



Genel Kimya Konularına İlişkin Grafik Okuma, Yorumlama ve Çizim Becerileri Testi Geliştirme Süreci: Geçerlilik ve Güvenilirlik Analizleri¹

The Development Process of Graph Reading, Interpreting and Drawing Skills Test Concerning General Chemistry Subjects: Validity and Reliability Analyses

Oktay TEPE ^{ID}, Öğretmen, Aliğa Heydar Aliyev Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, İzmir/TÜRKİYE, oktaytepe79@gmail.com

Nalan AKKUZU GÜVEN ^{ID}, Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, İzmir/TÜRKİYE, nalan.akkuzu@gmail.com

Tepe, O. ve Akkuzu Güven, N. (2020). Genel kimya konularına ilişkin grafik okuma, yorumlama ve çizim becerileri testi geliştirme süreci: Geçerlilik ve güvenilirlik analizleri. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 23-43.

Geliş tarihi:03.02.2020

Kabul tarihi: 08.04.2020

Yayımlanma tarihi: 30.06.2020

Öz. Bu çalışmada, kimya öğretmen adaylarının genel kimya dersi konularında grafik okuma, yorumlama ve çizim beceri düzeylerini ve karşılaştıkları güçlükleri belirlemeye yönelik geçerli ve güvenilir bir başarı testi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 40 tane çoktan seçmeli maddeden oluşan iki aşamalı bir test hazırlanmıştır. Testin birinci aşaması öğretmen adaylarının grafik okuma, yorumlama ve çizim beceri düzeylerini belirlemeyi, ikinci aşaması ise bu becerilerle ilgili karşılaşılan güçlüklerin neler olduğunu tespit etmeyi amaçlamaktadır. Hazırlanan testin kapsam geçerliliği uzman görüşü yoluyla sağlanmıştır. Çalışmanın örneklemini 2018-2019 eğitim-öğretim güz yarısında Ege Bölgesi'nde yer alan bir devlet üniversitesinin 2., 3. ve 4. sınıf Kimya Öğretmenliği Programı'nda ve 2. sınıf Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda öğrenim gören toplam 128 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Elde edilen verilere yapı geçerliliğini ve güvenilirliği sağlamak amacıyla madde analizi yapılmıştır. Madde analizi sonucunda ayırt edicilik indeksi 0,30'dan düşük olan yedi madde testten çıkarılmıştır. 33 maddeden oluşan testin ortalama gücü 0,47 ve ortalama ayırt ediciliği 0,37 olarak hesaplanmıştır. Testin KR-20 güvenilirlik katsayısı ise 0,86 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular geliştirilen Genel Kimya Grafik Okuma, Yorumlama ve Çizim Becerileri Testinin (GKGOYÇBT) grafiksel becerileri ölçmek için geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Grafik okuma ve yorumlama, Grafik çizimi, Genel kimya, Kimya öğretmen adayı.

Abstract. This study aims to develop a valid and reliable achievement test to determine the level of graph reading, interpreting and drawing skills of prospective chemistry teachers and the difficulties that they face in general chemistry lesson subjects. For this purpose, a two-stage test consisting of 40 multiple choice items was prepared. The first stage of the test aims to determine the prospective teachers' graph reading, interpreting, and drawing skill levels while the second stage aims to identify the difficulties faced with these skills. Content validity of the pilot test was provided by the expert opinion. The sample includes a total of 128 prospective teachers studying in the second, third and fourth grades of chemistry teaching program and second grade science education program of a state university in the Aegean region in the 2018-2019 fall semester. In order to provide construct validity and reliability item analysis was performed on the data. Seven items which have lower discrimination indexes than 0.30 removed from the test at the end of item analysis. In addition, the

¹ Bu çalışma I. Uluslararası Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Sempozyumu'nda (UBEST-2019) sözlü bildiri olarak sunulmuş ve özeti basılmıştır. Çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezinin bir kısmından oluşmaktadır.

average difficulty index of the final test was calculated as 0.47 and the discrimination index of the test was 0.37 for 33 items. KR-20 reliability coefficient of the test was calculated as 0.86. The results demonstrate that General Chemistry Graph Reading, Interpreting and Drawing Skills Test (GCGRIDST) can be used as a valid and reliable instrument for measuring graphing skills.

Keywords: Graph reading and interpreting, Graph drawing, General chemistry, Prospective chemistry teacher.

Extended Abstract

Introduction. Graphs are among the most frequently used two-dimensional visual tools for organizing educational environments and enriching learning processes (Belser, 2009; Beydoğan, 2010; Şahin, Gençtürk, and Budanur, 2007; Taşdemir, Demirbaş, and Bozdoğan, 2005). Graphs provide many advantages in science education, especially in terms of creating a conceptual framework for scientific information, providing the opportunity to compare between two or more data to summarize the subject and to show the data consisting of successive measurements (Taşdemir et al., 2005). However, although graphs facilitate the acquisition of organized knowledge, studies on the topic reveal that students experience some difficulties in interpreting and forming graphs (Aydın and Tarakçı, 2018; Forster, 2004; Potgieter, Harding, and Engelbrecht, 2008). In order for students to overcome these difficulties and use graphics as a common language, they need to acquire some skills which are graph reading-interpreting and graph drawing skills (Gültekin, 2009). Activities such as drawing graphs, understanding and interpreting graphs and problem solving by using the information provided by the graph are widely included in the field of chemistry, which is a primary component of science (Tekin, Konyalıoğlu, and Işık, 2009). However, many studies on graphical skills have revealed that students do not have sufficient skills (Belser, 2009; Bowen and Roth, 2005; Gheith and Aljaberi, 2015; Kılıç, Sezen, and Sarı, 2012; Potgieter et al., 2008; Uyanık, 2007). In line with the studies in the field, students need to determine their difficulties in reading, interpreting and drawing graphs that would reveal the relationship between concepts and events related to chemistry subjects. From this point forth, in this study, it was aimed to develop a valid and reliable achievement test in order to determine the graphic reading, interpreting and drawing skill levels of the prospective chemistry teachers' on the subjects included in the General Chemistry I and II courses.

Method. This study aims to develop a success test for determining graph drawing, reading and interpreting levels of prospective chemistry teachers in general chemistry course subjects, as well as the difficulties they face. In this context, the objective is to follow certain steps in the development processes of the test, which primarily describe the current situation, rather than a survey research that reveals the current situation. Therefore, the process steps in test development were followed in terms of scientific method. The sample includes a total of 128 prospective teachers studying in the second, third and fourth grades of chemistry teaching programs and second grade science education program of a state university in the Aegean region in the 2018-2019 fall semester.

For the test developed to measure the graphical skills, test subjects and characteristics to be measured related to test were determined, firstly. Accordingly, as a preparation for the test, the categories of data reading, reading the relations between the data and reading beyond the data were taken into account, as recommended by Friel, Curcio, and Bright (2001), so that the difficulties associated with the graph can best be identified. For the General Chemistry Graph Reading, Interpreting and Drawing Skills Test (GCGRIDST), a specification table demonstrating the acquisition-content relationship, item distribution and number were formed within the scope of the subject 12, and a 40-item test were formed taking into account the specification table. For the content and face validity of the test, expert opinions were consulted and necessary corrections were made in line with these opinions.

The construct validity and reliability of the test were analyzed by means of item analysis. 27% of the lower-upper group method was used for item analysis. As part of the item analysis, difficulty index (p_j) and discrimination index (r_j) for each item and the Kuder Richardson-20 (KR-20) reliability coefficient were calculated.

Results. As a result of the item analysis that applied to 40 items, item difficulty index values of the test were established as between 0.03 and 0.76. It was determined from here that the item difficulty index values of the two items were lower than 0.2 and they were very difficult items in difficulty

classification. Furthermore, no items with a p_j value greater than 0.81 were found and therefore there is no very easy level of item in the test. As the item discrimination indexes, thanks to which one can distinguish those who know and those do not know, are examined it is observed that the values vary between 0.00 and 0.60. 13 items with a discrimination index of 0.40 and higher were found to be “very good”, and 20 items with a discrimination index between 0.30-0.39 were “good”. The discrimination index of the seven items in the test were found to be less than 0.30 thus they can be regarded as “very weak” items; they were removed from the test. Hence, a total consisting of 33 items GCGRIDST was obtained. The reliability coefficient (KR-20) of the test was calculated as 0.86.

Discussion and Conclusion. The aim of this study is to develop a valid and reliable achievement test in order to determine the levels of graph reading, interpreting and drawing skills concerning general chemistry subjects of prospective chemistry teachers. To this end, similar achievement test development phases which were used in many studies in the literature were followed (Akbulut and Çepni, 2013; Karslı and Ayas, 2013; Kocagül Sağlam and Ünal Çoban, 2018).

It was determined that the final test (33-items) difficulty index values were between 0.24 and 0.76. This result demonstrates that the test includes “difficult”, “somehow difficult” and “easy” items, but does not include very difficult and very easy items (Adıgüzel and Özüdoğru, 2013). In addition, the average difficulty index of the final test was calculated as 0.47. According to the results of discrimination analysis, seven items with discrimination less than 0.30 were removed from the test. The discrimination index of the test ranged from 0.31 to 0.60. Average discrimination index of the test was 0.37 for 33 items. With this result, the average discrimination power of the items can be considered good. The KR-20 reliability coefficient of the developed test as 0.86 indicates that the test is very reliable and that the items in the test are homogeneous and related to each other (Büyüköztürk, 2007; Özdamar, 2013).

It was also observed that the test items developed for measuring graphical skills in the literature generally classified in one category as graph reading and interpreting skills (Beichner, 1994; Kılıç et al., 2012) or in two categories as graph reading and interpreting and graph drawing skills (Gültekin, 2009, 2014; McKenzie and Padilla, 1986). The items in the test were developed within the scope of this study were classified in four categories: data reading, reading between the data, reading beyond the data and graph drawing skills according to the findings of the literature (Erbilgin, Arıkan, and Yabanlı, 2015; Friel, Curcio, and Bright, 2001; Glazer, 2011; Temiz and Tan, 2009). In this way, it will be possible to measure the graph reading and interpreting skill levels of the prospective teachers both in general and from the elementary to advanced level.

GCGRIDST, which is developed in this study, is expected to contribute greatly to the field since presently no comprehensive achievement test for determining sufficiently prospective chemistry teachers’ graph reading, interpreting and drawing skills and difficulties they encounter exist in our country.

Giriş

Bilim insanları yaratıcı düşüncelerinin önemli bir bölümünü, sanatçılar, tasarımcılar, teknoloji uzmanları ve mühendisler de çalışmalarının çoğunu görsel imgelerle aktarırlar. Bu aktarım şekli çoğunlukla resimler, çizimler veya zihinsel görüntüler yoluyla olmaktadır. Bu tür görsel araçların kullanılma nedeni ise etkili iletişim sağlamak ve aktarılacak olan bilgiyi, düşünceyi daha iyi ifade etmektir (Stavridou ve Kakana, 2008). Çünkü görsel düşünme ve zihinde canlandırma insanda yaratıcılığa hizmet etmektedir (Beydoğan, 2010). Bu bağlamda görsel-uzamsal düşünmeyi destekleyen araçlar bilgiyi taşıma ve kaydetme, düşünceleri formüle etme ve problem çözme için etkili yardımcı araçlar olma özelliği göstermektedir (Stavridou ve Kakana, 2008).

Öğrenmenin daha kolay ve kalıcı olması amacıyla görsel-uzamsal düşünme becerilerini geliştiren resim, tablo, grafik, diyagram, karikatür, şema vb. çeşitli görsel öğretim materyalleri vardır. Bu materyaller arasında grafikler, eğitim ortamlarını düzenlemede ve öğrenme süreçlerini zenginleştirmede en sık kullanılan iki boyutlu görsel araçlardan biridir (Beichner, 1994; Beler, 2009; Beydoğan, 2010; Şahin, Gençtürk ve Budanur, 2007; Taşar, İnceç ve Güneş, 2002; Taşdemir, Demirbaş ve Bozdoğan, 2005). Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte gelişen akıllı tahta gibi öğretici sistemler ve eğitim yazılımları, nicel ve bilimsel kavramların öğretiminde grafikleri sıklıkla kullanılmaktadır (Scardamalia, Bereiter ve Lamon, 1994). Bilginin grafikte sunulması, konunun daha iyi anlaşılmasına, karmaşık olan düşüncelerin sözel ifadelerden daha kolay ayırt edilmesine ve sentezlenmesine yardım eder (Beydoğan, 2010). Sözel olarak ifade edilmesi zor olan kavramlar, rakamsal olarak anlamsız görünen sayılar veya oranlar, çeşitli değişkenler arasındaki ilişkiler grafikler kullanılarak öğrencilere daha kolay bir şekilde aktarılmaktadır (Gheith ve Aljaberi, 2015; Şahin ve diğ., 2007). Özellikle ilke, teori ve yasa gibi bilimsel bilgilerin anlaşılmasında veri dönüşümleri kapsamında sık sık grafiklere başvurulur. Bu bağlamda grafik kullanımı verilerin düzenlenmesini, yorumlanmasını, sunulmasını kolaylaştırır ve onları anlaşılır kılar (Taşar ve diğ., 2002).

Soyut düşüncelerin ve karmaşık bilgilerin aktarımında sıklıkla kullanılan grafikler sayılarla ifade edilebilen özelliklerin kullanıldığı fen ve matematik, spor, sağlık, ekonomi, siyaset, medya vb. birçok alanda önemli bir yer tutmaktadır. Dolayısıyla yaşamımızda farklı alanlarda karşılaştığımız birçok olgu veya olayla ilgili doğru bilgiyi edinmede evrensel bir iletişim aracı olarak kabul edilen grafikleri anlayabilmek ve yorumlayıp sonuçlara ulaşabilmek için grafik okuma, yorumlama ve çizim becerilerine sahip olmak kaçınılmaz bir ihtiyaç olarak görülmektedir (Bayazıt, 2011; Beler, 2009; Taşar ve diğ., 2002).

Fen eğitiminde grafiklerin rolü

Fen eğitimi, araştırma ve sorgulamayı, öğrenilenleri günlük hayatla ilişkilendirebilmeyi ve karşılaşılan problemleri çözmede bilimsel yöntemler kullanabilmeyi amaçlamaktadır (Tan ve Temiz, 2003). Fen eğitiminde bu amaçlara ulaşabilmek ve doğru bilimsel bilgiyi edinebilmek için öncelikle sözlü ve yazılı anlatımın görsel temsillerle desteklendiği araçlarla iletişim kurmak önemlidir. Bu bağlamda bilimsel iletişim sürecinde sözlü ve yazılı anlatımın aktarılmasında görsel temsillerden biri olan grafik sıklıkla kullanılmaktadır. Grafikler özellikle bilimsel bilgilere ilişkin kavramsal yapıyı oluşturması, konuları özetlemesi, birden fazla veri arasında karşılaştırma imkânı sağlaması ve birbirini izleyen ölçüm verilerini en iyi şekilde sunması bakımından fen eğitiminde birçok avantaj sağlamaktadır (Taşdemir ve diğ., 2005). Glazer (2011), grafikleri bilimsel açıklamaların ayrılmaz bir parçası olarak tanımlar. Bu noktada bilimsel araştırmalar için önemli olan grafiklerin karmaşık bilgileri ve ilişkileri etkili bir şekilde özetleyebilmesi nedeniyle bilimsel iletişimde yaygın olarak kullanıldığını belirtir. Busby (2018) grafiğin, fen bilimlerinde hipotezleri, veri sonuçlarını ve diğer araştırma süreçlerini aktarmak için oldukça önemli bir araç olduğunu ifade eder. Çünkü grafikler akıl yürütmeyi

kolaylaştırır, hızlı bir şekilde algılanabilir ve konu içeriğini özet halinde sunarak kavramsal gelişmeyi hızlandırır. Ayrıca grafikler öğrencilerin dikkatini çeker, konunun önemli noktalarını önemsizlerden ayırt etmelerini sağlar, konunun bütünü kavramalarını ve konuyla ilgili çıkarımlarda bulunmalarını kolaylaştırır (Beydoğan, 2010). Ancak her ne kadar grafikler organize edilmiş bilginin öğrenilmesini kolaylaştırırsa da öğrenciler grafikleri yorumlamada ve oluşturmada zorluklar yaşamaktadırlar (Aydın ve Tarakçı, 2018; Forster, 2004; Potgieter, Harding ve Engelbrecht, 2008). Yaşanılan bu zorlukların giderilmesi ve grafiklerin öğrenciler tarafından ortak bir dil olarak kullanılabilmesi için öğrencilerin bir takım becerilere sahip olmaları gerekmektedir (Gültekin, 2009). Bu beceriler grafik okuma ve yorumlama ile grafik çizim (oluşturma) becerileridir (Gheith ve Aljaberi, 2015).

Grafik okuma, yorumlama ve çizim becerileri

Grafiklerin fen öğretim programlarında iletişim aracı olarak kullanılmaları ve fen ders kitaplarında da geniş bir yelpazede yer verilmeleri sebebiyle grafik okuma, yorumlama ve çizim hem öğretmenler hem de öğrenciler için sahip olunması zorunlu becerilerdir (Gheith ve Aljaberi, 2015). Leinhardt, Zaslavsky ve Stein (1990) genel olarak grafiklerle ilgili sahip olunması gereken becerileri grafik yorumlama ve oluşturma kavramları çerçevesinde ele almış ve bu becerilerin önemi üzerinde durmuşlardır. Bowen ve Roth (2005) grafik yorumlama ve oluşturma fen eğitiminde sorgulama yoluyla öğrenmenin ve öğretmenin hayati bir parçası olduğunu ifade etmektedirler. Bu bağlamda öğrenciler fen bilimleri alanında değişkenleri ölçmek ve değişkenler arasındaki ilişkiyi tahmin etmek için bu becerilere diğer alanlardan daha fazla ihtiyaç duymaktadır.

Grafik çizimi, mevcut grafikleri anlama, yorumlama ve grafikte verilen bilgilerden yararlanarak problem çözme gibi etkinlikler fen bilimlerinin bir bileşeni olan kimya alanında da geniş ölçüde yer almaktadır (Tekin, Konyalıoğlu ve Işık, 2009). Kimya derslerinde yer alan birçok konuda kavram ve olaylar arasındaki ilişkinin ortaya konulmasında sıklıkla grafiklerin kullanıldığı görülmektedir. Öğrenciler için grafikleri anlama ve yorumlama, kimyayı ve kimya uygulamalarını anlayabilmenin önemli bir yoludur (Coştu, 2010; Dori ve Sason, 2008). Çünkü öğrenciler diğer Fen alanlarında olduğu gibi kimya alanındaki olgu veya olayları anlayabilmek için niteliksel veya niceliksel gözlem sürecinde yer alırlar. Bu noktada öğrenciler grafik okuma, yorumlama veya çizim yaparken grafiklerle etkileşime girmektedir (Busby, 2018). Bu etkileşim sırasında grafiğin geneli ile ilgili olgulara (global) veya sadece birkaç noktasına (lokal) ait özelliklere odaklanabilirler. Bu da grafikte yer alan değişkenler arasındaki ilişkinin, grafiğin bütününden yola çıkarak sayısal eşitliklerin ve sayısal eşitliklerin temsil ettiği ilke, yasa veya teorilerin anlaşılmasını kolaylaştırır. Ancak öğrenciler bazen grafikte açıkça sunulan bilgiyi ortaya çıkaramayabilir, sunulan veriler arasındaki ilişkiyi bulamayabilir ve grafikteki verilerden çıkarımlarda bulunamayabilir. Bu durumda öğrencilerde grafik okuma, yorumlama ve çizim becerileri gelişmez. Oysaki grafik oluşturma ve yorumlama fen bilimleri için hayati öneme sahip deneylerin ayrılmaz bir parçasıdır (Mckenzie ve Padilla, 1986). Çünkü bazı fen deneyleri sırasında elde edilen verilerden hareketle grafikler oluşturulur. Bu aşamada verileri yorumlamak ve grafiğe dönüştürmek karmaşık bir işlemdir. Dolayısıyla öğrencilerin grafik oluşturma ve yorumlama becerilerinin yeterli düzeyde olması istenir. Ancak grafiksel becerilerle ilgili yapılan birçok çalışmada öğrencilerin bu becerilere yeterli düzeyde sahip olmadıkları ortaya konulmuştur (Beichner, 1994, 1996; Beler, 2009; Bowen ve Roth, 2005; Coştu, Ercan ve Coştu, 2017; Gheith ve Aljaberi, 2015; Kılıç, Sezen ve Sarı, 2012; Potgieter ve diğ., 2008; Tairab ve Al-Naqbi, 2004; Taşar ve diğ., 2002; Uyanık, 2007). Yürütülen bu çalışmalarda örneklem grubunun ilköğretimden üniversiteye kadar geniş bir yelpazede değiştiği ve grafiksel becerilerdeki yetersizliğin eğitimin her kademesinde görüldüğü anlaşılmaktadır. Örneğin Beler (2009), 8. sınıf öğrencileriyle yürüttüğü çalışmada hem nitel hem de nicel veri analizleri sonucunda öğrencilerin fotosentez konusuyla ilgili grafikleri okuma ve yorumlamada güçlük yaşadıklarını ortaya çıkarmıştır. Uyanık (2007), 10. sınıf öğrencilerinin grafik çizme ve anlama becerileri ile kinematik grafikleri yorumlama becerileri arasındaki ilişkiyi araştırmış ve öğrencilerin grafikleri anlama ve yorumlamada birtakım güçlükler yaşadıklarını belirlemiştir.

Beichner (1996) da benzer şekilde fizik öğrencilerinin özellikle kinematik grafiklerini yorumlamada bazı yanlışlara sahip olduklarını ifade etmiştir. Bowen ve Roth (2005) ise hizmet öncesi fen ve matematik öğretmen adaylarının grafik yorumlama becerilerini öğrencilerine kazandırabilecek yeterlilikte olup olmadıklarını tespit etmek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada elde edilen bulgular öğretmen adaylarının grafikleri doğru ve yeterli düzeyde yorumlayamadıklarını göstermektedir. Fen bilgisi öğretmen adayları ile yürütülen bir başka çalışmada yine öğretmen adaylarının grafik okuma ve yorumlamada yetersiz oldukları vurgulanmıştır (Kılıç ve diğ., 2012).

Grafik okuma, yorumlama ve çizim becerilerine ilişkin ölçme araçları

Alan yazın incelendiğinde fen eğitimi alanında grafiklerle ilgili becerilerin ölçülmesi amacıyla çok çeşitli testlerin kullanıldığı görülmüştür. Bu testlerden birisi grafiksel becerilerle ilgili araştırmalarda sıklıkla başvurulan Fen Bilimleri'nde Grafik Becerileri Testidir². Mckenzie ve Padilla (1986) tarafından geliştirilen bu test 7. sınıf seviyesinden 12. sınıf seviyesine kadar olan fen öğrencilerinin çizgi grafik oluşturma ve yorumlama becerilerini ölçmeyi amaçlamaktadır. Geliştirilen bu test 26 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir grafik beceri testidir. Bir başka test Beichner (1994) tarafından öğrencilerin kinematik grafikleri yorumlamada karşılaştıkları güçlükleri belirlemek ve kinematik grafikleriyle ilgili beceri düzeylerini ölçmek amacıyla geliştirilen Kinematik Grafikleri Anlama Testidir³. Bu test çoktan seçmeli 20 sorudan oluşmaktadır. Kılıç ve diğerleri (2012) ise araştırmalarında veri toplama aracı olarak fizik, kimya, biyoloji ve genel yetenek alanlarında çoktan seçmeli ve açık uçlu soru türlerini içeren toplam 15 maddelik bir test kullanmışlardır. Geliştirilen bu testle birlikte fen bilgisi öğretmen adaylarının grafik okuma ve yorumlama beceri düzeylerini ve karşılaştıkları güçlükleri tespit etmişlerdir. Öğrencilerin grafik çizme, okuma ve yorumlama becerilerini çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular yardımıyla belirlemeyi amaçlayan Gültekin (2009) "çözümler ve özellikleri" konusunda 17 maddeden oluşan bir Grafik Çizme, Okuma ve Yorumlama Beceri Testi (GÇÖYBT) kullanmıştır. Ayrıca Gültekin (2014) başka bir çalışmada ortaöğretim ve üniversite öğrencilerinin "hal değişimi, çözümler ve çözünürlük" konuları ile ilgili grafik çizme, okuma ve yorumlama beceri düzeylerini karşılaştırmayı ve bu becerilere ilişkin öğrencilerde karşılaşılan sorunların neler olduğunu tespit etmeyi amaçlamıştır. Bunun için 20 çoktan seçmeli maddeden oluşan Grafik Okuma ve Yorumlama Beceri Testi (GOYBT) ve 5 açık uçlu maddeden oluşan Grafik Çizme Beceri Testi (GÇBT) kullanmıştır. Bu araştırmalar kapsamında grafiksel becerilerin ölçülmesi amacıyla kullanılan veri toplama araçlarının çoktan seçmeli, açık uçlu veya çoktan seçmeli ve açık uçlu soruların birlikte yer aldığı testler olduğu görülmektedir.

Araştırmanın amacı ve önemi

Alanyazındaki araştırmalar doğrultusunda, öğrencilerin kimya konularına ilişkin kavram ve olaylar arasındaki ilişkiyi ortaya koyan grafikleri okuma, yorumlama ve çizimdeki zorlukların tespit edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda öncelikli yapılması gereken öğrencilere bu becerileri kazandıracak kimya öğretmen adaylarının grafik okuma ve yorumlamadaki beceri düzeylerinin belirlenmesi ve karşılaştıkları güçlüklerin ortaya çıkarılmasıdır. Ancak alanyazın incelendiğinde, ülkemizde çok farklı disiplinlerde yürütülen birçok çalışma olmasına rağmen kimya alanında grafik okuma, yorumlama ve çizim becerilerinin araştırıldığı çok az sayıda çalışma (Coştu ve diğ., 2017; Gültekin, 2009; 2014) olduğu görülmektedir. Kimya alanında yapılan az sayıdaki bu çalışmalar da ortaöğretim ve üniversite öğrencileri seviyesinde çözümler ve özellikleri, hal değişimi ve çözünürlük konuları ile ilgili grafik çizme, okuma ve yorumlama becerilerinin belirlenmesi ve bu becerilerde karşılaşılan sorunların tespit edilmesi üzerinedir. Buradan yürütülen bu çalışmaların, kimya konularına ilişkin sınırlı konu başlıklarını içerdiği ve dolayısıyla genel kimyanın bir ya da birkaç konusuna dair

² Test of Graphing in Science (TOGS)

³ Test of Understanding Graphs in Kinematics(TUG-K)

grafik okuma, yorumlama ve çizim beceri düzeylerini tespit etmeye yönelik olduğu görülmektedir. Bu noktada kimya öğretmen adaylarının bu becerilerini ölçmek amacıyla geliştirilmiş kapsamlı bir başarı testinin alanyazında bulunmadığı dikkat çekmektedir. Ayrıca kimya konularına ilişkin grafiksel becerileri ölçmede çoktan seçmeli, açık uçlu ve çoktan seçmeli testlerin açık uçlu sorularla birleştirildiği testlere rastlanmaktadır. Taşar ve diğerleri (2002), grafik okuma, yorumlama ve çizim becerilerinin ölçülmesinde çoktan seçmeli testlerin öğrencilerin başarı düzeyleri hakkında bilgi vermesi açısından kullanışlı olduğunu belirtse de bu becerilerle ilgili karşılaşılan güçlüklerin tespitinde yetersiz kaldığını ifade etmişlerdir. Alanyazındaki bu eksiklikler göz önünde bulundurularak bu çalışma kapsamında iki aşamalı bir testin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Testin birinci aşamasında grafik okuma, yorumlama ve çizim becerilerini yoklayan çoktan seçmeli soru tekniğinden yararlanılırken ikinci aşamasında bu beceriler ile ilişkili olarak sorularda yaşanan zorluğun nedeni ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada kimya öğretmen adaylarının Genel Kimya I ve II dersi kapsamında yer alan konulardaki grafik okuma, yorumlama ve çizim beceri düzeylerini belirlemek için geçerli ve güvenilir bir başarı testi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ülkemizde ve uluslararası düzeyde kimya öğretmen adaylarının grafik okuma, yorumlama ve çizim beceri düzeylerinin belirlenmesi ve karşılaştıkları güçlüklerin tespitine yönelik geliştirilen bu testin alana büyük bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yöntem

Bu araştırmada kimya öğretmen adaylarının Genel Kimya dersi konularında grafik çizme, okuma ve yorumlamadaki düzeylerini ve karşılaştıkları güçlüklerin neler olduğunu belirlemeye yönelik bir başarı testi geliştirmek amaçlanmıştır. Bu bağlamda amaç mevcut durumu ortaya koyan bir tarama araştırmasından ziyade öncelikle bu mevcut durumu betimleyen testin geliştirilme sürecindeki belirli basamakları takip etmektir. Dolayısıyla araştırmada bilimsel yöntem açısından test geliştirmedeki işlem basamakları izlenmiştir.

Örneklem

Çalışmanın örneklemini 2018-2019 eğitim-öğretim güz yarısında Ege Bölgesi'nde yer alan bir devlet üniversitesinin 2., 3. ve 4. sınıf Kimya Öğretmenliği Programı'nda ve 2. sınıf Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda öğrenim gören toplam 128 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Örneklem seçiminde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Bu kapsamda ölçüt olarak öğretmen adaylarının Genel Kimya I ve II derslerini almış olmaları göz önünde bulundurulmuştur. Araştırma sırasında testin pilot uygulaması için öncelikle üniversitenin Eğitim Bilimleri Enstitüsü tarafından oluşturulan etik kuruldan gerekli izinler alınmıştır. Uygulama öncesinde öğretmen adaylarına çalışmanın amacı, elde edilen verilerin nerede kullanılacağı ve testte istenen demografik özelliklerinin (cinsiyet, okudukları bölüm ve sınıf düzeyi) gizli tutulacağı ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Bu bilgilendirme sonrasında çalışmaya katılmak isteyen öğretmen adaylarından bilgilendirilmiş onam formu alınmıştır. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının bölüm, sınıf ve cinsiyet dağılımı Tablo 1' de sunulmuştur.

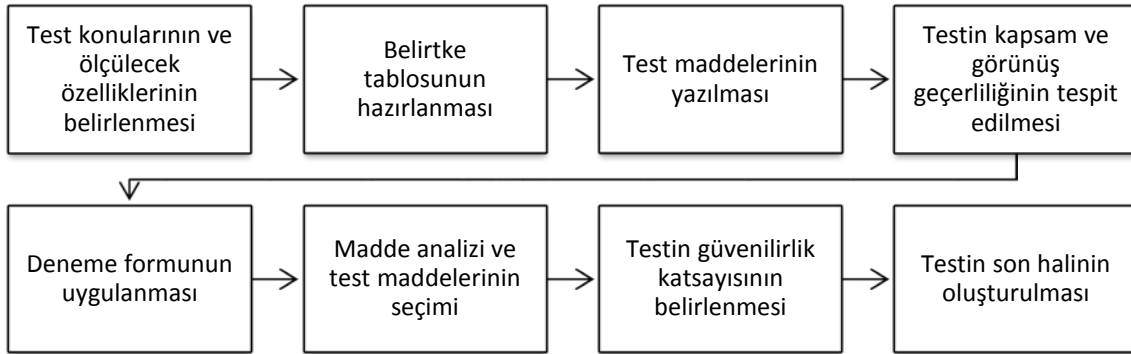
Tablo 1.

Öğretmen adaylarının bölüm, sınıf ve cinsiyete göre dağılımı

Sınıf	Fen bilgisi öğretmenliği		Kimya öğretmenliği	
	Kız	Erkek	Kız	Erkek
2	67	21	9	2
3	---	---	14	3
4	---	---	11	1
Toplam	67	21	34	6
Genel toplam	88 (%69)		40 (%31)	
	128			

Veri toplama aracının geliştirilmesi

Araştırmada öğretmen adaylarının grafik okuma, yorumlama ve çizim beceri düzeylerini belirlemek ve karşılaştıkları güçlükleri ortaya çıkarmak amacıyla iki aşamadan oluşan Genel Kimya Grafik Okuma, Yorumlama ve Çizim Becerileri Testinin (GKGOYÇBT) geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, alanyazındaki ilgili araştırmalar incelenerek testin geliştirilmesinde gerekli olan adımlar takip edilmiştir (Akbulut ve Çepni, 2013; Karlı ve Ayas, 2013; Kocagül Sağlam ve Ünal Çoban, 2018). Bu araştırmada izlenen test geliştirme sürecini özetleyen işlem basamakları Şekil 1'de sunulmaktadır.



Şekil 1. Genel kimya grafik okuma, yorumlama ve çizim becerileri testinin geliştirme süreci

Test konularının ve ölçülecek özelliklerinin belirlenmesi

Test geliştirmede öncelikli adım test içeriğinin belirlenmesi ve testin geliştirileceği konu ya da kavramların sınırlarının çizilmesidir (Baykul, 2000). Bu doğrultuda GKGOYÇBT'nin geliştirilme sürecinde ilk olarak araştırmacılar tarafından Genel Kimya I ve II ders içerikleri detaylı olarak incelenmiş ve grafiklerin yaygın olarak kullanıldığı toplam 12 konu başlığı tespit edilmiştir.

Testle ilgili ölçülecek özelliklerin belirlenmesi testin kapsamına hizmet etmektedir. Dolayısıyla araştırmada test hazırlanırken dikkat edilen bir diğer nokta maddelerin grafik okuma, yorumlama ve çizim becerilerine göre sınıflandırılmasıdır. Çünkü öğrencilerin grafikleri okuyup yorumlayabilmeleri ve oluşturabilmeleri için grafiğin görsel özelliklerini mutlaka tanımaları ve bu özellikleri temsil ettikleri kavramsal ifade ile ilişkilendirebilmeleri gerekmektedir (Shah ve Hoeffner, 2002). Ayrıca öğrenciler grafiğin bütününden sayısal eşitliği ve sonrasında sayısal eşitlikten kavramın temsil edildiği durumu anlayabilmelidir (Leinhardt ve diğ., 1990). Alanyazın incelendiğinde, grafik okuma ve yorumlama becerilerinin ölçülmesinde sıklıkla karşılaşılan sınıflandırmalar Glazer'ın (2011) *temel, orta ve üst düzey* sınıflandırması; Leinhardt ve diğerlerinin (1990) *lokalden globale doğru nokta okuma, aralık okuma ve grafiğin tümünü okuma* şeklindeki sınıflandırması ve Friel, Curcio ve Bright (2001) tarafından oluşturulan *verileri okuma, veriler arasını okuma ve veriler ötesini okuma* sınıflandırmasıdır (Monteiro ve Ainley, 2003). Bu araştırmada grafik okuma ve yorumlamaya ilişkin maddeler oluşturulurken öğrencilerin grafiklerle ilgili yaşadıkları zorlukların en iyi ortaya konabileceği Friel ve diğerleri (2001) tarafından önerilen ve klasik Curcio şeması olarak ifade edilen *verileri okuma, veriler arasını okuma ve veriler ötesini okuma* kategorileri dikkate alınmıştır. Bu kategorilerin anlamları sırasıyla şöyledir:

- *Verileri okuma*: Soruları cevaplamak için grafikte açıkça sunulan bilgiyi ortaya çıkarma.
- *Veriler arasını okuma*: Ara değer bulma (interpolasyon yapma) ve grafikte sunulan veriler arasındaki ilişkiyi bulma.

- *Veriler ötesini okuma:* Dış değer bulma (ekstrapolasyon yapma), bilinen verilerden bilinmeyen tahmin etme ve grafikteki verilerden çıkarımlarda bulunma şeklinde tanımlanmaktadır.

Belirtke tablosunun hazırlanması

Testlerde ölçülmek istenen davranışların ayrıntılarıyla belirlenmesinde belirtke tablolarından yararlanılır (Özçelik, 1992). Testte yoklanacak hedefleri, tanımlayıcı kritik davranışları ve konu alanlarını içeren ve bu bağıntıları düzenli bir şekilde gösteren belirtke tabloları ölçme amacına hizmet eden tablolardır. Araştırmada test konularının ve ölçülecek özelliklerin belirlenmesinden sonra 12 konu başlığı kapsamında kazanım-içerik ilişkisini, madde dağılımını ve sayısını gösteren bir belirtke tablosu oluşturulmuştur. Tablo oluşturulurken konu ile yoklanacak grafik okuma, yorumlama ve çizim becerilerine ilişkin davranışlar esas alınmıştır. GKGÖYÇBT'ye ait hazırlanan belirtke tablosu genel kimya konularına göre madde dağılımı, sayısı ve konuyla ilgili kazanımlara örnekler şeklinde Tablo 2'de özet halinde sunulmaktadır.

Tablo 2.

Konulara göre madde dağılımı, sayısı ve örnek kazanımlar

Genel kimya konuları	Madde dağılımı	Madde sayısı	Konuyla ilgili örnek bir kazanım
Atomun yapısı	22,30,35	3	Siyah cisim ışımasına ait ışın şiddeti ile dalga boyu arasındaki ilişkiyi açıklayabilme (22)
Periyodik tablo ve özellikleri	1,19,40	3	İyonlaşma enerjilerinin periyodik sistemdeki değişim eğilimini açıklayabilme (1)
Madde ve özellikleri	11,14,18,38	4	Saf bir katıya ait hal değişim grafiğini çizebilme (38)
Çözünürlük	7,8,9,10	4	Farklı maddelerin sıcaklığa bağlı çözünürlük eğrilerini karşılaştırabilme (7,8,9,10)
Çözeltiler ve özellikleri	15,20,31	3	Koligatif özelliklerden kaynama noktası yükselmesini grafik üzerinden yorumlayabilme (20)
Gazlar	21,25,33	3	Gerçek gazların ideallikten sapma nedenlerini irdeleyebilme (33)
Asitler ve bazlar	4,24,29	3	Kuvvetli asit ve bazların titrasyon eğrisini irdeleyebilme (29)
Kimyasal bağlar	12,36	2	İyonik karakter yüzdesi ile elektronegatiflik farkı ilişkisini grafik üzerinde irdeleyebilme (36)
Sıvılar	13,16,26,37	4	Farklı sıvıların viskozitesini sıcaklıkla ilişkilendirebilme (37)
Kimyasal denge	17,27,32	3	Madde uzaklaştırılmasının denge halindeki bir sisteme yapacağı etkiye ait derişim-zaman grafiğini çizebilme (27)
Kimyasal kinetik	3,5,6,28,34	5	Derişim-zaman grafiğinden yararlanarak bir reaksiyonun belli zaman aralıklarındaki hızlarını kıyaslayabilme (6)
Kimyasal termodinamik	2,23,39	3	ΔH , ΔS ve ΔG arasındaki ilişki ile istemlilik durumlarını yorumlayabilme (39)
Toplam		40	

Konulara ilişkin kazanımlar göz önünde bulundurularak 4 seçenekli 40 maddeden oluşan çoktan seçmeli taslak bir test hazırlanması amaçlanmıştır. Çoktan seçmeli testler, ölçme ve değerlendirmede çok sayıda soru sorma imkânı sağlaması, konu ve ünitelerin öğrenilme düzeylerini kısa sürede yoklanması amacıyla en sık kullanılan ölçme araçlarıdır (Akbulut ve Çepni, 2013). Bu araştırmada da ölçme aracı olarak çoktan seçmeli testlerin seçilme sebepleri grafik becerilerini kullanmayı gerektiren genel kimya konularıyla ilgili çok sayıda soru yöneltebilmesi, bilişsel yeterliğin

çoğu düzeyini ölçmeye olanak sağlaması, puanlamanın tamamen objektif olması ve ölçme aracının geniş örneklem grubuna uygulanabilmesidir. Taşar ve diğerleri (2002) grafik okuma, yorumlama ve çizim becerilerinin ölçülmesinde çoktan seçmeli testlerin kullanılmasının öğrencilerin başarı düzeyleri hakkında bilgi verse de bu becerilerle ilgili karşılaşılan güçlüklerin tespitinde yetersiz kaldığını ifade etmektedirler. Bu doğrultuda geliştirilen test grafik okuma, yorumlama ve çizim becerilerinde karşılaşılan güçlüklerin neler olduğunu ortaya koyabilen iki aşamalı çoktan seçmeli test olarak hazırlanmıştır.

Test maddelerinin yazılması

Madde yazım aşamasında çeşitli üniversite 1. sınıf Genel Kimya kitapları ve ortaöğretim Kimya ders kitapları (Ertekin, Kurt, Demirbaş ve Erkuş, 2018a; 2018b) ile son yıllarda ÖSYM tarafından yapılan sınavlarda sorulmuş grafik soruları incelenmiştir. Test maddeleri, ölçülmesi istenen özellikleri kapsayacak şekilde hazırlanmıştır. Bu doğrultuda çalışmanın veri toplama aracı olan GKGÖYÇBT'nin maddeleri, ilgili alanyazın bulguları doğrultusunda *verileri okuma*, *veriler arasını okuma*, *veriler ötesini okuma* ve *grafik çizim* becerilerinin kombinasyonunu içeren kategoriler dikkate alınarak oluşturulmuştur (Erbilgin, Arıkan ve Yabancı, 2015; Friel ve diğ., 2001; Glazer, 2011; Leinhardt ve diğ., 1990, Temiz ve Tan, 2009). Testte yer alan maddelerin grafiksel becerilere göre dağılımı Tablo 3'te verilmiştir. Ayrıca test hazırlanırken seçmeli testlerde en iyi çeldiriciler ve madde kökünün nasıl olması gerektiğine ilişkin gerekli bilgiler göz önünde bulundurulmuş ve 40 çoktan seçmeli madde hazırlanmıştır. Çoktan seçmeli her bir madde üç çeldirici ve bir doğru cevabı içerecek şekilde dört seçenekten oluşmaktadır.

Tablo 3.

Taslak testte yer alan maddelerin grafiksel becerilere göre dağılımı

Maddeler	Verileri okuma	Veriler arasını okuma	Veriler ötesini okuma	Grafik çizim
1,4,13,15,23,29,30,33	X			
2,3,5,6,8,9,10,14,16,17,18,20,22,26,35,37		X		
7,11,12,25,28,32,36,39,40			X	
19,21,24,27,31,34,38				X

Testin ikinci aşaması ise grafik okuma, yorumlama ve çizim becerilerinin daha ayrıntılı bir şekilde tespit edilmesini sağlayan ve maddelerde karşılaşılan güçlüklerin neler olduğunu ortaya koymayı amaçlayan ifadelerden oluşmaktadır. Testin bu aşaması öğretmen adaylarının maddelerde karşılaştıkları güçlüklerin bilgi eksikliğinden mi yoksa grafik okuma ve yorumlama yetersizliğinden mi kaynaklandığını belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu aşamanın hazırlanmasında maddelerin bilgi ve bilişsel süreçler açısından revize edilen Bloom taksonomisi dikkate alınmıştır. Bloom taksonomisine göre bilişsel alan iki boyutlu bir yapı göstermektedir (Yurdabakan, 2012). Birinci boyut bilgi boyutu olup olgusal bilgi, kavramsal bilgi, işlemsel bilgi ve bilişüstü bilgi olmak üzere 4 alt basamaktan oluşmaktadır. Taksonominin ikinci boyutu ise bilişsel süreç boyutu olup hatırlama, anlama, uygulama, analiz, değerlendirme ve yaratma olmak üzere 6 alt basamaktan oluşmaktadır. Bu bağlamda taksonominin iki boyutlu yapısına göre test maddeleri incelendiğinde grafik okuma ve yorumlama becerisi gerektiren maddeler bilgi boyutunda olgusal ve kavramsal bilgi kapsamında yer almaktadır. Bilişsel süreç boyutu olarak testteki maddeler değerlendirildiğinde hatırlama ve anlama basamaklarıyla ilişkilendirilebilir. Grafik çizim becerisi gerektiren maddeler ise bilgi boyutu olarak olgusal ve işlemsel bilgiyi içermekte olup, bilişsel süreç boyutu olarak hatırlama ve uygulama basamaklarıyla ilişkilendirilebilir. Buradan hareketle testte yer alan maddelerin bilişsel süreç boyutları grafik okuma ve yorumlama becerisi gerektiren maddeler için hatırlama ve anlama, grafik çizim

becerisi gerektiren maddeler ise hatırlama ve uygulama basamaklarıyla ilişkilendirilmiştir. Bu ilişkilendirmeye bağlı olarak da testin ikinci aşamasında yer alan seçenekler oluşturulmuştur.

Veri analizi

Hazırlanan testin geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları 128 öğretmen adayıyla yürütülmüştür. Kapsam ve görünüş geçerliliği için uzman görüşüne başvurulmuştur. Testin yapı geçerliliği ve güvenilirliği için madde analizi yapılmıştır. Maddeye verilen cevaplar doğru ise 1, yanlış veya boş ise 0 puan şeklinde puanlanmıştır. Madde analizinde %27'lik alt – üst grup yönteminden yararlanılmıştır. Bu amaçla çalışmaya katılan öğretmen adaylarının testten aldıkları puanlar başarılarına göre sıralanarak alt grup (N= 35) ve üst grup (N= 35) oluşturulmuştur. Madde analizi için SPSS 15.0 istatistik programı ve Excel programı kullanılmıştır. Bu programlar kullanılarak başarı testinde yer alan her bir maddenin madde güçlük indeksi, madde ayırt edicilik indeksi, ortalama madde güçlük indeksi, ortalama madde ayırt edicilik indeksi ve Kuder Richardson-20 (KR-20) değeri hesaplanmıştır. Testin ikinci aşaması yaşanan güçlüklerin nedenlerine ilişkin seçenekleri içermesi nedeniyle madde analizi sadece testin ilk aşamasına uygulanmıştır.

Araştırmada GKGOYÇBT'nin geliştirme süreciyle ilgili izlenen işlem basamaklarından geçerlilik ve güvenilirlikle ilgili aşamalara bulgular kısmında yer verilmiştir.

Bulgular

Testin kapsam ve görünüş geçerliliğine ilişkin bulgular

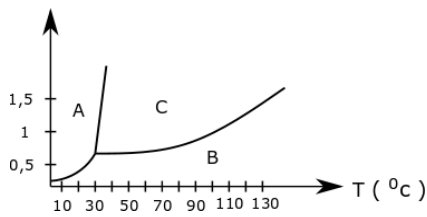
Test maddelerinin ölçülmek istenen alanın bir örneklemini olup olmadığını tespit etmek ve ölçme aracındaki maddelerin konuyu temsil gücünü ne derecede ölçtüğünü göstermek amacıyla kapsam geçerliliği yapılır (Ayre ve Scally, 2014; Cronbach ve Meehl, 1955; Karasar, 2009). Kapsam geçerliliği, testin yapı geçerliliği için de önemli bir kanıttır (Mislevy, 2007). Lissitz ve Samuelsen (2007) geliştirilen testle ilgili bir teorinin olmadığı durumlarda kapsam geçerliliğinin öne çıkarılması gerektiğini belirtmektedir. Kapsam geçerliliğini belirlemede sıklıkla başvurulan nitel yöntemlerden biri uzman görüşlerinin alınmasıdır (Baykul, 2000; Shuttleworth, 2016). Karasar (2009), testin kapsam geçerliliği için test maddelerinin ölçme amacına uygunluğu ve ölçülmek istenen alanı yeterli düzeyde temsil edilebilirliği hususlarında uzman görüşüne başvurulması gerektiğini belirtmektedir. Bu amaçla hazırlanan 40 maddelik taslak test kimya eğitiminde uzman iki öğretim üyesinin ve mesleki deneyimi 15 yıldan fazla olan iki kimya öğretmenin görüşlerine sunulmuştur. Hazırlanan uzman görüşü formu ile birlikte belirtke tablosu ve 40 maddelik test uzman grubunda yer alan üyelere ayrı ayrı verilmiştir. Bu noktada uzmanlardan testte yer alan maddelerin bilimsel açıdan doğruluk derecelerini, maddelerin grafiksel becerilere uygunluğunu, hazırlanan maddelerin kazanımları ne derecede kapsadığını incelemeleri ve testte eksik gördükleri yerleri madde üzerinde düzeltmeleri istenmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda testte bazı maddelerdeki soru kökü daha belirgin ve açık hale getirilmiş ve bazı sorulardaki çeldiriciler doğru cevaba ipucu vermeyecek şekilde düzenlenerek gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Bu aşamada son olarak görünüş geçerliliğine bakılmıştır. Testin ölçmeyi amaçladığı özelliği ölçüyor görünmesi ile ilgili olan görünüş geçerliliği (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2010) uzmanlar tarafından kontrol edilmiş ve testin başlangıç kısmına testin amacı, nerede kullanılacağı ve nasıl cevaplanacağı ile ilgili kısa bir yönerge eklenerek 40 maddeden oluşan test yapı geçerliliği ve güvenilirlik çalışmasına hazır hale getirilmiştir. Kapsam ve görünüş geçerliliği sonrasında testte yer alan örnek maddeler Şekil 2' de verilmiştir.

Deneme formunun uygulanması

Kapsam ve görünüş geçerliliği yapıldıktan sonraki aşamada hazırlanan GKGOYÇBT bir aday form ya da deneme formu niteliğindedir. Bir testin ilk düzenlenen biçimi çok iyi bir ölçme aracı olduğunu göstermez (Özçelik, 1992). Testin kullanılacağı evreni temsil edebilecek bir örneklem üzerinde pilot uygulama yapılması ve bu uygulama sonucunda elde edilen analiz verileri sonucunda geliştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda öncelikle GKGOYÇBT Genel Kimya I ve II derslerini almış 128 öğretmen adayına uygulanmıştır. Pilot uygulamada öğretmen adayları testi yaklaşık 45 dakikada cevaplamışlardır. Pilot çalışma sonrasında maddeye verilen cevap doğru ise 1, yanlış veya boş ise 0 puan verilerek ham puanlar hesaplanmış ve yapı geçerliliği ile güvenilirliğin belirlenmesi amacıyla test madde analizine tabi tutulmuştur.

Grafik okuma ve yorumlamaya ilişkin örnek madde

23. P (atm)



Yukarıdaki grafikte saf bir maddeye ait faz diyagramı verilmiştir.

Bu grafiğe göre 0,5 atm basınçta sıcaklık 10 °C'den 50 °C'ye çıkarılırsa aşağıdaki olaylardan hangisi gözlenir?

- A) Süblimleşme B) Buharlaşma
C) Erime D) Donma

Soruyu çözerken zorlandığınız durumu belirtiniz.

E) Hiçbir sorunla karşılaşmadım.

F) Faz diyagramında yer alan bölgelerin maddenin hangi fiziksel haline karşılık geldiğini hatırlamakta zorlandım.

G) Faz diyagramında yer alan bölgelerin hangi fiziksel hale karşılık geldiğini biliyorum fakat gözlenen hal değişimini grafikteki eğrileri ve verileri kullanarak belirlemekte zorlandım.

H) Diğer

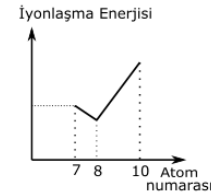
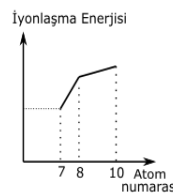
.....

Grafik çizimine ilişkin örnek madde

18. ${}^7\text{N}$, ${}^8\text{O}$, ${}^{10}\text{Ne}$ atomlarının 1. iyonlaşma enerjileri ile atom numaraları arasındaki ilişkiye ait grafik hangi seçenekte doğru verilmiştir?

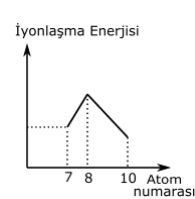
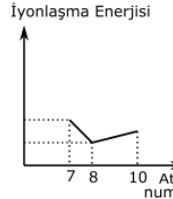
A)

B)



C)

D)



Soruyu çözerken zorlandığınız durumu belirtiniz.

E) Hiçbir sorunla karşılaşmadım.

F) İyonlaşma enerjisi atom numarası ilişkisini hatırlamakta zorlandım.

G) İyonlaşma enerjisi atom numarası ilişkisini biliyorum fakat çizilen uygun grafiği bulmakta zorlandım.

H) Diğer

.....

Şekil 2. Testte yer alan örnek maddeler

GKGOYÇBT'nin madde analizi ve test maddelerinin seçimine ilişkin bulgular

Madde analizi genellikle maddenin güçlük derecesi, ayırt etme gücü ve doğru cevap dışındaki seçeneklerin işlevliliği ile ilgili bulguları açığa çıkarmak için yapılır. Bu bağlamda madde analizi istenilen özellikleri taşıyan testin geliştirilmesinde uygun maddelerin seçilmesini, test kapsamında işlevliliği olmayan, amaca hizmet etmeyen maddelerin düzeltilmesini ve ayıklanmasını sağlar (Erkuş, 2003). Bu noktada ilgili maddelerin seçiminde olduğu kadar bu maddelerin nasıl bir değişikliklerle daha geçerli ve güvenilir maddeler haline getirilebileceği madde analizi aracılığıyla belirlenir. Madde analizi

yapılmadan önce elde edilen cevapların puan dağılımının normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu grup büyüklüğüne göre çeşitli testler kullanılarak belirlenebilir. Grup büyüklüğünün 50'den küçük olduğu durumlarda Shapiro-Wilks, 50'den büyük olduğu durumlarda ise Kolmogorov-Smirnov (K-S) testinin kullanılması önerilmektedir (Büyüköztürk, 2012). Bu çalışmada Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi (N=128) kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizinden puan dağılımının normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiştir ($p=0,065>0,05$). Test sonucunda p değerinin 0,05'den büyük bulunması puan dağılımının normal dağılımdan anlamlı bir farklılık sergilemediği ve uygun olduğu şeklinde yorumlanır (Büyüköztürk, 2012).

Klasik test kuramı kapsamında madde analizi işleminde en yaygın yöntemlerden biri olan %27'lik üst ve alt gruplara dayanan yöntem kullanılmıştır. Buna göre 128 öğretmen adayının cevap kâğıtları puanlanıp en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır. Puan sıralamasında en yüksek ve en düşük puanlardaki cevap kâğıtlarının %27'si (N=35) alt grup ve üst grup olarak tablo haline getirilmiştir.

Test geliştirmede madde analizi kapsamında bazı kriterler incelenerek madde seçimi yapılmaktadır. Buna göre testteki maddelerin güçlüklerinin ve ayırt ediciliklerinin yeterli düzeyde olup olmadığı ve çeldiricilerin beklenene yakın biçimde hazırlanıp hazırlanmadığı belirlenmeye çalışılır. Ortaya çıkan bulgular bireylerin test maddelerine verdikleri cevaplar arasındaki tutarlılığın da tespit edilmesini sağlayarak testin güvenilirliğine katkıda bulunur (Özçelik, 1992).

Madde güçlük indeksine (pj) ilişkin bulgular

Alanyazında madde güçlük indeksi (pj), bir maddeyi doğru cevaplama yüzdesi veya oranı olarak tanımlanabilir (Büyüköztürk, 2007; Gönen, Kocakaya ve Kocakaya, 2011). Madde güçlük indeksi arttıkça (+1,00'a yaklaştıkça) soruyu bilen öğrenci sayısı artar, dolayısıyla soru kolaylaşır. Madde güçlük indeksi (pj) azaldıkça (0,00'a yaklaştıkça) soruyu bilen öğrenci sayısı azalır ve soru zorlaşır. Adıgüzel ve Özüdoğru (2013), madde güçlük indeksi $p_j \leq 0,2$ olan maddelerin çok zor, $0,21 \leq p_j \leq 0,40$ arasındaki maddelerin zor, $0,41 \leq p_j \leq 0,60$ arası maddelerin orta düzey zorlukta, $0,61 \leq p_j \leq 0,80$ arasındaki maddelerin kolay ve $0,81 \leq p_j$ ise çok kolay maddeler olduğunu belirtmektedir. Testlerde maddelerin orta güçlükte (0,50) olması istenilen bir düzeydir ve testin geçerlilik ve güvenilirliğini artırmaktadır (Turgut ve Baykul, 2010). Araştırmada madde analizinde ortaya çıkan test maddelerinin madde güçlük indeks değerlerine ait bulgular Tablo 4'te sunulmuş ve alanyazında belirtilen değerler dikkate alınarak yorumlanmıştır. Bulgular doğrultusunda madde güçlük indeks değerleri 0,03 ile 0,76 arasında olduğu görülmektedir. Buradan 28. ve 35. maddelerin madde güçlük indeksi değerlerinin 0,2'den düşük olduğu ve zorluk sınıflandırmasında çok zor maddeler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca pj değeri 0,81'den büyük maddelere rastlanmadığı ve dolayısıyla test içerisinde çok kolay düzeyde bir maddenin olmadığı görülmektedir. Özçelik (1992) güçlük yönünden madde seçilirken değerin 0,50 dolaylarında toplanmak üzere 0,20 ile 0,80 arasında olması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu ölçüt aralığı göz önünde bulundurularak 28. ve 35. maddelerin testten çıkarılabileceği söylenebilir. Ancak maddelerin testten çıkarılması kararında etkili olan bir diğer önemli kriter madde ayırt edicilik indeksidir.

Madde ayırt edicilik indeksine (rj) ilişkin bulgular

Madde ayırt ediciliği (rj), madde ile ölçülmesi amaçlanan özelliğe sahip olan ve olamayanları birbirinden ayırabilme gücüdür (Büyüköztürk, 2007; Crocker ve Algina, 2008). Bir madde, bilenle bilmeyeni birbirine hiç karışmayacak şekilde ayırabiliyorsa böyle bir maddenin ayırt ediciliği tamdır. Dolayısıyla bu indeks daha çok maddenin geçerliliğine hizmet eder. Madde ayırt ediciliğini belirlemede ölçüt olarak genellikle toplam test puanı kriter olarak alınır ve alt-üst gruplardaki doğru cevap oranları karşılaştırılır (Crocker ve Algina, 2008). Madde ayırt edicilik indeksinin

yorumlanmasında alanyazında verilen kriterler dikkate alınmıştır (Büyüköztürk, 2007; Kubiszyn ve Borich, 2003). Madde ayırt edicilik indeksi -1.00 ile +1.00 arası değerler alabilir. Maddelerin ayırt edicilik indeksleri 0,40 ve daha büyük ise madde çok iyi; 0,30-0,39 arasında ise madde iyi; 0,20-0,29 ise maddede düzeltme ve geliştirme yapılarak kullanılabilir; 0,19 ve daha küçük ise madde çok zayıftır ve testten çıkarılmalıdır (Turgut, 1992). Araştırmada analizden elde edilen veriler incelendiğinde, madde ayırt edicilik indeksinin 0,00 ile 0,60 arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 4). Madde ayırt edicilik indeksi 0,40 ve daha yüksek olan 1, 2, 8, 9, 17, 18, 19, 20, 22, 25, 26, 27 ve 29 numaralı maddelerin çok iyi, ayırt edicilik indeksi 0,30-0,39 arasında olan 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11,12, 13, 14, 15, 16, 21, 23, 24, 28, 30, 31, 32 ve 33 numaralı maddelerin iyi olduğu görülmektedir. 12, 23, 24, 28, 35, 37 ve 40 numaralı yedi maddenin ayırt edicilik indeksleri incelendiğinde 0,30'dan küçük ve dolayısıyla çok zayıf maddeler olduğu tespit edilmiştir. Özçelik (1992) ve Turgut (1992) madde ayırt edicilik indeksinin pozitif yönde ve tercihen 0,30 veya daha yüksek olduğu takdirde maddenin testte yer alabileceğini belirtmektedirler. Bu doğrultuda araştırmacılar tarafından testin kapsam geçerliliğini etkilemediği göz önünde bulundurularak ayırt etme gücü düşük olan bu yedi maddenin testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Böylece toplam 33 maddeden oluşan GKGOYÇBT elde edilmiştir.

Tablo 4.

Pilot uygulama sonucu alt ve üst gruptaki öğrencilerin %27'lik alt ve üst gruplar yöntemine göre madde analizi

Madde No	Dü	Da	p_i	r_i	Madde No	Dü	Da	p_j	r_j
1	31	17	0,69	0,40	21	22	8	0,43	0,40
2	30	12	0,60	0,51	22	15	4	0,27	0,31
3	28	17	0,64	0,31	23	22	22	0,63	0,00
4	14	3	0,24	0,31	24	16	11	0,39	0,14
5	19	7	0,37	0,34	25	21	6	0,39	0,43
6	28	16	0,63	0,34	26	20	8	0,40	0,34
7	14	2	0,37	0,34	27	22	11	0,47	0,31
8	33	19	0,74	0,40	28	1	1	0,03	0,00
9	29	14	0,61	0,43	29	30	15	0,64	0,43
10	32	21	0,76	0,31	30	22	8	0,43	0,40
11	14	3	0,24	0,31	31	20	6	0,37	0,40
12	24	15	0,56	0,26	32	15	4	0,27	0,31
13	18	7	0,36	0,31	33	30	16	0,66	0,40
14	23	12	0,50	0,31	34	23	11	0,49	0,34
15	17	5	0,31	0,34	35	7	6	0,19	0,03
16	21	8	0,41	0,37	36	27	15	0,60	0,34
17	21	8	0,41	0,37	37	16	9	0,36	0,20
18	28	7	0,50	0,60	38	23	10	0,47	0,37
19	20	5	0,36	0,43	39	25	14	0,56	0,31
20	22	8	0,43	0,40	40	21	13	0,49	0,23

Dü: Üst grup, **Da:** Alt grup, **p_i :** Madde güçlük indeksi, **r_i :** Madde ayırt edicilik indeksi

Testin güvenilirlik katsayısının belirlenmesine ilişkin bulgular

Bir ölçme aracının güvenilirliği geçerliliği için en önemli koşullardan biridir. Bu bağlamda ölçme aracının önemli özelliklerinden biri olan güvenilirliğin tespit edilmesi son derece önemlidir. Güvenilirlik, aynı koşullarda tekrarlanan ölçümlerdeki kararlılık derecesidir (Özçelik, 1992). Özdamar (2013), ölçme aracının güvenilir olması için ölçme aracında yer alan maddelerin homojen olması ve birbirleriyle ilişkili olması gerektiğini belirtir. Bu bağlamda hazırlanan testin güvenilirlik çalışmasında iç tutarlılık katsayısına bakılmıştır. Bu yöntemde ölçme aracı benzer bir örneklem grubuna uygulandıktan sonra testte yer alan her bir madde analiz edilir. Analiz sonrasında maddelerin birbiriyle ne derece tutarlı olduğunu gösteren KR-20 güvenilirlik katsayısı hesaplanır (Büyüköztürk,

2007). Yapılan madde analizi sonucunda 33 maddelik testin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,86 olarak hesaplanmıştır. Büyüköztürk (2012), güvenilirlik katsayısının 0,70 ve daha yüksek olmasını test puanlarının güvenilirliği için yeterli görmektedir. Dolayısıyla araştırmada elde edilen KR-20 güvenilirlik katsayısı geliştirilen testin oldukça güvenilir olduğunu göstermektedir.

Testin son halinin oluşturulması

Geçerlilik ve güvenilirlik işlemleri sonucunda toplam 33 maddeden oluşan bir test elde edilmiştir. Analizler sonrasında testte yer alan maddelerin grafik okuma, yorumlama ve çizim becerilerine göre dağılımı Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5.

Geçerlilik ve güvenilirlik analizleri sonrasında testte yer alan maddelerin grafiksel becerilere göre dağılımı

Maddeler	Grafiksel Beceriler	
	Okuma ve Yorumlama Becerisi	Çizim Becerisi
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12,13, 14,15, 16, 17, 19, 21, 22, 23,25, 26, 28, 29, 31, 33	X	
18, 20, 24, 27, 30, 32		X

Tablo 5 incelendiğinde, testte yer alan 33 maddeden 27'sinin grafik okuma ve yorumlama, 6 maddenin ise grafik çizim becerisi gerektiren sorulardan oluştuğu görülmektedir. Ayrıca grafik okuma ve yorumlama becerisine ilişkin maddelerden 7. madde grafiklerde ölçme aralığı dışında kalan bir değeri tahmin etmede kullanılan ekstrapolasyon, 8. ve 10. maddeler ise ara değerlerin kestirimi olarak tanımlanan interpolasyon yapma becerilerini ölçmektedir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada kimya öğretmen adaylarının Genel Kimya konularına ilişkin grafik okuma, yorumlama ve çizim beceri düzeylerinin tespit edilmesine yönelik geçerli ve güvenilir bir başarı testi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda alanyazında yer alan başarı testlerinin geliştirilmesi sırasında izlenen basamaklar takip edilmiştir (Akbulut ve Çepni, 2013; Karslı ve Ayas, 2013; Kocagül Sağlam ve Ünal Çoban, 2018).

Test hazırlanırken çoktan seçmeli bir test olmasına karar verilmiştir. Araştırmada ölçme aracı olarak çoktan seçmeli testlerin seçilme sebepleri grafik becerilerini kullanmayı gerektiren genel kimya konularıyla ilgili çok sayıda soru yöneltilebilmesi, bilişsel yeterliğin çoğu düzeyini ölçmeye olanak sağlaması, puanlamanın tamamen objektif olması ve ölçme aracının geniş örneklem grubuna uygulanabilmesidir. Ayrıca geliştirilen test grafik okuma, yorumlama ve çizim becerilerinde karşılaşılan güçlükleri ortaya koyabilmesi amacıyla iki aşamalı olarak hazırlanmıştır.

Ölçme araçlarının geliştirilmesinde göz önünde bulundurulması gereken iki temel unsurdan biri ölçme aracının geçerliliği, diğeri ise güvenilirliğidir (Mckenzie ve Padilla, 1986; Kocagül Sağlam ve Ünal Çoban, 2018; Turgut ve Baykul, 2010). Testin geliştirilme sürecinde bu iki özellik göz önünde bulundurulmuş test hazırlanmıştır. Öncelikle KGOYÇBT'nin geliştirilme sürecinde araştırmacılar tarafından Genel Kimya I ve II ders içeriklerine ilişkin grafiklerin yaygın olarak kullanıldığı toplam 12 konu başlığı tespit edilmiş ve grafik okuma, yorumlama ve çizim becerileriyle ilgili ölçülecek özellikler belirlenmiştir. Araştırmada test konuları ve ölçülecek özelliklerin belirlenmesinden sonra 12 konu başlığı kapsamında kazanım-içerik ilişkisini, madde dağılımını ve sayısını gösteren bir belirtke tablosu oluşturulmuştur. Grafiksel becerilerin ölçülmesinde Friel ve diğerleri (2001) tarafından oluşturulan

verileri okuma, veriler arasını okuma ve veriler ötesini okuma kategorileri dikkate alınmış ve 40 maddelik çoktan seçmeli test hazırlanmıştır. Testin kapsam ve görünüş geçerliliğinin sağlanmasında uzman görüşüne başvurulmuştur. Testin geliştirilmesinde uygun maddelerin seçilmesini, test kapsamında işlerliği olmayan, amaca hizmet etmeyen maddelerin düzeltilmesini ve ayıklanmasını sağlayan madde analizi madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indekslerinin %27'lik alt – üst grup yöntemine dayalı gerçekleştirilmiştir. Araştırmada toplam 33 maddeden oluşan nihai testin madde güçlük indeks değerlerinin 0,24 ile 0,76 arasında olduğu tespit edilmiştir. Adıgüzel ve Özüdoğru (2013) madde güçlük indeksi $p_j \leq 0,2$ olan maddelerin çok zor, $0,21 \leq p_j \leq 0,40$ arasındaki maddelerin zor, $0,41 \leq p_j \leq 0,60$ arası maddelerin orta düzey zorlukta, $0,61 \leq p_j \leq 0,80$ arasındaki maddelerin kolay ve $0,81 \leq p_j$ ise çok kolay maddeler olduğunu belirtmektedir. Elde edilen bu sonuç zor, orta düzey ve kolay maddelerin olduğunu; ancak çok zor ve çok kolay maddelerin yer almadığını göstermektedir. Ayrıca nihai testin ortalama madde güçlüğü 0,47 olarak hesaplanmıştır. Turgut ve Baykul (2010) testlerde maddelerin orta güçlükte (0,50) ve buna yakın değerlerde olmasının istenilen bir düzey olduğunu ve testin geçerlilik ve güvenilirliğini arttırdığını belirtmektedir. Geçerlilik ve güvenilirlik için aranan diğer kriter madde ayırt ediciliğidir. Analiz sonuçlarına göre ayırt ediciliği 0,30'dan küçük olan yedi madde testten çıkarılmıştır. Elde edilen 33 maddelik testte yer alan maddelerin ayırt edicilik indeksleri ise 0,31 ile 0,60 arasında değişmektedir. Kubiszyn ve Borich (2003) madde ayırt ediciliği 0,30'dan küçük maddelerin zayıf maddeler olduğunu ve testten çıkarılması gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca testin ortalama ayırt edicilik indeksi incelendiğinde 0,37 olarak hesaplanmıştır. Ortaya çıkan bu sonuçla birlikte maddelerin ortalama ayırt edicilik gücünün iyi olduğu söylenebilir.

Geliştirilen testin güvenilirlik hesaplamalarında ise KR-20 kullanılmıştır. Testin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,86 olarak bulunmuştur. Bu sonuç geliştirilen testin oldukça güvenilir olduğunu ve testte yer alan maddelerin homojen ve birbirleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2007; Özdamar, 2013). Turgut ve Baykul (2010) KR-20 formülü yardımıyla hesaplanan güvenilirlik katsayısının yüksek olmasını testin maddelerinin, testin bütünüyle olan tutarlılığını gösterdiğine işaret etmektedir.

Alanyazında grafiksel becerilerin ölçülmesi amacıyla geliştirilen test maddelerinin genellikle grafik okuma ve yorumlama becerileri (Beichner, 1994; Kılıç ve diğ., 2012) olarak tek kategoride veya grafik okuma ve yorumlama ile grafik çizim becerileri (Gültekin 2009; 2014; Mckenzie ve Padilla, 1986) olarak iki kategoride sınıflandırıldığı görülmüştür. Bu çalışma kapsamında geliştirilen testte yer alan maddeler ise alanyazın bulguları doğrultusunda *verileri okuma*, *veriler arasını okuma*, *veriler ötesini okuma* ve *grafik çizim* becerileri olmak üzere dört kategoride sınıflandırılmıştır (Glazer, 2011; Erbilgin ve diğ., 2015; Friel ve diğ., 2001; Leinhardt ve diğ., 1990, Temiz ve Tan, 2009). Bu sayede öğretmen adaylarının grafik okuma ve yorumlama beceri düzeylerinin hem genel olarak hem de temel düzeyden üst düzeye doğru ölçülebilmesi mümkün olacaktır.

Öğretmen adaylarının grafiksel becerilerinin tespit edilmesine yönelik alanyazında birçok çalışma yer almaktadır (Aydın ve Tarakçı, 2018; Bayazıt, 2011; Bowen ve Roth, 2005; Coştu ve diğ., 2017; Dolu ve Ürek, 2017; Gheith ve Aljaberi, 2015; Gültekin, 2014; Kılıç ve diğ., 2012; Taşar ve diğ., 2002). Bu çalışmaların büyük çoğunluğu fen bilgisi öğretmen adayları ile yürütülmüştür (Aydın ve Tarakçı, 2018; Coştu ve diğ., 2017; Dolu ve Ürek, 2017; Kılıç ve diğ., 2012). Bunun yanı sıra sınıf öğretmeni adayları (Gheith ve Aljaberi, 2015), fizik öğretmeni adayları (Taşar ve diğ., 2002), fen bilgisi-sınıf öğretmeni adayları (Bayazıt, 2011) ve fen bilgisi-kimya öğretmeni adayları (Gültekin, 2014) ile yürütülen çalışmalar da bulunmaktadır.

Genel Kimya konularında öğretmen adaylarının grafiksel becerilerinin tespit edilmesine yönelik ulusal çaptaki çalışmalar incelendiğinde çok az sayıda çalışma (Coştu ve diğ., 2017; Dolu ve Ürek, 2017; Gültekin; 2014) olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarının

gazlar (Dolu ve Ürek, 2017), hal değişimi ve çözeltiler (Gültekin, 2014) ile çözünürlük (Coştu ve diğ., 2017) gibi sınırlı konu başlıklarında geliştirilen testler olduğu dikkat çekmektedir. Örneğin Dolu ve Ürek (2017) yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının bazı gaz yasaları ile ilgili grafikleri yorumlama düzeylerini belirleyip konu öğretiminden sonra yorumlama düzeylerinde meydana gelen değişimleri açık uçlu üç farklı grafik kullanarak incelemişlerdir. Coştu ve diğerleri (2017) öğretmen adaylarının çözünürlük konusundaki grafik çizimi, grafik okuma ve yorumlama beceri düzeylerini inceledikleri çalışmalarında kavramsal bilgi içeren üç bölümden oluşan bir test kullanmışlardır. Genel Kimya konularında yapılan bir diğer çalışma ise ortaöğretim öğrencileri ile fen bilgisi ve kimya öğretmenliği programında okuyan üniversite öğrencilerinin hal değişimi, çözeltiler ve çözünürlük konularındaki grafik çizme, okuma ve yorumlama becerilerini karşılaştırmayı ve bu beceriler ile ilgili karşılaşılan sorunları belirlemeyi amaçlayan bir araştırmadır (Gültekin, 2014). Bu çalışmada çoktan seçmeli maddelerden oluşan grafik okuma ve yorumlama beceri testi ile açık uçlu maddelerden oluşan grafik çizme beceri testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda üniversite öğrencilerinin grafik çizmede ortaöğretim öğrencilerinden daha başarılı oldukları, ancak grafik okuma ve yorumlamada anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Ortaya çıkan bu durum üniversite öğrencilerinin grafiksel becerilerde tam olarak yeterli düzeyde olmadıklarını ve bu becerilerle ilgili sorunlar yaşadıklarını göstermektedir. Böylelikle kimya dersinin farklı beceriler gerektirmesi ve disiplinler arası ilişkiler içermesi nedeniyle öğrenciler tarafından zor bir ders olarak algılandığı ifade edilebilir (Dolu ve Ürek, 2017). Bu farklı beceriler içerisinde grafik okuma ve yorumlama kimyayı ve kimya uygulamalarını anlayabilmenin önemli bir yoludur (Coştu, 2010; Dori ve Sason, 2008). Çünkü kimya derslerinde yer alan birçok konuda kavram ve olaylar arasındaki ilişkiler sıklıkla grafiklere başvurularak sunulmaktadır. Bu bağlamda araştırmada geliştirilen GKGOYÇBT'nin öğretmen adaylarının çeşitli kimya konularında karşılaşılabilecekleri grafikleri yorumlamada ve çizmede yeterli düzeyde olup olmadıklarını ve bu becerilerle ilgili karşılaşılan güçlüklerin neler olacağını gösterebilecek bir test olduğu düşünülmektedir. Ayrıca geçerliği ve güvenilirliği bu araştırmayla ortaya konan GKGOYÇBT ile ileriki çalışmalarda öğretmen adaylarının sınırlı kimya konularından ziyade Genel Kimya I ve II konularını kapsayan çeşitli kimya konularındaki grafiksel becerileri ölçülebilir.

Sonuç olarak ülkemizde kimya öğretmen adaylarının grafik okuma, yorumlama ve çizim becerilerinin tespit edilmesi ve karşılaştıkları güçlüklerin yeterince belirlenmesine yönelik kapsamlı bir başarı testi bulunmadığı göz önünde bulundurulursa bu çalışmada geliştirilen GKGOYÇBT'nin alana büyük bir katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara dayalı olarak geliştirilen öneriler aşağıda sunulmuştur:

- GKGOYÇBT'nin kimya öğretmen adaylarının grafik okuma, yorumlama ve çizim beceri düzeylerinin tespit edilmesi amacıyla kullanılabileceği söylenebilir.
- GKGOYÇBT ile farklı sınıf düzeylerindeki kimya öğretmen adaylarının grafiksel becerileri karşılaştırılarak bu becerilerde sınıf düzeyi değişkeninin etkisi incelenebilir.
- Geliştirilen GKGOYÇBT ile sadece kimya öğretmen adaylarının değil, aynı zamanda Genel Kimya dersi alan diğer disiplinlerdeki öğretmen adaylarının da grafiksel beceri düzeyleri tespit edilebilir.
- Öğretmen adaylarının grafiksel becerilerinin süreç içerisindeki değişimi incelenerek araştırmacılar tarafından boylamsal çalışmalar yürütülebilir.
- Grafiksel becerilerin geliştirilmesine yönelik teknolojik alt yapısı olan çeşitli eğitim materyalleri ve alternatif öğrenme ortamları geliştirilerek öğretmen ve öğrencilerin kullanımına sunulabilir.
- Ders kitaplarında ve öğretim programlarında grafik okuma, yorumlama ve çizim becerisi gerektiren kazanımlara yeterli düzeyde yer verilebilir.

Kaynakça

- Adıgüzel, O. C. ve Özüdoğru, F. (2013). Üniversitelerde ortak zorunlu yabancı dil I dersine yönelik bir akademik başarı testinin geliştirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 1-11.
- Akbulut, H. İ. ve Çepni, S. (2013). Bir üniteye yönelik başarı testi nasıl geliştirilir?: İlköğretim 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik bir çalışma. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 18-44.
- Aydın, A. ve Tarakçı, T. (2018). Fen bilimleri öğretmen adaylarının grafik okuma, yorumlama ve çizim becerilerinin incelenmesi. *Elementary Education Online*, 17(1), 469-488.
- Ayre, C. ve Scally, A. J. (2014). Critical values for Lawshe's content validity ratio: Revisiting the original methods of calculation. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 47(1), 79-86. doi: 10.1177/0748175613513808
- Bayazıt, İ. (2011). Öğretmen adaylarının grafikler konusundaki bilgi düzeyleri. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(4), 1325 -1346.
- Baykul, Y. (2000). *Eğitimde ve psikolojide ölçme*. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62, 750-752.
- Beichner, R. J. (1996). The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills. *American Journal of Physics*, 64(10), 1272-1277.
- Belç, Ş. (2009). *İlköğretim 8. sınıf öğrencilerin fotosentez konusu ile ilgili grafikleri okumada ve yorumlamada karşılaştıkları güçlüklerin belirlenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Beydoğan, H. Ö. (2010). Grafikselle düzenlemelerin öğrencilerin okuma-anlama düzeylerine etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 188, 202-217.
- Bowen, G. M. ve Roth, M. W. (2005). Data and graph interpretation practices among preservice science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1063-1088.
- Busby, B. D. (2018). *Transfer of graphing skills from math to chemistry* (Doktora tezi). ProQuest Dissertations and Theses veri tabanından erişildi (UMI No: 10934252).
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Deneysel desenler*. Ankara: Pegem Yayınları.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (7.baskı). Ankara: Pegem Yayınları.
- Coştu, B. (2010). Algorithmic, conceptual and graphical chemistry problems: A revisited study. *Asian Journal of Chemistry*, 22(8), 6013-6025.
- Coştu, F., Ercan, O. ve Coştu, B. (2017). Öğretmen adaylarının grafik okuma ve yorumlama düzeyleri. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44, 194-213.
- Crocker, L. ve Algina, J. (2008). *Introduction to classical and modern test theory*. Ohio: Cengage Learning.
- Cronbach, J. L. ve Meehl, P. L. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, 52(4), 281-302. doi: 10.1037/h0040957
- Dolu, G. ve Ürek, H. (2017). PxV - V, PxV - P, PxV - 1/V için çizilen grafiklerin üniversite öğrencileri tarafından değerlendirilmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(3),191-198.
- Dori, Y. J. ve Sason, I. (2008). Chemical understanding and graphing skills in an honors case-based computerized chemistry laboratory environment: The value of bidirectional visual and textual representations. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(2), 219-250.
- Erbilgin, E., Arıkan, S. ve Yabanlı, H. (2015). Çizgi grafiğini yorumlama ve oluşturma becerilerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 16(2), 43-61
- Erkuş, A. (2003). *Psikometri üzerine yazılar*. Ankara: Türk Psikologlar Derneği Yayınları.
- Ertekin, A. B., Kurt, A., Demirbaş, O. ve Erkuş, S. (2018a). *Ortaöğretim fen lisesi kimya 9 ders kitabı*. Ankara: MEB Yayınları.
- Ertekin, A. B., Kurt, A., Demirbaş, O. ve Erkuş, S. (2018b). *Ortaöğretim fen lisesi kimya 11 ders kitabı*. Ankara: MEB Yayınları.
- Forster, P. A. (2004). Graphing in physics: Processes and sources of error in tertiary entrance examinations in Western Australia. *Research in Science Education*, 34(3), 239-265.
- Friel, S. N., Curcio, F. R. ve Bright, G. W. (2001). Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(2), 124-158.

- Gheith, E. M. ve Aljaberi, N. M. (2015). Pre-service classroom teachers' attitudes toward graphs and their ability to read and interpret them. *International Journal of Humanities and Social Science*, 5(7), 113-124.
- Glazer, N. (2011). Challenges with graph interpretation: A review of the literature. *Studies in Science Education*, 47(2), 183-210.
- Gönen, S., Kocakaya, S. ve Kocakaya, F. (2011). Dinamik konusunda geçerliliği ve güvenilirliği sağlanmış bir başarı testi geliştirme çalışması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 40-57.
- Gültekin, C. (2009). *Ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin çözümler ve özellikleri konusu ile ilgili grafik çizme okuma ve yorumlama becerilerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Gültekin, C. (2014). *Ortaöğretim öğrencileri ile üniversite öğrencilerinin hal değişimi, çözümler ve çözünürlük konuları ile ilgili grafik çizme okuma ve yorumlama becerilerinin karşılaştırılması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Karasar, N. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemi* (19. baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Karslı, F. ve Ayas, A. (2013). Fen ve teknoloji dersi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin ölçülmesine ilişkin bir test geliştirme çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(2), 66-84.
- Kılıç, D., Sezen, N. ve Sarı, M. (2012). A study of pre-service science teacher's graphing skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 2937-2941.
- Kocagül Sağlam, M. ve Ünal Çoban, G. (2018). Fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarına yönelik akıl yürütme becerileri testinin geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 17(3), 1496-1510.
- Kubiszyn, T. ve Borich, G. (2003). *Education testing and measurement* (7. baskı). Hoboken: John Wiley.
- Leinhardt, G., Zaslavsky, O. ve Stein, M. K. (1990). Functions, graphs, and graphing: Tasks, learning, and teaching. *Review of Educational Research*, 60(1), 1-64.
- Lissitz, R. W. ve Samuelsen, K. (2007). A suggested change in terminology and emphasis regarding validity and education. *Educational Researcher*, 36(8), 437-448.
- McKenzie, D. L. ve Padilla, M. J. (1986). The construction and validation of the test of graphing in science (TOGS). *Journal of Research in Science Teaching*, 23(7), 571-579.
- Mislevy, R. J. (2007). Validity by design. *Educational Researcher*, 36(8), 463-469.
- Monteiro, C. ve Ainley, J. (2003). Interpretation of graphs: Reading through the data. J. Williams (Ed.), Vol. 23 (3). *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics* (s.31-36) içinde. Birmingham, UK: BSRLM.
- Özçelik, D. A. (1992). *Ölçme ve değerlendirme* (2.baskı). Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Özdamar, K. (2013). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi-II* (10. baskı). Eskişehir: Nisan Kitabevi.
- Potgieter, M., Harding, A. ve Engelbrecht, J. (2008). Transfer of algebraic and graphical thinking between mathematics and chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(2), 197-218.
- Scardamalia, N., Bereiter, C. ve Lamon, M. (1994). The CSILE Project: Trying to bring the classroom into world 3. K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (s. 201-228) içinde. Cambridge, MA: MIT Press.
- Shah, P. ve Hoeffner, J. (2002). Review of graph comprehension research: Implications for instruction. *Educational Psychology Review*, 14(1), 47-69.
- Stavridou, F. ve Kakana, D. (2008). Graphic abilities in relation to mathematical and scientific ability in adolescents. *Educational Research*, 50(1), 75-93.
- Shuttleworth, M. (2016). Content validity. Erişim adresi: <https://explorable.com/content-validity.html>
- Şahin, S., Gençtürk, E. ve Budanur, T. (2007). Coğrafya öğretiminde uygun grafik seçimi ve kullanımının öğrenme üzerinde etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 293-302.
- Tairab, H. H. ve Al-Naqbi, A. K. (2004). How do secondary school science students interpret and construct scientific graphs? *Journal of Biological Education*, 38(3), 127-132.
- Tan, M. ve Temiz, B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 89-101
- Taşar, M. F., Kandil Ingeç, Ş. ve Ünlü Güneş, P. (2002, Eylül). *Grafik çizme ve anlama becerisinin saptanması*. V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulan bildiri, Ankara.
- Taşdemir, A., Demirbaş, M. ve Bozdoğan, A. E. (2005). Fen bilgisi öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin grafik yorumlama becerilerini geliştirmeye yönelik etkisi. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 81-91.
- Tekin, B., Konyaloğlu, A. C. ve Işık, A. (2009). Ortaöğretim öğrencilerinin fonksiyon grafiklerini çizebilme becerilerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(3), 919-932.

- Temiz, B. K. ve Tan, M. (2009). Grafik çizme becerilerinin kontrol listesi ile ölçülmesi. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 71-83.
- Turgut, M. F. (1992). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (9. baskı). Ankara: Saydam Matbaacılık.
- Turgut, M. F. ve Baykul, Y. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (2. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Uyanık, F. (2007). *Ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin grafik anlama ve yorumlamaları ile kinematik başarıları arasındaki ilişki* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Yayla, G. ve Özsevgeç, T. (2015). Ortaokul öğrencilerinin grafik becerilerinin incelenmesi: Çizgi grafikleri oluşturma ve yorumlama. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(3), 1381-1400.
- Yurdabakan, İ. (2012). Bloom'un revize edilen taksonomisinin eğitimde ölçme ve değerlendirmeye etkileri. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 327-348.