

Araştırma Makalesi

Alındı: 12 Mart 2021 - **Düzeltildi:** 27 Nisan 2021 - **Kabul Edildi:** 27 Mayıs 2021 - **Yayımlandı:** 1 Haziran 2021

Kaynakça Bilgisi: Akarsu Yakar, E. ve Yılmaz, S. (2021). Cebirsel Düşünme Düzey Belirleme Testi: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması, *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 138–154.

Citation Information: Akarsu Yakar, E. ve Yılmaz, S. (2021). Algebraic Thinking Level Determination Test: A Validity and Reliability Study, *Ihlara Journal of Educational Research*, 6(1), 138–154.

CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEY BELİRLEME TESTİ: GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI¹

Esra AKARSU YAKAR² , Süha YILMAZ³ 

 <https://doi.org/10.47479/ihead.895879>

Öz

Bu araştırmanın amacı, ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemeye yönelik geçerli ve güvenilir bir çoktan seçmeli test geliştirmektir. Geliştirilen testte Altun (2005) tarafından tanımlanan cebirsel düşünme düzeylerinden ilk üç düzey ele alınmıştır. Ölçek geliştirme sürecinde 382 ortaokul öğrencisi ile uygulama yapılmıştır. Geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları kapsamında uzman görüşlerinin alınması, ön uygulama ve düzeltmelerin yapılması, madde güçlük ve ayırt edicilik indekslerinin belirlenmesi, KR-20 güvenilirlik katsayısının belirlenmesi, doğrulayıcı faktör analizinin yapılması ve testin bütünü ile alt boyutları arasındaki Pearson momentler çarpımı korelasyon katsayısının belirlenmesi çalışmaları yapılmıştır. Yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonucu ortaya çıkan modelin kabul edilebilir olduğu görülmüştür. Hesaplanan KR-20 güvenilirlik katsayısının 0,86 olması da testin güvenilir olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak yapılan geçerlilik ve güvenilirlik çalışması ortaya çıkan 27 soruluk Cebirsel Düşünme Düzey Belirleme Testinin ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemede geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Cebirsel düşünme; geçerlik ve güvenilirlik; test geliştirme; ortaokul öğrencileri.

ALGEBRAIC THINKING LEVEL DETERMINATION TEST: A VALIDITY AND RELIABILITY STUDY

Abstract

The aim of this research is to develop a valid and reliable test to determine the algebraic thinking levels of middle school students. In the developed test, the first three levels of algebraic thinking levels proposed by Altun (2005) were considered. During the test development process, the actual study was carried out with 382 middle school students. Within the scope of validity and reliability study; taking expert opinions were taken, pilot study was conducted, item difficulty and discrimination indexes were calculated, KR-20 reliability coefficients were determined, confirmatory factor analyses were performed and Pearson product-moment coefficients for the

¹Bu çalışma, birinci yazarın doktora tezinden üretilmiştir.

²TC Milli Eğitim Bakanlığı, es.akarsu@gmail.com

³Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, İzmir, suha.yilmaz@deu.edu.tr



correlations between the whole test and its sub-dimensions were calculated. The model that emerged as a result of the confirmatory factor analysis was found to be acceptable. The KR-20 reliability coefficient of 0.86 showed that the test was reliable. As a result, the study showed that the Algebraic Thinking Level Determination Test with 27 questions is a valid and reliable measurement tool in determining the algebraic thinking levels of middle school students.

Keywords: Algebraic thinking; validity and reliability; test development; middle school students.

GİRİŞ

Cebir, matematiğin sembollerle ifade edilen dilidir. Cebirsel düşünme ise sembolik olarak akıl yürütme yöntemidir (Vance, 1998). Cebirsel düşünme sadece cebirle ilgili değildir. Cebirsel düşünme, matematiksel düşünmenin bir parçasıdır. Dolayısıyla, matematiksel düşünme süreçlerini içerir ve matematiğin sembolik düşünme alanıdır. Aritmetikten cebire geçişte soyut düşünme sürecini içerir. Matematiksel düşünme; akıl yürütme, tahmin, problem çözme, çoklu temsillere dönüştürme, orantısal düşünme gibi süreçleri içerir. Dolayısıyla bu süreçler cebirsel düşünme için de geçerlidir. Birey, soyut kavramları cebirsel düşünme yoluyla içselleştirir. Cebirsel düşünme de semboller aracılığıyla bilgiyi oluşturma sürecini içerir. NCTM (2000)'e göre birey gerçek yaşam durumunda karşılaştığı problemleri matematiksel temsiller ve semboller yardımıyla analiz eder. Dolayısıyla bireylerin sembollerin anlamını bilmeleri gerekir. Yani, sembollere anlamlar yükleyerek cebirsel yapıları kavrayabilmeli, soyut kavramları açıklayabilmeli ve akıl yürütme becerilerini kullanabilmelidir (Kaya, 2017). Birey, değişken kavramını anlamlandırıldığında ve semboller ile işlem yapabilme becerisini kazandığında tam anlamıyla cebirsel düşünme gerçekleştiriyor denilebilir. Tüm bu bilgiler ışığında alan yazında cebirsel düşünmenin; olayları matematiksel dil ile açıklayabilme, problem çözme ve akıl yürütme süreçlerinde soyut düşünme, genelleme yapabilme, çoklu temsilleri kullanabilme ve birbirine dönüştürebilme gibi becerileri içerdiği görüşünde birleşildiği görülmektedir (Çelik, 2007; Driscoll, 1999; Hawker ve Cowley, 1997; Herbert ve Brown, 1997; Kaput, 1999; Kieran, 2004; Kieran ve Chalouh, 1993; Lawrence ve Hennessy, 2002; Vance, 1998).

Aritmetikten soyut düşünmeye geçişte öğrenciler güçlük yaşamaktadırlar. Sayılarla işlem becerisi kazanan öğrenciler için sembollerle işlem yapmak zorluk yaratmaktadır. Öğrencilerin cebirde başarılı olabilmeleri için eşitlik, değişken, denklem gibi kavramları özümsemeleri gerekir (Van de Walle, 2007). Literatürde cebirsel düşünme üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde; aritmetikten cebire geçiş sürecine odaklanan çalışmaların (Akkan ve Baki, 2016; Akkaya ve Durmuş, 2006; Akyüz ve Hangül, 2013; Birgin ve Demirören, 2020; Cai ve Moyer, 2008; Carraher ve Schliemann, 2007; Gülpek, 2006; Kaya, 2017; Kieran ve Chalouh, 1993; Linchevski ve Herscovics, 1996; Macgregor ve Stacey, 1997; Soylu, 2008; Yenilmez ve Avcu, 2009); denklem ve eşitlik kavramlarına yönelik kavram yanılguları üzerinde odaklanan çalışmaların (Akarsu, 2013; Akkan, Çakıroğlu ve Güven, 2008; Akkaya ve Durmuş, 2006; Coady ve Pegg, 1993; Knuth vd., 2005; Küchemann, 1978; Stacey ve MacGregor, 1997; Şimşek ve Soylu, 2018); cebirde yer alan sembollerin anlamada yaşanan güçlükler üzerine odaklanan çalışmaların (Akarsu, 2013; Akkan, Baki ve Çakıroğlu, 2012; Akkaya ve Durmuş, 2006; Bağdat ve Saban, 2014; Baysal, 2010; Çelik ve Güneş, 2013; Kieran, 1992; Yenilmez ve Avcu, 2009) ve öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemeye yönelik çalışmaların (Acar, 2019; Ataş, 2019; Chimoni, Pitta-Pantazi, ve Christou, 2018; Çağdaşer, 2008; Çakan Özbayar, 2017; Dikkartın ve Uyangör, 2007; Kamol ve Ban Har, 2010; Kaya, 2017; Oral, İlhan ve Kınay, 2013; Sayı, 2018; Usta ve Özdemir, 2018; Yaprak Ceyhan, 2012; Yenilmez ve Teke, 2008) yer aldığı görülmüştür.

Cebirsel düşünme düzey belirleme testine dair geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarının paylaşıldığı bu araştırmada ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerini ortaya çıkarmak amacıyla Altun (2005) tarafından belirlenen cebirsel düşünme düzeyleri temel alınmıştır. Altun (2005) cebirsel

düşünmenin soyut düşünmeyle başladığını belirtmiştir. Cebirsel düşünme düzeylerini sınıflandırdığı dört düzey aşağıdaki gibidir:

1. Düzey: Birey harflerin değerlerini aritmetik işlemler yaparak bulur. Probleme dair çözüm süreçlerini açıklar. Harflerin değerlerini ancak çözümlerle ifade edebilir.
2. Düzey: Birey harflere daha alışkındır. Birinci düzeyde olduğu gibi harflerin değerini bulur. Sadece sorular daha karışıktır.
3. Düzey: Birey harfleri bilinmeyen olarak algılayarak, bilinmeyenlerle işlem yapabilir. Harfler artık bilinmeyen olarak zihinlerinde yer alır.
4. Düzey: Birey karmaşık ifadelerin sonucunu bulabilir. Cebirsel ifadeler arasındaki ilişkileri fark eder. Bilinmeyen kavramına dair yorumlar yapar.

Alan yazında (Çağdaşer, 2008; Çakan Özbayar, 2017; Gülpek, 2006; Kaş, 2010; Kaya, 2017; Öner Sünkür, İlhan ve Kılıç, 2012; Yenilmez ve Teke, 2008) ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin üçüncü düzeye kadar gelişim gösterdiği belirtilmektedir. Çağdaşer (2008) araştırmasında altıncı sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin birinci düzeye yakınken, yapılandırmacı yaklaşıma göre yapılan eğitim sonucunda cebirsel düşünme düzeylerinin üçüncü düzeye doğru gelişim gösterdiğini belirtmiştir. Benzer şekilde Çakan Özbayar (2017) araştırmasında altıncı sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin sıfırıncı ve birinci düzeylerde yığılma gösterdiğini belirtmiştir. Öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleri en çok üçüncü düzeyde yer almıştır. Ancak, altıncı sınıf matematik öğretim programına göre yapılan öğretim sonucunda öğrencilerin sadece yüzde onu dördüncü düzey cebirsel düşünme süreci gerçekleştirmiştir. Yenilmez ve Teke (2008) de altıncı sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünmenin ilk üç düzeyine uygun soruları cevaplandırabildiklerini belirtmişlerdir Kaya (2017)'nin araştırmasında yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeyleri sıfırıncı ve birinci düzeylerde yığılma göstermiştir. Öner Sünkür, İlhan ve Kılıç (2012)'in araştırma sonuçları yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin birinci ve ikinci düzeylerde yoğunluk gösterdiği şeklindedir. Gülpek (2006) ise araştırmasında yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin ilk üç düzeyde yığılma gösterdiğini belirtmiştir. Kaş (2010) araştırmasında sekizinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin ikinci ve üçüncü düzeylerde yer aldığı sonucunu elde etmiştir. Oral, İlhan ve Kınay (2013)'in araştırma sonuçları sekizinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin sıfırıncı düzeyde yığılma gösterdiği şeklindedir. Araştırmada öğrencilerin genellikle sıfırıncı, birinci ve ikinci düzeylerde cebirsel düşünme gerçekleştirdikleri görülmüştür. Usta ve Gökçkkurt Özdemir (2018) tarafından altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemek amacıyla yapılan araştırmanın sonucunda öğrencilerin birinci ve ikinci düzeylere ait soruları cevaplandırabildikleri, üçüncü ve dördüncü düzeylere ait soruları cevaplamakta zorlandıkları belirtilmiştir. Tüm bu bilgiler ışığında söz konusu bu çalışmada ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin belirlenmesine yönelik ölçek hazırlama sürecinde ilk üç düzey ele alınmıştır.

Öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemeye yönelik yapılan araştırmalar incelendiğinde genel olarak Hart (1998) tarafından geliştirilen ve Altun (2005) tarafından Türkçe'ye uyarlanan "Cebirsel Düşünme Düzeyi Testi"nin kullanıldığı (Acar, 2019; Çağdaşer, 2008; Çakan Özbayar, 2017; Dikkartun ve Uyangör, 2007; Kaş, 2010; Oral, İlhan ve Kınay, 2013; Sayı, 2018; Yaprak Ceyhan, 2012; Yenilmez ve Teke, 2008) belirlenmiştir. Bu test, cebirsel düşünmenin dört düzeyine yönelik 20 açık uçlu sorudan oluşmuştur. Ancak, testte yer alan sorular alt maddeleri ile ele alındığında toplam 28 soru içermektedir. Kamol ve Ban Har (2010) cebirsel düşünmenin dört seviyesine yönelik bir ölçme aracı geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri bu test üç görevden ve dört açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Kaya (2017), cebirsel ifadeler

ve denklemler konusuna ait ortaokul öğretim programında yer alan kazanımlara yönelik 10 soruluk bir "Cebirsel Düşünme Düzeyi Belirleme Aracı" geliştirmiştir. Bu test yedinci sınıf öğrencilerine yönelik hazırlanmıştır. Bu testte yer alan her bir soru üç aşamalı olarak hazırlanmıştır. Bu aşamalardan ilki sorulara ait çoktan seçmeli seçeneklerin yer aldığı bölümdür. İkinci bölüm ilk aşamada yer alan cevaplara ait çözümlerin açıklandığı kısımdır. Üçüncü aşama ise verilen cevaplara dair emin olma derecelerinin belirtildiği bölümdür. Chimoni, Pitta-Pantazi ve Christou (2018); genelleştirilmiş aritmetik, fonksiyonel düşünme ve modelleme becerilerini içeren 18 soruluk cebirsel düşünme testi geliştirmişlerdir. Usta ve Özdemir (2018) ise öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemek amacıyla "Cebirsel Düşünme Düzeyi Tespit Formu" hazırlamışlardır. Bu form cebirsel düşünmenin dört düzeyine yönelik toplam sekiz açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Ataş (2019) tarafından hazırlanan cebirsel düşünme düzey belirleme testi ise 11 sorudan oluşmakta ve cebirsel düşünmeyi "Semboller ve Cebirsel İlişkiler", "Temsiller" ve "Örüntü ve Genellemeler" boyutları ile ele almaktadır. Hazırlanan bu test açık uçlu sorulardan oluşmaktadır ve sekizinci sınıf düzeyine yöneliktir. Alan yazında yer alan bu araştırmalar incelendiğinde öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini ölçmeye yönelik geliştirilen testlerin genellikle açık uçlu sorulardan oluştuğu ya da testlerde cebirsel düşünme düzeylerine ait az sayıda soruların var olduğu görülmüştür. Bu araştırmada geliştirilen cebirsel düşünme düzey belirleme testi farklı olarak çoktan seçmeli sorulardan oluşmakta ve cebirsel düşünmenin her bir düzeyine ait daha fazla soru içermektedir. Böylece daha fazla soru ile ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerini tanılamak amaçlanmaktadır.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Bu araştırma bir ölçek geliştirme çalışmasıdır. Bu anlamda araştırmanın modeli, genel tarama modellerinden tekil tarama yöntemi (Karasar, 2006) olarak belirlenmiştir. Genel tarama modelleri evren ya da evreni temsil eden bir örneklem hakkında genel bir görüş oluşturmak amacıyla kullanılır. Bir değişkenin incelendiği ve anlık durum saptamalarının belirlendiği araştırmalarda tekil tarama yöntemi kullanılır (Karasar, 2006).

Örneklem

Araştırmanın örnekleminin belirlenmesinde uygun/kazara örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde araştırmacı en uygun ve en ulaşılabilir katılımcılardan başlayarak gerekli sayıdaki çalışma grubunu oluşturur (Büyüköztürk, 2014). Araştırma, Kocaeli ilinin Derince ilçesinde yer alan iki devlet ortaokulunda öğrenim gören yedinci ve sekizinci sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Bu öğrencilerin 123'ü yedinci sınıfta, 259'u ise sekizinci sınıfta öğrenim görmektedir. Yedinci ve sekizinci sınıf öğrencileri cebirsel ifadeler konusuna yönelik öğretim programı (MEB, 2018) çerçevesinde tüm kazanımlara dair eğitim aldıkları için ölçek geliştirme çalışması bu seviyedeki öğrenciler ile yürütülmüştür. Araştırma yapılan okulların orta düzey sosyo-ekonomik düzeyde olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin matematik başarı durumlarının da ortalama olarak orta düzeyde olması göz önünde bulundurulmuştur. Ölçek geliştirme sürecinde katılımcı sayısının geliştirilen testteki madde sayısının en az beş katı ve mümkünse on katı olması önerilmektedir (Büyüköztürk, 2014; Tavşancıl, 2002). Bu araştırmada da 30 soru ile başlanan ölçek geliştirme sürecinde toplam 382 öğrenci ile süreç yürütüldüğü için yeterli örneklem büyüklüğünün sağlandığı söylenebilir.

Cebirsel Düşünme Düzey Belirleme Testinin Geliştirilme Aşamaları

Bu çalışmada geliştirilecek olan Cebirsel Düşünme Düzey Belirleme Testi ile ortaokul öğrencilerinin cebirdeki kavramsal bilgilerinin ölçülmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla, cebirsel düşünmenin ilk üç düzeyini ölçmeyi amaçlayan bir test geliştirilmiştir. Testin geliştirilme süreci aşağıdaki gibidir:

1. Literatür taraması ve madde havuzunun hazırlanması.
 2. Uzman görüşünün alınması
 3. Ön uygulama ve düzeltmelerinin yapılması
 4. Asıl uygulama (Testin 382 öğrenciye uygulanması)
 5. Madde güçlük ve ayırt edicilik indekslerinin belirlenmesi (Excel programının kullanılması)
 6. KR-20 güvenilirlik katsayısının belirlenmesi (Excel programının kullanılması)
 7. Doğrulamalı faktör analizi (Lisrel programının kullanılması)
 8. Cebirsel Düşünme Düzey Belirleme Testi ile alt boyutları arasındaki Pearson momentler çarpımı korelasyon katsayılarının belirlenmesi (SPSS paket programının kullanılması)
- Test geliştirme sürecine dair bu aşamalar bulgular bölümünde detaylı olarak açıklanmıştır.

BULGULAR

Test geliştirme sürecinde ilk olarak Altun (2005) tarafından belirlenen cebirsel düşünme düzeyleri temelinde ilk üç düzeye uygun 30 soruluk taslak test hazırlanmıştır. Soruların hazırlanma sürecinde literatürde yer alan (Akarsu, 2013; Akgün, 2007; Akkan, Çakıroğlu ve Güven, 2009; Akkuş, 2004; Altun, 2005; Dede ve Peker, 2007; Kocakaya Baysal, 2010; Macgregor ve Stacey, 1997; Soylu, 2008; Uysal Koğ, 2012; Yalvaç, 2010) araştırmalar incelenerek ortaokul düzeyine uygun soruların hazırlanmasına önem verilmiştir. Testte her bir düzeye ait 10 çoktan seçmeli soru belirlenmiştir. Taslak testte yer alan soruların uygunluğunun değerlendirilmesi Türkiye'nin Batı bölgesinde yer alan bir yükseköğretim kurumunun Eğitim Fakültesi'nde görevli üç öğretim üyesinin ve Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı ortaokullarda görevli alanında uzman iki ortaokul matematik öğretmeni ile birlikte yapılmıştır. Her düzey için her bir sorunun uygunluğu tartışılmıştır. Testte yer alan bir sorunun (25.soru) öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini ölçmeyeceği düşünülerek taslak testten çıkarılmıştır. 29 soruya ait uzman görüşleri %90 oranında uyum göstermiştir. Araştırmacıların sorulara ait değerlendirmelerindeki Miles ve Huberman (1994) anlaşma yüzdesinin %70'in üzerinde olması araştırmacılar arasında yüksek bir fikir birliği olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Dolayısıyla test maddelerinin cebirsel düşünme düzeylerini yordadığı görüşüne varılmıştır. Böylece uzman görüşlerine dayalı ölçüğe ait kapsam geçerliliği sağlanmıştır. Test sorularının ortaokul öğrencileri tarafından anlaşılabilirliğini belirlemek için iki sekizinci sınıf öğrencisi ile görüşmeler yapılmıştır. Bu öğrencilere sorulardan ne anladıkları sorularak her bir sorunun anlaşılabilirliği belirlenmek istenmiş ve herhangi bir sorun bulunamamıştır.

Test 392 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır. Bu öğrencilerden 10'unun verileri yetersiz bulunmuştur. Dolayısıyla çalışma 382 öğrenci ile yürütülmüştür. Uygulanan çoktan seçmeli testte doğru cevaplar "1", yanlış cevaplar "0" ile kodlanmıştır. Madde analizi "Excel" programı ile yapılmıştır. Maddelere ait güçlük ve ayırt edicilik indeksleri belirlenmiştir.

Testte yer alan maddeler öncelikle en yüksek puandan en düşük puana doğru sıralanmıştır. 382 öğrenciye ait puanlar %27'lik alt ve üst gruba ayrılmıştır. En yüksek puana sahip 103 öğrenci üst grup, sıralamanın sonundaki 103 öğrenci ise alt grup olarak belirlenmiştir. Testteki her bir madde için güçlük ve ayırt edicilik indeksleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Test’de Yer Alan Maddelere Ait Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri

Cebirsel Düşünme Düzeyleri	Soru Numarası	madde güçlük indeksi (p_x)	madde ayırt edicilik indeksi (r_x)
Düzyey 1	1	0,85	0,30
	2	0,76	0,45
	3	0,73	0,47
	4	0,78	0,45
	5	0,70	0,52
	6	0,70	0,58
	7	0,58	0,62
	8	0,73	0,47
	9	0,74	0,44
	10	0,60	0,63
Düzyey 2	11	0,74	0,50
	12	0,40	0,42
	13	0,63	0,67
	14	0,64	0,57
	15	0,49	0,43
	16	0,62	0,54
	17	0,71	0,43
	18	0,55	0,76
	19	0,62	0,69
	20	0,57	0,78
Düzyey 3	21	0,63	0,66
	22	0,58	0,51
	23	0,59	0,57
	24	0,45	0,49
	26	0,40	0,47
	27	0,53	0,50
	28	0,21	0,22
	29	0,59	0,61
	30	0,43	0,35

Tablo 1’de testteki soruların madde güçlük indekslerinin (p_x) 0,21 ile 0,85 arasında değiştii belirlenmiştir. Madde güçlük indeksi 0,00-0,20 arasında olan maddeler çok zor, 0,21-0,40 arasında olan maddeler zor, 0,41-0,60 arasında olan maddeler orta güçlükte, 0,61-0,80 arasında olan maddeler kolay, 0,81-1,00 arasında olan maddeler ise çok kolay olarak değerlendirilir (Baykul, 2000; Tekin, 2003; Tekindal, 2009; Turgut,1992). Bu durumda güçlük indeksi 0,85 olduğu belirlenen 1. soru testten çıkarılmıştır. Güçlük indeksi 0,20 ve 0,80 arasında olan maddeler seçilmiştir. Tablo 1’e göre testteki soruların ayırt edicilik indeksleri (r_x) 0,22 ile 0,78 arasındadır. Madde ayırt edicilik indeksi 0,19 veya daha düşük olan maddeler mutlaka çıkarılması gereken maddeler olarak, 0,20-0,29 arasında olan maddeler düzeltilmesi ve geliştirilmesi gereken maddeler olarak, 0,30-0,39 arasında olan maddeler iyi ve ayırt edici maddeler olarak, 0,40 veya daha büyük olan maddeler çok iyi ayırt edici maddeler olarak değerlendirilir (Baykul, 2000; Tekin, 2003; Tekindal, 2009; Turgut, 1992). Bu araştırmada da ayırt edicilik indeksi 0,20’nin altında olan maddelerin testten çıkarılması düşünölmüştür. Ancak, hiçbir maddenin ayırt edicilik indeksinin bu değer altında olmadığı belirlenmiştir. 28. soru ise öğrencilere zor geldiği şeklinde yorumlanmış ve soru incelemeye alınmıştır. Sonuç olarak sorunun cebirsel düşünme düzeyleri açısından üçüncü düzyeye uygun olduğu belirlenmiş ve testte kalmasına karar verilmiştir. Testin ortalama güçlük düzeyi 0,59; ortalama ayırt edicilik indeksi ise 0,52 olarak hesaplanmıştır. Baykul (2000)’a göre "1" ve "0" olarak puanlanan testlerin güvenirlik katsayısı Kuder-Richardson-20 (KR-20) ile

hesaplanabilir. Bu testin KR-20 güvenilirlik katsayısı ise 0,87 olarak hesaplanmıştır. Özdamar (1999)'a göre ölçek güvenilirliği 0,81-1,00 aralığında ise ölçek yüksek düzeyde güvenilirdir. Bu anlamda testin güvenilirliği yüksek olarak belirlenmiştir.

Testte yer alan maddelerin cebirsel düşünme düzeylerine uygunluğunu belirlemek için doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Bu analiz ile testin yapı geçerliliğini sağlamak amaçlanmıştır. 28 madde ile analize başlanmıştır. Analiz sonucunda 12,15,27 ve 29. soruların hata varyanslarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak; 12, 15 ve 29. sorular için manidar t değerleri (0,01 düzeyinde) elde edilmiştir. Dolayısıyla soruların testte kalmasına karar verilmiştir. 28. sorunun manidar t değerini sağlamasına rağmen madde ayırt edicilik indeksi ($r_{j\alpha}=0,22$) ile birlikte değerlendirildiğinde testten çıkarılması yönünde karar verilmiştir. Testten elde edilen uyum indeksleri ile bu testlere ait kabul edilen mükemmel ve iyi uyum değerleri (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2016) Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonucu Testten Elde Edilen Değerler

Uyum İndeksi	Mükemmel Uyum (Çokluk vd., 2014)	İyi Uyum (Çokluk vd., 2014)	Cebirsel Düşünme Modeline Ait Elde Edilen Değerler
X^2/sd	$0 \leq X^2/sd \leq 2$	$2 \leq X^2/sd \leq 3$	2,43
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq 0,05$	$0,05 \leq RMSEA \leq 0,08$	0,06
GFI	$0,95 \leq GFI \leq 1$	$0,90 \leq GFI \leq 0,95$	0,86
AGFI	$0,95 \leq AGFI \leq 1$	$0,90 \leq AGFI \leq 0,95$	0,83
CFI	$0,95 \leq CFI \leq 1$	$0,90 \leq CFI \leq 0,95$	0,79
NFI	$0,95 \leq NFI \leq 1$	$0,90 \leq NFI \leq 0,95$	0,70
NNFI	$0,95 \leq NNFI \leq 1$	$0,90 \leq NNFI \leq 0,95$	0,78
RMR	$0 \leq RMR \leq 0,05$	$0,05 \leq RMR \leq 0,08$	0,01
SRMR	$0 \leq SRMR \leq 0,05$	$0,05 \leq SRMR \leq 0,08$	0,07

Tablo 2 incelendiğinde uyum indeksleri kabul düzeylerini karşılamamıştır. Bu durumda modifikasyon önerileri dikkate alınmıştır. Buna göre Soru 11'in birinci düzeyde yer alması, Soru 21'in ikinci düzeyde yer alması, Soru 15'in ise üçüncü düzeyde yer alması önerilmiştir. Cebirsel düşünme düzeyleri açısından sorular incelendiğinde bu önerilerin kabul edilebilir olduğuna karar verilmiştir. Doğrulayıcı faktör analizi öneriler doğrultusunda yapılan değişiklikler üzerinden tekrar yapılmıştır. Son durumda elde edilen uyum indeksleri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Modifikasyon Önerilerinin Uygulanması Sonucu Testten Elde Edilen Değerler

Uyum İndeksi	Mükemmel Uyum (Çokluk vd., 2014)	İyi Uyum (Çokluk vd., 2014)	Cebirsel Düşünme Modeline Ait Elde Edilen Değerler
X^2/sd	$0 \leq X^2/sd \leq 2$	$2 \leq X^2/sd \leq 3$	1,71
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq 0,05$	$0,05 \leq RMSEA \leq 0,08$	0,04
GFI	$0,95 \leq GFI \leq 1$	$0,90 \leq GFI \leq 0,95$	0,91
AGFI	$0,95 \leq AGFI \leq 1$	$0,90 \leq AGFI \leq 0,95$	0,89
CFI	$0,95 \leq CFI \leq 1$	$0,90 \leq CFI \leq 0,95$	0,91
NFI	$0,95 \leq NFI \leq 1$	$0,90 \leq NFI \leq 0,95$	0,80
NNFI	$0,95 \leq NNFI \leq 1$	$0,90 \leq NNFI \leq 0,95$	0,90
RMR	$0 \leq RMR \leq 0,05$	$0,05 \leq RMR \leq 0,08$	0,01
SRMR	$0 \leq SRMR \leq 0,05$	$0,05 \leq SRMR \leq 0,08$	0,06

Son durumda X^2/sd oranının 1,71; RMSEA değerinin 0,04 olduğu belirlenmiştir. Bu değerler mükemmel uyumun göstergesidir (Brown, 2006; Sümer, 2000; Tabachnick ve Fidell, 2001). GFI değerinin 0,91; CFI değerinin 0,91; NNFI değerinin 0,90 olduğu görülmüştür. Bu durum iyi uyum göstergesidir

(Thompson, 2004). AGFI değerinin 0,89; NFI değerinin 0,80 olduğu belirlenmiştir. Bu durum zayıf uyum göstergesidir (Sümer, 2000). RMR değerinin ise 0,01 değer olarak mükemmel uyuma, SRMR değerinin ise 0,06 olması da iyi uyuma karşılık gelmektedir (Brown, 2006). Sonuç olarak Cebirsel Düşünme Düzey Belirleme Testi'nin 27 maddelik üç düzey olarak değerlendirilen yapısının, bir model olarak doğrulandığı söylenebilir.

27 maddelik nihai teste ait her bir maddenin madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri Tablo 4'deki gibidir.

Tablo 4. Nihai Teste Ait Madde Güçlük ve Ayırt edicilik İndeksleri

Cebirsel Düşünme Düzeyleri	Taslakta testteki soru numarası	Nihai testteki soru numarası	Madde güçlük indeksi (p_{jx})	Madde ayırt edicilik indeksi (r_{jx})
Düzyey 1	2	1	0,76	0,45
	3	2	0,73	0,46
	4	3	0,78	0,45
	5	4	0,70	0,52
	6	5	0,70	0,57
	7	6	0,59	0,65
	8	7	0,72	0,48
	9	8	0,74	0,42
	10	9	0,60	0,64
	11	10	0,73	0,51
Düzyey 2	12	11	0,39	0,42
	13	12	0,63	0,67
	14	13	0,63	0,56
	16	14	0,62	0,54
	17	15	0,70	0,44
	18	16	0,56	0,78
	19	17	0,62	0,69
	20	18	0,60	0,77
	21	19	0,63	0,66
	Düzyey 3	15	20	0,48
22		21	0,59	0,52
23		22	0,59	0,55
24		23	0,44	0,50
26		24	0,40	0,48
27		25	0,52	0,50
29		26	0,57	0,62
30		27	0,42	0,36

Nihai testin ortalama güçlük düzeyinin 0,60 olduğu, ortalama ayırt edicilik indeksinin ise 0,54 olduğu belirlenmiştir. KR-20 güvenirlilik katsayısı ise 0,86 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla testin güvenirliliğinin yüksek (Özdamar,1999) olduğu söylenebilir.

Son durumda Cebirsel Düşünme Düzey Belirleme Testinde yer alan soruların cebirsel düşünme düzeylerine göre dağılımı Tablo 5'deki gibidir.

Tablo 5. Nihai Testte Yer Alan Soruların Cebirsel Düşünme Düzeylerine Göre Dağılımı

Cebirsel Düşünme Düzeyleri	Soru Adedi
Düzyey 1	10 soru
Düzyey 2	9 soru
Düzyey 3	8 soru

Son hali verilen Cebirsel Düşünme Düzey Belirleme Testinin boyutlar arasındaki puanları ile testin toplam puanı arasındaki ilişkiyi incelemek için Pearson momentler çarpımı korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Veriler Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6. Cebirsel Düşünme Düzey Belirleme Testi İle Alt Boyutları Arasındaki Korelasyon Matrisi

	Düzyey1	Düzyey2	Düzyey3	Cebirsel Düşünme Düzey Belirleme Testi
Düzyey1	1,00	0,63	0,26	0,81
Düzyey2	0,63	1,00	0,51	0,89
Düzyey3	0,26	0,51	1,00	0,70
Cebirsel Düşünme Düzey Belirleme Testi	0,81	0,89	0,70	1,00

Tablo 6'a göre yapılan analiz sonucunda bütün korelasyon değerleri arasında pozitif ve anlamlı ($p < 0,01$) bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca, testin boyutları arasındaki ilişkinin testin tümü ile olan ilişkiden daha az olduğu belirlenmiştir. Düzyey 1 ile Düzyey 3 arasındaki ilişki de en azdır ($r=0,26$). Bu düzeyler arasındaki ilişkinin az olması beklenen bir durumdur. Bu düzeylerde yer alan soruların farklı düzeyleri ölçtüğünün göstergesidir. Korelasyon katsayısının 0,70 ile 1,00 arasında değişmesi yüksek ilişkiyi göstermektedir (Büyüköztürk, 2014). Dolayısıyla testteki her bir düzeyin testin bütünü ile olan ilişkisi düşünüldüğünde testin kapsam geçerliliğinin var olduğu söylenebilir.

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemeye yönelik geçerli ve güvenilir bir "Cebirsel Düşünme Düzey Belirleme Testi" geliştirmek amaçlanmıştır. Test cebirsel düşünmenin ilk üç düzeyi göz önüne alınarak geliştirilmiştir.

Test, 27 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Cebirsel düşünmenin birinci düzeyini ölçen sorular on tane, ikinci düzeyini ölçen sorular dokuz tane ve üçüncü düzeyini ölçen sorular sekiz tanedir. Yapılan madde analizleri ile testteki soruların güçlük indeksleri ve ayırt edicilik indeksleri ortaya konmuştur. Testte yer alan soruların güçlük indeksleri 0,39 ile 0,78 arasında değişmektedir. Çepni vd. (2008)'ne göre soruların güçlük indeksi "0" a yaklaşmışsa zorluk düzeyi yüksek, "1" e yaklaşmışsa zorluk düzeyi düşüktür. Ayrıca ortalama güçlük indeksinin 0,50 düzeyinde olması beklenir. Bu testin ortalama güçlük düzeyi 0,60 olarak belirlendiği için testin orta güçlükte olduğu söylenebilir. Testte yer alan soruların ayırt edicilik indeksleri ise 0,36 ile 0,78 arasında değişmektedir. Ayırt edicilik "0" a yaklaşmışsa ayırt edicilik düşüktür. "+1" e yaklaşmışsa ayırt edicilik yüksektir (Çepni vd., 2008). Testin ortalama ayırt edicilik indeksi de 0,54 olarak belirlendiği için testin güvenilirliği açısından olumlu olarak değerlendirilmiştir. Testin KR-20 güvenilirlik katsayısının 0,86 olması ise bu durumu destekler niteliktedir. Testin güvenilirliği yüksek (Özdamar, 1999) olarak bulunmuştur. Hart (1998) tarafından geliştirilen ve Altun (2005) tarafından Türkçe'ye uyarlanan 28 soruluk Cebirsel Düşünme Düzeyi Testi'nin güvenilirliği ise Gülpek (2006) tarafından 0,93 olarak bulunmuştur. Kaya (2017)'nin geliştirdiği 10 soruluk cebirsel düşünme düzey belirleme aracının da ortalama güçlüğü 0,30 ve ortalama ayırt ediciliği 0,59 olarak belirlenmiştir. Cronbach alpha güvenilirlik katsayısı ise 0,89'dur. Bu araştırmada

geliştirilen test ile yapılan çalışmalarda (Altun, 2005; Gülpek, 2006; Kaya, 2017) geliştirilen testlerin güvenilirliklerinin yüksek olduğu bulguları paralellik göstermiştir.

Testte yer alan soruların cebirsel düşünme düzeylerine uygunluğunu belirlemek amacıyla yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonuçları testin üç düzeyli yapısını bir model olarak doğrulamıştır. Üç yapılı olarak doğrulanan testin boyutları arasındaki ve testin tümü arasındaki ilişkiyi veren Pearson momentler çarpımı korelasyon katsayısı her bir düzey için 0,7'nin üzerinde bulunmuştur. Büyüköztürk (2014), korelasyon katsayısının 0,70 ile 1,00 arasında olmasını yüksek düzeyde bir ilişki olarak belirtmektedir. Dolayısıyla bu çalışmadaki testin bütünü ile alt boyutları arasında yüksek düzeyde ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Yani alt boyutların testi temsil etme gücü yüksektir. Dolayısıyla test yüksek ve güvenilir (Sungur, 2009) olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca, testin bütünü ile olan ilişkinin, alt boyutların birbirleri arasındaki ilişkiden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Hatta, birinci düzey ile üçüncü düzey arasındaki ilişkinin en az olduğu görülmüştür. Bu durum her iki boyutun birbirinden bağımsız yapılar olduğunun göstergesidir. Engs (1996) alt boyutların kendi aralarındaki ilişkinin yüksek olmasının (0,60 ve üzeri) istenen bir durum olmadığını belirtmektedir. Dolayısıyla alt boyutlar arasındaki orta ve düşük düzeyde ilişki istenen bir durumdur. Büyüköztürk (2014) de 0,30 ile 0,70 arasındaki ilişkiyi orta düzeyde ilişki olarak ele almaktadır. Sonuç olarak cebirsel düşünme düzey belirleme testinin düzeyleri arasında elde edilen orta ve düşük düzeyde ilişki testin alt boyutlarının testin yapısına uygun olduğunun bir göstergesidir.

İlgili alan yazında öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemeye yönelik geliştirilen testler (Altun, 2005; Ataş, 2019; Chimoni, Pitta-Pantazi ve Christou, 2018; Kamol ve Ban Har,2010; Usta ve Özdemir, 2018) genellikle açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Geliştirilen bu test ise farklı olarak cebirsel düşünmenin ilk üç düzeyine yönelik geliştirilmiş çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır. Bu anlamda geliştirilen diğer testlerden farklı olarak nicel araştırmalarda kullanılacak bir testtir. Kaya (2017) tarafından geliştirilen "Cebirsel Düşünme Düzeyi Belirleme Aracı" çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır. Ancak, bu test yedinci sınıf öğrencilerine yönelik hazırlanmıştır. Ataş (2019) tarafından geliştirilen cebirsel düşünme düzey belirleme testi ise sekizinci sınıf düzeyine yöneliktir. Bu araştırmada geliştirilen test farklı olarak ortaokul düzeyindeki tüm seviyelere yönelik olarak hazırlanmıştır.

Tüm yapılan analizler sonucunda geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları paylaşılan Cebirsel Düşünme Düzey Belirleme Testinin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu görülmektedir. Bu test geliştirme aşaması ortaokul öğrencileri ve cebirsel düşünmenin ilk üç düzeyini ölçen sorular ile sınırlıdır. Hazırlanan bu ölçek ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemeyi gerektiren akademik araştırmalarda kullanılabilir. Ayrıca, öğretmenler öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemek amacıyla derslerinde bu testi kullanabilir. Böylece ders planlarını öğrencilerin düzeylerine göre şekillendirebilirler. Test ortaokul öğrencilerine yönelik geliştirildiği için ilkökul, ortaöğretim ve yükseköğretim seviyelerindeki işlerliği için bu seviye grupları ile tekrar test edilebilir. Dolayısıyla çalışmanın bir sonraki aşaması olarak tüm eğitim kademelerinde öğrenim gören öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini ölçmeye yönelik ve cebirsel düşünmenin tüm düzeylerini ölçmeye yönelik ölçme aracı geliştirme çalışmaları yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Acar, S. (2019). *Sayı hissi ile cebirsel düşünme becerisi arasındaki ilişkinin farklı değişkenler açısından incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Akarsu, E. (2013). *7. Sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanında matematiksel dil kullanımlarının incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Akgün, L. (2007). *Değişken kavramına ilişkin yeterlilikler ve değişken kavramının öğretimi* (Doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Akkan, Y. ve Baki, A. (2016). Ortaokul öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreçlerinin incelenmesi: sembollerin kullanımı ve harflerin anlamı. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2), 270-305.
- Akkan, Y., Baki, A. ve Çakıroğlu, Ü. (2012). 5-8. Sınıf öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreçlerinin problem çözme bağlamında incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43, 1-13.
- Akkan, Y., Çakıroğlu, Ü. ve Güven, B. (2009). İlköğretim 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin denklem oluşturma ve problem kurma yeterlilikleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 41-55.
- Akkaya, R. ve Durmuş, S. (2006). İlköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 1-12.
- Akkuş, O. (2004). *The Effects of multiple representations-based instruction on seventh grade students' algebra performance, attitude toward mathematics, and representation preference* (Doktora tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akyüz, G. ve Hangül, T. (2013). 6. Sınıf öğrencilerinin denklemler konusunda sahip oldukları yanlışların giderilmesine yönelik bir çalışma. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 7(1), 16-43.
- Altun, M. (2005). *İlköğretim ikinci kademe matematik öğretimi*. Bursa: Aktüel.
- Ataş, Y. (2019). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin geometri ve ölçme problemlerini çözme süreçlerindeki cebirsel düşünme becerileri* (Yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Bağdat, O. ve Saban, P. (2014). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme becerilerinin solo taksonomisi ile incelenmesi. *International Journal of Social Science*, 26, 473-496.
- Baykul, Y. (2000). *Eğitimde ve psikolojide ölçme, klasik test teorisi ve uygulaması*. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Baysal, F. K. (2010). *İlköğretim öğrencilerinin (4-8. sınıf) cebir öğrenme alanında oluşturdukları kavram yanlışları* (Yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Birgin, O. ve Demirören, K. (2020). Ortaokul yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeler konusundaki başarı performanslarının incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 50, 99-117.
- Brown, T. A. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research*. NY: Guilford Publications, Inc.
- Büyüköztürk, Ş. (2014). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı (20. Baskı)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Cai, J. ve Moyer, J. C. (2008). Developing algebraic thinking in earlier grades: some insights from international comparative studies. In C. E. Greene & R. Rubenstein (Eds.), *Algebra And Algebraic Thinking in School Mathematics* (Pp. 169- 182). National Council Of Teachers Of Mathematics 2008 Yearbook. Reston, Va: Nctm.
- Carraher, D. W. ve Schliemann, A. (2007). Early algebra and algebraic reasoning. In F. K. Lester (Ed.), *Second Handbook Of Research On Mathematics Teaching And Learning* (Vol. 2, Pp. 669-705). Reston: Nctm.
- Chimoni, M., Pitta-Pantazi, D. ve Christou, C. (2018). Examining early algebraic thinking: Insights from empirical data. *Educational Studies in Mathematics*, 98:57-76 <https://doi.org/10.1007/S10649-018-9803-X>
- Coady, C., ve Pegg, I. (1993). An exploration of students' responses to the more demanding küchemann test items. In W. Atweh, C. Kaner, M. Carss, & G. Booker (Eds.), *Proceedings Of The Sixteenth Annual Conference Of Merga* (Pp. 191-196). Brisbane: Merga
- Çağdaşer, B.T. (2008). *Cebir öğrenme alanının yapılandırmacı yaklaşımla öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeyleri üzerindeki etkisi* (Yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Çakan Özbayar, N. (2017). *Altıncı sınıf matematik öğretim programının öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinin gelişimine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Çelik, D. (2007). *Öğretmen adaylarının cebirsel düşünme becerilerinin analitik incelenmesi* (Doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çelik, D. ve Güneş, G. (2013). Farklı sınıf düzeyindeki öğrencilerin harfli sembollerini kullanma ve yorumlama seviyeleri. *Kuram Ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(2), 1157-1175.

- Çepni, S., Bayrakçıken, S., Yılmaz, A., Yücel, C., Semerci, C., Köse, E., Sezgin, F., Demircioğlu, G. ve Gündoğdu, K. (2008). *Ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çokluk, Ö. S., Şekerçioğlu, G. ve Büyükoztürk, S. (2016). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: Spss ve Lisrel uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Dede, Y. ve Peker, M. (2007). Öğrencilerin cebire yönelik hata ve yanlış anlamaları: matematik öğretmen adayları'nın bunları tahmin becerileri ve çözüm önerileri. *İlköğretim Online*, 6(1), 35-49. Erişim Adresi: <http://ilkogretim-online.org.tr>
- Dikkartın, F. T. ve Mert-Uyangör, S. (2007, Kasım). İlköğretim 6. , 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeyleri üzerine bir çalışma. *1.Ulusal İlköğretim Kongresi, 15-17 Kasım 2007*. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Driscoll, M. (1999). *Fostering algebraic thinking: A guide for teachers grades 6-10*. Portsmouth: Heinemann.
- Engs, R. C. (1996). Construct Validity And Re-Assessment of the Reliability of the Health Concern Questionnaire. (Eds. In H. L. R. Feldman and J. H. Humphrey), *Advances in Health Education/Current Research* (pp. 303-313). New York: AMS Press Inc.
- Gülpek, P. (2006). *İlköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin gelişimi* (Yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Hart, K. (Ed.),(1998). *Children's understanding of mathematics: 11-16*. London: John Murray.
- Hawker, S. ve Cowley, C. (1997). *Oxford dictionary and thesaurus*. Oxford:Oxford University.
- Herbert, K. ve Brown, R. (1997). Patterns as tools for algebraic reasoning. *Teaching Children Mathematics*, 3 (6), 340-344.
- Kamol, N. ve Ban Har, Y.(2010). Upper primary school students' algebraic thinking. mathematics education research group of Australasia, *Paper Presented At The Annual Meeting Of The Mathematics Education Research Group Of Australasia* (33rd, Freemantle, Western Australia, Jul 3-7.
- Kaput, J. J. (1999). Teaching and learning a new algebra with understanding. (Edited By: Elizabeth Fennema ve Thomas Romberg). *Mathematics Classrooms That Promote Understanding* (Pp. 133-155). Mahwah, Nj: Lawrence Erlbaum Associates.
- Karasar, N. (2006). *Bilimsel araştırma yöntemi* (10. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kaş, S. (2010). *Sekizinci sınıflarda çalışma yaprakları ile öğretimin cebirsel düşünme ve problem çözüme becerisine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kaya, D. (2017). Yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeyleri ile becerilerinin incelenmesi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 657-675.
- Kieran, C. (1992). The learning and teaching of school algebra. In Grouws Da (Ed.), *Handbook Of Research On Mathematics Teaching And Learning* (Pp. 390-419). New York: Macmillan Publishing Company.
- Kieran, C., ve Chalouh, L. (1993). Prealgebra: The transition from arithmetic to algebra. In P. S. Wilson (Ed.), *Research Ideas For The Classroom: Middle Grades Mathematics* (Pp. 119-139). New York: Macmillan
- Knuth, E., Alibali, M. W., Mcneil, N. M., Weinberg, A. ve Stephens, A. C. (2005). Middle school students' understanding of core algebraic concepts: Equivalence & variable. *Zdm*, 37(1), 68-76.
- Kocakaya Baysal, F. (2010). *İlköğretim öğrencilerinin (4-8. sınıf) cebir öğrenme alanında oluşturdukları kavram yanlışları* (Yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Küchemann, D. (1978). Children's understanding of numerical variables. *Mathematics in School*, 7(4), 23-26.
- Lawrence, A. ve Hennessy, C. (2002). *Lessons for algebraic thinking (grades 6-8)*. Math Solution Publications. Sausalito: California
- Linchevski, L. ve Herscovics, N. (1996). Crossing the cognitive gap between arithmetic and algebra: Operating on the unknown in the context of equations. *Educational Studies in Mathematics*, 30, 38-65.
- Macgregor, M. ve Stacey, K. (1997). Students' understanding of algebraic notation: 11-15. *Educational Studies in Mathematics*, 33, 1-19.

- Miles, M.B. ve Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. California: Sage Publications.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). *Ortaokul matematik dersi (5,6,7 ve 8.sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye kurulu Başkanlığı.
- National Council Of Teachers Of Mathematics [Nctm] (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston: Va.
- Oral, B., İlhan, M. ve Kınay, İ. (2013). 8. Sınıf öğrencilerinin geometrik ve cebirsel düşünme düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 33-36.
- Öner Sünkür, M., İlhan, M. ve Kılıç, M.A. (2012). Yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeyleri ile zekâ alanları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14 (2),183 - 200.
- Özdamar, K. (1999). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi 1*. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Sayı, M.Ş.(2018). *Ortaokul öğrencilerinin problem kurma becerileri ile cebirsel düşünme düzeyleri arasındaki ilişki* (Yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Soylu, Y. (2008). 7. Sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeleri ve harf sembollerini (değişkenleri) yorumlamaları ve bu yorumlamada yapılan hatalar. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 237 -248.
- Stacey, K. ve Macgregor, M. (1997). Ideas about symbolism that students bring to algebra. *The Mathematics Teacher*, 90(2), 110-113.
- Sungur, O. (2009). Korelasyon analizi. Ş. Kalaycı (Ed.), *Spss Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. 116-125. Ankara: Asil Yayıncılık.
- Sümer, N. (2000). Structural education models. *Turkish Psychological Articles*, 3(6), 49-74.
- Şimşek, B. ve Soylu, Y. (2018). Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeler konusunda yaptıkları hataların nedenlerinin incelenmesi. *Journal Of International Social Research*, 11(59), 830-848.
- Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2001). *Using multivariate statistics*. Boston: Allyn & Bacon.
- Tavşancıl, E. (2002). *Tutumların ölçülmesi ve Spss ile veri analizi*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Tekin, H. (2003). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Yargı Yayınevi.
- Tekindal, S. (2009). *Duyuşsal özelliklerin ölçülmesi için araç oluşturma*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Thompson, B. (2004). *Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding concepts and applications*. Washington: American Psychological Association
- Turgut, M.F. (1992). *Eğitimde ölçme değerlendirme*. Ankara: Saydam Matbaacılık.
- Usta, N. ve Gökurt Özdemir, B. (2018). Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin incelenmesi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 6(3), 427-453. Doi:10.14689/İssn.2148-2624.1.6c3s20m
- Uysal Koğ, O. (2012). *Görselleştirme yaklaşımı ile yapılan matematik öğretiminin öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal gelişimi üzerindeki etkisi* (Doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Vance, J. H. (1998). Number operations from an algebraic perspective. *Teaching Children Mathematics*, 4, 282-285.
- Van De Walle, J. (2004). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (5th Edition). Boston: Allyn & Bacon.
- Yalvaç, E. (2010). *İlköğretim ikinci kademe matematik programına yönelik etkinliklerin bazı cebir konularının öğretimi üzerindeki etkileri* (Yüksek lisans tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Yaprak Ceyhan, E. (2012). *İlköğretim matematik dersi öğretim programı çerçevesindeki öğretimin öğrencilerin cebir başarısına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yenilmez, K. ve Avcu, T. (2009). Altıncı sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki başarı düzeyleri. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 37-45.
- Yenilmez, K. ve Teke, M. (2008). Yenilenen matematik programının öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerine etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9 (15), 229-246.

EXTENDED ABSTRACT

Purpose

Algebraic thinking is a symbolic method of reasoning (Vance, 1998). Also, algebraic thinking is part of mathematical thinking. Hence, it involves mathematical thinking processes and it is the symbolic thinking area of mathematics. It involves the abstract thinking process in the transition from arithmetic to algebra. The individual internalizes abstract concepts through algebraic thinking. Algebraic thinking also involves the process of creating knowledge through symbols. When the studies conducted to determine the algebraic thinking levels of students were examined, it was found that the Algebraic Thinking Level Test, developed by Hart (1998) and adapted into Turkish by Altun (2005), was used in the studies (Acar, 2019; Ataş, 2019; Çakan Özbayar, 2017; Dikkartın & Uyangör, 2007; Oral, İlhan & Kınay, 2013; Sayı, 2018; Usta & Özdemir, 2018; Yaprak Ceyhan, 2012; Yenilmez & Teke, 2008). This test divided algebraic thinking levels into 4 groups and consists of 27 questions. Unlike the algebraic thinking level determination test developed in this research, it consists of multiple choice questions and contains more questions for each level of algebraic thinking. Thus, it is aimed to define the algebraic thinking levels of middle school students with more questions.

Research Method

This research is a scale development study. In this sense, the research model has been determined as a single screening method from general screening models (Karasar, 2006). Algebraic thinking levels determined by Altun (2005) were discussed in determining test questions. The test aimed at measuring the first three levels of algebraic thinking was developed in the research. The sample of the study consisted of 7th and 8th grade students studying in two state middle schools in Derince district of Kocaeli province. 123 of these students were in the 7th grade and 259 were in the 8th grade. A total of 382 students were studied. The following processes were followed in the development process of the test: Literature review and preparation of the item pool, obtaining expert opinion, pre-application and corrections, main application, determination of item difficulty and discrimination indexes, determination of KR-20 reliability coefficient, confirmatory factor analysis, determination of Pearson product moment correlation, coefficient between its sub-dimensions with algebraic thinking level identification test.

Results

In the test development process, which started with 30 questions, it was determined that a question was not suitable for the purpose. According to expert opinions, the percentage of agreements for 29 questions was 0.90. Interviews were made with two students to determine the comprehensibility of the questions and no problem was found. The difficulty indexes and the discrimination indexes of the items were determined. The question with a difficulty index of 0.85 was removed from the test. As a result of the confirmatory factor analysis, modification suggestions were taken into account in order to obtain the acceptance levels of the fit indexes. One more question was removed from the test. The structure of the Algebraic Thinking Level Determination Test, which is evaluated as three levels with 27 items, has been confirmed as a model. A positive and significant ($p < 0.01$) relationship was found between the Pearson moments product correlation values.

Discussion, Conclusion, and Suggestions

The test consists of 27 multiple choice questions. There are ten items measuring the first level of algebraic thinking, nine items measuring the second level, and eighth items measuring the third level. The difficulty indexes of the questions in the test range between 0.39 and 0.78. Since the average difficulty level of this test is determined as 0.60, it can be said that the test is moderate (Çepni vd., 2008). The discrimination indexes of the questions in the test range between 0.36 and 0.78. Since the average discrimination index of the test was determined as 0.54, it was evaluated positively (Çepni vd., 2008) in terms of the reliability of the test. The fact that the KR-20 reliability coefficient of the test is 0.86 supports this situation. The reliability of the test was found to be high (Özdamar, 1999). The results of a confirmatory factor analysis to determine the suitability of the questions contained in the test for algebraic thinking levels confirmed the three-level structure of the test as a model. The Pearson moments product correlation coefficient, which gives the relationship between the dimensions of the three-structured test and between the entire test, was found to be above 0.7 for each level. These values were interpreted as a high level of correlation between the whole test and its sub-dimensions. In other words, the sub-dimensions have high power to represent the test.

In addition, it was determined that the relationship with the whole test is greater than the relationship between the sub-dimensions. Studies can be conducted to measure the algebraic thinking levels of students studying at all levels of education. In addition, studies can be done to develop a measurement tool to measure all levels of algebraic thinking.

Ek. CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEY BELİRLEME TESTİ

Ad-Soyad:

Sınıf:

Cinsiyet:

Düzyey 1

1. "m" doğal sayı olmak üzere, $8m = 80$ ise m için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) "m" harfi metreyi gösterir.
B) $m = 10$
C) $m = 20$
D) Hiçbiri

2. "a" doğal sayı olmak üzere, "5a" ifadesindeki "a" ne anlama gelir?

- A) Değişken
B) Armut
C) Hiçbir anlamı yok
D) Hiçbiri

3. "a" doğal sayı olmak üzere, $a+8=15$ ise a kaçtır?

- A) 7
B) 7a
C) 23
D) 23a

4. "a" doğal sayı olmak üzere, 7a ifadesinin 4 katı kaçtır?

- A) 11
B) 11a
C) 28
D) 28a

5. "d" doğal sayı olmak üzere, d'ye 5 eklenirse aşağıdakilerden hangisi elde edilir?

- A) d-5
B) 5d
C) d+5
D) Hiçbiri

6. "2e+ 4a" ifadesinde size göre "e" ve "a" neyi temsil etmektedir?

- A) Elma ve armut
B) Değişken
C) Hiçbir anlamları yok
D) Hiçbiri

7. "a,b ve c" doğal sayı olmak üzere, $a=2$, $b=5$, $c=4$ ise harflerin büyükten küçüğe sıralanmış hali aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $c>b>a$
B) $a>b>c$
C) $a>c>b$
D) $b>c>a$

8. "c" doğal sayı olmak üzere, $5c + 4c = ?$ işleminin sonucu nedir?

- A) 9 ceviz
B) 5ceviz + 4ceviz
C) 9c
D) 90

9. "b" doğal sayı olmak üzere, hangisi daha büyüktür, "3xb" mi yoksa "b x3" mü?

- A) 3xb
B) b x3
C) İkisi birbirine eşittir
D) "b" ye bağlı olarak değişir.

10. $a>0$ olmak üzere aşağıdaki ifadelerden hangisi diğerlerinden daha büyüktür?

- A) a+5
B) a+7
C) a-5
D) a-7

Düzyey 2

11. Onur, Ahmet'den 8 cm daha kısadır. Onur h cm uzunluğundadır. Ahmet'in boyunun uzunluğu için aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) x+8
B) x-8
C) h+8
D) h-8

12. "a" doğal sayı olmak üzere, a+5 ifadesine 8 eklersek sonuç ne olur?

- A) a+5
B) a+13
C) 5a+8
D) 8a+5

13. "a ve b" doğal sayı olmak üzere, $a+b=7$ ise $a+b+8$ işleminin sonucu kaçtır?

- A) 15
B) a+b+7
C) a+b+7+8
D) 8

14. "a ve b" doğal sayı olmak üzere, $a=b+12$ ise $a+b$ kaçtır?

- A) 24
B) a+12
C) b+12
D) 2b+12

15. Elif' in kalemlerinin sayısı Ayşe' nin kalemlerinin sayısının 2 katı kadardır. Ayşe' nin kalemlerinin sayısı a olduğuna göre Elif ile Ayşe' nin toplam kaç kalemi vardır?

- A) 2
B) 3
C) 2a
D) 3a

16.



Yandaki karenin bir kenar uzunluğu 3a birim olduğuna göre çevresi kaç birimdir?

- A) 9
B) 12
C) 9a
D) 12a

17. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) $a+b+c=a+d+c$ ise $b=d$
B) $5+x=5x$
C) $a+b+c=c+b+a$
D) $a+b=10$ ise $a+b+c=c+10$

18. "f" doğal sayı olmak üzere, $f+3+f+3$ işleminin sonucu kaçtır?

- A) f+3
B) f+6
C) 2f+3
D) 2f+6

19. "x ve y" doğal sayı olmak üzere, $x=y-3$ ve $y=9$ ise x kaçtır?

- A) 3
B) 6
C) 9
D) 12

Düzey 3

20. Pazara giden Hatice teyze 3kg patates ve 5kg soğan almıştır. Patatesin kilosunun fiyatı p harfi ile soğanın kilosunun fiyatı s ile gösterirsek Hatice teyzenin pazarda harcadığı ücret ne kadardır?

- A) 8kg
B) 8ps
C) 3p+5s
D) 5p+3s

21. Efe' nin yaşı Akif' in yaşının 3 katıdır. İkisinin yaşları toplamı 24 olduğuna göre Akif' in yaşı kaçtır?

- A) 6
B) 8
C) 16
D) 1

22. "a" doğal sayı olmak üzere, $6a-9=39$ ise a kaçtır?

- A) 5
B) 6
C) 7
D) 8

23. "a ve b" doğal sayı olmak üzere, $a=b+8$ ve $a+b+8=24$ ise a kaçtır?

- A) 4
B) 6
C) 8
D) 12

24. "a ve b" doğal sayı olmak üzere, $(a+b)+(a-b)$ işleminin sonucu kaçtır?

- A) 0
B) 2a
C) 2b
D) 2a+2b

25. "x ve y" doğal sayı olmak üzere $5x+5y$ ifadesinin eşiti aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 10
B) 10xy
C) 25xy
D) 5(x+y)

26. "a" doğal sayı olmak üzere, $5a-32=3a$ ise a kaçtır?

- A) 4
B) 8
C) 12
D) 16

27. Hangi sayı ile 8 fazlasının toplamı, 3 katının 10 eksiğine eşittir?

- A) 2
B) 8
C) 12
D) 18