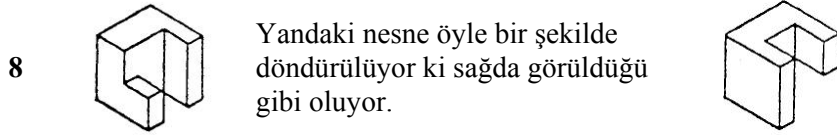
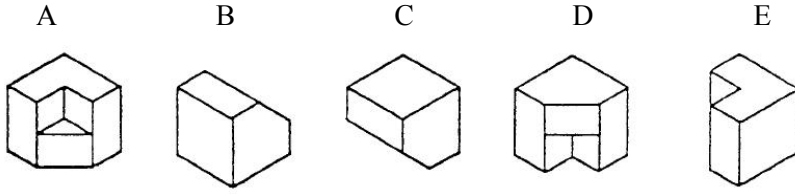


Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?

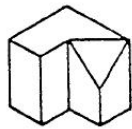
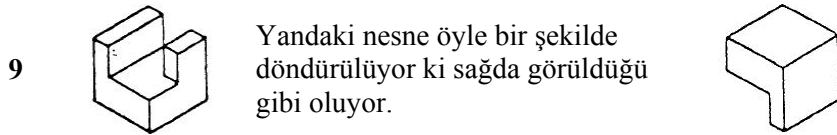
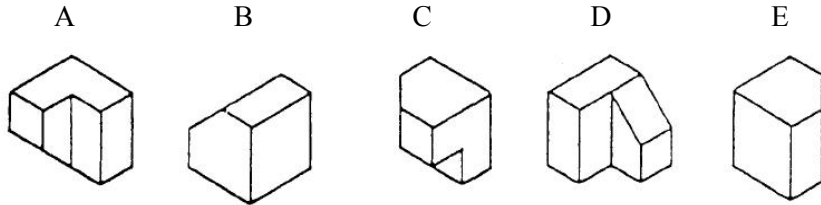




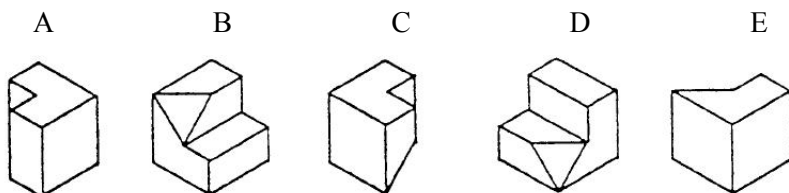
Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?

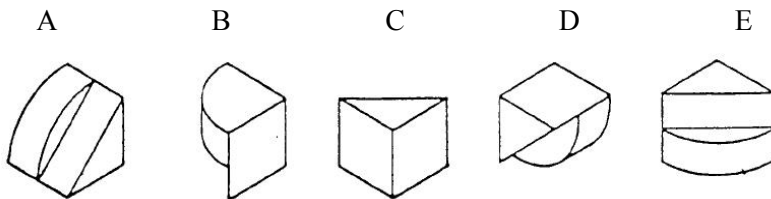
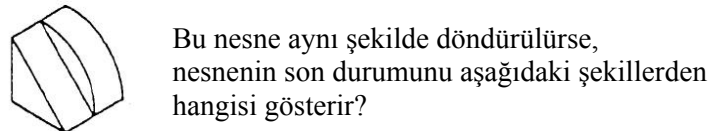
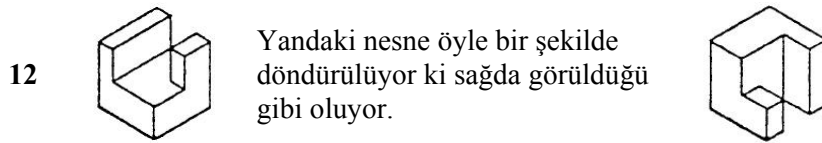
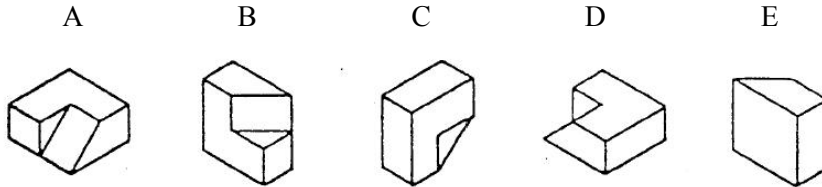
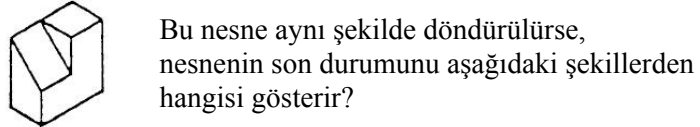
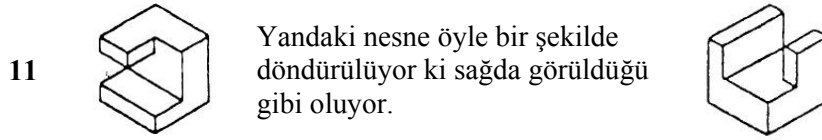
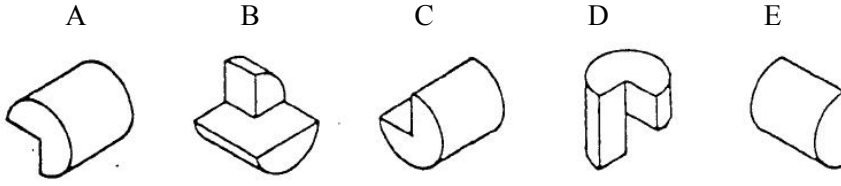
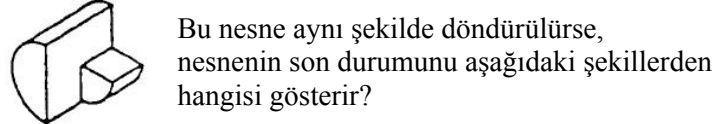
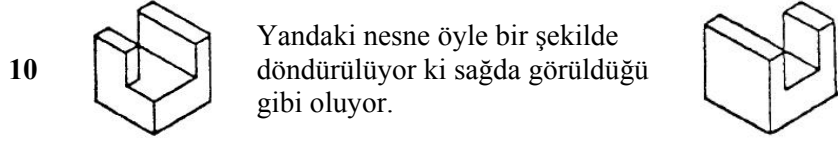


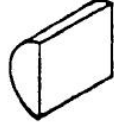
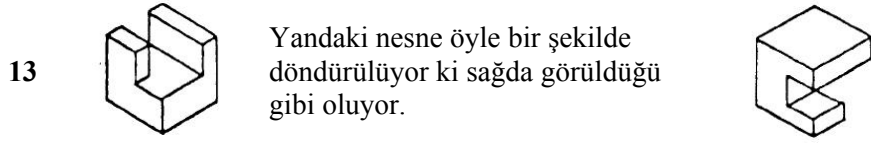
Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?



Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?







Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?

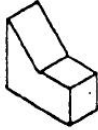
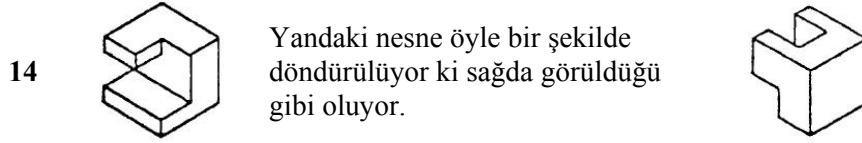
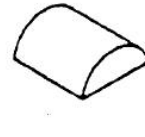
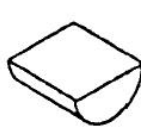
A

B

C

D

E



Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?

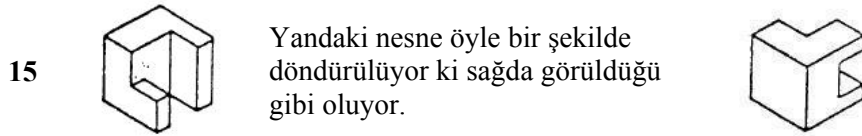
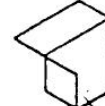
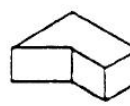
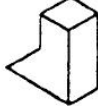
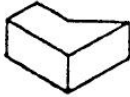
A

B

C

D

E



Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?

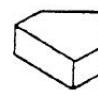
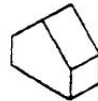
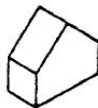
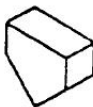
A

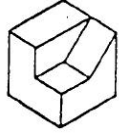
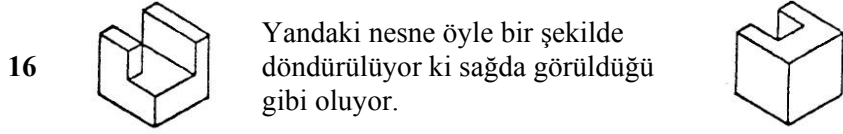
B

C

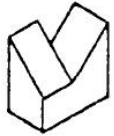
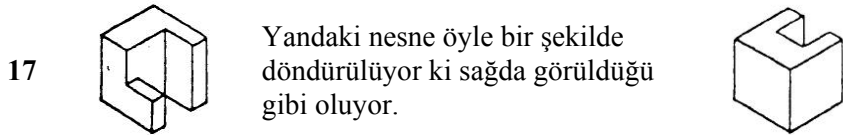
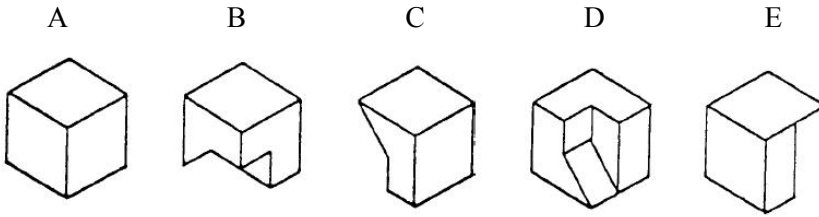
D

E

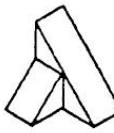
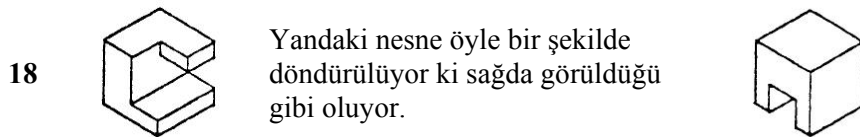
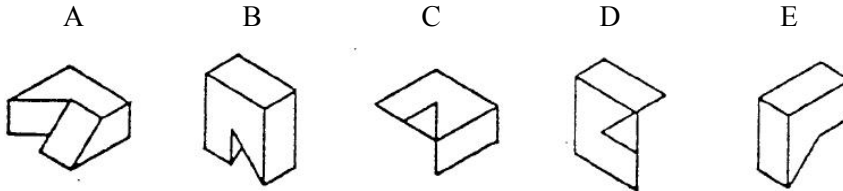




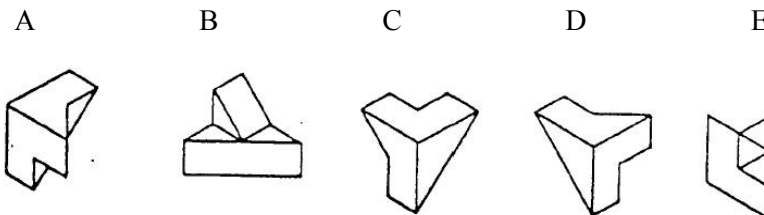
Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?

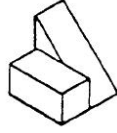
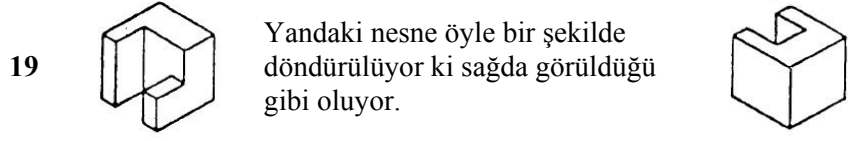


Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?



Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?





Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?

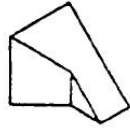
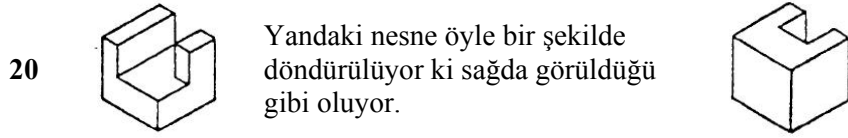
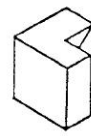
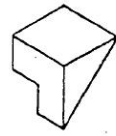
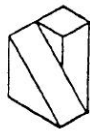
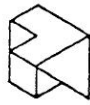
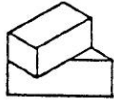
A

B

C

D

E



Bu nesne aynı şekilde döndürülürse, nesnenin son durumunu aşağıdaki şekillerden hangisi gösterir?

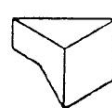
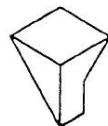
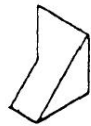
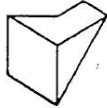
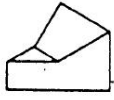
A

B

C

D

E



EK-7 MANTIKSAL DÜŞÜNME YETENEĞİ TESTİ (MDYT)

MANTIKSAL DÜŞÜNME YETENEĞİ TESTİ (MDYT)

Açıklama: Bu test, çeşitli alanlarda, özellikle Fen ve Matematik dallarında karşılaşılabileceğiniz problemlerde neden sonuç ilişkisi görüp, problem çözme stratejilerini ne derece kullanabileceğinizi göstermesi açısından çok faydalıdır. Bu test içindeki sorular mantıksal ve bilimsel olarak düşünmeyi gösterecek cevapları içermektedir.

NOT: Soru Kitapçığı üzerinde herhangi bir işlem yapmayınız ve cevaplarınızı yalnızca cevap kâğıdına yazınız. CEVAP KÂĞIDINI doldururken dikkat edilecek hususlardan birisi, 1'den 8'e kadar olan sorulardan her soru için cevap kâğıdına iki kutu bulunmaktadır. Soldaki ilk kutuya sizce sorunun uygun cevap şikkını yazınız, ikinci kutucuğa yani AÇIKLAMASI yazılı kutucuğa ise o soruyla ilgili soru kitapçığındaki Açıklaması kısmındaki şıkları okuyarak sizce en uygun olanı seçiniz.

Örneğin 12nci sorunun cevabı sizce b ise ve Açıklaması kısmındaki en uygun açıklama ikinci şık ise cevap kâğıdını aşağıdaki gibi doldurun:

12.

b

 Açıklaması

2

9. ve 10. soruları ise soru kitapçığında bu sorularla ilgili kısımları okurken nasıl cevaplayacağınızı daha iyi anlayacaksınız. Bu soruları cevap kâğıdının arkasına cevaplayınız.

SORU 1: Bir boyacı, aynı büyüklükteki altı odayı boyamak için dört kutu boya kullandığına göre sekiz kutu boya ile yine aynı büyüklükte kaç oda boyayabilir?

a. 7 oda

- b. 8 oda
- c. 9 oda
- d. 10 oda
- e. Hiçbiri

Açıklaması:

1. Oda sayısının boya kutusu sayısına oram daima $3/2$ olacaktır.
2. Daha fazla boya kutusu ile fark azalabilir.
3. Oda sayısı ile boya kutusu sayısı arasındaki fark her zaman iki olacaktır.
4. Dört kutu boya ile fark iki olduğuna göre, altı kutu boya ile fark yine iki olacaktır.
5. Ne kadar çok boyaya ihtiyaç olduğunu tahmin etmek mümkün değildir.

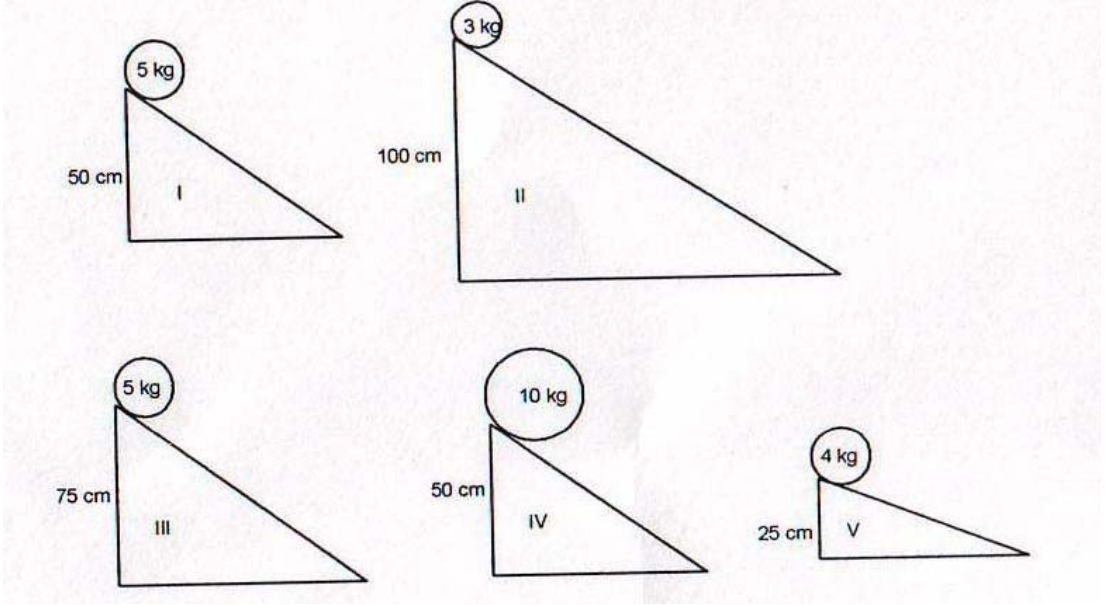
SORU 2: On bir odayı boyamak için kaç kutu boya gerekir? (Birinci soruya bakınız)

- a. 5 kutu
- b. 7 kutu
- c. 8 kutu
- d. 9 kutu
- e. Hiçbiri

Açıklaması:

1. Boya kutusu sayısının oda sayısına oram daima $2/3$ dür.
2. Eğer be; oda daha olsaydı, üç kutu boya daha gerekecekti.
3. Oda sayısı ile boya kutusu arasındaki fark her zaman iki dir.
4. Boya kutusu sayısı oda sayısının yarısı olacaktır.
5. Boya miktarını tahmin etmek mümkün değildir.

SORU 3: Topun eğik bir düzlemden (rampa) aşağı yuvarlandıktan sonra katettiği mesafe ile eğik düzlemin yüksekliği arasındaki ilişkiyi bulmak için deney yapmak isterseniz, aşağıda gösterilen hangi eğik düzlem setlerini kullanırdınız?

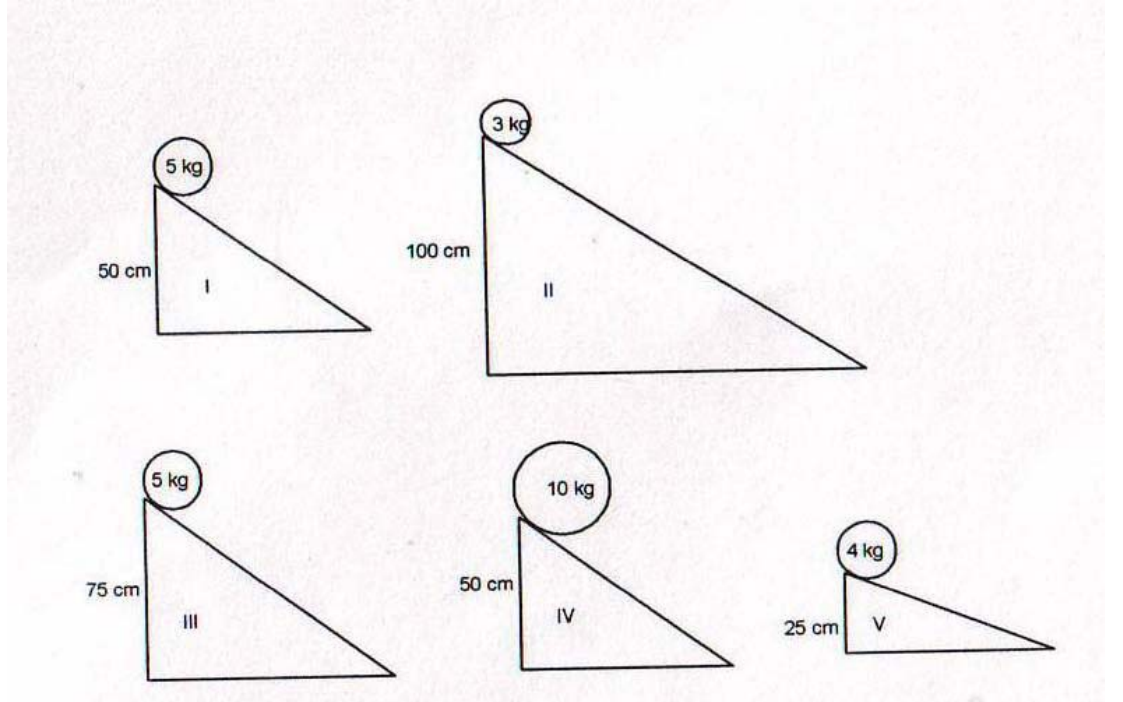


- I ve IV
- II ve IV
- I ve III
- II ve V
- hepsi

Açıklaması:

- En yüksek eğik düzlemle (rampa) karşı en alçak olan karşılaştırılmalıdır.
- Tüm eğik düzlem setleri birbiriyle karşılaştırılmalıdır.
- Yükseklik arttıkça topun ağırlığı azalmalıdır.
- Yükseklikler aynı fakat top ağırlıkları farklı olmalıdır.
- Yükseklikler farklı fakat top ağırlıkları aynı olmalıdır.

SORU 4: Tepeden yuvarlanan bir topun eğik düzlemde (rampa) aşağı yuvarlandıktan sonra katettiği mesafenin topun ağırlığıyla olan ilişkisini bulmak için bir deney yapmak isterseniz, aşağıda verilen hangi eğik düzlem setlerini kullanırdınız?



- a. I ve IV
- b. II ve IV
- c. I ve III
- d. II ve V
- e. hepsi

Açıklaması:

1. En ağır olan top en hafif olanla kıyaslanmalıdır.
2. Tüm eğik düzlem setleri birbiriyle karşılaştırılmalıdır.
3. Topun ağırlığı arttıkça, yükseklik azaltılmalıdır.
4. Ağırlıklar farklı fakat yükseklikler aynı olmalıdır.
5. Ağırlıklar aynı fakat yükseklikler farklı olmalıdır.

SORU 5: Bir Amerika'lı turist Şark Expressi'nde altı kişinin bulunduğu bir kompartımana girer. Bu kişilerden üçü yalnızca İngilizce ve diğer üçü ise yalnızca Fransızca bilmektedir. Amerika'nın kompartımana ilk girdiğinde İngilizce bilen biriyle konuşma olasılığı nedir?

- a. 2 de 1
- b. 3 de 1
- c. 4 de 1
- d. 6 da 1
- e. 6 da 4

Açıklaması:

1. Ardarda üç Fransızca bilen kişi çıkabildiği için dört secim yapılması gerekir.
2. Mevcut altı kişi arasından İngilizce bilen bir kişi seçilmelidir.
3. Toplam üç İngilizce bilen kişiden sadece birinin seçilmesi yeterlidir.
4. Kompartımandakilerin yarısı İngilizce konuşur.
5. Altı kişi arasından, bir İngilizce bilen kişinin yanı sıra, üç tanede Fransızca bilen kişi seçilebilir.

SORU 6: Üç altın, dört gümüş ve beş bakır para bir torbaya konulduktan sonra, dört altın, iki gümüş ve üç bakır yüzük de aynı torbaya konur. İlk denemede torbadan altı bir nesne çekme olasılığı nedir?

- a. 2 de 1
- b. 3 de 1
- c. 7 de 1
- d. 21 de 1
- e. Yukarıdakilerden hiçbiri

Açıklaması:

1. Altın, gümüş ve bakırdan yapılan nesnelere arasından bir altı nesne seçilmelidir.
2. Paraların $\frac{1}{4}$ ü ve yüzüklerin $\frac{4}{9}$ u altından yapılmıştır.
3. Torbadan çekilen nesnenin para veya yüzük olması önemli olmadığı için, toplam 7 altı nesneden bir tanesinin seçilmesi yeterlidir.
4. Toplam yirmi bir nesneden bir altı nesne seçilmelidir.

5. Torbadaki 21 nesnenin 7 si altından yapılmıştır.

SORU 7: Altı yaşındaki Ahmet'in şeker almak için 50 lirası vardır. Bakkaldaki kapalı iki seker kutusundan birinde 30 adet kırmızı ve 50 adet sarı renkte şeker bulunmaktadır. İkinci bir kutuda ise 20 adet kırmızı ve 30 adet sarı şeker vardır. Ahmet kırmızı şekerleri sevmektedir. Ahmet'in ikinci kutudan kırmızı şeker çekme olasılığı birinci kutuya göre daha fazla mıdır?

- a. Evet
- b. Hayır

Açıklaması:

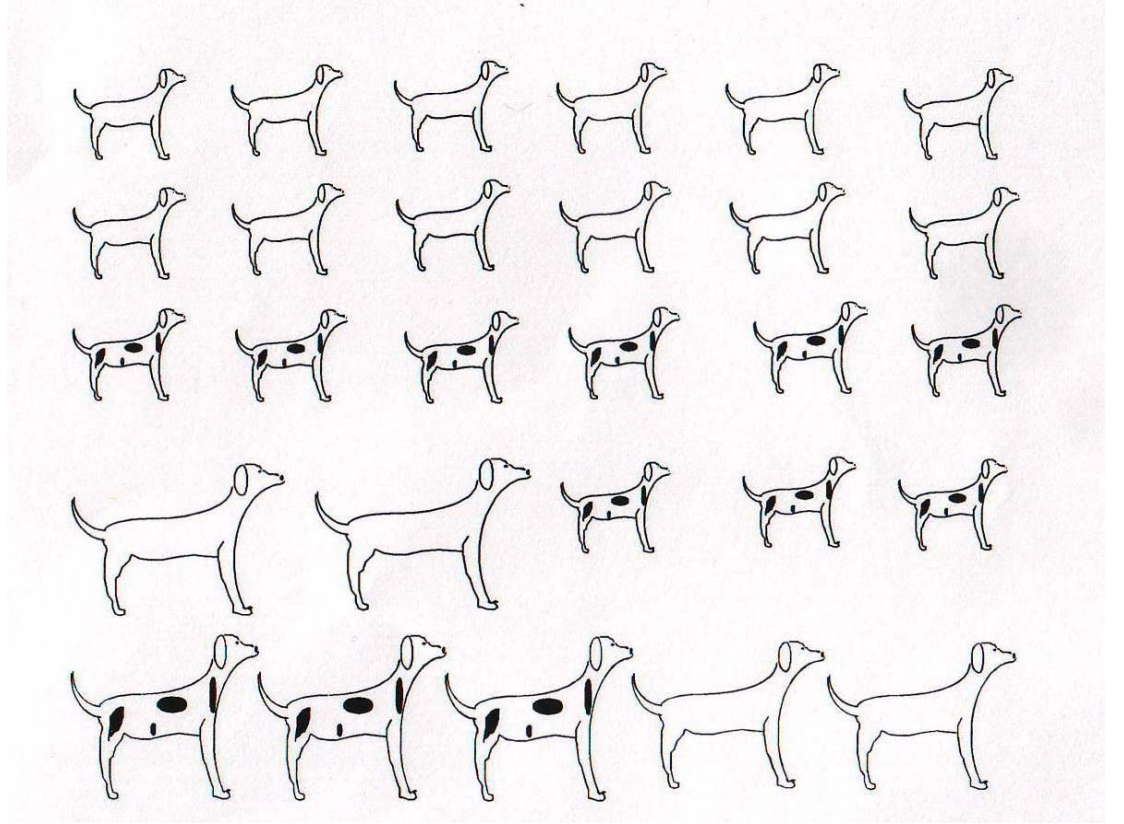
1. Birinci kutuda 30, ikincisinde ise yalnızca 20 kırmızı şeker vardır.
2. Birinci kutuda 20 tane daha fazla sarı şeker, ikincisinde ise yalnızca 10 tane daha fazla sarı şeker vardır.
3. Birinci kutuda 50, ikincisinde ise yalnızca 30 sarı şeker vardır.
4. İkinci kutudaki kırmızı şekerlerin oranı daha fazladır.
5. Birinci kutuda daha fazla sayıda şeker vardır.

SORU 8: 7 büyük ve 21 tane küçük köpek şekli aşağıda verilmiştir. Bazı köpekler benekli bazıları ise beneksizdir. Büyük köpeklerin benekli olma olasılıkları küçük köpeklerden daha fazla mıdır?

- a. Evet
- b. Hayır

Açıklaması:

1. Bazı küçük köpeklerin ve bazı büyük köpeklerin benekleri vardır.
2. Dokuz tane küçük köpeğin ve yalnızca üç tane büyük köpeğin benekleri vardır.
3. 28 köpekten 12 tanesi benekli ve geriye kalan 16 tanesi beneksizdir.
4. Büyük köpeklerin $\frac{3}{7}$ si ve küçük köpeklerin $\frac{9}{21}$ i beneklidir.
5. Küçük köpeklerden 12 sinin, fakat büyük köpeklerden ise sadece 4 ünün beneği yoktur.



SORU 9: Bir pastanede üç çeşit ekmek, üç çeşit et ve üç çeşit sos kullanılarak sandviçler yapılmaktadır.

Ekmek Çeşitleri

Buğday (B)

Çavdar (C)

Yulaf (Y)

Et Çeşitleri

Salam (S)

Piliç (P)

Hindi (H)

Sos Çeşitleri

Ketçap (K)

Mayonez (M)

Tereyağı (T)

Her bir sandviç ekmek, et ve sos içermektedir. Yalnızca bir ekmek çeşidi, bir et çeşidi kullanılarak kaç çeşit sandviç hazırlanabilir?

Cevap kâğıdı üzerinde bu soruyla ilgili bırakılan boşluklara bütün olası sandviç çeşitlerinin listesini çıkarın.

Cevap kâğıdında gereksiniminizden fazla yer bırakılmıştır.

Listeyi hazırlarken ekmek, et ve sos çeşitlerinin yukarıda gösterilen kısaltılmış sembollerini kullanınız.

Örnek: BSK = Buğday, Salam, ve Ketçap dan yapılan sandviç

SORU 10: Bir otomobil yarışında Dodge (D), Chevrolet (C), Ford (F) ve Mercedes (M) marka dört araba yarışmaktadır. Seyircilerden biri arabaların yarışı bitiriş sırasının DCFM olacağını tahmin etmektedir. Arabaların diğer mümkün olan bütün yarışı bitirme sıralamalarını cevap kağıdında bu soruyla ilgili bırakılan boşluklara yazınız.

Cevap kağıdında gereksiniminizden fazla yer bırakılmıştır.

Bitirme sıralamalarını gösterirken, arabaların yukarıda gösterilen kısaltılmış sembollerini kullanınız.

Örnek: DCFM yarışı sırasıyla birinci sırada Dodge'nin, sonra Chevrolet'in, sonra Ford'un ve en sonra Mercedes'in bitirdiğini gösterir.

ÖZ GEÇMİŞ

09.10.1976 yılında Kahramanmaraş Merkez’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini tamamladıktan sonra 1995-1999 yılları arasında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya bölümünde lisans eğitimini; 1999-2002 yılları arasında aynı üniversitede Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Ana Bilim dalında yüksek lisans programını tamamladı.

2002 yılında Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü OFMAE Kimya Eğitimi Bilim Dalında doktora programına kaydoldu.

1999 yılında Millî Eğitim Bakanlığı’na öğretmen olarak atandı. Bu süre içinde çeşitli okullarda görev yaptı. 2003 yılında Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu’nda çalışmaya başladı. 2003 yılından itibaren ilköğretim 4-8. sınıflar fen ve teknoloji dersi öğretim programı geliştirme, 2006 yılından itibaren ise ortaöğretim 9-12. sınıflar kimya dersi öğretim programı geliştirme özel ihtisas komisyonlarında görev aldı. Çeşitli vesilelerle, öğretmenlere, müfettişlere ve eğitim kurumu yöneticilerine yönelik hizmet içi eğitim faaliyetlerinde eğitim görevlisi olarak, programların içerikleri, yeni programların getirdikleri, yeni öğretim yaklaşımlarının uygulamaya yönelik örnekleri, öğretim yöntemleri ve yeni program anlayışları ile ilgili seminerler verdi. Hâlen bu görevlerini sürdürmektedir.