

## **Çizgi Grafiğini Yorumlama ve Oluşturma Becerilerinin Ölçülmesi**

Evrin ERBİLGİN<sup>1</sup>, Serkan ARIKAN<sup>2</sup>, Hanife YABANLI<sup>3</sup>

### **ÖZ**

Bu çalışmada, ortaokul öğrencilerinin çizgi grafiğini yorumlama ve oluşturma becerilerini değerlendirmede kullanılabilecek bir ölçme aracı geliştirilmiştir. Geliştirilen bu ölçme aracı 7 şubede bulunan toplam 166 yedinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Ölçme aracında bulunan soruların madde analizi için, düzeltilmiş madde toplam korelasyonu, Klasik Test Kuramı ile hesaplanan ayırtedicilik ve Madde Tepki Kuramı ile hesaplanan ayırtedicilik değerleri kullanılmıştır. Doğrulayıcı Faktör Analizi kullanılarak ölçme aracının yapı geçerliği test edilmiştir. Bu analizler sonucunda son hali verilen ölçme aracı, 14 sorudan oluşmaktadır. Bulgular, ölçme aracının geçerli ve güvenilir olduğunu ve maddelerinin ayırtedicilik değerlerinin yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca, ölçme aracının, grafik bilgi ve becerilerini dört boyutta (verileri okuma, veriler arasını okuma, verilerin ötesini okuma ve grafik oluşturma) ölçtüğü doğrulayıcı faktör analizi ile gösterilmiştir. Geliştirilen ölçme aracı, ortaokul öğrencilerinin çizgi grafiğini yorumlama ve oluşturma ile ilgili başarı düzeylerini genel olarak ve her alt boyut için ayrı ayrı belirlemekte ve öğrencilere bu boyutlar için geri dönüt vermekte kullanılabilir.

**Anahtar kelimeler:** Grafik yorumlama, grafik oluşturma, test geliştirme, klasik test kuramı, madde tepki kuramı, doğrulayıcı faktör analizi.

## **Assessing Line Graph Comprehension and Construction Skills**

### **ABSTRACT**

In this study, a line graph comprehension and construction test for middle grade students has been developed. The test was administered to 166 seventh grade students in 7 classrooms. Item analysis of the test items was conducted through corrected item total correlation, discrimination index calculated by Classical Test Theory and by Item Response Theory. Confirmatory factor analysis was used to evaluate the construct validity of the test. In the final form, the test had 14 items. Findings showed that the test was reliable and valid, and the discrimination indexes of the items were high. Also, confirmatory factor analysis showed that the test measured graphing skills under 4 dimensions: read the data, read between the data, read beyond the data, and graph construction. The test can be used to measure middle grade students' line graph comprehension and construction skills and to provide feedback related to subdomains of graphing skills.

**Keywords:** Graph comprehension, graph construction, test development, classical test theory, item response theory, confirmatory factor analysis.

---

<sup>1</sup> Yrd.Doç.Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, erbilgine@mu.edu.tr

<sup>2</sup> Yrd.Doç.Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, serkanarikan@mu.edu.tr

<sup>3</sup> Uzm. Öğretmen, Muğla Anadolu İmam Hatip Lisesi, hanifeceliktas@gmail.com

## GİRİŞ

İnternette birlikte iletişimin hızla geliştiği günümüzde, bilgiye erişim de kolaylaşmıştır. Ulaşılan bilgilerin bilinçli bir şekilde yorumlanması çoğu zaman sağlam istatistik bilgi ve becerileri gerektirmektedir. Öğrencilerin bilinçli vatandaşlar ve akıllı tüketiciler olarak yetişmesi için, matematik dersleri istatistiğin temel unsurları olan veri toplama, veriyi farklı temsillerle gösterme, farklı temsiller arası ilişkilendirme yapma, veriye dayalı tahminde bulunma gibi etkinlikler içermelidir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2009a; MEB, 2013a; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Bu istatistiksel unsurlardan özellikle veriyi temsil etme ve yorumlama, matematik okuryazarlığının önemli bir parçası olarak kabul edilmektedir (Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD], 2000; Steen, 1999). Veri temsil şekilleri arasında grafik, tablo, sözlü ifade ve sembolik gösterim bulunmaktadır. Bunlar arasında grafik, hem günlük yaşamda sıklıkla karşılaşılan (Zacks, Levy, Tversky, & Schiano, 2002) hem de matematik, fen bilimleri ve sosyal bilgiler gibi farklı disiplinlerin anlamlandırılmasında önemli görülen bir temsil türüdür (Bannister, Jamar, & Mutegi, 2007). Bu çalışma, grafik türlerinden çizgi grafiği üzerine odaklanmıştır.

Grafikler farklı değişkenler arasındaki ilişkileri görsel olarak sunan ve karmaşık matematiksel durumları kolaylıkla göstermeye yarayan temsil türüdür (Glazer, 2011; Padilla, McKenzie, & Shaw, 1986). Grafik yorumlama ve oluşturma becerilerinin güçlü olması öğrencilerin matematiği kavramsal olarak öğrenmelerine yardımcı olur (NCTM, 2000). Grafiklerin matematiğin anlamlı öğrenilmesine olan katkısı, öğrencilere farklı temsiller arası geçiş yapma fırsatı sunmasından kaynaklanmaktadır (Leinhardt, Zaslavsky & Stein, 1990). Örneğin, öğrenciler, bir tabloyu koordinat sistemi üzerinde grafik şeklinde gösterirken, eksenlerin eşit aralıklarla bölmelendirilmesi ve eksenlere hangi aralıklarla sayıların yerleştirilmesi gibi konularda karar vermelidirler. Benzer şekilde, bir grafiği sözlü ifadelerle yorumlaması istenen öğrenci, grafikteki değişkenler arası ilişkileri inceleyerek çıkarımlarda bulunabilmektedir. Araştırmalar, matematik derslerinde çoklu temsil kullanımının ve farklı temsiller arası geçiş yapmanın kavramsal olarak matematik öğrenmeyi desteklediğini ortaya koymuştur (Brenner vd., 1997; Meyer, 2001; Moseley & Brenner, 1997; Porzio, 1999).

Ülkemizdeki 1-8. sınıflar öğretim programları incelendiği zaman grafikler konusuna farklı disiplinlerin öğretim programlarında önem verildiği görülmektedir. Matematik Dersi Öğretim Programlarında grafikler ilk kez nesne grafiğini oluşturma ve yorumlama ile ilgili kazanımlarla ikinci sınıfta yer almakta ve ilköğretim boyunca her yıl grafik konusu programda yer almaya devam etmektedir (MEB, 2009a; MEB 2013a). Fen Bilimleri ve Sosyal Bilimler Derslerinin Öğretim Programlarında da grafik yorumlama ve oluşturma becerilerine önem verilmektedir (MEB, 2009b; MEB, 2013b). Örneğin, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında, altıncı sınıf öğrencilerinin yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterip yorumlamaları beklenmektedir.

Yedinci sınıf öğrencilerinin tablo ve grafik kullanarak nüfus özellikleriyle ilgili verileri yorumlayabilmeleri de Sosyal Bilgiler Dersi Öğretim Programından bir örnektir. Uluslararası matematik sınavlarında, örneğin Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS] sınavında değerlendirilen konular içinde hem dördüncü hem de sekizinci sınıfta sütun, çizgi ve daire grafiği gibi farklı grafik türlerinin yer alması, grafiklerin farklı ülkelerin matematik dersi öğretim programlarındaki önemine işaret eden başka bir göstergedir (Mullis & Martin, 2013).

Grafiklerin matematikte önemli bir temsil türü olmasına karşın, öğrenciler grafikleri anlamlandırmakta ve diğer temsil türleri ile ilişkilendirmekte zorluklar yaşamaktadırlar (Bannister, Jamar, & Mutegi, 2007; Glazer, 2011; Leinhardt, Zaslavsky & Stein, 1990; Li & Shen, 1992). Öğrencilerin kavramakta zorluklar yaşadığı grafik türlerinden birisi çizgi grafiğidir (Bell, Brekke, & Swan, 1987; Wainer, 1980). Çizgi grafikleri iki sürekli değişken arasındaki ilişkiyi çizgilerle temsil eden bir grafik türüdür (Friel, Curcio, & Bright, 2001; Van de Walle, Karp, & Bay-Williams, 2010). Çizgi grafiğini oluşturmak için L şeklindeki yatay ve dikey eksenlere veriler eşit aralıklı bölmelendirmeler yapılarak yerleştirilir ve verilerin kesim noktaları düz çizgilerle birleştirilir. Değişkenlerin sürekli olmadığı durumlarda grafikteki eğilimi göstermek amacıyla da çizgi grafiği oluşturulabilir ancak bu tür bir grafikteki noktaların birleştirilmesinin uygun olup olmadığı öğrencilerle tartışılmalıdır (Friel & House, 2003).

Öğrencilerin çizgi grafiğini yorumlama ve oluşturma becerilerinin belirlenmesi, bu konuda öğrencilerin yaşadığı öğrenme güçlüklerinin giderilmesi adına atılacak ilk adımlardan birisidir. Ülkemizdeki ilgili alanyazın incelendiğinde, grafik yorumlama ve oluşturma testlerinin çoğunun lise veya üniversite düzeyinde ve genellikle fen bilimleri kapsamında geliştirildiği görülmektedir (Demirci, Karaca, & Çirkinoğlu, 2006; Işık, Kar, İpek, & Işık, 2012; Taşar, İnceç, & Güneş, 2002; Temiz & Tan, 2009b). Ortaokul öğrencilerinin matematik dersi kapsamında çizgi grafiği ile ilgili bilgi ve becerilerini ölçecek bir teste ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, ortaokul öğrencilerinin çizgi grafiğini yorumlama ve oluşturma becerilerini değerlendirmek amacıyla bir ölçme aracı geliştirilmiştir.

### **Grafik Yorumlama ve Oluşturma Becerileri**

Leinhardt, Zaslavsky ve Stein (1990) grafiklerle ilgili yapılan etkinlikleri genel olarak yorumlama ve oluşturma şeklinde tanımlamıştır. Yorumlama, öğrencinin grafiği anlamlandırmasıdır. Örneğin, bakteri büyümesini gösteren bir grafikte, öğrencinin belirli bir zamandaki bakteri miktarını bulması, bakteri büyüme hızını söylemesi veya bakteri miktarı ile ilgili ileriye dönük tahminde bulunması, grafiği yorumlama kapsamındadır. Friel, Curcio, ve Bright (2001) bu tür eylemleri grafik algısı (graph sense) olarak adlandırmış ve alanyazında genel olarak grafik algısının 3 farklı düzeyde ele alındığını belirtmiştir. Friel, Curcio, ve Bright (2001) makalelerinde bu düzeyleri Curcio'nun (1987) terminolojisini kullanarak isimlendirmiştir: *Verileri okuma* (read the data), *veriler arasında*

*okuma* (read between the data), *verilerin ötesini okuma* (read beyond the data). Bu makalede de grafik yorumlama becerileri Curcio'nun (1987) terminolojisi ve tanımları kullanılarak gruplandırılmıştır.

*Verileri okuma* düzeyinde olan sorular, grafikte açıkça sunulan bilgilerin tespit edilmesini gerektirir. Örneğin, zaman (dakika) ilerledikçe bir kovanın içinde biriken yağmur miktarını gösteren bir çizgi grafiğinde, x-ekseninin sıfırdan başlayarak 5'er 5'er işaretlendiğini kabul edelim. Bu grafik ile ilgili olarak "10. dakikada kovada ne kadar su birikmiştir?" sorusu verileri okuma düzeyindedir. *Veriler arasını okuma* düzeyindeki sorular; verilerin karşılaştırılması, grafikte sunulan bilgilerin birleştirilmesi veya açıkça verilmeyen noktaların bulunması (interpolasyon) gibi öğrencinin akıl yürütmesini gerektiren soru türleridir. Bir önceki örnekteki grafik ile ilgili "Yedinci dakikada kovada ne kadar su birikmiştir?" sorusu veriler arasını okuma düzeyindedir. *Verilerin ötesini okuma* düzeyindeki sorular ise grafikte açıkça sunulmayan ilişkilerin irdelenmesini, geleceğe yönelik tahmin yapılmasını (extrapolasyon) veya değişkenler arası ilişkiler hakkında çıkarımlarda bulunulmasını gerektiren sorulardır. Kovanın içinde biriken yağmur miktarını gösteren grafiğin ilk 20 dakikalık süreyi gösterdiğini düşünelim. "Yağmur aynı hızla yağmaya devam ederse, 25. dakikada kovada ne kadar su birikir?" sorusu verilerin ötesini okuma düzeyindedir. Öğrencilerin grafik yorumlama becerilerini inceleyen araştırmalar, öğrencilerin grafikte açıkça işaretlenen noktaları kolay okuyabildiklerini, ancak ara değer veya tahmin gerektiren değerlere daha zor karar verdiklerini ortaya koymaktadır (Bannister, Jamar, & Mutegi, 2007; Curcio, 1987; Glazer, 2011).

Alanyazında, grafiğin anlamlandırılması genellikle varolan bir grafiğin yorumlanması olarak ele alınmış, *grafik oluşturma*, grafik yorumlamaya göre daha az incelenmiştir. (Friel, Curcio, & Bright, 2001; Leinhardt, Zaslavsky & Stein, 1990). *Grafik oluşturma*, eksenlerin seçilmesi ve isimlendirilmesi, aralık genişliğine karar verilmesi, birimin belirlenmesi ve çizim basamaklarından oluşur (Leinhardt, Zaslavsky & Stein, 1990). Grafik yorumlamada hazır verilen bir temsil türü anlamlandırılırken, grafik oluşturmada yeni bir temsilin yapılandırılması söz konusudur. Mevarech ve Kramarsky (1997) 8. sınıf öğrencilerinin doğrusal grafiklerle ilgili oluşturdukları alternatif kavramları grafik ünitesinden önce ve sonra incelemiştir. Araştırmada, öğrencilerin grafiklerle ilgili ön bilgilerinin bulunduğu ve bazı öğrencilerin ünite öncesinde ve sonrasında aynı kavram yanlışlarına (grafiki sadece bir nokta ile oluşturmak, bir grafik yerine grafik serileri çizmek, tüm durumlar için artan fonksiyon çizmek) sahip olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin oluşturdukları alternatif grafiklerin, grafik öğretiminde bir tartışma noktası olarak kullanılabileceği önerilmiştir.

Öğrencilerin grafik yorumlama ve oluşturma becerilerini değerlendiren birçok çalışma bulunmaktadır. Grafik yorumlama konusunda yapılan araştırmalar, öğrencilerin *verileri okuma* düzeyindeki sorularda daha başarılı olduğunu göstermiştir (Curcio, 1987; Friel, Curcio, & Bright, 2001; Temiz & Tan, 2009a;

Wainer, 1980). *Veriler arasını okuma ve verilerin ötesini okuma* gerektiren sorular da ise öğrencilerin eksiklikler, hatalar ve kavram yanlışlarına sahip oldukları saptanmıştır. Leinhardt, Zaslavsky ve Stein (1990), öğrencilerin grafik yorumlama ve oluşturmayla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını 3 grupta incelemiştir: 1) Aralık-nokta kavram yanlışlığı: Grafik yorumlanırken, iki değişken arasındaki ilişkiyi belirli bir aralık yerine tek bir noktada okuma eğilimi vardır. 2) Yükseklik-eğim kavram yanlışlığı: Özellikle orijinden geçmeyen doğrusal grafiklerde, eğim yerine yükseklik hesaplanır. 3) Grafiği resim gibi düşünme: Grafik, gerçek bir durumun resmedilişi olarak yorumlanır. Örneğin, yol-zaman grafiğindeki artan bir doğru, “hareket eden nesne yüksek bir yere çıkıyor” şeklinde yorumlanır. Bunların yanında, bütün bir grafiğin tek bir nokta olarak çizilmesi, doğrusal grafik çizme eğilimi ve ölçeklendirme hataları da araştırmalarda grafik oluşturma ile ilgili ortaya çıkan bulgular arasındadır (Dunham & Osborne, 1991; Mevarech & Kramarsky, 1997; Leinhardt, Zaslavsky & Stein, 1990).

### **Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmada, çizgi grafiğini yorumlama ve oluşturma becerilerini ölçmede kullanılabilecek bir ölçme aracının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Öğrencilerin grafikleri ilk öğrenmeye başladıkları dönemlerde kullanılabilecek bir ölçme aracı, öğrencilerin grafik yorumlama ve oluşturma becerilerinin hangi düzeyde olduğu konusunda bilgi verecektir. Öğrencilerin, çizgi grafiğini, sütun veya şekil grafiklerine göre daha zor kavradığı gözlemlenmiştir (Bell, Brekke, & Swan, 1987; Wainer, 1980). Bu nedenle, ortaokul düzeyinde hazırlanacak bir ölçme aracının çizgi grafiği üzerine odaklanması, matematik derslerinde bu konudaki öğrenme güçlüklerinin giderilmesine yardımcı olabilecektir. Değişkenler arası ilişkilerin incelemesinde önemli bir temsil türü olan çizgi grafiği ile ilgili bilgi ve becerilerin ölçülmesi, bu alandaki araştırmaların ilerlemesine de katkıda bulunacaktır.

## **YÖNTEM**

### **Çalışma Grubu**

Araştırmada geliştirilen ölçme aracı, çizgi grafiğinin yeni öğrenildiği ortaokul döneminde uygulanmak amacıyla hazırlanmıştır. Bu ölçme aracının genel olarak ortaokul öğrencileri ile kullanılması uygundur. Araştırmanın çalışma grubu 7. sınıf öğrencilerinden belirlenmiştir. Bir güney batı il merkezinde bulunan 4 devlet okulunun 7 şubesindeki 166 öğrenci, araştırmanın çalışma grubunu oluşturmuştur. Okullar sosyo ekonomik yönden alt, orta ve üst düzeydedir. Çalışma grubu 82 kız (%49), 84 erkek (%51) öğrenciden oluşmuştur.

### **Ölçme Aracının Geliştirilmesi**

Ölçme aracının geliştirilmesi sürecinde ilk olarak, kapsam geçerliğini sağlamak amacı ile ölçeğin kapsayacağı boyutlar, grafik konusuyla ilişkili düşünme süreçleri göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. İlgili alanyazın bulguları doğrultusunda (Aoyama & Stephens, 2003; Atmaz, 2009; Curcio, 1987; Friel,

Curcio, & Bright, 2001; Koparan & Güven, 2013; Kramarski, 2004; Leinhardt, Zaslavsky & Stein, 1990; Temiz & Tan, 2009a; Temiz & Tan, 2009b), ölçeğin 4 boyuttan oluşmasına karar verilmiştir: *Verileri okuma, veriler arasını okuma, verilerin ötesini okuma ve grafik oluşturma*. Bu boyutların uygun bir şekilde temsil edildiği bir belirtke tablosu (Tablo 1) oluşturulmuş ve çizgi grafiği ile ilgili bilgi ve becerilerin kapsamlı bir şekilde ölçülmesi hedeflenmiştir. Belirtke tablosu oluşturulduktan sonra, soruların ilk taslağı yazılmıştır.

Soru yazma sürecinde alanyazında kullanılan sorulardan ve çizgi grafikleriyle ilişkili kavram yanılgılarından yararlanılmıştır. Örneğin, grafiği resim gibi düşünme kavram yanılgısından yola çıkarak hazırlanan bir soruda öğrencilerden bir çizgi grafiği ile ilgili hikâye yazmaları istenmiştir. Sorular, taslak olarak yazıldıktan sonra, araştırmacılar (iki matematik eğitimcisi ve bir ortaokul matematik öğretmeni), grafikler konusunda çalışması olan bir fen bilimleri eğitimcisi ve tecrübeli bir sınıf öğretmeni tarafından detaylı bir şekilde incelenmiştir. İncelemede soruların anlaşılabilirliği ve grafik yorumlama ve oluşturma boyutlarıyla uyumluluğu değerlendirilmiştir. İnceleme sonunda sorularda değişiklikler yapılmış ve sorular son şeklini almıştır. Ölme aracının tümü uzun yanıtı açık uçlu veya yanıtı sınırlandırılmış açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Uzun yanıtı açık uçlu sorular genellikle farklı yollarla çözülebilen, öğrencilerin bilgiyi analiz ve sentez yeteneğini ölçen ve orijinal fikirler üretilmesine elverişli sorulardır (Gültekin, 2012; OECD, 2013). Yanıtı sınırlandırılmış açık uçlu sorular ise çoğunlukla kısa yanıtı ve öğrencilerin yanıtlarının daha kolay tahmin edilebildiği sorulardır.

Tablo 1. *Belirtke Tablosu*

Sorular	Verileri okuma (%22)	Veriler arasını okuma (%39)	Verilerin ötesini okuma (%22)	Grafik Oluşturma (%17)
1,5,10,13	√			
2,3,6,7,8,9,11		√		
4,12,14,15			√	
16,17,18				√

Ölme aracı oluşturulurken, eş zamanlı olarak soruların nasıl değerlendirileceğini (puanlanacağını) açıklayan puanlama cetveli hazırlanmıştır. Puanlama cetvelini önceden hazırlamadaki amaçlardan biri, öğrencilerden gelebilecek yanıtları önceden düşünerek, soruların farklı bir açıdan incelenmesi ve daha kaliteli olmalarını sağlamaktır. Diğer bir amaç ise, ölçme aracının ileride farklı kişiler tarafından kullanıldığında, ölçme aracını uygulayan kişilerin objektif puanlama yapmasına yardımcı olmaktır. Ölme aracında bulunan bazı sorular 0-yanlış ve 1-doğru puanlamasıyla değerlendirilmiştir. Bazı sorular 0-yanlış, 1-kısmen doğru ve 2-tam doğru puanlamasıyla değerlendirilmiştir. Onbeşinci soru 0-1-2-3 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Bir grafiğe hikâye yazılması istenen bu soruda, Atmaz (2009) tarafından hazırlanan puanlama cetveli uyarlanarak kullanılmıştır. Çizgi grafiği oluşturmayı gerektiren son 3

soru, Temiz ve Tan (2009b) tarafından geliştirilen “Çizgi grafik kontrol listesi” uyarlanarak değerlendirilmiştir. Bu üç soru da 0-1-2-3 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

### **Veri Analizi**

Ölçme aracının uygulanmasından sonra, öğrenci kâğıtları değerlendirilmiştir. Sınav kâğıtlarının değerlendirilmesi sırasında önceden hazırlanan puanlama cetveli kullanılarak objektif değerlendirme yapılması amaçlanmıştır. Veri analiziyle ilgili olarak, kodlayıcılar arası güvenilirlik çalışması da yapılmıştır. Test sorularına ve puanlama cetveline son halinin verilmesi sürecinde yapılan ön çalışmalarda Miles ve Huberman’ın (1994) önerdiği kodlayıcılar arası güvenilirlik oranı hesaplanmıştır. Bu oran, (aynı puan verilen soru sayısı) / (puanlanan tüm soru sayısı) formülü kullanılarak %94 olarak hesaplanmıştır. Miles ve Huberman’a (1994) göre bu oran, kodlayıcılar arası güvenilirliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Kodlayıcılar arası güvenilirlik oranının yüksek çıkması oluşturulan puanlama cetvelinin iyi çalıştığına işaret etmektedir.

### **Madde Analizi**

Bu bölümde uygulanan ve puanlanan soruların madde analizlerinin nasıl yapıldığı açıklanmaktadır. Madde analizi ile ölçme aracında kullanılan "kötü" maddelerin tespit edilerek, sınavdan ayıklanması amaçlanmaktadır. Kapsam geçerliğini korumak koşuluyla, parametre değerleri kötü olan sorular sınavdan çıkarılmalı ve ayırtedicilik değerleri yüksek olan sorulardan oluşan bir ölçme aracı oluşturulmalıdır (Hambleton & Jones, 1993). Bu çalışmada madde analizi için, düzeltilmiş madde-toplam korelasyonu, Klasik Test Kuramı (KTK) ile hesaplanan ayırtedicilik ve Madde Tepki Kuramı (MTK) (Item Response Theory) ile hesaplanan ayırtedicilik değerleri kullanılmıştır.

Madde analizi kapsamında yapılan analizlerden ilki düzeltilmiş madde-toplam korelasyonunun hesaplanmasıdır. Ölçme aracındaki bir madde, ölçeği oluşturan diğer maddeler ile ilişkili olmalıdır. Bu ilişki hakkında sayısal bilgi veren düzeltilmiş madde-toplam korelasyonu (corrected item-total correlation), bir madde ile o madde olmadan elde edilen toplam puan arasındaki korelasyonun hesaplanmasıdır (DeVellis, 2003). Düşük değere sahip düzeltilmiş madde-toplam korelasyonu bu maddenin diğer maddelerden farklı süreçleri ölçtüğü şeklinde yorumlanır ve ölçme aracında bu maddeler istenmez (Pallant, 2007). Düzeltilmiş madde-toplam korelasyon değeri 0.20’den küçük ise bu maddeler ölçme aracından çıkartılır (Butler, Fernandez, Christine, Budman & Jamison, 2008).

Klasik Test Kuramı kullanılan test geliştirme uygulamalarında, ayırt edicilik değerlerinin incelenmesi önemli bir yer tutar. KTK analizlerinde elde edilen ayırtedicilik değeri (r değeri) -1 ile 1 arasındadır. Bu değer 1'e yaklaştıkça test ile ölçülmek istenen beceriye sahip öğrencilerin o soruyu daha fazla oranda doğru yaptıkları bilinmektedir. Düşük r değerine sahip soruların incelenmesi ve gerekli ise testten çıkarılması gerekir (Crocker & Algina, 1986). KTK sonucu elde edilen parametrelerle ilgili olan en önemli eleştiri, bu parametrelerin seçilen

örneklemden kolaylıkla etkilenmeleridir (Hambleton & Jones, 1993). Bu sebeple bu çalışmada KTK'na bağlı parametre değerleri yanı sıra MTK'na bağlı parametre değerleri de kullanılmıştır.

Madde analizinin son aşamasında, MTK kullanılarak madde parametreleri elde edilmiştir. MTK analizlerinde ayırtediciliğin ve gücünün hesaplandığı iki parametrelili model (a ve b değerleri) tercih edilmiştir. MTK çerçevesinde hesaplanan ayırtedicilik değerinin (a değeri) yüksek olması beklenmektedir (Embretson & Reise, 2000). Bu değer genel olarak 0'dan başlayarak bir üst sınırı olmadan devam eder. Ayırtedicilik değeri düşük ise sorunun sınavdan çıkarılması önerilir. Özellikle 0.5 ve altı değerlerin olması istenmez (Guyer & Thompson, 2012). MTK ile hesaplanan ayırtedicilik değeri ile KTK ile hesaplanan ayırtedicilik değeri paralellik gösterir (Lord, 1980). Ancak, MTK ile hesaplanan ayırtedicilik değerinin örneklemden bağımsız olduğu için daha güvenilir bir parametre değeri olduğu belirtilmektedir (Hambleton & Jones, 1993). Bu çalışma kapsamında hem KTK hem de MTK ile hesaplanan ayırtedicilik değerleri incelenerek, parametre değerleri düşük olan sorular ölçme aracından çıkarılmıştır. Bu sayede daha tutarlı bir yöntemeye dayanarak, "kötü" soruları ölçme aracından çıkarma kararının verildiği düşünülmektedir.

### **Yapı Geçerliliği**

Bir ölçme aracının "hangi boyutları gerçekten ölçtüğünü" belirlemek için yapı geçerliliğine işaret eden kanıtlar sunmak gerekmektedir (Cronbach, 1971). Bu kanıtlara dayanarak ölçme aracının hedeflenen becerileri ölçüp ölçmediği sonucu çıkarılabilir. Hangi boyutları ölçtüğü test edilerek yapı geçerliliği ispatlanmış bir ölçme aracının uygulanması sonucu elde edilen puanlar ve alt puanlar kullanılarak, öğrencilerin sahip oldukları beceriler hakkında yorumlar yapılabilir. Yapı geçerliliği ile ilgili kanıtlar elde etmek için Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) kullanılmaktadır. Özellikle soruların ne ölçtüğü ve soruların ölçülen boyutlar ile ilişkisi tanımlanmış ise bu yapının öğrenci yanıtları tarafından desteklenip desteklenmediği test edilmek istendiğinde DFA, Açıklayıcı Faktör Analizine göre tercih edilmektedir (Schumacker & Lomax, 2004). DFA bir sınav ile neyin ölçüldüğü ve sınavda yer alan alt boyutların neler olduğu bilgisinin kontrolü için önemlidir (Zumbo, 2005). DFA, teorik olarak kurgulanan yapısal modelin, bu çalışmada grafik testinin alt boyutlarının, toplanan veriler tarafından doğrulanıp doğrulanmadığını göstermektedir (Kline, 1998; Jöreskog & Sörbom, 1999; Byrne, 1998; Schumacker & Lomax, 2004). DFA analizinde, kişi sayısının gözlenen değişken sayısına oranı minimum 5 olmalıdır (Bentler & Chou, 1987).

DFA kullanılarak yapı geçerliliğini test etmek için çeşitli istatistik programları kullanılmaktadır. Bunlar arasında en fazla kullanılanlardan birisi LISREL programıdır (Jöreskog & Sörbom, 1999). LISREL programı ile analiz yapmak için gerekli olan kovaryans matrisleri de PRELIS programı kullanılarak elde edilebilmektedir. Öğrenci yanıtlarından elde edilen kovaryans matrisi ile sınavın ölçtüğü teorik yapının belirlediği kovaryans matrisi arasında bir uyum olması yapı geçerliliği için önemli bir kanıttır. Bu iki kovaryans matrisi arasındaki farkın



minimum olması istenilmektedir (Ullman, 2001). Tanımlanmış yapının veya diğer bir isimle modelin öğrenci yanıtları ile uyum gösterip göstermediğine veya farkın az olup olmadığına, uyum iyiliği indislerine bakılarak karar verilmektedir. Bu uyum iyiliği indislerinden GFI değerinin (Goodness-of-fit index) 0.90 ve üzeri olması (Segars & Grover, 1993); RMSEA değerinin (Root Mean Square Error of Approximation) 0.08 ve altı olması (Byrne, 1998); CFI değerinin (Comparative Fit Index) 0.95 ve üzeri olması (Ullman, 2001); SRMR değerinin (Standardized Root-Mean-Square Residual) 0.08 ve altı olması (Hu & Bentler, 1999) oluşturulan modelin "iyi" olduğunu ve yapı geçerliği için önemli bir kanıt olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmadaki ölçme aracının geliştirilmesi aşamasında gerekli alanyazın taranarak, ölçülmesi gereken boyutlar belirlenmiştir. Hedeflenen bu boyutlara uygun sorular yazıldığı için her soru ile ölçülmek istenen beceri sınav uygulanmadan önce tanımlanmıştır (Tablo 1). Bu çalışma kapsamında geliştirilen ölçme aracındaki sorular madde analizi ile incelendikten ve beklenen seviyede olmayan sorular sınavdan çıkarıldıktan sonra, sınavın ölçtüğü öngörülen boyutların varlığı DFA ile test edilmiştir.

## BULGULAR

### **Madde Analizi**

Hazırlanan ölçme aracı hem "doğru-yanlış" formatında hem de "tam doğru-kısmi doğru-yanlış" formatında puanlanan sorular içermesi bakımından alışageldik sınavlardan farklıdır. Öğrencilerden beklenen becerilere bağlı olarak bazı sorularda kısmi doğru puanlama kullanılmıştır. Madde analizine başlamadan önce tüm yanıt kategorileri (doğru-yanlış veya tam doğru-kısmi doğru-yanlış) için öğrenci yanıtları ve bunlara karşılık gelen puanların var olup olmadığı incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda her yanıt kategorisinde yanıtlar olduğu görülmüştür.

SPSS 21.0 kullanılarak 18 maddeden elde edilen güvenilirlik analizi sonuçlarına göre Cronbach Alpha değeri 0.83 olarak bulunmuştur. George ve Mallery (2003) 0.80 üzeri Cronbach Alpha değerine sahip testlerin "iyi" olduğunu belirtmiştir. Bu kapsamda testin güvenilirliğinin genel olarak "iyi" olduğu görülmektedir. Madde bazında yapılan analizler kapsamında hesaplanan düzeltilmiş madde-toplam korelasyonu sonuçları incelendiğinde ise, Tablo 2'de görüldüğü üzere, 0.20 altında olan madde bulunmadığı görülmektedir. Ancak, 1. soru 0.22 değeri ile dikkati çekmektedir. Bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde, 166 öğrenciden 165'inin bu soruyu doğru yanıtladığı görülmektedir. Aynı beceriyi ölçen diğer sorular arasında bu sorunun ilgili sınıf seviyesi için çok kolay olduğu ve teste ek bir bilgi katmadığı sebepleri ile bu soru testten ve ileriki analizlerden çıkartılmıştır.

Tablo 2. Madde Analizi Sonuçları

Grafik Beceri Boyutu	Madde	Düzeltilmiş madde toplam korelasyonu	Ayırtedicilik (Klasik Test Kuramı)	Ayırtedicilik (Madde Tepki Kuramı)	Zorluk (Madde Tepki Kuramı)
Verileri okuma	1*	0.219	-	-	-
	5	0.241	0.279	0.833	-2.56
	10	0.337	0.576	0.946	-0.36
	13	0.315	0.526	0.993	-1.47
Veriler arasını okuma	2*	0.387	0.445	0.368	0.34, -3.18
	3*	0.392	0.484	0.534	-3.09
	6	0.350	0.503	0.907	0.90
	7	0.406	0.582	1.097	-1.83
	8*	0.390	0.532	0.791	-0.32, 1.75
	9	0.545	0.751	0.998	-0.11, 0.43
	11	0.461	0.643	1.018	-0.35
Verilerin ötesini okuma	4	0.416	0.652	0.741	-1.20, 1.20
	12	0.412	0.599	0.982	0.31
	14	0.460	0.541	0.870	0.86, 1.77
	15	0.592	0.756	0.963	-1.25, -0.11, 1.76
Grafik Oluşturma	16	0.614	0.800	1.061	-2.86, -0.64, 0.23
	17	0.553	0.708	0.875	-2.15, -0.60, 0.26
	18	0.611	0.780	1.008	-1.32, 0.23, 1.67

\* ile belirtilen sorular, madde analizi sonuçlarına göre sınavdan çıkarılmıştır.

XCalibre programı ile KTK kullanılarak oluşturulan "r" ayırt edicilik değerleri ve MTK kullanılarak oluşturulan "a" ayırt edicilik değerleri her madde için hesaplanmıştır (Tablo 2). Uygulanan ilk sınavda yer alan 18 maddenin Tablo 2'de yer alan değerleri incelenerek, aynı beceriyi ölçen sorulardan parametre değerleri göreceli olarak daha kötü olanlar çıkarılmıştır. Bu değerlendirmede MTK ve KTK sonuçları beraber ele alınmış, birbirine yakın değerlerde daha tutarlı sonuçlar veren MTK baz alınmıştır. Bu sayede daha iyi çalışan maddelerden oluşan, daha iyi ve daha kısa bir sınav oluşturulması amaçlanmıştır. Sorular testten çıkartılırken kapsam geçerliğini korumak adına her boyutta en az üç soru kalmasına özen gösterilmiştir. Örneğin, *verileri okuma* alanında yer alan 1, 5, 10 ve 13. sorular arasından 1. soru grubun seviyesine göre çok kolay olduğu ve teste ek bilgi sağlayamadığı için sınavdan çıkarılmıştır. Benzer şekilde *veriler arasını okuma* alanında yer alan 2, 3, 6, 7, 8, 9, 11. sorular incelenmiş ve 2, 3 ve 8. sorular, diğer dört sorudan düşük değerlere sahip olduğu için sınavdan çıkarılmıştır. Diğer soru gruplarından *verilerin ötesini okuma* alanında yer alan 4, 12, 14 ve 15. sorular incelenmiş ve tüm sorular birbirine yakın ve iyi

değerlere sahip olduğu için sınavdan çıkarılmamıştır. Benzer şekilde dördüncü alt boyut olan *grafik oluşturma* kısmında yer alan üç soru da birbirine yakın ve iyi değerlere sahip olduğu için sınavdan çıkarılmamıştır.

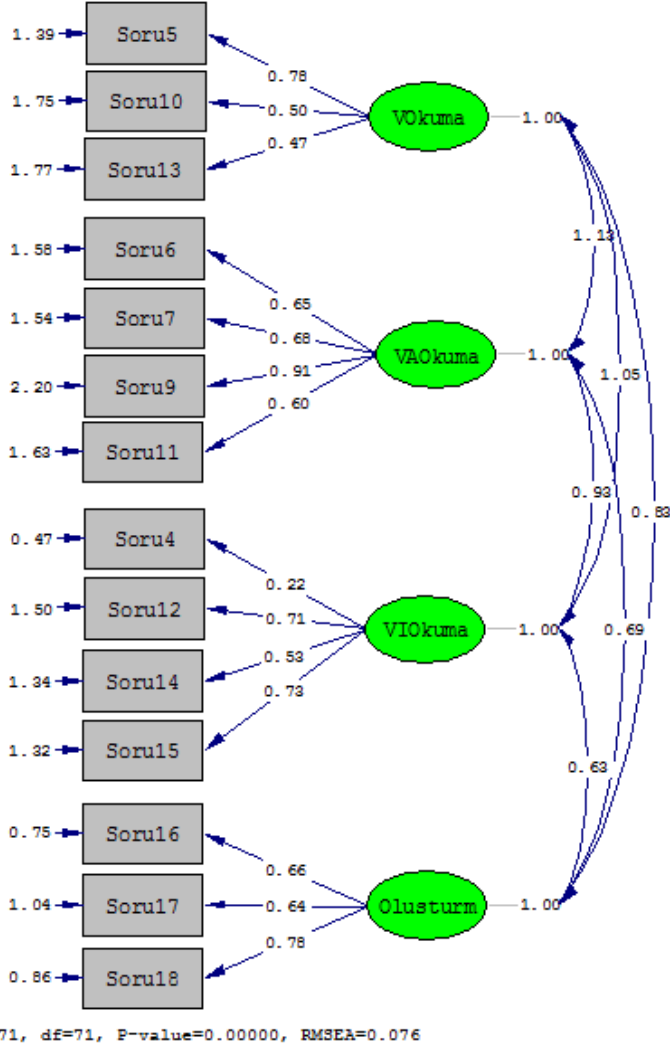
MTK kullanılarak hesaplanan “b” madde zorluk değerleri de Tablo 2’de verilmektedir. Bu değerlere göre oluşturulan sınavdaki soruların güçlük değerleri -3.18 ile 1.77 arasında değişmektedir. MTK’da b değerinin 0 olması orta seviye zorluğu göstermektedir. Bu sebeple soruların zorluk açısından geniş ve iyi bir dağılım gösterdiği, grafik bilgisi farklı düzeydeki öğrencilere hitap ettiği görülmektedir. MTK ile hesaplanan b değerinin negatif değer olarak 0’dan uzaklaşması sorunun kolay olduğunu, pozitif değer olarak 0’dan uzaklaşması ise sorunun zor olduğunu göstermektedir. MTK kısmi puanlamaya da olanak sağladığı için kısmi puanlanan 2, 4, 8, 9, 14, 15, 16, 17 ve 18. sorular için birden fazla b değeri mevcuttur. Örneğin sınavdan çıkarılmayan ve 0-1-2 olarak puanlanan 9. sorudan bir puan alabilmek için gerekli olan beceri düzeyi -0.11 iken, iki puanı yani tam puanı almak için sahip olunması gereken beceri düzeyi 0.43’dür. Sonuç olarak, başlangıçta 18 madde olarak uygulanan ölçme aracı, kapsam olarak aynı becerileri daha iyi sorularla ve daha sade olarak ölçen 14 maddelik bir ölçme aracına indirgenmiştir. Ölçme aracından örnek bir soru EK 1’de, bu sorunun puanlama cetveli ise EK 2’de bulunmaktadır.

### **Yapı Geçerliliği**

Bir sınavda ölçülmesi planlanan boyutlar ile ilgili yapı önceden planlanmış ise, bu yapının öğrenci yanıtları tarafından doğrulanıp doğrulanmadığı yapı geçerliliğine kanıt bulmak amacı ile test edilmektedir. Bu çalışmada geliştirilen ölçme aracındaki soruların hedeflenen boyutları ölçüp ölçmediğinin test edilmesi amacı ile DFA yapılmıştır. Lisrel 8.71 kullanılarak, Şekil 1’deki model test edilmiştir. Bu modelde kullanılan 14 sorunun Verileri Okuma (VOkuma), Veriler Arasını Okuma (VAOkuma), Verilerin Ötesini Okuma (VIOkuma) ve Grafik Oluşturma (Oluşturma) boyutlarını temsil etme durumları araştırılmıştır.

Yüz altmış altı kişi ile yapılan bu çalışmada örneklem sayısının uygun olup olmadığı Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) değeri baz alınarak değerlendirilmiştir. Toplanan verinin KMO değeri 0.807 olarak hesaplanmış ve bu değer uygun olduğu (meritorious) görülmüştür (George & Mallery, 2003). Ayrıca, ondört soru kullanılarak yapılan DFA’da “öğrenci sayısının soru sayısına oranı en az 5 olmalıdır” (Bentler & Chou, 1987) veya en az 10 olmalıdır kuralı (Ullman, 2001) sağlanmakta ve elde edilen uyum indisleri hedeflenen yapıların veriler tarafından doğrulandığını göstermektedir. Ek olarak, Lisrel bu modelin uygun olarak çalışabilmesi için gerekli olan örneklem sayısını 119 olarak raporlamıştır. Bu uyum indislerinden RMSEA değeri 0.08, GFI değeri 0.89, SRMR değeri 0.07, CFI değeri 0.89 olarak elde edilmiştir. DFA kapsamında yapılan değerlendirmelerde her indis için kesin çizgiler olmamakla beraber, iyi uyum olduğunu gösteren kriter değerleri bulunmakta ve elde edilen uyum indislerinin bu değerlere yakınlığına tüm indislerle birlikte genel olarak

bakılmaktadır. Bu çalışmada elde edilen uyum değerleri genel olarak iyi bir uyum olduğunu göstermektedir.



Şekil 1. Ölçme Aracının Alt Boyutları

Bu çalışmada ortaya konan dört boyuttan elde edilen puanlar her öğrenci için hesaplanarak boyut puanları elde edilmiştir. Boyut puanları arasındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde, dört boyut arasındaki korelasyonların istatistiksel olarak anlamlı olduğu ( $p < 0.01$ ) görülmektedir. En düşük değerdeki korelasyon 0.337 ile Verileri Okuma ve Veriler Ötesini Okuma boyutları arasında, en yüksek değerdeki korelasyon ise 0.561 ile Veriler Arasını Okuma ve Veriler Ötesini Okuma boyutları arasındadır. Elde edilen korelasyon değerlerinin

orta seviyede olması ve 0.900 gibi çok büyük değerlerde olmaması tanımlanan her boyutun farklı düşünme süreçlerini ölçtüğü yönünde değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, bu değerlendirmeler oluşturulan 14 soruluk ölçme aracının dört alt boyutu (*verileri okuma, veriler arasını okuma, verilerin ötesini okuma ve grafik oluşturma*) ölçen bir sınav olduğunu göstermektedir.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Alanyazın incelendiğinde, ülkemizde, çizgi grafiğinin yorumlanması ve oluşturulması ile ilgili matematik alanında yapılan çalışmaların oldukça kısıtlı olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada, ortaokul öğrencilerinin çizgi grafiğini yorumlama ve oluşturma becerilerini ölçmede kullanılabilir 14 soruluk bir ölçme aracı geliştirilmiştir. Elde edilen bulgular, testin güvenilir, kapsam ve yapı bakımından geçerli olduğunu göstermiştir. Ölçme aracının son halinde yer alan maddelerin ayırt edicilik değerleri de yüksektir. Ayrıca, farklı zorluk düzeylerine sahip sorular içerdiği için geniş bir öğrenci kitlesine hitap etmektedir. Geliştirilen ölçme aracının grafik bilgi ve becerilerini dört boyutta (*verileri okuma, veriler arasını okuma, verilerin ötesini okuma ve grafik oluşturma*) ölçtüğü, doğrulayıcı faktör analizi ile doğrulanmıştır. Alanyazın ile uyumlu olarak, *verileri okuma* boyutundaki soruların diğer boyutlardaki sorulara göre daha kolay olduğu bulunmuştur (Curcio, 1987; Friel, Curcio, & Bright, 2001; Temiz & Tan, 2009a; Wainer, 1980).

Geliştirilen ölçme aracı çeşitli amaçlara yönelik olarak kullanılabilir. Öncelikle bu ölçme aracı, öğretmenlerin ortaokul öğrencilerinin çizgi grafiğini yorumlama ve oluşturma ile ilgili başarı düzeylerini belirlemelerinde yardımcı olabilir. Ölçme aracının en önemli özelliklerinden birisi, grafik bilgi ve becerilerinin dört boyutunda (*verileri okuma, veriler arasını okuma, verilerin ötesini okuma ve grafik oluşturma*) öğrencilerin başarı düzeyleri hakkında bilgi vermesidir. Her bir boyut için, öğrencilerin puanı belirlenebilir ve her bir boyuttaki başarıları tespit edilip karşılaştırılabilir. Ayrıca, geliştirilen ölçme aracı, vereceği geri dönütler sayesinde çizgi grafiği ile ilişkili kavram yanlışlarının ortaya çıkmasında yararlı olabilir.

Bu çalışmada geliştirilen ölçme aracı, alanyazında çizgi grafiği ile ilgili tanımlanan boyutlar ile sınırlıdır. Çalışmanın bir diğer sınırlılığı çok sayıda soru içermemesidir. Ancak, geliştirilen ölçme aracı diğer birçok ölçme aracına kıyasla açık uçlu sorular içermekte ve öğrencilerin üst düzey düşünme süreçlerini ölçmeye olanak tanımaktadır. İleride yapılacak çalışmalarda, bu ölçme aracı kullanılarak ortaokul öğrencilerinin grafik yorumlama ve oluşturma becerileri veya bu becerilerin gelişimi değerlendirilebilir. Belirli bir il veya bölgedeki öğrencilerin grafik bilgi ve becerilerinin dört boyutundaki başarıları belirlenebilir. Alanyazınına kazandırılan bu ölçme aracı kullanılarak, ölçme aracının farklı sınavlarla ilişkisini ve yordama gücünü değerlendiren araştırmalar yapılabilir. Gelecek çalışmalarda, burada detaylı olarak açıklanan ölçme aracı

geliştirme başmakları kullanılarak, başka grafik türleri ile ilgili benzer çalışmalar yürütülebilir.

## KAYNAKLAR

- Aoyama, K. & Stephens, M. (2003). Graph interpretation aspects of statistical literacy: A Japanese perspective. *Mathematics Education Research Journal* 15(3), 3-22.
- Atmaz, G. (2009). *Puanlama yönergesi (rubrik) kullanılması durumunda puanlayıcı güvenilirliğinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mersin.
- Bannister, V. R. P., Jamar, I., & Mutegi, J. W. (2007). Line graph learning. *Science and Children*, 45(2), 30-32.
- Bell, A., Brekke, G. & Swan, M. (1987). Diagnostic teaching: 4 graphical interpretations. *Mathematics Teaching*, 119, 56-60.
- Bentler, P. M., & Chou, C. (1987). Practical issues in structural equation modeling. *Sociological Methods and Research*, 16, 78-117.
- Brenner, M., Mayer, R., Mosely, B., Brar, T, Durán, R., Reed, B. et al. (1997). Learning by understanding: The role of multiple representations in the learning of algebra. *American Educational Research Journal*, 34(4), 663-689.
- Butler, S. F., Fernandez, K., Christine, B., Budman, S. H., & Jamison R. N. (2008). Validation of the revised screener and opioid assessment for patients with pain (SOAPP-R). *J Pain*, 9(4), 360-372.
- Byrne, B. M. (1998). *Structural Equation Modeling with LISREL, PRELIS, and SIMPLIS: Basic Concepts, Applications, and Programming*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to Classical and Modern Test Theory*. New York: Holt, Rinehart, & Winston.
- Cronbach, L. J. (1971). Test validation. In R. L. Thorndike (Ed.), *Educational Measurement* (2nd ed., pp. 443-507). Washington, DC: American Council on Education.
- Curcio, F. (1987). Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18, 382-393.
- Demirci, N., Karaca, D., & Çirkinöglü, A. G. (2006). *Üniversite öğrencilerinin grafik anlama ve yorumlamaları ile kinematik başarıları arasındaki ilişki*. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Kitapçığı, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- DeVellis, R. F. (2003). *Scale Development: Theory and Application*. California: Sage Publications.
- Dunham, P. H. & Osborne, A. (1991). Learning how to see: Students' graphing difficulties. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 13(4), 35-49.
- Embretson, S. E. & Reise, S. P. (2000). *Item Response Theory for Psychologists*. Psychology Press.
- Friel, S. N., Curcio, F. R., & Bright, G. W. (2001). Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32, 124-158.
- Friel, S. N. & House, P. A. (Eds.). (2003). *Navigating Through Data Analysis in Grades 6 - 8*. Reston, VA: NCTM.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*. 11.0 update (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Glazer, N. (2011). Challenges with graph interpretation: a review of the literature. *Studies in Science Education*, 47(2), 183-210.

- Guyer, R., & Thompson, N.A. (2012). *User's Manual for Xcalibre Item Response Theory Calibration Software, Version 4.1.8*. St. Paul MN: Assessment Systems Corporation.
- Gültekin, S. (2012). Testlerde kullanılacak madde türleri, hazırlama ilkeleri ve puanlaması. R. N. Çıkrıkçı Demirtaşlı. *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme* (171-250). Ankara: Edge Akademi.
- Hambleton, R. K. & Jones, R. W. (1993). An NCME instructional module on. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 12: 38–47.
- Hu, L.-T. & Bentler, P.M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6, 1–55.
- Işık, C., Kar, T., İpek, A. S., & Işık, A. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının çizgi grafiklerine öykü oluşturmada karşılaştıkları güçlükler. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(3), 644-658.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1999). *LISREL 8.30*. Chicago: Scientific Software International.
- Kline, R.B. (1998). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*. New York: The Guilford Press.
- Koparan, T., & Güven, B. (2013). A Study on the differentiation levels of middle school students' statistical thinking. *İlköğretim Online*, 12(1), 158-178. 31 Ocak 2013 tarihinde <http://ilkogretim-online.org.tr> adresinden alınmıştır.
- Kramarski, B. (2004). Making sense of graphs: Does metacognitive instruction make a difference on students' mathematical conceptions and alternative conceptions. *Learning and Instruction*, 14, 593-619.
- Kwon, O. N. (2002). The effect of calculator based ranger activities on students' graphing ability. *School Science and Mathematics*, 102(2), 57-67.
- Leinhardt, G., Zaslavsky, O., & Stein, M. K. (1990). Functions, graphs, and graphing: Tasks, learning, and teaching. *Review of Educational Research*, 60(1), 1-64.
- Li, D. Y., & Shen, S. M. (1992). Students' weaknesses in statistical projects. *Teaching Statistics*, 14(1), 2-8.
- Lord, F. M. (1980). *Applications of item response theory to practical testing problems*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mevarech, Z. A. & Kramarsky, B. (1997). From verbal descriptions to graphic representations: Stability and change in students' alternative conceptions. *Educational Studies in Mathematics*, 32, 229–263.
- MEB (2009a). *İlköğretim Matematik Dersi (1-5. sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: MEB-Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı Yay.
- MEB (2009b). *İlköğretim Sosyal Bilgiler Dersi 7. Sınıf Programı. Ortaokul Matematik Dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) Öğretim Programı*. 14 Haziran 2014 tarihinde <http://ttkb.meb.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- MEB (2013a). *Ortaokul Matematik Dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) Öğretim Programı*. 20 Mart 2013 tarihinde <http://ttkb.meb.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- MEB (2013b). *İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) Öğretim Programı*. 31 Mart 2014 tarihinde <http://ttkb.meb.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- Meyer, M. R. (2001). Representation in realistic mathematics education. In A. A. Cuoco, & F. R. Curcio (Eds.), *The Roles of Representation in School Mathematics* (pp.238-50). Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, INC.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook, second edition*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

- Moseley, B., & Brenner, M. E. (1997). *Using multiple representations for conceptual change in pre-algebra: A comparison of variable usage with graphic and text based problems*. ERIC Document.
- Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (Eds.) (2013). *TIMSS 2015 Assessment Frameworks*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- NCTM (2000). *Principals and Standards for School Mathematics*. 20 Mart 2013 tarihinde www.standards.nctm.org adresinden alınmıştır.
- OECD (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Paris: OECD Publications.
- OECD (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*, OECD Publishing.
- Padilla, M. J., McKenzie, D. J., & Shaw, E. J. (1986). An examination of the line graphing: Ability of students in grades seven through twelve. *School Science and Mathematics*, 86(1), 20-26.
- Pallant J. (2007). *SPSS Survival Manual: A Step by Step Guide to Data Analysis Using SPSS*. Allen & Unwin.
- Porzio, D. (1999). Effects of differing emphases in the use of multiple representations and technology on students understanding of calculus concepts. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 21(3), 1-29.
- Schumacker, R. E. & Lomax, R. G. (2004). *A Beginners Guide to Structural Equation Modeling*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Segars, A. H. & Grover, V. (1993). Re-examining perceived ease of use and usefulness: A confirmatory factor analysis. *MIS Quarterly*, 17(4), 517-525.
- Steen, L. A. (1999). Numeracy: The new literacy for a data-drenched society. *Educational Leadership*, 57(2), 8-13.
- Taşar, M.F., İnceç, Ş. K., & Güneş, P.Ü. (2002). *Grafik çizme ve anlama becerisinin saptanması*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongre Kitapçığı, ODTÜ, Ankara.
- Temiz, B. K. & Tan, M. (2009a). Lise 1. sınıf öğrencilerinin grafik yorumlama becerileri. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 31-43.
- Temiz, B. K. & Tan, M. (2009b). Grafik çizme becerilerinin kontrol listesi ile ölçülmesi. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 71-83
- Ullman, J. B. (2001). Structural equation modeling. In B. Tabachnick & L. S. Fidell (Eds.), *Using Multivariate Statistics* (4th ed., pp.653-771). Boston: Allyn & Bacon.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S. & Bay Williams, J. M. (2010). *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally*. (7 ed.) New York, NY: Pearson Education.
- Wainer, H. (1980). A test of graphicacy in children. *Applied Psychological Measurement*, 4, 331-340.
- Zacks, J., Levy, E., Tversky, B., & Schiano, D. (2002). Graphs in print. In M. Anderson, B. Meyer, & P. Olivier (Eds.), *Diagrammatic Representation and Reasoning* (pp. 187-206). London: Springer-Verlag.
- Zumbo, B. D. (2005). Structural equation modeling and test validation. In B. S. Everitt & D. C. Howell (Eds), *Encyclopedia of Statistics in Behavioral Science* (pp. 1951-1958). John Wiley & Sons.

**Not:** Çalışmada geliştirilen test ve puanlama cetveli yazarlarla iletişime geçilerek elde edilebilir.



## SUMMARY

It is now easier to access information with the recent developments in technology. The ease of access to information makes it more important that students are statistically literate. One core component of statistical literacy is interpreting and constructing graphs (OECD, 2000; Steen, 1999). In middle grades, line graphs are important representations of the relationships between two continuous variables. Interpreting and constructing line graphs are important skills for students to be successful in the data analysis strand of mathematics. Determining students' weaknesses and strengths in graphing would help teachers plan their teaching activities and assessment procedures.

When the related literature is reviewed, four main graphing skills emerge: *read the data*, *read between the data*, *read beyond the data*, and *graph construction*. The first category, *read the data*, involves reading data directly from a graph (Friel, Curcio, & Bright, 2001). Let a graph be labeled at every 5 minutes between 0 and 20 on x-axis and show the height of water in a bucket left under the rain. A question such as "How much water is there in the bucket at 10<sup>th</sup> minute?" aims to assess whether the student is at read the data level or not. Questions at *read between the data* category ask students to compare, interpolate, or integrate data given in the graph. A sample question would be "What is the difference between the minimum and maximum values?" Questions at *read beyond the data* category ask students to analyze relationships that are not given in the graph explicitly or make future predictions. A sample question about the graph mentioned above would be "If the rain continues at the same speed, how much water will there be at the 25<sup>th</sup> minute?" *Graph construction* is another important graphing skill that includes choosing, labeling, and numbering axes, determining units, and plotting points (Leinhardt, Zaslavsky & Stein, 1990).

In Turkey, most of the current graphing tests are for high school or college students (Demirci, Karaca, & Çirkinöglü, 2006; Işık, Kar, İpek, & Işık, 2012; Taşar, İnceç, & Güneş, 2002; Temiz & Tan, 2009a). Studies focusing on a particular type of graph, such as line graph, at middle grades are sparse. In this study, a line graph comprehension and construction test for middle grade students has been developed.

The test developed in this study can be administered to middle grade students. In the current study, the test was administered to 166 seventh grade students in seven classrooms of four schools. The schools were located in a southwestern city in Turkey. Among participants, 49% were female and 51% were male.

Before the item writing process, the literature was carefully analyzed (Aoyama & Stephens, 2003; Atmaz, 2009; Curcio, 1987; Friel, Curcio, & Bright, 2001; Koparan & Güven, 2013; Kramarski, 2004; Leinhardt, Zaslavsky & Stein, 1990; Temiz & Tan, 2009a; Temiz & Tan, 2009b). The dimensions of the test were

determined based on the literature as follows: read the data, read between the data, read beyond the data, and graph construction. Then, a table of specification was constructed and accordingly the items were written. A scoring rubric for each question was also developed during the item writing process. Next, items were reviewed by four specialists to check clarity and content. After the test was administered, one of the researchers scored each paper using the rubric.

As part of the item analysis, corrected item total correlation, discrimination index calculated by Classical Test Theory and by Item Response Theory were estimated. Confirmatory factor analysis was used to test the construct validity of the test.

Reliability analysis showed that the Cronbach Alpha value of the test was 0.83. This value indicates that the test was reliable (George & Mallery, 2003). During the item analysis process, the discrimination indexes of the items were used to select the “best” items with higher discriminative values. Initially, the test had 18 items; based on the item analysis findings, the final form of the test had 14 items. The items are open-ended or restricted response open-ended questions.

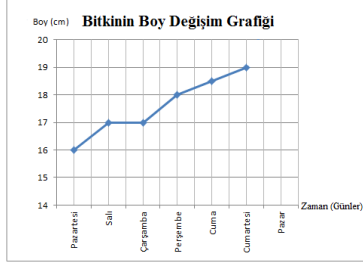
Confirmatory factor analysis revealed the following fit indexes: RMSEA was 0.08, GFI was 0.89, SRMR was 0.07, CFI was 0.89. These fit index values confirmed that the test measured graphing skills under four dimensions of graph comprehension and construction.

Findings showed that the test was reliable and the discriminative values of the items were high. Also, confirmatory factor analysis showed that the test measures graphing skills under four dimensions: read the data, read between the data, read beyond the data, and graph construction. The test developed in this study can be used to measure middle grade students’ line graph comprehension and construction skills. Future studies might administer the test to middle grade students and determine their success at each of the four dimensions of graphing skills.

## EK 1

### Grafik Yorumlama ve Oluşturma Testinden Örnek Bir Soru

Aşağıda bir bitkinin boyunun, Pazartesi-Cumartesi aralığındaki değişim grafiği verilmiştir. Soruyu grafiğe göre yanıtlayınız.



Bitkinin boy değişiminin grafikteki gibi devam edeceği düşünülürse, Pazar günü bitkinin boyu kaç cm olabilir? Neden?

## EK 2

### Örnek Sorunun Puanlama Cetveli

Bu soru “2” tam doğru yanıt, “1” kısmi doğru yanıt ve “0” yanlış yanıt olarak puanlanır.

**2 Puan (Tam Doğru Yanıt):** Bu soruda öğrencinin grafikteki değişimi gözlemlemesi ve bu gözlemini kullanarak gelecek bir gün için tahminde bulunması beklenmektedir. Bitki 1 gün uzamamış ancak diğer günler 1cm veya 0,5cm uzamıştır yani genel olarak uzama eğilimindedir ve Pazar günü 19,5cm veya 20cm olması beklenebilir. Öğrenciler bitkinin uzamayacağını da iddia edebilirler ancak tam puan almaları için genel eğilimi anladıklarını belirten bir açıklama yapmaları gerekir. Olası tam puan yanıtlar şunlardır:

- 20cm, çünkü bitki genellikle uzamıştır.
- 19,5cm, çünkü bitki çoğu gün 0,5cm veya 1cm uzamıştır.
- 19cm, bitki ya uzamış ya da aynı kalmıştır. Pazar günü boyu aynı kalabilir.

**1 Puan (Kısmi Doğru Yanıt):** Pazar günü için bitkinin boyunu 19-20cm arası tahmin eden, ancak bir açıklama getirmeyen veya yanlış açıklama içeren yanıtlar 1 puan alır. Bir diğer kısmi doğru yanıt, doğru açıklama içeren ama boy tahmini 20cm'nin üzerinde olan yanıtlardır. Kısmi doğru yanıtlara örnek olarak şu yanıtlar verilebilir:

- 20cm.
- 19,5cm çünkü bitkinin boyu sürekli artmış.
- 23cm çünkü bitkinin boyu 1 gün hariç diğer günler artmış.

**0 Puan:** Yukarıda açıklanan yanıtlar dışındaki her türlü yanıt ya da boş yanıtlar “0” puan alır.