

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ



**ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN YÜKSELTGENME VE
İNDİRGENME İLE İLGİLİ YANLIŞ KAVRAMLARININ
BELİRLENMESİ**

BETÜL KIZMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU (Tez Danışmanı)**
 Prof. Dr. Abdullah AYDIN
 Dr. Öğr. Üyesi Şengül GACANOĞLU

BALIKESİR, Şubat 2023

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Ortaöğretim Öğrencilerinin Yükseltgenme ve İndirgenme ile ilgili Yanlış Kavramalarının Belirlenmesi**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Betül KIZMAZ

(imza)

Bu tez çalışması Balıkesir Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından (2020/021) nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN YÜKSELTGENME VE İNDİRGENME İLE İLGİLİ YANLIŞ KAVRAMALARININ BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BETÜL KIZMAZ

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

KİMYA EĞİTİMİ

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. CANAN NAKİBOĞLU)

BALIKESİR, ŞUBAT - 2023

12. sınıf kimya dersi ilk ünitesi olan "Kimya ve elektrik" ünitesinin ilk konusu, indirgenme ve yükseltgenme tepkimeleridir. Bu konunun anlamlı bir şekilde öğrenimi ünitenin diğer konularının kavranmasına ve daha sonra gelen organik kimya ile ilgili ünitelerdeki tepkimelerin daha iyi anlaşılmasında yardımcı olacaktır. Diğer taraftan öğrencilerin indirgenme-yükseltgenme tepkimeleri ile ilgili önemli yanlış kavramalara sahip olduğubilinmektedir. Brandriet ve Bretz (2014a) öğrencilerin indirgenme-yükseltgenme konusu ile ilgili kavramalarını sembolik ve mikroskopik seviyesinde ölçen bir test geliştirmişlerdir. Bu testin kullanıldığı bu çalışmada, İndirgenme Yükseltgenme Kavram Testinin (İYKT) Türkçeye uyarlamasının yapılması, 12.sınıfta öğrenim gören öğrencilerin yükseltgenme-indirgenme tepkimelerine yönelik başarı düzeylerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi ve öğrencilerin konu ile ilgili yanlış kavramalarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Testin kullanımına yönelik izinlerin alınmasının ardından Türkçe uyarlama çalışması gerçekleştirilmiştir. Uyarlama çalışması sonunda, İYKT'nin güvenilirlik değerleri orijinal test ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Testin uygulaması, 347 kadın ve 253 erkek toplam 600 12. sınıf öğrencisine yapılmıştır. 18 sorudan oluşan ve her bir sorunun sonuna güven düzeyi kısmı ekli olan teste ilişkin Cronbach α değerleri ilk kısım için 0,56 ve ikinci kısım için 0,92 olarak bulunmuştur. Öğrencilerin testin ilk kısmına yönelik başarıları ile cinsiyet arasında anlamlı bir fark olmadığı, ancak okul-1, okul-2, okul-3 de öğrenim gören öğrencilerin başarıları ile okul-7 ve okul-8'de öğrenim gören öğrenci başarıları arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. 12. Sınıf öğrencilerinin yükseltgenme sayısı, kimyasal tepkimelerin yüzey özellikleri, elektron transferi, seyirci iyonun rolü, dinamik tepkime süreci, elektrostatik etkileşimler ve bağlanma temalarına yönelik yanlış kavramalarının olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma sonunda indirgenme ve yükseltgenme konusunun öğretimine yönelik önerilere yer verilmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: İndirgenme, yükseltgenme, yanlış kavrama, 12. Sınıf

Bilim Kod / Kodları : 11403

Sayfa Sayısı: 59

ABSTRACT

DETERMINATION OF SECONDARY STUDENTS' MISCONCEPTIONS ABOUT OXIDATION AND REDUCTION

MSC THESIS

BETÜL KIZMAZ

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

CHEMISTRY EDUCATION

(SUPERVISOR: PROF. DR. CANAN NAKİBOĞLU

BALIKESİR, FEBRUARY - 2023

The first topic of the unit "Chemistry and electricity", which is the first unit of the 12th grade chemistry course, is reduction and oxidation reactions. Learning this subject in a meaningful way will help to understand the other topics of the unit and to better understand the reactions in the organic chemistry units that follow. On the other hand, it is known that students have important misconceptions about reduction-oxidation reactions. Brandriet and Bretz (2014a) developed a test that measures students' understanding of reduction-oxidation at the symbolic and microscopic levels. In this study, in which this test was used, it was aimed to adapt the Redox Concept Inventory (ROXCI) into Turkish, to examine the achievement levels of 12th grade students in terms of oxidation-reduction reactions in terms of different variables, and to determine the students' misconceptions about the subject. After obtaining permission for the use of the test, a Turkish adaptation study was carried out. At the end of the adaptation study, it was determined that the reliability values of the ROXCI were compatible with the original test. The test was administered to 600 12th grade students, 347 girls and 253 boys. The Cronbach α values of the test, which consists of 18 questions and the confidence level part is attached to the end of each question, were found to be 0.56 for the first part and 0.92 for the second part. It was determined that there was no significant difference between the achievements of the students in the first part of the test and gender, but there was a significant difference between the achievements of the students studying at school 1, school-2, school-3 and the success of students studying at school-7 and school-8. It was concluded that 12th grade students had misconceptions about oxidation number, surface properties of chemical reactions, electron transfer, the role of spectator ion, dynamic reaction process, electrostatic interactions and bonding themes. At the end of the study, suggestions for teaching the subject of reduction and oxidation are given.

KEYWORDS:Reduction, oxidation, misconception, 12th grade students

Science Code / Codes : 11403

Page Number : 59

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL VE KISALTMA LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1 Kavram nedir?.....	3
1.2 Yanlış Kavramalar	3
1.3 Kimya ve Elektrikğin Doğası	4
1.4 Yükseltgenme -İndirgenme Kavramlarının Ortaöğretim 11.Sınıf Programındaki Yeri..	5
1.5 Yükseltgenme-İndirgenme Kavramlarının Ortaöğretim 12.Sınıf Programındaki Yeri...	7
1.6 Alan Yazın Taraması	7
1.7 Araştırmanın Önemi, Amacı ve Problemleri	12
1.7.1 Araştırmanın Önemi	12
1.7.2 Araştırmanın Amacı	13
1.7.3 Araştırmanın Problemleri	13
1.8 Araştırmanın Varsayımları	13
1.9 Araştırmanın Sınırlılıkları	14
2. YÖNTEM	15
2.1 Araştırmanın Modeli	15
2.2 Evren ve Örneklem	15
2.2.1 Araştırmanın Birinci Örneklemi	16
2.2.2 Araştırmanın İkinci Örneklemi	16
2.3 Veri Toplama Aracı ve Veri Toplanmasında İzlenen Yol.....	18
2.3.1 Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması.....	19
2.3.2 İYKT Pilot Uygulaması ve Güvenirlik Çalışması	21
2.3.3 İYKT Özellikleri.....	22
2.4 Veri Analizi ve Kodlayıcı Güvenirliği	23
3.BULGULAR	24
3.1 İndirgenme-Yükseltgenme Kavram Testi(İYKT) Betimse Analiz Bulguları	24
3.1.1 İndirgenme-Yükseltgenme Kavram Testi(İYKT) Normal Dağılımına Yönelik Bulgular.....	24
3.1.2 Öğrenci Başarısına Cinsiyetin Etkisine Yönelik Bulgular	26
3.1.3 Öğrenci Başarısına Okul Türünün Etkisine Yönelik Bulgular	27
3.2 İndirgenme-Yükseltgenme Konusu ile ilgili Öğrencilerin Yanlış Kavramaları.....	30
3.2.1 Yükseltgenme Sayısı	31
3.2.2 Yüzey Özellikleri.....	34
3.2.3 Elektron Transferi	36
3.2.4 Seyirci İyon	38
3.2.5 Dinamik Tepkime Süreci.....	39
3.2.6 Elektrostatik ve Bağlanma.....	41

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	43
5.KAYNAKLAR	48
EKLER	54
EK A: Etik Komisyonu Onay Belgesi.....	55
EK B: Balıkesir İL Milli Eğitim Müdürlüğü Uygulama İzni Onayı	56
EK C: İYKT Kullanım İzni	58
ÖZGEÇMİŞ	59

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Kimyanın üçlü gösterimi	2
Şekil 2.1: Ölçme aracının Türkçe uyarlamasında izlenen yol.....	19
Şekil 3.1: İYKT'nin öğrenci başarısı toplam puanına ait histogram grafiği.....	25
Şekil 3.2: İYKT'nin güven düzeyi verilerine ilişkin histogram grafiği.....	26
Şekil 3.3: İYKT'nin beşinci sorusunda yer alan gösterimler	32
Şekil 3.4: İYKT'nin 16. 17. ve 18. Sorularında yer alan gösterimler	37

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Araştırmanın örnekleminin sınıf düzeylerine göre dağılımı	16
Tablo 2.2: Araştırmanın ikinci örnekleminin cinsiyet ve okul türüne göre dağılımı	17
Tablo 2.3: İndirgenme-Yükseltgenme Kavram Testi (İYKT) belirtke tablosu	20
Tablo 2.4: İYKT ile ilgili pilot çalışma için bulunan betimsel istatistik değerleri	22
Tablo 2.5: İYKT tarafından değerlendirilen başlıca yanlış kavrama temaların sorulara göre dağılımı	22
Tablo 3.1: İYKT ile ilgili betimsel istatistik değerleri	24
Tablo 3.2: Cinsiyete göre İYKT puanlarına ait betimsel istatistik değerleri	26
Tablo 3.3: İYKT öğrenci başarılarına cinsiyetin etkisine ait t-testi	27
Tablo 3.4: Okul türüne göre İYKT puanlarına ait betimsel istatistik değerleri	27
Tablo 3.5: İYKT başarılarına okul düzeyinin etkisine ait ANOVA testi.	28
Tablo 3.6: İYKT başarılarının okullar arası karşılaştırılmasına yönelik Scheffe Testi Bulguları	28
Tablo 3.7: İYKT ilk kısmına yönelik öğrenci cevaplarına ait frekans ve yüzde değerleri.	30

SEMBOL VE KISALTMA LİSTESİ

f	:Frekans
%	:Yüzde
S	:Standart Sapma
N	:Veri Sayısı
sd	:Serbestlik Derecesi
F	:ANOVA için F değeri
p	:Anlamlılık Ölçüsü
t	:T İstatistiği Değeri
\bar{X}	:Aritmetik Ortalama
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
İYKT	:İndirgenme-Yükseltgenme Kavram Testi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öncesi ve sonrasında her zaman her koşulda tüm olumsuzluklara rağmen tecrübesini, bilgisini, samimiyetini ve sevgisini hiçbir zaman esirgemeyen düştüğümde kaldıran maneviyatıyla destek veren ve bana her zaman güvenen çok değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU'na her şey için çok teşekkür ediyorum.

Hayatım boyunca hep yanımda olan ve beni her zaman destekleyen bugünlere gelmemi sağlayan annem Ebru KIZMAZ, babam Hasan KIZMAZ ve ağabeyim Onur KIZMAZ'a sonsuz teşekkürler.

Bu süreçte desteğini ve yardımlarını esirgemeyen nişanlım Mücahid KOÇ'a ve yardımcı olan tüm arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

Çalışma sürecinde uygulama yaptığım okullarda bana yardımcı olan okul idarecileri, öğretmenler ve çalışmama gönüllü olarak katılan tüm öğrencilere ayrı ayrı teşekkür ederim.

Balıkesir, 2023

Betül KIZMAZ

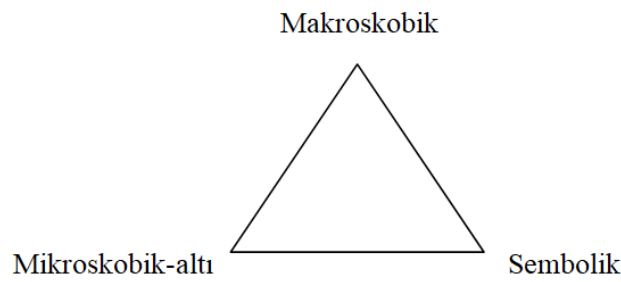
1. GİRİŞ

Orta öğretim öğrencilerinin hem kimya konu ve kavramlarını anlamada hem de kimya sorularını çözümede zorlandıklarını söylemek mümkündür (Davidowitz, Chittleborough ve Murray, 2010; Garnett ve Treagust, 1992a, 1992b; Nakhleh, 1992; Nakiboğlu, 2003, 2008; Peterson ve Treagust, 1989; Stavridou ve Solomonidou, 1989; Şen ve Yılmaz, 2017; Taber, 2002; Taber, Tsapalis ve Nakioğlu, 2012). Kimya ünitelerinden biri olan "Kimya ve Elektrik" ünitesinde yer alan indirgenme ve yükseltgenme tepkimeleri öğrencilerin zorluk yaşadıkları konulardan birisi olduğu alan yazında yer alan çalışmalardan görülmektedir (Adu-Gyamfi, Ampiah ve Agyei, 2015; Allsop & George, 1982; Barke, 2012; Cole, Rosenthal & Sanger, 2019; Garnett ve Treagust, 1992a; Österlund, 2010; Österlund & Ekborg, 2009).

Ortaöğretim Kimya 12. sınıfın ilk ünitesi olan "Kimya ve Elektrik" ünitesinin konuları elektrokimya alanı ile ilgili olup, sadece birçok konunun öğretimi için temel olmakla kalmayıp aynı zamanda günlük hayat ile de ilişkilidir. "Kimya ve Elektrik" ünitesi, indirgenme-yükseltgenme (redoks) tepkimelerinde elektrik akımı, elektrotlar ve elektrokimyasal hücreler, elektrot, kimyasallardan elektrik, elektroliz ve korozyon şeklinde 6 konudan oluşur.

Kimyasal tepkimeler, yeni bağ oluşumu, mevcut bağların kırılması, proton aktarımı, iyonların yer değiştirmesi ya da elektron alışverişi gibi olaylar sonucu gerçekleşir. Elektron alışverişi ile gerçekleşen tepkimelerde indirgenme ve yükseltgenme adı verilen iki ayrı olay gerçekleşmektedir (Çiçek, Demirel, Bozyıl, Danışman ve Yıldız, 2021). Bir atom ya da iyonun elektron vermesi ile gerçekleşen olaya yükseltgenme (oxidation), bu olayın gerçekleştiği tepkimeye yükseltgenme yarı tepkimesi (oxidation halfreaction) adı verilir. Bir atom ya da iyonun elektron almasıyla gerçekleşen olaya indirgenme (reduction), bu olayın gösterildiği tepkimeye indirgenme yarı tepkimesi (reduction halfreaction) adı verilir. Elektron alışverişi ile meydana gelen yükseltgenme indirgenme tepkimeleri aynı anda gerçekleştiğinden bu yarı tepkimeler birbirinden bağımsız düşünülemez. Bu iki yarı tepkimenin toplamından oluşan tepkimeye Redoks (redox) tepkimesi denir. Redoks tepkimelerinde alınan verilen elektron sayılarının eşit olması gerekmektedir. Tepkimelerde elektron alarak indirgenen taneciklere yükseltgen (oxidizer), elektron vererek yükseltgenen taneciklere indirgen (reducing) adı verilir.

Tepkimeler öğrenciler tarafından daha çok yüzeysel olarak düşünülmekte tanecik boyutu göz ardı edilmektedir. Bu yüzden öğrenciler tepkimeler ile karşı karşıya geldiklerinde yüzeysel düşünerek tanecik boyutunda gerçekleşen olayları göz ardı etmektedir. Tepkimelerdeki makroskopik ve mikroskopik olayları detaylı bir şekilde düşünemeyip temel kavramları ve olayları birbiri ile ilişkilendirmekte güçlük çekmektedirler. Kimya öğretiminde önemli sorunlardan biri olan bu durum kimyanın doğal yapısı ile ilgilidir ve Johnstone (1993, 2000) bunu Şekil 1.1’de gösterilen kimyanın üçlü gösterimi ile ifade etmiştir.



Şekil 1.1: Kimyanın üçlü gösterimi.

Kimya konu ve kavramlarının öğretimi ve öğrenimi, makroskopik, mikroskopik ve sembolik seviyeler arasında kavramsal ilişkilerin kurulmasını gerektirmektedir. Kimya eğitimi alanında kimya öğretme ve öğrenmesine yönelik çalışmalar incelendiğinde, kimyanın öğrencilere mikroskopik seviye ile ve sembolik seviyenin soyut doğaları gereği, bu seviyelerdeki açıklamaların öğrencileri zorladığını göstermektedir (Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1986; Taber, 2010). Ayrıca bu seviyeler arasındaki geçişte, her ne kadar öğretmenler sorun yaşamasa da öğrencilerin önemli sorunlar yaşadığı sonuçlarına ulaşılmıştır (Stains ve Talanquer, 2008; Taber, 2010). Üçlü seviyelerden sembolik seviyenin, diğer iki seviye olan hem makroskopik hem de mikroskopik altı seviyelerini açıklanmasında dayer alması, kimya konularının anlaşılmasını daha da zorlaştırmıştır. Bu nedenle, üçlü gösterimin kullanımı kimya konularının öğrenilmesinde önemli engeller ortaya çıkarabilmektedir. Taber (1995) ve özellikle kavramların öğrenciler tarafından anlamlı şekilde öğrenilmemesine hatta yanlış kavramalara neden olabilmektedir (Nakiboğlu, 2006).

1.1 Kavram Nedir?

Kavramlar, insanın düşünceleri sonucu zihninde birbirinden farklı varlık, olay, obje, fikir ve olguların ortak özelliklerini temsil edebilen bir düşünce birimi oluşturmaktadır (Çeliköz, 1998). Zihinde oluşan düşünce birimlerini ifade eden sözcükler ise kavram olarak anılır. Kavramlar somut yapılar değildir. Çeşitli somut yapıların ortak özelliklerine göre gruplandırılması sonucu oluşan soyut düşünce birimleri olarak ifade edilir(Kaptan, 1999).Bilginin yapıtaşı olarak kabul edilen kavramlar, insanların varlıklarını sürdürmesine destek olan temel zihinsel oluşumlar olarak tanımlanmaktadır (Cansüngü Koray ve Bal, 2002).

Bilimsel bilgiye ulaşmada kavramlar arası ilişkileri oluşturmak son derece önemli bir yer kaplamaktadır. Çocukluktan itibaren kavramları öğrenmeye başlayan insanlar, kavramlar arasında ilişki kurdukça bilgiyi keşfetmektedir (Çaycı, 2007). İnsanlar, kavramlar vasıtasıyla eşya, olay ya da düşünceleri tanır, sınıflandırır ve ayırt eder. Bilgiyi işleme sürecinde kullanılan tüm araçların da temel bileşeni kavramlar olmaktadır (Bozkurt, 2018). Sonuç olarak, kavramlar, öğrenmenin temeli olarak kabul edilmekte olup kavram öğretimi olmaksızın üst düzey öğrenmelerin gerçekleşmediği kabul edilir(Aydın ve Balım, 2007).

1.2 Yanlış Kavramalar

Yanlış kavrama, kavramın bilimsel olarak kabul edilen anlamlarından daha farklı bir şekilde öğrenilmesi olarak ifade edilebilir. Fen bilimleri öğretiminde yanlış kavramaların farklı türlerini görmek mümkündür. Yanlış kavramalarda bulunan bu farkları bilmek öğrencilerin hangi noktada hangi güçlüklerle karşılaştıklarını belirlemede öğretimi yapan öğretmen için yardımcı olacaktır. Yanlış kavramalar ile ilgili birçok sınıflandırmanın olduğunu söylemek mümkündür. Bu sınıflandırmalar da daha çok yanlış kavramaların ortaya çıkış nedenleri üzerinde durulmuştur. Nakiboğlu (2006) bazı kaynaklara göre, yanlış kavramaların beş grupta sınıflandırıldığını belirterek onları aşağıdaki şekilde olduğunu belirtmiştir.

Önyargılı fikirler: kökeni günlük deneyimlere dayanan yaygın kavramlardır.

Bilimsel olmayan inançlar: kökenini dini ve mitolojik öğretiler gibi bilimsel olmayan kaynaklardan alan kavramlardır.

Kavramsal yanlış anlamalar: eğer bilimsel bilginin öğretimi sırasında önyargılı fikirler ve bilimsel olmayan inançlar ile bilimsel bilgi arasında öğrencilerin çelişkiye düşmeleri sağlanmazsa oluşan zayıf kavramlardır.

Ana dile ait yanlış kavramalar: bir kavramın günlük yaşamdaki anlamı ile bilimsel içerikteki anlamının farklı olması durumunda ortaya çıkar.

Olaylara dayanan yanlış kavramalar: erken yaşta öğrenilip yetişkinlikte de değişmeden kalan kişinin inanç sisteminde bulunan kavramlardır.

Ayrıca Nakiboğlu (2006) yanlış kavramaların farklı yazarlarca farklı şekilde sınıflandığını belirterek bunlardan Herron (1986) tarafından yapılan sınıflamaya göre olanını şu şekilde aktarmıştır. Herron (1989)'ın iki grupta topladığı yanlış kavramaları ilk grubunda, öğrenci düşüncelerinin deneysel gerçeklere zıt olduğu ve fiziksel dünyada ne olduğu ile ilgili yanlış kavramaların yer aldığını, ikinci grupta da öğrencinin kendi bakış açısına göre doğal dünyayı açıklamada kullandığı yanlış kavramaların yer aldığını belirtmiştir (Aktaran Nakiboğlu, 2006).

Skelly ve Hall (1993) yanlış kavramalara yönelik bir sınıflandırma yapmıştır. Buna bağlı olarak deneysel yanlış kavramalar ve öğretimsel yanlış kavramalar şeklinde bir gruplamanın uygun olacağını belirtmişlerdir. Deneysel yanlış kavramalar kişilerin günlük deneyimlerine dayanır ve *alternatif kavramalar*, *sezgisel kavramalar* ve *saf kavramalar* olarak da ifade edilmektedir. Öğrencilerin sınıf içi ya da dışı öğretimi sırasında ya da kendi kendine öğrenmeleri sırasında meydana gelebilen yanlış kavramalar öğretimsel yanlış kavramalardır.

Bu çalışma kapsamında indirgenme ve yükseltgenmeye yönelik kavramalar öğretimden kaynaklanmakta olduğu öğrencilerin günlük deneyimlerinden çok öğretim sırasında karşılaşılan konunun yapısına bağlı yanlış kavramalar olarak kabul edilebilir.

1.3 Kimya ve Elektrik'in Doğası

Günümüzde elektrik'in elektronların hareketiyle oluştuğu bilinmektedir. İndirgenme-yükseltgenme tepkimelerinde de elektron hareketliliği (elektron alışverişi) söz konusudur. Elektrik'in doğası, 18. Yüzyılda yapılan çalışmalar sayesinde açıklanabilmiştir. İndirgenme-yükseltgenme tepkimelerindeki elektron alışverişi doğrudan temas yoluyla veya dolaylı yolla oluşabilir(Çetin, Boztepe ve Kule, 2019).

Doğrudan temasla gerçekleşen elektron alışverişlerinde indirgen ve yükseltgen arasındaki mesafe atomik veya moleküler boyuttadır. Tanecikler, tepkimeyi gerçekleştirirken birbirleriyle çarpışır ve bu esnada tanecikler arasında elektron alışverişi gerçekleşir. Dolaylı yoldan gerçekleşen elektron alışverişlerinde indirgen ve yükseltgenin arasında ileten bir nesne vardır. Elektron alışverişi bu iletken vasıtasıyla oluşur. Dolaylı indirgenme- yükseltgenme tepkimeleri sonucunda elektrik akımı meydana gelir. Bu tepkimelerin doğası 18. Yüzyıl sonlarında İtalyan bilim insanı Luigi Galvani sayesinde anlaşılmaya başlanmıştır. Galvani sinirlerin elektrik boşalması ile irkilmeye karşı duyarlılığını incelemiştir. Bir elektrik makinesi yanında bulunan masadaki ölü hayvanların kaslarına özellikle kurbağa kasına neşterle dokunduğunda kaslarda seğirme ve elektrik makinesinde bir kıvılcım meydana geldiğini gözlemlemiştir. Ancak bu elektriğin kaslardan dolayı oluştuğunu ve bu bulgusunu hayvansal elektrik olarak nitelendirmiştir. Aynı yüzyıl sonunda Alessandro Volta kaslar iki farklı metal arasındayken çubuklarla kaslara dokunduğunda elektriğin oluştuğunu öne sürmüştür. Volta, çinko ve bakır disklerden oluşan sıralı bir yığın oluşturmuş ve her bir bakır çinko çiftini tuz çözeltisine batırılmış bir parça kağıt ile diğerinden ayırmıştır. Yeterli sayıda diski bu şekilde dizdikten sonra en üstteki çinko ve en alttaki bakır diske birer tel bağlamıştır. Bu teller birbirine değdiğinde bir kıvılcım meydana gelmiştir. Bu kıvılcım bir elektrik akımıdır ve çinko ile bakır arasında dolaylı yoldan elektron alışverişinin olduğu bir redoks tepkimesidir. Volta'nın geliştirmiş olduğu bu düzenek, elektrik depolama özeline sahip ilk cihaz olarak tarihe geçmiştir. Tüm bunlar yükseltgenme indirgenme tepkimelerinin doğru şekilde öğrenilmesi ile anlaşılabilir(Çetin, Boztepe ve Kule, 2019).

1.4 Yükseltgenme -İndirgenme Kavramlarının Ortaöğretim 11.Sınıf Programındaki Yeri

Elektrokimyanın temelini oluşturduğu kabul edilen indirgenme-yükseltgenme kavramlarının ilk olarak 11.sınıf müfredatında bulunan yükseltgenme basamakları başlığı altında öğrencilere örneklendirmeler ile öğretilmesi amaçlanmaktadır. 2018 yılı Kimya Dersi Öğretim Programının 11. sınıf kazanımları içinde yükseltgenme basamakları ile ilgili kazanım ve kazanıma ait açıklamalar aşağıda verilmiştir.

“11.1.5.Yükseltgenme Basamakları

11.1.5.1.Yükseltgenme basamakları ile elektron dizilimleri arasındaki ilişki açıklar.

- a- *Ametallerin anyon halindeki yükleri ile yükseltgenme basamakları arasındaki fark örneklendirilir.*
- b- *d bloğu elementlerinin birden çok yükseltgenme basamağında bulunabilmeleri, elektron dizilimleri ile ilişkilendirilir(MEB, 2018a).*

Yükseltgenme ve indirgenme kavramlarının 2018 yılı Fen Lisesi Kimya Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018b) programı kazanımları ile karşılaştırması yapıldığında, ayrıca bakılarak herhangi bir fark olup olmadığının kontrolü yapıp birbiri ile uyumlu olduğu fark olmadığı gözlenmiştir.

Ortaöğretim 11. Sınıf kimya ders kitabında (Güntut, Güneş ve Çetin, 2021) yükseltgenme basamakları öğrencilere aşağıdaki şekilde öğretilmektedir.

“Bir atomun moleküldeki veya iyonik bileşikteki yük sayısına o taneciğin yükseltgenme basamağı (yükseltgenme sayısı) denir. İyon yükü sadece iyonik bileşikte bulunan iyonların yükü için kullanılabilir. Yükseltgenme basamağı ise tüm elementlerin, iyonik bileşiklerdeki iyonların ve moleküler yapıdaki atomların yükleri için kullanılabilen daha geniş bir kavramdır.”

Aynı kitapta yükseltgenme basamaklarının belirlenmesi ile ilgili bilgiler de verilmekte olup bu bilgiler aşağıdaki gibidir.

“Yükseltgenme basamağı şu kurallara göre belirlenir;

- 1- Element halindeki atom ya da moleküllerin yükseltgenme basamakları sıfırdır.*
- 2- 1A grubu metalleri, bileşiklerinde daima +1 yükseltgenme basamağına sahiptir.*
- 3- 2A grubu elementleri, bileşiklerinde +2 yükseltgenme basamağına sahiptir.*
- 4- Hidrojen ametaller ile yaptığı bileşiklerde +1 yükseltgenme basamağına sahiptir.*
- 5- Hidrojen metaller ile yaptığı hidrür bileşiklerinde -1 yükseltgenme basamağına sahiptir.*
- 6- Oksijen bileşiklerinde genellikle -2 yükseltgenme basamağına sahiptir.*
- 7- Oksijen peroksit bileşiklerinde -1, flor ile yaptığı bileşiklerde +2 yükseltgenme basamağına sahiptir.*
- 8- Flor bütün bileşiklerinde -1 yükseltgenme basamağına sahiptir.*
- 9- Bileşiklerde atomların yükseltgenme basamakları toplamı sıfıra, köklerde ise atomların yükseltgenme basamakları toplamı kökün yüküne eşittir. “*

1.5 Yükseltgenme-İndirgenme Kavramlarının Ortaöğretim 12. Sınıf Programındaki Yeri

12.sınıf “Kimya ve Elektrik” ünitesinde yükseltgenme-indirgeme(redoks) tepkimeleri başlığı altında hem yükseltgenme ve indirgenme kavramları hem de tepkimelerin denkleştirilmesinin öğretilmesi hedeflenmiştir. İlk olarak yükseltgenme ve indirgenme kavramları ayrı ayrı ele alınarak tanımlanmış daha sonra yükseltgenme-indirgenme(redoks) tepkimeleri ile detaylı olarak incelenmiştir. Konuya yönelik 2018 yılı Kimya Dersi Öğretim Programının (MEB, 2018a, s.18) 12.sınıf kimya dersi kazanımları ve açıklamaları aşağıda verilmiştir.

“12.1.1.İndirgenme-Yükseltgenme Tepkimelerinde Elektrik Akımı

12.1.1.1.Redoks tepkimelerini tanır.

a. Yükseltgenme ve indirgenme kavramları üzerinde durulur.

b. Redoks tepkimeleri denkleştirilerek yaygın yükseltgenler(O_2 , $KMnO_4$, H_2SO_4 , HNO_3 , H_2O_2) ve indirgenler (H_2 , SO_2) tanıtılır.

c. İyonik redoks tepkimelerinin denkleştirilmesine girilmez.

12.1.1.2.Redoks tepkimeleriyle elektrik enerjisi arasındaki ilişkiyi açıklar.

a. İndirgen-yükseltgen arasındaki elektron alışverişinin doğrudan temas dışında bir yolla mümkün olup olmayacağını üzerinde durulur.

b. Elektrik enerjisi ile redoks tepkimesinin istemlilik/istemlilik durumu ilişkilendirilir.

Konu ile ilgili 2018 yılı Öğretim Fen Lisesi Kimya Dersi Programının (MEB, 2018b, s.18) 12.sınıf kimya dersi kazanımları ve açıklamaları incelendiğinde, 2018 yılı Kimya Dersi Öğretim Programı kazanımları ile aynı olduğu sadece 2018 yılı Öğretim Fen Lisesi Kimya Dersi Programında 12.1.1.2 nolu kazanım için (c) şıkkı olarak verilen bir açıklama eklendiği görülmektedir. Bu açıklama incelendiğinde, “*c.Sülfürik asit ile bakır metalinin tepkimesi deneyi yaptırılarak oluşan tepkimenin denkleştirilmesi sağlanır. Deney sırasında uyulması gereken güvenlik kuralları hatırlatılır.* (MEB, 2018b)” şeklinde olup fen liselerinde konuya yönelik sadece bir deney etkinliğinin eklendiği anlaşılmıştır.

1.6 Alan Yazın Taraması

Yükseltgenme, indirgeme ve redoks tepkimeleri kimyayı anlamak için temel oluşturmaktadır.“Kimya ve Elektrik” ünitesinin ilk konusu olan indirgenme-yükseltgenme tepkimeleri ve bu tepkimelerin denkleştirilmesini içeren konu, sadece bu ünite için temel

olmamakta aynı zamanda bundan sonra gelecek organik kimya konularındaki bazı tepkime mekanizmalarının anlaşılmasında da son derece önemlidir. Ayrıca redoks fikri ile öğrenciler birçok günlük yaşam olayını da yorumlayabilirler: yanma olayları, demirin paslanması ve diğer korozyon süreçleri, yüksek fırında demir üretimi, alüminyum üretimi için alüminyum oksit eriyiğinin elektrolizi, pil ve akümülatörlerden elektrik enerji üretimi.

Ancak, bu kadar önemli olan bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar her düzeyde öğrencinin indirgenme-yükseltgenme (redoks) tepkimeleri ile ilgili sorunlara sahip olduğunu göstermiştir (Adu-Gyamfi, Ampiah ve Agyei, 2015; AllsopveGeorge, 1982; Barke, 2012; Cole, RosenthalveSanger, 2019; De Jong et al., 1995; Garnett&Treagust, 1992a; Österlund, 2010; Österlund&Ekborg, 2009; Ringness, 1995; Schmidt&Volke, 2003). Bu zorluğun nedenleri araştırıldığında, İndirgenme-yükseltgenme tepkimelerinin hem sembolik, hem makroskopik hem de mikroskopik altı düzeyde anlayışı gerektirdiği belirlenmiştir. Öğrenciler hem bu seviyeler arasında ilişkileri kurmakta zorlanmakta hem de kavramsal düzeyde yorumlar yapamamaktadırlar. Diğer bir neden indirgenme-yükseltgenme tepkimelerinin tanımlanmasında kullanılan farklı modeller olmasıdır. Bugün, indirgenme-yükseltgenme (redoks) tepkimeleri elektron transfer tepkimeleri olarak tanımlanmaktadır. Daha alt sınıflarda “oksijen” veya “O” atomlarının aktarımıyla ilgili tarihi anlayış da kullanılır ve bu tarihi tanım elektron transferi temsilini içerecek şekilde genişletilir (Barke, 2012). İlk başta, tarihi indirgenme teriminin günümüzün redoks tepkimesi kavramıyla hiçbir ortak yanı yoktu. Bu durum, cevherin saf metale dönüşümünü bir azalma olarak tanımlayan Alman bilim adamı Joachim Jungiusor Junge'a (1587-1657) kadar uzanmaktadır. Oksidasyon terimi oksijenin keşfinden sonra geliştirilmiştir. Başlangıçta, yükseltgenme ve indirgeme terimleri birbirinin karşıtı terimler değildi: indirgeme, metal bileşiklerinden bir metalin ekstraksiyonu ve yükseltgenme de oksijen ile reaksiyon için kullanılıyordu. Bununla birlikte, zamanla, indirgemenin anlamı, oksijenin salındığı bir reaksiyon lehine daha fazla değişti. Bununla, indirgeme ve oksidasyon, biri diğerinin tersini temsil eden iki tip kimyasal reaksiyonla terminolojik olarak eşleştirildi.

Daha sonraki süreçte, öğrencilerin bu tepkime denklemlerini denkleştirilmesi ile ilgili konuları öğretim programlarına girmiştir. Bu durum öğrencilerin yükseltgenme, indirgenme, yükseltgen, indirgen, yükseltgenme basamağı gibi birçok kavramı doğru anlamasını gerektirmektedir. Özellikle formülleri doğru bir şekilde yazmaları ve yükseltgenme basamağı ile ilgili kurallara hâkim olmaları gerekmektedir. Bütün bunlar

öğrenciler için durumu daha da karışık hale getirmekte, bu tür soruları çözerken kavramsal anlamadan çok problem çözümüne odaklanmalarına neden olmaktadır. Kavramsal anlama olmadan problem çözüme, öğrencilerin bu konuyu anlamlı öğrendikleri anlamına gelmemekte ve hatta bazı kavramları anlamadan kural ezberleyerek sınıflarını geçebilmektedirler. Bütün bunlar öğrencilerin bazı noktalarda yanlış kavramaların gelişimine neden olabilmektedir. Özellikle indirgenme-yükseltgenme tepkimelerinin birçok konunun öğretiminde temel olması nedeniyle, öğrencilerin bu konudaki yanlış kavramalarının bilinmesi önemlidir.

İndirgenme-yükseltgenme tepkimeleri ile ilgili önemli sorulardan birisi öğrencilerin yükseltgenme basamağı ve yük arasındaki farklılığı tam kavramamaları nedeniyle ortaya çıkan yanlış kavramalar ve buna bağlı olarak da indirgenme-yükseltgenme tepkime denklemlerinin denkleştirmesinde yapılan hatalardır. Garnett&Treagust (1992a), lise kimya öğrencilerinin yükseltgenme ve indirgeme ile elektrik devresi kavramlarını anlama durumlarını belirlemek için ikili görüşmeler gerçekleştirmiştir. Öğrencilerin anlayışlarını ortaya çıkarmak üzere çeşitli kimyasal denklemlerle ilgili soru hazırlamışlardır. Bir denklemin bir yükseltgenme ve indirgeme reaksiyonu olmadığını doğru bir şekilde tanımlayan tüm öğrenciler, bunu yükseltgenme sayılarını kullanarak yapmışlardır. Yanlış cevap veren öğrencilerin ise bunu iki nedenden ötürü yaptıkları belirlenmiştir. Bunlar, indirgenmeyi oksijen kaybetmeye bağlama ile türlerin genel yüklerini yükseltgenme sayıları olarak kullanmadır. Schmidt ve Volke (2003), bir yükseltgenme indirgenme tepkimesinin meydana gelip gelmediğini belirlemek için bir türün yükünü kullanılmasına benzer sonuçları Alman öğrenciler için de bulmuştur. Stains veTalanquer (2008) ise, lisans ve lisansüstü öğrencilerinin kimyasal denklemlerin sembolik ve parçacık gösterimlerini sınıflandırmak için yükü bir yüzey özelliği olarak kullandıklarını belirlemiştir.

İndirgenme-yükseltgenme tepkimeleriyle ilgili en önemli sorunun yükseltgenme sayısı olduğunu düşünen de Jongand Treagust (2002), bu kavramın lise düzeyinde öğretimine son verilmesi ve üniversite düzeyinde kimya eğitimi alacak öğrencilere verilmesi gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Bunların dışında öğrencilerin yükseltgenme olayı ile indirgenme olayının birbirinden bağımsız olarak da meydana gelebileceklerini düşündükleri belirlenmiştir.

Osterlund ve Ekborg (2009), öğrencilerin redoks reaksiyonlarını üç durum için anlamalarını ikili görüşmeler ile araştırmışlardır. Bu durumlar korozyon konusundaki bir laboratuvar uygulaması, çinko ve bakır sülfat çözeltisinin gösterimi ile aşınmış bir heykel ile ilgiliydi. Çalışma sonunda, en fazla tercih edilen modelin elektron modeli olduğu belirlenirken öğrencilerin indirgeni tanımlamalarında sorun olmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin yükseltgen hakkındaki kavramları, bazı durumlarda bilimsel modelden farklılaştığı belirlenirken, duruma bağlı olarak, metalin aktivite serisi bir engel olduğu kadar öğrenciler tarafından bir araç olarak kullanıldığı da belirlenmiştir.

Günlük yaşam örneklerinden yola çıkarak öğrencilerin yükseltgenme ve indirgeme tepkimeleri ile anlama durumlarını başka bir çalışmada Adu-Gyamfi ve diğerleri (2019) da araştırmıştır. Adu-Gyamfi ve diğerleri (2019a) günlük yaşam bağlamında yükseltgenme ve indirgeme tepkimelerinin uygulanması ile ilgili alternatif kavramlarını araştırdıkları çalışmada sonunda, öğrencilerin metalik demirin paslanması, bakır bir levhanın alevde yakılması ve fırınlarda demir üretimi ile ilgili bazı alternatif kavramlara sahip olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde öğrencilerin günlük hayat veya makro boyutta gördükleri yükseltgenme ve indirgeme tepkimelerinin açıklayıp açıklamadıkları ve tanecik boyutu ile nasıl ilişkilendirdikleri de araştırılmıştır. Heints (2005) (aktaran Barke, 2012) Almanyadaki bir okulun 10-12 sınıf öğrencilerine bir test uygulayarak yükseltgenme ve indirgeme tepkimeleri ile yanlış kavramalarını araştırmıştır. Sorulardan birinde öğrencilere bakır sülfat çözeltisine demir bir çivi daldırılması sonucunda ne olacağı sorulduğunda, bir kısmı yükseltgenme ve indirgeme tepkimesine yönelik doğru yanıtlar verse de yanıtların % 60'ından fazlası sorunlu olarak sınıflandırıldı. Öğrencilerin bir yandan bakır ve bakır sülfat çözeltisini birbirine karıştırdığı, diğer yandan maddeler ve tanecikler arasında ayırım yapmadığı belirlendi. Örneğin öğrencilerin "çözeltiden bakır iyonları demir çiviyle bağlanır" şeklinde ifadeler kullandıkları belirlendi. 10. sınıf öğrencilerinin bir kısmı metal kaplamanın pas olduğunu düşündüğü ortaya konuldu.

Yükseltgenme ve indirgeme tepkimeleri ile ilgili diğer bir sorun da bu tür tepkimelerin denklemlerinin denkleştirilmesi konusunda karşılaşılan güçlüklerdir. Konu ile ilgili Adu-Gyamfi ve diğerleri (2015), 213 Lise kimya öğrencilerinin iki aşamalı bir test kullanarak redoks reaksiyonlarını dengelemede H_2O , OH^- ve H^+ kullanımı ile ilgili alternatif kavramlarını inceledikleri çalışma sonunda, öğrencilerin bu durumu kavramada zorluklar yaşadıklarını belirlemişlerdir. Öğrencilerin belirlenen alternatif kavramları "asidik ortama

H₂O moleküllerinin eklenmesi sistemi seyreltmek içindir; Bazik bir ortamda H + iyonları, bazın OH iyonlarını nötralize etmek içindir; ve OH iyonları sistemi bazik yapmak içindir" şeklindedir. Bu çalışma sonunda özellikle bu konunun öğretimi için yeni yöntemlerin denenmesini önermişlerdir. Bu öneri doğrultusunda yürüttükleri bir çalışmada, Basheer ve diğerleri (2017) gösteri deneylerinin öğrencilerin yükseltgenme-indirgenme tepkimelerini anlamalarına olan etkisini incelemişlerdir. Deneme ve kontrol gruplarında geleneksel yöntemlerle ders anlatılmış sadece farklı olarak deneme grubunda yükseltgenme ve indirgenme tepkimeleri ile elektrolize yönelik dört gösteri deneyi yapılmıştır. Ders sonunda bir başarı testi ile öğrencilerin başarıları ve tutumları ölçülmüş ve başarılı oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Bir başka yöntem denemesi çalışmasında, Adu-Gyamfive diğerleri (2020), katılımcı öğretim ve öğrenme yaklaşımı ile lise seviyesinde yükseltgenme ve indirgenme tepkimelerinin öğretimi ile öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmek amacı ile bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonunda öğrencilerin yükseltgenme ve indirgenme tepkimelerine yönelik kavramsal anlamalarını iyileştirdiğini belirlenmiştir.

Daha az sayıda çalışma, öğrencilerin makroskopik düzeyde yükseltgenme ve indirgenmeyi anlamaları veya parçacık düzeyde gerçekleşen süreci araştırmıştır. Rosenthal ve Sanger (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, 2. dönem genel kimya öğrencilerine farklı karmaşıklık düzeylerine sahip Cu(k) ve AgNO₃ (suda)'un yükseltgenme ve indirgenme tepkimesini gösteren iki farklı parçacık düzeyinde bilgisayar animasyonu gösterildi. Bu çalışma ile öğrencilerin dinamik bir parçacık animasyonu kullanarak yükseltgenme ve indirgenme tepkimesinde yer alan parçacık halindeki süreci anlamalarına derinlemesine odaklanılmıştır.

Bazı çalışmalar da öğretmen görüşlerine odaklanarak, öğretmenlerin yükseltgenme ve indirgenme tepkimeleri ile ilgili görüşlerini incelemiştir. Bu çalışmalardan birinde de Jong, Acampo ve Verdonk, (1995), yükseltgenme ve indirgenme tepkimelerinin öğretmenler tarafından en güç öğrenilen konulardan biri olduğunu belirttikleri sonucuna ulaşmışlardır. Adu-Gyamfive diğerleri (2019b), liselerde öğretmenlerin yükseltgenme ve indirgenme tepkimelerini anlatımı ile ilgili sorunlarını araştırmışlardır. Çalışmada altı kimya öğretmeni ile ikili görüşme yaparak sorunları belirlemeye çalışmışlardır. Bulgular sorunlara yönelik dört tema ortaya koymuştur. Bunlar öğretimin engellenmesi, zayıf öğretim stratejisi,

kavramların öğretilmemesi ve öğretmenlerin mesleki gelişimi temalarıdır. Öğretmenlerin redoks reaksiyonlarının öğretiminde açıklayıcı ve sınıf dışı grup ödevleri gibi zayıf öğretim stratejileri kullandıkları bulunmuştur. Çalışma, kimya eğitimcilerinin ve araştırmacılarının redoks reaksiyonlarını öğretmek için konuya özel pedagojik içerik bilgisi tasarımları ve geliştirmeleri gerektiğini önermektedir.

Brandriet ve Bretz (2014a), öğrencilerin sembolik ve parçacık düzeyde yükseltgenme ve indirgenme ile ilgili kavramalarını değerlendirmek üzere Redox Kavram Envanteri geliştirmişlerdir. Bu çalışma sonunda öğrencilerin yükseltgenme sayılarının belirlenmesinde, yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonunu belirlenmesinde, elektron transfer olayının açıklanmasında, tepkime sürecinin açıklanmasında ve bağlanma ile ilgili öğrencilerin bazı yanlış kavramalara sahip olduğu belirlenmiştir.

1.7 Araştırmanın Önemi, Amacı ve Problemleri

1.7.1 Araştırmanın Önemi

Bir kavramın öğrenilebilmesi için öğrencilerin geçmiş yaşantılarından elde ettikleri tutum, beceri, bilgi ve deneyimlerini yeni öğrenilen bilgiler ile harmanlayıp zihinlerinde anlamlı hale getirmeleri gerekmektedir. Her öğrenci farklı zihinsel yapıya sahip olduğu için kavramlar farklı öğrenciler tarafından farklı şekillerde öğrenilip, farklı bakış açıları ile değerlendirilebilir. Kimya dersleri gerek soyut birçok kavram ve bunlar arasında gözle görülmeyen etkileşimler içermesi, konuların öğretiminde sunuş yolunun tercih edilmesi ve kavramsal öğretim yerine matematiksel problem çözümüne ağırlık verilmesi öğrencilerin birçok kimya konu ve kavramını tam olarak zihinlerinde yapılandıramamalarına neden olmaktadır. Bu nedenle bir konunun öğretimi öncesinde öğrencilerin sınıflara hangi yanlış kavramlarla geldiğinin belirlenmesi ve öğretimin buna göre şekillenmesi son derece önemlidir.

Bu nedenle kimya ile ilgili yanlış kavramaların belirlenmesi her zaman araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Alan yazın taraması incelendiğinde, genel olarak elektrokimya konusunda geliştirilen kavrama testlerinin sayısı çok fazla olmasına rağmen, özel olarak sadece yükseltgenme ve indirgenme tepkimelerine odaklanan ve bu sırada tanecik boyutunu da dikkate alan test bulunmamaktadır. Bu konuda sadece Brandriet ve Bretz (2014a,b)'in bir çalışma yaptığı belirlenmiştir, bu nedenle bu çalışmanın çıkış noktasının aynı çalışmanın ülkemiz öğrencilerindeki durumu görme açısından önemli olduğu

düşüncesine dayanmaktadır. Her ne kadar elektrokimya konuları ile ilgili ülkemizde yapılan çalışmalar olsa da (Özkaya, 2020; Şen, Yılmaz ve Geban, 2018; Yılmaz, Erdem ve Morgil, 2002; Yılmaz, & Bayrakçeken, 2017) özel olarak indirgenme-yükseltgenme tepkimeleri ile ilgili yanlış kavramalara odaklanan ve ya da kavramsal ve tanecik boyutunda öğrencilerinin anlamalarını derinlemesine araştıran çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, ortaöğretim öğrencilerinin yükseltgenme-indirgenme tepkimelerine yönelik yanlış kavramaları ve konuyu tanecikli boyutla açıklayabilme durumlarının araştırması amaçlanmıştır. Ayrıca bu konudaki sorunların kaynağının neler olduğunun belirlenmesi ve öğretim yöntemlerine yönelik öneriler sunulması da bu konudaki öğrenme güçlüğü ve yanlış kavramaların oluşmasının engellenmesine katkı sağlayabileceği düşünülmüştür.

1.7.2 Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, *İndirgenme Yükseltgenme Kavram Testinin* (İYKT) Türkçeye uyarlamasının yapılması, 12.sınıfta öğrenim gören öğrencilerin yükseltgenme-indirgenme tepkimelerine yönelik başarı düzeylerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi ve öğrencilerin konu ile ilgili yanlış kavramalarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

1.7.3 Araştırmanın Problemleri

1. Ortaöğretim 12. Sınıf öğrencilerinin indirgenme-yükseltgenme konusu ile ilgili İYKT başarıları ve güven düzeyleri nasıldır?
 - 1.1 Ortaöğretim 12. Sınıf öğrencilerinin indirgenme-yükseltgenme konusu ile ilgili İYKT puanları arasında cinsiyete göre anlamlı bir fark var mıdır?
 - 1.2 Ortaöğretim 12. Sınıf öğrencilerinin indirgenme-yükseltgenme konusu ile ilgili İYKT puanları arasında okul sıralamasına göre anlamlı bir fark var mıdır?
2. Ortaöğretim 12. Sınıf öğrencilerinin indirgenme-yükseltgenme konusu ile ilgili hangi tür yanlış kavramaları vardır?

1.8 Araştırmanın Varsayımları

Bu çalışmada,

1. Örneklemin evreni temsil ettiği;
2. Çalışmada geliştirilen İYKT uygulamasından elde edilen puan ortalamalarının öğrencilerin başarı düzeylerini yansıttığı;

3. Çalışmada kullanılan İYKT'nin öğrencilerin bu konudaki yanlış kavramalarını belirlemek için yeterli olduğu;
4. Çalışmaya katılan öğrencilerin veri toplama aracına içtenlikle yanıt verdikleri varsayılmıştır.

1.9 Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar;

- 1- Balıkesir ili Altıeylül ve Karesi ilçelerinde 2020-2021 ve 2021-2022 eğitim öğretim yılında okullarına devam eden ortaöğretim 12.sınıf öğrencileri,
- 2- Ortaöğretim okul türlerindeki sayıların ve okul türlerindeki 12.sınıf öğrencilerinin sayı dağılımlarının farklılık göstermesi,
- 3- 12. Sınıf öğrencilerinin cinsiyet dağılımlarının farklılığı ile sınırlıdır.

2. YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın modeli, evren, örneklem ve elde edilen verilerin analizinde kullanılan yöntemlere yer verilmiştir.

2.1 Araştırmanın Modeli

İndirgenme-yükseltgenme kavram testinin başarı düzeyinin belirlenmesi ve başarı düzeyinin farklı değişkenler açısından araştırılıp incelenmesi ile ilgili olan bu çalışma, *tarama modeline* göre yürütülmüştür. *Tarama modeli* nicel veri toplama ve analiz yöntemlerinden biridir. Bu modelde durumlar ya da olaylar mevcut şekilleri ile tanımlanmaya çalışılır. Durumlar ve ya olaylar bulunan şartlar altında olduğu gibi ele alınmalıdır (Karasar, 2003). Belirli bir konuda bir gruptan alınan fikirlerin araştırılması amacı ile veri toplanmasını sağlamaktadır.

2.2 Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, 2020-2021 ve 2021-2022 Eğitim-Öğretim yılı itibari ile Balıkesir ili Altieylül ve Karesi ilçelerindeki 10 farklı devlet ve özel okullarından fen lisesi ve anadolu liselerinde öğrenim gören 12.sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Bu evrenden pilot ve asıl çalışma için alınan iki farklı örnekleme bulunmaktadır. Birinci örneklem, Türkçeye uyarlaması yapılacak olan testin geçerlilik ve güvenirlik çalışması amacı ile verilerin toplandığı gruptur. İkinci örneklem ise Türkçeye uyarlaması yapılmış olan testin 12.sınıf seviyesinde bulunan öğrencilerin çalışma konusu ile ilgili başarı düzeylerini ve kavrama düzeylerini belirlemek amacı ile toplanan verilerin bulunduğu örneklemdir. Çalışmada bulunan evren ve örneklem gruplarının 12.sınıf düzeyindeki öğrencileri kapsamasının nedeni 'Kimya ve Elektrik' ünitesinin 12.sınıfın ilk ünitesinde yer alması ve testin uygulanacağı tarihe kadar ilk ünitenin tamamen işlenmiş olmasıdır.

Örnekleme seçimi için, amaçsal örneklemeden biri olan *maksimum çeşitlilik örnekleme* yöntemi seçilmiştir. Maksimum çeşitlilik örnekleme yönteminde veri çeşitliliğini sağlamak amaçlanmaktadır. Bu yöntemde iki konuya dikkat etmek gerekmektedir. İlk olarak amacın açık olmasına özen gösterilmelidir. Amaç çeşitli durumlar ya da olaylar arasındaki benzerlikleri ortaya koymaktadır. İkinci konu olarak ise problemin farklılık gösteren yönlerini örnekleme yansıtmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Çeşitli başarı düzeylerine sahip okullardan öğrenci seçiminin yapılmasına önem verilerek maksimum çeşitlilik

sağlanmaya çalışılmıştır. Okul türlerindeki sınıflarda bulunan öğrencilerin sayılarının farklı olması nedeni ile her bir okul türünden %10 olacak şekilde öğrenci katılımı sağlanmaya çalışılmış ancak gönüllü olmayan ve uygulama sırasında sınıfta bulunmayan öğrenciler nedeniyle bu oran bazı okullar için %8 civarında kalmıştır. Aşağıda çalışmanın her iki örneğine ait ayrıntılı açıklama ayrı başlıklar altında sunulmuştur.

2.2.1 Araştırmanın Birinci Örneği

Birinci örnek Fen Lisesi ve Anadolu Lisesi okul türlerinde öğrenim gören ve 12. sınıfa devam eden 26 kız 39 erkek öğrenci olmak üzere toplam 65 öğrenciden oluşmaktadır. Birinci örneğe ait demografik özellikler ve okul türlerine göre dağılımı Tablo 2.1 de verilmiştir.

Tablo 2.1: Araştırmanın birinci örneğinin cinsiyet ve okul türüne göre dağılımı.

Okul Türü	Cinsiyet	F	%
Fen Lisesi	Kız	10	15
	Erkek	14	22
	Toplam	24	37
Anadolu Lisesi	Kız	16	25
	Erkek	25	38
Toplam	Kız	41	63
	Erkek	26	40
		39	60

Tablo 2.1 incelendiğinde çalışmaya katılan 12. sınıf öğrencilerinin %37'si fen lisesi öğrencisi iken %63'ü Anadolu lisesine devam eden öğrencilerdir. Öğrencilerin %40'ı kız ve %60'ı ise erkek öğrencidir.

2.2.2 Araştırmanın İkinci Örneği

12.sınıf öğrencilerinin konuyu kavrama ve başarı düzeylerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi amacı ile birinci örnek ile geliştirilmiş olan başarı testi farklı lise türlerinde öğrenim gören 347 kız ve 253 erkek olmak üzere toplam 600 12. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. 600 kişilik bu sayıya testin tamamını boş bırakan, soruların tamamını işaretlemeyen, hatalı işaretleme yapan ve birden fazla şık işaretleyen öğrencilerin dâhil edilmemiştir. Asıl uygulamaların yapıldığı örneğe ait demografik özellikler ve okul türlerine göre dağılımları Tablo 2.2 de gösterilmiştir. Tablo da okullar Okul 1, Okul 2,

Okul 3... şeklinde kodlanmış olup farklı başarı düzeylerine sahip okulların örnekleme yer almasına dikkat edilmiştir.

Tablo 2.2: Araştırmanın ikinci örnekleminin cinsiyet ve okul türüne göre dağılımı.

Okul Türü	Cinsiyet	F	%
Okul 1	Kız	48	8
	Erkek	29	5
	Toplam	77	13
Okul 2	Kız	71	12
	Erkek	40	7
	Toplam	111	19
Okul 3	Kız	23	4
	Erkek	22	4
	Toplam	45	7
Okul 4	Kız	39	7
	Erkek	42	7
	Toplam	81	13
Okul 5	Kız	27	5
	Erkek	20	3
	Toplam	47	8
Okul 6	Kız	52	9
	Erkek	27	5
	Toplam	79	13
Okul 7	Kız	30	5
	Erkek	29	5
	Toplam	59	10
Okul 8	Kız	57	10
	Erkek	44	7
	Toplam	101	17
Toplam	Kız	347	58
	Erkek	253	42

Tablo 2.2 incelendiğinde ikinci örnekleme farklı başarı düzeylerine sahip sekiz farklı okul türünden öğrenciler yer aldığı görülür. Buradaki sıralama en başarılı okul ortalama sahip öğrenci grubundan başlanarak yapılmıştır. İkinci örneklem, %58'i kız ve %42'si erkek 12. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır.

Çalışmanın yürütülmesinin her aşamasında etik kurallar dikkate alınmıştır. Öğrencilerin çalışmaya gönüllü olarak katılmalarına ve katılan öğrencilerin onay formu doldurmasına dikkat edilmiştir. Çalışmaya başlamadan ilk olarak Balıkesir Üniversitesi Fen ve Mühendislik Etik Kurulundan EK A'da gösterilen gerekli etik izin alınmıştır. Etik izin alındıktan sonra, çalışmanın ortaöğretim kurumlarında gerçekleştirilecek olması nedeniyle, Balıkesir İl Milli Eğitim Müdürlüğünden ortaöğretim kurumlarında uygulama

yapılabilmesi için gerekli izin alınmıştır (EK B). Çalışmanın uygulamaları gerekli izinler alındıktan sonra başlatılmıştır.

2.3 Veri Toplama Aracı ve Veri Toplanmasında İzlenen Yol

Belirli bir konu ile ilgili bir amaç doğrultusunda toplanan bilgiler bütününe veri denir. Verilerin elde edilebilmesi için çeşitli veri toplama araçları bulunmaktadır. En çok kullanılan ve en yaygın veri toplama araçlarından birisi “test” tir. Testler herhangi bir konu ile ilgili kişinin bilgi, başarı ve yeteneklerini belirlemeyi amaçlamaktadır (Baykul, 2000; akt. Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel,2017). Belirli bir konu ya da durum ile ilgili öğrencilerin anlama seviyelerini tespit edebilmek için mülakatlardan sonra en çok kullanılan ölçme aracının testler olduğunu söylemek mümkündür.(Kempa, 1986; Ogan Bekiroğlu, 2004). Testler bilişsel, duyuşsal ve alternatif olmak üzere üç grupta toplanmaktadır. Bilişsel testler başarı ve yetenek testleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Başarı testleri öğrencilerin konuyu hangi düzeyde öğrendiğini ve kazanımlara ne ölçüde ulaşabildiğini belirlemek için kullanılmaktadır. Gruplar arası karşılaştırmalar yapmak, öğrenci seviyesine uygun çeşitli sorular yazmak, puanlamada adil olmak gibi olanaklar sağlayan çoktan seçmeli başarı testleri çokça tercih edilen ölçme araçlarındandır (Özaşkın Arslan & Karamustafaoğlu, 2019).

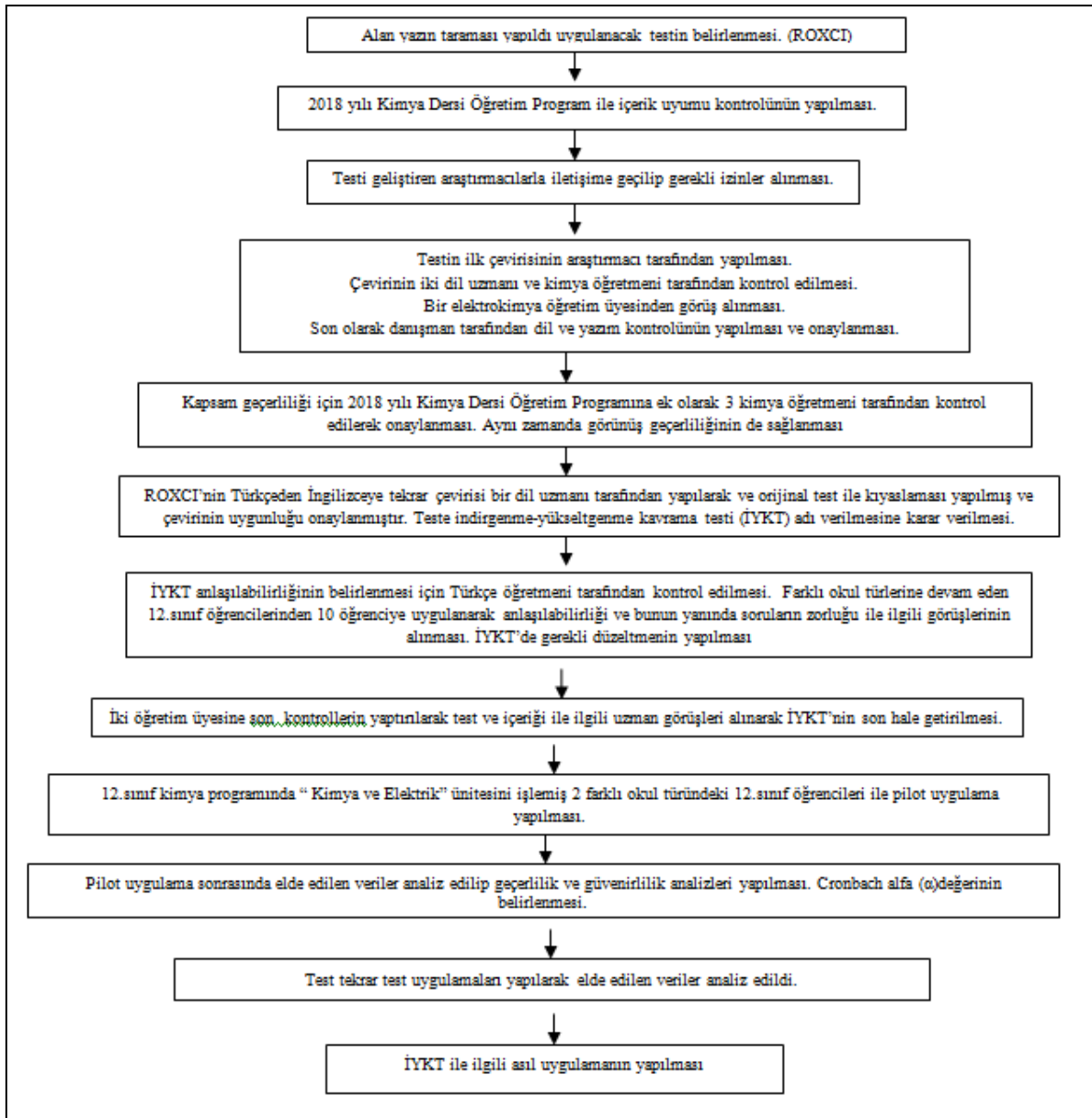
Başarı testleri standartlaştırılmış testler ve öğretmen testleri olmak üzere iki grupta toplanabilir. Çoğunlukla uluslararası sınavlarda kullanılan standartlaştırılmış testlerdir ve geçerlik-güvenirlik düzeylerine önem verilmektedir. Öğretmen yapımı testler ise çoğunlukla dersin veya konunun öğretilmesi amacı ile geliştirildiğinden genellikle tek kullanımlıdır. Öğretmen yapımı testlerde en çok tercih edilen testler çoktan seçmeli testlerdir (Çakan, 2004). Özçelik (1998) çoktan seçmeli testlerin en üstün ölçme aracı olduğunu ifade etmektedir. Çoktan seçmeli testler öğrencilerin öğrenme düzeylerini belirlediği gibi puanlamada nesnelliği ve kolaylığı, kapsam geçerliği, güvenilirliğinin yüksek olması ve kalabalık gruplarda bile kolayca uygulanabilmesinden dolayı da çokça kullanılmaktadır. (Çardak & Selvi, 2018).

Bu çalışma kapsamında veri toplamak için çoktan seçmeli bir test kullanılmıştır. Bu amaçla alan yazın taranarak konuya uygun Brandriet ve Bretz (2014a) tarafından geliştirilen indirgenme-yükseltgenme kavrama testi (İYKT)’nin kullanılmasına karar verilmiştir. Araştırmacılardan gerekli izinler alınmış olup (EK-C), bu çalışma sırasında

önce Türkçe uyarlaması gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar testin kendilerinden izin alınmadan kullanılmaması konusunda son derece titiz olup bu konudaki kurallarına uyulacağı konusunda kendilerine bilgi verilmiştir.

2.3.1 Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması

Bu çalışma kapsamında kullanılan indirgenme-yükseltgenme kavram testinin seçimi ve Türkçeye uyarlanması sırasında izlenen yol Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1: Ölçme aracının Türkçe uyarlaması sırasında izlenen yol.

Şekli 2.1’de görüldüğü gibi testin Türkçe uyarlaması işlemleri sırasında ve yürütülen pilot çalışma ile geçerlik ve güvenilirlik işlemleri gerçekleştirilmiştir. Aşağıda testin bu aşamaları ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

Ölçme araçlarında bulunan sorularda öğretilmek istenen konunun önemi ve önemli noktalarına göre soru sayılarının yeterli olması ile kapsam geçerliği sağlanmaktadır. Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse öğretilmek istenen kazanımların bütününe ölçme aracında orantılı bir şekilde yer alması ile kapsam geçerliği sağlanır (Yılmaz, 2004). Bu nedenle bir belirtke tablosu hazırlanarak, testte yer alan 18 sorunun analizi 2018 yılı Kimya Dersi Öğretim Programında yer alan kazanımlar ile ne derece ölçtüğü yenilenmiş Bloom Taksonomisine göre analiz edilmiştir. Bu amaçla oluşturulan belirtke tablosu, Tablo 2.3’de verilmiştir.

Tablo 2.3: İndirgenme-Yükseltgenme Kavram Testi (İYKT) belirtke tablosu.

Ünite	Bölüm	Konu	Ünite Kazanımları	Bilişsel Alan	Soru No
Kimya ve Elektrik	1.İndirgenme - Yükseltgenme Tepkimeleri Elektrik Akımı	1.1.1.İndirgenme Yükseltgenme (Redoks) Tepkimeleri	1.1.1.Redoks tepkimelerini tanıtır. a-Yükseltgenme-İndirgenme kavramları üzerinde durulur. b-Redoks tepkimeleri denkleştirilerek yaygın yükseltgenler (O ₂ , KMnO ₄ , HNO ₃ ,H ₂ SO ₄ , H ₂ O ₂) ve indirgenler (H ₂ ,SO ₂) tanıtılır. c- İyonik redoks tepkimelerinin denkleştirilmesine girilmez.	Kavramsal Bilgi Anlamak	1/2, 3/4, 5/6,7,8, 9,10,12, 13,14,15
		1.1.2.Redoks Tepkimelerinin Denkleştirilmesi	1.1.2.Redoks tepkimelerinin elektrik enerjisi arasındaki ilişkiyi açıklar. a-İndirgen-yükseltgen arasındaki elektron alışverişinin doğrudan temas dışında bir yolla mümkün olup olmayacağı üzerinde durur. b-Elektrik enerjisi ile redoks tepkimelerinin istemlilik/istemlilik durumu ilişkilendirilir.		8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

Tablo 2.3’den görüldüğü gibi İYKT’nin tüm soruları 2018 yılı Kimya Dersi Öğretim Programında (MEB, 2018a) yer alan kazanımları ile örtüşmektedir.

Kapsam geçerliliğini sağlamanın diğer yollarından biri de uzman görüşü alınmasıdır (Büyüköztürk, 2018). Bu amaçla Şekil 2.1’de gösterildiği gibi, testin uyarlama

çalışmasının her basamağında farklı amaçlar ile uzman görüşüne baş vurulmuştur. Testin uyarlanma aşamasının ilk çevirisini yapılması ve anlaşılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla öğrencilere uygulanıp görüş alınması aşamalarından sonra düzenlenen İYKT üç kimya öğretmeni tarafından incelenmiş ve testin maddelerinin 12. sınıf düzeyinde öğretilen konuları kapsadığı yönünde onay alınmıştır. Ayrıca pilot çalışma öncesi tekrar iki kimya öğretmeni ve birisi elektroanalitik kimya konusunda uzman bir profesör ve diğeri anorganik kimya alanında doktora yapmış bir öğretim üyesinden uzman görüşü alınmıştır.

Yüzey geçerliliği olarak da ifade edilebilen *görünüş geçerliliği* sağlanırken ölçülmek istenen kavramların ölçüm aracı ile uyumlu olması, soruların amaçlanan özellikleri ölçmesi ve soruların anlaşılır ve net olması gerekmektedir(Gürbüz ve Şahin, 2018).Bu nedenle testin kapsam geçerliği için inceleyen öğretmenlerden ayrıca testin görünüş geçerliliğini sağlayıp sağlamadığını belirlemek için testi incelenmeleri istenmiştir. Kimya öğretmenlerinin incelemesi sonucunda testin 12. sınıf kimya dersi “Kimya ve Elektrik” ünitesi kapsamında öğretilen indirgenme ve yükseltgenme konuları için uygun olduğu tespit edilmiştir.

2.3.2 İYKT Pilot Uygulaması ve Güvenirlik Çalışması

Güvenirlik test sorularının ölçmek istediği durumu tutarlı ve istikrarlı bir biçimde ölçmesi veya tesadüfî hatalardan arınıklık derecesidir (Karagöz,2019; Bursal, 2017). Güvenirlik, güvenirlik katsayısı ile sayısal olarak değer verilir ve bu değer 0 ile +1 arası değer alır. Güvenirlik katsayısı değeri 1'e ne kadar yakınsa güvenirliliğin o kadar artığı söylenir ve güvenirlik katsayısı değerinin 0.70 ile bu değerden daha fazla olması genellikle test puanları için güvenirliliğin yeterli olduğunu gösterir (Can, 2018; Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2018).

Güvenirlik katsayısını hesaplamada tek uygulamaya dayalı yöntemler içerisinde Kuder Richardson-20 (KR-20) ve Cronbach alfa (α) kullanılanlardan iki tanesidir. Cronbach'ın alfa, sorulara ait puanların toplam test puanlarıyla tutarlılığının bir değeridir ve bir testteki soruların varyans toplamının genel varyansa bölünmesiyle edilir ayrıca Cronbach'ın alfa(α) değeri katsayıları $.00 \leq (\alpha) < .40$ ise ölçek güvenilir değil, $.40 \leq (\alpha) < .60$ ise ölçek düşük derecede güvenilir, $.60 \leq (\alpha) < .80$ ise ölçek oldukça güvenilir ve $.80 \leq (\alpha) < 1.00$ ise ölçek yüksek derecede güvenilir olduğu şeklinde yorumlanır (Karagöz, 2019; Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2017).

Uygulama sonrası yapılan analizler sonucunda İYKT için belirlenen tanımlayıcı istatistik değerleri Tablo 2.4’de verilmiştir.

Tablo 2.4: İYKT ile ilgili pilot çalışma için bulunan betimsel istatistik değerleri.

	Toplam değer	Ortalama güven
N	65	65
Ortalama	6,96	46,62
Standart sapma	2,89	1,59
Varyans	8,39	255,37.54
Cronbach α	0,62	0.89

Tablo 2.4’de yer alan Cronbach α değerinin İYKT için 0,62 bulunduğu görülmektedir. Bu nedenle ölçek güvenilir olarak kabul edilerek asıl uygulama için testin hazır olduğuna karar verilmiştir. Ortalama güven için de 0,89 olarak bulunmuştur.

2.3.3 İYKT Özellikleri

Türkçe uyarlık çalışması ile geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılan ve asıl çalışmada kullanılmak üzere hazır hale gelen İYKT testi incelendiğinde çoktan seçmeli 18 sorudan oluştuğu görülür. Ayrıca her soru için cevap kesinlik indeksi denilen ikinci bir uç sorulara eklenmiştir.

İlk ucu oluşturan sorular incelendiğinde ilk altı sorudan birinci soruda seçilen şıkkın neden seçildiği ikinci soruda, üçüncü soruda seçilen şıkkın neden seçildiği dördüncü soruda ve beşinci soruda seçilen şıkkın neden seçildiği altıncı soruda sorulmuştur. Yani ilk altı soru iki uçlu üç soru olarak da düşünülebilir. Kalan 12 soru ise çoktan seçmeli şekilde hazırlanmıştır. İkinci uç kısmında ise sorulara verilen cevaplardan ne kadar emin oldukları sorularak, verilen 0 ile 5 arası bir dereceyi seçmeleri istenmiştir.

Tablo 2.5: İYKT tarafından değerlendirilen başlıca yanlış kavrama temaların sorulara göre dağılımı.

Temalar	Soru No
Yükseltgenme Sayısı	1/2, 3/4, 5/6, 7, 8, 9, 13, 14, 15
Yüzey Özellikleri	1/2, 3/4, 5/6, 9, 12, 14
Elektron Transferi	3/4, 9, 10, 16, 17, 18
Seyirci iyon	9, 10, 11, 17, 18
Dinamik Tepkime Süreci	10, 11, 16, 17, 18
Elektrostatik ve Bağlanma	10, 11, 16, 17, 18

2.4 Veri Analizi ve Kodlayıcı Güvenirliği

Verilerinin betimsel analizi ve güvenirlilik çalışması için IBM SPSS Statistics22.0 Windows paket programı kullanılmıştır. Soruların ilk ucunun analizi iki şekilde yapılmıştır. İlk olarak doğru cevaplar 1, yanlışlar 2 ve boş bırakılanlar 0 olacak şekilde veri girişi yapılmıştır. Bu şekilde hem betimsel istatistik hem de güvenirlilik değerleri belirlenmiştir. Ayrıca bu veriler ile ğrenci başarısının okul türü ve cinsiyete göre değişiminin nasıl olduğuna yönelik analizler gerçekleştirilmiştir.

İlk ucun analizinde ikinci olarak seçeneklere göre veri girişi yapılmıştır. Böylece veriler her soruya verilen şık için de ayrı ayrı değerlendirilebilmiştir.

Son olarak ikinci ucun yani güvenirlilik indeksi değerlerine bakılmıştır. Bu amaçla seçenekler ve öğrencilerin verecekleri cevaplara yönelik değerlerin nasıl yapıldığı aşağıda gösterilmiştir: Tamamen atarak cevapladım 0, Kısmen atarak cevapladım 1, Atmadım ama bu cevaptan emin değilim 2, Cevabımdan emin sayılıyım 3, Cevabımdan neredeyse emin sayılıyım 4 ve Cevabımdan kesinlikle eminim 5.

Kodlayıcı güvenirliliğini sağlamak için araştırmacı verilerin bir kısmını girdikten sonra, rastgele seçilen 5 test kâğınının tekrar kontrol edilmesi sonucunda, uyum %99 olarak belirlenmiştir. Kodlayıcı güvenirliliği bu şekilde sağlanmıştır. Bu aşamadan sonra, testlerin tamamına ait veri giriş işlemi tez yazarı tarafından yapılmıştır. En son bütün veriler girildikten sonra 10 test için tekrar kontrol yapılmış ve %100 uyum olduğu gözlenmiştir.

3. BULGULAR

Bu kısımda çalışma sonunda elde edilen bulgular araştırma sorularına cevap oluşturacak şekilde ayrı başlıklar olarak sunulmuştur.

3.1 İndirgenme Yükseltgenme Kavram Testi (İYKT) Betimsel Analiz Bulguları

Asıl uygulamaya yönelik İYKT'nın hem toplam başarı düzeyleri hem de ortalama güven düzeylerinin betimsel istatistik analiz değerlerine ilişkin bulgular Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

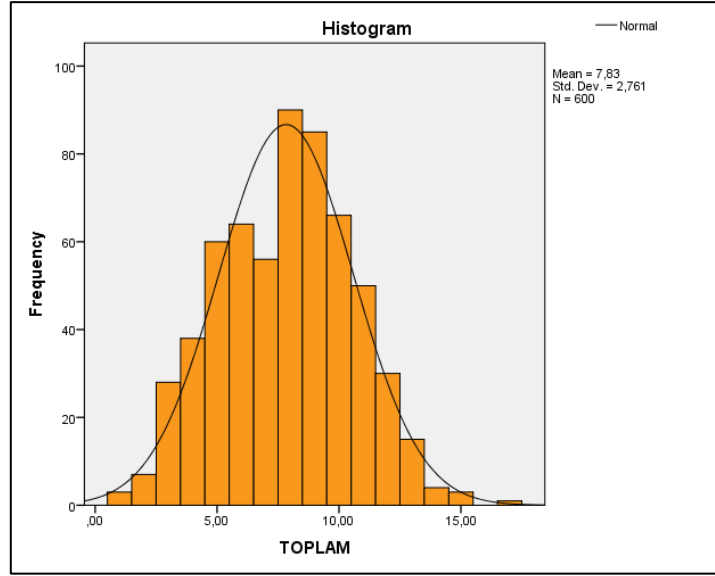
Tablo 3.1: İYKT ile ilgili betimsel istatistik değerleri.

	Toplam başarı (0-18)	Ortalama güven (%0-100)
N	600	600
Ortalama	7,8	49,0
Standart sapma	2,8	17,8
Varyans	7,6	317,5
Min	1,0	0,0
Medyan	8,0	51,0
Max.	17,0	90,0
Cronbach α	0,56	0,92

Tablo 3.1 incelendiğinde, İYKT'nin toplam başarı düzeyine yönelik hesaplanan Cronbach α değerinin 0,56 olduğu ve 600 öğrencinin tüm teste yönelik ortalama başarısının da 7,8 olduğu görülür. Güven düzeyine baktığımızda, güven düzeyi için Cronbach alfa değerinin 0,92 ve güven düzeyi ortalaması %49 dur. Testin başarı puanı için en yüksek alınacak değer 18 olması nedeniyle, başarı ortalamasının düşük olduğu ve medyan değerinin teorik orta noktadan düşük olması testin öğrencilere zor geldiğini göstermektedir.

3.1.1 İndirgenme Yükseltgenme Kavram Testi (İYKT) Normal Dağılımına Yönelik Bulgular

Bu kısımda karşılaştırma amaçlı uygulanacak testlerin seçimi için verilerin normal dağılıma sahip olup olmadıkları incelenmiştir. İlk olarak İYKT'nin öğrenci başarısı ile ilgili ilk kısmına yönelik verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Bu amaçla histogram eğrisi çizilmiş ve çarpıklık katsayısı hesaplanmıştır. Histogram Şekil 3.1 de gösterilmiştir.

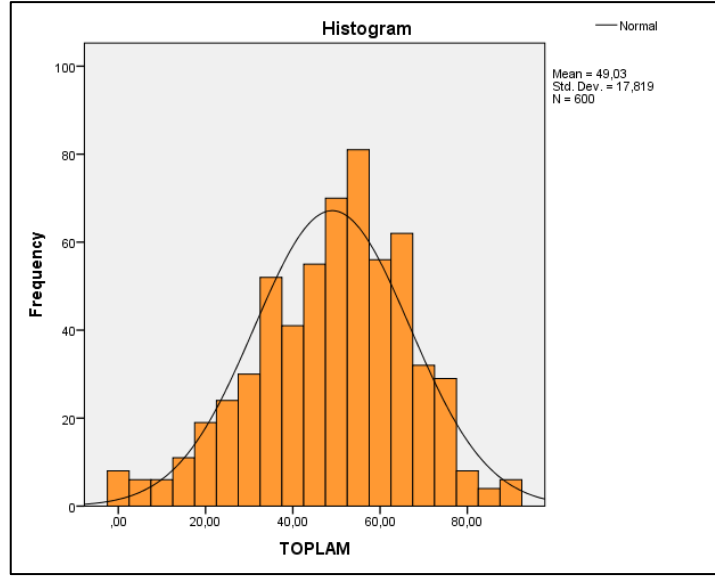


Şekil 3.1: İYKT'nin öğrenci başarıları toplam puanına ait histogram grafiği.

Yapılan analizde çarpıklık katsayısı değeri 0, 006 olarak hesaplanmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip gösterilmediğini belirlemek için kullanılan yöntemlerden biri olan çarpıklık katsayısı (Ç.K) değerinin +1 ile- 1 aralığında kalıyorsa puanların normal dağılımdan önemli bir sapma göstermediği olarak yorumlanmaktadır (Büyüköztürk, Kılıç, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2018).

Normal dağılımı belirleme yöntemlerinden bir diğer analiz ise çarpıklık katsayısı değeri (Ç.K), kendi standart hatasına (S.H.) bölünmesiyle hesaplanabilir. $|(Ç.K.)/(S.H.)| < 1.96$ değerine uygun sonuç çıkarsa normal dağılım gösterir (Bursal,2017). Veriler analiz edildiğinde (|0,006/0,100|) 0,06 değeri 1,96 değerinden düşük olduğundan dağılımın normal olduğu söylenebilir. Bu veriler ve Şekil 3.1 deki histogramdan da yola çıkarak İYKT'in ilk kısmına ait verilerin normal dağılım gösterdiği söylenebilir.

İYKT'nin güven düzeyine yönelik ikinci kısımdaki verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Bu amaçla histogram eğrisi çizilmiş ve çarpıklık katsayısı hesaplanmıştır. Histogram Şekil 3.2 de gösterilmiştir.



Şekil 3.2: İYKT'nin güven düzeyi verilerine ilişkin histogram grafiği.

Yapılan analizde çarpıklık katsayı değeri -0,380 olarak hesaplanmıştır. Çarpıklık katsayısı (Ç.K) değerinin +1 ile- 1 aralığında kalmaması puanların normal dağılımdan sapma gösterdiği şeklinde yorumlanmaktadır (Büyüköztürk, Kılıç, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2018). Ayrıca, verilerin $\frac{Ç.K.}{(S.H.)}$ oranını $\frac{|(-0,380)|}{(0,100)}=3,80$ olarak hesaplanmış olup 1,96 değerinden daha büyük olduğundan dağılımın normal olmadığına karar verilmiştir.

3.1.2 Öğrenci Başarısına Cinsiyetin Etkisine Yönelik Bulgular

Normal dağılımla ilgili tüm analizler dikkate alındığında, çalışmanın alt problemlerine yanıt bulmak için yapılacak anlamlılık ve ilişki testleri için parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Öğrencilere uygulanan İYKT den elde edilen toplam puan başarılarının cinsiyete göre dağılımının betimsel istatistik değerleri Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2: Cinsiyete göre İYKT puanlarına ait betimsel istatistik değerleri.

Cinsiyet	Frekans	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
Kız	346	7,90	2,74
Erkek	254	7,73	2,80

Tablo 3.2 incelendiğinde kız öğrencilerin toplam puanlarının aritmetik ortalamasının 7,90 ve erkek öğrencilerin puanlarının aritmetik ortalamasının 7,73 olduğu görülmektedir. Kız

ve erkek öğrencilerin bu ortalama puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini araştıran alt probleme yanıt bulmak amacıyla yapılan t-testi sonuçları Tablo 3.3’ de verilmiştir.

Tablo 3.3: İYKT öğrenci başarılarına cinsiyetin etkisine ait t-testi.

Cinsiyet	N	\bar{X}	SS	Sd	T	P
Kız	346	7,90	2,74	598	0.760	0.448
Erkek	254	7,73	2,80			

Tablo 3.3 incelendiğinde, 12. Sınıf öğrencilerinin İYKT ortalama başarıları ile ilgili, $t(598)=0,76$, $p>0$ olması nedeniyle cinsiyete göre anlamlı bir farklılık olmadığı görülür.

3.1.3 Öğrenci Başarısına Okul Türünün Etkisine Yönelik Bulgular

Öğrencilere İYKT den elde edilen toplam puan başarılarının okul türüne göre dağılımının betimsel istatistik değerleri Tablo 3.4’de gösterilmiştir.

Tablo 3.4: Okul türüne göre İYKT puanlarına ait betimsel istatistik değerleri.

Okul Türü	Frekans	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans
Okul-1	77	8,81	3,16	10,00
Okul-2	111	8,65	2,54	6,47
Okul-3	45	9,13	2,58	6,66
Okul-4	81	8,39	2,50	6,27
Okul-5	47	7,06	2,74	7,50
Okul-6	79	7,27	2,73	7,45
Okul-7	59	6,54	2,24	5,01
Okul-8	101	6,69	2,35	5,54
Toplam	600	7,83	2,76	

Tablo 3.4’den okulların toplam puanlarının ortalaması incelendiğinde, okullar arasında en yüksek ortalama puanın okul-3’e (9,13) ait olduğu görülmüştür. Okulların başarı ortalamaları, okul-1 (8,81), okul-2 (8,65), okul-4 (8,39), okul-6 (7,27), okul-5(7,06), okul 8 (6,69) ve okul 7 (6,54) şeklinde sıralanmaktadır. 12. sınıf öğrencilerinin İYKT ile ilgili başarılarının okul düzeyine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacıyla yapılan ANOVA testine ait bulgular Tablo 3.5’de verilmiştir.

Tablo 3.5: İYKT başarılarına okul düzeyinin etkisine ait ANOVA Testi bulguları.

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	531,030	7	75,861	11,127	.000
Gruplar içi	4036,289	592	6,818		
Toplam	4567,318	599			

Tablo 3.5 incelendiğinde; farklı okullardaki öğrencilerin İYKT puanları arasında $F(7,592)=11,13$, $p<0,01$ olması nedeniyle anlamlı fark olduğu görülmektedir, p değerinin anlamlı çıkması nedeniyle farkın kaynağının belirlenmesi için Post-Hoc Testler adı verilen Çoklu Karşılaştırma Testlerine başvurulmuştur. Çoklu karşılaştırma testleri, ortalamaların birbirinden olan farklılığının tespit edilmesi amacıyla kullanılır (Karagöz, 2019). Post-hoc testi seçimine karar vermek için öncelikle okullara ait varyanslarının eşit olup olmadığına bakılmıştır. Bu amaçla yapılan Levene testi (veya homojen varyans testi) sonunda $F(7,592)=1,697$, $p=0,107$ yani $p>0,01$ olması nedeniyle varyanslar arasında anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle örneklemin eşit olmaması da dikkate alınarak Scheffe testi yapılmış ve okullar arasındaki farklılık incelenmiştir. Scheffe testi sonuçları Tablo 3.6’da gösterilmiştir.

Tablo 3.6: İYKT başarılarının okullar arası karşılaştırılmasına yönelik Scheffe Testi Bulguları.

(I) yeni	(J) yeni	MeanDifference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% ConfidenceInterval LowerBound	UpperBound
okul 1	okul 2	,15655	,38726	1,000	-1,3015	1,6146
	okul 3	-,32814	,48996	1,000	-2,1728	1,5166
	okul 4	,41013	,41560	,995	-1,1546	1,9749
	okul 5	1,74137	,48333	,075	-,0784	3,5611
	okul 6	1,53937	,41815	,062	-,0350	3,1137
	okul 7	2,26282*	,45178	,001	,5619	3,9638
	okul 8	2,11213*	,39503	,000	,6248	3,5994
	okul 2	okul 1	-,15655	,38726	1,000	-1,6146
okul 3		-,48468	,46145	,993	-2,2220	1,2527
okul 4		,25359	,38157	1,000	-1,1830	1,6902
okul 5		1,58482	,45441	,098	-,1260	3,2957
okul 6		1,38283	,38435	,076	-,0643	2,8299
okul 7		2,10628*	,42069	,001	,5224	3,6902
okul 8		1,95558*	,35907	,000	,6037	3,3075
okul 3		okul 1	,32814	,48996	1,000	-1,5166
	okul 2	,48468	,46145	,993	-1,2527	2,2220

Tablo 3.6'nin Devamı

	okul 4	,73827	,48547	,940		-1,0895	2,5661
	okul 5	2,06950*	,54459	,046	,0191		4,1199
	okul 6	1,86751*	,48766	,042	,0315		3,7036
	okul 7	2,59096*	,51679	,001	,6452		4,5367
	okul 8	2,44026*	,46799	,000	,6783		4,2023
okul 4	okul 1	-,41013	,41560	,995		-1,9749	1,1546
	okul 2	-,25359	,38157		1,000	-1,6902	1,1830
	okul 3	-,73827	,48547	,940		-2,5661	1,0895
	okul 5	1,33123	,47879	,359		-,4714	3,1339
	okul 6	1,12924	,41289	,382		-,4253	2,6838
	okul 7	1,85269*	,44692	,017	,1701		3,5353
	okul 8	1,70199*	,38946	,009	,2357		3,1683
okul 5	okul 1	-1,74137	,48333	,075		-3,5611	,0784
	okul 2	-1,58482	,45441	,098		-3,2957	,1260
	okul 3	-2,06950*	,54459	,046		-4,1199	-,0191
	okul 4	-1,33123	,47879	,359		-3,1339	,4714
	okul 6	-,20199	,48101		1,000	-2,0130	1,6090
	okul 7	,52146	,51051	,994		-1,4006	2,4435
	okul 8	,37076	,46105	,999		-1,3651	2,1066
okul 6	okul 1	-1,53937	,41815	,062		-3,1137	,0350
	okul 2	-1,38283	,38435	,076		-2,8299	,0643
	okul 3	-1,86751*	,48766	,042		-3,7036	-,0315
	okul 4	-1,12924	,41289	,382		-2,6838	,4253
	okul 5	,20199	,48101		1,000	-1,6090	2,0130
	okul 7	,72345	,44929	,920		-,9681	2,4150
	okul 8	,57275	,39219	,952		-,9038	2,0493
okul 7	okul 1	-2,26282*	,45178	,001		-3,9638	-,5619
	okul 2	-2,10628*	,42069	,001		-3,6902	-,5224
	okul 3	-2,59096*	,51679	,001		-4,5367	-,6452
	okul 4	-1,85269*	,44692	,017		-3,5353	-,1701
	okul 5	-,52146	,51051	,994		-2,4435	1,4006
	okul 6	-,72345	,44929	,920		-2,4150	,9681
	okul 8	-,15070	,42786		1,000	-1,7616	1,4602
okul 8	okul 1	-2,11213*	,39503	,000		-3,5994	-,6248
	okul 2	-1,95558*	,35907	,000		-3,3075	-,6037
	okul 3	-2,44026*	,46799	,000		-4,2023	-,6783
	okul 4	-1,70199*	,38946	,009		-3,1683	-,2357
	okul 5	-,37076	,46105	,999		-2,1066	1,3651
	okul 6	-,57275	,39219	,952		-2,0493	,9038
	okul 7	,15070	,42786		1,000	-1,4602	1,7616

Tablo 3.6'dan Okul-1, Okul-2 ve Okul-3 ve Okul-4'ün ortalama başarılarının bu okulların lehine olacak şekilde Okul-8'in ortalama başarıları arasında anlamlı bir fark olduğu, Okul-1, Okul-2 ve Okul-3'ün aynı zamanda Okul-7 ile de ortalama başarıları arasında anlamlı fark olduğu görülür.

3.2 İndirgenme Yükseltgenme Konusu ile ilgili Öğrencilerin Yanlış Kavramaları

Ortaöğretim 12. Sınıf öğrencilerinin indirgenme-yükseltgenme konusu ile ilgili yanlış kavramalarının belirlemesine yönelik ikinci araştırma sorusuna cevap oluşturmak üzere İYKT'nin ilk kısmına ait soruların seçenek analizi yapılmıştır. Bu analize ilişkin bulgular Tablo 3.7'de sunulmuştur.

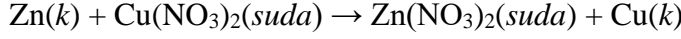
Tablo 3.7: İYKT ilk kısmına yönelik öğrenci cevaplarına ait frekans ve yüzde değerleri.

Soru No	A		B		C		D		Boş	
	F	%	F	%	f	%	f	%	f	%
1	556	92,7	44	7,3	-	-	-	-	-	-
2	45	7,5	39	6,5	60	10,0	455	75,8	1	0,2
3	390	65,0	206	34,3	-	-	3	0,5	1	0,2
4	176	29,3	57	9,5	290	48,3	73	12,2	4	0,7
5	156	26,0	152	25,3	110	18,3	157	26,2	25	4,2
6	85	14,2	141	23,5	141	23,5	217	36,2	16	2,7
7	70	11,7	347	57,8	126	21,0	54	9,0	3	0,5
8	60	10,0	223	37,2	115	19,2	195	32,5	7	1,2
9	102	17,0	312	52,0	87	14,5	96	16,0	3	0,5
10	275	45,8	100	16,7	104	17,3	113	18,8	8	1,3
11	78	13,0	196	32,7	184	30,7	131	21,8	11	1,8
12	132	22,0	159	26,5	109	18,2	188	31,3	12	2,0
13	131	21,8	135	22,5	153	25,5	170	28,3	11	1,8
14	325	54,2	89	14,8	62	10,3	118	19,7	6	1,0
15	48	8,0	67	11,2	420	70,0	56	9,3	9	1,5
16	112	18,7	211	35,2	120	20,0	144	24,0	13	2,2
17	125	20,8	174	29,0	179	29,8	111	18,5	11	1,8
18	120	20,0	173	28,8	159	26,5	139	23,2	9	1,5

İYKT de yer alan 18 soru, yöntem bölümünde yer alan Tablo 2.5 de gösterildiği gibi altı farklı yanlış kavrama başlığı altında gruplandırıldığı için Tablo 3.7'de yer alan verilere yönelik açıklamalar her bir yanlış kavrama teması altında aşağıda ayrı başlıklar altında açıklanmıştır.

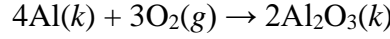
3.2.1 Yükseltgenme Sayısı

Yükseltgenme sayısı teması altında 12 tane soru yer almakta olup bu sorular 1/2, 3/4, 5/6, 7, 8, 9, 13, 14, 15 şeklindedir. Bu sorulardan ilk altı tanesi iki uçlu soru şeklinde hazırlandığı için bu soruların açıklaması buna göre yapılacaktır. Birinci soruda öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek, bunun bir indirgenme-yükseltgenme tepkimesi olup olmadığı sorulmuştur.



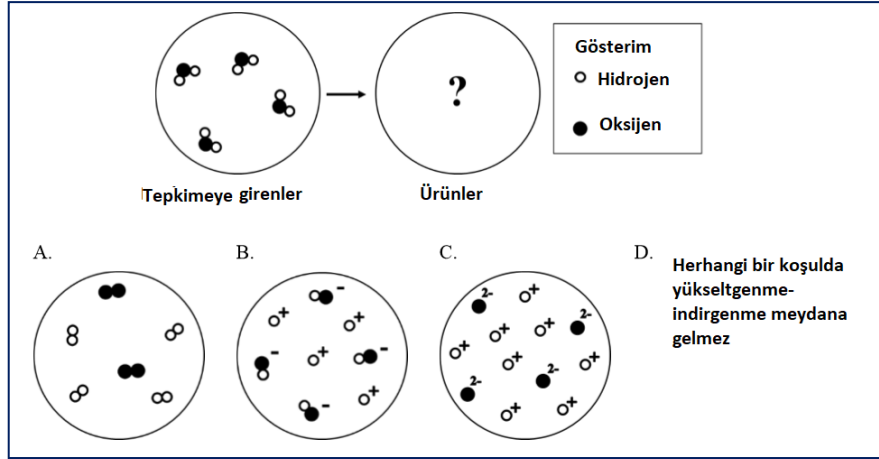
Bu soruya öğrencilerin %92,7'si doğru cevap vererek bu tepkimenin yükseltgenme ve indirgenme tepkimesi olduğunu belirtmiştir. Bu soruya verdikleri cevabın nedenini seçmelerinin istendiği çoktan seçmeli ikinci soruya öğrencilerin %75,8'i "*Bakır üzerindeki yük azalırken çinko üzerindeki yük artmıştır.*" şeklindeki doğru seçeneği seçtikleri Tablo 3.7'den görülmektedir. Öğrenci başarısının yüksek olduğu bu soru çiftinde, ikinci sorunun diğer seçeneklerinden *yükseltgenme sayısı* ile ilgili yanlış kavrama seçeneği sadece "a" seçeneği olup, "*Çinko, bakır ve nitrat üzerindeki yükler değişmemektedir.*" şeklindeki "a" seçeneğinin öğrencilerin %7,5'i tarafından; "seçildiği görülür.

Bu tema altında yer alan ikinci soru çifti 3 ve 4. sorulardır. Üçüncü soruda öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek, bunun bir indirgenme-yükseltgenme tepkimesi olup olmadığı sorulmuştur.



Bu soruya öğrencilerin %65,0'idoğru cevap vererek bu tepkimenin yükseltgenme ve indirgenme tepkimesi olduğunu belirtmiştir. Bu soruya verdikleri cevabın nedenini seçmelerinin istendiği çoktan seçmeli ikinci soruya öğrencilerin %48,3'ü "*Al(k) üzerindeki ve O₂(g) üzerindeki yükler değişir.*" şeklindeki doğru seçenek olan "c" şıkkını seçtikleri Tablo 3.7'den görülmektedir. Dördüncü sorunun diğer seçeneklerinden *yükseltgenme sayısı* ile ilgili her hangi bir yanlış kavrama seçeneği bulunmamaktadır.

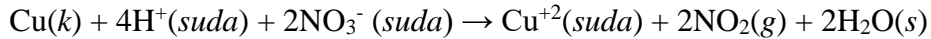
Yükseltgenme sayısı teması altında yer alan son soru çifti 5. Ve 6. Sorulardır. Beşinci soruda öğrencilere Şekil 3.3'de yer alan gösterimler verilerek "bu tepkime bir yükseltgenme-indirgenme tepkimesi ise hangi gösterim tepkimenin ürünlerini en iyi temsil edeceği" sorulmuştur.



Şekil 3.3: İYKT'nin beşinci sorusunda yer alan gösterimler.

Bu soruya öğrencilerin ancak %26'sı doğru cevap verebilmiştir. Altıncı soruda bu soruya verdikleri cevabın nedenini seçmelerinin istendiği çoktan seçmeli ikinci soruya öğrencilerin %36,2'si “Yükseltgenme sayısı oksijen için -2'den 0'a ve hidrojen için +1'den 0'a değişir.” doğru cevabını vermiştir. Bu soruda yükseltgenme sayısı ile ilişkili seçenek olan c seçeneğinin de öğrencilerin %23,5'u tarafından seçildiği belirlenmiştir. Diğer seçenekler yükseltgenme sayısı ile ilgili değildir.

Yükseltgenme sayısı ile ilgili diğer bir soru olan yedinci soruda öğrencilere aşağıda gösterilen tepkime verilerek “bu yükseltgenme-indirgenme tepkimesinde Cu(k) elektron kaybetmektedir. Buna göre hangi ifade doğrudur?” şeklinde bir soru yöneltilmiştir.

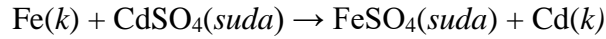


“N indirgenir” şeklinde olan doğru cevap “b” seçeneği olup, bu şık öğrencilerin %57,8'i tarafından seçilmiştir. Yükseltgenme sayısı ile ilgili olan yanlış seçenekler olan “c” ve “d” seçenekleri sırası ile öğrencilerin % 21,0'i ve %9,0'u tarafından seçilmiştir.

Yükseltgenme sayısı ile ilgili diğer bir soru olan sekizinci soruda öğrencilere, yükseltgenme sayıları ve yükler ile ilgili verilen ifadelerden hangilerinin doğru olduğu sorulmuştur. Bu sorunun doğru cevabı olan “Yük mevcuttur ama yükseltgenme sayısı teoriktir.” şeklindeki “c” seçeneğinin öğrencilerin %19,2'si tarafından seçildiği görülmektedir. Diğer yanlış seçeneklerin her üçü de yükseltgenme sayısı ile ilgili olup, bu seçeneklere verilen cevaplar şöyledir. “a” seçeneği “Yükler ve yükseltgenme sayılarının her ikisi de maddenin fiziksel halinden belirlenebilir. [Örneğin: Cu(k)]” şeklinde olup öğrencilerin %10,0'u tarafından seçilmiştir. “b” seçeneği “Yük bir bileşiğe aitken

yükseltgenme sayısı her bir elementin atomuna aittir.” şeklinde olup öğrencilerin %37,2’si tarafından seçilmiştir. “d” seçeneği *“Yük değerlik elektron sayısını gösterirken yükseltgenme sayısı bağ elektronlarının sayını gösterir.”* şeklinde olup öğrencilerin %32,5’i tarafından seçilmiştir.

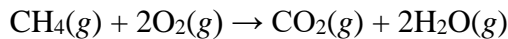
Yükseltgenme sayısı ile ilgili dokuzuncu soruda öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek bunun bir yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olduğu söylenmiştir.



Soruda öğrencilere *“Yukarıdaki tepkime de, elektronlar.....aktarırlar.”* Şeklindeki boşluğu en doğru şekilde dolduracak şıkkı seçmeleri istenmiştir. Bu sorunun doğru cevabı olan “b” seçeneğine öğrencilerin %52,0’si doğru cevap vererek “demirden kadmiyuma” şıkkını seçmiştir. Diğer yanlış seçeneklere verilen cevap yüzdeleri şöyledir. “a” seçeneği öğrencilerin %17,0’i; “c” seçeneği öğrencilerin %14,5’i ve “d” seçeneği öğrencilerin %16,0’sı tarafından seçilmiştir.

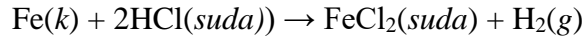
Yükseltgenme sayısı ile ilgili 13. soruda öğrencilere *“CuSO₄(suda) için aşağıdaki hangi ifade/ifadeler doğrudur?”* şeklinde bir soru yöneltilmiştir. Buradaki doğru ifadeler olan *“Kükürdün yükseltgenme sayısı var ama yükü yoktur.”* ile *“Sülfatın yükü var ama yükseltgenme sayısı yoktur.”* İfade çiftinin öğrencilerin %21,8’i tarafından doğru olarak belirlendiği görülmüştür. Her iki ifadenin de yanlış olduğu “d” seçeneğinin öğrencilerin %28,3’ü tarafından seçildiği belirlenmiştir. Bu ifadeler *“Kükürdün hem yükseltgenme sayısı hem de yükü vardır.”* ve *“Sülfatın hem yükü hem de yükseltgenme sayısı vardır.”* şeklindedir.

Yükseltgenme sayısı ile ilgili 14. soruda öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek, bu tepkime ile ilgili hangi ifadenin doğru olduğu sorulmuştur.



Sorunun doğru cevabı olan *“C’nin yükseltgenme sayısı -4’den +4’e değişmektedir.”* Şeklindeki “a” seçeneği öğrencilerin %54,2’si tarafından seçilirken, bu sorunun yükseltgenme sayısı ile ilgili diğer seçeneği *“Tepkimenin tamamında C’un yükseltgenme sayısı 4’dür.”* şeklindeki “b” seçeneğinin öğrencilerin %14,8’i tarafından seçildiği belirlenmiştir.

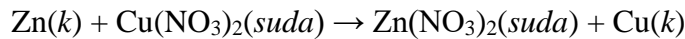
Yükseltgenme sayısı teması ile ilgili son soru olan 15. Soruda aşağıdaki tepkime verilerek, bu tepkimede hidrojen için yükseltgenme sayısının ne olacağı sorulmuştur.



Doğru cevap olan “+1’den ve 0’a değişir.” Şeklindeki “c” seçeneği öğrencilerin %70,0’ı tarafından seçilirken, “ +1’den +2’ye değişir.” Seçeneği öğrencilerin %8,0’ı; “+2’den 0’a arasında değişir.” Öğrencilerin %11,2’si ve “Tepkimenin tamamında +2 olarak kalır.” Şeklindeki “d” seçeneği öğrencilerin %9,3’ü tarafından seçilmiştir.

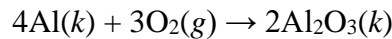
3.2.2 Yüzey Özellikleri

Yüzey özellikleri teması altında dokuz tane soru yer almakta olup bu sorular 1/2, 3/4, 5/6, 9, 12, 14 şeklindedir. Bu soruların yine ilk altı tanesi iki uçlu soru şeklinde hazırlandığı için bu soruların açıklaması buna göre yapılacaktır. Birinci soruda öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek bunun bir yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olup olmadığı sorulmuştur.



Bu soruya öğrencilerin %97,2’si doğru cevap vererek bu tepkimenin yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olduğunu belirtmiştir. Bu soruya verdikleri cevabın nedenini seçmelerinin istendiği çoktan seçmeli ikinci soruya öğrencilerin %75,8’i “*Bakır üzerindeki yük azalırken çinko üzerindeki yük artmıştır.*” şeklindeki doğru seçeneği seçtikleri Tablo 3.7’de görülmektedir. Öğrenci başarısının yüksek olduğu bu soru çiftinde, ikinci sorunun diğer seçeneklerinde *yüzey özellikleri* ile ilgili yanlış kavrama seçeneği “b” seçeneği olup “*Tepkimeye girenler bir metal ve bir sulu çözeltilidir.*” şeklindeki “b” seçeneği öğrencilerin %6,5’i tarafından seçildiği görülmektedir.

Bu tema altında yer alan ikinci soru çifti 3 ve 4. sorulardır. Üçüncü soruda öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek, bunun bir indirgenme-yükseltgenme tepkimesi olup olmadığı sorulmuştur.

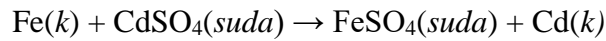


Bu soruya öğrencilerin %65,0’i doğru cevap vererek bu tepkimenin yükseltgenme ve indirgenme tepkimesi olduğunu belirtmiştir. Bu soruya verdikleri cevabın nedenini seçmelerinin istendiği çoktan seçmeli ikinci soruya öğrencilerin %48,3’ü “*Al(k) üzerindeki ve O₂(g) üzerindeki yükler değişir.*” şeklindeki doğru seçenek olan “c” şıkkını seçtikleri Tablo 3.7’den görülmektedir. Dördüncü sorunun diğer seçeneklerinden “a” şıkkı *yüzey*

özellikleri ile ilgili olup “*Bu bir birleşme tepkimesi*” cevabının öğrencilerin %29,3’ü tarafından seçildiği görülür.

Yüzey özellikleri teması altında yer diğer soru çifti 5. ve 6. Sorulardır. Beşinci soruda öğrencilere Şekil 3. 3’de yer alan gösterimler verilerek “bu tepkime bir yükseltgenme-indirgenme tepkimesi ise hangi gösterim tepkimenin ürünlerini en iyi temsil edeceği” sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerin ancak %26,0’sı doğru cevap vermiştir. Altıncı soruda bu soruya verdikleri cevabın nedenini seçmelerinin istendiği çoktan seçmeli ikinci soruya öğrencilerin %36,2’si “*Yükseltgenme sayısı oksijen için -2’den 0’a ve hidrojen için +1’den 0’a değişir.*” doğru cevabını vermiştir. Bu soruda yüzey özellikleri ile ilgili seçenekler olan “*Tepkimeye giren maddeler yüksüz olduğunda yükseltgenme ve indirgenme oluşamaz.*” İle “*Tepkimeye bir tek madde girdiği için yükseltgenme ve indirgenme oluşamaz.*” Seçeneklerinden ilki öğrencilerin %14,2’si tarafından seçilirken, ikinci %23,5’i tarafından seçilmiştir.

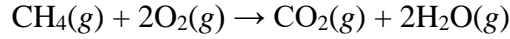
Yüzey özellikleri ile ilgili olan diğer soru ise dokuzuncu sorudur. Bu soruda öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek bunun bir yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olduğu söylenmiştir.



Soruda öğrencilere “*Yukarıdaki tepkime de, elektronlar.....aktarırlar.*” Şeklindeki boşluğu en doğru şekilde dolduracak şıkkı seçmeleri istenmiştir. Bu sorunun doğru cevabı olan “b” seçeneğine öğrencilerin %52,0’si doğru cevap vererek “demirden kadmiyuma” şıkkını seçmiştir. Diğer yanlış seçeneklere verilen cevap yüzdeleri ise şu şekildedir. “a” seçeneği öğrencilerin %17,0’ı; “c” seçeneği öğrencilerin %14,5’i ve “d” seçeneği öğrencilerin %16,0’sı tarafından seçilmiştir.

Yüzey özellikleri ile ilgili olan 12. soruda öğrencilere “*Aşağıdaki ifadelerden hangisi veya hangileri yükseltgenme-indirgenme tepkimeleri hakkında doğrudur?*” şeklinde bir soru yöneltilmiştir. Bu soru için iki ifade verilmiş bu ifadeler “*Yükseltgenme, indirgenme olmaksızın meydana gelebilir.*” ile “*Metal tepkimeye giren bir madde olmalıdır.*” şeklindedir. Bu iki yanlış ifadenin yanlış olduğunu öğrencilerin %31,3’ü tarafından işaretlendiği Tablo 3.7’ den görülmektedir.

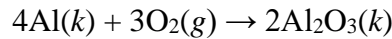
Yüzey özellikleri ile ilgili olan 14. soruda öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek, bu tepkime ile ilgili hangi ifadenin doğru olduğu sorulmuştur.



Sorunun doğru cevabı olan “C'nin yükseltgenme sayısı -4'den +4'e değişmektedir.” Şeklindeki “a” seçeneği öğrencilerin %54,2'si tarafından seçilirken, bu sorunun yüzey özellikleri ile ilgili olan diğer seçeneklerinden “Tepkimeye giren maddeler ve ürünlerin tümü gaz olduğu için yükseltgenme sayısı 0'dır.” şeklindeki “c” seçeneği öğrencilerin %10,3'ü tarafından seçilirken, “d” şıkkı “Bu bir yanma tepkimesidir, yükseltgenme-indirgeme tepkimesi değildir.” Öğrencilerin %19,7'si tarafından seçilmiştir.

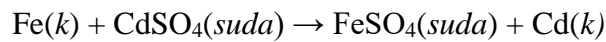
3.2.3 Elektron Transferi

Elektron transferi teması altında sekiz tane soru yer almakta olup bu sorular 3/4, 9, 10, 16, 17, 18 şeklindedir. Bu soruların 3 ve 4 iki uçlu soru şeklinde hazırlandığı için bu soruların açıklaması buna göre yapılacaktır. İlk olarak bu tema altında yer alan tek soru çifti olan 3. ve 4. Sorulardan, üçüncü soruda öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek, bunun bir indirgenme-yükseltgenme tepkimesi olup olmadığı sorulmuştur.



Bu soruya öğrencilerin %65,0'i doğru cevap vererek bu tepkimenin yükseltgenme ve indirgenme tepkimesi olduğunu belirtmiştir. Bu soruya verdikleri cevabın nedenini seçmelerinin istendiği çoktan seçmeli ikinci soruya öğrencilerin %48,3'ü “Al(k) üzerindeki ve O₂(g) üzerindeki yükler değişir.” şeklindeki doğru seçenek olan “c” şıkkını seçtikleri Tablo 3.7'den görülmektedir. Dördüncü sorunun diğer seçeneklerinde *elektron transferi* ile ilgili yanlış kavrama seçeneği “b” seçeneği olup “Bir bağ oluşturmak için O₂(g) alüminyuma elektron verir.” şeklindeki “b” seçeneği öğrencilerin %9,5'i tarafından seçildiği Tablo 3.7' de görülmektedir.

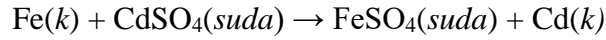
Bu tema altında yer alan diğer soru ise 9. sorudur. Bu soruda öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek bunun bir yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olduğu söylenmiştir.



Soruda öğrencilere “Yukarıdaki tepkime de, elektronlar.....aktarırlar.” Şeklindeki boşluğu en doğru şekilde dolduracak şıkkı seçmeleri istenmiştir. Bu sorunun doğru cevabı olan “b” seçeneğine öğrencilerin %52,0'si doğru cevap vererek “demirden kadmiyuma” şıkkını seçmiştir. *Elektron transferi* ile ilgili olan diğer yanlış seçeneklere verilen cevap

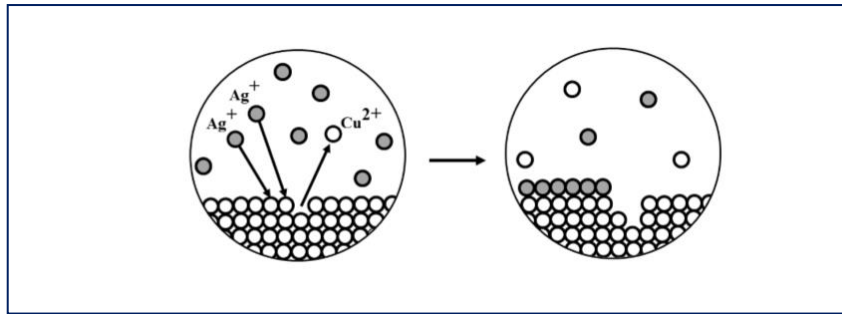
yüzdeleri ise şu şekildedir. “a” seçeneği öğrencilerin %17,0’ı; “c” seçeneği öğrencilerin %14,5’i ve “d” seçeneği öğrencilerin %16,0’sı tarafından seçilmiştir.

Elektron transferi ile ilgili olan 10. soruda öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olduğu söylenmiştir.



Burada “Yukarıdaki tepkimede elektronlar nasıl aktarılır?” sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Bu sorunun doğru cevabı olan “d” şıkkı seçilerek “Kadmiyum katı demir atomlarının üzerinde toplanır.” öğrencilerin %18,8’i tarafından seçmiştir. Elektron transferi ile ilgili yanlış olan diğer cevap şöyledir. “c” seçeneği “Sülfat bir metalden diğerine elektronları taşır.” şeklinde olup öğrencilerin %17,3’ü bu şıkkı tercih etmiştir.

Elektron transferi ile ilgili olan son soru 16. Soru olup bu soruda Şekil 3. 4 deki gösterim verilerek “Aşağıdaki gösterim $\text{Cu}(k)$ ve $\text{AgNO}_3(\text{suda})$ ’nın yükseltgenme indirgenme tepkimesinden bir kesit göstermektedir. Gösterimde nitrat yer almamaktadır.” şeklinde bir açıklama yapılarak, öğrencilere “Bu tepkimede gümüşü hangi ifade en iyi tanımlar?” şeklinde bir soru yöneltilmiştir.



Şekil 3.4: İYKT'nin 16. 17. ve 18. sorularında yer alan gösterimler.

Öğrencilerin %24,0’ü “İki Ag^+ , katı Cu ’dan elektronlar alır.” doğru cevabını vermiştir. Bu tema ile ilgili diğer bir şık “c” şıkkı olup “İki Ag^+ , Cu^{2+} ayrıldığında katı üzerinde soldaki elektronlara doğru çekilir.” şeklinde verilmiş ve öğrencilerin %20,0’sinin bu seçeneği seçtiği belirlenmiştir.

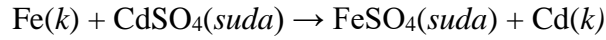
Elektron transferi ile ilgili başka bir soru ise 17. sorudur. 16. soruda verilen bilgiler bu soru için de geçerlidir, sorusu ise “Bu tepkimede bakırı hangi ifade en iyi tanımlar?” şeklindedir. Bu soruya verilen doğru cevap “Cu iyon haline geldiğinden katıdan

ayrılır.” şeklinde ifade edilen “b” seçeneğidir. Öğrencilerin %29,0’u bu şıkkı tercih etmiştir. Bu soruda elektron transferi ile ilgili seçenek “d” seçeneği olup “ Cu^{2+} katıdan ayrıldığında, geride 2 elektron kalır.” İfadesi yer almaktadır. Bu şık öğrencilerin %18,5’i tarafından seçilmiştir.

Elektron transferi ile ilgili son soru 18.sorudur.16. soruda verilen bilgiler ortaktır ve soru kökü “*Bu tepkimedeki nitrati hangi ifade en iyi tanımlar?*”şeklindedir. Sorunun doğru cevabı olan “ NO_3^- elektron aktarımında yer almaz” şeklindeki “c” seçeneği öğrencilerin %26,5’i tarafından seçilirken bu sorunun elektron transferi ile ilgili diğer seçeneği “ NO_3^- bir metalden elektronları alıp diğerine aktarır.” şeklindeki “a” seçeneğinin öğrencilerin %20,0’ si tarafından seçildiği belirlenmektedir.

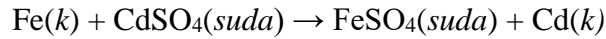
3.2.4 Seyirci iyon

Seyirci iyon teması altında beş tane soru yer almakta olup bu sorular 9, 10, 11, 17, 18 şeklindedir. Bu tema ile ilgili olan 9.soru da öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek bunun bir yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olduğu söylenmiştir.



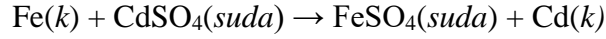
Soruda öğrencilere “*Yukarıdaki tepkime de, elektronlar.....aktarırlar.*” Şeklindeki boşluğu en doğru şekilde dolduracak şıkkı seçmeleri istenmiştir. Bu sorunun doğru cevabı olan “b” seçeneğine öğrencilerin %52,0’si doğru cevap vererek “demirden kadmiyuma” şıkkını seçmiştir. Seyirci iyon ile ilgili olan diğer yanlış seçeneklere verilen cevap yüzdeleri ise şu şekildedir. “c” seçeneği öğrencilerin %14,5’i ve “d” seçeneği öğrencilerin %16,0’sı tarafından seçilmiştir.

Seyirci iyonlar ile ilgili olan 10.soruda öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olduğu söylenmiştir.



Burada “*Yukarıdaki tepkimede elektronlar nasıl aktarılır?*” sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Bu sorunun doğru cevabı olan “d” şıkkı öğrencilerin %18,8’i tarafından seçilerek “*Kadmiyum katı demir atomlarının üzerinde toplanır .*”seçeneğini seçmiştir. Bu tepkimede seyirci iyonun sülfat olması nedeniyle, “c” şıkkında buna yönelik bir yanlış kavrama ifadesi verilmiştir. Öğrencilerin %17,3’ü tarafından seçilen bu ifade de “*Sülfat bir metalden diğerine elektronları taşır.*” Yanlış kavraması yer almaktadır.

Seyirci iyon ile ilgili 11.soruya bakıldığında öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olduğu söylenmiştir.



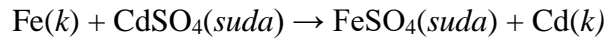
Burada “Yukarıdaki tepkimeye yer alan kadmiyum, demir ve sülfat hakkında aşağıdaki ifadelerden hangileri yanlıştır?” sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Bu sorunun doğru cevabı olan “b” şıkkı öğrencilerin %32,7’si tarafından seçilerek “Sülfat çözeltideki kadmiyum ve demir yüklerini dengeler.” seçeneğini tercih ettikleri görülmektedir. Seyirci iyon ile ilgili olan “a” seçeneği “Sülfat bulunduğu için çözeltideki kadmiyum ve demir yüklüdür.” şeklinde olup öğrencilerin %13,0’ünün bu seçeneği tercih ettiği görülmektedir.

Bu tema ile ilgili diğer bir soru olan 17. soru olup Şekil 3.4’de yer alan gösterim verilerek, öğrencilere “Bu tepkimede bakırı hangi ifade en iyi tanımlar?” şeklinde bir soru yöneltilmiştir. Bu soruya verilen doğru cevap “Cu iyon haline geldiğinden katıdan ayrılır.” şeklinde ifade edilen “b” seçeneğidir. Öğrencilerin %29,0’u bu şıkkı tercih etmiştir.

Seyirci iyon ile ilgili son soru olan 18. Soruda yine Şekil 3.4 ile ilgili bir sorudur. Bu soruda “Bu tepkimedeki nitrati hangi ifade en iyi tanımlar?” şeklindedir. Sorunun doğru cevabı olan “NO₃⁻ elektron aktarımında yer almaz” şeklindeki “c” seçeneği öğrencilerin %26,5’i tarafından seçilirken bu sorunun seyirci iyon ile ilgili diğer seçeneği “NO₃⁻ reaksiyon için önemsizdir.Çünkü net iyonik eşitlikte ihmal edilir.” şeklindeki “d” seçeneğinin öğrencilerin %23,2’ si tarafından seçildiği görülmektedir.

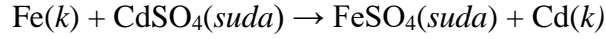
3.2.5 Dinamik Tepkime Süreci

Dinamik tepkime süreci teması altında beş tane soru yer almakta olup bu sorular 10, 11, 16, 17, 18 şeklindedir. Dinamik tepkime ile ilgili ilk olarak 10.soruya bakıldığında öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olduğu söylenmiştir.



Burada “Yukarıdaki tepkimede elektronlar nasıl aktarılır?” sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Bu sorunun doğru cevabı olan “d” şıkkı öğrencilerin %18,8’i tarafından seçilerek “Kadmiyum katı demir atomlarının üzerinde toplanır .” seçeneğini seçmiştir. Dinamik tepkime süreci ile ilgili olan “b” şıkkı “Elektronlar çözelti içinde serbestçe hareket ederler” ifadesini öğrencilerin %16,7’sinin tercih edip işaretlediği görülmektedir.

Bu tema ile ilgili olan 11.soruya bakıldığında öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olduğu söylenmiştir.



Burada “Yukarıdaki tepkimeye yer alan kadmiyum, demir ve sülfat hakkında aşağıdaki ifadelerden hangileri yanlıştır?” sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Bu sorunun doğru cevabı olan “b” şıkkı öğrencilerin %32,7’si tarafından seçilerek “Sülfat çözeltideki kadmiyum ve demir yüklerini dengeler.” seçeneğini tercih ettikleri görülmektedir. Dinamik tepkime süreci ile ilgili olan “d” seçeneği “Sülfat kadmiyum ve demir ile tepkimeye girer.” şeklinde olup öğrencilerin %21,8’inin bu seçeneği tercih ettiği görülmektedir.

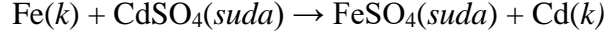
Bu tema için 16.soruya bakıldığında soru Şekil 3.4’de yer alan gösterim ile ilgilidir. “Bu tepkimede gümüşü hangi ifade en iyi tanımlar?” şeklinde sorulmuş ve öğrencilerin %24,0’ü “İki Ag^+ , katı Cu ’dan elektronlar alır.” doğru cevabını vermiştir. Bu tema ile ilgili diğer şıklar “a” şıkkı için öğrencilerin %18,7’si , “b” şıkkı için % 35,2’si ve “c” şıkkı için öğrencilerin %20,0’sinin bu seçenekleri tercih ettikleri görülmektedir.

Dinamik tepkime süreci ile ilgili olan 17.soruya bakıldığında Şekil 3.4’de yer alan gösterim ile ilgilidir. “Bu tepkimede bakırı hangi ifade en iyi tanımlar?” şeklindedir. Bu soruya verilen doğru cevap “ Cu iyon haline geldiğinden katıdan ayrılır.” şeklinde ifade edilen “b” seçeneğidir. Öğrencilerin %29,0’u bu şıkkı tercih etmiştir. Bu soruda dinamik tepkime süreci ile ilgili diğer seçenek “d” olup burada “ Cu^{2+} katıdan ayrıldığında, geride 2 elektron kalır.” İfadesi öğrencilerin %18,5’i tarafından tercih edilmiştir. “a” şıkkında yer alan “ Cu^{2+} , Ag^+ ’nın birikmesine yer açmak için ayrılmalıdır.” seçeneğinin de öğrencilerin %20,8’i tarafından seçildiği belirlenmiştir.

Bu tema ile ilgili son olarak 18. Soru yine Şekil 3.4’de yer alan gösterim ile ilgilidir. Bu Soruda “Bu tepkimedeki nitrati hangi ifade en iyi tanımlar?” şeklindedir. Sorunun doğru cevabı olan “ NO_3^- elektron aktarımında yer almaz” şeklindeki “c” seçeneği öğrencilerin %26,5’i tarafından seçilirken bu sorunun dinamik tepkime süreci ile ilgili a seçeneğinde yer alan ifadeler “ NO_3^- bir metalden elektronları alıp diğerine aktarır.” ifadesi öğrencilerin %20’si tarafından seçilmiştir.

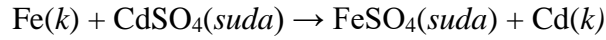
3.2.6 Elektrostatik ve Bağlanma

Elektrostatik ve bağlanma teması altında beş tane soru yer almakta olup bu sorular 10, 11, 16, 17, 18 şeklindedir. Bu tema ile ilgili verilen sorulardan ilk olarak 10. Soruya bakıldığında öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olduğu söylenmiştir.



Burada “Yukarıdaki tepkimede elektronlar nasıl aktarılır?” sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Bu sorunun doğru cevabı olan “d” şıkkı öğrencilerin %18,8’i tarafından seçilerek “Kadmiyum katı demir atomlarının üzerinde toplanır .” seçeneğini seçmiştir. Elektrostatik ve Bağlanma ile ilgili olan “a” şıkkı “Kadmiyum ve sülfat arasındaki bağ kırılır ve demir, sülfata bağlanır.” ifadesini öğrencilerin %45,8’inin tercih edip işaretlediği görülmektedir.

Bu tema ile ilgili ikinci olarak 11.soruya bakıldığında öğrencilere aşağıdaki tepkime verilerek yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olduğu söylenmiştir.



Burada “Yukarıdaki tepkimeye yer alan kadmiyum, demir ve sülfat hakkında aşağıdaki ifadelerden hangileri yanlıştır?” sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Bu sorunun doğru cevabı olan “b” şıkkı öğrencilerin %32,7’si tarafından seçilerek “Sülfat çözeltideki kadmiyum ve demir yüklerini dengeler.” seçeneğini tercih ettikleri görülmektedir. Bu tema ile ilgili olan “c” seçeneği “Sülfat kadmiyum ve demir ile bağ yapar.” şeklinde olup öğrencilerin %30,7’sinin bu seçeneği tercih ettiği görülmektedir.

Bu tema ile ilgili 16. soru Şekil 3.4’de yer alan gösterimle ilgili olup “Bu tepkimede gümüşü hangi ifade en iyi tanımlar?” şeklinde sorulmuş öğrencilerin %24,0’ü “d” şıkkı olan “İki Ag^+ , katı Cu ’dan elektronlar alır.” doğru cevabını vermiştir. Bu tema ile ilgili olan “c” şıkkı olan “İki Ag^+ , Cu^{2+} ayrıldığında katı üzerinde soldaki elektronlara doğru çekilir.” ifadesi öğrencilerin %20,0’si tarafından işaretlenmiştir.

Elektrostatik ve bağlanma ile ilgili olan 16.soruda verilen bilgiler ile aynı olan 17. Şekil 3.4’de yer alan gösterimle ilgili olup “Bu tepkimede bakırı hangi ifade en iyi tanımlar?” şeklindedir. Bu soruya verilen doğru cevap “Cu iyon haline geldiğinden katıdan ayrılır.” şeklinde ifade edilen “b” seçeneğidir. Öğrencilerin %29,0’u bu şıkkı tercih etmiştir. Bu tema ile ilgili olan diğer seçenek “c” seçeneği olan “ Cu^{+2} , Ag^+ den daha büyük yüke

sahiptir, bu yüzden nitrat iyonları tarafından çözelti içine çekilir.”İfadesi öğrencilerin %29,8’i tarafından tercih edilmiştir.

Bu tema ile ilgili olan 18. Soru Şekil 3.4’de yer alan gösterimle ilgili olup “*Bu tepkimedeki nitratı hangi ifade en iyi tanımlar?*” şeklindedir. Sorunun doğru cevabı olan “*NO₃⁻ elektron aktarımında yer almaz*” şeklindeki “c” seçeneği öğrencilerin %26,5’i tarafından seçilirken bu sorunun bu tema ile ilgili diğer bir seçeneği “b” olup “*NO₃⁻ üzerindeki negatif yük, metali çözeltide içine çeker.*”ifadesini seçen öğrencilerin %28,8 olduğu Tablo3.7 de görülmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

İndirgenme Yükseltgenme Kavram Testinin (İYKT) Türkçeye uyarlamasının yapılmasının 12.sınıfta öğrenim gören öğrencilerin yükseltgenme-indirgenme tepkimelerine yönelik başarı düzeylerinin farklı değişkenler açısından incelenmesinin ve öğrencilerin konu ile ilgili yanlış kavramlarının belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmanın sonunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışma sonunda orijinali Brandriet ve Bretz (2014a) tarafından geliştirilen indirgenme-yükseltgenme kavrama testi (İYKT)'nin Türkçe'ye uyarlama çalışması gerçekleştirilerek, İYKT'nin güvenilirlik değeri hem pilot hem de asıl uygulama sonucunda orijinal testin değerleri ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Asıl çalışma verileri incelendiğinde testin ilk kısmına ait ortalama başarı değerleri orta değerinin altında olması (7,8) testin 12. Sınıf öğrencileri için zor geldiği anlamına gelmektedir. Brandriet ve Bretz (2014a) tarafından geliştirilen testin uygulaması ABD de üniversite düzeyinde ilk dönem ve ikinci dönem genel kimya dersi alan öğrencilere uygulanmıştır. Bu öğrencilerin sonuçlarını, çalışmanın bulguları ile karşılaştırdığımızda oldukça benzer sonuçlara ulaşıldığı görülür. Brandriet ve Bretz (2014a)'in uygulama yaptığı üç öğrenci grubundan son uygulamalarında ortalama öğrenci başarısı değerini 6,2 olarak belirledikleri görülür. Testin ikinci kısmı olan güven düzeyi ortalamasının 49,0 olduğu ve orta noktasının üzerinde olduğu görülür. Bu değer orijinal test için 57,5 olarak belirlenmiştir.

Brandriet ve Bretz (2014a) buldukları bu düşük başarı değerini testin ikinci kısmını oluşturan güven düzeyi sonuçları ile kıyaslamışlardır. Bu çalışmada ele geçen gerek güven düzeyi sonuçlarının gerekse normalite için çizilen Şekil 3.2 deki histogramın Brandriet ve Bretz (2014a) tarafından bulunanlara benzerliği, buradaki açıklamanın bu çalışma içinde geçerli kabul edilebileceği göstermiştir. Brandriet ve Bretz (2014a) öğrenci başarısının düşük olması nedeniyle ölçe aracın zorluğuna rağmen, öğrencilerinin ortalama güven puanlarında histogramda gösterilen sola sapmanın da gösterdiği gibi, birçok öğrenci yanıtları konusunda kendinden emin hissettiklerini belirtmişlerdir. Bu nedenle bu çalışma için de benzer yorum yapılarak öğrencilerin önemli bir kısmının cevaplarını verirken emin oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, öğrencilerin yüksek güvenine karşı gelen düşük puanları, İYKT'nin öğrencilerin indirgenme ve yükseltgenme kavramları hakkında yanlış ve güçlü bir şekilde savundukları fikirleri ölçtüğünü gösterdiğini belirtmişlerdir.

Öğrencilerin yüksek güvenleri ancak düşük performansları ile ilgili bu durum, psikolojide Dunning Kruger etkisi olarak bilinen yaygın olarak belgelenmiş yapının göstergesi olduğu belirtilmiştir. Bu argümanın temel ilkesi olarak da bir görevde başarısız olan bireylerin, düşük performanslarını fark etmelerini sağlayan üstbilişsel becerilerden yoksun olması olarak açıklanmıştır (Kruger ve Dunning, 1999; Pazicni ve Bauer, 2014; aktaran Brandriet ve Bretz,2014a). Öğrencilerin bu yanıtlar yanlış olsa bile, yanıtlarına duydukları yüksek güven, öğrencilerin seçtikleri yanıtlara güçlü bir şekilde inandıklarını ve bu durumun da İYKT cevaplarını seçenekleri için yanıt süreci geçerliliği sağladığının bir göstergesidir.

Çalışmada ulaşılan diğer bir sonuç, cinsiyetin öğrenci başarıları arasında anlamlı bir farka neden olmadığıdır. Diğer taraftan okul türleri açısından bakıldığında, çalışmadaki ilk üç okulun başarısının özellikle yedinci ve sekizinci sırada yer alan okul başarılarına göre anlamlı bir farka sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum akademik başarısı yüksek olan okullara devam eden öğrencilerin uygulanan testte başarılı olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Öğrencilerin yanlış kavramaları ile ilgili ulaşılan sonuçlar şu şekilde özetlenebilir. İlk altı soru indirgenme yükseltgenme tepkimeleri ile ilgili sorular olup bu sorulardan 1. ve 3. Sorularda öğrencilere verilen tepkimelerden tepkimenin indirgenme-yükseltgenme tepkimesi olup olmadığı sorulduğunda büyük ölçüde doğru cevap verirlerken 5. Soru olan tanecik boyutunda soru yöneltildiğinde öğrencilerin ancak dörtte birinin doğru cevabı verebildiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin bir kısmı 3. Soruda verilen *“tepkimelerde tek ürün olduğunda yükseltgenme indirgenme tepkimesi olamayacağı”* gibi bir yanlış kavramaya sahip oldukları belirlenmiştir.

Öğrencilerde görülen diğer önemli bir yanlış kavrama, öğrencilerin moleküler iyonların yükseltgenme sayıları olduğu veya iyonun yükseltgenme sayısına eşdeğer olduğu ile ilgilidir. Bu durum 7. Soruda bu tür seçenekleri öğrencilerin %30' unun seçmesinden yola çıkarak bu çalışmadaki öğrencilerde de görüldüğünü göstermiştir. Benzer durum 13. Soruda da ortaya çıkarılmış olup öğrencilerin %28'i *“Sülfatın hem yükü hem de yükseltgenme sayısı vardır.”* İfadesinin olduğu şıkkı seçerek, iyonların yükseltgenme sayısına sahip olduğunu düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Yine öğrencilerin önemli bir kısmında *“Yük bir bileşiğe aitken yükseltgenme sayısı her bir elementin atomuna aittir.”*

ve “Yük değerlik elektron sayısını gösterirken yükseltgenme sayısı bağ elektronlarının sayını gösterir.” Yanlış kavramalarının mevcut olduğu belirlenmiştir.

4. soruda verilen $4Al(k) + 3O_2(g) \rightarrow 2Al_2O_3(k)$ tepkimesinin öğrencilerin %29,3’ü tarafından “Bu bir birleşme tepkimesi” olarak düşünülmesi, öğrencilerin yüzey özelliklerine yönelik bir yanlış kavramaya sahip olduklarını göstermiştir. Yüzey özellikleri ile belirlenen yanlış kavramalar, “Tepkimeye giren maddeler yüksüz olduğunda yükseltgenme ve indirgenme oluşamaz.” ve “Tepkimeye bir tek madde girdiği için yükseltgenme ve indirgenme oluşamaz.” şeklindedir. Ayrıca 12. Soru ile belirlenen yüzey özelliğine yönelik iki yanlış kavrama ifadesine öğrencilerin önemli bir kısmının sahip olduğu belirlenmiştir. Bunlar: “Yükseltgenme, indirgenme olmaksızın meydana gelebilir.” ile “Metal tepkimeye giren bir madde olmalıdır.” Diğer önemli bir yanlış kavrama olan öğrencilerin bir tepkimenin eğer yanma tepkimesi ise yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olmayacağı ile ilgili yanlış kavrama 14. soru ile ortaya çıkarılmıştır. $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$ şeklindeki yanma tepkimesi için “Bu bir yanma tepkimesidir, yükseltgenme-indirgenme tepkimesi değildir.” seçeneğinin öğrencilerin yaklaşık %20’si tarafından seçildiği belirlenmiştir.

Elektron transferi ile ilgili olarak da öğrencilerin yanlış kavramaya sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrenciler, $Fe(k) + CdSO_4(suda) \rightarrow FeSO_4(suda) + Cd(k)$ şeklindeki bir tepkimede sülfat iyonunun elektron transferi görevi yaptığını düşündükleri belirlenmiştir. Bu yanlış kavrama “Sülfat bir metalden diğerine elektronları taşır.” şeklinde olup öğrencilerin %17,3’ünün bu tür bir yanlış kavramaya sahip olduğu belirlenmiştir. Benzer durum 18. soruda da görülmüş olup burada da öğrencilerin %20’sinin “ NO_3^- bir metalden elektronları alıp diğerine aktarır.” Şıkkını seçmeleri, bu tür bir elektron transferi ile ilgili yanlış kavramaya sahip olduğunu desteklediği sonucuna ulaşılmıştır.

Seyirci iyon ile ilgili önemli bir yanlış kavrama seyirci iyonun neden seyirci iyon olarak adlandırıldığının yanlış bilinmesi veya bilinmemesi ile ilgili olup bu konuda belirlenen yanlış kavrama “ NO_3^- reaksiyon için önemsizdir. Çünkü net iyonik eşitlikte ihmal edilir.” Şeklindeki ifadenin öğrencilerin %23,2’ si tarafından seçildiği belirlenmiştir.

Elde edilen veriler doğrultusunda öğrencilerin yükseltgenme-indirgenme tepkimelerinde bulunan mikroskopik ve makroskopik olayları birbiri ile ilişkilendiremediği ve bu yüzden yanlışlar yaptığını söylemek mümkündür. Kimya dersi öğretim programları ya da ders kitaplarında, yükseltgenme basamağı ve yükseltgenme sayısının farkı ya da bunların “yük” kavramından farkı açıkça bahsedilmediği için öğrencilerin bu tür sorularda yanlışlık yapıldığını söylemek mümkündür. Öğrencilerin daha çok işlemsel olan sorulara odaklanıp yorumlama kısmına önem vermediğini ve bununla birlikte gelen makroskopik ve mikroskopik olayları da birbiri ile ilişkilendirmekte güçlük yaşadıkları söylenebilir. Öğrenciler bir konuyu derinlemesine anlayıp anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmek yerine, konu ile ilgili belli başlı noktaları dikkate alarak, formülleri ezberlemeyi tercih ettikleri için soru tarzları değiştiğinde ezberledikleri bilgiyi uyarlamakta sorunlar yaşadıkları testin uygulanması aşamasında araştırmacıya yöneltilen sorulardan da belirlenmiştir.

Çalışmada ulaşılan sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.

- Yükseltgenme-indirgenme (redoks) tepkimeleri konusu sırasında makroskopik ve mikroskopik olayları düşündürebilmek amacı ile bu çalışmadaki testin kullanılması önerilebilir.
- İYKT çoktan seçmeli sorular içerdiği için bilgi seviyesini açık bir şekilde belirleyemeyebilir bunun yanında ikili görüşmeler tercih edilerek ya da açık uçlu sorular sorularak öğrencilerin seviyeleri daha net bir şekilde belirlenebilir.
- Konu öğretilmeden önce konuya yönelik kavramlar düzenlenip öğretilmelidir. Bu amaçla grafiksel ön düzenleyiciler tercih edilip etkili ve anlamlı öğrenme sağlanabilir.
- Yükseltgenme-İndirgenmenin bir bütün olarak düşünülmesi gerektiği söylenmeli ve redoks tanımı yapılması önerilmelidir. Bir atom ya da iyonun elektron vermesi ile gerçekleşen olaya yükseltgenme(oxidation), bu olayın gerçekleştiği tepkimeye yükseltgenme yarı tepkimesi (oxidationhalfreaction) adı verilir. Bir atom ya da iyonun elektron almasıyla gerçekleşen olaya indirgenme(reduction), bu olayın gösterildiği tepkimeye indirgenme yarı tepkimesi (reductionhalfreaction) adı verilir. Elektron alışverişi ile meydana gelen yükseltgenme indirgenme tepkimeleri aynı anda gerçekleştiğinden bu yarı tepkimeler birbirinden bağımsız düşünülemez düşüncesi üzerinde ayrıntılı durulmalı, örneklerle anlatım zenginleştirilmelidir.

- Yük , yükseltgenme,indirgenme,yükseltgen,indirgen,yükseltgenme basamağı ve yükseltgenme sayısı üzerinde durularak detaylı bir Şekilde bilgilendirme yapılmalıdır.
- Öğrencilerin en büyük sorunlarından birisinin formül okuma ve yazma olduğu alan yazın taramasında da belirtilmiŐti bu yüzden öğrencilere formüller doğrudan ezberletilmeden nedenleri ile birlikte açıkça gösterilerek öğretilmelidir.
- Öğrencilerin tepkimelerde gerçekleşen mikroskopik olayları ğrenebilmeleri için eŐitli animasyonların kullanımı sağlanılabilir.

5. KAYNAKLAR

- Adu-Gyamfi, K., Ampiah, J. G. and Agyei, D. D. (2015). High school chemistry students' alternative conceptions of H₂O, OH⁻, and H⁺ in balancing redox reactions. *International Journal of Development and Sustainability*, 4(6), 744-758.
- Adu-Gyamfi, K. and Ampiah, J.G. (2019a). Students' alternative conceptions associated with application of redox reactions in everyday life. *Asian Education Studies*, 4(1), 29-38.
- Adu-Gyamfi, K., and Ampiah, J.G. (2019b). Students' alternative conceptions associated with application of redox reactions in everyday life. *Asian Education Studies*, 4(1), 29-38.
- Adu-Gyamfi, K. and Ampiah, J. G. (2020). Participatory Teaching and Learning Approach: A Framework for Teaching Redox Reactions at High School Level. *International Journal of Education and Practice*, 8, (1), 106-120.
- Allsop, R. T. and George, N. H. (1982). Redox in Nuffield advanced chemistry. *Education in Chemistry*, 19, 57-59.
- Aydın, G. ve Balım, A.G. (2007). Fen ve teknoloji öğretiminde kullanılan kavramsal değişim stratejilerine dayalı örnek etkinlikler. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 54-66.
- Barke, H.-D., Hazari, A. and Yitbarek, S. (2009). Redox Reactions. *Misconceptions in Chemistry*, 207-234. doi:10.1007/978-3-540-70989-3_9
- Barke, H.D. (2012). Two ideas of the redox reaction: Misconceptions and their challenge in chemistry education. *Afr. J. Chem. Educ.* 2, 32-50.
- Baykul, Y. (2000). *Eğitimde ve psikolojide ölçme*. Ankara: ÖSYM
- Basheer, A., Hugerat, M., Kortam, N. and Hofstein, A. (2017). The effectiveness of teachers' use of demonstrations for enhancing students' understanding of and attitudes to learning the oxidation-reduction concept. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3), 555-570.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. S. and Silberstein, J. (1986). Is an atom of copper malleable?. *Journal of chemical education*, 63(1), 64-66.
- Bozkurt, B.Ü. (2018). Kavram, kavramsallaştırma yaklaşımları ve kavram öğretimi modelleri: kuramsal bir derleme ve sözcük öğretimi açısından bir değerlendirme. *Ankara Üniversitesi Dil Dergisi*, 169(2), 5-25.

- Bursal, M. (2017). *SPSS ile temel veri analizleri* (1.Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (23. Baskı). Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş. (2018). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı istatistik, araştırma deseni SPSS uygulamaları ve yorum (24. Baskı), Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Brandriet, A. R. and Bretz, S. L. (2014a). The development of the Redox Concept Inventory as a measure of students' symbolic and particulate redox understandings and confidence. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1132–1144.
- Brandriet, A. R. and Bretz, S. L. (2014b). Measuring meta-ignorance through the lens of confidence: Examining students' redox misconceptions about oxidation numbers, charge, and electron transfer. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 729-746.
- Can, A. (2018). *SPSS ile Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi* (6.Baskı), Pegem Yayıncılık.
- Cansüğü Koray, Ö. C. ve Bal, Ş. (2002). Fen öğretiminde kavram yanılgıları ve kavramsal değişim stratejisi. *G. Ü. Kastamonu Eğitim Dergisi*, 10(1), 83-90.
- Cole, M. H., Rosenthal, D. P. and Sanger, M. J. (2019). Two studies comparing students' explanations of an oxidation–reduction reaction after viewing a single computer animation: the effect of varying the complexity of visual images and depicting water molecules. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(4), 738-759.
- Çakan, M. (2004). Öğretmenlerin ölçme-değerlendirme uygulamaları ve yeterlik düzeyleri: İlk ve ortaöğretim. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 37 (2), 99-114.
- Çardak, Ç. S. ve Selvi, K. (2018). Öğretim ilke ve yöntemleri dersi için bir başarı testi geliştirme süreci. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 12(26), 379-406.
- Çaycı, B. (2007). Kavram değiştirme metinlerinin kavram öğrenimi üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 27 (1), 87-102.
- Çeliköz, N. (1998). Kavram öğrenme ve öğretme ilkeleri. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 2(2), 69–76.
- Çetin, K., Boztepe, M.K. ve Kule, N. (2019). Ortaöğretim Fen Lisesi Kimya 12 Ders Kitabı (2.baskı), Devlet Kitapları.
- Çiçek, K., Demirel, M., Bozyıl, O., Danışman, O. ve Yıldız, S. (2021). Ortaöğretim Kimya 12 Ders Kitabı, Devlet Kitapları.

- de Jong, O., Acampo, J. and Verdonk, A. (1995). Problems in teaching the topic redox reactions: Actions and conceptions of chemistry teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(10), 1097-1110.
- de Jong, O. and Treagust, D. (2002). The teaching and learning of electrochemistry. In J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust & J. H. van Driel (Eds.), *Chemical Education: Towards research-based practice* (pp. 317-337). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Davidowitz, B., Chittleborough, G. and Murray, E. (2010). Student-generated submicrodiagrams: a useful tool for teaching and learning chemical equations and stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 154–164.
- 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.
- Gürbüz, S. ve Şahin, F. (2018). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri* (5. Basım). Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry—Logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 1, 9-15.
- Kaptan, F. (1999). *Fen Bilgisi Öğretimi*. M.E. Basımevi, İstanbul.
- Karagöz, Y. (2019). *SPSS AMOS META Uygulamalı İstatiksel Analizler* (2. basım). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Karasar, N. (2020). *Bilimsel araştırma yöntemi: Kavramlar ilkeler teknikler* (36. Baskı). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Karasar, N. (2003). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. (Scientific Research Methods). Nobel Yayınları, Ankara.
- Kempa, R. (1986). *Assessment in Science*. Cambridge University Press, Cambridge, London
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018a). *Ortaöğretim Kimya Dersi* (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) *Öğretim Programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018b). *Fen Lisesi Kimya Dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) Öğretim Programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Nakiboğlu, C. (2006). *Fen ve Teknoloji Öğretiminde Yanlış Kavramalar*. M. Bahar (Ed.), Fen ve Teknoloji Öğretimi içinde (s.190-217). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Nakiboğlu, C. (2003). Instructional misconceptions of Turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization. *Chemistry Education Research and Practice*, 4(2), 171-188.
- Nakiboğlu, C. (2003). Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(4), 309–322.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemistry misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- Ogan Bekiroğlu, F. (2004). *Ne kadar Başarılı?, Klasik ve Alternatif Ölçme- Değerlendirme Yöntemleri ve Fizikte Uygulamalar* (1. baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Österlund, L. (2010). Redox Models in Chemistry: A Depiction of the Conceptions Held by Secondary School Students of Redox Reactions. Umeå University, Sweden.
- Österlund, L., Berg, A. and Ekborg, M. (2010). Redox models in chemistry textbooks for the upper secondary school: Friend or foe? *Chemistry Education Research and Practice*, 11(3), 182-192.
- Österlund, L. and Ekborg, M. (2009). Students' understanding of redox reactions in three situations. *Nordic Studies in Science Education*, 5(2), 115-127.
- Özaşkın Arslan, A. G., & Karamustafaoğlu, S. (2019). 2018 Fen bilimleri öğretim programı kapsamındaki 7. sınıf güneş sistemi ve ötesi ünitesine yönelik bir başarı testi geliştirme. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(2), 172-205.
- Özçelik, D.A. (1998). *Ölçme ve Değerlendirme*. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Özkaya, A. R. (2002). Conceptual Difficulties Experienced by Prospective Teachers in Electrochemistry: Half-Cell Potential, Cell Potential, and Chemical and Electrochemical Equilibrium in Galvanic Cells. *Journal of Chemical Education*, 79(6), 735-738.
- Peterson, R. F. and Treagust, D. F. (1989). Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of Chemical Education*, 66(6), 459.
- Ringness, V. (1995). Oxidation-reduction: Learning difficulties and choice of redox models. *School Science Review*, 77, 74-78.

- Rosenthal, D. P. and Sanger, M. J. (2012). Student misinterpretations and misconceptions based on their explanations of two computer animations of varying complexity depicting the same oxidation-reduction reaction. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(4), 471-483.
- Schmidt, H. J. and Volke, D. (2003). Shift of meaning and students' alternative concepts. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1409-1424.
- Skelly, K. M. and Hall, D. (1993). The development and validation of a categorization of sources of misconceptions in chemistry. In proceedings, Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, August 1-4, 199; Novak, J. Eds.; Cornell University, Ithaca, NY, 1993, 1496-1535.
- Stains, M. and Talanquer, V. (2008). Classification of chemical reactions: Stages of expertise. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 771-793.
- Stavridou H. and Solomonidou C. (1989). Physical phenomena–chemical phenomena: do pupils make the distinction? *International Journal of Science Education*, 11(1), 83–92.
- Şen , S. and Yılmaz, A. (2017). The development of a three-tier chemical bonding concept test. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 14(1), 110-126.
- Şen, Ş., Yılmaz, A. ve Geban, Ö. (2018). Üç aşamalı elektrokimya kavram testinin geliştirilmesi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(1), 324-330.
- Taber, K. S. (2002). Conceptualizing quanta: Illuminating the ground state of student understanding of atomic orbitals. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3(2), 145-158.
- Taber, K. S. (1995). Prior learning as an epistemological block? The Octet Rule-an example from science education. *European Conference on Educational Research*, University of Bath, 14-17 September 1995.
- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156-168.
- Taber, K. S., Tsaparlis, G. and Nakiboğlu, C. (2012). Student conceptions of ionic bonding: Patterns of thinking across three European contexts. *International Journal of Science Education*, 34(18), 2843-2873.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin yayıncılık.

- Yılmaz, A. ve Bayrakçeken, S. (2017). Öğretmen Adaylarının Elektrokimya Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(24), 881-906.
- Yılmaz, H. (2004). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. Konya: Çizgi Kitabevi Yayınları.
- Yılmaz, A., Erdem, E. ve Morgil, İ. (2002). Öğrencilerin elektrokimya konusundaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 234-242.

EKLER


EK A: Etik Kurul Onayı

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ ETİK KOMİSYONU
ONAY BELGESİ

Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU'nun Danışmanlığını yaptığı Yüksek Lisans Öğrencisi Betül KIZMAZ'ın "Orta Öğretim öğrencilerinin yükseltgenme ve indirgenme ile ilgili yanlış kavramalarının belirlenmesi" başlıklı tez çalışmasının uygulamalarını yürütebilmek için etik kurul onay belgesi isteği komisyonumuzca değerlendirilmiş ve etik açıdan uygun bulunmuştur.
29.06.2020


Komisyon Başkanı
Prof. Dr. İbrahim TÜRKMEN


Prof. Dr. Hakan KÖÇKAR
Üye


Prof. Dr. Zafer ASLAN
Üye


Prof. Dr. Hülya GÜR
Üye


Prof. Dr. Musa KARAMAN
Üye

EK B: Balıkesir İl Milli Eğitim Müdürlüğü Uygulama İzin Onayı



T.C.
BALIKESİR VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 99191664-605.01-E.16758965
Konu : Araştırma İzni

16.11.2020

ALTIEYLÜL KAYMAKAMLIĞINA
(İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü)

İlgi : 02/11/2020 tarih ve 15950862 sayılı yazımız.

İlçenizde faaliyet gösteren Özel Balıkesir Kaplan Mıdık Anadolu Lisesi Kimya Öğretmeni Betül KIZMAZ' ın müdürlüğümüze bağlı eğitim kurumlarında uygulamak istediği anket çalışmasının uygun görüldüğüne ilişkin Valilik Makamının 12/11/2020 tarih ve 99191664-605.01-E.16622369 sayılı onayı ekte gönderilmiştir.

Gereğini rica ederim.

Yakup YILDIZ
Vali a.
İl Milli Eğitim Müdürü

Ek :
-Onay (1 Adet)
-Anket Formu (5 Sayfa)

VALİLİK MAKAMINA
BALIKESİR

İlgi : a) Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21/01/2020 tarih ve 2020/2 sayılı genelgesi.

b) Özel Balıkesir Kaptan Mıdık Anadolu Lisesi Müdürlüğünün 25/09/2020 tarih ve 15950862 kayıt sayılı yazısı.

Başvuru Sahibinin Adı Soyadı	Betül KIZMAZ		
Danışmanı	Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU		
Kurumu/Üniversite/Görev Yeri	Balıkesir Üniversitesi		
Alan/Bölüm	Fen Bilimleri Enstitüsü/ Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı		
Tez, Araştırma veya Anketin Konusu	Orta Öğretim Öğrencilerinin Yükseltgenme ve İndirgenme ile İlgili Yanlış Kavramlarının Belirlenmesi		
Başvuru Tarihi	03/11/2020	Başvuru Sayısı : 15950862	
Çalışma Başlama Tarihi	01/12/2020		
Çalışma Bitiş Tarihi	30/09/2021		
Veri Toplama Araçları	• Yükseltgenme-İndirgenme Kavram Testi		
Araştırma Türü	Tez Çalışması		
ÇALIŞMA YAPILACAK EĞİTİM KURUMLARININ LİSTESİ			
Karesi/Şehit Turgut Solak Fen Lisesi	Karesi/Sırrı Yırcalı Anadolu Lisesi		
Karesi/ Fatma Emin Kutvar Anadolu Lisesi	Karesi/Muharrem Hasbi Anadolu Lisesi		
Karesi/Balıkesir Anadolu Lisesi	Karesi/Adnan Menderes Anadolu Lisesi		
Karesi/İstanbulluoğlu Sosyal Bilimler Lisesi	Karesi/Rahmi Kula Anadolu Lisesi		
Karesi/Zübü Özkardaşlar Anadolu Lisesi	Karesi/Özel BKM Anadolu Fen Lisesi		
Karesi/Albay C. Tayyar Nuran Oğuz Anadolu Lisesi	Karesi/İncbey Anadolu Lisesi		
Altıeylül/Gülser Mehmet Bolluk Anadolu Lisesi	Altıeylül/ Cumhuriyet Anadolu Lisesi		
Altıeylül/Gazi Osmanpaşa Anadolu Lisesi	Altıeylül/ 15 Temmuz Şehitler Anadolu Lisesi		
Altıeylül/Mimar Sinan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Altıeylül/ Özel Açı Anadolu Fen Lisesi		
Altıeylül/100. Yıl Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Edremit/ Şehit Mustafa Serin Fen Lisesi		
Edremit/ Fernur Sözen Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi			

04/11/2020 tarihli araştırma izni başvurusu 21.01.2020 tarih ve 2020/2 sayılı araştırma, yarışma ve sosyal etkinlik izinlerine ilişkin genelge kapsamında değerlendirilmiştir. Lisans, lisansüstü, TÜBİTAK çalışmalarına ve seminer ödevlerine veri toplamak amacıyla, araştırma önerisinin ve veri toplama araçlarının içerik ve kapsam yönünden Türk Millî Eğitiminin amaçlarına uygun olduğu, millî ve manevî değerlere aykırı ve kişilik haklarını zedeleyecek herhangi bir unsur taşımadığı görülmüştür.

Bakanlığımıza bağlı okul ve kurumlarda yapılacak Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik izinleri ilgi (a) genelge gereğince yukarıdaki bilgileri belirtilen çalışmanın, eğitim kurumlarında, okul/kurum müdürlüklerinin denetiminde, öğrenci ve velilerin kişisel bilgilerinin alınmaması/verilmemesi kaydı ile yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Hüseyin AŞIK
Müdür a.
İl Millî Eğitim Müdür Yardımcısı

Ek : Anket Formu (5 Sayfa)

OLUR
12.11.2020
Yakup YILDIZ
Vali a.



EK C: İYKT kullanım izni

Re: the Redox Concept Inventory (ROXCI)
Yahoo/Inbox

Stacey Lowery Bretz <bretzsl@miamioh.edu>

To: Canan Nakiboglu

Cc: abrandriet@auburn.edu

Fri, Dec 6, 2019 at 2:09 AM

Dear Canan,

Thank you for agreeing to follow our policies in using the ROXCI. Please find attached a copy of one instrument and answer key.

Please remember to cite the following in any publications/presentations you make using our work:

- Brandriet, A.R.; Bretz, S.L.; "The Development of the Redox Concept Inventory as a Measure of Students' Symbolic and Particulate Redox Understandings and Confidence," *Journal of Chemical Education*, 2014, 91(8), 1132-1144 DOI: [10.1021/ed500051n](https://doi.org/10.1021/ed500051n)
- Brandriet, A.R.; Bretz, S.L. "Measuring Meta-Ignorance through the Lens of Confidence: Examining Students' Redox Misconceptions about Oxidation Numbers, Charge, and Electron Transfer," *Chemistry Education Research and Practice*, 2014, 15(4), 729-746 DOI: [10.1039/C4RP00129J](https://doi.org/10.1039/C4RP00129J)

Sincerely,

Stacey

Stacey Lowery Bretz

University Distinguished Professor

Fellow, American Chemical Society

Fellow, American Association for the Advancement of Science

Miami University • Department of Chemistry & Biochemistry

651 E. High Street • Oxford, OH 45056

513-529-3731 • bretzsl@miamioh.edu • <http://miamioh.edu/bretzsl> • [@SLBCER](https://twitter.com/SLBCER)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı :Betül KIZMAZ
Doğum tarihi ve yeri :18.08.1995
e-posta :kizmazbetul@hotmail.com

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi/Kimya Eğitimi	2018-
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Necatibey Eğitim Fakültesi/Kimya Öğretmenliği	2014-2018
Lise	Balıkesir Anadolu Lisesi	2009-2013

Makale:

Nakiboğlu, C.,Erdurmazlı, İ, **Kızmaz, B.**, &Hepöz, Ş. (2018). Kimya Öğretmen Adaylarının Organik Kimya Laboratuarında Akış Diyagramı Kullanımına Yönelik Görüşlerinin Araştırılması. *Journal of the Turkish Chemical Society Section C: Chemical Education*,3(1), 31-58.

Uluslar arası Tam Metin

Nakiboğlu, C.,& **Kızmaz, B.** (2021). Examination of 12th Grade Students' Conceptions Concerning Oxidation andReduction.Istanbul International Modern ScientificResearchCongress –II, December 23-25, 2021 İstanbul, 1072-1076[**Tezden türetilmiştir**]

Uluslararası Sunum (Özet Basılan)

Nakiboğlu, C.,Erdurmazlı, İ., **Kızmaz, B.**,Hepöz, Ş. Investigation of ProspectiveChemistryTeachers' ViewsAboutFlowDiagramUsage in OrganicChemistryLaboratory. 2nd International Symposium of LimitlessEducationandResearch (ISLER 2018), p. 155, 26-28 April, 2018, Bodrum/Muğla.