

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlerle ilgili anlayışlarının incelenmesi

Hasene Esra YILDIRIR^{1*}, Ayşenur YILDIRIM²

¹Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

²Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Geliş Tarihi (Received Date): 28.01.2022

Kabul Tarihi (Accepted Date): 15.12.2022

Öz

Bu çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının ders kitaplarındaki kimyasal gösterimlerle ilgili anlayışlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma grubunu 3. ve 4. sınıf 18 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Veri toplamak için kimyasal gösterimler içeren kartlar kullanılmıştır. Öncelikle öğretmen adaylarının bu kartlarda yer alan kimyasal gösterimler hakkında ön bilgileri belirlenmiştir. Kimyadaki gösterimlerle ilgili bilgi ve örneklerin incelenmesi ve tartışılmasından sonra ise öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlerle ilgili son bilgileri belirlenmiştir. Öğretmen adayları ile kartlarda yer alan kimyasal gösterimler hakkında ikili görüşmeler yapılmıştır. Çalışmada fen bilgisi öğretmen adayları kimyasal gösterimleri yorumlama ve bu gösterimler arasında doğru ilişkiler kurmada istenilen düzeyde başarılı olamamışlardır. Öğretmen adaylarının tekli gösterim içeren kartlarda yer alan gösterimleri belirlemede başarılı ancak çoklu gösterimleri belirlemede zorlandıkları görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Ders kitabı, fen bilgisi öğretmen adayı, kimyasal gösterimler.

Investigation of pre-service science teacher's understandings about chemical representations

Abstract

In this study, it was aimed to examine chemical representations in textbooks within the scope of pre-service science teachers' perceptions. The sample group of the study consisted of 18 pre-service science teachers who studied in the 3rd and 4th grades at the university. In order to collect data, cards containing chemical representations were used. First of all, pre-service teachers' pre-knowledge about the chemical representations on these cards was determined. After examining and discussing the knowledge and examples about the representations in chemistry, the post-knowledge of the pre-service teachers

*Hasene Esra YILDIRIR, epoyraz@balikesir.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-9691-3730>
Ayşenur YILDIRIM, nureyn1@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4642-3458>

about the chemical representations was determined. Interviews were conducted with pre-service science teachers about the chemical representations on the cards. In the study, pre-service science teachers were not successful at the desired level in interpreting chemical representations and establishing correct relationships between these representations. It was seen that pre-service teachers were successful in identifying the representations on the cards containing single representations, but had difficulties in identifying multiple representations.

Keywords: *Textbook, pre-service science teacher, chemical representations.*

1. Giriş

1960'lı yıllardan bu zamana kimya öğretiminin gelişimini araştıran Johnstone (1991), kimya öğretiminin makroskobik, tanecik ve sembolik olmak üzere üç bileşenli bir yapıya sahip olduğunu öne sürmüştür. Öğretim programında yer alan kimya kavramları açıklanırken makroskobik, tanecik ve sembolik olarak üç temel seviye kullanılır [1]. Bu temel seviyeler öğrencilerin gözlemleyemedikleri veya deneyimleyemedikleri karmaşık kimyasal kavramları anlamalarına yardımcı olan kimyasal gösterimlerdir [2]. Öğrencilerin kimyasal bir gösterimi anlamlandırabilmesi, bahsedilen bilginin içerdiği gösterimlerin arasındaki ilişkiyi doğru bir şekilde yorumlamasına bağlıdır [3]. Kimya kavramları açıklanırken bahsedilen kavramın üç gösterimi arasındaki ilişkiler doğru bir şekilde vurgulandığında öğrencilerin kavram yanılgılarının azalacağı ve kimyasal kavramları daha kolay öğrenecekleri düşünülmektedir [4, 5]. Gösterimlerden birinin eksikliği ya da öğrenciler tarafından anlaşılabilmesi anlamlı öğrenmelerin gerçekleşmesini engelleyebilir [6]. Bu nedenle, gösterimlerin birbiriyle ilişkili bir şekilde verilerek öğrencilerin kimyadaki soyut kavramları anlamlandırması sağlanmalıdır [7].

Kimyasal gösterimlerin her birinin doğasını anlamak ve analizini yapmak kritik öneme sahiptir. Bu nedenle kimyasal gösterim türlerinin doğru tanımlanması gerekir. Makroskobik gösterimler insanların görsel algılarına göre olayları betimler [8]. Doğrudan gözlem yapılabilen, somut yaşantılar sağlayan deneyler ve deneyimler makroskobik seviyeyi oluşturur [1]. Video, resim, çizim gibi görünür yapılar ile makroskobik seviyenin anlaşılması sağlanabilir. Tanecikleri temsil eden gösterimler (alt-mikroskobik), maddenin özelliklerini tahmin etmek ve açıklamak için kullanılan modellerdir [6]. Zihinsel modeller ve gözle görülemeyecek olaylar tanecik seviyeyi oluşturur ve çizimler ile ortaya çıkarılır. Tanecik seviyenin anlaşılabilmesi için derslerde atom, molekül, iyon ve elektron gibi [8] kavramlar kullanılmalı ve bu kavramların öğretilmesinde modellerden ve analogilerden [4] yararlanılmalıdır. Sembolik gösterimler, makroskobik ve tanecik seviyelerin bir temsilidir [6]. Sembol, denklem, stokiyometrik katsayı [1], harfler, sayılar ve işaretler [8], denklemler, formüller, grafikler [9] ve eşitlikler sembolik seviyeyi oluşturur. Bunların dışında, aynı görselde birden fazla gösterim türünün bulunmasıyla çoklu veya hibrit gösterimler oluşabilir [3]. Çoklu gösterimler iki ya da üç farklı gösterim türünün eş zamanlı olarak birleşmesiyle elde edilirken hibrit gösterimler iki ya da üç farklı gösterim türünün özelliklerinin birleştirilmesiyle elde edilir [10]. Johnstone (1993), kimyasal gösterimleri makroskobik, tanecik ve sembolik olarak üç temel seviye gruplandırırken Talanquer (2011) kimyasal gösterimleri deneyimler, modeller ve gösterimler şeklinde gruplandırmıştır [11]. Talanquer (2011), deneyimleri, kimyasal sistemlerle ilgili doğrudan veya dolaylı gözlemlerimiz, modelleri kimyasal sistemler ve özelliklerini açıklamaya veya tahmin etmeye yönelik yapılar olarak tanımlamıştır. Gösterimlerin ise

hem deneyimler hem de modeller hakkında nitel ve nicel düşünmeyi ve iletişimi kolaylaştırmayı sağlayan statik ve dinamik görsel işaretler (kimyasal semboller ve formüller, tanecik çizimleri, matematiksel denklemler, animasyonlar vb.) olduğunu belirtmiştir [11].

1.1. Kimyasal gösterimlerle ilgili yapılan çalışmalar

Kimyasal bilgi ve anlayışın üç farklı seviyede ifade edilebileceğine yönelik çalışmalar son yıllarda kimya ve fen eğitiminde önemli bir yere sahip olmuştur [4]. Kimyasal gösterimler arasındaki ilişkiyi kurmanın kimyayı öğrenmede ne derece etkili olduğunu gösteren birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda öğrencilerin kimyasal kavramların hemen hepsine ilişkin alt-mikroskobik (tanecikli) seviyede ve kimyasal reaksiyonlara ilişkin sembolik seviyede kavram yanılgılarına sahip oldukları [12, 13], sembolik [14] ve alt-mikroskobik düzeyde kavramları açıklamada zorlandıkları belirlenmiştir [15]. Aynı zamanda öğrencilerin gösterimlerde, birden fazla belirlemede zorlandıkları [3], kimyasal gösterimler arasında uygun bağlantılar kuramadıkları [14], sembolik ve alt-mikroskobik düzeyde gösterimleri açıklarken makroskobik seviyeye yönelik açıklama yaptıkları [16] tespit edilmiştir. Philipp, Johnson ve Yeziarski (2014), derslerin gösterimler çerçevesinde işlendiğini fakat öğrencilerin gösterimleri kullanarak kimyasal kavramları tartışıp açıklayamadıklarını ve öğretmenlerin kimya öğretiminde gösterimleri kullansalar bile öğrencilerini bu gösterimleri kullanmaya teşvik etmediklerini vurgulamışlardır [9].

Alanyazında çeşitli öğretim yöntemlerinin öğrencilerin kimyayı kavramlarına etkisini inceleyen [6, 16, 17] çalışmaların da olduğu görülmektedir. Jaber ve Boujaoude (2012), 10. sınıf öğrencilerinin kimyasal reaksiyonlar konusunda yer alan kimyasal gösterimleri anlamalarının kavramsal anlamalarına etkisini araştırmışlardır [16]. Deney grubunda makroskobik, alt-mikroskobik ve sembolik gösterimler içeren ve bu gösterimler arasındaki ilişkileri ön plana çıkaran bir öğretim gerçekleştirilirken, kontrol grubunda kimyasal reaksiyonları içeren problemlerin yer aldığı bir öğretim gerçekleştirilmiştir. Çalışmada iki grupta da çoğu öğrencinin kimyasal reaksiyonları makroskobik seviyede yorumlayabildiği ve alt-mikroskobik düzeyde gösterimleri açıklarken makroskobik seviyeye yönelik açıklamada buldukları ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar makroskobik, alt-mikroskobik ve sembolik gösterimlerin, öğrencilerin kimyasal reaksiyonlar konusunu anlamalarını kolaylaştırdığını vurgulamışlardır. Ye, Lu ve Bi (2018), iyonik reaksiyonlar konusunda öğrencilerin kimyasal gösterimler ile ilgili anlayışlarını geliştirmek için mikro tabanlı bilgisayar laboratuvarını kullanmışlardır [6]. Deney grubunda mikro tabanlı bilgisayar laboratuvarı ile ölçülen iletkenlik grafikleri kontrol grubuna asit-baz titrasyon deneyleri gösterilmiştir. Araştırmacılar iletkenlik grafiklerinin öğrencilerin kimyasal gösterimleri anlamalarını olumlu yönde etkilediğini ve diğer gruptaki öğrencilere göre daha fazla gösterim oluşturduklarını belirlemişlerdir. Yakmacı-Güzel ve Adadan (2013) işbirliğine dayalı grup çalışması, tartışma ve kendini yansıtma ile birleştirilen çoklu gösterimlerin kullanıldığı öğretimin kimya öğretmen adaylarının maddenin yapısına ilişkin anlayışlarına etkisini incelemişlerdir [17]. Araştırmacılar öğretmen adaylarının maddenin tanecikli boyutu temsil eden gösterimlerini sınıflamada zorlandıklarını ancak çoklu gösterimlere dayalı öğretimin öğretmen adaylarının maddenin fiziksel hali ile ilgili tanecikli doğa anlayışlarını değiştirmede etkili olduğunu belirlemişlerdir.

1.2. Ders kitaplarındaki kimyasal gösterimler ile ilgili yapılan çalışmalar

Belirli eğitim seviyelerinde, belirli konularda, öğretim programları ile uyumlu olarak hazırlanan ders kitapları hem öğretmenler hem de öğrenciler için fen öğretimini ve

öğrenimini destekleyici temel bir materyal olarak önemli role sahiptir [18]. Kimyanın soyut yapısı düşünüldüğünde, ders kitapları öğretmenlerin hangi kimyasal kavramları öğreteceği ve öğrencilerin bu kavramları nasıl öğrenmesi gerektiği ile ilgili bir rehber olarak kullanılır [8]. Kimya ders kitaplarında kimyasal gösterimlerin en iyi şekilde ifade edilmesini sağlayan gösterimler ve modeller bulunmaktadır [3]. Ders kitaplarında uygun gösterimlerin kullanılması ile öğrencilerin soyut olan kimyasal kavramları anlamada yaşadıkları zorluklar en az seviyeye indirilmiş olacaktır [10, 19, 20].

Bu gerçekten yola çıkarak, alanyazında ders kitaplarında yer alan gösterimlerle ilgili çalışmalar yapılmıştır. Gkitzia, Salta ve Tzougraki (2011) kimya ders kitaplarındaki kimyasal gösterimlerin hangi özelliklere sahip olması gerektiği ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmişlerdir [8]. Araştırmacılar gösterimleri değerlendirmek için “gösterimlerin tipi”, “yüzey özelliklerinin yorumlanması”, “gösterimlerin metinle ilişkisi”, “altyazıların özellikleri”, “çoklu gösterimi oluşturan bileşenler arasındaki korelasyon” şeklinde beş kriter belirlemişlerdir. Bu kriterleri test etmek için beş tane 10. sınıf kimya ders kitabındaki gösterimleri inceleyerek bu kriterlerin kimyasal gösterimleri incelemede geçerli ve güvenilir olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Gkitzia, Salta ve Tzougraki (2011)'nin geliştirdiği bu rubrik farklı ülkelerden araştırmacılar tarafından da kullanılmıştır [10, 21, 22, 23, 24]. Shehab ve Boujaoude (2017) inceledikleri yedi Lübnan kimya ders kitabındaki kimyasal gösterimlerin, genellikle makroskobik seviyede ve örtük olduğunu, görsellerin başlık içermeyip çok azının karışık ve çoklu gösterimler içerdiğini belirlemişlerdir [21]. On iki fiziksel kimya ders kitabını inceleyen Nyachwaya ve Wood (2014) gösterimlerin çoğunun sembolik türde olduğunu ve hemen hemen hepsinin metne tamamen bağlı olduğunu vurgulamışlardır [19]. Demirdöğen (2017) Türkiye’deki 9., 10., 11. ve 12. sınıf seviyesinde 4 lise kimya ders kitabını incelemiştir. Demirdöğen (2017), ders kitaplarındaki gösterimlerin en çok makroskobik, sembolik ve hibrit türde olup metne uygun başlıklarına sahip olduklarını belirtmiştir. Ayrıca çoklu gösterimler açısından alt-mikroskobik-sembolik ve makroskobik-sembolik şeklindeki gösterimlerin kitaplarda daha çok bulunduğunu vurgulamıştır. Diğer kriterler açısından, gösterimlerin altyazılarının metne uygun ve gösterimlerin çoğunluğunun açık yüzey özelliklerine sahip olduğunu belirlemiştir [22]. Upahi ve Ramnarain (2019) 10., 11. ve 12. sınıf seviyesinde 3 kimya ders kitabı incelemiştir. Araştırmacılar inceledikleri kimya ders kitaplarında, en çok sembolik gösterimlerin bulunduğunu, çoklu gösterimlerin de yer aldığını ancak karışık gösterimlerin bulunmadığını belirlemişlerdir [10]. Kapıcı ve Savaşçı-Açıklan (2015) 3 tane 6. sınıf, 3 tane 7. sınıf ve 2 tane 8. sınıf olmak üzere 8 tane Türk ortaokul Fen Bilgisi ders kitabında yer alan maddenin tanecikli yapısı ile ilgili 825 görsel incelemiştir. Araştırmacılar inceledikleri ders kitaplarında, maddenin tanecikli yapısına yönelik çoğunlukla makroskobik gösterimlerin yer aldığını, çok az sayıda görselin metin ile ilişkili olduğunu ve alt yazı içermediğini belirlemişlerdir [23]. Bunun yanında Yalçın Çelik, Deniz Kök, Aydoğan Tosun ve Uzuner (2022) 9. sınıf kimya etkileşimli e-kitaplarını, içerdiği etkileşim çeşidi, öğrenciyi dâhil ettiği öğrenme faaliyeti ve etkileşimde kullanılan görselleri kimyanın makroskobik, tanecikli ve sembolik boyutlarını temsil etme açısından analiz etmişlerdir. Çalışma sonunda, araştırmacılar e-kitaplarda en az tanecikli boyutu temsil eden mikroskobik gösterimlerin en çok ise kimya dilini ifade eden sembolik gösterimlerin olduğunu belirlemişlerdir. Buna bağlı olarak çalışmada öğrencilerin soyut kavramları modelleyebilmeleri için mikroskobik doğayı temsil eden gösterimlerin artırılması gerektiği önerilmiştir [24].

Ders kitaplarında yer alan kimyasal gösterimlerin analizine yönelik birçok araştırma olmasına rağmen, bu çalışmalardan bazıları kimyasal olaylar ve maddenin tanecikli yapısı

gibi belirli konular üzerine yoğunlaşırken [10, 23], çoğu çalışma ders kitaplarının tamamını incelemiştir [8, 19, 21, 22]. Alanyazında öğretmen adaylarının ders kitaplarındaki kimyasal gösterimleri nasıl yorumladıklarını araştıran bir çalışmaya ise rastlanmamıştır. Öğretmen adaylarının, ders kitaplarındaki gösterimler ile ilgili anlayışları gelecekte öğrencilerinin anlayışlarını da etkileyecektir. Ders kitapları zengin görselleştirmeler içerse bile, öğrencilerin her bir görselleştirmeyi nasıl anladığı ve öğretmenlerin sınıflarında onları nasıl kullandıkları çok önemlidir [25]. Öğretmenlerin derslerinde kimyasal olayları açıklarken kullandıkları gösterimler ve bu gösterimler arasındaki ilişkileri doğru şekilde vurgulayarak öğretimlerini gerçekleştirmeleri gerekir. Yukarıda sunulan bilgi ve gerekçelere dayalı olarak bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının ders kitaplarında yer alan kimyasal gösterimlerle ilgili anlayışlarının belirlenmesi önemli görülmüş ve fen bilgisi öğretmen adaylarının ders kitaplarında yer alan kimyasal gösterimlerle ilgili anlayışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırmada “Fen bilgisi öğretmen adaylarının genel kimya ders kitaplarındaki kimyasal gösterimler ile ilgili anlayışları nasıldır? sorusuna yanıt aranmıştır.

2. Yöntem

Araştırmada nitel araştırma desenlerinden biri olan durum çalışması kullanılmıştır. Creswell (2007)'e göre, durum çalışması araştırmacının zaman içerisinde sınırlandırılmış bir veya birkaç durumu gözlemler, görüşmeler, görsel-işitseller, dokümanlar, raporlar ile derinlemesine incelediği ve duruma bağlı temaları tanımladığı nitel bir araştırma yaklaşımıdır [26]. Bu çalışmada, ele alınan durum fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimler ile ilgili anlayışlarıdır.

2.1. Çalışma grubu

Çalışma grubunda yer alan öğretmen adaylarının belirlenmesi için amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir durum örnekleme kullanılmıştır. Kolay ulaşılabilir durum örneklemesinde araştırmacı, yakın olan ve erişilmesi kolay olan bir durumu seçtiğinden araştırmaya hız ve pratiklik kazandırır [27]. Araştırmanın çalışma grubunu, Türkiye'nin batısında yer alan bir üniversitenin Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programında öğrenim gören 3. ve 4. sınıf öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışmaya katılacak fen bilgisi adaylarının belirlenmesi amacıyla, fen bilgisi öğretmen adaylarına çalışma ile ilgili duyuru yapılarak çalışmanın içeriği ve öğretim ile ilgili bilgi verilmiştir. Çalışmaya katılabileceğini ifade eden ve daha önce kimyasal gösterimlerle ilgili bir çalışmada yer almayan 18 fen bilgisi öğretmen adayı seçilmiştir. Daha sonra öğretmen adayları ile görüşülerek ders programları zaman uygunluğu açısından karşılaştırılmış ve çalışmaya katılım sağlamada uygun oldukları ortak zaman belirlenmiştir. Çalışmaya gönüllü olarak 18 fen bilgisi öğretmen adayı (9 tane 3. sınıf, 9 tane 4. sınıf) katılmıştır. Öğretmen adaylarının hepsi kız öğrencilerden oluşmaktadır. Bu öğretmen adayları kimya ile ilgili olan alan derslerinden Genel Kimya I-II, Genel Kimya Laboratuvarı I-II, Genel Kimya III (Analitik Kimya), Genel Kimya IV (Organik Kimya) derslerini almışlardır. Kimya ile ilgili alan eğitimi derslerinden öğretmen adaylarının hepsi Kimyada Özel Konular dersini almışlardır.

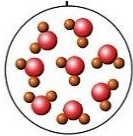


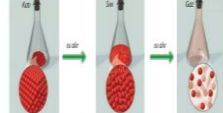


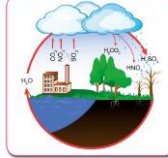
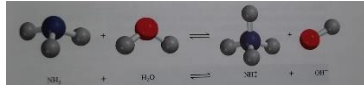


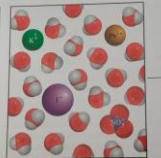
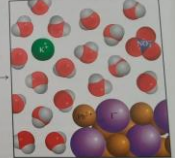
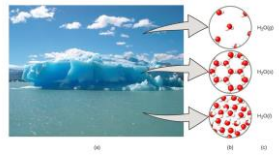






2.2. Prosedür ve veri toplama

Veri toplamak amacıyla farklı türde kimyasal gösterimlerin yer aldığı kartlar ve öğretmen adaylarının lisans eğitimlerinde kullandıkları genel kimya ders kitapları kullanılmıştır. Bu süreçte öncelikle, öğretmen adaylarının kimyasal gösterimleri nasıl algıladıklarını

belirlemek için kimyasal gösterimlerin yer aldığı kartlar oluşturulmuştur. Kartların oluşturulmasına yönelik olarak konu ile ilgili alanyazın taraması yapılmış ve üniversite düzeyinde bir genel kimya kitabından [28] farklı kimyasal gösterim türlerini içeren 28 kart belirlenmiştir. Hazırlanan kartların hedeflenen kimyasal gösterimler açısından uygunluğunun değerlendirilmesi amacıyla kartlar kimya alanında ve fen eğitiminde uzman iki öğretim üyesinin görüşüne sunulmuştur. Sonrasında 5 kişilik öğrenci grubu ile sürece yönelik bir pilot uygulama yapılmıştır. Uzmanların ve öğrenci grubunun dönütleri sonucunda kart sayısı 28'dan 26'ya düşürülmüştür. Kartların seçiminde sadece tek gösterim içeren (örneğin makroskobik) kartlar ile birden fazla gösterimin olduğu (makroskobik+sembolik, sembolik+altmikroskobik, makroskobik+altmikroskobik, veya makroskobik+sembolik+altmikroskobik gibi) farklı türde gösterim içeren kartların olmasına dikkat edilmiştir. Bir gösterimi içeren farklı tipte yapıların olması için o gösterime yönelik birden fazla kart seçilmiştir. Çalışmada yer alan kartlar; 7 makroskobik, 2 alt-mikroskobik, 5 sembolik, 3 makroskobik ve sembolik, 3 makroskobik ve alt-mikroskobik, 3 sembolik ve alt-mikroskobik, 3 sembolik, makroskobik ve alt-mikroskobik görsel içermektedir. Toplam 26 kart oluşturulmuştur. Bu kartlar “maddenin yapısı”, “atomlar, moleküller ve iyonlar”, “sulu çözelti tepkimeleri”, “gazlar”, “termokimya”, “kuantum kuramı ve atomların elektron yapısı”, “elementlerin periyodik ilişkileri”, “kimyasal bağlanma” ve “moleküllerarası kuvvetler, sıvılar ve katılar” konularıyla ilgilidir.

Kartların oluşturulmasından sonra öğretmen adayları ile bireysel görüşmeler yapılarak kartlarda hangi kimyasal gösterimlerin yer aldığını tanımlamaları ve seçimlerine göre gösterim türü veya türlerini açıklamaları istenmiştir. Öğretmen adaylarıyla yapılan bireysel görüşmeler 2 hafta sürmüştür. Bu sürecin sonunda öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlerle ilgili ön bilgileri belirlenmiştir. Daha sonra kimyanın üçlü gösterimi [1] ile ilgili bilgi ve örneklerin yer aldığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ikinci araştırmacı tarafından 3 ders saatinde gerçekleştirilmiştir. Bu derslerde kimyasal gösterimler Madde ve Sulu çözelti tepkimeleri konularında anlatılmıştır. Bu derslerde kimyasal gösterimler hakkında bilgi verilerek bu gösterimlerin farklılıkları ve aralarında ilişki kurulmasının önemi vurgulanmıştır. Bu süreçte, “kimyanın dili nedir? kimyasal gösterim neyi ifade eder? kimya derslerinde kimyasal gösterim türleri arasında ilişki kurulması neden önemlidir? ve kimyasal gösterim türleri nelerdir? soruları üzerinde durulmuştur. Bu süreçte tartışma ortamı sağlamak için görseller içeren toplam 7 soru hazırlanmıştır. 1.soruda kimya dilinin yani kimyasal gösterimin neyi ifade ettiğini ve kimyasal gösterimler arasındaki ilişkinin önemini vurgulamak için öğretmen adaylarına üç görselin neyi ifade ettiği ve aralarında nasıl bir ilişki olduğu sorulmuş ve tartışmaları sağlanmıştır (Şekil 1). 2.soruda sembolik gösterimin önemini vurgulamak için öğretmen adaylarına O_2 ile $O_{2(g)}$ arasındaki farklılığın ne olduğu ve tahtaya sadece “ O_2 ” yazıldığında öğrencilerin bunu ne olarak düşünecekleri sorulmuş ve bu soruyu cevaplamaları istenmiştir. Bu soru ile öğretmen adaylarının makroskobik boyuttaki oksijen gazı ile alt mikroskobik boyuttaki oksijen molekülünün sembolik gösterimlerinin farklılığına dikkat çekmeye çalışılmıştır. Yapılan araştırmalarda öğrencilerin madde ile taneciklerin sembolik gösterimlerini ayırt edemedikleri, molekül için kullanılan (O_2 gibi) sembolik gösterimleri madde (Oksijen gazı gibi) için de kullandıkları belirlenmiştir [29]. Daha sonraki süreçte kimyasal gösterim türlerinin neler olduğunu öğretmeye yönelik tartışmalar için farklı tipte gösterimlerin olduğu görseller içeren 3 soru (3., 4., ve 5. soru) hazırlanmıştır (Şekil 1). Bu sorular ile tekli gösterim, çoklu gösterim, karışık gösterim ve hibrit gösterimlerin öğretilmesi hedeflenmiştir. Öğretmen adaylarından buradaki gösterimler arasında ne tür benzerlikler ve farklılıklar olduğunu tartışmaları istenmiştir.

3.soruda tekli gösterim (1: makroskobik gösterim) ile çoklu gösterim (2: makroskobik+ alt-mikroskobik, 3: hibrit gösterim (makroskobik+ alt-mikroskobik)) üzerinde durulmuştur. 4.soruda sembolik (1), sembolik + makroskobik (2) ve sembolik + alt-mikroskobik (3) gösterime yönelik görseller üzerinde tartışmalar yapılmıştır. 5.soruda ders kitaplarında çok fazla yer almayan karışık gösterim türünde bir görsel gösterilmiş ve öğretmen adaylarına bu görselin diğerlerinden farkı sorularak karışık türde gösterimin ne olduğu açıklanmıştır [21]. 6.soruda öğretmen adaylarından üç gösterim türünün hepsini içeren bir görsel düşünüp çizmeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının çizimleri incelenip üzerinde tartışıldıktan sonra Şekil 1'deki görseller (6.soru) örnek olarak gösterilmiş ve tartışılmıştır. 7.soruda öğretmen adaylarına sodyum klorür maddesinin katı hali ile çözeltisi ve oksijen gazı ve çözeltisinin makroskobik gösterimleri verilerek öğretmen adaylarından bu maddelerin alt-mikroskobik gösterimlerini çizmeleri ve sembolik gösterimlerini yazmaları istenmiştir. Bu soru ile öğretmen adaylarının farklı türdeki (element, bileşik, karışım) maddelerin alt-mikroskobik boyutunun farklı olacağını görmeleri, aynı maddenin farklı fiziksel hallerine göre sembolik gösteriminin değiştiğini fark etmeleri ve kimyanın öğretiminde gösterimler arası ilişkinin önemini öğrenmeleri amaçlanmıştır. Genel olarak tartışmalar sonrasında, kimyasal gösterimler ile ilgili gerekli açıklamalar araştırmacılar tarafından yapılmıştır.

Soru No						
1.soru		$H_2O_{(s)}$				
2.soru	$O_{2(g)}$			O_2		
3.soru						
4.soru						
5.soru						
6.soru						
7.soru						
	Buz	Su	Yemek tuzu	Sodyum klorür çözeltisi	Oksijen gazı ile dolu balon	Sulu oksijen çözeltisi

Şekil 1. Sorularda kullanılan görseller

Kimyasal gösterimlerle ilgili bu süreçten 2 hafta sonra öğretmen adayları ile bireysel olarak ikili görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerde aynı kartlar gösterilerek kartlarda hangi kimyasal gösterimlerin olduğunu tanımlamaları ve seçimlerine göre gösterim türü veya türlerini açıklamaları istenmiştir.

2.3. Veri analizi

Öğretmen adaylarının kimyasal gösterimleri içeren kartlarla ilgili görüşleri betimsel analiz ile incelenmiştir. Öncelikle görüşme kayıtları yazıya dökülmüştür. Verilerin analizinde, Tablo 1’de görülen Head, Yoder, Genton ve Sumperl (2017) tarafından belirlenen temalar ve kodlar kullanılmıştır [3]. Betimsel analiz ile katılımcıların görüşlerinden örnek ifadeler verilerek tema ve kategoriler daha anlaşılır hale getirilmeye çalışılmıştır. Kartların kodlanmasında sadece kartları isimlendirmek adına harfler kullanılmıştır (Tablo 2). Sadece makroskobik gösterim içeren 7 kart A, G, H, L, T, Ü, Y, sadece sembolik gösterim içeren 5 kart C, F, M, N, U ve sadece alt-mikroskobik gösterim içeren 2 kart B ve D harfi ile kodlanmıştır. Çoklu gösterimlerde kartlardan makroskobik+sembolik gösterim içeren 3 kart E, K, Ö, alt-mikroskobik+sembolik gösterim içeren 3 kart İ, P, Ş ve makroskobik+alt-mikroskobik gösterim içeren 3 kart I, O ve V harfi kullanılmıştır. Makroskobik+sembolik+alt-mikroskobik şeklinde 3 gösterimin olduğu 3 kart ise J, R ve S harfleri ile kodlanmıştır. Ek 1’de çalışmada kullanılan kartlar verilmiştir.

Tablo 1. Gösterimlerin analizine yönelik kriterler
(Head, Yoder, Genton ve Sumperl, 2017)

Kimyasal Gösterimler	Kriterler
Makroskobik (M)	Gözle görülebilen nesnelere içerir.
	Gözlenebilen bir süreci gösterir.
	Gösterimde tanecikler yoktur.
	Duyabileceğimiz bir şeydir.
Sembolik (S)	Göremeyeceğimiz bir şeyi gösterir.
	Eşitlik, formül, sayı, harf veya etiket içerir.
	Bir sürecin gösterimi (elektronların yeri, kimyasal eşitlikler)
	Verinin gösterimi
	Bilgiyi göstermek için renklerin kullanımı
	Maddenin tanecikli yapısını göstermek için sembollerin kullanımı
Alt-mikroskobik (A-M)	Bir atom veya molekülün varlığı
	Tanecik seviyesinde bir şeyle bağlantı kurma

Tablo 2. Araştırmadaki kartlar için kullanılan isimler

Gösterim Türü	Kartların İsimleri
Makroskobik (M)	A, G, H, L, T, Ü, Y
Sembolik (S)	C, F, M, N, U
Alt-mikroskobik (A-M)	B, D
Makroskobik+sembolik (M+S)	E, K, Ö
Alt-mikroskobik+sembolik (A-M+S)	İ, P, Ş
Makroskobik+alt-mikroskobik (M+A-M)	I, O, V
Makroskobik+sembolik+alt-mikroskobik (M+S+A-M)	J, R, S

2.4. Araştırmanın etik izinleri

Yapılan bu çalışmada araştırma etiği ilkeleri gözetilmiş olup gerekli etik kurul izinleri alınmıştır (08.04.2021, E-28932772-302.08.01-31519). Bunun yanında, etik ilkelerin sağlanması amacıyla öğretmen adayları gönüllü olarak çalışmaya katılmayı kabul etmişler ve verilerinin kullanılmasına izin vermişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarına istediklerinde çalışmadan ayrılacakları taahhütü verilmiştir. Verilerin sunumunda öğretmen adaylarının gerçek isimleri değil kodlar kullanılmıştır.

2.5. Geçerlik ve güvenilirlik

Kimyasal gösterimlerin yer aldığı kartların seçiminde, araştırma kapsamında kullanılan Genel Kimya (Chang ve Goldsby, 2014) kitabından öğretmen adaylarının eğitim süreçlerinde öğrendikleri farklı kimya konuları ile ilgili çeşitli görsellere yer verilerek kartların kapsam geçerliliği sağlanmaya çalışılmıştır [28]. Geçerliliği sağlamak için her gösterim seviyesini içeren birer kart ve iki veya üç gösterim seviyesini birlikte içeren farklı kartların yer almasına dikkat edilmiştir. Bir gösterimi içeren farklı tipte yapıların olması ve duyarlılığın artması ile güvenilirliği sağlayabilmek için o gösterime yönelik birden fazla kart seçilmiştir. Çalışmanın iç tutarlılığını sağlayabilmek için aynı gösterime sahip farklı yapıların olduğu kartlar tercih edilmiştir. Örneğin iki değişken arasındaki ilişkiyi gösteren bir grafik ile asit ve bazların p^H değerini hesaplamak için kullanılan formül farklı iki yapıda olup her ikisi de sembolik bir gösterimdir. Kartlar belirlendikten sonra, birbirinden habersiz olan fen ve kimya eğitiminde uzman farklı iki öğretim üyesinin kartlara yönelik görüşleri alınmış ve bu uzmanların görüşleri karşılaştırılıp değerlendirilerek araştırmada kullanılacak kartlar belirlenmiştir.

Öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerin analizinde Tablo 1’de görülen Head, Yoder, Genton ve Sumperl (2017) tarafından belirlenen temalar ve kodlar kullanılmıştır. Veri analizinin güvenilirliğini sağlamak için, analizler çalışmanın ikinci yazarı tarafından 2 ay arayla 2 kez yapılmıştır. İki analiz sonucunda elde edilen veriler kullanılarak güvenilirlik değeri hesaplanmıştır. Bu hesaplamada Miles ve Huberman (1994) tarafından önerilen kodlayıcı güvenilirliği formülü kullanılmıştır [30]. Hesaplama sonucunda analiz sonuçlarının %98,15 oranında uyumlu olduğu belirlenmiştir. %80 üzerindeki değerlerin güvenilirlik için yeterli olduğu ifade edilmiştir [30]. Bu durum analizler arasındaki uyumun %80 üzerinde olduğunu ve güvenilirlik için yeterli düzeyde olduğu göstermektedir.

3. Bulgular

Bu bölümde, fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimler ile ilgili anlayışlarına ait bulgulara yer verilmiştir.

3.1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim öncesi kimyasal gösterimlerle ilgili anlayışlarına ait bulgular

Araştırmanın başlangıcında öğretmen adaylarına 26 kart gösterilerek bu kartlardaki kimyasal gösterimleri tanımlamaları ve seçimlerinin nedenini açıklamaları istenmiştir. Bu açıklamalar Head, Yoder, Genton ve Sumperl (2017) tarafından belirlenen temalar ve kodlar kullanılarak analiz edilmiş ve öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlerle ilgili ön bilgileri belirlenmiştir. Bu ön bilgilere ait bulgular Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere yönelik ön bilgileri.

Gösterim türü	Kod	Örnek katılımcı ifadeleri	Katılımcı (f)
Makroskobik gösterim	Gözle görülebilen nesnelere içerir.	“Derişik ve seyreltik çözeltileri, bu çözeltilerin görünüşlerini anlatmış resim” (Ö18, Kart I)	18
	Gözlenebilen bir süreci gösterir.	“Bir maddenin titrasyon ile renk deęiřtirmesini gösteren düzenek var” (Ö14, Kart Ü)	18
	Gösterimde tanecikler yoktur.	-	-
	Duyabileceğimiz bir şeydir.	-	-
Sembolik gösterim	Göremeyeceğimiz bir şeyi gösterir.	-	-
	Eşitlik, formül, sayı, harf veya etiket içerir.	“Tabloda periyodik sistemdeki elementlerin sembolleri verilmiş” (Ö3, Kart M)	16
	Bir sürecin gösterimi	“Metallerin çözeltiler ile verdikleri tepkimeler gösterilmiş” (Ö18, Kart J)	10
	Verinin gösterimi	“Hacim ve basınç arasındaki ters ilişkiyi gösteren grafik verilmiş” (Ö6, Kart C)	16
	Bilgiyi göstermek için renklerin kullanımı	-	-
	Maddenin tanecikli yapısını göstermek için sembollerin kullanımı	-	-
Alt-mikroskobik gösterim	Bir atom veya molekülün varlığı	“Farklı atomların bir araya gelerek oluşturdukları molekülleri gösteriyor” (Ö15, Kart P)	18
	Tanecik seviyesinde bir şeyle bağlantı kurma	-	-

Tablo 3’te görüldüğü gibi öğretmen adayları 26 kartta yer alan kimyasal gösterimlerle ilgili olarak makroskobik gösterimi açıklarken 2 kod, sembolik gösterimi açıklarken 3 kod ve alt-mikroskobik gösterimi açıklarken sadece 1 koda yönelik açıklama yapmışlardır. Ancak örnek ifadelerden görülebileceği gibi açıklamalarında kimyasal gösterim türlerini tanımlamadan sadece kartlardaki görselleri tasvir etmişlerdir.

3.2. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının öğretim sonrası kimyasal gösterimlerle ilgili anlayışlarına ait bulgular

Kimyasal gösterimlerle ilgili Johnstone (1993)’un makalesindeki bilgilerin ve örneklerin incelenmesinden sonra öğretmen adaylarının kartlarla ilgili açıklamalarına ait bulgular alt başlıklar şeklinde verilmiştir.

3.2.1. Tek gösterim içeren kartlar ile ilgili bulgular

Öğretmen adaylarına tekli gösterim grubunda 7 makroskobik, 2 alt-mikroskobik ve 5 sembolik gösterim içeren kart verilmiştir. Öğretmen adaylarının bu kartlarla ilgili görüşlerine bağlı olarak oluşturulan bilgiler Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Fen bilgisi öğretmen adaylarının makroskobik kartlarla ilgili düşündükleri gösterim türleri

Kartlarda yer alan gösterim türü	Kart	Gösterim türü	Katılımcı	
			3.sınıf (f)	4.sınıf (f)
Makroskobik gösterim	A	M	7	8
		$M+A-M$	2	1
	G	M	8	9
		$M+A-M$	1	-
	H	M	7	9
		$M+A-M$	2	-
	L	M	6	9
		$M+A-M$	3	-
	T	M	6	9
		$M+A-M$	3	-
	Ü	M	9	8
		$M+A-M$	-	1
	Y	M	9	9
	Sembolik gösterim	C	S	9
F		S	7	9
		$A-M$	2	-
M		S	8	8
		$S+M$	1	1
N		S	9	9
U	S	9	8	
	$A-M$	-	1	
Alt-mikroskobik gösterim	B	$A-M$	4	7
		S	-	2
		$A-M+S$	3	-
		$A-M+M$	1	-
		$M+S$	1	-
	D	$A-M$	9	8
		$S+A-M$	-	1

Tablo 4 incelendiğinde, öğretmen adaylarının en fazla makroskobik gösterim içeren kartlarla ilgili yanıldıkları görülmektedir. Çoklu gösterim olduğunu düşünen bu öğretmen adayları makroskobik gösterimin yanında alt-mikroskobik gösterimin olduğunu da vurgulamışlardır. Öğretmen adayları çözeltilerdeki tanecikleri gözlemleyemedikleri ve L kartında yanma esnasında deney tüpünde gerçekleşen reaksiyonları gözle göremedikleri için aynı zamanda tanecik gösterimi içerdiğini ifade etmişlerdir.

Sembolik gösterim içeren kartlarla ilgili olarak, öğretmen adaylarının çoğunluğu doğru gösterimi belirlemiştir. Sadece 3 öğretmen adayı bu kartların alt-mikroskobik olduğunu düşünürken 2 öğretmen adayı sembolik ve makroskobik şeklinde çoklu bir gösterimi olduğunu düşünmüşlerdir. Öğretmen adayları alt-mikroskobik gösterim olmasını gaz moleküllerinde gerçekleşen değişimin sadece mikroskop ile görülmesine bağlamışlardır. Çoklu bir gösterim olduğunu düşünen öğretmen adayları ise M kartında gözle görebildiğimiz bir tablo bulunduğu için makroskobik ve elementlerin sembolleri yer aldığı için sembolik gösterim içerdiğini ifade etmişlerdir.

Alt-mikroskobik gösterimin olduğu kartlarla ilgili olarak, 11 öğretmen adayı alt-mikroskobik gösterim olduğunu ifade ederken, 2 öğretmen adayı sembolik 5 öğretmen adayı ise çoklu gösterim olduğunu belirtmişlerdir. Sadece 1 öğretmen adayı D kartındaki görselin sembolik ve alt-mikroskobik şeklinde çoklu bir gösterim olduğunu belirtmiştir.

Sembolik gösterim olduğunu düşünen öğretmen adayları bunun nedenini taneciklerin sembollerle gösterilmesine bağlamıştır.

3.2.2. Çoklu gösterim içeren kartlar ile ilgili bulgular

Öğretmen adaylarına çoklu gösterim grubunda 3 makroskobik + sembolik, 3 alt-mikroskobik + sembolik ve 3 makroskobik + alt-mikroskobik ve 3 makroskobik + sembolik + alt-mikroskobik gösterim içeren kart verilmiştir. Öğretmen adaylarının çoklu gösterim içeren kartlarla ilgili görüşlerine bağlı olarak oluşturulan bilgiler Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5 incelendiğinde, öğretmen adaylarının kartlardaki çoklu gösterimlerle ilgili olarak farklı görüşlerinin olduğu görülmektedir. Makroskobik+sembolik gösterim içeren kartlara ait bulgular incelendiğinde öğretmen adaylarının çoğunluğunun E ve Ö kartlarının sadece makroskobik, K kartının ise sadece sembolik gösterim içerdiğini belirtmişlerdir. Sadece makroskobik gösterim olduğunu düşünen öğretmen adayları bu durumu E kartında gördüğümüz elementlerin günlük hayatta karşımıza çıkmaları ve Ö kartında gözle görülebilir bir deney düzeneğini olması şeklinde açıklamışlardır. K kartı ile ilgili olarak, öğretmen adayları elektromanyetik ışınların dalga boyu ve frekans değerlerini gösteren bir grafik içerdiği için yalnızca sembolik gösterim olduğunu belirtmişlerdir. Tablo 5’te K ve Ö kartının alt-mikroskobik gösterim içerdiğini düşünen öğretmen adayları olduğu görülmektedir. Bu öğretmen adayları elektromanyetik ışınların gözle görülememesi, bazı dalga boylarının yalnızca mikroskop ile görülebilmesi (K kartı) veya gazın gözle göremeyip mikroskop ile görülebileceğini (Ö kartı) düşündükleri için alt-mikroskobik olduğunu belirtmişlerdir.

Alt-mikroskobik+sembolik gösterim içeren kartlara ait bulgular incelendiğinden öğretmen adaylarının çoğunluğunun doğru çoklu gösterimi belirlediği görülmektedir. Diğer öğretmen adaylarının 9’u sadece alt-mikroskobik, 3’ü sadece sembolik ve 1’i sadece makroskobik gösterim içerdiğini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları sadece alt-mikroskobik gösterim içermesini kartlardaki tanecik modellerinin olmasına bağlamışlardır. Sadece sembolik gösterim olduğunu düşünen öğretmen adayları kartlardaki elementlerin sembollerini vurgularken makroskobik gösterim içerdiğini düşünen öğretmen adayı bu durumu karttaki görselin gözle görülebilir olması şeklinde açıklamıştır.

Makroskobik+alt-mikroskobik gösterim içeren kartlara ait bulgular incelendiğinden öğretmen adaylarının çoğunluğunun doğru çoklu gösterimi belirlediği görülmektedir. Diğer öğretmen adaylarının 12’si sadece alt-mikroskobik, 2’si alt-mikroskobik+sembolik ve 1’i sadece makroskobik gösterim içerdiğini belirtmişlerdir. Sadece alt-mikroskobik gösterim olduğunu düşünen öğretmen adayları bu durumu kartlarda tanecik modellerinin olması şeklinde açıklamışlardır. Alt-mikroskobik+sembolik çoklu gösterim olduğunu düşünen öğretmen adayları kartlardaki tanecik modellerini düşünerek alt-mikroskobik görselin altında yer alan yazılar nedeniyle sembolik gösterim olduğunu belirtmişlerdir (O kartı). I kartının sadece makroskobik gösterim içerdiğini düşünen öğretmen adayı bu durumun nedenini beherlerin içindeki derişik ve seyreltik çözeltilerin görülmesine bağlamıştır. Aynı zamanda hibrit bir gösterime sahip olan I ve O kartları ile ilgili olarak, 14 öğretmen adayı I kartının, 8 öğretmen adayı O kartının doğru bir şekilde hibrit bir gösterim olduğunu belirlemişlerdir.

Tablo 5. Fen bilgisi öğretmen adaylarının çoklu gösterim içeren kartlarla ilgili düşündükleri gösterim türleri

Kartlarda yer alan gösterim türü	Kart	Gösterim türü	Katılımcı		
			3.sınıf (f)	4.sınıf (f)	
Makroskobik+ Sembolik gösterim	E	M+S	3	2	
		M	6	7	
	K	M+S	3	-	
		M+A-M	1	1	
		A-M	1	-	
		S	4	8	
	Ö	M+S	3	3	
		M+A-M	-	1	
		A-M	-	1	
		S	1	1	
	Alt-mikroskobik+Sembolik gösterim	İ	A-M+S	7	8
			A-M	2	-
			S	-	1
P		A-M+S	7	8	
		A-M	2	1	
Ş		A-M+S	5	5	
		A-M	2	2	
		S	1	2	
Makroskobik+ Alt-mikroskobik gösterim		I (Hibrit)	M+A-M	7	8
			M	1	-
			A-M	1	1
		O (Hibrit)	M+A-M	5	4
			A-M+S	2	-
	V	A-M	2	5	
		M+A-M	7	8	
	Makroskobik+Alt-mikroskobik+Sembolik gösterim	J	M+A-M+S	1	2
			A-M	2	-
			M+A-M	6	7
		R	M+A-M+S	-	2
			A-M	1	1
			M+A-M	6	5
A-M+S			2	1	
S (Hibrit)		M+A-M+S	-	-	
		M+ A-M	2	2	
		S+M	2	2	
		S	2	2	
		M	-	1	
A-M		3	2		

Makroskobik+alt-mikroskobik+sembolik gösterim içeren kartlara ait bulgular incelendiğinde 5 öğretmen adayının doğru çoklu gösterimi belirlediği görülmektedir. Çoğu öğretmen adayı (28) kartlardaki gösterimi makroskobik+alt-mikroskobik gösterim olarak düşünmüşlerdir. Genel olarak kartlardaki gösterimlerle ilgili öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, beher, deney düzeneği ve paslanmış demir gibi gözle görülebilir görseller nedeniyle makroskobik gösterim içerdiğini ve formül, element sembolleri gibi görseller nedeniyle sembolik gösterim içerdiğini düşündükleri anlaşılmıştır. Bunun yanında alt-mikroskobik gösterim ile ilgili olarak, bazı öğretmen adaylarının görselde tanecik modelleri olduğunu için bazılarının ise görseldeki tanecikleri

gerçekte göremedikleri için alt-mikroskobik gösterim olduğunu düşündükleri ortaya çıkmıştır. Üç gösterimin yer aldığı kartlardan S kartı ile ilgili olarak öğretmen adaylarının hiçbiri bu kartın hibrit bir kart olduğunu belirleyememiştir.

Öğretmen adaylarının kimyadaki gösterimler ile ilgili bilgilerin verildiği ve örneklerin tartışıldığı derslerden sonra kartlardaki kimyasal gösterimlere ait açıklamaları Head, Yoder, Genton ve Sumprel (2017)'in belirlediği kategorilere göre analiz edilerek Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim sonrası kimyasal gösterimlere yönelik bilgileri

Gösterim türü	Tanımlayıcı gerekçe	Örnek katılımcı ifadeleri	Katılımcı (f)
Makroskobik gösterim	Gözle görülebilen nesnelere içerir.	“Resimde günlük hayatta kullandığımız elementler verilmiş. Resimdeki elementleri gözümüzle görebiliyoruz. Makroskobik bir gösterim.” (Ö18)	18
	Gözlenebilen bir süreci gösterir.	“Mıknatıs yaklaştırıldığında bir deney tüpü içinde yer alan katot ışınlarındaki sapmayı görebiliyorum. Gösteri deneyi olduğu için makroskobiktir” (Ö16)	18
	Gösterimde tanecikler yoktur.	“Resimde maddenin tanecikleri yok. Sadece farklı iki renk var. Bence tanecik olmadığından resim makroskobik” (Ö17)	1
	Duyabileceğimiz bir şeydir.	“Frekans farklı olan cisimleri seslerinden anlayabiliriz. Hissedebildiğimiz bir şey olduğu için makroskobik” (Ö4)	1
	Göremeyeceğimi z bir şeyi gösterir.	“Günlük hayatta göremeyeceğimiz yapıları yani bağları şematize etmiş. Şema olarak gösterdiği için sembolik olmalı” (Ö14)	8
	Eşitlik, formül, sayı, harf veya etiket içerir.	“Benzenin halkalı yapısı, kapalı formülünü vermiş. Harfler yerine çizgileri olan bir şekil var. Sembolik bir gösterimdir.” (Ö13)	18
Sembolik gösterim	Bir sürecin gösterimi	“Farklı moleküllerin lewis yapılarını çizerken elektronların nasıl yerleşmesi gerektiğini göstermiş. Lewis yapı semboliktir” (Ö15)	2
	Verinin gösterimi	“Gazlarda, hacim ve basınç arasındaki ilişkiyi gösteren bir grafik, sembolik bir gösterimdir” (Ö9)	11
	Bilgiyi göstermek için renklerin kullanımı	“Elektromanyetik spektrumda görülebilir ışıklarda var. Grafik üzerinde bu değerleri göstermek için farklı renkler kullanılmış. Sembolik gösterimdir.” (Ö15)	1
	Maddenin tanecikli yapısını göstermek için sembollerin kullanımı	“Resimde moleküllerin üç boyutlu şeklini gösterirken molekül geometrisini çizmiş ve açıları kullanmış. Ve molekülleri göstermek için sembollerden yararlanmış. Semboliktir” (Ö14)	7
Alt-mikroskobik gösterim	Bir atom veya molekülün varlığı	“Yanma tepkimesi esnasında molekülleri gözle göremem. Oksijen molekülü ile tepkimeye giren demir molekülünü göstermiş. Moleküllerin birleşmesi ile demirin paslanma olayını anlatmış.” (Ö9)	17
	Tanecik seviyesinde bir şeyle bağlantı kurma	“Bir maddenin üç farklı hali var. Katı, sıvı, gaz hallerin taneciklerini ve aralarındaki uzaklığı göstermiş” (Ö1)	18

Tablo 6’da görüldüğü gibi, öğretim sonrasında öğretmen adayları kartlardaki gösterimlere karar verirken kimyasal gösterimlere göre açıklama yapmışlardır. Açıklamalarında makroskobik gösterimle ilgili açıklayıcı kodların hepsinin ortaya çıktığı görülmektedir. “Gözle görülebilen nesnelere içerir” ve “gözlemlenebilen bir süreci gösterir” şeklindeki kodlar tüm öğretmen adaylarının yanıtlarında ortaya çıkarken “gösterimde tanecikler yoktur” ve “duyabileceğimiz bir şeydir” kodları sadece 2 öğretmen adayının yanıtlarında ortaya çıkmıştır. Öğretmen adaylarının sembolik gösterimle ilgili açıklayıcı kodların hepsinden bahsettikleri görülmektedir (Tablo 6). “Eşitlik, formül, sayı ve grafik içerir” şeklindeki kod tüm öğretmen adaylarının yanıtlarında ortaya çıkarken, “verinin gösterimi” kodu 11 öğretmen aday, “göremeyeceğimiz bir şeyi gösterir” kodu 8 öğretmen aday, “sembollerin maddenin tanecikli yapısını göstermek için kullanımı” kodu 7 öğretmen aday ve “bir sürecin gösterimi” ve “bilgiyi göstererek sunmak için renklerin kullanımı” şeklindeki kodlar ise sadece birer öğretmen adayının yanıtlarında ortaya çıkmıştır. Alt-mikroskobik gösterimle ilgili açıklayıcı kodlara bakıldığında, öğretmen adaylarının hepsi kartlardaki gösterimlerle ilgili tanecik seviyesinde açıklamalar yaparken 17’si bir atom veya molekülün varlığına bakarak karar vermiştir.

4. Tartışma, sonuç ve öneriler

Bu araştırmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere yönelik anlayışlarındaki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda, fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimler ile ilgili görüşleri incelendiğinde, öğretmen adaylarının genellikle tek bir gösterime sahip olan kartların gösterimlerini özellikle de makroskobik seviyeyi içeren gösterimleri belirlemede daha başarılı oldukları belirlenmiştir. Alanyazında belirtildiği gibi, öğrenciler makroskobik gösterimlerin varlığını kolayca tespit edebilseler de sembolik ve alt-mikroskobik gösterimlerin varlığını tespit etmekte sorun yaşamaktadırlar [3, 16]. Bu durum kimya ders kitaplarında makroskobik gösterimlerin daha fazla yer alması [22] nedeniyle öğrencilerin bu görsellere aşina olmasından kaynaklanabilir.

Öğretmen adaylarının çoğunluğunun çoklu gösterim içeren kartlardan makroskobik+sembolik gösterimleri belirlemede sorun yaşadığı tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının çoklu gösterimlerle ilgili olarak, elementlerin sembolik gösterimlerini ($Fe_{(k)}$ gibi) alt-mikroskobik ve periyodik cetvelin resmi nedeniyle makroskobik düşündükleri ortaya çıkmıştır. Üç gösterimin olduğu kartlarda ise çoğunlukla tek bir gösterimin vurgulandığı veya makroskobik-alt-mikroskobik, makroskobik-sembolik ve alt-mikroskobik-sembolik şeklinde sınıflandırıldığı belirlenmiştir. Bu sonuç öğretmen adaylarının birden fazla gösterim olsa da tek bir gösterime [3] veya iki gösterime odaklandığını göstermektedir. Bu durum öğretmen adaylarının sadece birden fazla gösterimi belirlemede zorlandıklarını göstermektedir. Oysaki kimyanın soyut doğası gereği öğrencilerin makroskobik olayı anlamaları için alt-mikroskobik ve sembolik seviyede açıklamalar yapabilmeleri [31] ve birden fazla gösterim arasında ilişki kurmaları [32] ve geçişler yapabilmeleri gerekmektedir. Bu açıdan öğretmen adaylarının öğrencilerine kimyayı öğretebilmeleri için öncelikle kendilerinin kimyasal gösterimleri belirlemeleri ve bunlar arasında doğru ilişkileri kurmaları son derece önemlidir.

Kartlardaki gösterimlerle ilgili görüşmelerde öğretmen adaylarının bazı kavram yanılgılarının oldukları ortaya çıkmıştır. Örneğin çoklu gösterime sahip bir kartla ilgili

yalnızca alt-mikroskopik gösterim olduğunu düşünen öğretmen adaylarının gaz moleküllerinde gerçekleşen değişimlerin sadece mikroskop ile görülebileceği şeklinde kavram yanlışlığına sahip oldukları belirlenmiştir [32, 33]. Ayrıca bir öğretmen adayının kartta yer alan amonyak molekülünü gözle görülebilen bir molekül geometrisine sahip olduğu için makroskopik olarak düşündüğü belirlenmiştir. Bu görüş ile öğretmen adayının mikro boyutta olan gösterimi makro boyuta taşıyarak yanlışlığa düştüğü anlaşılmaktadır [16].

Genel olarak bakıldığında, gösterimleri belirlemede ve ilişki kurmada 4. sınıf öğretmen adaylarının 3. sınıf öğretmen adaylarına göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, Rahayu ve Kıta (2010) sınıf seviyesi arttıkça öğrencilerin kimyasal gösterimleri anlama seviyesinin arttığını belirlemiştir [13]. Son sınıf öğretmen adaylarının daha başarılı olmasına son sınıfta aldıkları alan eğitimi derslerinin (kimyada kavram yanlışlıkları) ve uygulamalı derslerdeki (okul deneyimi ve öğretmenlik uygulaması) gözlem ve uygulamalarının katkısı olabilir.

Çalışmada öğretmen adayları kimyasal gösterimleri yorumlama ve bu gösterimler arasında doğru ilişkiler kurmada istenilen düzeyde başarılı olamamışlardır. Bu sonuç öğretmen adaylarının önceki deneyimlerinden (eğitsel ve profesyonel) [3] kaynaklanabilir. Öğretmenlerin iyi gelişmiş pedagojik görsel içerik bilgisine sahip olmaları önemlidir çünkü gösterim seçimi ve gösterimleri tanıtmak için kullanılacak sözcükleri planlamaları bu bilgilerine bağlıdır [34]. Bunun için hem alan hem de alan eğitimi derslerinde öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlerle ilgili pedagojik içerik bilgilerini ve görsel okuryazarlıklarını geliştirmek amacıyla mikro öğretim uygulamaları yapılabilir. Bu uygulamalarda öğretmen adaylarının tartışmalarla birleştirilmiş çoklu gösterim içeren görevlerde yer almaları sağlanabilir. Böylece öğretmen adayları hem bilimsel kavramları daha iyi öğrenecek hem de öğretmen olduklarında benzer stratejileri kullanarak öğrencilerinin daha iyi öğrenmelerini sağlayabileceklerdir [17].

Derslerde öğretmenlerin destek aldıkları başlıca kaynaklar ders kitaplarıdır. Öğretmen adayları için de önemli bir öğrenme kaynağıdır. Fen bilgisi ve kimya ders kitaplarının ana bileşenlerinden biri görsellerdir [19]. Bu görseller soyut veya gözle görülemeyen kavramların öğretiminde son derece önemlidir. Ders kitaplarındaki görsellerin kimyanın üçlü gösterimini hedeflemesi ve öğrencilerin kavramları daha kolay anlamasını sağlayacak şekilde sunulması gerekir [35]. Böylece öğretmenler ders kitaplarında yer alan gösterimleri ve gösterimler arasındaki ilişkiyi vurgulayarak kavramları daha kolay öğreteceklerdir. Buna yönelik olarak hem öğretmenler hem de öğrencilerin faydalanması için ders kitaplarına gösterimleri ve aralarındaki ilişkileri açıklayıcı bilgilendirici notlar eklenebilir. Ayrıca gösterimler Gkitzia ve diğerlerinin belirlediği kriterlere göre düzenlenebilir [8]. Ders kitaplarının iki boyutlu formatı nedeniyle yazarlar okuyucuları için süreci göstermekte zorlanmaktadırlar [36]. Bu nedenle, ders kitaplarında makroskopik düzey için videolar ve alt-mikroskopik düzey için animasyon gibi görselleştirmelere yer verilebilir [25].

Kaynaklar


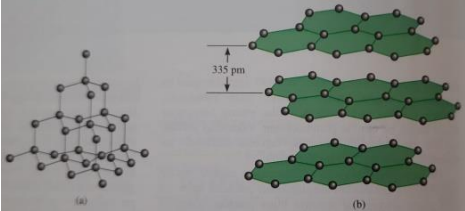
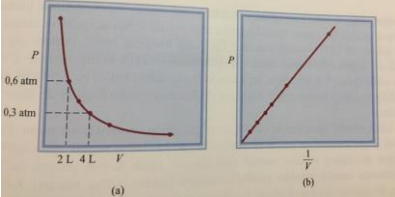
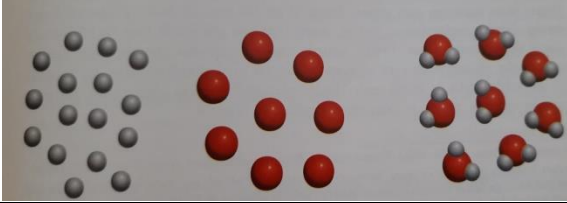

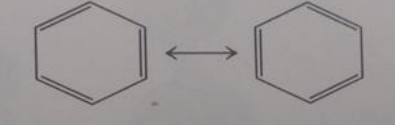
- [1] Johnstone, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, 70(9), 701-705, (1993).



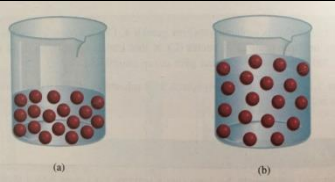
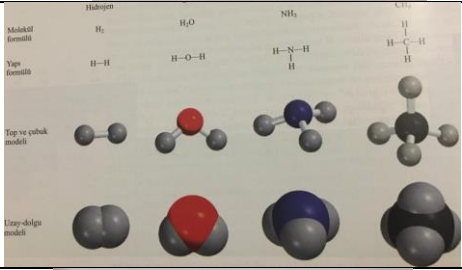
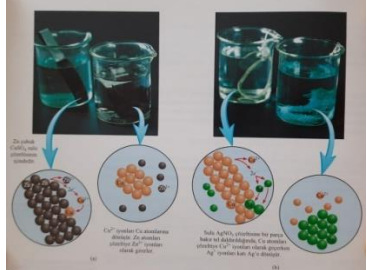
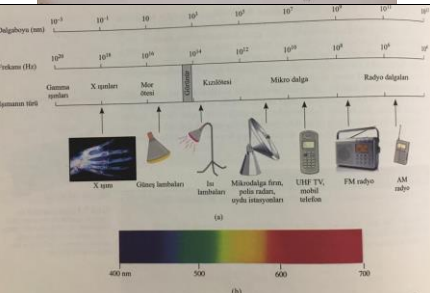
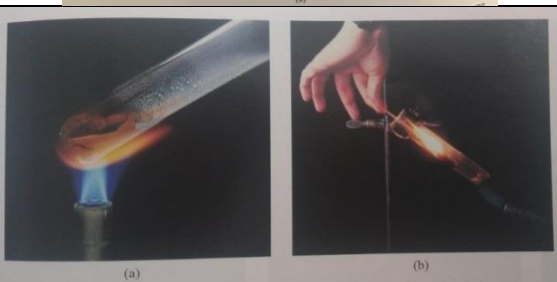
- [2] Kapıcı, H. Ö., ve Savaşçı-Açıklan, F. **Fen eğitiminde ders kitapları ve çoklu gösterimler**, Fen bilimleri eğitimi alanındaki öğretmen ve öğrenme yaklaşımları, Akçay B, Ed., Pegem A Yayıncılık, Ankara, 227-240, (2017).
- [3] Head, M. L., Yoder, K., Genton, E., ve Sumperl, J. A quantitative method to determine preservice chemistry teachers' perceptions of chemical representations. **Chemistry Education Research and Practice**, 18(4), 825-840, (2017).
- [4] Gabel, D. Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. **Journal of Chemical Education**, 76(4), 548, (1999).
- [5] Yalçın-Çelik, A., Turan-Oluk, N., Üner, S., Ulutaş, B., ve Akkuş, H. Kimya öğretmen adaylarının asitlik kavramı ile ilgili anlamalarının çizimlerle değerlendirilmesi. **Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi**, 18(1), 103-124, (2017).
- [6] Ye, J., Lu, S., ve Bi, H. The effects of microcomputer-based laboratories on student's macro, micro, and symbolic representations when learning about net ionic reactions. **Chemistry Education Research and Practice**, 20(1), 288-301, (2018).
- [7] Tima, M. T., ve Sutrisno, H. Effect of using problem-solving model based on multiple representations on the students' cognitive achievement: Representations of chemical equilibrium. **In Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, 19(1), Article 10, (2018).
- [8] Gkitzia, V., Salta, K., ve Tzougraki, C. Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks. **Chemistry Education Research in Practice**, 12(1), 5–14, (2011).
- [9] Philipp, S. B., Johnson, D. K., ve Yeziarski, E. J. Development of a protocol to evaluate the use of representations in secondary chemistry instruction. **Chemistry Education Research and Practice**, 15(4), 777—786, (2014).
- [10] Upahi, J. E., ve Ramnarain, U. Representations of chemical phenomena in secondary school chemistry textbooks. **Chemistry Education Research and Practice**, 20(1), 146-159, (2019).
- [11] Talanquer, V. Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”. **International Journal of Science Education**, 33(2), 179-195, (2011).
- [12] Slapničar, M., Tompa, V., Glažar, S. A., ve Devetak, I. Fourteen-year-old students' misconceptions regarding the sub-micro and symbolic levels of specific chemical concepts. **Journal of Baltic Science Education**, 17(4), 620-632, (2018).
- [13] Rahayu, S., ve Kita, M. An analysis of Indonesian and Japanese students' understandings of macroscopic and submicroscopic levels of representing matter and its changes. **International Journal of Science and Mathematics Education**, 8(4), 667-688, (2010).
- [14] Becker, N., Stanford, C., Towns, M., ve Cole, R. Translating across macroscopic, submicroscopic, and symbolic levels: the role of instructor facilitation in an inquiry-oriented physical chemistry class. **Chemistry Education Research and Practice**, 16(4), 769-785, (2015).
- [15] Nicoll, G. A qualitative investigation of undergraduate chemistry students' macroscopic interpretations of the submicroscopic structure of molecules. **Journal of Chemical Education**, 80(2), 205-213, (2003).
- [16] Jaber, L. Z., ve Boujaoude, S. A macro–micro–symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. **International Journal of Science Education**, 34(7), 973–998, (2012).
- [17] Yakmacı-Guzel, B., ve Adadan, E. Use of multiple representations in developing preservice chemistry teachers' understanding of the structure of matter.

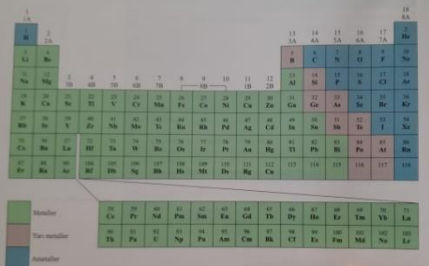
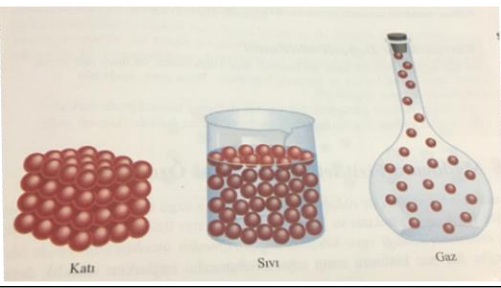
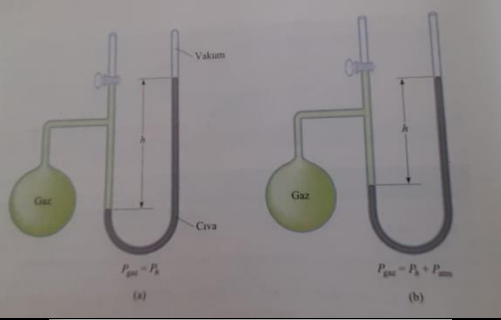
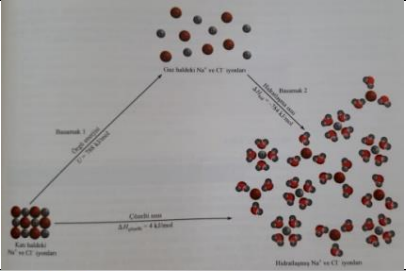
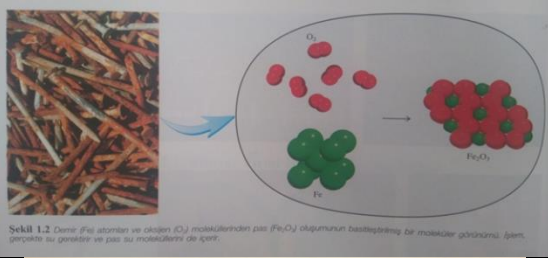
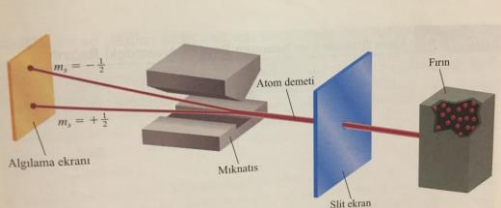
- International Journal of Environmental and Science Education**, 8(1), 109-130, (2013).
- [18] Abd-El-Khalick, F., Waters, M., ve Le, P. Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. **Journal of Research in Science Teaching**, 45(7), 835–855, (2008).
- [19] Nyachwaya, J. M., ve Wood, N. M. Evaluation of chemical representations in physical chemistry textbooks. **Chemistry Education Research and Practice**, 15(4), 720-728, (2014).
- [20] Yalçın, A., ve Kılıç, Z. Öğrencilerin yanlış kavramaları ve ders kitaplarının yanlış kavramalara etkisi örnek konu radyoaktivite. **Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 25(3), 125-141, (2005).
- [21] Shehab, S. S., ve Boujaoude, S. Analysis of the chemical representations in secondary Lebanese chemistry textbooks. **International Journal of Science and Mathematics Education**, 15(5), 797–816, (2017).
- [22] Demirdöğen, B. Examination of chemical representations in Turkish high school chemistry textbooks. **Journal of Baltic Science Education**, 16(4), 472-499, (2017).
- [23] Kapıcı, H. Ö. ve Savaşçı Açıkalın, F. Examination of visuals about the particulate nature of matter in Turkish middle school science textbooks. **Chemistry Education Research and Practice**, 16(3), 518-536, (2015).
- [24] Çelik, A. Y., Kök, E. D., Tosun, F. A., ve Uzuner, A. 9. Sınıf Kimya etkileşimli elektronik kitapların öğretim faaliyetlerine katkısının belirlenmesi. **Türk Eğitim Bilimleri Dergisi**, 20(1), 323-341, (2022).
- [25] Akaygün, S. (2018). **Visualizations in high school chemistry textbooks used in Turkey**. In International perspectives on chemistry education research and practice (pp. 111-127). American Chemical Society.
- [26] Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches* (2. Baskı). USA: SAGE Publications
- [27] Yıldırım, A., ve Şimsek, H. (2016). **Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri**. Güncelleştirilmiş Gelistirilmiş 10. Baskı, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- [28] Chang, R. ve Goldsby, K. **Genel kimya-temel kavramlar** (Çev. T. Uyar, S. Aksoy, R. İnam). Ankara, Palme Yayıncılık, (2014).
- [29] Gkitzia, V., Salta, K., ve Tzougraki, C. Students' competence in translating between different types of chemical representations. **Chemistry Education Research and Practice**, 21(1), 307-330, (2020).
- [30] Miles, M. B., ve Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. SAGE.
- [31] Treagust, D., Chittleborough, G., ve Mamiala, T. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. **International journal of Science Education**, 25(11), 1353-1368, (2003).
- [32] Johnstone, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of Computer Assisted Learning**, 7(2), 75-83, (1991).
- [33] Nakhleh, M. B., Samarapungavan, A. ve Sağlam, Y. Middle school students' beliefs about matter. **Journal of Research in Science Teaching**, 42(5), 581-612, (2005).
- [34] Eilam, B. **Teaching, learning, and visual literacy: The dual role of visual representation**. New York: Cambridge University Press, (2012).

- [35] Savaşçı-Açıkalın, F. How Middle School Students Represent Phase Change and Interpret Textbook Representations: a Comparison of Student and Textbook Representations. **Research in Science Education**, 1-35, (2019).
- [36] Harrison, A. G. Textbooks for outcomes science: A review. **The Queensland Science Teacher**, 27(6), 20– 22, (2001).

Ek 1. Çalışmada Kullanılan Kartlar

Kartlar	Görsel
A	
B	
C	
D	
E	<p>Sekil 8.10 İçinici periyot elementleri. Aşağıda verilen her bölüme bir örnek elementin bir fotoğrafı ile gösterilmiştir. Bu öğeler verilen bölüme yerleştirilmelidir.</p> 
F	

G	
H	
I	
İ	
J	
K	
L	

M	
N	<p style="text-align: center;">$\text{pH} = \log [\text{H}^+]$</p>
O	
Ö	
P	
R	
S	

Ş			
T			
U			
Ü			
V			
Y			