



Use of Chemical Representations In General Chemistry Textbooks

Gülşah DEMİRCAN ¹, Betül DEMİRDÖĞEN ²

¹Final Elementary School, Karadeniz Ereğli-Zonguldak, gulsah684@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5938-2021>

²Zonguldak Bülent Ecevit University, Ereğli Faculty of Education, Karadeniz Ereğli-Zonguldak, betuldemirdogen@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7064-5539>

Received :05.08.2019

Accepted : 05.12.2019

Doi: 10.17522/balikesirnef.601984

Abstract – The purpose of this study was to analyze characteristics of chemical representations in electrochemistry unit in General Chemistry textbooks. Content analysis of 17 General Chemistry textbooks was conducted using an existing rubric, which includes criteria for analysis of representations in textbooks, was utilized. Results indicated that total number of representations was 289 and average number of representations in a page ranged between 0,11 and 1,22. Most of the representations were used during teaching of the topic (in text) while number of representations used in assessment part was less. With regard to type, hybrid and multiple representations were utilized most, and macroscopic and mixed representations were the least frequent representations. More than half of the representations had explicit surface features and were completely related and linked to the text. Most of the representations' captions were appropriate. Majority of multiple representations had sufficient links between their subordinates.

Key words: Chemical representations, content analysis, general chemistry textbooks, and electrochemistry.

Corresponding author: Assoc. Prof. Dr. Betül DEMİRDÖĞEN, Zonguldak Bülent Ecevit University, Ereğli Faculty of Education, Karadeniz Ereğli- Zonguldak, betuldemirdogen@gmail.com

*This study is derived from the master's thesis of the first author (Demircan, 2019) supervised by the second author.

Summary

Introduction

Although chemical representations support students' learning of chemical concepts, they can create confusion and difficulty during learning (Woodward, 1993). Therefore, chemical representations and explanations accompanying representations should be

scientifically true, clear, and sufficiently linked during the use of representations for teaching purposes (Kozma & Russel, 2005; Wu & Shah, 2004). One of the important source of misconceptions in electrochemistry is the textbooks utilized by students and teachers (Sanger & Greenbowe, 1999). However, empirical studies indicated that students have difficulty during learning concepts and misconceptions (Carney & Levin, 2002) when information is presented via text only and language used is difficult to understand is used in textbooks (e.g., for electrochemistry see Sanger & Greenbowe, 1999). Despite textbooks including appropriate chemical representations prevent students from having misconceptions (Khine, 2013), interpretation and comprehension of representations is not trivial for students and meaning of representations should be explained to students (Stylianidou, 2002). Also, the meaning of a representation is ascribed to the use of representation during teaching and learning and it is not rooted in the representation itself (Kozma & Russel, 2005). Considering the role of representations in learning and conditions necessary to meaningfully comprehend the representations, the purpose of this study is to investigate the characteristics of chemical representations used in electrochemistry unit in General Chemistry textbooks.

Methodology

Content analysis of 17 General Chemistry textbooks was conducted in order to determine the characteristics of chemical representations in electrochemistry unit. During content analysis, an existing rubric, which includes criteria for analysis of representations in textbooks, was utilized to examine representations. The criteria in rubric are; type of representation, representation's relatedness to the text, interpretation of representation's surface features, caption properties of representation, and degree of correlation between subordinates in multiple representations.

Results

Results of content analysis of General Chemistry textbooks indicated that number of representations in electrochemistry unit varies between 2 and 52 and total number of representations analyzed was 289. Average number of representations in each book was 17 independent from the publisher. Average number of representations in a page ranged between 0,11 and 1,22. Only two of the textbooks had at least one representation on a page. Most of the representations in electrochemistry unit were used during teaching of the topic (in text) while number of representations used in assessment part was less. With regard to type, hybrid and multiple representations were utilized most and macroscopic and mixed representations were the least frequent representations. More than half of the representations had explicit

surface features and were completely related and linked to the text. Most of the representations' captions were found to be appropriate. When multiple representations were analyzed, it was observed that majority of multiple representations had sufficient links between their subordinates. Macroscopic and symbolic representations were the types that were mostly used together in multiple representations.

Conclusion

The number of representations used in electrochemistry unit differed in general chemistry textbooks analyzed, which is compatible with the findings in the literature (Nyachwaya & Gillaspie, 2016; Nyachwaya & Wood, 2014). Differences in the number of representations among textbooks might stem from differences in publishers and writers of the textbooks. The average number of representations in a page was not higher than 1,2 and this is suitable for learning considering the fact that presenting two representations with text increase students' cognitive load (Cook, 2006). The number of representations used for assessment purposes was low, which is expectable since algorithmic questions are prevalent and conceptual questions are rare in end of chapter questions in electrochemistry unit (Gillette & Sanger, 2014). Macroscopic and mixed representations were the least frequently used representations. Electrochemistry is a subdiscipline of physical chemistry and therefore this finding is compatible with the rare use of macroscopic and no use of mixed representations in physical chemistry textbooks (Nyachwaya & Wood, 2014). Majority of representations are related and linked to the text and have appropriate captions, which is in line with the findings of other studies (Nyachwaya & Wood, 2014). Most of the multiple representations had sufficient links between their subordinates, which is different than the findings found for Greek high school chemistry textbooks (Gkitzia ve diğerleri, 2011). Sufficiency of links in most of the multiple representations both decrease students' cognitive load (Wu & Shah, 2004) and support students' meaningful learning of electrochemistry concepts (Supasorn, 2015).

Kimyasal Gösterimlerin Genel Kimya Ders Kitaplarında Kullanımı

Gülşah DEMİRCAN ¹, Betül DEMİRDÖĞEN ²

¹ Final Ortaokulları, Karadeniz Ereğli-Zonguldak, gulsah684@gmail.com,
https://orcid.org/0000-0001-5938-2021

² Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Karadeniz Ereğli
Zonguldak, betuldemirdogen@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7064-5539

Gönderme Tarihi: 05.08.2019

Kabul Tarihi: 05.12.2019

Doi: 10.17522/balikesirnef.601984

Özet – Çalışmanın amacı üniversitelerin fen bilgisi eğitimi anabilim dalında okutulan Genel Kimya ders kitaplarında elektrokimya ünitesindeki kimyasal gösterimleri çeşitli özellikler açısından incelemektir. Bu amaçla 17 Genel Kimya ders kitabı içerik analizine tabii tutulmuştur. İçerik analizi sürecinde alan yazında var olan bir liste kullanılmıştır. Analiz sonucunda elektrokimya ünitelerinde en az 2, en çok 52 ve toplam 289 gösterim olduğu ortaya çıkmıştır. Kitap başına düşen ortalama gösterim sayısı 17'dir (287/17). Sayfa başına düşen ortalama gösterim sayısı (gösterim sayısı/sayfa sayısı) 0,11 ila 1,22 arasında değişmektedir. Gösterimlerin büyük bir çoğunluğu konu anlatımı, az bir kısmı ise ölçme-değerlendirme bölümünde yer almaktadır. Gösterimler en çok hibrit ve çoklu, en az makroskopik ve karma türündedir. Gösterimlerin yarısından fazlasının betimsel özellikleri açıktır. Gösterimlerin çoğunluğunun metin ile ilişkili-bağlantılı ve başlıklarının uygun olduğu görülmüştür. Çoklu gösterimlerin büyük bir kısmında bağlantılar yeterli iken, en çok makroskopik ve sembolik gösterimlerin bir arada bulunduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Elektrokimya, genel kimya ders kitabı, içerik analizi ve kimyasal gösterimler.

Sorumlu yazar: Doç. Dr. Betül DEMİRDÖĞEN, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi,
Karadeniz Ereğli- Zonguldak, betuldemirdogen@gmail.com

* Bu çalışma, ikinci yazarın danışmanı olduğu birinci yazara ait yüksek lisans tezinden (Demircan, 2019) hazırlanmıştır.

Giriş

Kimya tanım olarak, gözlemlenebilir yani makroskopik boyutta gerçekleşen olayların nasıl meydana geldiğini, doğrudan gözlemlenemeyen bir boyut olan, tanecik boyutunda (atom, molekül ve iyon) gösterimlerle tasvir eden ve açıklayan soyut bir bilim dalıdır (Gilbert & Treagust, 2009; Taber, 2013). Kimya öğretmenleri soyut olan kimya kavramlarını öğrencilerin anlamlı bir şekilde öğrenmelerini sağlamak için bilimsel modelleri, gösterimleri ya da çizimleri derslerinde kullanmaktadırlar (Cook, Wiebe & Carter, 2008). Kimyada kullanılan ve kimyanın soyut doğası ile ilgili öğrenme zorluklarının giderilmesine katkıda bulunan gösterimler (Ainsworth, 2006; Cook ve diğerleri, 2008); makroskopik, tanecik ve sembolik olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Johnstone, 1993, 2000a, 2000b; Gabel, 1999; Gilbert & Treagust, 2009; Taber, 2013; Talanquer, 2011).

Gösterimler öğrenmeyi desteklemesine rağmen gereğinden fazla kullanıldığında kafa karışıklığı yaratarak öğrencilerin öğrenmesini zorlaştırabilmektedir (Woodward, 1993). Bu nedenle gösterimlerin ve açıklamalarının doğru, anlaşılır ve birbiriyle bağlantılı ve yeterli düzeyde olması beklenmektedir (Kozma & Russel, 2005; Wu & Shah, 2004). Kimya konuları içerisinde öğretmenler için öğretilmesi ve öğrenciler için ise öğrenilmesi zor olan konuların başında “Elektrokimya” gelmektedir (Ogude & Bradly, 1994). Öğrenciler elektrokimyasal hücre oluşumu sürecinde elektrotları anot ve katot olarak belirlemede, anot ve katotta gerçekleşen yükseltgenme ve indirgenme tepkimelerini yazmada, tuz köprüsünün işlevini ve tuz köprüsünden iyonların geçişini anlamada ve elektrokimyasal bir hücre şemasını çizmede zorluk yaşamaktadırlar (Karlı & Çalık 2012; Sanger & Greenbowe, 1999). Öğrencilerin elektrokimya konularında sahip oldukları kavram yanlışlarını gidermek için etkili olan yöntemlerden biri makroskopik (ör. galvanik hücre oluşturmak), tanecik (ör. galvanik hücrede anot, katot, iletken tel ve çözeltilerde gerçekleşen olayları atom, molekül, iyon ve elektronlar ile temsil etmek) ve sembolik (ör. yükseltgenme yarı hücresinde gerçekleşen tepkimenin kimyasal eşitliğini yazmak) boyutta gösterimlerin açık, anlaşılır ve birbiri ile bağlantılı biçimde kullanılmasıdır (De Jong & Treagust 2002).

Elektrokimya konusunda var olan yanlış kavramaların önemli nedenlerinden biri de öğrencilerin ve öğretmenlerin kullandıkları ders kitaplarıdır (Sanger & Greenbowe, 1999). Uygun gösterimler kullanılarak hazırlanmış ders kitapları öğrencilerin kavram yanlışlığına sahip olmasını da engellemektedir (Khine, 2013). Yapılan çalışmalar kitaplarda anlaşılması zor bir dilin kullanıldığı (Sanger & Greenbowe, 1999) ve bilginin sadece metin olarak sunulduğu durumların öğrencilerin kavramları öğrenmesi sürecinde zorluklara neden

olduğunu göstermektedir (Carney & Levin, 2002). Bu nedenle bu araştırmanın amacı üniversite Genel Kimya ders kitaplarında elektrokimya ünitesinde kullanılan gösterimleri çeşitli özellikler açısından incelemektir. Araştırma sorusu şu şekildedir:

1. Üniversitelerin Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalında okutulan Genel Kimya ders kitaplarındaki elektrokimya ünitesinde kullanılan gösterimlerin özellikleri (sayı, türü, kullanıldığı yer, betimsel özellikleri, metin ve konu ile ilişkisi, başlık ve çoklu gösterimlerdeki bağlantılar) nelerdir?

Kimyasal Gösterimler

Kimya doğası gereği soyut bir bilim dalı olduğu için (Taber, 2013) "kimyayı anlamak, görünmez ve dokunulmaz olanı anlamlandırmaktan geçer" (Kozma & Russell, 1997, s. 949). Gösterimlerin kullanılmasıyla, "kimyacılar kimyasal olayları ve molekülleri görselleştirir, tartışır ve anlarlar " (Kozma & Russel, 2005, s. 130). Makroskopik, tanecik ve sembolik gösterimler kimyada kullanılan ana boyutlar ya da seviyeler olarak tanımlanmıştır (Johnstone, 1993, 2000a, 2000b; Gabel, 1999; Gilbert & Treagust, 2009; Taber, 2013; Talanquer, 2011). Johnstone (2000a) bu üç gösterim türünden her birinin üçgenin köşeleri olarak düşünülebileceğini ifade etmiştir. Ayrıca herhangi bir gösterimin diğerinden üstün olmadığını ve her birinin diğerini tamamladığını vurgulamıştır.

Makroskopik boyut, kimyanın gözlemlenebilen ve üzerinde çalışılabilen boyutu olarak tanımlanabilir (Gabel, 1999). Bu boyutta madde veya olay görülebilir (Davidowitz & Chittleborough, 2009), koklanabilir ve onlara dokunulabilir (Johnstone, 2000b). Makroskopik boyut hem insan duyuları ile erişilebilen bir boyuttur hem de bu boyutta madde veya olay ile ilgili somut yaşantılar edinilebilir (Gilbert & Treagust, 2009). Örneğin kimyasal tepkimelerin delillerinden olan renk değişimi, girenlerden farklı fiziksel halde yeni bir ürünün oluşması ve ısı değişimi kimyasal tepkimenin makroskopik boyutuna örnek olarak verilebilir (Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2003).

Tanecik boyut, doğrudan gözlemlenemeyen ve maddenin ya da olayların atom, molekül, iyon ve atom altı parçacıklarını gösteren çizimler ve modeller yolu ile anlatıldığı boyuttur (Gilbert & Treagust, 2009; Johnstone, 2000a, 2000b). Örneğin; sodyum atomunun çekirdeğinde yer alan proton ve nötronları farklı renklerde küreler ile, yörüngeleri çizgiler ile ve elektronları ise proton ve nötrondan daha farklı renkteki küreler ile göstermek tanecik boyuttaki gösterime örnek verilebilir. Tanecik boyut İngilizce'de "submicroscopic" (Johnstone, 1993, 2000a, 2000b) terimi ile ifade edilmekle birlikte bu terimi Türkçe'de "alt mikroskobik ya da mikroskop altı" ifadeleri karşılamaktadır. Tanımdan yola çıktığımızda

hem maddeyi oluşturan temel tanecikler (ör. atom, molekül ve iyon) hem de atom altı parçacıklar (ör. elektron, proton ve nötron) bu boyutta yer aldığından daha kapsayıcı bir ifade olması için “alt mikroskobik ya da mikroskop altı” ifadesi yerine “tanecik” terimi bu çalışmada kullanılmıştır. Tanecik boyutunun önemli bir özelliği de madde veya olayların makroskopik boyutuna atom, molekül, iyon ve atom altı parçacık kavramlarını kullanarak açıklama getirmesidir (Gilbert & Treagust, 2009; Taber, 2013).

Sembolik boyut, makroskopik ve tanecik boyut arasında iletişim görevi görür (Gilbert & Treagust, 2009). Bu boyut, maddenin veya olayların makroskopik ve tanecik boyutu hakkında bilim insanlarının daha kolay iletişim kurabilmeleri için kullandıkları harfler, sayılar, işaretler, semboller, kimyasal formüller, tepkime mekanizmaları, kimyasal eşitlikler, denklemler, diyagramlar, sayılar ve harfler olarak tanımlanabilir (Johnstone, 1993, 2000a, 2000b). Kimyasal semboller (ör. H), kimyasal formüller (ör. NaCl), reaksiyon mekanizmaları, Lewis yapıları, grafikler, atom numarası ve kütlesi için kullanılan A ve Z harfleri, sabitler (ör. Ka), matematiksel ilişkileri gösteren harfler (ör. pH), çeşitli ölçülebilir miktarlar için kullanılan harfler (ör. hacim için V), birimler (ör. mol, kg ve dm^3), kristallerin yapısal özelliklerini belirten harfler (ör. fcc) ve bileşik isimlerindeki elementlerin değerliğini gösteren sayılar (ör. demir (II) klorür) sembolik boyuttaki gösterimler için örneklerdir.

Gösterimler günümüzün modern fen (Lee, 2012) ve kimya ders kitaplarında bulunan (Gkitzia, Salta & Tzougraki, 2011) en yaygın ve görünür unsurlardan biri haline gelmiştir. Fakat çeşitli gösterimleri içeren ders kitapları hem öğrenci hem de öğretmenler için önemli bir kaynak olmasına (Khine, 2013) rağmen, bu gösterimlerin anlamlandırılması öğrenciler için zordur ve öğrenciler gösterimleri tek başlarına yorumladıklarında kavram yanlışlarına sahip olabilirler (Chittleborough & Treagust, 2008). Bu nedenle ders kitapları öğrencilerin bilişsel yüklerini azaltmak için gösterimlerle ilgili bilgileri açık bir şekilde vermeli ve bu bilgilerle gösterim arasındaki bağlantıları da açık bir şekilde ortaya koymalıdır (Wu & Shah, 2004). Gösterimlerin anlamlandırılması ile ilgili tüm bu değerlendirmeler göz önünde bulundurularak bu çalışmada gösterimlerin başlık kalitesi, metinle olan ilişkisi, betimsel özelliklerinin anlaşılabilirliği ve çoklu gösterimlerde alt gösterimler arasındaki ilişki analiz edilmiş ve böylece kitapların öğrencilerin gösterimleri anlamlandırma sürecindeki bilişsel yüklerini ne derece azalttığını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

Ders Kitaplarındaki Gösterimler Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Alan yazında bulunan ve ders kitaplarında bulunan gösterimleri inceleyen çalışmalar ilköğretim (Han & Roth, 2006; Kapıcı & Savaşçı-Açıkalin, 2015), lise (Demirdögen, 2017;

Gkitzia ve diğerleri, 2011; Harrison, 2001; Shehab & BouJaoude, 2016; Upahi & Ramnanarin, 2019) ve üniversite düzeyinde kullanılan kimya kitaplarındaki gösterimleri analiz etme üzerine odaklanmıştır (Kumi, Olimpo, Bartlett, & Dixon, 2013; Nyachwaya & Gillaspie, 2016; Nyachwaya & Wood, 2014).

İlköğretim düzeyinde yapılan çalışmalarda fen ders kitaplarında kimya ile ilgili bölümlerdeki görseller (Han & Roth, 2006) ve maddenin tanecikli doğası ile ilgili gösterimler (Kapıcı & Savaşçı-Açıklan, 2015) incelenmiştir. Kore’de yedinci sınıf seviyesinde kullanılan dokuz farklı ders kitabındaki görselleri inceleyen çalışmada (Han & Roth, 2006) toplam 1218 görsel belirlenirken, maddenin tanecikli yapısı ile ilgili 182 gösterim bulunmuştur. En çok kullanılan görsel çeşitlerinin sırasıyla fotoğraflar, karikatürler ve (moleküler) diyagramlar olduğu belirtilmiştir. Görsellerin yarısının başlığının olduğu ve yaklaşık üçte biri ile ilgili metin içerisinde yönlendirici bir ifade olduğu belirlenmiştir. Fen ders kitaplarında maddenin tanecikli doğası ile ilgili gösterimlerin incelendiği çalışmada (Kapıcı & Savaşçı-Açıklan, 2015) kitaplarda toplam 835 gösterim olduğu ortaya çıkmıştır. Çeşitli gösterim türleri arasında en çok makroskopik boyuttaki gösterimlerin kullanıldığı ve gösterimlerin yaklaşık dörtte birinin metin ile tamamen bağlantılı ve ilişkili olduğu gözlenmiştir. Gösterimlerin yarısından biraz fazlasının ise bir başlığa sahip olmadığı belirlenmiştir.

Lise düzeyinde yapılan çalışmalar (Demirdöğen, 2017; Gkitzia ve diğerleri, 2011; Shehab & BouJaoude, 2016; Upahi & Ramnanarin, 2019) bir ölçüt listesi kullanarak farklı ülkelerdeki lise kimya kitaplarında bulunan gösterimleri çeşitli özellikler açısından (ör. gösterim türü, gösterimin metinle ilişkisi ve gösterim başlığı) incelemiştir. Yunanistan’da kullanılan 10. Sınıf kimya ders kitapları ile yapılan çalışmada (Gkitzia ve diğerleri, 2011) kitaplardaki gösterimlerin çoğunun makroskopik, sembolik, çoklu ve tanecik türünde olduğu belirlenmiştir. Lübnan’da kullanılan lise kimya ders kitapları üzerine yapılan çalışmada ise (Shehab & BouJaoude, 2016) çoğunlukla makroskopik, tanecik ve sembolik gösterimlerin kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Türkiye’deki lise kimya ders kitaplarında bulunan gösterimlerin incelendiği çalışmanın bulguları ise gösterimlerin çoğunun makroskopik, sembolik ve hibrit türde olduğunu göstermiştir (Demirdöğen, 2017). Nijerya’da kullanılan lise kimya ders kitapları ile yapılan çalışma ise diğerlerinden farklı olarak (Upahi & Ramnanarin, 2019) gösterimlerin neredeyse tamamına yakınının (%87.9) sembolik gösterim olduğunu belirlemiştir. Gösterimlerin anlaşılır hale gelmesini sağlayan betimsel özellikler açısından Yunanistan ve Lübnan’da kullanılan kimya kitaplarındaki gösterimlerin üçte ikisi gösterimleri okuyucunun anlamasını sağlayacak şekilde açık hale getirme konusunda yetersizken (Gkitzia

ve diğeri, 2011; Shehab & BouJaoude, 2016), Türkiye’de kitaplardaki gösterimlerin çoğunun betimsel özelliklerinin açık bir şekilde metinde ya da başlıkta yer aldığı ortaya çıkmıştır (Demirdögen, 2017). Türkiye, Yunanistan ve Lübnan’da kullanılan kimya kitaplarındaki gösterimlerin çoğunluğu metinle ilişkili ve bağlantılı iken (Demirdögen, 2017; Gkitzia ve diğeri, 2011; Shehab & BouJaoude, 2016), Nijerya’da kullanılan kimya kitaplarındaki gösterimlerin çoğu metinle ilişkili ancak bağlantılı değildir (Upahi & Ramnanarin, 2019). Farklı ülkelerde kullanılan lise kimya kitaplarındaki gösterimlerin uygun yani öz ve anlaşılır bir başlığa sahip olduğu belirlenmiştir (Demirdögen, 2017; Gkitzia ve diğeri, 2011; Shehab & BouJaoude, 2016; Upahi & Ramnanarin, 2019). Çoklu gösterimlerdeki gösterimler arası bağlantı açısından ise Türkiye’de kullanılan kimya kitaplarındaki çoğu gösterim yeterli bağlantıya sahipken (Demirdögen, 2017), Lübnan ve Yunanistan’da kullanılan kitaplarda durum tam tersidir (Gkitzia ve diğeri, 2011; Shehab & BouJaoude, 2016).

Üniversite düzeyindeki kimya ders kitaplarında bulunan gösterimlere odaklanan çalışmalar ise Genel Kimya (Nyachwaya & Gillaspie, 2016; Sanger & Greenbowe, 1999), Fizikokimya (Nyachwaya & Wood, 2014) ve Organik Kimya (Kumi ve diğeri, 2013) ders kitaplarını incelemişlerdir. Genel Kimya ders kitaplarını inceleyen araştırmalardan biri elektrokimya (Sanger & Greenbowe, 1999) ünitesindeki gösterimleri analiz ederken diğeri araştırmalar kitaplardaki tüm gösterimlerin özelliklerini analiz etmiştir (ör. gösterim sayısı, başlık, gösterimin fonksiyonu ve kavramsal bütünlük) (Nyachwaya & Gillaspie, 2016). Elektrokimya ünitelerinde indirgenme ve yükseltgenme bölümlerinde kullanılan gösterimleri inceleyen araştırmacının (Sanger & Greenbowe, 1999) bulguları, makroskopik ve sembolik gösterimlerin, öğrencilerde kavram yanlışlarına yol açabileceğini ortaya çıkarmıştır. Genel Kimya ders kitaplarındaki gösterimlerin (Nyachwaya & Gillaspie, 2016) analizi ise gösterimlerin çoğunun bilgiyi yeni bir formatta öğrenciye sunduğunu, metinle bütünleşmiş olduğunu ve uygun başlığa sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Fizikokimya ders kitaplarındaki gösterimlerin incelendiği çalışmada ise (Nyachwaya & Wood, 2014) çoğunlukla sembolik ve tanecik boyutunda gösterimlerin kullanıldığı, makroskopik gösterimlere çok az yer verildiği, hibrit ve karma (ör. analogi) türündeki gösterimlerin hiç kullanılmadığı tespit edilmiştir. Gösterimlerin çoğunun açık betimsel özelliklere sahip, metin ile ilişkili olduğu ve başlık açısından uygun olduğu da ortaya çıkmıştır. Organik Kimya ders kitaplarını inceleyen çalışmada ise Newman ve Fischer izdüşüm formülünün ne kadar doğru bir şekilde anlatıldığı, oluşturulduğu ve kullanıldığı araştırılmıştır (Kumi ve diğeri, 2013).

Newman ve Fischer izdüşüm formüllerinin tanıtımının orta düzeyde olduğu, Newman izdüşüm diyagramlarının Fischer'e göre daha iyi oluşturulduğu ve Fischer izdüşüm formüllerinin Newman'a göre daha başarılı bir şekilde kullanıldığı belirlenmiştir.

Alan yazındaki çalışmalar dikkate alındığında bu araştırma Türkiye'de üniversitelerin fen bilgisi eğitimi anabilim dalında okutulan tüm Genel Kimya ders kitaplarına odaklanması, elektrokimya ünitesindeki tüm kimyasal gösterimleri incelemesi ve bu gösterimlerin çeşitli özelliklerini (ör. gösterim türü, gösterimin öğretim sürecindeki yeri, metin ile ilişki, betimsel özellikler, çoklu gösterimlerdeki bağlantılar) incelemesi açısından önem taşımaktadır.

Yöntem

Bu çalışma ile Türkiye'de kullanılan Genel Kimya ders kitaplarının elektrokimya ünitesinde yer alan gösterimlerin incelenmesi ile gösterimlerin özelliklerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda belirlenen araştırmanın sorusuna cevap bulabilmek için "Doküman İncelemesi" araştırma metodu kullanılmıştır. Doküman incelemesi, "araştırılması hedeflenen olgu veya olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizi" olarak tanımlanır (Yıldırım & Şimşek, 2006, s. 187). Bir örnekleme planı geliştirmek doküman incelemesi için önemlidir (Fraenkel & Wallen, 2006). Çeşitli örnekleme teknikleri arasından, amaçlı örnekleme yöntemi ile 17 Genel Kimya ders kitabı seçilerek çalışmaya dahil edilmiştir. Bu kitapların belirlenmesi sürecinde üniversitelerde kullanılabilecek ders kitaplarının satışları incelenmiş ve üniversitelerde okutulması uygun görülen eski ve yeni basım Genel Kimya ders kitapları belirlenmiştir.

Veri toplama araçları

Dokümanlar, yazılı ve görsel materyallerdir (Yıldırım & Şimşek, 2006). Üniversitelerde okutulması uygun görülen eski ve yeni basım 17 Genel Kimya ders kitabı dokümanlar kapsamında veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Ders kitaplarına ilişkin bilgiler Tablo 1'de yer almaktadır.

Verilerin Analizi: İçerik Analizi

Nitel araştırmada dokümanlar önemli bir veri kaynağı görevi görürler (Yılmaz & Şimşek, 2006). Bu araştırmada dokümanlar (üniversitelerde okutulan Genel Kimya ders kitapları) içerik analizine tabii tutulmuştur. İçerik analizi, "belirli kurallara dayalı kodlamalarla bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik, yinelenebilir bir teknik" (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz, & Demirel, 2014, s. 240) olarak tanımlanabilir.

Tablo 1 Doküman İncelemesine Dahil Edilen Genel Kimya Kitaplarının Listesi

Kitap adı	Yayınevi	Ünite bölümü	Sayfa aralığı*	Gösterim sayısı
Genel Kimya: İlkeler ve Modern Uygulamalar	Palme Yayıncılık	Bölüm 20	864-915	52
Genel Kimya	Türkmen Kitapevi	Bölüm 12	365-385	11
Genel Kimya	Gündüz Eğitim Ve Yayıncılık	Bölüm 11	275-289	3
Genel Üniversite Kimyası ve Modern Uygulamaları	Der Yayınları	Bölüm 13	499 -557	24
Temel Kimya II: Moleküller Maddeler ve Değişimler	Bilim Yayıncılık	Bölüm 17	625-670	39
Modern Üniversite Kimyası cilt I	Çağlayan Kitapevi	Bölüm 10	405-439	8
Genel Kimya	Eğitim Yayınevi	Bölüm 13	341-373	19
Genel Kimya-II	Pegema Yayıncılık	Bölüm 14	252-278	13
Genel Kimya	Palme Yayınları	Bölüm 19	620-661	26
Temel Kimya Kavramları	Asil Yayın Dağıtım	Bölüm 10	216-228	3
Temel Kimya	Aşyan Yayınları	Bölüm 10	283-300	2
Temel Üniversite Kimyası	Gazi Kitapevi	Bölüm 16	643-693	14
Kimya Temel Kavramlar	Beta Basım Yayım Dağıtım	Bölüm 9	201-223	9
Üniversite Kimyası Soruların Çözümleri	Gazi Kitapevi	Bölüm 16	281-296	2
Genel Kimya	Atatürk Üniversitesi Basımevi	Bölüm 12	374-400	8
Temel Kimya	Savaş Kitap ve Yayınları	Bölüm 13	257-276	10
Genel Kimya-Kimyannın İlkeleri	Nobel Akademik Yayıncılık	Bölüm 18	734-769	44

*Sayfa aralığı elektrokimya ünitesi kapsayan sayfa sayısını göstermektedir.

Genel Kimya ders kitaplarının içerik analizinden önce, analiz birimi (ör. kelime, cümle ve resim) belirlenmiştir (Fraenkel & Wallen, 2006). Kitaptaki gösterimlerin tespitinde ders kitaplarının etkinlik, öğretim ve ölçme-değerlendirme bölümlerinde "şekil veya resim" olarak adlandırılan tüm resimler ve çerçeve içerisine alınarak gösterilen resimler, bu çalışmanın analiz birimini oluşturan görseller olarak seçilmiştir. Semboller, kimya öğretimi ve öğrenimi sürecinde ortak bir dil kullanma ve böylece yazma işinin yükünü azaltmak için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Taber, 2009). Bu nedenle elektrokimya ünitesinde bu kapsamda zorunlu olarak kullanılan sembolik gösterimler veri analizine dahil edilmemiştir (ör. element sembolleri, bileşik formülleri ve değişkenler için kullanılan harfler [basınç için P]). Bu çalışmanın veri analiz sürecinde alan yazında var olan (Gkitzia ve diğerleri, 2011) ve kimyasal gösterimler ve özelliklerinin değerlendirilme kriterlerini içeren liste yeniden revize edilerek kullanılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2 Doküman İncelemesine Kullanılan Kriter ve Kod Listesi*

Kriter	Kodlar
Gösterim yeri**	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Metin</i>** • <i>Ölçme-değerlendirme</i> • <i>Aktivite</i>
Gösterim türü***	<ul style="list-style-type: none"> • Makroskopik*** • Tanecik • Sembolik • Çoklu <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>makro-tanecik</i> ○ <i>makro-sembolik</i> ○ <i>tanecik-sembolik</i> ○ <i>makro-tanecik-sembolik</i> • Hibrit <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>makro-tanecik</i> ○ <i>makro-sembolik</i> ○ <i>tanecik-sembolik</i> ○ <i>makro-tanecik-sembolik</i> • Karma • <i>Mikroskopik</i> • <i>Bilim insanı</i>
Betimsel özelliklerin yorumlanması	<ul style="list-style-type: none"> • Açık • Örtük • Belirsiz
Metin ile ilişki	<ul style="list-style-type: none"> • Tamamen ilişkili ve bağlantılı • Tamamen ilişkili ve bağlantısız • Kısmen ilişkili ve bağlantılı • Tamamen ilişkili ve bağlantısız • İlişkisiz
Başlık ve özelliği	<ul style="list-style-type: none"> • Uygun • Problemlı • Başlık yok
Çoklu gösterimler arası bağlantı	<ul style="list-style-type: none"> • Bağlantı yeterli • Bağlantı yetersiz • Bağlantı yok

*Kriter ve kod listesi Gkitzia ve diğerleri (2011) çalışmasından revize edilerek kullanılmıştır.

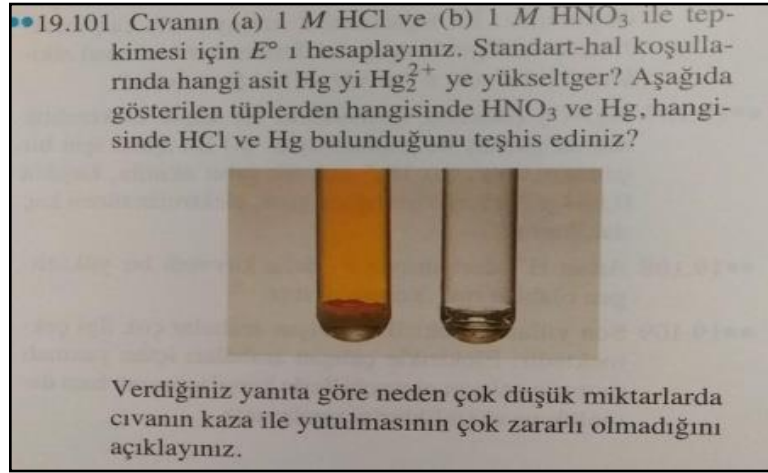
** İtalik yazı tipi kullanılarak yazılanlar araştırmacılar tarafından analiz sürecinde ortaya çıkan ve eklenen kriter ve kodları göstermektedir.

*** Normal yazı tipi ile yazılanlar orjinal listede var olan kriter ve kodları temsil etmektedir.

Kriter ve kod listesinin amacı kimyasal gösterimleri ve özelliklerini değerlendirmektir. Listede yer alan kriterler kodlanan gösterim örnekleri ile birlikte aşağıda açıklanmıştır. Sayfa sınırlaması nedeni ile tüm kodlamalar için değil sadece bazı kodlamalar için örnek göstermelere yer verilmiştir.

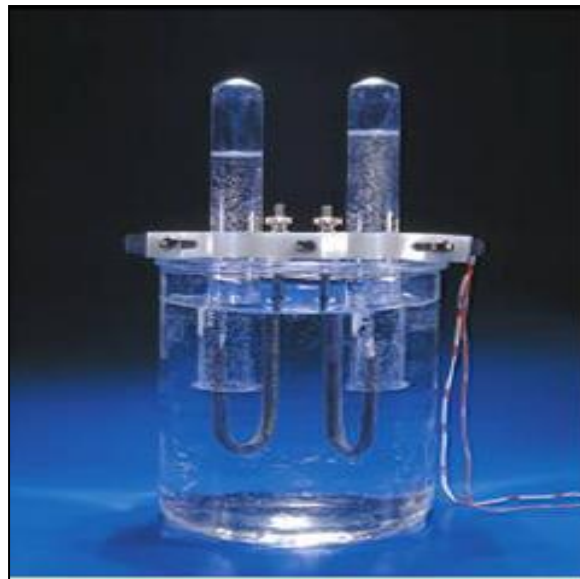
Gösterim yeri: Bu kriter, Gkitzia ve diğerleri (2011) tarafından geliştirilen listede bulunmayan ancak araştırmacılar tarafından analiz sürecinde eklenen bir kriterdir. Kriter, ders kitaplarındaki görselleri kullanılan yere göre incelemektedir. Gösterim, elektrokimya ünitesi boyunca konu anlatımı içerisinde kullanılan bir gösterim ise “**Metin**”, elektrokimya

konusunun öğretimi amacıyla bir etkinlikte (ör. deney) kullanılan gösterim ise “**Aktivite**” ve öğrencilerin elektrokimya konusundaki davranışlarını ölçmeyi amaçlayan ünite içindeki ya da sonunda bir bölümde kullanılmışsa bu tür gösterimler “**Ölçme-değerlendirme (Şekil 1)**” olarak kodlanmıştır.

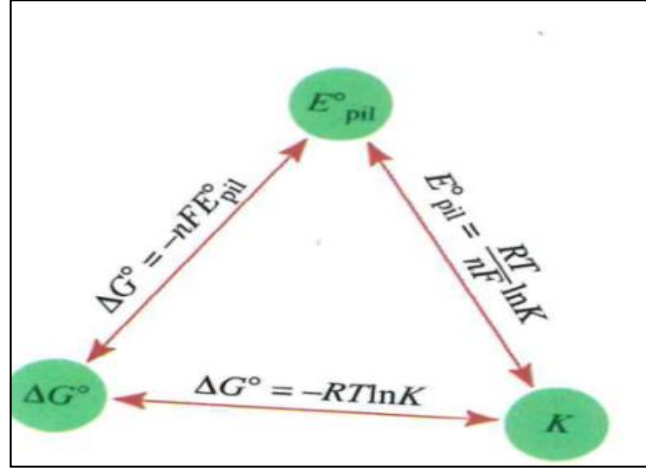


Şekil 1 Ölçme-değerlendirme Bölümünde Kullanılan Bir Gösterim

Gösterim Türü: Ders kitaplarındaki gösterimlerin türünü inceleyen kriterdir. Görseller makroskopik (Şekil 2), tanecik, sembolik (Şekil 3), çoklu, hibrit, karma, mikroskopik ve bilim insanı gösterimi olmak üzere sekiz başlık altında gruplandırılmıştır. Mikroskopik ve bilim insanı kodları orjinal listede (Gkitzia ve diğerleri, 2011) bulunmayan ancak analiz sürecinde araştırmacılar tarafından oluşturulan kodlardır. Makroskopik, tanecik ve sembolik gösterimler daha önce “Kimyasal Gösterimler” başlığı altında açıklandığı için burada yeniden ele alınmayacaktır.

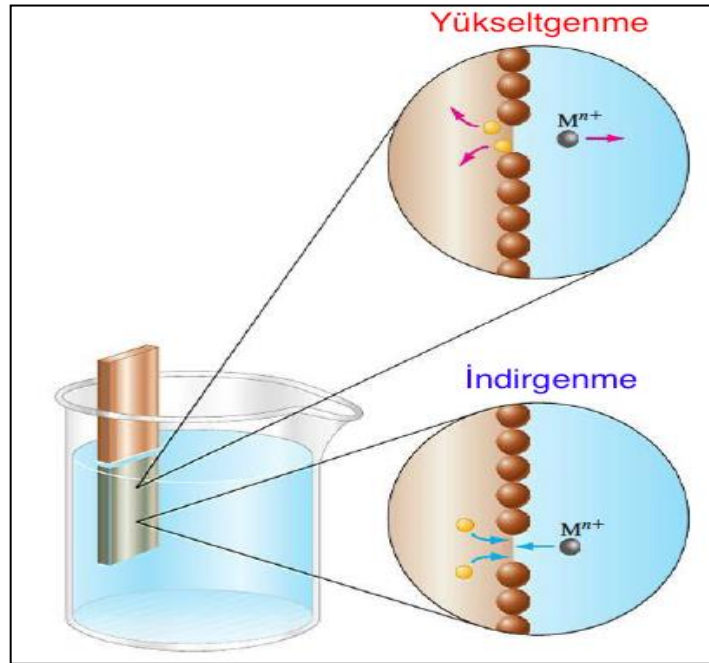


Şekil 2 Makroskopik Gösterim Örneği



Şekil 3 Sembolik Gösterim Örneği

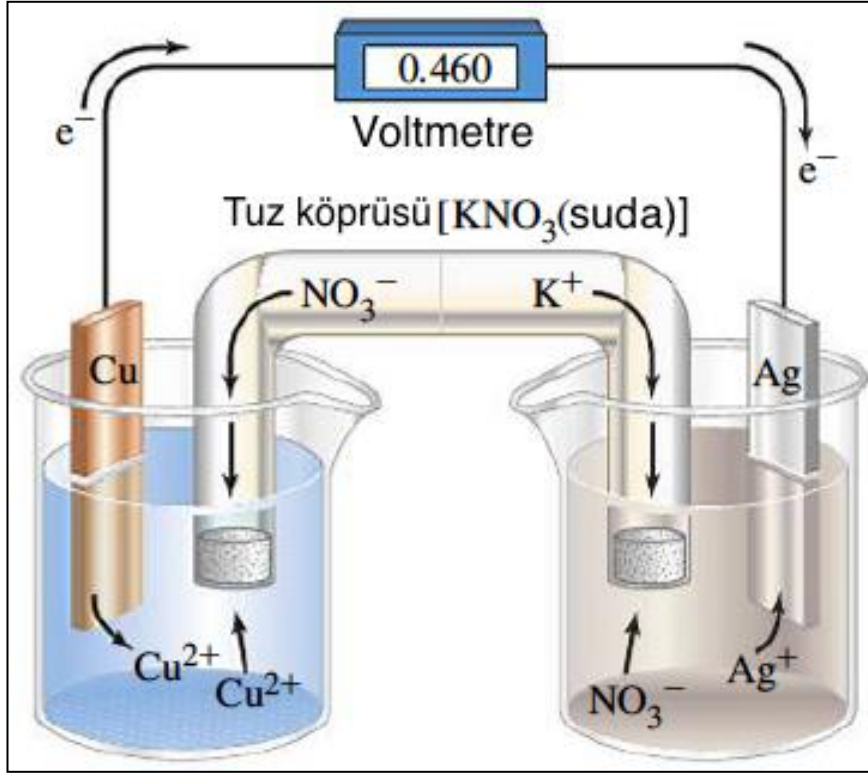
“Çoklu gösterimler” ise kimyasal bir olayın ya da kavramın aynı anda iki veya daha fazla gösterim seviyesinin farklı görseller üzerinden gösterilmesiyle oluşan gösterimlerdir. Çoklu gösterimler makro-tanecik, makro-sembolik, tanecik-sembolik, makro-tanecik-sembolik şeklinde kriter listesinde olmayan (Gkitzia ve diğerleri, 2011) ancak araştırmacılar tarafından geliştirilen kodlara göre analiz edilmiştir. Şekil 4’deki gösterim çoklu gösterime örnektir. Çünkü gösterimde çözelti ve içine daldırılmış olan elektrot hem makroskopik hem de tanecik seviyesinde birlikte gösterilmektedir.



Şekil 4 Çoklu (makro-tanecik) Gösterim Örneği

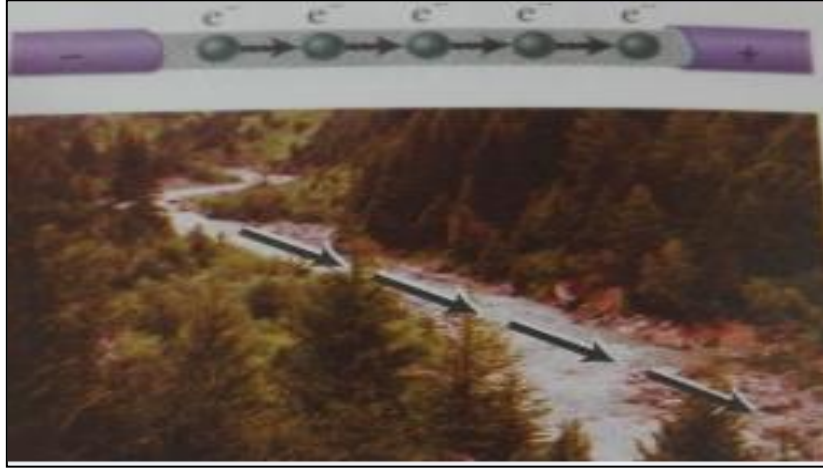
Çoklu gösterimlere benzeyen diğer bir gösterim türü ise “hibrit gösterimlerdir”. Hibrit gösterimlerde birden fazla gösterim seviyesi tek görsel üzerinde gösterilmektedir. Üst

üste birden fazla gösterimin gelmesiyle oluşur. Hibrit gösterimler de çoklu gösterimler gibi araştırmacılar tarafından kendi içinde makro-tanecik, makro-sembolik, tanecik-sembolik ve makro-tanecik-sembolik şeklinde alt kategorilere ayrılarak incelenmiştir. Şekil 5, hibrit gösterimlere örnek olarak verilmiştir. Elektrokimyasal hücrede anot, katot ve tuz köprüsü hem makroskopik hem de sembolik seviyedeki gösterimlerin üst üste aynı görsel üzerinde kullanılması ile gösterilmiştir.



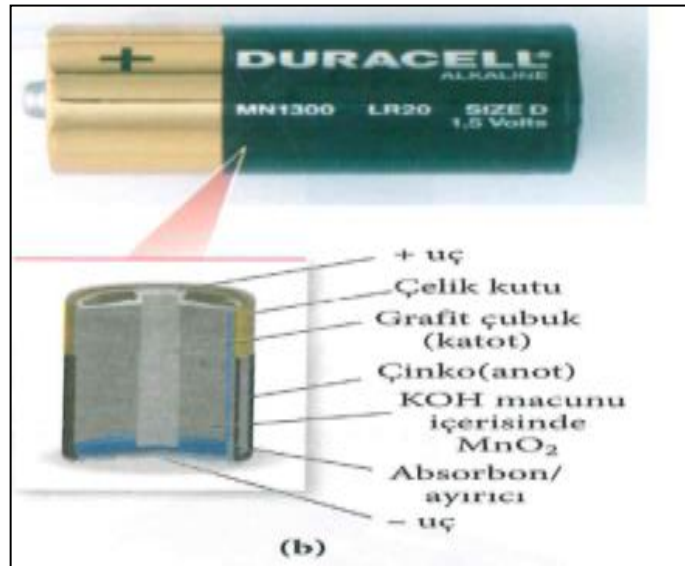
Şekil 5 Hibrit (makro-sembolik) Gösterim Örneği

“**Karma gösterim**” ise makroskopik, tanecik ya da sembolik gösterim ile başka türlü bir gösterimin ya da tasvirin (ör. analogi) birlikte kullanıldığı gösterimlerdir. Şekil 6’daki gösterim karma gösterim için uygun bir örnektir. Şekildeki görselde elektrik akımının oluşumunda iletken boyunca elektron akışı, yukarıdan aşağı doğru ya da yüksekten düşük potansiyel enerjiye akan akarsuya benzetilerek analogi yapılmıştır. Elektrik akımındaki kuvvet ile suyun kuvveti birbirine benzetilmiştir. Diğer bir gösterim çeşidi olan “**bilim insanı**” ise bilim insanlarını bazen tek bazen de çalışma ortamlarında resmeden görselleri kapsamaktadır.



Şekil 6 Karma Gösterim Örneği

Betimsel özelliklerin yorumlanması: Bu kriter, gösterimi anlamlandırmayı sağlayan betimsel özelliklerin gösterim üzerinde ne derece açık bir şekilde gösterildiği ile ilgilidir. Gösterimde yer alan her şeyin ne anlama geldiği gösterim üzerinde açık ve net olarak verilmiş ise bu gösterim “açık” olarak kodlanmıştır (Şekil 7). Gösterimin, bazı kısımlarının anlamı açık ve net iken diğer kısımları açıklanmamış ise bu tür gösterimler betimsel özellikler açısından “örtüktür”. Herhangi bir işaretlemenin ya da açıklamanın yapılmadığı gösterimler ise “belirsiz” olarak kodlanmıştır (Şekil 8). Şekil 7’de uzun ömürlü olarak bilinen alkalın pil gösterilmektedir. Alkalın pilin ayrıntıları gösterim üzerinde net bir şekilde belirtildiğinden bu gösterim betimsel özellikler açısından açık olarak kodlanmıştır.



Şekil 7 Betimsel Özellikleri Açık Gösterime Örnek

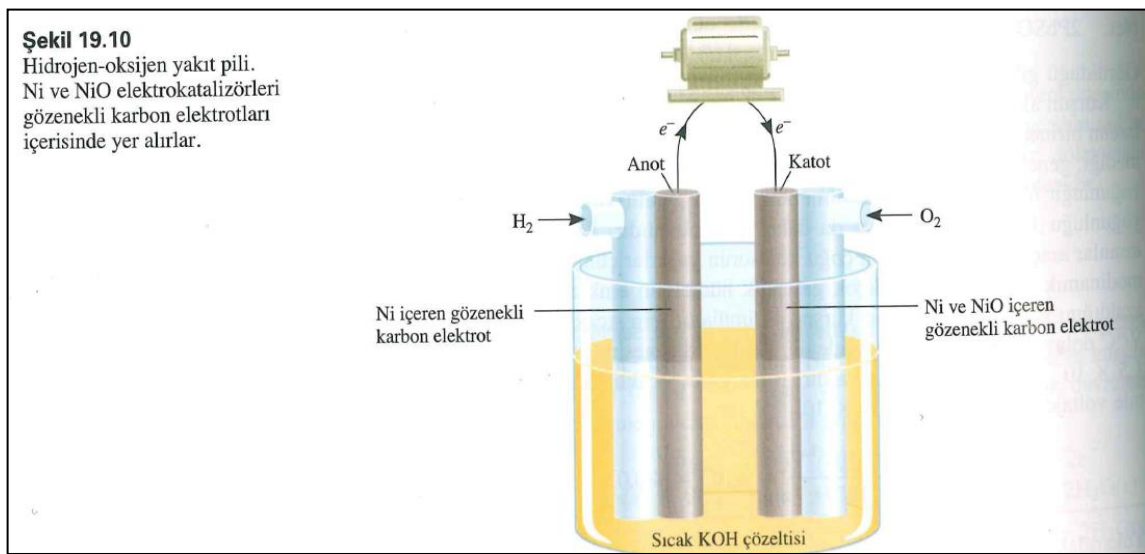
Şekil 8’deki gösterim betimsel özelliklerin yorumlanması açısından “belirsiz” olan gösterime örnektir. Çünkü verilen gösterimde herhangi bir etiket ve açıklama yoktur.



Şekil 8 Betimsel Özellikleri Belirsiz Gösterime Örnek

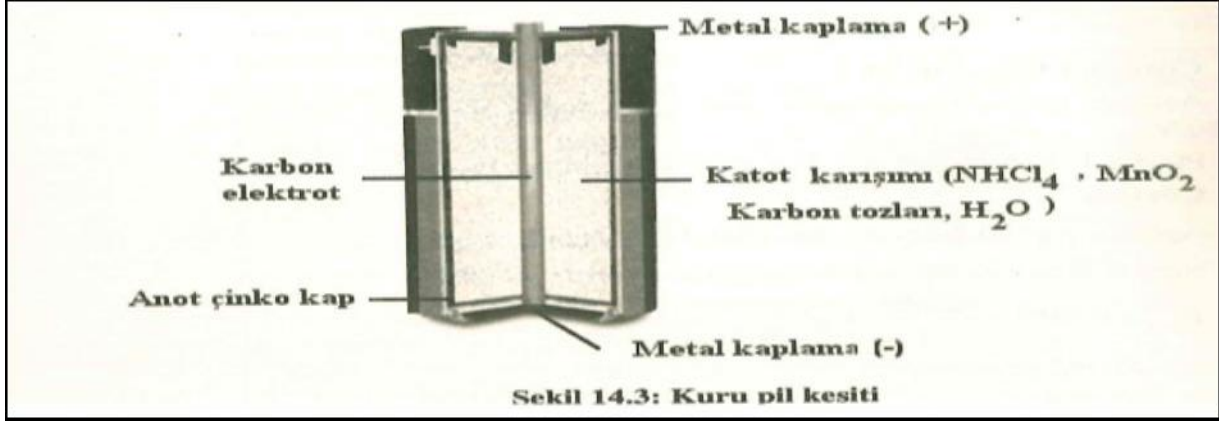
Metin ile ilişki: Bu kriter, Genel Kimya kitaplarında kullanılan görsellerin metinle ilişkisini bir başka deyişle gösterimlerin metni tam olarak tasvir edip etmediğini ve metin içinde öğrenciyi görsele yönlendiren bir bağlantı ifadesinin ("şekil veya resimde gösterildiği gibi" ve "aşağıdaki model" gibi cümleler ya da parantez içinde referans) olup olmadığını inceleyen kriterdir.

Öğrenciyi görsele yönlendirici bir ifadenin olduğu gösterimler “bağlantılı”, öğrenciyi görsele yönlendirici bir ifadenin olmadığı gösterimler “bağlantısız” olarak kodlanmıştır. Gösterim, metni tamamen tasvir ediyor ya da resmediyorsa ve metnin içinde bu gösterim için yönlendirici bir ifade bulunuyorsa bu gösterim metin ile “**tamamen ilişkili ve bağlantılı**” şeklinde kodlanmıştır. Şekil 9’da hidrojen-oksijen yakıt pili anlatılmaktadır. Pilde yer alan elektrotlar, anot-katot ve çözelti bölümleri açık bir şekilde verilmiştir.



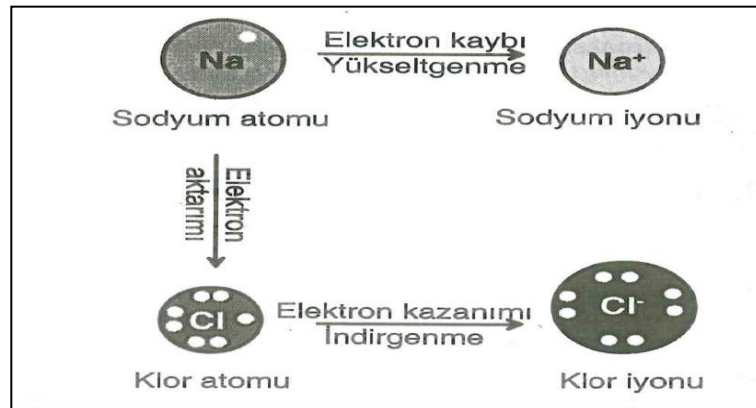
Şekil 9 Metinle Tamamen İlişkili ve Bağlantılı Gösterim

Gösterim, metni tamamen tasvir ediyor ya da resmediyorsa fakat metin içinde öğrenciyi görsele sevk eden bir ifade yoksa bu gösterim metin ile “**tamamen ilişkili ve bağlantısız**” şeklinde kodlanmıştır. Şekil 10’daki kuru pil bu tür bir gösterime örnektir. Kuru pilin anlatıldığı metin kısmındaki açıklamalar verilen gösterim ile tasvir edilmekte iken metin içerisinde okuyucuyu Şekil 10’u incelemeye yönlendiren bir ifade bulunmamaktadır.



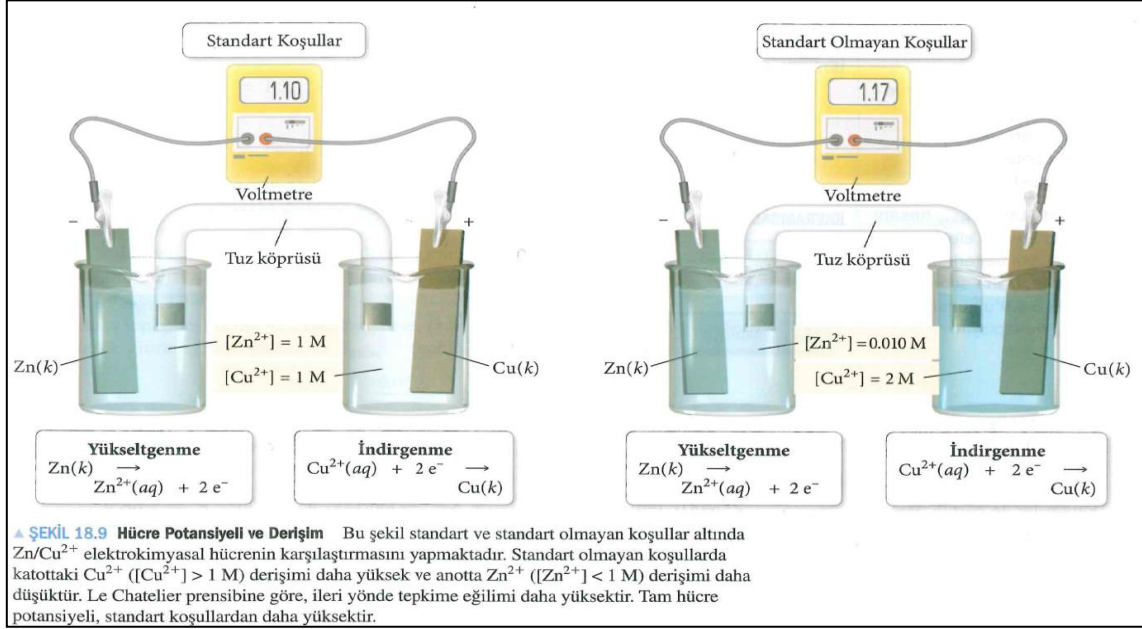
Şekil 10 Metinle Tamamen İlişkili ve Bağlantısız Gösterim

Eğer gösterim metnin bir kısmını ya da metinle ilişkili olan başka bir şeyi tasvir ediyor ya da resmediyorsa ve metin içinde görsele yönlendirici bir ifade bulunuyorsa bu gösterim metin ile “**kısmen ilişkili ve bağlantılı**” şeklinde kodlanmıştır. Gösterim metnin bir kısmını ya da metinle ilişkili olan başka bir şeyi tasvir ediyor ya da resmediyorsa ve metin içinde görsele yönlendirici bir ifade yoksa bu gösterim metin ile “**kısmen ilişkili ve bağlantısız**” olarak kodlanmıştır. Şekil 11, sodyum ve klor element atomlarının bir araya gelmesiyle oluşan ve iyonik yapıya bileşimin (sodyum klorür) meydana gelmesi sürecini göstermektedir. Bu gösterim konu ile kısmen ilişkilidir ve metin içinde gösterime yönlendirici bir ifade bulunmamaktadır. Gösterimin metin ile bir alakası yoksa bu durumda gösterimler metin ile “**ilişkisiz**” olarak kodlanmıştır.



Şekil 11 Metinle Kısmen İlişkili ve Bağlantısız Gösterim

Başlık ve özelliği: Bu kriter, gösterimleri açıklamada kullanılan başlıkları uygun, problemlili ve başlık yok şeklinde üç kodla ayırmıştır. “**Uygun**” bir başlık açık, kısa ve öz, anlaşılır ve kapsamlı olmalıdır (Gkitzia ve diğerleri, 2011) (Şekil 12).



Şekil 12 Uygun Başlığa Sahip Gösterim

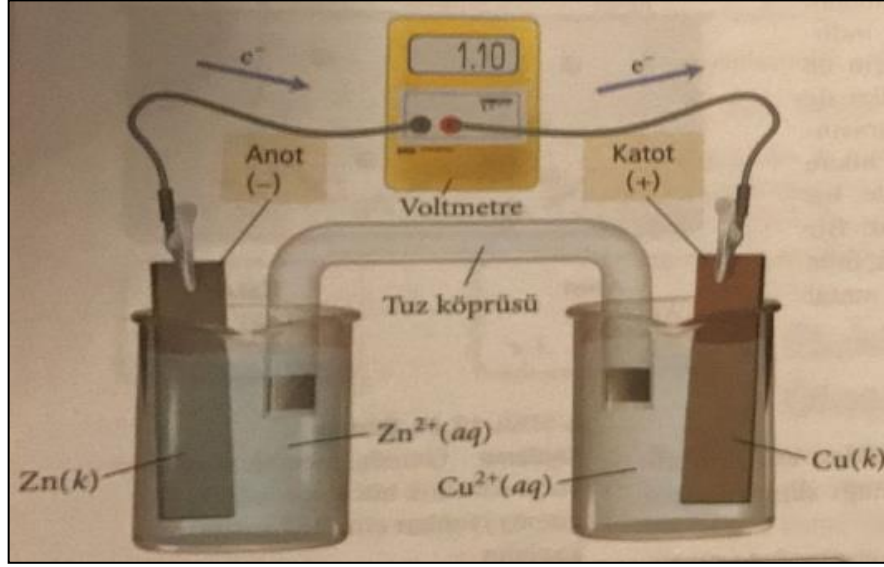
“**Problemlili**” bir başlık ise gösterim ile anlatılmak istenenleri tam olarak aktarmayan başlıkları içermektedir (Şekil 13). Görselde başlık olmadığında “**başlık yok**” olarak kodlanmıştır.



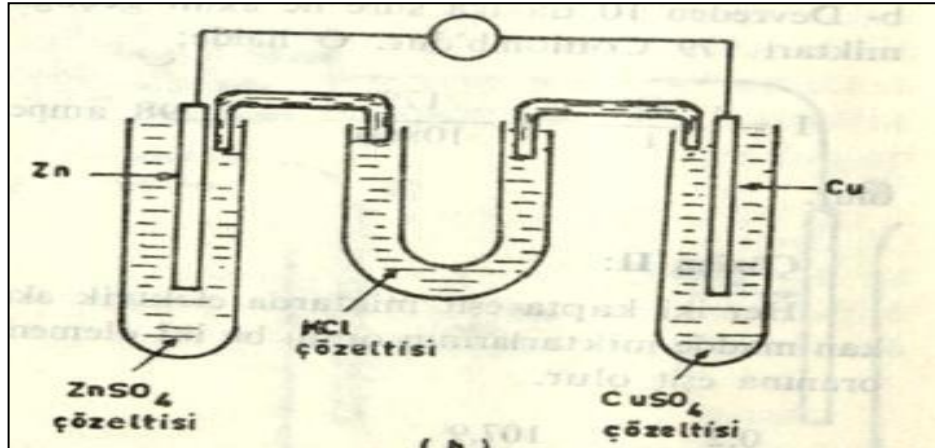
Şekil 13 Problemlili Başlığa Sahip Gösterim

Çoklu gösterimler arasındaki bağlantı: Bu kriter, çoklu gösterimi oluşturan temel gösterim seviyelerinin birbiriyle bağlantılarını irdelemektedir. Bağlantıların hepsi ok veya işaret kullanılarak açıkça belirtilmiş ise “**bağlantı yeterli**”, bağlantılar açıkça bir işaret veya okla belirtilmemişse ya da örtük bir şekilde gösterilmişse “**bağlantı yetersiz**” ve bağlantılar

açıkça bir işaret veya ok ile belirtilmediğinde “bağlantı yok” olarak kodlanmıştır. Şekil 14’deki çoklu gösterimde voltaik hücrenin yapısı görülmektedir. Bir voltaik hücrede anot, katot, elektrotların hangi metallere yapıldığı, çözeltilerdeki iyonlar ve elektron akış yönü net bir şekilde oklarla gösterildiğinden dolayı bu gösterim “bağlantı yeterli” olarak kodlanmıştır. Şekil 15’de $ZnSO_4(suda)$ ve $CuSO_4(suda)$ çözeltilerinde gerçekleşen indirgenme-yükseltgenme olayları, tuz köprüsü ve voltmetre belirtilmediğinden bağlantı yetersiz olarak kodlanmıştır.



Şekil 14 Bağlantının Yeterli Olduğu Gösterim



Şekil 15 Bağlantının Yetersiz Olduğu Gösterim

Geçerlik ve Güvenirlik

Geçerlik olgunun doğruluğu, var olan şekliyle ve tarafsız şekilde gözlenmesi ile ilgilenen önemli bir ölçüttür (Yıldırım & Şimşek, 2006). Güvenirlik ise araştırma sonuçlarının

tutarlılığı ve tekrar edilebilirliği olarak tanımlanabilir (Yıldırım & Şimşek, 2006). Çalışmada verilerin toplanması ve analizi sürecinde geçerlik ve güvenilirlik olguları göz önünde tutulmuştur. Veri toplama sürecinde geçerlik ve güvenilirlik olguları araştırmada kullanılan gösterim özelliklerinin belirlenmesi sürecinde kullanılan kriter ve kod listesinin geliştirilmesi sırasında göz önünde bulundurulmuştur. Gösterimlerin analizinde kullanılan liste kimyasal gösterimleri değerlendirmek için farklı araştırmacılar tarafından daha önce geçerliği desteklenmiş bir listedir (Demirdögen, 2017; Gkitzia ve diğerleri, 2011; Kapıcı & Savaşçı-Akalın, 2015; Nyachwaya & Wood, 2014; Shehab & BouJaoude, 2016; Upahi & Ramnanarin, 2019). Bununla birlikte, listeye bazı kriter ve kodlar eklenerek bu çalışmada listenin edilen hali kullanılmıştır. Analiz öncesinde eklenen kriter ve kodları için tanımları ile birlikte ve analiz sonrasında örnek kodlamalarla birlikte kimya eğitimi uzmanından görüş alınmıştır. Veri analiz sürecinde geçerlik ve güvenilirlik olguları gösterimlerin analizi sürecinde dikkate alınmıştır. Genel Kimya ders kitaplarında elektrokimya ünitesine bulunan gösterimlerin analizi için alan yazında geçerliği delillerle desteklenmiş bir ölçüt listesi kullanılmıştır (Demirdögen, 2017; Gkitzia ve diğerleri, 2011; Kapıcı & Savaşçı-Akalın, 2015; Nyachwaya & Wood, 2014; Shehab & BouJaoude, 2016; Upahi & Ramnanarin, 2019). Ölçüt listesine araştırmacı ve gösterimler konusunda çalışmaları olan kimya eğitimi uzmanı tarafından karar verildikten sonra 100 görsel rastgele seçilerek araştırmacı ve bir kimya eğitimi uzmanından oluşan iki bağımsız kodlayıcı tarafından kodlanmıştır. Daha sonra kodlayıcılar bir araya gelmiş ve kodlayıcılar arasında kodlamalardaki tutarsızlıklar tartışılmış ve çözüme ulaşılmıştır. Bu fikir birliğine dayanarak kalan veriler araştırmacı tarafından analiz edilmiştir. Araştırmacı analiz sürecinde gereken durumlarda kimya eğitimi uzmanından görüş almıştır. Kodlayıcılar arası güvenilirlik, her kriter için % 75 ile % 82 arasında değişmektedir (Cohen, Manion & Morrison, 2000).

Bulgular ve Yorumlar

17 Genel Kimya ders kitabının elektrokimya ünitesinde bulunan gösterimlerin analizi sonucu elde edilen bulgular gösterimlerin sayısı, gösterimlerin kullanımı, gösterimlerin türü, gösterimlerin betimsel özellikleri, gösterimlerin metin ile ilişkisi, gösterimlerin başlık özelliği ve çoklu gösterimlerdeki bağlantı başlıkları altında sunulacaktır.

Gösterimlerin Sayısı

Genel Kimya ders kitaplarının elektrokimya ünitesindeki gösterimlerin sayısı 2 ile 52 arasında değişmektedir. Genel Kimya kitaplarında elektrokimya ünitelerinde bulunan toplam gösterim sayısı ise 289'dur. Yayınevinden bağımsız olarak Genel Kimya ders kitabı başına

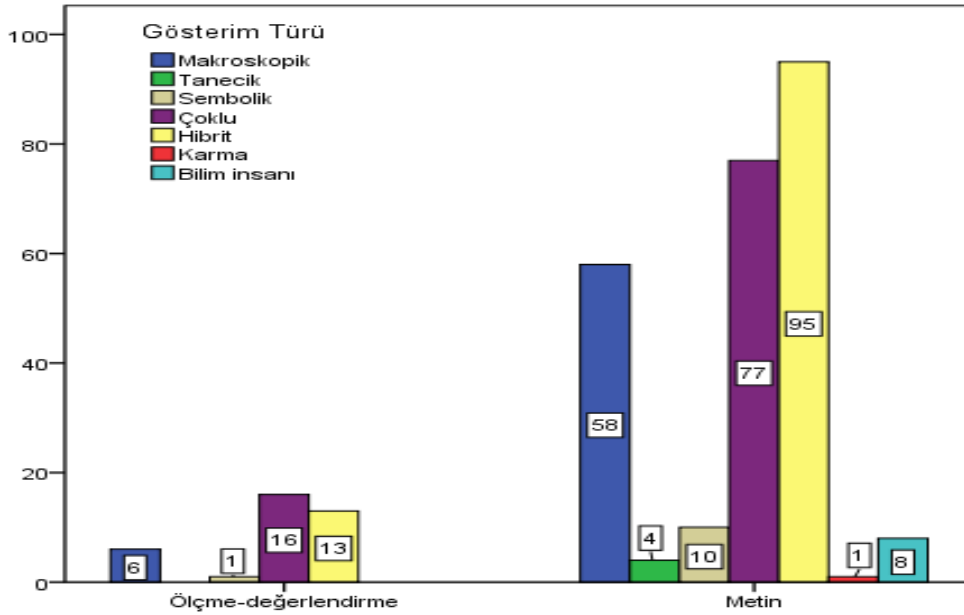
düşen ortalama gösterim sayısı ise 17'dir (287/17). Sayfa başına düşen ortalama gösterim sayısı (gösterim sayısı/sayfa sayısı) 0,11 ila 1,22 arasında değişmektedir. Sadece iki kitapta her sayfada en az bir gösterim vardır.

Gösterimlerin Kullanımı

İçerik analizi sonucunda gösterimlerin büyük çoğunluğunun metin içinde konu anlatımı sürecinde (253 adet, %87,5) az bir bölümünün ise ölçme ve değerlendirme (36 adet, %12,5) amaçlı kullanıldığı ortaya çıkmıştır.

Gösterim Türü

Genel kimya ders kitaplarında en çok %37,4 (108 adet) ile hibrit türündeki gösterimlerin yer aldığı ortaya çıkmıştır. Hibrit gösterimleri %32,2 (93 adet) ile çoklu, %22,1 ile makroskopik gösterimler (64 adet), %3,8 ile sembolik gösterimler (11 adet), %2,8 ile bilim insanı (8 adet) ve %1,4 ile tanecik (4 adet) gösterimler takip etmektedir. Elektrokimya ünitesinde en az %0,3 ile karma (1 adet) türünde gösterim kullanılmıştır.



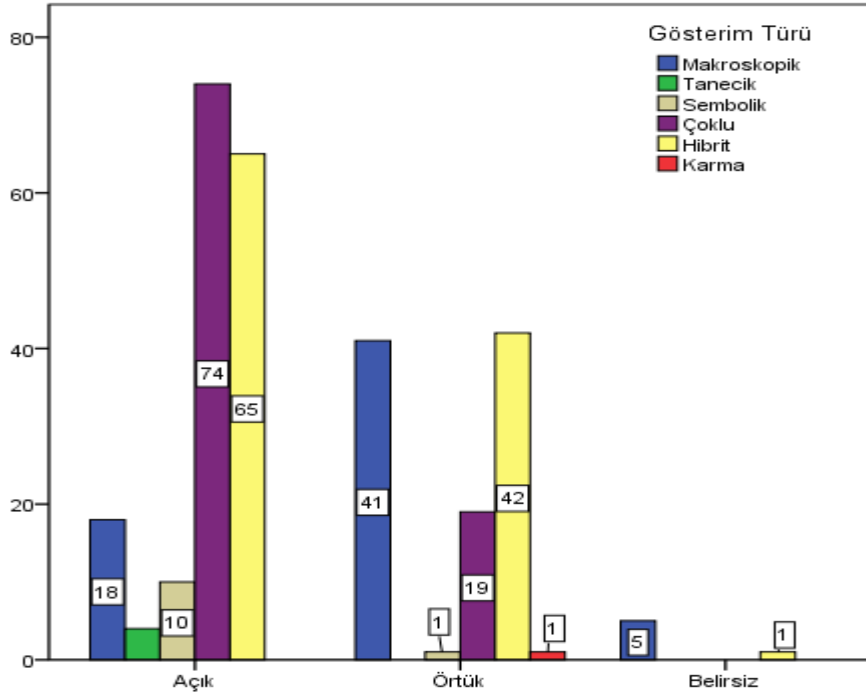
Şekil 16 Farklı Türdeki Gösterimlerin Öğrenme-Öğretme Sürecinde Kullanımı

Farklı gösterim türlerinin öğrenme-öğretme sürecinde kitaplarda nasıl kullanıldığı daha yakından incelenmiştir (Şekil 16). Analiz sonuçları metin kısmındaki gösterimlerin büyük bir çoğunluğunun hibrit türünde olduğunu göstermiştir (95 adet, %37,4). Hibrit türündeki gösterimleri sırası ile %30,4 ile çoklu (77 adet), %22,9 ile makroskopik (58 adet), %4 ile sembolik (10 adet), %3,2 ile bilim insanı (8 adet), %1,6 ile tanecik (4 adet) ve %0,4'ü karma (1 adet) türdeki gösterimler takip etmektedir. Ölçme-değerlendirme bölümündeki gösterimlerin büyük bir bölümü metin bölümünde yer alan gösterimlerden farklı olarak çoklu

(16 adet, %44,4) gösterimlerden oluşmaktadır. Ölçme-değerlendirme bölümündeki çoklu gösterimleri %36,1 ile hibrit (13 adet), %16,7 ile makroskopik (6 adet) ve %2,8 ile sembolik (1 adet) gösterimler takip etmektedir.

Gösterimlerin Betimsel Özellikleri

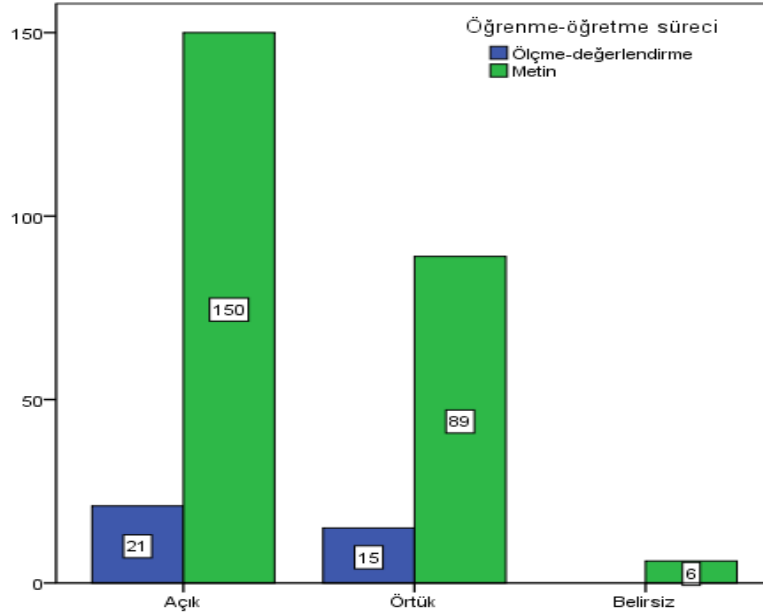
Gösterimi anlamlandırmayı sağlayan betimsel özellikler incelendiğinde, gösterimlerin %60,9'unda (171 adet) betimsel özelliklerin açık, %37'sinde (101 adet) betimsel özellikler örtük bir yapıya sahipken, 6 adet gösterimin betimsel özellikleri belirsizdir (%2,1).



Şekil 17 Farklı Gösterim Türlerinin Betimsel Özellikleri

Farklı gösterim türlerinin betimsel özellikleri daha yakından incelendiğinde (Şekil 17), analiz sonuçları çoklu gösterimlerin çoğunun betimsel özelliklerinin açık olduğunu göstermiştir (74 adet, %43,3). Açık betimsel özelliklere sahip diğer gösterim türleri sırası ile %38 ile hibrit (65 adet), %10,5 ile makroskopik (18 adet), %5,8 ile sembolik (10 adet), %2,3 ile tanecik (4 adet) boyuttaki gösterimlerdir. Betimsel özellikleri örtük gösterimler incelendiğinde, bu özelliğe sahip hibrit (42 adet, %40,4) ve makroskopik (41 adet, %39,4) gösterimlerin sayısı neredeyse eşittir. Çoklu gösterimlerin %18,3'ü (19 adet) örtük betimsel özelliklere sahiptir. Betimsel özellikleri örtük olan sembolik (%1,1 adet) ve karma (%1,1 adet) gösterimlerin sayısı eşittir. Betimsel özellikleri belirsiz olan gösterimlerin 5'i (%83,3) makroskopik ve 1'i (%16,7) hibrit türlerindeki gösterimlerdir.

Betimsel özellikleri farklı olan gösterimlerin öğrenme-öğretme sürecinde nasıl kullanıldığı daha yakından incelenmiştir (Şekil 18). Açık betimsel özelliklere sahip gösterimlerin %87,7'si metin (150 adet) ve %12,3'ü ise ölçme-değerlendirmede (21 adet) bulunmaktadır. Benzer şekilde örtük betimsel özelliklere sahip gösterimlerin %85,6'sı metin içerisinde (89 adet) ve %14,4'ü (15 adet) ise ölçme-değerlendirme bölümünde yer almaktadır. Belirsiz betimsel özelliklere sahip gösterimlerin hepsi metin içerisindedir (6 adet).



Şekil 18 Öğrenme-öğretme Sürecinde Farklı Yerlerde Kullanılan Gösterimlerin Betimsel Özellikleri
Gösterimin Metin İle İlişkisi

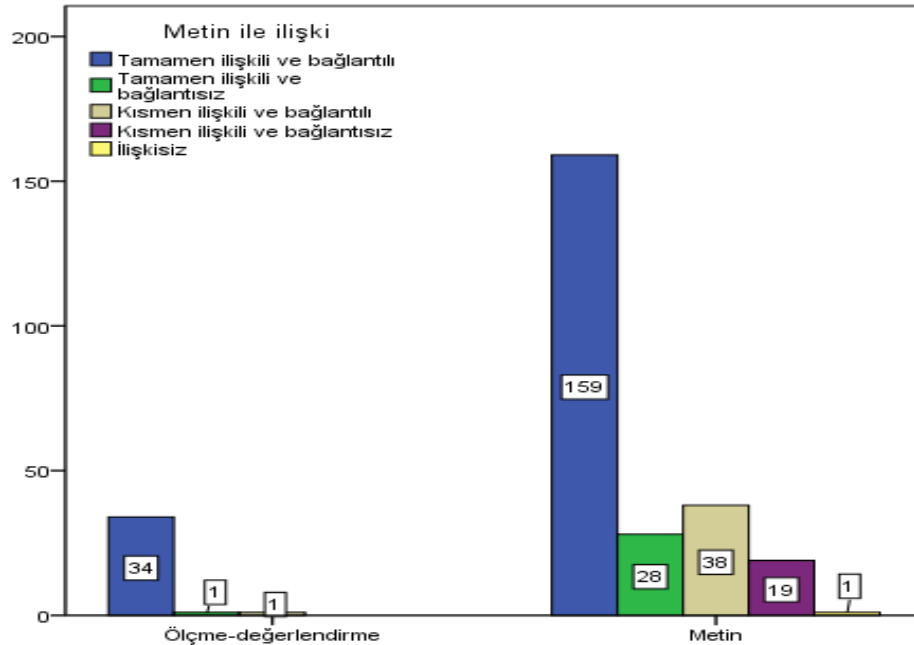
İçerik analizinin sonuçları gösterimlerin çoğunluğunun (%68,7, 193 adet) metin ile ilişkili ve bağlantılı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu gösterimi %13,9'u metin ile kısmen ilişkili bağlantılı (39 adet), %10,3'ü metin ile ilişkili ve bağlantısız (29 adet) ve %6,8'i metin ile kısmen ilişkili ve bağlantısız (19 adet) gösterimler takip etmektedir. Sadece 1 adet gösterimin ilişkisiz olduğu görülmüştür.

Farklı türdeki gösterimlerin metin ile ilişkisi daha yakından incelenmiştir (Tablo 3). Analiz sonuçları ders kitaplarında metinle tamamen ilişki ve bağlantılı gösterimlerin çoğunun %42 ile hibrit gösterimler olduğunu göstermiştir. Metinle tamamen ilişkili ve bağlantılı olan çoklu gösterimlerin (%39,9) oranı tamamen ilişkili ve bağlantılı olan hibrit gösterimlere yakındır. Bu gösterimleri %16,1 ile makroskopik gösterimler ve %2,1 ile de sembolik gösterimler takip etmiştir. Metinle tamamen ilişkili ve bağlantılı olan karma ve tanecik türünde gösterim bulunmamaktadır. Metinle tamamen ilişkili ve bağlantısız olan gösterim türü en çok %44,8 ile makroskopik gösterimlerdir. Makroskopik gösterimden sonra gelen

%17,2 ile hibrit gösterimleri, aynı yüzdeye sahip %13,8 ile sembolik ve tanecik gösterimler, %10,3 ile de çoklu takip etmektedir. Metinle kısmen ilişkili ve bağlantılı olan gösterim türü en çok %38,5 ile hibrit gösterimlerdir. Hibrit gösterimlerden sonra gelen %33,3 ile çoklu gösterimleri, %5,1 ile sembolik gösterimler %2,6 ile de karma gösterimler takip etmektedir. Metinle kısmen ilişkili ve bağlantısız olduğu gösterimlerin çoğu %57,9 ile makroskopik gösterimlerden oluşmaktadır. Makroskopik gösterimlerden sonra gelen %36,8 ile hibrit gösterimleri, %5,3 ile sembolik gösterimler takip etmektedir. Ders kitaplarında ilişkisiz olarak sadece 1 adet makroskopik gösterim türü kullanılmıştır.

Tablo 3 Farklı Türdeki Gösterimlerin Metin İle İlişkisi

Metin ile ilişki	Gösterim Türü						Toplam
	Makroskopik	Tanecik	Sembolik	Çoklu	Hibrit	Karma	
Tamamen ilişkili ve bağlantılı	31 (%16,1)	0 (%0,0)	4 (%2,1)	77 (%39,9)	81 (%42)	0 (%0,0)	193 (%68,7)
Tamamen ilişkili ve bağlantısız	13 (%44,8)	4 (%13,8)	4 (%13,8)	3 (%10,3)	5 (%17,2)	0 (%0,0)	29 (%10,3)
Kısmen ilişkili ve bağlantılı	8 (%20,5)	0 (%0,0)	2 (%5,1)	13 (%33,3)	15 (%38,5)	1 (%2,6)	39 (%13,9)
Kısmen ilişkili ve bağlantısız	11 (%57,9)	0 (%0,0)	1 (%5,3)	0 (%0,0)	7 (%36,8)	0 (%0,0)	19 (%6,8)
İlişkisiz	1 (%100)	0 (%0,0)	0 (%0,0)	0 (%0,0)	0 (%0,0)	0 (%0,0)	1 (%0,3)
Toplam	64 (%22,8)	4 (%1,4)	11 (%3,9)	93 (%33,1)	108 (%38,4)	1 (%0,4)	281 (%100)



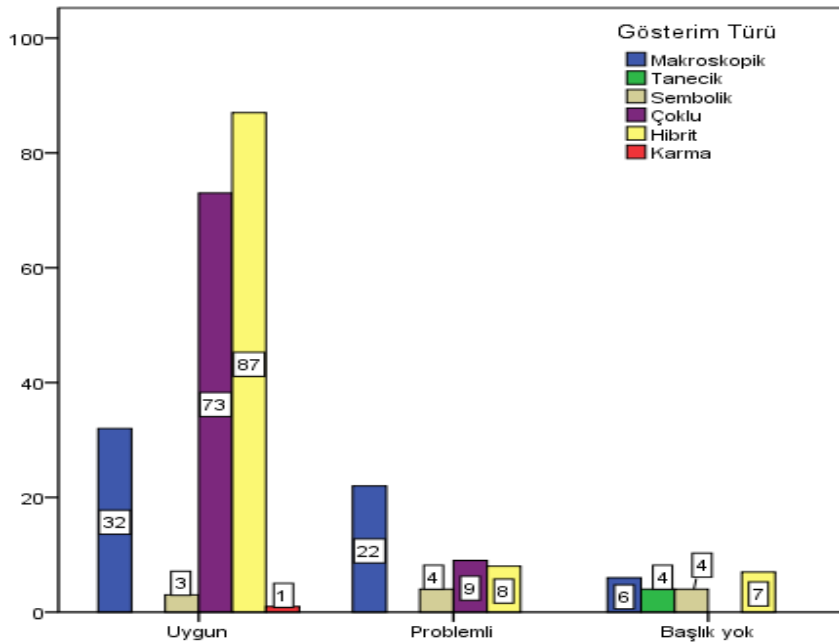
Şekil 19 Gösterimlerin Metin İle İlişkisi ve Gösterimlerin Öğrenme-Öğretme Sürecinde Kullanımı

Öğrenme-öğretme sürecinde farklı yerlerde kullanılan gösterimlerin metin ile ilişkisi daha yakından incelenmiştir (Şekil 19). Analiz sonuçları ölçme-değerlendirme bölümlerinde

gösterimlerin neredeyse tamamına yakınının (34 adet, %94,4) metin ile tamamen ilişkili ve bağlantılı olduğunu göstermiştir. Ölçme-değerlendirme bölümünde metin ile tamamen ilişkili ve bağlantısız (1 adet, %2,8) ve kısmen ilişkili ve bağlantısız (1 adet, %2,8) gösterimlerin oranı eşittir. Metin bölümünde ise gösterimlerin yarısından fazlasının (159 adet, %64,9) metin ile tamamen ilişkili ve bağlantılı olduğu görülmüştür. Metin bölümünde kısmen ilişkili ve bağlantılı (38 adet, %15,5) ve tamamen ilişkili ve bağlantısız gösterimlerin sayısı birbirine yakındır. Metinde %7,8 (19 adet) oranında kısmen ilişkili ve bağlantısız ve 1 adet de ilişkisiz gösterim bulunmaktadır.

Gösterimlerin Başlık Özelliği

Elektrokimya ünitesindeki gösterimlerin başlıkların çoğunun açık ve anlaşılır yani uygun (196 adet, %75,4) olduğu görülmüştür. Gösterimlerin %16,5'i (43 adet) problemlili bir başlığa sahipken 21 adet gösterimin (%8,1) uygun bir başlığı yoktur. Farklı türlerdeki gösterimlerin başlık özellikleri daha yakından incelenmiştir (Şekil 20).

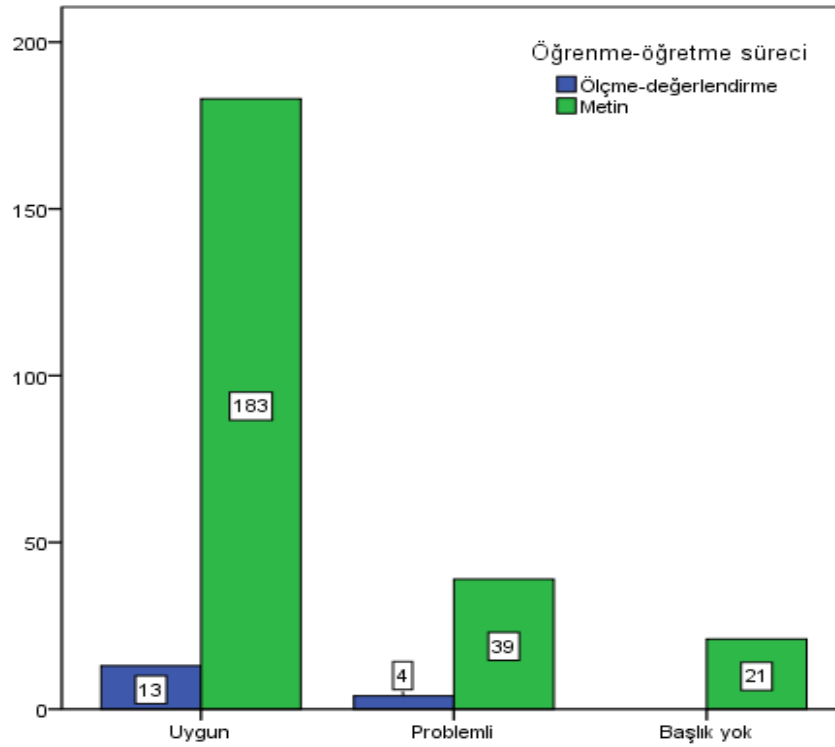


Şekil 20 Farklı Gösterim Türlerinin Başlık Özellikleri

Analiz sonuçları uygun gösterime sahip başlıkların en fazla (87 adet, %44,4) hibrit türünde olduğunu ortaya çıkarmıştır. Hibrit gösterimleri %37,2 ile çoklu (73 adet) ve %16,3 ile makroskopik (32 adet) gösterimler takip etmektedir. Uygun başlığa sahip olan sembolik %1,5 (3 adet) ve karma %0,5 (1 adet) gösterimlerin sayısı oldukça azdır. Problemlili başlık en çok %51,2 (22 adet) ile makroskopik gösterim türünde görülmektedir. Makroskopik gösterimleri; %20,9 ile çoklu gösterimler (9 adet), %18,6 (8 adet) ile de hibrit gösterimler takip etmektedir. Problemlili başlık en az %9,3 (4 adet) ile sembolik gösterim türünde ortaya

çıkmiştir. Başlığın olmadığı gösterim türüne baktığımızda ise en çok %33,3 (7 adet) ile hibrit gösterimlerin başlık konusunda yetersiz kaldığı görülmektedir. Hibrit gösterimleri %28,6 (6 adet) ile makroskopik gösterimler ve %19,0 (4 adet) ile tanecik ve sembolik gösterimler takip etmektedir.

Öğrenme-öğrenme sürecinde farklı yerlerde kullanılan gösterimlerin başlıklarının özellikleri daha yakından incelenmiştir (Şekil 21). Metin içinde kullanılan başlıkların büyük bir kısmı (183 adet, %93,4) uygun iken, ölçme değerlendirme kısmında ise uygun gösterime sahip başlık oranı %6,6'dır (13 adet). Problemlili başlık en çok metin içinde %90,7 (39 adet) ile karşımıza çıkarken, ölçme değerlendirme de ise problemlili başlığa sahip gösterim oranı %9,3'tür (4 adet). Başlığın olmadığı gösterimler sadece metin içinde karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 21 Öğrenme-öğretme Sürecinde Farklı Yerlerde Kullanılan Gösterimlerin Başlık Özellikleri
Çoklu Gösterimlerdeki Bağlantı

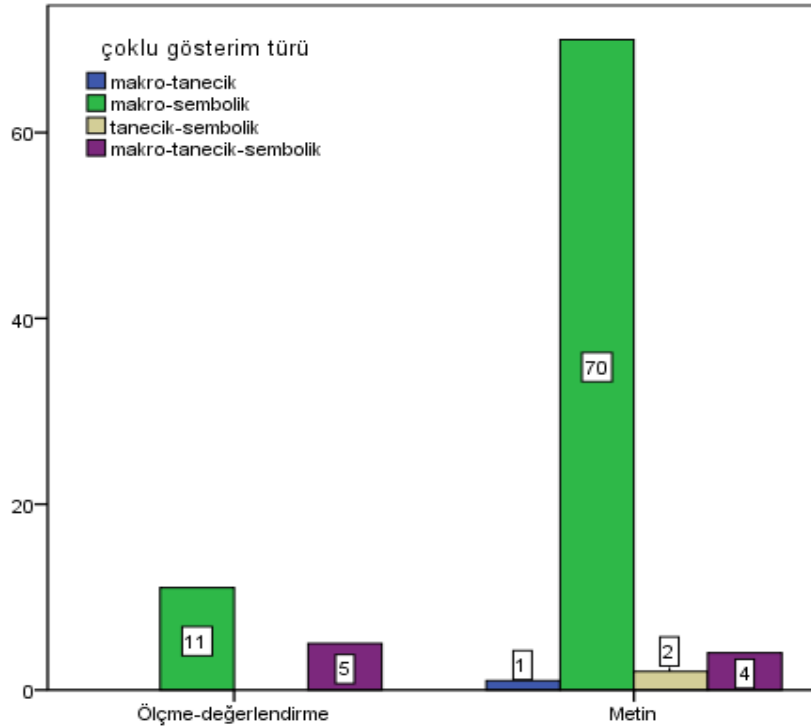
Yapılan analiz sonucunda elektrokimya ünitesinde 93 adet çoklu gösterim kullanıldığı ortaya çıkarmıştır. Çoklu gösterimlerin büyük bir kısmında (83 adet, %89,2) gösterimler arası bağlantıların yeterli olduğu gözlenmiştir. Sadece 10 (%10,8) adet çoklu gösterimde gösterimler arası bağlantıların yetersiz olduğu görülmüştür. Öğrenme-öğretme sürecinde farklı yerlerde kullanılan çoklu gösterimlerdeki gösterimler arası bağlantılar daha yakından incelenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4 Öğrenme-öğretme Sürecinde Farklı Yerlerde Kullanılan Çoklu Gösterimler Arası Bağlantı

Metin ile ilişki	Öğrenme-öğretme süreci		Toplam
	Metin	Ölçme-değerlendirme	
Bağlantı yeterli	68 (%88,3)	15 (%93,8)	83 (%89,2)
Bağlantı yetersiz	9 (%11,7)	1 (%6,2)	10 (%10,8)
Toplam	77 (%82,8)	16 (%17,2)	93 (%100)

Analiz sonuçları ölçme-değerlendirme içinde yer alan çoklu gösterimlerin %93,8'inin (15 adet) yeterli ve %6,2'sinin (1 adet) yetersiz bağlantılara sahip olduğunu göstermiştir. Metin içinde yer alan çoklu gösterimlerin ise %88,3'ünün (68 adet) bağlantısının yeterli, %11,7'sinin (9 adet) ise bağlantısının yetersiz olduğu ortaya çıkmıştır.

Çoklu gösterimlerde kendi içinde birlikte kullanılan gösterim türleri açısından daha yakından incelenmiştir. Çoklu gösterim çeşitlerine bakıldığında, en çok %87,1 (81 adet) oranında makroskopik ve sembolik (makro-sembolik) gösterimlerin bir araya getirildiği görülmektedir. Tanecik ve sembolik gösterimlerin bir arada kullanıldığı çoklu gösterim sayısı 2 (%2,2) iken, tanecik ve sembolik gösterimlerin bir arada kullanıldığı çoklu gösterim sayısı 1'dir (%1,1). Her üç gösterim türünün birlikte kullanıldığı çoklu gösterim oranı ise %9,7'dir (9 adet).

**Şekil 22** Öğrenme-öğretme Sürecinde Farklı Yerlerde Kullanılan Çoklu Gösterimlerin Türleri

Öğrenme-öğretme sürecinde farklı yerlerde kullanılan çoklu gösterimlerin türleri daha yakından incelenmiştir (Şekil 22). Analiz sonuçları metin içinde yer alan gösterimlerin büyük çoğunluğunun (70 adet, %90,9) makroskopik ve sembolik boyutları birlikte kullandığını göstermiştir. Metin içerisindeki çoklu gösterimlerin az bir kısmında tanecik ve sembolik (2 adet, %2,6) ve makroskopik ve tanecik (1 adet, %1,3) gösterimler bir arada bulunmaktadır. Metinde her üç boyuttaki gösterimin bir arada kullanıldığı 4 adet (%5,19) gösterime rastlanmıştır. Ölçme-değerlendirmede yer alan çoklu gösterimlere bakıldığında ise bu gösterimlerden 11'inde (%68,8) makroskopik ve sembolik boyutlar birlikte kullanılırken her üç gösterimin birlikte kullanıldığı gösterim sayısı 5'tir (%31,2).

Sonuç ve Tartışma

Genel Kimya kitaplarında elektrokimya ünitelerinde bulunan toplam gösterim sayısı 2 ile 52 arasında değişmektedir. Yayınevinden bağımsız olarak Genel Kimya kitabı başına düşen ortalama gösterim sayısı ise 17'dir (287/17). Sayfa başına düşen ortalama gösterim sayısı (gösterim sayısı/sayfa sayısı) 0,11 ile 1,22 arasında değişmektedir. Kitaplarda kullanılan ortalama gösterim sayılarının farklılık göstermesi alan yazında Genel Kimya ve Fizikokimya kitaplarındaki gösterimleri inceleyen çalışmalarla uyum içerisinde (Nyachwaya & Gillaspie, 2016; Nyachwaya & Wood, 2014). Bu farklılık yayınevlerinin ve yazarların farklı olmasından kaynaklanabilir. Bu çalışmada sadece iki kitapta her sayfada en az bir gösterim olduğu bulunmuştur. Fizikokimya kitaplarındaki gösterimlerin incelendiği bir çalışmada sayfa başına düşen gösterim sayısının 1,1 ile 1,6 arasında değiştiği ortaya çıkmıştır (Nyachwaya & Wood, 2014). Elektrokimya konusunun fizikokimya içerisindeki alt konulardan biri olduğu düşünüldüğünde elektrokimya ünitesinde sadece iki kitapta sayfa başı gösterim sayısının bir ve diğerlerinde birden az olması beklenen bir durumdur. Ayrıca özellikle konu hakkında yeterli bilgiye sahip olmayan öğrenciler için bir sayfada metinle birlikte iki gösterim yer alması öğrencilerin bilişsel yükünü artırmakta (Cook, 2006) ve öğrenmede zorluk yaşamalarına sebep olmaktadır (Corradi, Elen & Clarebout 2012). İncelenen Genel Kimya ders kitaplarındaki elektrokimya ünitelerinin, öğrenciler üzerinde bilişsel bir yük ve öğrenme gücü oluşturmadığı söylenebilir. Elektrokimya ünitesinde gösterimlerin büyük bir çoğunluğunun konu anlatımı, az bir kısmının ise ölçme-değerlendirme bölümünde yer aldığı ortaya çıkmıştır. Ölçme-değerlendirme bölümünde daha az gösterim kullanıldığı bulgusu Genel Kimya kitaplarında öğrencilerin gösterimleri kimya

bilgileri ile yorumlamalarını gerektiren soruların az olduğunu gösteren çalışmalarla uyum içerisinde (Davila & Talanquer, 2010; Gillette & Sanger, 2014).

Genel Kimya ders kitaplarındaki elektrokimya ünitesinde kullanılan gösterimlerin en çok hibrit ve çoklu, en az makroskopik ve karma (analoji) türündeki gösterimlerden oluştuğu gözlenmiştir. Bu bulgu Fizikokimya kitabındaki gösterimlerin incelendiği (Nyachwaya & Wood, 2014) kitaplarda makroskopik gösterimlere çok az yer verildiği ve analogi türündeki gösterimlerin hiç kullanılmadığını ortaya çıkaran çalışma ile uyum içerisinde. Ancak Nyachwaya ve Wood (2014) bu çalışmadan farklı olarak Fizikokimya kitaplarında hibrit gösterimlere hiç yer verilmediğini ortaya çıkarmıştır. Bunun sebebi elektrokimyanın, fizikokimyanın alt alanlarından biri olması ve çalışmada (Nyachwaya & Wood, 2014) incelenen kitaplardan en güncel olanının 2011 yılında basılmış olması olabilir.

Bu çalışmada incelenen Genel Kimya kitapları özellikle yakın zamanda basılan kitaplar olduğundan ve alan yazındaki çalışmalar elektrokimya konusunu öğrenmede farklı gösterim türlerinin birlikte kullanımını desteklediğinden (Kelly, Akaygun, Hansen & Villalta-Cerdas, 2017; Osman & Lee, 2014; Supasorn, 2015) Genel Kimya kitapları farklı gösterim türlerinin birlikte kullanımını gerektiren hibrit gösterimleri daha fazla kullanmaya başlamış olabilir. Bu çalışmada kullanılan Genel Kimya kitaplarının hibrit ve çoklu gösterimleri elektrokimya ünitesinde fazla sayıda kullanması, kitapların elektrokimya konusu öğrenimini destekleme açısından yeterli olabileceğini açıklayan bir delil olabilir (Kelly ve diğerleri, 2017; Osman & Lee, 2014; Supasorn, 2015).

Gösterimlerin betimsel özellikleri incelendiğinde, gösterimlerin yarısından biraz fazlasının açık (%60,1) ve geri kalan kısmının ise örtük ve belirsiz olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın bulguları Fizikokimya kitaplarında gösterimlerin neredeyse tamamına yakınının açık olduğunu gösteren çalışmalarla uyumlu (Nyachwaya & Wood, 2014) ancak lise kimya kitaplarında gösterimlerin büyük çoğunluğunun örtük ve belirsiz betimsel özelliklere sahip olduğunu gösteren çalışmalarla uyumsuzdur (Gkitzia ve diğerleri, 2011; Shehab & BouJaoude, 2016). Örtük ve belirsiz gösterimlerin türlerine bakıldığında hibrit ve makroskopik türdeki gösterimlerin diğer gösterim türlerine göre gösterimi yorumlama işini daha çok öğrenciye bıraktığı gözlenmiştir. Farklı türdeki gösterimlerin betimsel özelliklerinin farklı olması gösterimlerin yapısal özelliklerinin kitap türü ve aynı kitap içindeki bölüme göre değişmesi ile açıklanabilir (Pozzer & Roth, 2003). Öğrenciler hem gösterimleri anlamada hem de gösterim türleri arasında geçiş yapmada zorluk yaşadıklarından elektrokimya konusundaki gösterimlerin yarısına yakınının (%39,9) belirsiz ve örtük olması (Al-Balushi & Al-Harthy,

2015; Chittleborough & Treagust, 2008) kitaplardaki gösterimlerin elektrokimya kavramını öğrenme sürecinde öğrencilerin bilişsel yüklerinin artmasına neden olabilir.

Gösterimlerin metin ile olan ilişki ve bağlantı durumu incelendiğinde, elektrokimya ünitesindeki gösterimlerin çoğunluğunun metin ile tamamen ilişkili ve bağlantılı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bulgu Fizikokimya ve Lise Kimya ders kitaplarındaki gösterimlerin çoğunun metin ile ilişkili ve bağlantılı olduğunu gösteren çalışmalarla uyum içerisindedir (Gkitzia ve diğerleri, 2011; Nyachwaya & Wood, 2014; Shehab & BouJaoude, 2016). Farklı gösterim türleri için yapılan analizde ise çoğunlukla hibrit ve çoklu gösterimlerin metin ile ilişkili ve bağlantılı olduğu ortaya çıkmıştır. Farklı türdeki gösterimlerin metin ile ilişki ve bağlantı açısından farklı olması gösterimlerin yapısal özelliklerinin kitap türü ve aynı kitap içindeki bölüme göre değişmesi ile açıklanabilir (Pozzer & Roth, 2003). Birden fazla gösterim türünün bir araya gelmesi ile oluşan çoklu ve hibrit gösterimlerin büyük bir kısmının metin ile tamamen ilişkili olması ise öğrencilerin gösterimle ilgili elektrokimya kavramını öğrenmesi sırasındaki bilişsel yükünü azaltarak (Wu & Shah, 2004) öğrencilerin daha az öğrenme güçlüğü yaşamalarına neden olabilir (Kumi ve diğerleri, 2013).

Başlık özellikleri açısından elektrokimya ünitesindeki gösterimlerin çoğunun açık ve anlaşılır yani uygun bir başlığa sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu Fizikokimya kitaplarındaki gösterimlerin hepsinin açık ve anlaşılır olduğunu gösteren bulgularla uyum içindedir (Nyachwaya & Wood, 2014). Yunanistan ve Lübnan'da kullanılan Lise Kimya ders kitapları ile karşılaştırıldığında (Gkitzia ve diğerleri, 2011; Shehab & BouJaoude, 2016), ülkemizde kullanılan Genel Kimya kitaplarının gösterimin içeriği ve vermek istediği ana bilgiyi iletmede daha başarılı olduğu söylenebilir (Sanger & Greenbowe, 2000). Farklı gösterim türlerinden en çok hibrit ve çoklu gösterimlerin uygun başlığa sahip olduğu bu çalışmada ortaya çıkan diğer bulgulardandır. Farklı türdeki gösterimlerin bir araya gelmesi ile oluşan hibrit ve çoklu gösterimlerin uygun başlığa sahip olması gösterimlerin anlaşılabilirliğini artırdığından (Sanger & Greenbowe, 2000), bu türdeki gösterimlerin elektrokimya konusunu öğrenmeye katkısını artırabilir.

Elektrokimya ünitesinde bulunan çoklu gösterimlerin çoğunda gösterimi oluşturan alt gösterim türleri arası bağlantıların yeterli olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bulgu Lübnan'da kullanılan Lise Kimya ders kitaplarına çoklu gösterimlerdeki bağlantılar ile ilgili bulgularla uyumlu iken (Shehab & BouJaoude, 2016), Yunanistan'da kullanılan ders kitaplarındaki çoklu gösterimlerin bağlantı özellikleri ile ilgili bulgularla uyumlu değildir (Gkitzia ve diğerleri, 2011). Çoklu gösterimlerdeki bağlantıların yeterli olması öğrencilerin hem bilişsel

yükünün azalmasını sağlayan (Wu & Shah, 2004) hem de elektrokimya kavramlarını öğrenmelerini destekleyici bir özellik olabilir (Kelly ve diğerleri, 2017; Osman & Lee, 2014; Supasorn, 2015). Çoklu gösterimlerde en çok makroskopik ve sembolik türdeki gösterimlerin bir arada kullanıldığı bulgusu da Lise Kimya kitapları için elde edilen bulgularla uyum içerisindedir (Gkitzia ve diğerleri, 2011). Elektrokimya ünitesinde özellikle elektrokimyasal hücre ve pil konusu öğretim sürecinde temel konuları oluşturduğundan (Sanger & Greenbowe, 1999) ve bu konular makroskopik ve sembolik gösterimlerin kullanımına uygun olduğundan, makroskopik ve sembolik gösterimlerin çoğunlukla bir arada kullanılması beklenen bir durumdur.

Elektrokimyakimya konusunun öğrenimini zorlaştıran çeşitli nedenler vardır. Bu sebeplerden başlıcaları; birçok kavram içermesi (Butts & Smith, 1987), öğrencilerin temel kavramları tam olarak öğrenememiş olmaları (ör. indirgenme ve yükseltgenme) (Sanger & Greenbowe, 1999, 2000), kitapların kavramları açıklamada yetersiz kalması (Özkaya, 2002), metnin görsel ve kavramsal öğeler arasında yeterli bağlantıyı kurmaması (Wu ve diğerleri, 2001) ve çoklu gösterimlerde hem kavramların hem de gösterimlerin çokluğu nedeni ile öğrencilerin bilişsel yüklerinin artmasıdır (Springer, 2014). İncelenen kitaplardaki gösterimlerin büyük bir kısmı hibrit ve çoklu gösterimler olması nedeni ile öğrencilerin bilişsel yüklerinin artmasına yol açabilir. Bununla birlikte, bu türdeki gösterimlerin büyük çoğunluğu metin ile ilişkili ve bağlantılıdır. Bu durum öğrencilerin gösterimleri anlama yoluyla elektrokimya kavranmalarını öğrenme süreçlerine katkıda bulunabilir.

Öneriler

Bu çalışmada Genel Kimya kitaplarında elektrokimya ünitesine bulunan gösterimlerin özellikleri araştırılmıştır. Elde edilen bulgulardan yola çıkarak ders kitabı yazarlarına, fen alanındaki öğretmenlere, öğretmen eğitimcilerine ve fen eğitimi araştırmacılarına önerilerde bulunulacaktır.

Ders kitabı yazarlarına yönelik öneriler,

- Gösterimlerin betimsel özellikleri gösterim üzerinde ve gösterimi açıklayan ilgili kısımlarda (başlık ve metin) hem ilgili kimya kavramları hem de gösterim türleri hakkında bilgi içerecek şekilde tanımlanmalı ve açıklanmalıdır.
- Farklı türdeki gösterimler sadece metin içerisinde değil ölçme-değerlendirme sürecinde de kullanılmalıdır. Ölçme-değerlendirme sürecinde kullanılan gösterimler öğrencilerin kimya kavramları, gösterim hakkındaki anlayışları ve gösterimler arası dönüşüm yapabilme becerilerini kullanmalarını ve geliştirmelerini teşvik edici olmalıdır.

Fen alanındaki öğretmenlere yönelik öneriler,

- Fen alanındaki öğretmenler gösterimlerin hem gösterim türü hem de ilgili kimya kavramı ile ilgili betimsel özelliklerinin açık ve anlaşılır hale gelmesini sağlamalıdır. Bu amaçla gösterim üzerindeki küçük açıklamalar, başlık ve öğretmen tarafından yapılan açıklamaları kullanmalıdırlar.
- Fen alanındaki öğretmenler gösterimleri ölçme-değerlendirme sürecinde de kullanmalıdırlar. Öğrencilerin gösterim hakkındaki anlayışlarını ve kimya kavramları hakkındaki temel bilgilerini ölçmek amacıyla gösterimlerden yararlanmalıdırlar.

Öğretmen eğitimcilerine yönelik öneriler,

- Gösterimlerin öğretim sürecinde öğrenmeyi destekleyecek bir şekilde kullanımı öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının gösterimler hakkındaki bilgilerine, gösterimlerin öğretim sürecinde nasıl kullanılması gerektiği ile ilgili bilgilerine ve ölçme-değerlendirmede ne amaçla ve nasıl kullanılabileceği ile ilgili bilgilerine bağlı olduğundan öğretmen eğitimciler hem öğretmen adaylarına hem de öğretmenlere yönelik hizmet içi ve hizmet öncesi eğitimler düzenlemelidirler.
- Hizmet içi eğitimlerde öğretmenlerin gösterimler, türleri, özellikleri, gösterim türleri arasındaki bağlantılar, gösterimin öğretme ve ölçme değerlendirme amaçlı kullanımı üzerinde açık bir şekilde düşünmeleri ve bu konular hakkında yeterli alan ve pedagojik alan bilgisine sahip olmaları amaçlanmalıdır. Hizmet içi eğitimler öğretmenlerin farklı türdeki ve özellikteki gösterimleri incelemelerini, gösterimleri öğrenmeye katkısı açısından değerlendirmelerini ve özellikle kitaplarda yer alan gösterimleri öğrenmeyi destekleyecek şekilde yeniden düzenlemelerini sağlamalıdır.

Fen eğitimi araştırmacılarına yönelik öneriler,

- Gösterimlerin kullanımı konunun doğasına bağlı olarak değişeceğinden Genel Kimya kitaplarının diğer ünitelerinde (ör. sıvılar ve katılar) ve kimyada farklı alanlardaki kitaplarda (ör. Organik Kimya) kullanılan gösterimlerin özelliklerinin incelenmesine ihtiyaç vardır.

Kaynakça

Ainsworth, S. (2006). DeFT: a conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183-198.

- Al-Balushi, S. M., & Al-Harthy, I. S. (2015). Students' mind wandering in macroscopic and submicroscopic textua narrations and its relationship with their reading comprehension. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(3), 680-688.
- Butts, B., & Smith, R. (1987). HSC chemistry students' understanding of the structure and properties of molecular and ionic compounds. *Research in Science Education*, 17(1), 192-201.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Carney, R. N., & Levin, J. R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from text. *Educational Psychology Review*, 14(1), 5-26.
- Chittleborough, G., & Treagust, D. (2008). Correct interpretation of chemical diagrams requires transforming from one level of representation to another. *Research in Science Education*, 38(4), 463-482.
- Cook, M. P. (2006). Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science Education*, 90(6), 1073-1091.
- Cohen L., Manion L. & Morrison K. (2000). *Research methods in education*, 5th ed., London: Routledge Falmer.
- Cook M. P., Wiebe, E. N., & Carter, G. (2008). The influence of prior knowledge on viewing and interpreting graphics with macroscopic and molecular representations. *Science Education*, 92(5), 848-867.
- Corradi, D., Elen, J., & Clarebout, G. (2012). Understanding and enhancing the use of multiple external representations in chemistry education, *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 780–795.
- Davidowitz, B., & Chittleborough, G. (2009). Linking the macroscopic and sub-microscopic levels: Diagrams. In J. K. Gilbert & D. Treagust (Eds.), *Models and modelling in science education: Multiple representations in chemical education* (pp. 169-191). Springer Netherlands.
- Davila, K., & Talanquer, V. (2010). Classifying end-of-chapter questions and problems for selected general chemistry textbooks used in the United States. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 97-101.

- De Jong, O. & Treagust, D. (2002) The teaching and learning of electrochemistry. In J. Gilbert, O. de Jong, R. Justi, D. Treagust & J. van Driel (Eds.). *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 317-337), Springer, Dordrecht.
- Demirdöğen, B. (2017). Examination of chemical representations in Turkish high school chemistry textbooks. *Journal of Baltic Science Education*, 16(4), 472-299.
- Fraenkel J. R., & Wallen N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education* (6th Ed.), Boston: McGraw-Hill.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. (2009). Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In J. K. Gilbert & D. Treagust (Eds.), *Models and modelling in science education: Multiple representations in chemical education* (pp. 1–8). The Netherlands: Springer.
- Gillette, G., & Sanger, M. J. (2014). Analysing the distribution of questions in the gas law chapters of secondary and introductory college chemistry textbooks from the United States. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 787-799.
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2011). Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(1), 5-14.
- Han, J., & Roth, W. (2006). Chemical inscriptions in Korean textbooks: Semiotics of macro and micro world. *Science Education*, 90(2), 173-201.
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in science education*, 31(3), 401-435.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.
- Johnstone, A. H. (2000a). Chemical education research: Where from Here? *University Chemistry Education*, 4(1), 34-38.
- Johnstone, A. H. (2000b). Teaching of chemistry-logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9-15.
- Johnstone, A. H. (2007). *Science education: We know the answers, let's look at the problems*. Paper presented at 5th Greek Conference on Science Education and New Technologies in Education, Adres

http://kodipheet.chem.uoi.gr/fifth_conf/pdf_synedriou/teyxos_A/1_kentrikes_omilies/1_KO-4-Johnstone.pdf (04.07.2019).

- Kapıcı, H. Ö., & Savaşçı-Açıklalın, F. (2015). Examination of visuals about the particulate nature of matter in Turkish middle school science textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(3), 518-536.
- Karslı, F. & Çalık, M. (2012). Can freshman science student teachers' alternative conceptions of 'electrochemical cells' be fully diminished? *Asian Journal of Chemistry*, 23(12), 485- 491.
- Kelly, R. M., Akaygun, S., Hansen, S. J., & Villalta-Cerdas, A. (2017). The effect that comparing molecular animations of varying accuracy has on students' submicroscopic explanations. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 582-600.
- Khine, M. S. (2013). Analysis of science textbooks for instructional effectiveness. In M. S. Khine (Ed.), *Critical analysis of science textbooks* (pp. 303-310). Netherlands: Springer.
- Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949-968.
- Kozma, R., & Russell, J. (2005). Students becoming chemists: Developing representational competence. In John K. Gilbert (Ed.), *Visualization in science education* (pp. 121-145). Netherlands: Springer.
- Kumi, B. C., Olimpo, J. T., Bartlett, F. and Dixon, B. L. (2013). Evaluating the effectiveness of organic chemistry textbooks in promoting representational fluency and understanding of 2D–3D diagrammatic relationships. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 177-187.
- Lee, Y. H. (2012). A review of elementary science textbook analysis research conducted over the past three decades in the United States and analysis of the nature of science in the introductory chapter of us elementary science textbooks. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(3), 398-412.
- Nyachwaya, J. M., & Gillaspie, M. (2016). Features of representations in general chemistry textbooks: a peek through the lens of the cognitive load theory. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(1), 58-71.
- Nyachwaya, J. M., & Wood, N. B. (2014). Evaluation of chemical representations in physical chemistry textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 720-728.
- Ogude, A. N., & Bradley, J. D. (1994). Ionic Conduction and Electrical Neutrality in Operating Electrochemical Cells. *Journal of Chemical Education*, 71(1), 29-34.

- Osman, K., & Lee, T. T. (2014). Impact of interactive multimedia module with pedagogical agents on students' understanding and motivation in the learning of electrochemistry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(2), 395-421.
- 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, 735-738.
- Pozzer, L. L., & Roth, W. M. (2003). Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1089-1114.
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1999). An analysis of college chemistry textbooks as sources of misconceptions and errors in electrochemistry. *Journal of Chemical Education*, 76(6), 853-860.
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (2000). Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instruction including computer animations and conceptual change strategies. *International Journal of Science Education*, 22(5), 521-537.
- Shehab, S. S., & BouJaoude, S. (2016). Analysis of the chemical representations in secondary Lebanese chemistry textbooks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(5), 797-816.
- Springer, M. T. (2014). Improving students' understanding of molecular structure through broad-based use of computer models in the undergraduate organic chemistry lecture. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1162-1168.
- Stylianidou, F. (2002). Analysis of science textbook pictures about energy and pupils' readings of them. *International Journal of Science Education*, 24(3), 257-283.
- Supasorn, S. (2015). Grade 12 students' conceptual understanding and mental models of galvanic cells before and after learning by using small-scale experiments in conjunction with a model kit. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 393-407.
- Taber K. S. (2009). Learning at the symbolic level. In J. K Gilbert & D. Treagust (Eds.), *Models and modelling in science education: Multiple representations in chemical education* (pp. 75–109). Netherlands: Springer.
- 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.

- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368.
- Upahi, J. E., & Ramnarain, U. (2019). Representations of chemical phenomena in secondary school chemistry textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 146-159.
- Woodward A., (1993). *Learning from textbooks, theory and practice*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wu H. K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 821-842.
- Wu, H. K., & Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88(3), 465-492.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.