

Öğretmen Adaylarının Grafik Okuma ve Yorumlama Düzeyleri

Pre-Service Science Teachers' Levels of Graph Reading and Interpretation

Fatma COŞTU¹, Doç. Dr. Orhan ERCAN², Prof. Dr. Bayram COŞTU³

¹ Sorumlu Yazar, İstanbul Bahçelievler Şehit Mehmet Karaaslan İHL, Türkiye, fatmacostu@hotmail.com

² Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Eğitim Fakültesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye, orhanercan@gmail.com

³ Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Eğitim Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye, bcostu@yildiz.edu.tr

Geliş tarihi: 20.10.2017

Kabul Tarihi: 13.12.2017

ÖZ

Bu çalışma; fen bilgisi öğretmen adaylarının çözünürlük konusunda grafik okuma, yorumlama, grafikteki veriler yardımıyla interpolasyon ve ekstrapolasyon yapma düzeylerini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada betimsel tarama modellerinden örnek olay tarama modeli kullanılmıştır. Bu model kapsamında, çalışmada veri toplama aracı olarak iki bölümden oluşan bir test kullanılmıştır. Hazırlanan testin pilot çalışması yapıldıktan sonra “Genel Kimya 1 ve 2” derslerini almış ve çalışmaya gönüllü katılan toplam 96 fen bilgisi öğretmen adayına bu test uygulanmıştır. Veri toplama aracından elde edilen veriler, basit istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen veriler sonucunda, öğretmen adaylarının çözünürlük konusuyla ilgili grafik okumada, grafik yorumlamaya nispeten daha iyi durumda oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının, ekstrapolasyon yapma becerilerinin de istenilen düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Bunlara ek olarak, öğretmen adaylarının kavramsal bilgileri ile grafiksel becerileri arasında bir ilişki olmakla birlikte, grafik becerilerindeki eksikliklerin baskın olduğu ortaya çıkartılmıştır. Bu araştırmadan elde edilen sonuçların, bilimsel süreç becerilerinden biri olan grafik çizme ile ilgili becerileri artırmaya yönelik yapılacak çalışmalara rehber olacağına inanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fen bilgisi eğitimi, bilimsel süreç becerileri, grafik okuma, grafik yorumlama, interpolasyon, ekstrapolasyon, çözünürlük.

ABSTRACT

This study was aimed to determine pre-service science teachers' levels about graph reading, interpretation, interpolation and extrapolation via graph data in solubility. A case study survey model from descriptive models was utilized in this study. A test composed of two sections was used as data collection tool. After pilot study of the test, the test was implemented to 96 volunteer pre-service science teachers who took courses of “General Chemistry 1 and 2”. Collected data were analyzed simple statistics methods. The study indicated that pre-service science teachers performed much better in graph reading than graph interpretation. It was also revealed pre-service science students' extrapolation skills were not intended levels. In addition, the study founded out that pre-service science teachers' difficulties about graphical knowledge were very dominant despite relationship between conceptual understanding and graphical knowledge. Results of this study should be utilized to be enhanced pre-service science teachers' graphical knowledge one of the science process skills.

Keywords: Science education, science process skills, graph reading, graph interpretation, interpolation, extrapolation, solubility.

GİRİŞ

Fen bilgisi eğitimi; fen bilimleri içeriğindeki bilimsel bilgilerin öğrenilmesi ile bilimsel süreç becerileri olarak bilinen önemli becerilerinin öğrencilerde kazanılmasını gerekli kılmaktadır. Bu iki bileşenden hangisinin kazandırılmasının daha önemli olduğu, literatürde sıklıkla tartışılan bir konu olmuştur (Brotherton ve Preece, 1995; Colley, 2006; Karşı, 2011). Fakat böylesine bir tartışma, bir bakıma anlamsız da görülebilmektedir. Çünkü bu iki bileşen birbiri ile yakından ilişkili ve birbirinden ayrılmaz olduğu yani birinin diğerinin öğrenilmesine yardımcı olacağı gerçeği de, literatürde sıklıkla ifade edilmektedir (Ayas ve diğ., 1997; Kanlı, 2007; Karşı, 2011; Kula, 2009). Bu nedenle, bu iki bileşenin her ikisinin de öğrencilere kazandırılması çoğu durumda önemli görülmektedir. Ülkemizde ve dünyada geliştirilen fen bilgisi öğretim programlarına da bakıldığında, bu iki bileşenin öğrencilere kazandırılmasının önemi bir kez daha anlaşılabilir (Kılıç ve diğ., 2008; MEB, 2007, 2013; 2017; Wideen, 1975). Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çok sayıdaki çalışma; literatürde uzun yıllardan bu yana varlığını korumakta olup, bu alanda çok değişik farklı bakış açıları dikkate alarak araştırmalar yürütülmüştür. Bu farklı bakış açıları; bilimsel süreç becerilerinin, a) öğrencilerin akademik başarıları arasındaki ilişki (örneğin; Başer, 2003; Tupin ve Cage, 2004), b) öğrencilerin fenne karşı tutumları arasındaki ilişki (örneğin; Aydoğdu, 2006; Downing ve Filer, 1999), c) bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişki (örneğin, Aktamış ve Ergin, 2007) şeklinde sıralamak mümkündür. Yapılan bu araştırmaların hepsinde de, bilimsel süreç becerileri ile sıralanan ilişkiler (akademik, başarı, tutum ve yaratıcılık) arasında pozitif anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Bu araştırmalara ek olarak, bilimsel süreç becerileri; bireylerin problem çözme, eleştirel düşünme ve karar verme gibi üst düzey düşünme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu da ortaya koyan bilimsel araştırmalara da (Arslan ve Tertemiz, 2004; Koray ve diğ., 2007; Lee vd., 2002; Tan ve Temiz, 2003;) rastlamak mümkündür. Özetle söylenecek olursa, yukarıda bahsedilen bu denli çeşitli açılardan araştırmalar yapılan çalışma sonuçları, bilimsel süreç becerilerinin öğrencilere kazandırılmasının önemini daha da artırmaktadır.

Bilimsel süreç becerilerini yeterince geliştirmiş bir birey; bilimsel bilgiyi elde etmede ve kendi öğrenmesinde aktif roller olarak daha kalıcı, daha anlamlı ve yanlış anlamalardan uzak bir biçimde bilgileri zihninde yapılandırabilmede başarılı olabilir (Ayas ve diğ., 1997; Karşı, 2011; Şen & Nakiboğlu, 2012; Temiz & Tan, 2003). Bu açıdan ele alındığında, eğitim öğretim faaliyetlerinin etkili bir biçimde yapılması bilimsel süreç becerilerinin öğrencilerde ne kadar iyi geliştirildiği ile yakından ilişkilidir. Ayrıca bilimsel süreç becerileri; bilim insanlarının çalışmalarında kullandıkları beceriler olmakla birlikte, bilimsel düşünmenin ve bilimsel araştırmanın da temelini oluşturmaktadır (Temiz & Tan, 2003). Literatürde farklı biçimlerde sınıflandırılan (Ayas ve diğ., 1997; Şen & Nakiboğlu, 2012) bu bilimsel süreç becerilerden birisi de grafik okuma, anlama ve yorumlama alanındaki becerileridir. Öğretimin her kademesinde ve hatta günlük yaşamın her safhasında sıklıkla karşılaşılan görsel temsillerden birisi de grafiklerdir. Soyut düşünceleri ve karmaşık bilgileri görselleştirerek sunulmasını sağlayan grafiklerin başta matematik ve fen derslerinde olmak üzere hemen hemen tüm disiplinlerde yeri ve önemi her geçen gün artmaktadır (Bayazıt, 2011). Görsel materyallerden olan grafikler; eğitim ortamlarının düzenlenmesinde ve öğrenme süreçlerinin zenginleştirilmesinde en yaygın kullanılan materyallerden birisi olarak kabul edilmektedir (Belser, 2009; Bengtsson ve Ottosson, 2006; Şahin ve diğ., 2007; Taşar ve diğ., 2002; Uyanık, 2007). Grafiklerin ve grafik becerilerinin kazanmanın önceden de bahsedildiği üzere fen eğitimi ve günlük yaşam açısından önemli beceriler olarak kabul edilmelerine rağmen, birçok öğrencinin bu becerileri edinmede yeterince başarılı olamadıkları literatürdeki çok sayıdaki araştırmaların sonuçlarında ifade edilmektedir (örneğin; Bayazıt, 2011; Belser, 2009; Beichner, 1994; Bowen ve Roth, 2005; Dori ve Sason, 2008; Forster, 2004; Potgiether, Harding ve Engelbrecht, 2008; Taşar ve diğ., 2002; Uyanık, 2007). Sadece grafik çizme, okuma ve yorumlama değil, ülkemizde ölçme ve değerlendirme amaçlı yapılan sınav ya da merkezi sınavlarda sorulan sorulardaki başarısızlıkları (örneğin; Coştu, 2007; Coştu, 2010; Kurnaz, 2013) da yine grafiklerle ilgili yaşanan sıkıntının büyük çapta olduğunu bizlere

göstermektedir. Grafik becerilerinin edinmenin önemi ve bu becerilerinin edinilmesinde yaşanan sıkıntılardan dolayı, üzerinde çok araştırma yapılan bir alan olmasına neden olmuştur. Öğrencilerin grafik çizme, okuma ve yorumlama alanlarındaki becerilerini geliştirmeye yardımcı olma potansiyeline sahip öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının, grafikler ile ilgili becerilerinin ne durumda olduğu önemli bir araştırma problemi olarak ortaya çıkmaktadır.

1.1 Literatür Özeti

Grafik çizme, okuma ve yorumlama becerileri ile ilgili olarak gerek ulusal ve gerekse uluslararası literatürde de çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu denli çok sayıda araştırma yapılması, öğrencilerin grafik ile ilgili bilgi ve becerilerinin ayrıntılı bir biçimde ortaya konulmasının önemini de göstermektedir. İlgili literatürde öğrencilerin grafik çizme, okuma ve yorumlama becerilerindeki eksiklik ya da yanlışlıklar, farklı öğrenim kademelerinde sıklıkla araştırıldığı görülmektedir. Bu çalışmaların küçük yaştaki öğrencilerden başlayıp üniversite düzeyine kadar hemen hemen her öğrenim düzeyinde yapılmıştır. Ayrıca, bu çalışmaların örneklemi dikkate alındığında, ilkökul düzeyindeki (örneğin, Parmar and Signer, 2005; Selamet, 2014) araştırmalara az sayıda rastlanırken, ortaokul (örneğin, Memnun, 2013; Yayla ve Özsevegç, 2015) ve lise düzeyinde (Mckenzie ve Padilla, 1986; Temiz ve Tan, 2009) orta düzeyde, üniversite düzeyinde ise (örneğin Beichner, 1994; Bowen ve Roth, 2005; Kılıç, Sezen ve Sarı, 2012; Taşar ve diğ., 2002) çok sayıda olduğu söylenebilir. Hangi seviyede yapılırsa yapılsın bu araştırmaların hepsinde de; öğrencilerin grafik çizme, okuma ve yorumlama ile ilgili çok farklı türde sıkıntılar yaşadıkları belirlenmiştir. Hatta öğrencilerin öğrenme ortamında karşılaştıkları üç soru türünden (kavramsal, işlemsel ve grafiksel) grafik sorularında daha az başarı gösterdikleri literatürdeki araştırmalarda belirlenmiştir (Coştu, 2007). Ayrıca, ilgili araştırmaların bazılarında (Tairab ve Khalaf Al-Naqbi, 2004; Taşar ve diğ., 2002) dikkati çeken bir diğer sonuç ise; öğrencilerin grafik çizme becerilerinde, grafik okuma ve yorumlama becerilerine kıyasla daha fazla sorun yaşadıklarıdır. İlgili literatürdeki bazı araştırmalar; öğrencilerin grafik çizme, okuma ve yorumlama ile ilgili yaşadıkları sıkıntıların belirlenmesi dışında, farklı amaçlar için araştırmalar yürütmüşlerdir. Örneğin Berg ve Philips (1994), öğrencilerin mantıksal düşünme becerileri ile grafiksel becerileri arasındaki ilişkiyi araştırmışlar ve bu iki beceri arasında bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Bazı araştırmalar ise (Parmar and Signer, 2005; Pala, 2011; Memnun, 2013), öğrencilerin matematiksel becerileri ile grafiksel becerileri arasındaki ilişkiyi araştırmışlar ve olumlu bir ilişki olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Bu araştırmaların yanında; başka bir araştırmada (Gültekin ve Nakiboğlu, 2016), farklı zamanlarda uygulanan kimya dersi öğretim programları, grafiksel becerileri içeren kazanımlar boyutunda incelenmiş ve yeterli düzeyde kazanıma öğretim programında yer verilmediği belirlenmiş, ayrıca, bu programlara uygun yazılan ders kitaplarında da benzer sorunların olduğu ortaya konulmuştur. Grafik ile ilgili öğrencilerin yaşadıkları sorunların giderilmesine yönelik çalışmalar da literatürde bulunmaktadır. Bu çalışmaların çoğunluğunda bilgisayar destekli uygulamalar (Dori ve Sason, 2008; Çelik ve Pektaş, 2017; Uyan ve Önen, 2013) kullanılmış olup, bu çalışmaların hepsinde de, öğrencilerin grafik ile ilgili yaşadıkları sorunlar giderilmiş ve böylece öğrencilerin grafiksel becerileri geliştirilmiştir. Grafiksel becerileri geliştirmeye yönelik olarak, bilgisayar destekli uygulamalar dışında da farklı uygulamalar yapılmıştır. Örneğin; CBR (Calculator based Ranger) ve MBL (Micro-Computer Based Laboratory) adı verilen programlar (Kwon, 2002; Svec, 1995) da kullanılmış. Ya da teknoloji destekli olmayan yöntemlerin de -örneğin (Taşdemir ve diğ., 2005) işbirlikçi öğrenme yöntemi- kullanıldığı görülebilmektedir. Bu türden araştırmalarda da yine öğrencilerin grafiksel becerilerini geliştirmeye yönelik başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmaların da ötesinde; diğer araştırmalardan farklı olarak, istatistik ve grafik kullanımı ile işlenen derslerin grafiksel becerileri de artırdığını ele alan araştırmalara da (örneğin, Köse, 2011) rastlamak mümkündür.

Yukarıdaki paragraflarda da kritik edilen çalışmalarda grafik çizme, okuma ve yorumlama ile ilgili çok farklı durumlar araştırılmaya çalışılmıştır. Bu açıdan mevcut literatür,

epeyce bir çeşitlilik oluşturmakta; ancak yine de ele alınmayan bazı hususların varlığı da yadsınmaz. Bu hususlardan birisi, grafikteki veriler yardımıyla interpolasyon (grafikte verilen verilerin arasına düşen bir değeri kestirme) / ekstrapolasyon (grafikte verilen veri aralığı dışında kalan bir değeri kestirme) yapma gibi becerilerin ele alınmamasıdır. İkinci bir husus ise, grafiksel becerilerdeki eksikliğin bilgi eksikliğinden kaynaklanıp kaynaklanmaması durumudur. Bu ikinci husus ile ilgili olarak, Beler (2009) tarafından yüzeysel de olsa bir araştırılmaya çalışılmış fakat interpolasyon ve ekstrapolasyon becerilerine ise hiç değinilmemiştir. Bahsi geçen bu iki husus; literatürde var olan ve bu bölümde verilen araştırmalarda yeterince değinilmemektedir. Yeterince değinilmeyen bu iki husus, yürütülen bu çalışmada ele alınarak araştırılmıştır. Bu sayede, literatürde eksik kalan bu kısımlar araştırılarak literatüre katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının çözünürlük konusunda grafik okuma ve yorumlama seviyelerini belirlemektir. Bu temel amaç kapsamında diğer alt amaçlar ise şu şekildedir:

- ✓ Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözünürlükle ilgili grafikleri okuma ve yorumlama düzeylerini belirlemek,
- ✓ Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözünürlükle ilgili grafikteki veriler yardımıyla interpolasyon ve ekstrapolasyon yapma düzeylerini belirlemek,
- ✓ Fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal bilgileri ile grafik becerileri arasındaki ilişkiyi aydınlatmak.

YÖNTEM

Bu çalışmanın modeli, betimsel tarama modelidir. Betimsel tarama modeli var olan bir durumu var olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımlarıdır (Karasar, 2008). Betimsel tarama modellerinden biri de küçük bir örneklem üzerinde derinlemesine araştırma olanağı sağlayan örnek olay tarama modelidir. Bu çalışmada örnek olay tarama modeli kullanılmıştır. Bu yöntemde, inceleme belirlenmiş bir örnek olay etrafında derinlemesine yapılır, veriler sistematik bir şekilde toplanır ve değişkenler arasındaki ilişki bulunmaya çalışılır. Bu yöntem, kısa bir zaman içerisinde belirlenen ve incelenmesi istenen bir olayın olası nedenleri, nasılları ayrıntılı olarak inceleme olanağı sağladığından dolayı bireysel yürütülen çalışmalar için uygun bir yöntem olarak ifade edilmektedir (Karasar, 2008; Çepni, 2007).

Bu çalışmanın örneklemini “Fen Bilgisi Öğretmenliği” programı 1. sınıfta öğrenim görmüş, “Genel Kimya 1 ve 2” derslerini almış ve çalışmaya gönüllü katılan toplam 96 fen öğretmeni adayları oluşturmaktadır. Öğretmen adayları “Genel Kimya 1 ve 2” dersi içeriğinde çözümler ünitesini ve bu ünite kapsamında ise grafik okuma ve yorumlama ile ilgili yapılan bu araştırmanın konusu olan çözünürlük ve çözünürlüğe etki eden faktörleri konusunu da görmüşlerdir.

2.1 Veri Toplama Aracı

Çözünürlük konusunda öğretmen adaylarının grafik okuma ve yorumlama düzeylerini belirlemek amacıyla bu çalışmada veri toplama aracı olarak iki bölümden oluşan bir test kullanılmıştır. Testin geliştirilme sürecinde; çözünürlük konusuyla ilgili ders kitapları, ulusal çapta yapılan sınavlara yönelik hazırlanmış sorular, grafik ile ilgili olarak ulusal ve uluslararası literatürde yapılmış çalışmalarda veri toplama araçları incelenmiştir. Testin birinci bölümde, grafik okuma, yorumlama, interpolasyon (grafikte verilen verilerin arasına düşen bir değeri kestirme) ve ekstrapolasyon (grafikte verilen veri aralığı dışında kalan bir değeri kestirme) yapmada örneklemin karşılaştıkları güçlüklerin belirlenebilmesi amaçlanmıştır. Testin bu

bölümünde, sudaki çözünürlüğü sıcaklıkla değişen dokuz bileşiğin 0-100 °C aralığında sudaki çözünürlüğüne ait çözünürlük-sıcaklık grafiği resmedilmiştir (**Ek 1**). Resmedilen bu grafikteki veriler kullanılarak toplam 25 açık uçlu soru örnekleme yöneltmiştir. 1. soru ile 10. soru arasındaki sorular grafik okuma becerisini ölçmeye yönelik, 11. soru ile 20. soru arasındaki sorular grafik yorumlama becerisine ölçmeye yönelik ve 21. soru ile 25. soru arasındaki sorular ise interpolasyon/ekstrapolasyon yapabilme becerilerini ölçmeye yönelik hazırlanmıştır. Testin bu bölümündeki her bir soru maddesi ve alt bölümleri “doğru”, “yanlış” ve “boş” olmak üzere üç kategori altında değerlendirilerek analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının, yanlış olarak verdikleri cevapları kategori altında daha ayrıntılı irdelenerek onların karşılaştığı olası güçlükler ve zorluklar nitel olarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Testin ikinci bölümü ise, çözünürlük konusuyla ilgili kavramsal bilgileri içeren 12 önermeden oluşmaktadır (**Ek 1**). Bu bölüm, öğretmen adaylarının testte yer alan sorulara çözünürlük konusuyla ilgili yanlış ya da eksik bilgilerinden dolayı mı yanlış yanıt verdiler? Yoksa çözünürlük ile ilgili bilgileri doğru ve eksiksiz olmasına rağmen grafik okuma ve yorumlama ile ilgili yaşadıkları sorunlardan mı yanlış cevapladılar? sorusu(ları)na cevap verebilmek için hazırlanmıştır. Testin bu bölümde verilen önermeler, bir önceki cümlede ifade edilen amaca hizmet edebilmesi için, teste yer alan soruların çözümleri için gerekli olan temel bilgileri içerecek şekilde hazırlanmıştır. Bu bölümde, örneklemin kendilerine sunulan önermelerin doğru ya da yanlış olup olmadığını belirlemeleri istenmiştir. Testin ikinci bölümünün analizi yapılırken; ilk olarak testin birinci bölümdeki açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlar ile bu soruları cevaplandırmada kullanılacak önermeler kullanılarak soru/önerme eleştirilmesi yapılmıştır. İkinci olarak ise, yapılan soru/önerme eşleştirmesi dikkate alınarak Tablo 1’deki gibi kategoriler oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının birinci bölümdeki açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlarla ikinci bölümdeki önermelere verdikleri yanıtlar Tablo 1’de verilen sekiz kategori altında frekans ve yüzdeleri ilişkilendirilerek analiz edilmiştir.

Tablo 1. Testin İkinci Bölümünün Analizinde Kullanılan Kategoriler

Önerme	Önermeyle Eşleşen Soru Maddesi	Kategoriler
Doğru	Doğru	Doğru Önerme-Doğru Cevap (DD)
Yanlış	Doğru	Yanlış Önerme -Doğru Cevap (YD)
Boş	Doğru	Boş-Doğru Cevap (BD)
Doğru	Yanlış	Doğru Önerme -Yanlış Cevap (DY)
Doğru	Boş	Doğru Önerme -Boş (DB)
Yanlış	Yanlış	Yanlış Önerme -Yanlış Cevap (YY)
Boş	Yanlış	Boş-Yanlış Cevap (BY)
Yanlış	Boş	Yanlış Önerme -Boş (YB)

İlgili tabloda verilen kategorilerden DY ve DB kategorileri; öğretmen adayının testteki sorunun içerdiği kavram bilgisini doğru bir şekilde bilmesine rağmen, grafik okuma ve yorumlama ile ilgili becerilerinin eksikliğinden dolayı yanlış cevap vermelerinden kaynaklanmaktadır. Bundan dolayı, bu iki kategorideki frekans ve yüzdeler ayrıntılı bir biçimde yorumlanmaya çalışılmıştır.

BULGULAR

Testin birinci bölümünden elde edilen bulgular ve yorumlar her bir kategori için ayrı olarak verilmiştir. Testin birinci bölümünde yer alan 1. ve 10. sorular arasındaki grafik okuma becerisine yönelik olup, bu sorulara verilen cevapların değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 2’de toplu olarak sunulmuştur.

Tablo 2. Grafik Okuma Sorularına Verilen Cevapların Frekans ve Yüzdeleri

Soru	Doğru Cevap	DOĞRU		BOŞ		YANLIŞ		%
		f	%	f	%	Cevaplar	f	
1	NaCl	72	76	-	-	Ce ₂ (SO ₄) ₃	10	26
						KI	12	
						KCl	1	
						KClO ₃	1	
						KClO ₃	1	
2	KNO ₃	90	94	1	1	NaNO ₃	1	7
						NH ₄ Cl	1	
						KI	1	
3	NH ₃	94	98	1	1	Ce ₂ (SO ₄) ₃	1	1
						Ce ₂ (SO ₄) ₃	1	
4	KI	26	27	-	-	NaNO ₃	56	67
						KNO ₃	11	
						NH ₃	3	
						NaCl	5	
5	Ce ₂ (SO ₄) ₃	86	90	-	-	KI	3	10
						KClO ₃	2	
						40°C	8	
						20°C	3	
						33,3°C	1	
6	50°C	80	83	2	2	30°C	1	15
						28°C	1	
						70°C	10	
						50°C	5	
						150°C	1	
						110°C	1	
						75°C	1	
7	60°C	54	56	23	24	30°C	1	20
						80 g su	1	
						40 g su	1	
						10 g su	1	
						10 g KClO ₃	1	
						100 g	2	
						40	1	
8	b	70	73	23	24	30	1	4
						%20	50	
						%25	6	
						%60	2	
						%50	2	
						%40	2	
						Hiçbir maddenin	6	
9	%16,7	24	25	10	10	KNO ₃ ve KCl	4	65
						KClO ₃ ve Ce ₂ (SO ₄) ₃	1	
						NaCl, KCl ve NH ₃	1	
						KClO ₃ ve NH ₄ Cl	1	
						KClO ₃ , NH ₄ Cl ve Ce ₂ (SO ₄) ₃	1	
						Ce ₂ (SO ₄) ₃	1	
						Ce ₂ (SO ₄) ₃	1	
10	KCl ve NaCl	70	75	9	9	NaCl, KCl ve NH ₃	1	16
						KClO ₃ ve NH ₄ Cl	1	
						KClO ₃ , NH ₄ Cl ve Ce ₂ (SO ₄) ₃	1	
						Ce ₂ (SO ₄) ₃	1	

Testin 1. sorusunda, öğretmen adaylarından verilen grafikler arasından sıcaklık ve çözünürlük değişkenleri arasındaki ilişkiden yararlanarak sıcaklık değişiminden en az etkilenen

maddeye ait grafiği bulmaları istenmektedir. Bu sorunun öğretmen adaylarının %76'sı tarafından doğru, %26'sı tarafından ise yanlış olarak yanıtlandığı görülmektedir (Tablo 2). Bu soruya en çok verilen yanlış yanıtların KI (12 kişi) ve $Ce_2(SO_4)_3$ (10 kişi) olduğu dikkati çekmektedir. KI yanıtını öğretmen adaylarının grafiği bir resim olarak algılamalarından kaynaklı olarak grafik kâğıdında grafik eğrisi en az yer kaplayanın sıcaklık değişkeninden en az etkileneceği düşüncesinden, $Ce_2(SO_4)_3$ yanıtının ise sıcaklık değişiminden en az etkilenen ifadesinden çözünürlüğü sıcaklıkla en az azalan olarak algılanmasından kaynaklandığı söylenebilir. Testin 2. sorusunda, öğretmen adaylarından verilen grafikler arasından çözünürlüğün sıcaklıkla artış eğilimlerini karşılaştırarak en büyük artış gözlenen maddeye ait grafiği bulmaları istenmektedir. Bu soru öğretmen adaylarının %94'ü tarafından doğru, %7'si tarafından yanlış olarak cevaplamış ve %1 ise bu soruya cevap vermemiştir. Testin 3. sorusunda, öğretmen adaylarından verilen grafikler arasından çözünürlüğün sıcaklıkla azalış eğilimlerini karşılaştırarak en büyük düşüş gözlenen maddeye ait grafiği bulmaları istenmektedir. Bu soru öğretmen adaylarının % 98'i tarafından doğru, %1'i tarafından yanlış olarak cevap vermiş ve %1'i ise bu soruya cevap vermemiştir. Testin 4. sorusunda, öğretmen adaylarından verilen bir sıcaklık değerine karşılık gelen en büyük çözünürlük değerine sahip maddeye ait grafiği bulmaları istenmektedir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (%67) bu soruyu yanlış cevaplarırken, %27'si ise doğru olarak cevaplamışlardır. Öğretmen adaylarının yanlış cevapları incelendiğinde, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (56 kişi), yanlış olarak $NaNO_3$ cevabını vermişlerdir. Bunun öğretmen adaylarının grafik eğrisinin grafikte yer alan veri çiftleri aralığında sınırlı olduğu düşüncesine sahip olmalarından kaynaklandığı söylenebilir. Testin 5. sorusunda, öğretmen adaylarından verilen bir sıcaklık değerine karşılık gelen en küçük çözünürlük değerine sahip maddeye ait grafiği bulmaları istenmektedir. Bu soru öğretmen adaylarının %90'ı tarafından doğru cevaplanırken, %10'u tarafından ise yanlış olarak cevaplanmıştır. Testin 6. sorusunda, öğretmen adaylarından bir maddenin verilen çözünürlük değerine karşılık gelen sıcaklık değerini bulmaları istenmektedir. Sorunun öğretmen adaylarının %83'ü tarafından doğru, %15'i tarafından yanlış cevaplandığı ve %2'si tarafından da boş bırakıldığı görülmektedir. Yanlış verilen cevaplar incelendiğinde $40^{\circ}C$ ile $28^{\circ}C$ arasında değişen çok farklı cevaplar verildiği, en çok verilen yanlış yanıtın ise $40^{\circ}C$ (8 kişi) olduğu dikkati çekmektedir. Buradan hareketle bazı öğretmen adaylarının grafik okurken veri çiftlerini eşleştirmede güçlükle karşılaştıkları söylenebilir. Testin 7. sorusunda, öğretmen adaylarından verilen bilgileri kullanarak KNO_3 'a ait grafiğin eğrisinden (x, 130) veri çiftine ait verilmeyen sıcaklık değerini bulmaları ve başlangıç sıcaklığı ile arasındaki farkı olarak artış miktarını belirtmeleri istenmektedir. Öğretmen adaylarının %54'ü tarafından doğru, %20'ü tarafından yanlış olarak cevaplanmıştır. Soruyu boş bırakanların oranı ise %24'dür. Bir grafikten veri çifti bulma ve veriler arasındaki farkı alma şeklinde iki adımlı bir okuma gerektiren bu soruda öğretmen adaylarının bazılarının veri çifti bulma basamağında bazılarının ise veriler arasındaki farkı alma basamağında güçlükle karşılaştığı söylenebilir. Testin 8. sorusunda, öğretmen adaylarından verilen bir sıcaklık değerine karşılık doygun $KClO_3$ çözeltisine ait çözücü, çözünen ve çözelti miktarlarını grafikteki verileri okuyarak belirlemeleri istenmektedir. 8. sorunun a şıkında yer alan çözücü miktarı öğretmen adaylarının %73'ü tarafından doğru olarak belirlenirken %3'ü tarafından ise yanlış olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının %24'ü ise sorunun bu şikkını boş bırakmıştır. Bu durum öğretmen adaylarının bazılarının grafiğin eksenlerinde yer alan bilgileri okumada güçlük yaşadıkları şeklinde ifade edilebilir. 8. sorunun b şıkında yer alan çözünen miktarı öğretmen adaylarının %73'ü tarafından doğru olarak belirlenirken %1'i tarafından ise yanlış olarak belirlenmiştir. Sorunun bu şikka cevap vermeyen öğretmen adaylarının oranı ise %26'dır. Bu durum da yine öğretmen adaylarının bazılarının grafik eksenlerini anlamlandırmada güçlük yaşadıkları şeklinde yorumlanabilir. 8. sorunun c şıkında yer alan çözelti miktarı öğretmen adaylarının %65'i tarafından doğru olarak belirlenirken %4'ü tarafından ise yanlış olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının %31'i ise sorunun bu şikkına cevap vermemiştir. Bu durum a ve b şikkına cevap bulamadıkları için öğretmen adaylarının bazıları tarafından doğru olarak cevaplanmadığı şeklinde ifade edilebilir. Testin 9. sorusunda, öğretmen adaylarından verilen bir sıcaklık değerine karşılık gelen

KClO₃'ün çözünürlük değerinin çözünürlük ekseninden okunarak çözünmüş madde miktarının kütlece yüzde derişim olarak ifade edilmesi istenmektedir. Bu soru öğretmen adaylarının %25'i tarafından doğru cevaplanırken %65'i tarafından yanlış cevaplandırılmış, %10'u tarafından ise boş bırakılmıştır. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu tarafından yanlış cevaplanan bu soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde, 50 öğretmen adayının cevap olarak “%20” cevabını verdiği görülmektedir. Bu şekilde cevap veren öğretmen adayları, çözünürlük ekseninden çözünmüş madde miktarını (20 g) doğru okuyabilmişler ancak kütlece yüzde derişimini doğru olarak ifade edememişlerdir. Bu durum, öğretmen adaylarının kütlece yüzde derişim konusunda kavram yanlışlığına sahip olmalarından ya da grafikten okunan bir veriyi başka bir bilgi şekline dönüştürmede güçlük yaşamalarından kaynaklanmış olabilir. Testin 10. sorusunda, öğretmen adaylarından verilen bir sıcaklık değerine karşılık çözünürlük değerleri aynı olan maddeleri grafik eğrilerinin kesişiminden bulmaları istenmektedir. Soru öğretmen adaylarının %75'i tarafından doğru cevaplanırken %16'sı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. Bu soruya cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %9 olarak belirlenmiştir.

Testin birinci bölümünde yer alan 11-20. sorular arasındaki sorular grafik yorumlama becerisine yönelik olup bu sorulara verilen cevapların değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 3'de sunulmuştur. Testin 11. sorusunda, öğretmen adaylarından grafikten yararlanarak verilen sıcaklık değerine karşılık NH₄Cl'nin çözünürlük değerini (100 gram sudaki) okumaları ve bu değerden 50 gram sudaki çözünürlük değerine geçiş yapabilmeleri beklenilmektedir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (%83) tarafından doğru olarak cevaplandırıldığı, %4'ü tarafından boş bırakıldığı, %12'si tarafından ise yanlış olarak cevaplandırıldığı belirlenmiştir (Tablo 3). Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar incelendiğinde, öğretmen adaylarının bazılarının grafikteki çözünürlük değerini buldukları ancak bu değerden istenilen miktardaki değere geçiş yapamadıkları tespit edilmiştir. Yanlış cevap veren bazı öğretmen adaylarının ise grafiği doğru okuyamama nedeniyle doğru cevaba ulaşamadıkları tespit edilmiştir. Testin 12. sorusunda, öğretmen adaylarından grafiği kullanarak verilen sıcaklık değerine karşılık KNO₃'ün çözünürlük değerini (100 gram sudaki) okumaları, bu değerden 50 gram sudaki çözünürlüğüne geçiş yapabilmeleri ve verilen KNO₃ miktarının (35 gram) doygunluk açısından yorumlanması beklenilmektedir. Bu soru, öğretmen adaylarının %80'i tarafından doğru cevaplandırılmış, %15'i tarafından yanlış olarak cevaplandırılmış olup, %5'i ise cevaplandırılmamıştır. Bu soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (11 kişi) “aşırı doymuş” şeklinde cevaplamışlardır. Bu öğretmen adaylarının cevap kâğıtları incelendiğinde, grafikten KNO₃'a ait değer yerine farklı maddelere ait değerleri okumaları nedeniyle doğru cevaba ulaşamadıkları tespit edilmiştir. Testin 13. sorusunda, öğretmen adaylarından verilen sıcaklıkta KNO₃'ün doygun çözeltisindeki miktarını grafik yardımıyla bulmaları ve bulunan değer verilen miktar ile karşılaştırılarak çözeltinin doygunluğu ile ilgili karar vermeleri beklenmektedir. Bu soru, öğretmen adaylarının %25'i tarafından doğru cevaplandırılmış, %69'u tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. Öğretmen adaylarının %6'si tarafından ise soru cevaplandırılmamıştır. Yanlış cevap veren öğretmen adayının %58'i bu soruyu “aşırı doymuş” olarak cevaplamıştır. Bu durum öğretmen adaylarının aşırı doymuşluk kavramı ile ilgili kavram yanlışlığına sahip olduklarından kaynaklanıyor olabilir. Çözünürlük miktarından fazla miktarda madde ilavesinin, aşırı doymuşluk olarak ifade edilmesi şeklindeki yanlış düşünce, testin üçüncü bölümünde yer alan 9. önermeden de yüksek oranda belirlenmiştir. Testin 14. sorusunda, öğretmen adaylarından grafikte yer alan maddelerin çözünürlük-sıcaklık değişkenleri arasındaki ilişkileri yorumlayarak sıcaklık artışıyla hangi maddelerin çözünürlüğünün azalarak bulunduğu kaptaki kristalleşme meydana geleceğini belirtmeleri istenmektedir. Öğretmen adaylarının yalnızca %5'i bu soruyu doğru olarak cevaplarken; büyük çoğunluğu yani %87'si gibi büyük bir çoğunluk tarafından yanlış cevaplanmış, %8'i tarafından ise soru boş bırakılmıştır. Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının cevapları incelendiğinde, 74 öğretmen adayının doğru cevap olan Ce₂(SO₄)₃ tuzunun yanında NH₃ gazını da kristalleşme görülebilecek madde olarak ifade ettikleri görülmektedir. Bu durum, öğretmen adaylarının grafikteki değişkenler arasındaki ilişkiyi doğru olarak

yorumladıkları ancak çözünürlüğü sıcaklık artışı ile azalan maddenin fiziksel hallerini göz önünde bulundurmadıklarından kaynaklanıyor olabileceğine inanılmaktadır.

Tablo 3. Grafik Yorumlama Sorularına Verilen Cevapların Frekans ve Yüzdeleri

Soru	Doğru Cevap	DOĞRU		BOŞ		YANLIŞ		
		f	%	f	%	Cevaplar	f	%
11	25 g	80	83	4	4	50 g	6	12
						10 g	3	
						40 g	1	
						22,5 g	1	
						11 g	1	
12	Doymamış Çözelti	77	80	5	5	Aşırı Doymuş	11	15
						Doymuş	3	
13	Doygun Çözelti	24	25	6	6	Aşırı Doymuş	58	69
						Doymamış	8	
14	Ce ₂ (SO ₄) ₃	5	5	8	8	Ce ₂ (SO ₄) ₃ ve NH ₃	74	87
						Ce ₂ (SO ₄) ₃ , NaCl ve NH ₃	3	
						KNO ₃ ve NaNO ₃	2	
						KClO ₃	2	
						KCl ve KClO ₃	2	
15-A	Aşırı Doymuş	81	85	7	7	Doymamış	8	8
15-B	Doymuş	91	95	4	4	Doymamış	1	1
15-C	Doymamış	84	88	6	6	Aşırı Doymuş	6	6
16	<u>Ekzotermik</u> [Ce ₂ (SO ₄) ₃ ve NH ₃]	73	76	5	5	Endotermik olanlar ile ekzotermik olanlar birbirine karıştırma	18	19
	<u>Endotermik</u> [KNO ₃ , NaNO ₃ , KCl, NaCl, KI, NH ₄ Cl ve KClO ₃]							
17	24 g KClO ₃	8	8	22	23	40 g	38	69
						60 g	4	
						80 g	2	
						Doymuş olduğundan çözemez	20	
						32 g	1	
18	50°C	43	45	22	23	20 g	1	32
						90°C	5	
						80°C	11	
						60°C	5	
						40°C	5	
19	8 g	59	61	18	19	Çökmez	5	20
						160 g	2	
						20 g	4	
						16 g	9	
						10 g	4	
20	250 g	62	64	18	19	1000 g	4	17
						500 g	4	
						160 g	4	
						80 g	4	

Testin 15. sorusunda, öğretmen adaylarından grafikten yararlanarak bir maddeye ait verilen üç farklı noktadaki çözeltilerinin doymuş-doymamış-aşırı doymuş olarak sınıflandırılması istenmektedir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (%95) tarafından

eğrinin üzerinde bulunan noktanın (B noktasının) doymuşluk olarak ifade edildiğinin doğru olarak belirlendiği görülmüştür. Eğrinin altında kalan noktanın (C noktasının) doymamışlık olarak doğru belirten öğretmen adaylarının yüzdesi %84 iken, eğrinin üstünde yer alan noktanın (A noktasının) aşırı doymuşluk olarak doğru olarak belirten öğretmen adaylarının yüzdesi ise % 87 dir. Ancak bazı öğretmen adayları ise (sırasıyla %8, %1 ve %6) aşırı doymuş, doymuş ve doymamışlığı yanlış olarak cevaplandıkları belirlenmiştir. Bu durum öğretmen adaylarının grafiği doğru olarak okuyamama ve yorumlayamamalarından kaynaklanıyor olabileceğine inanılmaktadır. Testin 16. sorusunda, öğretmen adaylarından grafikteki maddelerin çözünürlük-sıcaklık değişkenleri arasındaki ilişkileri yorumlayarak çözünürlüklerini ekzotermik veya endotermik olarak sınıflandırmaları istenmektedir. Çözünürlükleri ekzotermik veya endotermik olarak doğru olarak sınıflandıran öğretmen adaylarının yüzdesi %76 iken, öğretmen adaylarının %20'si tarafından yanlış olarak sınıflandırılmıştır. Bunların yanısıra, öğretmen adaylarının %4'ü ise bu soruyu cevaplandırmamışlardır. Soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adaylarının verdiği olduğu cevaplar incelendiğinde, öğretmen adaylarının endotermik olanları ekzotermik, ekzotermik olanları ise endotermik olarak ifade ettikleri belirlenmiştir. Bu durum öğretmen adaylarının endotermik ve ekzotermik kavramlarının anlamlarını tam olarak bilmemelerinden kaynaklanabilir. Testin 17. sorusunda, öğretmen adaylarından kendilerine verilen verileri grafikteki verilerle ilişkilendirerek matematiksel işlemler yapabilmeleri ve elde ettikleri verileri yorumlayabilmeleri beklenmektedir. Öğretmen adaylarının %8'si bu soruyu doğru cevaplandırırken, %69'i yanlış cevaplamış ve %23'ü ise herhangi bir cevap vermemiştir. Soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar incelendiğinde, büyük çoğunluğunun (38 kişi) yanlış olan 40 gram cevabını verdikleri belirlenmiştir. Bunun nedeni öğretmen adaylarının kütlece yüzde ifadesini yanlış yorumlamalarından kaynaklanabilir. Testin grafik okuma sorularından çözünmüş madde miktarını kütlece yüzde derişim olarak ifade edebilme ile ilgili 9. sorusunda öğretmen adaylarının % 65'i tarafından (bkz. Tablo 2) yanlış yanıtlanması da bu düşünceyi destekler niteliktedir. Ayrıca soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde, çok değişik türde cevaplar verdikleri belirlenmiştir. Bu durumun öğretmen adaylarının sorunun çözümü için gerekli olan işlem basamaklarını uygulamakta güçlük yaşamalarından kaynaklandığı söylenebilir. Testin 18. sorusunda, öğretmen adaylarından kendilerine verilen verileri grafikteki verilerle ilişkilendirerek orantı kurabilmeleri ve elde ettikleri verilerden hareketle grafik eğrisini yorumlayabilmeleri beklenmektedir. Bu soruyu öğretmen adaylarının %45'i doğru cevaplandırırken, %32'si ise yanlış cevaplandırmıştır. Öğretmen adaylarının %23'ü ise bu soruya herhangi bir cevap vermemiştir. Bu soruya yanlış cevap veren öğretmen adaylarının cevapları ayrıntılı olarak incelendiğinde, sorunun çözümü için gerekli matematiksel eşitliğe doğru olarak geçemedikleri ve grafik eğrisini yeterince doğru yorumlayamadıkları belirlenmiştir. Testin 19. sorusunda, öğretmen adaylarından kendilerine verilen sıcaklık değerindeki çözünürlüğü grafikten okuyarak istenilen miktara matematiksel işlem yaparak geçiş yapabilmeleri beklenmektedir. Bu soru, öğretmen adaylarının %61'i tarafından doğru cevaplandırılırken %20'si tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. Öğretmen adaylarının %19'u, bu soruyu boş bırakmıştır. Bu soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adaylarının kâğıtları incelendiğinde, verilen verilerle grafikteki verileri ilişkilendirmekte ve verileri matematiksel işleme dönüştürmekte güçlük çektikleri belirlenmiştir. Testin 20. sorusunda, öğretmen adaylarından grafikteki veriler yardımıyla istenilen miktara matematiksel işlem yaparak geçiş yapabilmeleri beklenmektedir. Bu soruyu, öğretmen adaylarının %64'ü tarafından doğru cevaplandırılırken, %17'si ise yanlış olarak cevaplamışlardır. Öğretmen adaylarının %19'u ise bu soruya herhangi bir cevap vermemiştir. Bu soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adaylarının cevapları incelendiğinde, verilen verilerle grafikteki verileri ilişkilendirmekte ve verileri matematiksel işleme dönüştürmekte güçlük çektikleri görülmektedir.

Testin ikinci bölümünde yer alan 21-25. sorular arasındaki sorular grafikteki veriler yardımıyla interpolasyon/ekstrapolasyon yapabilme becerilerine yönelik olup bu sorulara verilen cevapların değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 4'de verilmiştir. 21.-24. Sorular

interpolasyon yapabilme becerilerini ölçmeye yönelik iken, 25. Soru ekstrapolasyon yapabilme becerilerini ölçmeye yöneliktir.

Tablo 4. Grafikteki Verileri Kullanarak İnterpolasyon / Ekstrapolasyon Yapma Sorularına Verilen Cevapların Frekans ve Yüzdeleri

Soru	Doğru Cevap	DOĞRU		BOŞ		Cevaplar	YANLIŞ			
		f	%	f	%		f	%		
21	KNO ₃	82	86	8	8	KClO ₃	4	6		
						KNO ₃ ve KCl	2			
						KNO ₃ ve NH ₃	4			
22	NH ₃ ve KClO ₃	82	86	7	7	NaCl ve NH ₃	2	7		
						Ce ₂ (SO ₄) ₃	1			
						34°C	9			
23	35°C	65	68	1	1	40°C	8	20		
				2	2	100°C	2			
						136 °C	6			
24	72 – 73 °C	72	75	8	8	135 °C	6	17		
									75 °C	2
									71 °C	2
25	153 – 155 g	22	23	1	1	160 g	24	61		
				5	6	156 g	4			
						150 g	4			
						145 g	3			
						0 g	24			

Tablo 4’de de görüldüğü üzere testin 21. sorusunda, öğretmen adaylarından grafikte verilen değerlerden farklı değerler fakat veri aralığı içerisinde bulunan bir sıcaklık değerinde çözünürlüğü verilen maddeyi belirlemeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (%86), bu soruyu doğru olarak cevaplamıştır. Öğretmen adaylarının %6’sı bu soruyu yanlış olarak cevaplandırırken, %8’i ise soruyu boş bırakmıştır. Testin 22. sorusunda, öğretmen adaylarından grafikte verilen değerlerden farklı değerler fakat veri aralığı içerisinde bulunan bir sıcaklık değerinde çözünürlüğü aynı olan maddeleri belirlemeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (%86), bu soruyu doğru olarak cevaplandırılmıştır. Öğretmen adaylarının %7’si bu soruyu yanlış cevaplandırmış ya da boş bırakmıştır. Testin 23. sorusunda, öğretmen adaylarından grafikte verilen değerlerden yararlanarak veri aralığı içerisinde bulunan bir maddenin verilen çözünürlük değerindeki sıcaklık değerini belirlemeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının çoğunluğu (%68), bu sıcaklık değerini hesaplama yaparak doğru olarak cevaplandırılmıştır. Öğretmen adaylarının %20’si bu soruyu yanlış cevaplandırırken, %12’si ise soruya herhangi bir cevap vermemiştir. Testin 24. sorusunda, öğretmen adaylarından grafikte verilen değerlerden yararlanarak veri aralığı içerisinde bulunan iki maddenin çözünürlük değerlerinin aynı olduğu sıcaklık değerini belirlemeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının çoğunluğu (%75), bu sıcaklık değerini hesaplama yaparak doğru olarak cevaplandırılmıştır. Öğretmen adaylarının %20’si bu soruyu yanlış cevaplandırırken, %12’si ise soruya herhangi bir cevap vermemiştir. Yanlış cevap veren öğrencilerin cevapları grafikteki yeterince etkili okuyamadıklarını göstermektedir. Testin 25. sorusu, öğretmen adaylarının ekstrapolasyon yapabilme becerilerini ölçmeye yönelik olup, verilen grafik dışındaki verileri kullanmasını gerektirmektedir. Bu soruyu, öğretmen adaylarının %23’ lük gibi küçük bir oranda doğru cevap verirken, çok büyük bir kısmı ise (%61) yanlış olarak cevaplamıştır. Öğretmen adaylarının azımsanmayacak oranı da (%16) bu soruyu herhangi bir cevap vermemiştir. Bu durum, öğretmen adaylarının ekstrapolasyon yapma becerilerinin interpolasyon yapma becerilerine nazaran iyi olmadığını göstermektedir.

Testin ikinci bölümünde, öğretmen adaylarının testin birinci bölümdeki sorulara verdikleri cevaplarla bu bölümdeki önermelere verdikleri yanıtlar Tablo 1’deki sekiz kategori

altında frekans ve yüzdeleri ilişkilendirilerek analiz edilmiş ve Tablo 5’de toplu olarak sunulmuştur. Tablo 5’de verilen kategorilerden **DY** ve **DB** kategorileri; öğretmen adayının testteki sorunun içerdiği kavram bilgisini doğru bir şekilde bilmesine rağmen, grafik okuma ve yorumlama ile ilgili becerilerinin eksikliğinden dolayı yanlış ya da boş bırakması dikkate alınarak, bu iki kategorideki frekans ve yüzdeler ayrıntılı bir biçimde yorumlanmaya çalışılmıştır. Öğretmen adaylarının testin üçüncü bölümündeki önermeye doğru cevap verirken, önermeyle eşleşen testin ikinci bölümündeki soruya yanlış cevap verdikleri durumların yüzdesine bakıldığında, DY kategorisindeki yüzdeler %3 ile %71 arasında değiştiği görülmektedir. Benzer şekilde, DB kategorisindeki yüzdeler ise %1 ile %22 arasında değişmektedir. DY kategorisinde yüksek oranların görülmesi, öğretmen adayının grafik okuma ve yorumlama sorularında sıkıntıları olduğunu göstermektedir. DY kategorisinin yüksek oranda görüldüğü sorulara örnek olarak 9. (%64), 13. (%71), 14. (%51) ve 17. (%67) sorular verilebilir. Bu sorularda, öğretmen adayları grafiğin içerdiği kavramsal bilgiyi doğru olarak bilmesine rağmen, grafiklerle ilgili karşılaştığı güçlüklerden dolayı yanlış yapmışlardır. DB kategorisinde de DY kategorisine benzer bir durum söz konusudur. Fakat DB kategorisindeki yüzdeler nispeten daha düşük oranlardadır. DB kategorisinde nispeten yüksek yüzdeler 17. soru (%22) ve 7. soruda (%20) görülmüştür.

Tablo 5. Testin İkinci Bölümündeki Önermeler İle Bu Önermelerle Eşleşen Soruların Kategorilerine Ait Yüzde Ve Frekanslar

Önerme (Ö)/Soru (S) Eşleşmesi	KATEGORİLER* (N=96)															
	DD		YY		DY		YD		BD		BY		DB		YB	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
8.Ö / 7.S	56	58	0	0	21	22	0	0	0	0	0	0	19	20	0	0
2. Ö / 8a. S	65	68	0	0	14	15	6	6	1	1	0	0	6	6	4	4
2. Ö / 8b.S	65	68	0	0	14	15	6	6	0	0	1	1	6	6	4	4
1. Ö / 8c. S	60	62	0	0	24	25	4	4	0	0	0	0	8	9	0	0
6. Ö / 9.S	25	26	4	4	61	64	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0
10.Ö / 12.S	74	77	1	1	13	13	1	1	0	0	0	0	7	7	0	0
8. Ö / 13.S	21	22	0	0	68	71	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0
11.Ö / 14.S	0	0	37	38	49	51	1	1	0	0	0	0	8	9	1	1
9. Ö / 15a.S	25	26	4	4	3	3	59	61	0	0	0	0	1	1	4	4
8. Ö / 15b.S	90	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0
10. Ö / 15c.S	82	86	1	1	6	6	1	1	0	0	0	0	6	6	0	0
4. Ö / 16.S	65	68	10	10	10	10	7	7	0	0	0	0	4	4	0	0
5.Ö / 16.S	53	55	6	6	14	15	18	19	1	1	0	0	3	3	1	1
6.Ö / 17.S	7	7	4	4	64	67	0	0	0	0	0	0	21	22	0	0

***DD:** Doğru Önerme-Doğru Cevap, **YY:** Yanlış Önerme -Yanlış Cevap, **DY:** Doğru Önerme - Yanlış Cevap, **YD:** Yanlış Önerme -Doğru Cevap, **BD:** Boş - Doğru Cevap, **BY:** Boş -Yanlış Cevap, **DB:** Doğru Önerme – Boş, **YB:** Yanlış Önerme – Boş

Ayrıca, yine bu sorularda (9., 13., 14. ve 17. sorular) YY kategorisinde DY kategorisine nispeten az yüzdeler görünmesi, öğretmen adaylarının bu sorulardaki grafik yorumlamalarının yeterli düzeyde olmadığını da göstermektedir. Tablo 5’de DD kategorisinde yüksek oranlarda (yani %7 ile %94 arasında değişen) yüksek değerler görünmesi de beklenen bir durumdur. Çünkü grafiğin yorumlanması kavramsal bilginin özümsemesi ile de yakından ilişkilidir. Bu kategoride yalnızca 14. soruda DD kategorisinin oranı %0’dır. Bu sorunun eşleştiği önerme olan 11. önerme hakkında öğretmen adaylarının bilgilerinin yetersizliğini göstermektedir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, öğretmen adaylarına grafik okuma ve yorumlama düzeyleri iki bölümden oluşan bir test yardımıyla belirlenmeye çalışılmıştır. Testte yer alan soru maddeleri araştırmanın amaçlarına bağlı olarak çeşitlendirilmiştir. Bundan dolayı da, bu başlık altında

araştırmanın amaç ve alt amaçları bağlamında tartışmalar yapılmış ve çıkartılan sonuçlar sunulmuştur.

4.1 Öğretmen Adaylarının Grafik Okuma ve Yorumlama Düzeyleri

Testin birinci bölümündeki grafik okuma sorularının (1.-10. sorular) analizinden, öğretmen adaylarının genel olarak grafik okuma ile ilgili çok az sıkıntı yaşadıkları söylenebilir. Ayrıntılı analizin yapıldığı Tablo 2’deki veriler incelendiğinde, grafik okuma ile ilgili öğretmen adaylarına sorulan 10 sorudan üç soru dışında (4. soru, 7. soru ve 9. soru) diğer sorularda soruyu doğru olarak cevaplayan öğretmen adaylarının yüzdelerinin ortalamasının epeyce üzerinde (yani %70-%98 arası) olduğu görülmektedir. Bu olumlu durumun aksine, öğretmen adayları 4. soruya ve 9. soruya sırasıyla %67 ve %65 yüzdelerle yanlış cevap vermişlerdir. Öğretmen adaylarının 4. ve 9. soruya yanlış cevap vermelerinin nedeni, grafik okuma açısından güçlük yaşamalarından kaynaklandığına inanılmaktadır. 4. ve 9. sorulardaki gibi yüksek yanlış yapıma yüzdeleri görülmemesine rağmen, 7. sorunun boş bırakılma yüzdesi nispeten yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu soru için yanlış ve boş bırakılma yüzdeleri toplanarak değerlendirilecek olursa, bu oranın %44’e denk gelmekte olduğu ve bu değer önemsiz görülmeyecek kadar yüksek olduğu söylenebilir. Bu soru iki adımda çözüm yapmayı ve içerisinde matematiksel işlemlerin yapılmasını gerekli kılmaktadır. Öğretmen adaylarının bu grafik okuma sorusunu yanlış yapmalarının nedeni, matematiksel becerilerin yeterli düzeyde olmamasından kaynaklandığına inanılmaktadır. Parmar ve Signer (2005)’in araştırma sonuçlarında da ifade edildiği üzere, matematiksel beceriler grafiklerin çizilmesi, okunması ve yorumlanmasında oldukça önemlidir bu yüzden de bu becerilerden yoksun bireylerin grafiklerde de başarılı olamayabilir.

Testin birinci bölümündeki grafik yorumlama sorularının (11.-20. sorular) analizinden, öğretmen adaylarının grafik yorumlama ile ilgili çok büyük sıkıntılar yaşamadıkları söylenebilir. Ayrıntılı analizin yapıldığı Tablo 3’deki veriler incelendiğinde, grafik yorumlama ile ilgili öğretmen adaylarına sorulan 10 sorudan dört soru dışında (13. soru, 14. soru, 17. soru ve 18. soru) diğer sorularda soruyu doğru olarak cevaplayan öğretmen adaylarının yüzdelerinin ortalamasının üzerinde (yani %61-%95 arası) olduğu görülmektedir. Bu olumlu durumun aksine, öğretmen adayları 13. soruya, 14. soruya ve 17. soruya sırasıyla %69, %87 ve %69 yüzdelerle yanlış cevap vermişlerdir. Bu üç sorudan 13. sorunun çözümünde, aşırı doymuşluk kavramı ile ilgili kavramsal anlama gereklidir. Testin ikinci bölümünde aşırı doymuşluk kavramı ile ilgili öğretmen adaylarının bilgisi ölçülmeye çalışılmış ve burada onların büyük çoğunluğu bu önermeyi doğru olarak cevaplandırmıştır. O halde, bu durumun neden yaşandığı ilk bakışta anlaşılabilir gibi görülebilmektedir. Fakat bu durum, öğretmen adaylarının aşırı doymuş çözelti ile ilgili yanlış inanışlar ya da bir başka ifadeyle kavram yanlışlarının olması ile açıklanabilir. İlgili literatürde, her yaşta ve her seviyedeki öğrencilerin çözümler konusu ile ilgili kavram yanlışlığına sahip olduğu sıklıkla ifade edilmektedir (örneğin; Çalık ve Ayas, 2004; Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken ve Geban, 2004; Coştu, Ayas, Açıklar ve Çalık, 2003). Kavram yanlışlığına sahip bir birey bazen sınavlarda sorulan sorulara doğru cevaplar vermesine rağmen, zihinlerinde kavram yanlışlığını ustalıklarla tutabilmektedirler. Marek (1986)’in makalesinin “They Misunderstand, But They’ll Pass (Onlar Yanlış Anladılar Fakat Onlar Geçecekler)” şeklindeki başlığı bu durumu çok güzel bir biçimde izah etmektedir. Aşırı doymuş çözelti ile ilgili kavram yanlışlığı olan öğretmen adayları, Brasell (1990)’in de ifade ettiği gibi, 13. soruda grafik yorumlamada da yeterli performans gösterememiş olabilirler. Benzer bir durum, 14. soruda da görülmektedir. Yine bu soruda da, bu sorunun çözümü için gerekli bilimsel bilginin sorgulandığı 11. önermede (Ek 1) öğretmen adaylarının çoğunluğu tarafından doğru olarak cevap vermelerine rağmen maddenin fiziksel hallerini dikkate almadıklarından dolayı, soruyu yanlış cevaplamışlardır. Diğer iki sorudan farklı olarak, 17. soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adaylarının yanlış yapmalarının nedeni, çoğunlukla grafiği yeterince yorumlamamalarından kaynaklanmaktadır. Benzer durum,

18. soruda da yaşanmaktadır. Bu soruya yanlış cevap verilme yüzdesi diğer sorulardan (13., 14. ve 17. sorular) farklı olarak oldukça düşüktür. Fakat bu yüzde (%32), boş bırakılma yüzdesi (%23) ile toplanarak değerlendirilecek olursa, bu oranın %55'e denk gelmekte olduğu ve bu değer de ortalama değerden biraz daha yüksek olduğu söylenebilir. Öğretmen adaylarının bu soruyu boş bırakması ya da yanlış cevap vermesi, çoğunlukla onların grafik yorumlama becerilerinin eksikliğinden kaynaklanmaktadır.

Grafik okuma ve yorumlama becerileri bir arada değerlendirilecek olursa, öğretmen adaylarının grafik okuma düzeyleri, grafik yorumlama düzeylerine nazaran daha iyi olduğu söylenebilir. Böylesine bir sonuç, gerçekte beklenen bir durum olarak da değerlendirilebilir. Çünkü yukarıdaki paragraflarda da ifade edildiği üzere, grafik yorumlama birden fazla duruma dikkate alarak yapılan daha kapsamlı bir beceridir. Bu durumlardan ikisini kavramsal bilgi (Brasell, 1990) ve matematiksel bilgi (Parmar ve Signer, 2005) olarak vermek mümkündür. Kavramsal bilgi ve matematiksel bilgiden yoksun bireylerin grafikleri yeterli düzeyde yorumlaması da doğal olarak beklenemez.

4.2 Öğretmen Adaylarının Grafikteki Veriler Yardımıyla İnterpolasyon ve Ekstrapolasyon Yapma Düzeyleri

Testin birinci bölümündeki grafikteki veriler yardımıyla interpolasyon yapmayı sağlayan soruların (21.-25. sorular) analizinden, öğretmen adaylarının genel olarak interpolasyon yapma düzeylerinin iyi seviyede olduğunu ve bu açıdan onların çok büyük sıkıntılar yaşamadıkları söylenebilir. Ayrıntılı analizin yapıldığı Tablo 4'deki veriler incelendiğinde, yani 21. soru, 22. soru, 23. soru ve 24. sorulara doğru cevap veren öğretmen adaylarının yüzdelerinin ortalamasının üzerinde (yani %68-%86 arası) olmasıyla da bu durum anlaşılabilir. İnterpolasyondaki bu olumlu durum, ne yazık ki ekstrapolasyonda görülememektedir. İnterpolasyondakinin tersine, öğretmen adaylarının ekstrapolasyon yapabilme düzeyleri ortalamasının epey altındadır. Sayısal olarak ifade edilecek olursa, öğretmen adaylarının %61'i ekstrapolasyonla ilgili 25. soruya yanlış cevap vermişlerdir. Bu yüzdeler, bu soruyu boş bırakan öğretmen adaylarının yüzdeleri ile birlikte değerlendirildiğinde, %77 gibi yüksek bir sayıya çıktığı tespit edilebilir. Bu olumsuzluk ekstrapolasyon yapma becerisinin üst düzey beceri olarak düşünülmesinden kaynaklanabilir. Çünkü ekstrapolasyonda veri aralığı dışında kalan bir değeri kestirme işlemi söz konusudur. Ayrıca, ekstrapolasyon becerisi sadece grafikte bulunmayan değerleri bulmak için değil, deneyle belirlemenin imkânsız olduğu durumlarda da kullanılabilir (örneğin ideal gazlar için mutlak sıcaklık olan Kelvin sıcaklığının hesaplanmasında, Zeren, 1994, syf. 153). Bundan dolayı da, bilim insanları tarafından sıklıkla bu beceriler kullanılmaktadır.

4.3 Öğretmen Adaylarının Kavramsal Anlama ile Grafik Becerileri Arasındaki İlişki

Yapılan analizler neticesinde (Tablo 5), grafik okuma ile ilgili 7. soru (%58), 8. sorunun a (%68), b (%68) ve c (%62) şıkları ile grafik yorumlama ile ilgili 12. soru (%77), 15. sorunun b (%94) ve c (%86) şıkları, 16. (%68) sorularında DD kategorisindeki yüksek yüzdeler; öğretmen adaylarının çözümlülikle ilgili hem kavramsal bilgiyi hem de onunla ilgili grafik sorularını okuma ve yorumlamadaki başarılarının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum grafik ile ilgili becerilerin kavramsal bilgi ile yakından alakalı olduğunu göstermektedir. Bu bir açıdan beklenen bir sonuçtur. Çünkü çözümlülikle ilgili olarak grafiklerde yer alan değişimlerin çoğunun o konu ile ilgili kavramsal bilgiler içermektedir. Bu çalışmadan elde edilen bu beklenen sonuç, literatürdeki birçok çalışmayı da destekler niteliktedir (örneğin; Brasell, 1990; Gültepe, 2016). Literatürdeki bu çalışmalardan biri olan, Gültepe (2016) tarafından yapılan araştırmadan elde edilen "*kavramsal anlaması yüksek olan öğrencilerin iyi grafiksel becerilere sahip olduğu, kavramsal anlaması zayıf olan öğrencilerin grafiklerde*

başarısız olduğu” şeklindeki sonuç cümlesiyle açıklanmaktadır. Brasell (1990) ise, bu açıklamayı daha da öteye taşıyarak kavramsal anlaması yeterli olmayan bireylere ek olarak kavram yanlılığı olan bireylerin de grafik becerilerinde yeterli performans gösteremediklerini ifade etmektedir. Özetle, kavramsal anlama ile grafik becerileri arasında olumlu bir ilişki olduğu söylenebilir.

Bununla birlikte, çalışma sonunda öğretmen adaylarının testteki sorunun içerdiği kavram bilgisini doğru bir şekilde bilmesine rağmen, grafik okuma ve yorumlama ile ilgili becerilerinin eksikliğinden dolayı yanlış (DY kategorisi) yaptığı ya da boş (DB kategorisi) bıraktığı ve her bir kategorideki yüzdelerin sırasıyla %3 ile %71 ve %1 ile %22 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 5). DY kategorisinin yüksek oranda görüldüğü 9. (%64), 13. (%71), 14. (%51) ve 17. (%67) sorular grafik okuma (9. Soru) ve grafik yorumlama (13., 14. ve 17. sorular) ile ilgili olup öğretmen adayları grafiğin içerdiği kavramsal bilgiyi doğru olarak bilmesine rağmen, grafiklerle ilgili karşılaştığı güçlüklerden dolayı yanlış yapmışlardır. Bu sorulara benzer şekilde, yüzdelik oranları DY kategorisi ve DB kategorisi toplanarak elde edilen, grafik okuma ile ilgili 7. (%45), 8. soru a (%21), b (%21) ve c (%34) şıkları ile grafik yorumlama ile ilgili 12. (%20) ve 16. (%18) sorulardaki yeni yüzdelikler nispeten yüksek çıktığı belirlenmiştir. Bahsedilen bu durumlar, öğretmen adaylarının kavramsal bilgilere bağlı olmaksızın, tamamen grafik okuma ve yorumlamalarda yaşamakta oldukları birtakım sıkıntıların var olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen bu sonuç, literatürdeki bazı çalışmaları (Taşar ve diğ., 2002; Bayazit, 2011; Gültepe, 2015) da destekler niteliktedir. Literatürdeki bu çalışmalardan biri olan Bayazit (2011), bu durumu daha ileri ve daha trajik aşağıdaki sonuç cümlesiyle açıklamaktadır:

“...eldeki çalışmada öğrencilerin matematiksel bilgi eksikliği yaşamadıkları konularla alakalı grafikleri yorumlarken de zorlandıkları görülmektedir. Üniversite öğrencilerinin karenin alanı ile kenarı arasındaki ilişkiyi bilmemeleri mümkün değildir...” (Bayazit, 2011. syf. 1339)

Bu açıklamadan da anlaşıldığı üzere; çok basit kavramsal bilgiyi gerektiren grafiklerde bile öğretmen adaylarının sıkıntılar yaşamaları, öğretmen adaylarının grafik okuma ve yorumlama becerilerinde eksiklikler olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Yine bu durumla alakalı, literatürde grafik soruları ile kavramsal sorular arasındaki başarı kıyaslaması yapan farklı disiplinlerdeki araştırmalara da rastlamak mümkündür (örneğin, Coştu, 2007; Kurnaz, 2013). Bu çalışmaların sonuçları da, öğrencilerin aynı kazanıma yönelik hazırlanan kavramsal sorulardaki başarıları yüksek bulunurken, grafik sorularındaki başarı kavramsal sorulara nispeten daha düşük olduğu ortaya çıkartılmış. Bu araştırmaların sonuçları da, biraz önce belirtilen ve araştırmada bulunan sonucu bir kez daha desteklemektedir.

Özetle söylemek gerekirse, bu çalışma sonunda öğretmen adaylarının grafik okuma düzeylerinin, çoğu durumda grafik yorumlamaya oranla daha iyi durumda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışma sonunda grafik becerilerinden olan ekstrapolasyon yapmada öğretmen adayları interpolasyon yapmaya göre daha başarısız durumda oldukları gözlenmiştir. Son olarak ise, kavramsal anlama ile grafik becerileri arasında bir ilişkinin varlığı ortaya çıkartılmış fakat öğretmen adaylarının kavramsal bilgilere bağlı olmaksızın, tamamen grafik becerilerinin eksikliklerinden dolayı birtakım güçlüklerle karşılaştıkları belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

Aktamış, H., ve Ergin, Ö. (2007). Bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 11-23.

- Arslan, A., ve Tertemiz, N. (2004). İlköğretimde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2 (4), 479-492.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D., ve Turgut, M., F. (1997). *Kimya öğretimi, Öğretmen eğitimi dizisi*. Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Yayınları.
- Aydoğdu, B. (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerini etkileyen değişkenlerin belirlenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Baser, M. (2003). *Effect of instruction based on conceptual change activities on students' understanding of electrostatics concepts* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Bayazıt, İ. (2011). Öğretmen adaylarının grafikler konusundaki bilgi düzeyleri. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(4), 1325-1346.
- Beichner, R.J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62, 750-752.
- Belçer, Ş. (2009). *İlköğretim 8. sınıf öğrencilerin fotosentez konusu ile ilgili grafikleri okumada ve yorumlamada karşılaştıkları güçlüklerin belirlenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Bengtsson, L. A., & Ottosson, T. (2006). What lies behind graphicacy? relating students' results on a test of graphically represented quantitative information to formal academic achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(1), 43-62.
- Berg, C. A., & Philips, D.G. (1994). An Investigation of the relationship between logical thinking and the ability to construct and interpret line graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(4), 323-344.
- Bowen, G. M., & Roth, M. W. (2005). Data and graph interpretation practices among preservice science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1063-1088.
- Brasell, H. M. (1990). Graphs, graphing, and graphers. In M. R. Rowe (Ed). *What Research Says to the Science Teacher* (pp. 69-85). Washington, DC: National Science Teachers Association Press.
- Brotherton, P. N., & Preece, P.F. (1995). Science process skills: their nature and interrelationships. *Research in Science & Technological Education*, 13(1), 5-11.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S., ve Geban, Ö. (2004). Kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramlar. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 135-146.
- Colley, K.E. (2006). Understanding ecology content knowledge and acquiring science process skills through project-based science instruction. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 43(1), 26-33.
- Coştu, B. (2007). Comparison of students' performance on algorithmic, conceptual and graphical chemistry gas problems. *Journal of Science Education and Technology*, 16(5), 379-386.
- Coştu, B. (2010). Algorithmic, conceptual and graphical chemistry problems: a revisited study. *Asian Journal of Chemistry*, 22(8), 6013-6025.
- Coştu, B., Ayas, A., Açıkkar, E., ve Çalık, M. (2003). Çözünürlük konusu ile ilgili kavramlar ne düzeyde anlaşılıyor? *Boğaziçi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 13-28.
- Çalık, M., ve Ayas, A. (2004). Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin çözünme hakkındaki anlamaları: olay odaklı bir karşılaştırma. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 61-81.

- Çelik, H., & Pektaş, H. M. (2017). Graphic comprehension and interpretation skills of preservice teachers with different learning approaches in a technology-aided learning environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 1-17.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbacılık.
- Dori, Y.J., & 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.
- Downing, J. E., & Filer, J. D. (1999). Science process skills and attitudes of preservice elementary teachers. *Journal of Elementary Science Education*, 11(2), 57-64.
- 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.
- Gültekin, C., ve Nakiboğlu, C. (2016). 9. ve 10. sınıf kimya dersi öğretim programlarının beceri ve içerik kazanımları ile ölçme-değerlendirme yaklaşımlarının grafikler açısından analizi. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 163-184.
- Gültepe, N. (2015). An analysis of students' skills in solving chemistry problems containing graphs: reaction rate. *Ozean Journal of Applied Sciences*, 8(1),19-36.
- Gültepe, N. (2016). Reflections on high school students' graphing skills and their conceptual understanding of drawing chemistry graphs. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 16(1), 53-81.
- Kanlı, U. (2007). *7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımı ile doğrulama laboratuvar yaklaşımlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve kavramsal başarılarına etkisi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karasar, N. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Karşlı, F. (2011). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini geliştirmesinde ve kavramsal değişim sağlamasında zenginleştirilmiş laboratuvar rehber materyallerinin etkisi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kılıç, D., Sezen, N., & Sarı, M. (2012). A study of pre-service science teacher's graphing skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 2937-2941.
- Kılıç, G. B., Haymana, F., ve Bozyılmaz, B. (2008). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı'nın bilim okuryazarlığı ve bilimsel süreç becerileri açısından analizi. *Eğitim ve Bilim*, 33(150), 52-63.
- Koray, Ö., Köksal, M. S., Özdemir, M., & Presley, A. İ. (2007). The effect of creative and critical thinking based laboratory applications on academic achievement and science process skills. *Elementary Education Online*, 6(3), 377-389.
- Köse, M.A. (2011). *Sosyal bilgiler öğretiminde istatistik ve grafik kullanım tekniklerinin öğrencilerin grafik okuma becerisine etkisi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Kula, Ş., G. (2009). *Araştırmaya dayalı fen öğrenmenin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, başarıları, kavram öğrenmeleri ve tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kurnaz, M. A. (2013). An analysis of turkish high school students' performance on conceptual, algorithmic and graphical physics problems. *Journal of Asian Scientific Research*, 3(7), 698-714.

- Kwon, O. N. (2002). The effect of calculator based ranger activities on students' graphing ability. *School Science and Mathematics*, 102(2), 57-67.
- Lee, A., T., Hairston, R., V., Thames, R., Lawrence, T., & Herron, S. S. (2002). Using a computer simulation to teach science process skills to college biology and elementary education majors. *Bioscene*, 28(4), 35- 42.
- Marek, E. A. (1986). They misunderstand, but they'll pass. *The Science Teacher*, 53(9), 32-35.
- McKenzie, D. L., & 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.
- MEB (2007). *Fen ve teknoloji dersi öğretim programı, İlköğretim 6, 7 ve 8. sınıf*, MEB Yayınları, Ankara.
- MEB (2013). *Fen bilgisi dersi öğretim programı (3., 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıflar)*, MEB Yayınları, Ankara.
- MEB (2017). *Fen bilgisi dersi öğretim programı (3., 4., 5., 6., 7. ve 8. Sınıflar)*, MEB Yayınları, Ankara.
- Memnun, D.S. (2013). Ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin çizgi grafik okuma ve çizme becerilerinin incelenmesi. *Turkish Studies*, 8(12), 1153-1167.
- Pala, M.Ş. (2011). *Matematik becerisinin sosyal bilgiler derslerindeki harita, grafik ve tablo okuma becerilerine etkisi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzincan.
- Parmar, R. S., & Signer, B. R. (2005). Sources of error in constructing and interpreting graphs a study of fourth-and fifth-grade students with LD. *Journal of Learning Disabilities*, 38(3), 250-261.
- Potgieter, M., Harding, A., & Engelbrecht, J. (2008). Transfer of algebraic and graphical thinking between mathematics and chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(2), 197-218.
- Selamet, C. S. (2014). *Beşinci sınıf öğrencilerinin tablo ve grafik okuma ve yorumlama başarı düzeylerinin incelenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- Svec, M. T. (1995, April). *Effect of micro-computer based laboratory on graphing interpretation skills and understanding of motion*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, USA.
- 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.
- Şen, A. Z., ve Nakipoğlu, C. (2012). Ortaöğretim kimya ders kitaplarının bilimsel süreç becerileri açısından incelenmesi. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(3), 47-65.
- Tairab, H. H., & Khalaf 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 İngeç, Ş., ve Ünlü Güneş, P. (2002, Eylül). *Grafik çizme ve anlama becerisinin saptanması*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, 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.
- Temiz, B. K., ve Tan, M. (2003). İlköğretim fen öğretiminde temel bilimsel süreç becerileri. *Eğitim ve Bilim*, 28(127), 18-24.
- Tupin, T., & Cage, B. N. (2004). The effects of an integrated, activity-based science curriculum on student achievement, science process skills, and science attitudes. *Electronic Journal of Literacy Through Science*, 3, 1-17.
- Uyan, T., ve Önen, A. S. (2013). Bilgisayar destekli öğretim uygulamalarının öğretmen adaylarının grafiksel beceri, tutum ve başarılarına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44, 331-340
- Uyanık, F. (2007). *Ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin grafik anlama ve yorumlama ile kinematik başarıları arasındaki ilişki* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Wideen, M. (1975). Comparison of student outcomes for science- a process approach and traditional science teaching for third, fourth, fifth, and sixth grade classes: a product evaluation. *Journal of Research in Science Teaching*, 12(1), 31-39.
- Yayla, G., ve Özsevgeç, T. (2015). Ortaokul öğrencilerinin grafik becerilerinin incelenmesi: çizgi grafikleri oluşturma ve yorumlama. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(3), 1381-1400.
- Zeren, M.A. (1994). *Kimyacılar için matematik*. İstanbul: Birsen Yayınevi.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Graphs have been used in every science disciplines as well as our daily life in order to represent briefly scientific facts or knowledge. Therefore; it is very important for a person to draw, to read and to interpret the graphs. As a consequence, science students should perform the abilities related to science learning; such as collecting data, organizing them relationship between variables and lastly showing this relationship by using scientific graph. Science students should also be gained earlier mentioned abilities and graphical abilities to capture satisfactorily science disciplines. Not only the students but also teachers or pre-service teacher's should be gained so that they can promote their students to understand graph(s), since they should take responsibility to enhance their students' graphical skills (drawing, reading, interpreting a graph, and making interpolation and extrapolation) during formal education. In this regard, pre-service teacher graphing skills becomes inevitably important. Thus, the study presented here was aimed to designate pre-service science teachers' levels of reading and interpreting graph of solubility. In addition to the main aim, the study aimed the followings:

- determine pre-service science teachers' levels of making reading, interpreting, interpolation and extrapolation with a graph of solubility,
- reveal the relationship between pre-service science teachers' conceptual knowledge and their graphical skills

Method

A case study survey model from descriptive models was utilized in this study. Within the context of the descriptive models; a test composed of two sections was used as a data collection

tool. In first section of the test consists of 25 open-ended test items was aimed to reveal pre-service science teachers' skills about graph reading (test items between 1 and 10), interpretation (test items between 11 and 20), interpolation and extrapolation (test items between 21 and 25). In the second section of the test was comprised of 12 true/false questions about solubility. This section was tested whether or not a relationship between graph interpretations and true/false questions about solubility. After pilot study of the test, the test was implemented to 96 volunteer pre-service science teachers who took research topics of solubility and factors affecting solubility in the content of "General Chemistry" course. Collected data were analyzed descriptive statistics methods.

Results and Discussion

Test findings about graph reading indicated that pre-service science students performed the graph skill above the average, ranging percentages between 70%-98%, except three questions (namely, 4th, 7th and 9th test items) out of 10 questions. Contrary to this, they responded inaccurately to the 4th question and the 9th question (67% and 65%, respectively). This showed that they have some difficulties about reading the graphs. As for ratio of the 7th question, it was rather higher than the others. Totally evaluated in both inaccurate and blank answer, this ratio reached to 44% which was so much to consider.

Test findings about graph interpreting questions (test items between 11 and 20) indicated that pre-service science students performed this graphical skill above the average, ranging percentages between 61%-95%, except four questions (namely, 13th, 14th, 17th and 18th test items) out of 10 questions. Reverse to this affirmative result, they responded incorrectly to the 13th, 14th and 17th questions, 69%, 87% and 69%, respectively. These findings were relatively lower than those the graph reading.

Test findings about interpolation questions (test items between 21 and 25) indicated that pre-service science students good at interpolation skills of graphs and have few problems. This can be understood the data in Table 4, correctly responded ranging percentages between 70%-98%. Unfortunately, this positive situation in the interpolation was not seen in the extrapolation. As for extrapolation question (test item 25), a few of them (23%) answered correctly while most of them (61%) responded the question wrongly. Moreover, substantial pre-service teachers (16%) did not answer the question.

True/false questions to specify whether there was a relationship between graphical knowledge and conceptual understanding indicated the more the conceptual knowledge they know, the better the graphic skills they have. The result showed that there was a close relationship between conceptual understanding and graphical knowledge. The result also showed that pre-service science teachers' difficulties about graphical knowledge were still seen even though they have satisfactory conceptual understanding.

To sum up, the study presented here indicated that pre-service science teachers performed much better in graph reading than graph interpretation. It was also revealed pre-service science students' extrapolation skills were not intended levels. In addition, the study founded out that pre-service science teachers' difficulties about graphical knowledge were very dominant despite relationship between conceptual understanding and graphical knowledge. Result of the study should be utilized to be enhanced pre-service science teachers' graphical knowledge one of the science process skills.